

L A W I N E N.

DOOR

R. E. DE HAAN.

I

Liefelijke meren van 't donkerste blauwgroen tot het fijnste, doorschijnendste azuur, omzoomd met hemelhooge bergen, wier kruinen tintelen van 't zilverwit des ijskleeds, dat langs hun flanken daalt; smaragdgroene weiden, doorsneden van schuimende beken, of opgehangen tegen de rotsen en omlijst door een statig woud, dat tegen de hellingen der bergreuzen leunt; diepe ravijnen, ijzingwekkende kloven, overhangende klippen; nergens een vrije horizon, maar overal de blik begrensd door den veelsoortig gespleten en getanden rug der omhoog gedreven granietgevaarten, de scheidsmuren van volken en aanverwante stammen; een zwoele zomerlucht, zwevende over urenlange ijsvelden, langs wier zoomen de alpenrozen bloeien en de graanhalmen wiegelen, — ziedaar enkele karaktertrekken, ontleend aan een klein plekske grond, dat den naam voert van Zwitserland, en welks onvergelykelyk natuurschoon jaarlijks duizenden bewonderaars tot zich lokt.

»Heerlijk land,» was reeds de gedachte van zoovelen, die met ontvankelijk hoofd en hart zich vermeidden in al dien tooi, »hoe gaarne zou ik voor altijd in u verwijlen!

»Goede Goden! geef mij slechts een nederig dak aan den oever van een dier kristallen meren, een kleine stulp in een dier lachende da-

len; met het oog gericht op gindsche toppen, die, zelfs den adelaar te hoog, oprijzen in den hemel, zal ik gelukkig zijn."

Maar de winter is gekomen en met hem de stormwind en de sneeuw-jacht, die huizen en dorpen inhult; de wildbeek dondert omlaag, alles in zijn dolle vaart meesleurende, alles vernielende; de lawine stort neer en voert meédoogenloos mannen en vrouwen, grijsaards en kinderen in de armen des doods. Want ook deze zijn karaktertrekken, die, hoe schrill de tegenstelling ook zij, niet mogen ontbreken, zal het beeld des Alpenlands beantwoorden aan de werkelijkheid. Den tourist, die in den zomer door de dalen schrijdt en over de passen zijn tred richt, wordt eene idylle voor oogen getooverd; de verschrikkingen van de laatste en eerste maanden des jaars bleven hem onbekend.

Ongetwijfeld, Zwitserland is een verrukkelijk schoon land; wij zouden schier geneigd zijn 't voorrecht van in zulk een land te zijn geboren, er te leven en te sterven, te benijden aan zijne bewoners, indien ook niet een kille huivering ons door de leden voer, wanneer wij ons de gevaren herinneren, waarmede 't verblijf in dat schoone land is vergezeld.

Schilderachtig is de aanblik, dien de dal- of alpbewoner geniet van uit de vensters zijner eenvoudige woning, als hij opwaarts schouwt naar den besneeuwden bergtop, naar den hooggezwollen ijsstroom, — maar de opgestuwde wateren, de wilde föhn, het losgebroken gesteente, de donderende lawine herinneren hem straks aan eene andere werkelijkheid, die onuitwischbare voren groeft in zijn gelaat, en hem voor altijd de vreugde des levens ontrooft.

Ik stel mij voor in de volgende bladzijden één dier schaduwzijden van 't leven in de Zwitsersche hooglanden nader te ontleden. Geenszins om den lezer van dit tijdschrift van een eerst of herhaald bezoek aan die heerlijke landstreek af te schrikken — 't gevaar toch dreigt op tijden en plaatsen, die hij 't in zijne macht heeft te ontgaan, — maar veel meer om het genieten te volmaken en te veelevuldigen. De oorzaken der verwoesting kan hij in loco nagaan, de gevolgen zal hij dikwijls nog kunnen waarnemen, de verruiming van den blik ook op dit gebied ten goede komen aan het doel zijner reize.

Niemand der lezers van dit tijdschrift, of hij heeft, meent althans te hebben, eene voorstelling van wat eene *lawine* wordt genoemd. Is dit beeld bij allen echter wel even duidelijk en volledig? Ik meen

met grond zulks ernstig in twijfel te mogen trekken. Bij zeer velen zal dat beeld zich oplossen in de volgende bepaling: »eene lawine is eene massa sneeuw, die door de eene of andere oorzaak in beweging gebracht, van de hellingen der bergen glijdt, en in staat is gebouwen, menschen en dieren, die zich op haar weg bevinden, te overstelpen, de eerste soms te vernielen, de laatste te dooden.” Inderdaad, deze bepaling laat, wat juistheid betreft, weinig te wenschen over; zij is echter geenszins volledig, of liever: het beeld, door deze definitie voor onzen geest geroepen, is zeer onvolledig. Trachten nu velen dit beeld nader uit te werken, dan geschiedt zulks veelal, door eene nadere verklaring der oorzaak aldus: »een of ander toeval” — zeer juist — »brengt boven op den berg, of op een der hoogere trappen, eene kleine massa in beweging; deze massa naar beneden rollende balt zich en de aanvankelijk kleine sneeuwbal vergroot zich onder het naar beneden rollen hoe langer hoe meer, tot hij, aan den voet des bergs in het dal gekomen, tot een reusachtigen bal is aangegroeid, en deze stelt de lawine samen.” Het *onvolledige* beeld van zooveen is thans een zeer *onjuist* beeld geworden. En toch, deze zoo verwrongen en met de werkelijkheid zoo geheel en al in strijd zijnde voorstelling eener lawine is die, welke de meeste menschen zich van der jeugd af aan hebben gevormd, daarin gesteund door de dwalingen van dichters en boekenschrijvers voor de lagere scholen. Indien genoemde voorstelling juist ware, en eene lawine dus zou bestaan uit één reusachtigen sneeuwbal, dan zou natuurlijk het centrum der lawinevormende sneeuwmassa ingenomen worden door de kleine massa van boven, die den eersten aanstoot tot de beweging heeft gegeven. Dan zouden menschen en dieren, van welke de stoot was uitgegaan, of die op den weg der lawine door deze zijn gegrepen — beide is herhaaldelijk het geval geweest — ook steeds tot beneden worden meegeleurd, en *in* dien lawinekegel eene plaats hebben verkregen, afhankelijk van het standpunt, dat zij ten opzichte van den afgelegden weg hadden ingenomen, toen zij werden gevat. Niets is echter minder juist, gelijk nader zal blijken, wanneer wij de omstandigheden hebben leeren kennen, onder welke de lawinen optreden. Achtereenvolgens wensch ik voor mijne lezers de vragen te beantwoorden: hoe ontstaan de lawinen en waaruit bestaan ze; welke gevolgen zoo schadelijke als nuttige zijn aan deze verschijnselen verbonden; en welke middelen worden aangewend om ze te voorkomen of minder schadelijk te maken? Vooraf echter een enkel woord over hare geografische verbreiding.

Zijn gletschers gebonden aan streken, waar ook de laatste resten van de wintersneeuw gedurende den zomer niet smelten, lawinen vindt men verbreid over gebergten, wier kruinen beneden de sneeuwlijn liggen. Zoo vinden wij lawinen in het Schwarzwald, de Karpathen en de Apennijnen, ofschoon in deze gebergten geene gletschers voorkomen¹. Verder zijn de Pyreneeën, de Kaukasus en de Noorweegsche gebergten weder vruchtbaar in 't voortbrengen van lawinen; in Zweden, dat evenwel goede gletschers bezit, ontbreken zij, even als in de Cevennen, Vogezen en Ardennen. Gelijk wij later zullen zien is het ontstaan der lawinen afhankelijk van de klimatologische, orografische en geologische voorwaarden eener landstreek, terwijl het ontbreken van »hoogwoud" op de flanken der bergen almede een der factoren voor 't ontstaan van lawinen uitmaakt.

Bijzonder rijk in lawinen zijn de Alpen in hunne geheele uitgestrektheid. Sedert eenige jaren is de aandacht der Zwitsersche regering meer bepaald op dit onderwerp gevestigd geworden en heeft zij kaarten doen vervaardigen, waarop de »Lawinenzüge", d. i. de wegen langs welke de lawinen naar beneden rollen, nauwkeurig zijn aangegeven. Bij 't schrijven van dit opstel heb ik voor mij liggen zulk eene kaart van den omtrek des St. Gotthards, dus van dat gebied, waarin de Ticino, Reuss en Rijn hun oorsprong nemen. Ik tel op dit kaartje, dat eene oppervlakte vertegenwoordigt van 325 vierkante kilometer (= oppervlakte van $\frac{1}{10}$ der provincie Friesland) 530 lawinengangen; het kleine dal Val Tremola, tusschen het klooster op den Gotthard en de stad Airolo bezit er ter weerszijden op eene lengte van ongeveer één uur gaans 25, terwijl in het dal van de Realper-Reuss, tusschen Andermatt en Realp, langs eene uitgestrektheid van ruim 2 uren jaarlijks 70 lawinen naar beneden rollen.

Misschien wekt het de bevreemding van sommige lezers, dat er sprake kan zijn van bepaalde, d. i. regelmatige lawinen, en men deze op de kaart eene plaats kan aanwijzen evenals aan rivieren en beken, die jaar in, jaar uit haar vasten loop vervolgen.

En toch is zulks het geval; ook de lawinen zijn aan bepaalde wegen gebonden; het terrein moet er geschikt voor zijn, en waar die ge-

¹ Daar de laatste sneeuwrest op den Feldberg (Schwarzwald) eerst in Juli en Augustus, soms zelfs niet eerder dan in 't midden van September weggesmolten is, zou eene zeer geringe temperatuursverandering te dezer plaatse de vorming van eenen gletscher tot stand brengen.

schiktheid heden aanwezig is, wordt zij evenmin morgen opgeheven als zulks het geval is met de waterwegen, wier beddingen immers ook niet binnen kort tijdsverloop worden verlegd. Zoodanige plaatsen nu, dus die berghellingen, van waar geregeld lawinen afgaan, heeten »lawinenzüge», een woord, dat wij in onze taal kunnen teruggeven door lawinengangen. Nieuwe ontstaan, zoodra de voorwaarden vervuld zijn, aan welke de lawinen zijn gebonden, — b.v. het ontblooten der bergen van »hoogwoud» — terwijl bestaande worden »verbaut» d. i. door de kunst weggenomen.

1^o. Sneeuw is het materiaal, waaruit de lawinen zijn gevormd, en dit materiaal is in genoegzame hoeveelheid in 't vaderland der lawinen voorhanden.

De temperatuur, bij welke het sneeuwt, is binnen zeer enge grenzen begrepen; boven 4° en beneden 11° C. n. l. sneeuwt het hoogst zelden. Bij zeer lage temperatuur zijn de sneeuwvlokken klein en bestaan zij uit zeer fijne naaldjes; de sneeuw die bij hooger temperaturen valt is daarentegen groot-vlokkig, bij 4° en daarboven is zij meestal vermengd met regen. Zoo vielen er b. v. op den 23^{sten} Mei 1879 te Lauterbrunnen, bij een thermometerstand van 2,5° C. vlokken van 4 cM. middellijn; op den 13^{den} Dec. 1878 mat men te Bern, bij eene temperatuur van —7,5° C. vlokjes van 1 mM. Natte sneeuw balt en hangt aan, fijne sneeuw is los, bevat veel lucht, wordt gemakkelijk door den wind gepakt en kraakt onder de voeten, welk geluid ontstaat door het wrijven der ijskristalletjes tegen elkander. Daar de regenwolken in de Alpen niet hooger stijgen dan tot ± 2500 Meter ¹ wordt van deze hoogte naar boven, de vloeibare nederslag steeds geringer.

Men rekent gewoonlijk dat de gemiddelde Juli-temperatuur op het nulpunt staat ter hoogte van ± 3000 Meter zoodat, als een gevolg van beide oorzaken, in streken hooger dan 3000 Meter, regen eene zeldzaamheid is geworden, de sneeuwval daarentegen in gelijke mate is toegenomen.² Toch wordt het totaal-bedrag der vaste en vloeibare nederslagen van 1600 M. af naar boven gerekend, steeds kleiner, een gevolg van de mindere vochtigheid des dampkrings. De volgende

¹ De cirri- en schaapjeswolken bereiken eene hoogte van 7000 M.

² Deze getallen, 't zij nogmaals gezegd, hebben enkel betrekking op de Alpen en het gebied, waartoe wij ons, zoo niet het tegendeel wordt vermeld, uitsluitend bepalen.

cijfers kunnen strekken om den lezer eenig denkbeeld te geven van de hoeveelheid sneeuw, die jaarlijks in de hoogere streken des Alpengebieds valt.

Waarnemingen op het station Dollfusz-Auszet (St. Theodulpas in Wallis) 3333 M. boven 't niveau der zee.

1865.

In de maand Augustus sneeuwde het 73 malen.

»	September	»	»	7	»
»	October	»	»	65	»
»	November	»	»	104	»
»	December	»	»	66	»

1866.

In de maand Januari sneeuwde het 92 malen.

»	Februari	»	»	143	»
»	Maart	»	»	167	»
»	April	»	»	203	»
»	Mei	»	»	180	»
»	Juni	»	»	61	»
»	Juli	»	»	46	»

In den winter had het dus gesneeuwd 301 malen.

»	de lente	»	»	»	500	»
»	den zomer	»	»	»	180	»
»	» herfst	»	»	»	176	»
In 't	geheele jaar	»	»	»	1157	»

Hoogte der sneeuw, terzelfder plaatse, op verschillende dagen.

1865.	Nov.	11	.....	0.50	M.
	»	22	.....	0.50	»
	Dec.	7	.....	0.50	»
	»	18	.....	0.30	»
	»	29	.....	0.50	»
1866.	Jan.	4	.....	0.60	»
	»	15	.....	0.30	»
	»	29	.....	1.00	»
	Maart	10	.....	1.60	»
	Mei	21	.....	0.60	»

. Volgens mededeeling van den heer J. CAVIEZEL, belast met de meteorologische waarnemingen te Sils-Maria in Opper-Engadin, viel aldaar van 7—31 October 1878 en in de geheele maand November respectievelijk 32 en 161 cM. sneeuw.

Den 28sten April 1879 lag de oude sneeuw bij het dorp Simpelu 1.20 M., de pas gevallen sneeuw 3.60 M. hoog.

Van de Veduta (Julierpas) wordt eene sneeuwhoogte van 8.25 M. vermeld, zijnde het resultaat van 28 sneeuwbuien in April 1879. In dit laatste geval hebben wij zeker tevens te denken aan plaatselijke ophooping door den wind.¹

Volgens mousson² bedraagt de jaarlijksche nederslag op den St. Bernhard, regen en sneeuw te zamen, de laatste tot water herleid, 1.753 M. Hiervan nemende $\frac{3}{4}$ of 1.314 M. voor sneeuwwater, en 1 mM. smeltwater = 12.12 mM. sneeuw stellende, volgt hieruit eene sneeuwlaag van 16 M., n. l. van sneeuw in frisschen toestand en van een soortelijk gewicht van 0.085. Beklonken ter soortelijke zwaarte van 0.333, zou de sneeuwlaag nog 3.95 M. hoog zijn geweest. Uit de waarnemingen, gedurende de laatste jaren op verschillende plaatsen in het Zwitsersche hoogland gedaan, mag men besluiten: dat er jaarlijks op de oppervlakte van de Zwitsersche woudstreek (Forstgebiet) 2.669.425 HA. groot, eene hoeveelheid sneeuw valt van 143.179.948.725 M³.

Hiervan komen op het straks vermelde lawinengebied van den Gotthard: 1.727.989.200 M³. Nadere berekening en correctie voor beklinking, enz. geeft dan wijders eene massa van 325 miljoen kubieke meters sneeuw, die jaarlijks door middel van lawinen van de hooggebergten in de dalen storten! Hier gekomen smelt zij van lieverlede, bindt daardoor warmte, deze ontleenende aan genoemde dalen, welker temperatuur diensvolgens lager wordt dan zonder de lawinen het geval zou zijn.³ Die warmtehoeveelheid is natuurlijk dezelfde als door de kristallisatie in de bovenste luchtlagen is vrijgekomen. De lawinen zijn dus werkzaam als nivelleerders der temperatuur.

De sneeuw, die in de zomermaanden valt, smelt beneden de sneeuwlijn terstond volledig weg, zoo ook die, welke nog verre boven de sneeuwrens nederdaalt. Hoe hooger men in het geberte stijgt hoe geringer evenwel de som der jaarlijksche warmte wordt, zoodat einde-

¹ J. COAZ, *Die Lawinenzüge der Schweizeralpen*.

² ALBERT MOUSSON, *Die Gletscher der Jetztzeit*.

³ Dat de gletschers gelijke nitwerking hebben behoeft geen betoog.

lijk de grens is bereikt, boven welke een sneeuwrest van 't gansche jaar is overgebleven, die niet kon gesmolten worden. Die grens ligt in de Alpen van 2750 tot 3100 M. hoog. In den winter is veelal het geheele land met sneeuw bedekt. Tegen de lente klimt echter het sneeuwdek van lieverlede de hoogte op; eerst worden de dalen, daarna de hellingen ontbloot, tot eindelijk omstreeks het midden van September alles van sneeuw is bevrijd; de lijkwa heeft haar grens, de lijn der eeuwige sneeuw bereikt, die al naar de lokale gesteldheid, hier iets lager daalt, elders wat hooger opklimt en daarbij aan periodieke, jaarlijksche schommelingen onderhevig blijft.

In den zomer zoowel als in den winter zijn dus de kammen en toppen der hooggebergten met sneeuw bedekt; ook de hellingen zijn van eene dikke laag voorzien. Deze »hoogsneeuw" is samengesteld uit fijne ijsnaaldjes, buitengemeen licht en omsluit daarbij veel lucht. De winden doen deze sneeuw opwaaien en verstuiven tot zij op meer beschutte plaatsen neervalt om zich daar optehoopen. Zulke lokale ophoopingingen noemen de Zwitsers »gwechten" of »gwehten", d. i. het bijeengewaaide. Ook wordt die naam toegekend aan de lagen fijne sneeuw, die uit aanzienlijke hoogten in dieper gelegen dalen zijn neergewaaid en daar soms eene dikte van 10 M. bereiken.¹

Somtijds hecht zich de losse sneeuw, die of bij windstilte is neergevallen, of door de winden werd opgejaagd, aan de kanten en koppen der rotsen, deze met eene dikke, ettelijke meters overhangende laag bedekkende. Zulke sneeuwlijsten heeten *sneeuwschilden* of *sneeuwboarden*; zij worden dikwijls de aanleiding tot het vormen eener lawine. Ik kom hierop later terug.

De hooge achtergrond der dalen verwijdt zich zeer dikwijls tot een komvormig terras. Deze kommen »Firmulden" geheeten, zijn van aanzienlijke afmetingen; zoo heeft de »Firmulde" van de Roseggletscher eene wijde van 7500 M. Rondom — alleen de zijde, die naar het dal is gekeerd, is open — rijzen dan uit de randen dier kommen stelle toppen en graten omhoog; onophoudelijk wordt de sneeuw van deze afgewaaid of glijdt zij langs de glooiingen naar beneden om in gezegde kommen of »mulden" tot 200 M. dikke sneeuwlagen te vormen; die eene meestal vrij effene, zacht tegen de hellingen oprijzende oppervlakte bezitten. Niettegenstaande de oneffenheden van den bodem is dus het uiterlijk dier sneeuwvelden werkelijk dat van een bekken of kom.

¹ Volgens HEIM, »Gletscherkunde" komen lagen van »gwehte" voor, die 20 M. dik zijn!

Het is evenwel niet *deze* sneeuw, waaruit de lawinen geboren worden. De sneeuw der firmulden daalt langzaam maar zeker dalwaarts; de sneeuw verandert daarbij allengs in ijs, de sneeuwrivier wordt tot ijsrivier of gletscher.

De lawinen nemen haar oorsprong uit de sneeuw der lagere streken, b. v. aan de grens van den boomgroei. Toch klimmen de meeste lawinen nog tot de sneeuwlijn en hooger op. De kloven en voren, waarmede de bergruggen zijn doorploegd, en die in tijden van droogte de afvoerkanalen zijn voor verweeringspuin, bij slagregens de wegen vormen voor wildbeken, verzamelen in den winter de sneeuw, die zich hier uit den aard der zaak eerder ophoopt dan tegen de meer gladde wanden. In volkomen rust is echter de hellende massa nimmer; langzaam glijdt ze als een waterstroom naar beneden, hetgeen het oog niet onmiddellijk ziet, maar wat o. a. is af te leiden uit de gerimpelde oppervlakte, alsmede uit de somtijds zeer groote rotsblokken, welke op dien weg worden meêgeschoven. Nu en dan evenwel wordt die beweging ook voor het oog merkbaar, de sneeuw »rutscht” of »schlûpft”. Heeft dit glijden met groote massa's plaats, gaat het tevens met zekere snelheid gepaard, dan is de »Schneesclîpf” overgegaan in eene lawine.

De Alpbewoner onderscheidt twee soorten van lawinen, de *stuiflawinen* en de *grondlawinen*.

Stuiflawinen komen meer in den winter voor, van daar de Romaansche en Italiaansche benamingen »lavina da fraid,” »avalanghe fredde” d. i. lawinen der koude. De grondlawinen ook wel slaglawinen genoemd, vallen 't meest in 't voorjaar, en wel dan, wanneer de temperatuur binnen een kort tijdsverloop aanzienlijk rijst, van daar de benamingen »lawina da chod”, »avalanghe calde”, d. i. lawinen der warmte of van het dooiweer.

De stuiflawinen vallen zeer onregelmatig, en men kan zich dus voor deze niet hoeden, ofschoon sommige oorzaken, die haar ontstaan in de hand werken, aan bepaalde plaatsen gebonden zijn.

De sneeuw, die bij lage temperatuur valt, is, gelijk reeds hierboven werd opgemerkt, los. Valt deze lichte sneeuw op eene oudere sneeuwlaag, die van boven met eene bevroren korst is bedekt, of ook op een van boomen en struikgewas ontblooten bodem met sterke helling, dan zal, vooral wanneer de sneeuw bij stil weder plaats heeft, de losse sneeuw zich een tijd lang op zoodanige plaatsen kunnen ophoopen, maar bij de minste aanleiding van daar naar beneden storten. Het afbreken van »sneeuwshikden, de tred van een paard, een plotse-

ling geluid, de wind, zijn genoegzaam om de tijdelijke rust in een ontzettenden sneeuwstorm te verkeeren. De glinsterende sneeuw begint te leven, eerst op de getroffen plaats, daarna in wijder omtrek; zij komt in draaiende beweging en stort eindelijk donderend omlaag. De meer zware sneeuw blijft de helling volgen, maar de droge, fijne massa, die dikwijls de grootste hoeveelheid uitmaakt, stuift in de lucht, alles in 't rond als met een wit poeder bedekkende. Zij dringt door alle voegen en retsen der gebouwen, en strijkt door de wouden, evenwel zonder hier veel schade aan te richten. Wordt de wandelaar door zulk een sneeuwwoik overvallen, dan is hij dikwijls reddeloos verloren. De fijne sneeuw dringt door alle openingen van zijn gewaad binnen, omhult hem zelf geheel, en verstikking maakt een eind aan zijn leven. In 't algemeen echter is de schade, die de stuiflawinen door het materiaal, waaruit zij zijn samengesteld, aanrichten, zeer gering. [Dat hierop uitzonderingen bestaan heeft de jongste tijd geleerd. Zie hierachter het bericht uit Rome. Maar de lucht wordt door deze vallende sneeuwwoik zoozeer ineengeperst, dat daarvan een ware orkaan 't gevolg is. Thans ontstaat er een wedstrijd tusschen de sneeuwwoik en den stormwind. De laatste ijlt vooruit, steeds gevolgd door de eerste, die elk oogenblik gedwongen wordt haar vaart te verhaasten. Bij elke dalvernauwing wordt de druk grooter; woedend giert de storm door de wouden, terwijl hij dalwaarts schiet. Dikwijls ook vaart hij over de toppen der boomen heen zonder eenige schade aan te richten, stuit dan tegen de overzijde des dals, om hier de verwoesting aan te vangen of te voltooien.

Twee zoodanige lawinen verwoestten in den winter van 1877/78 eene oppervlakte wouds van 44340 M² met 3320 boomen, terwijl daarbij 155 stuks wild (herten, reeën en gemzen) werden gedood.

In de maand Februari des jaars 1876 brak uit de hooge rotsmuren van den Piz St. Michel (Grauwbunderland) eene stuiflawine los, die zich in het Oberhalbsteindal naar beneden wierp. Op een afstand van 2.5 kilometer was de daardoor teweeggebrachte luchtdruk nog merkbaar. De sneeuwwoik was zoo dicht en groot, dat men gedurende geruimen tijd niets van het gebergte kon zien.

De grond- of slaglawinen zijn van gansch anderen aard. Bij deze is het de sneeuwmassa zelf, die schrik en verwoesting aanbrengt.

Dat de hoeveelheid sneeuw, die een enkele lawinengang bergt, aanzienlijk kan zijn, blijkt uit het volgende:

Hierboven werd reeds opgemerkt, dat de gezamenlijke massa sneeuw

van de lawinengangen op het gebied van den St. Gotthard op 325 miljoen kubieke meter is berekend. Omstreeks 530 lawinen voeren deze jaarlijks naar de diepte, wat gemiddeld voor elke lawine eene sneeuwmassa geeft van ruim 600 000 K.M.

De lawinenkegel van de lawine Raschitsch bij Zernez in Beneden-Engadin, die zich op 23 en 24 April 1876 over den straatweg en de rivier de Inn had neergelegd, besloeg eene breedte van 168 M. eene lengte van 300 M. en had eene gemiddelde hoogte van 12 M. De inhoud dier sneeuwmassa was dus 604.800 M³. Het wegruimen van zoodanige sneeuwmassa's kost natuurlijk veel geld. Evenwel wordt niet alles weggeruimd, maar bepaalt men zich tot het graven van tunnels om aan de opgestuwde wateren der rivieren of beken vrijen afloop te verzekeren.

De loodrechte hoogte van den lawinengang van Piz Clunas bedraagt 1530 M., de lengte langs de helling gemeten 4000 M. Voorzeker getallen, die er op wijzen, dat zulke gangen enorme massa's sneeuw kunnen bevatten. Deze lawine ontspringt op eene hoogte van 2780 M. en heeft herhaalde malen groote verwoestingen aangericht.

HEIM spreekt in zijne *Gletscherkunde* van lawinenkegels van één miljoen kubieke meter inhoud! Op deze hoeveelheid werd door genoemden geleerde de lawinenkegel van de Bristenlauri gemeten; die van den top des Bristenstocks boven de brug bij Amstäg, ten jare 1876 naar beneden kwam. En wat meer zegt, deze kegel bestond uit *vaste*, halfverijsde sneeuw! Het behoeft geen betoog, dat dergelijke massa's in staat zijn geweldige opstuwingen en dientengevolge overstromingen van rivieren en beken teweeg te brengen. Gelukkig smelt het lauwe rivierwater spoedig een kanaal door den sneeuwdam, die dan als een brug over den vloed, tot laat in den zomer soms, blijft bestaan.

Ook gebeurt het dat van sommige lawinenkegels een gedeelte overblijft, dat eerst in den volgenden zomer verdwijnt. Gelijk straks is gezegd geworden, dienen de lawinengangen in den zomer tot afvoeren van het bergpuin. In tijden van regen gieten zich wildebeken door deze kanalen naar beneden, daarbij insgelijks eene massa berggruis meevoerende. Ook de lawinen storten met het puin harer helling naar beneden, zoodat aan het eind van den lawinengang een kegel van puin ontstaat. De sneeuwmassa overdekt dien hoop en draagt wegens hare uiterlijke gedaante dan ook den naam van lawinenkegel. Ondooit nu de sneeuwmassa, dan komt van lieverlede een vuile hoop

te voorschijn, bestaande uit berggruis, boomstammen en takken, nu en dan ook woningen en andere gebouwen, alsmede verschillende dieren — en ook menschen. Eens vond men een prachtigen, nog levenden arend in dergelijken kegel.

De grondlawinen vallen meestal in het voorjaar. Dan toch is de sneeuw nat, neergeslagen, zwaar, en laat zij zich ballen. Het smeltwater sijpelt door de sneeuw en bereikt den kalen rotsgrond, of b.v. een bodem met kort gras bezet, en smelt eene holte uit tusschen dien grond en het sneeuwdek. Thans is de massa ter afreize gereed, straks wijkt een nog weerstandbiedende sneeuwhoop, of het sneeuwdek valt ergens in, of de onvoorzichtige tred van mensch of dier veroorzaakt eene lichte schudding — en de geheele massa komt in glijdende beweging; dit glijden wordt allengs een vallen en van nu af aan wisselen glijden, rollen, stroomen en vallen met elkander af, of grijpen gelijktijdig plaats. *De lawine dondert neêr.* Want, terwijl aanvankelijk een ruischend geluid werd vernomen, wordt dit ruischen schier oogenblikkelijk tot een rollenden en knetterenden donder. Ontmoet de sneeuwmassa een vooruitstekend rotsgedeelte, dan vloeit ze hierover heen, of breekt in verschillende brokken, die echter al heel spoedig zich op een lager terras weder aaneen voegen om als een samenhangenden stroom verder te reizen.

Stuifwolken ontstaan hier nimmer, want de sneeuw is te kneedbaar en te zwaar. Men heeft ook lawinen, die aan een uitstek gekomen, in een breeden boog door de lucht schieten, soms over de bosschen heen, om eerst diep in het dal den grond te bereiken. Dit is b.v. het geval met de Urbachlauri in het Berner-Oberland.

Somwijlen gebeurt het dat een enkel stuk sneeuw naar beneden rolt, onder 't rollen zich vergroot, daarna zich weder verdeelt, om op nieuw hetzelfde spel aan te vangen, zoodat er ten slotte een stroom van sneeuwballen ontstaat, waarvan ieder afzonderlijk tot een halven meter doorsnede heeft. Zulke lawinen noemt SCHLAGINTWEIT »rol-lawinen».

Het spreekt van zelf dat de gesteldheid van het terrein de naaste oorzaak is van het afgaan der lawinen, en tevens van de meerdere of mindere snelheid van den val. Hoe gladder en effener de ondergrond, hoe gemakkelijker de lawine ontstaat. Kale rotsgronden, kort gras, werken 't ontstaan in de hand. Hoog struikgewas of hoogwoud is een hinderpaal.

Maar ook de geologische formatie van het gebergte is van invloed.

Bij gelijke helling zijn gelaagde gesteente gunstiger voor 't ontstaan der lawinen dan massa-gesteenten, 'dus lei- en kalkgebergten gunstiger dan granietrotsen. Ook de richting der lagen is niet zonder invloed. In 't algemeen zullen de lawinen talrijker zijn op die zijden van 't gebergte, waar de lagen heen vallen, dan ter plaatse, van de uiteinden dier lagen. In Zwitserland evenwel is doorgaans de bergkant der laaguiteinden steiler dan de valzijde der lagen, zoodat hier omgekeerd van eerstgenoemden bergkant veel meer lawinen vallen dan van de minder steile zijde van den valkant. Sterk verweerd gesteente, alsmede de aanwezigheid van bronnen en zakwater bevordert de lawinenvorming. Is de helling buitengewoon steil dan kunnen er op een enkelen dag, — natuurlijk bij aanhoudenden sneeuwval een aantal lawinen van een en dezelfde plaats naar beneden gaan. De hoeveelheid sneeuw is echter in dit geval betrekkelijk te klein om noemenswaardige schade aan te richten.

Hoe dikker de sneeuwlaag, des te gemakkelijker vormt zich de lawine, daar met de hoogte der laag ook haar gewicht en dus de drukking op de onderlaag toeneemt. Wordt de basis van een sneeuwmuur door een beekje ondermijnd, of wordt ergens door de een of andere omstandigheid de samenhang der sneeuwmassa verbroken, het spreekt van zelf, dat dan het van steun beroofde in beweging komt. Van daar dat het doorwaden alleen van een lawinengang gevaarlijk kan worden.

COAZ verhaalt te dien aanzien het volgende: In den winter van 1880 baande zich een jong man uit Opper-Engadin met paard en slede een weg door een sneeuwhoop »gwehte'', die zich elk jaar even boven den rijweg bij het »Berghaus zum Weizenstein'' op de Albulapas (Grauwbunderland) vormt. De sneeuw kwam in beweging en sleepte man en paard en slede in de diepte. Man en paard verloren hierbij het leven.

In het aan lawinen zoo rijke dal St. Anthonius (Grauwbunderland) vervolgde de jager CHR. FLÜTSCH ten jare 1868 het spoor van een vos. Hij waadde hierbij door een sneeuwmuur, wat het afgaan der lawine ten gevolge had en waarbij FLÜTSCH zelf den dood vond. Op gelijke wijze doen gemzen en andere dieren sneeuwstortingen ontstaan, die natuurlijk de aanleidende oorzaak meesleepen. Oneffenheid van het terrein, door steenen en rotsblokken teweeggebracht, zijn uit den aard der zaak der vorming van lawinen niet gunstig; de gladheid des bodems, naaste oorzaak van 't afgaan der sneeuw is dientenge-

volge verminderd. Komt daarentegen de ondergrond zelf in beweging, wat bij sterk verweerende rotsen gemakkelijk plaats grijpt, dan geeft deze beweging zelf weder aanleiding tot het afstorten der daarop liggende sneeuw.

Op sommige Alpenweiden, boven den boomgroei gelegen, wordt het gras slechts om de twee jaren gemaaid. In den eersten winter na de hooiing bieden de korte grasstoppels een uitstekend hecht-middel voor de sneeuw, zoodat er alsdan weinig lawinen vallen. Den volgenden zomer evenwel is het gras gegroeid; het is glad en droog, ligt bergafwaarts tegen den grond en vormt nu voor de daarop vallende sneeuw een gladde onderlaag, zoodat in den tweeden winter na den hooioogst de lawinen menigvuldiger zijn geworden. Klein struik-gewas, wij zeiden het reeds, belet het afgaan; is echter de sneeuw-massa aanzienlijk, dan ook verleenen deze struiken en lage boomen geen genoegzame bescherming; zij worden tegen den grond gedrukt, en daar de veerkracht hen in den vorigen stand tracht terug te voeren, worden zij door deze omstandigheid zelfs gevaarlijk, brengen de sneeuw-massa in beweging en de lawine dondert omlaag. Te meer te vreezen is thans de lawine, daar de sneeuw onder genoemde gegevens zich tot eene hoogte opstapelt, die op andere terreinen niet bereikt kan worden.

Hoogwoud alleen verleent voldoende bescherming. Zorgeloos als de menschen soms zijn, heeft men daarop tot in den jongsten tijd weinig acht geslagen. De bewoners hebben, alleen lettende op het persoonlijk en oogenblikkelijk voordeel, de roekelooze hand aan hun natuurlijke beschermers geslagen. Men kent plaatsen in Zwitserland, waar de bosschen totaal zijn uitgeroeid, zoodat turf daar de eenige brandstof is geworden!

Toch is het nut van hoog geboomte zelfs den oudsten bewoners der Alpen niet onbekend gebleven, blijkens zekere »banbrieven» waarbij bepaalde bosschen onder bescherming der wet werden gesteld.

Gelijk wij zooveen reeds hebben opgemerkt vallen de meeste grond-lawinen in 't voorjaar, den tijd van de smelting der sneeuw. Tengevolge van dit smeltingsproces toch wordt het materiaal zwaarder en geraakt daardoor eerder in glijdende beweging. In de tweede plaats dringt het water naar beneden en bereikt den ondergrond.

Is deze bevroren dan volgt het afgaan der lawine schier onmiddellijk, is hij niet bevroren, dan dringt het water er tot zekere diepte in door, tot eindelijk de grond geheel verzadigd is van water en dit

laatste tusschen bodem en sneeuwmassa bergafwaarts stroomt, en nu de van haar steunpunt beroofde sneeuwmassa in beweging brengt.

Dat stormachtig weder bevorderlijk kan zijn aan 't ontstaan van lawinen is duidelijk. Immers, de beweging der lucht wordt overgebracht op andere voorwerpen, b. v. op sneeuwschilden of met sneeuw beladen dennenboomen, of de wind oefent onmiddellijk eene drukking uit op de sneeuwmassa, die hierdoor wordt aangezet haar tocht naar het dal aan te vangen.

Ook als de wind plotseling uit een anderen hoek gaat waaien, kunnen er lawinen ontstaan. Zelfs het luiden eener klok kan gevaarlijk worden. Toen men op den 18^{den} Februari 1820, te Andermatt het eerste kloggelui als teeken van den aanvang der godsdienstoefening liet hooren, braken er op eens drie lawinen in den omtrek los.

De doorboring van den Gotthard heeft om dezelfde reden een aantal lawinen op haar geweten.

Toch zijn er plaatsen, alwaar juist bij windstilte (*en sneeuwval!*) 't meeste gevaar dreigt, zoo te Saas-Grund (Wallis).

De verklaring van dit verschijnsel zal wel hierin te zoeken zijn, dat genoemd terrein gelegenheid aanbiedt voor de sneeuw, die bij windstilte valt, zich tijdelijk op te hoopen. Heeft de laag dan echter eene zekere dikte erlangd dan bezwijkt zij voor den druk en rolt dalwaarts.

Het gebeurt soms in den winter, dat betrekkelijk warme dagen afwisselen met koude nachten, of enkele zwoele dagen *en nachten* met daaropvolgende koudere tijden. Het gevolg van een en ander is, dat zich op de oppervlakte eene min of meer dikke, gladde ijskorst vormt. Valt daarop nieuwe sneeuw dan geraakt deze al zeer spoedig op dat gladde vlak in beweging en stort — meest als *stuiflawine* — naar beneden. Coaz noemt zulke lawinen *boven-lawinen*. Is de op de ijskorst gevallen sneeuw niet los maar min of meer zwaar, zoodat de ijskorst er onder kan bezwijken, dan stort de *geheele* massa, maar nu als grondlawine omlaag.

Bij windstilte en zonnenschijn gaan de meeste lawinen in de eerste namiddaguren af.

De stand der zon ten opzichte der gangen bepaalt het juiste tijdstip.

Blaast de föhn, dan bindt de lawine zich aan geen tijd. Den geheelen dag, ja zelfs gedurende den nacht houdt het donderend geraas niet op.

In de hoogere streken storten bij elken nieuwen sneeuwval, zelfs

midden in den zomer, de lawinen omlaag. Toen COAZ op den 5den Juli 1878 eene inspectie-reis door het kanton Wallis maakte, genoot hij het schouwspel van eene reeks lawinen, die van de hellingen van den Daubenhorn, den Plattenhorn en den Rinderhorn naar beneden kwamen. Het materiaal voor deze lawinen was geleverd geworden door de hevige sneeuwbuien van den vorigen nacht. Meer dan zeven lawinen stortten van half elf tot twaalf uren in den voormiddag van eene enkele plaats omlaag. Het was een indrukwekkend schouwspel. De sneeuwmassa van boven breed en van hier uit langzaam smaller uitloopende, bewoog zich als een schuimende en stuivende watervall in kronkelende lijn langs de helling. Aanvankelijk hoorde men een zacht gedruisch, dat spoedig overging in een dof geluid als van een verren donder; hiertusschen mengden zich heviger slagen, veroorzaakt door vallende steenen, die de lawine meevoerde. Meer omlaag verzamelde zich de sneeuw in uitgespoelde voren, om eindelijk over den wand der terrassen in stouten sprong het dal te bereiken.

Meestal, zegt COAZ, breekt de lawine glijdend los, terwijl zij later, vooral wanneer zij op een steil en rotsachtig terrein geraakt, in tuimelende beweging komt.

Ter plaatse van enge kanalen en trechtersvormige uitholingen wordt de sneeuwmassa saamgedrukt. De grootste snelheid bezit de lawine in haar middelgedeelte; hetzelfde verschijnsel treft men bij stroomend water aan. Neemt zij een kronkelend verloop, dan werpt zij zich op den convexen kant, boomen, struikgewas, grond en rotspuin losrukkende en meesleepende, somwijlen dien wand overspringende, om zich in eene belendende hellingvoren te storten.

Is de sneeuwmassa eindelijk tot rust gekomen, hebben het geraas en geloei een eind genomen, dan ligt de eerste 't zij op een terras, 't zij op den bodem van het dal tot een hoop van zeer verschillenden vorm uitgespreid. Die vorm hangt hoofdzakelijk af van den aard des terreins en is nu eens die van een breeden, zacht hellenden wal, dan eerder die van een min of meer steil oprijzenden berg. Men is gewoon dien sneeuwhoop te bestempelen met den naam van lawinenkegel. Welke uitgebreidheid deze vormingen soms bereiken is hierboven reeds met een enkel voorbeeld duidelijk gemaakt.

De lawinenkegel van Raschitsch bij Zernez (Beneden-Engadin), die zich op 23 en 24 April 1876, niet ver van de houten brug over de Inn en den straatweg had gelegerd, had eene breedte van 168, eene gemiddelde hoogte van 12 en eene lengte van 300 M. Op sommige

plaatsen was de dam 19 M. hoog. De lawine brak bij regenachtig weer (0° C. wees de thermometer in Zernez) en sterken zuidewind los. Ten einde het verkeer te onderhouden werd er een tunnel gegraven van 3.6 M. hoogte en 3.9 M. breedte. 1053 M³. sneeuw werden verwerkt, terwijl de kosten 1740.35 francs bedroegen.

Toen coaz op den 13^{den} Juli met de diligence door dien tunnel reed, was hij nog 30 M. lang. Op den 8^{sten} Augustus werd, ten einde instortingen te voorkomen, de zoldering doorgegraven en weggevoerd. Eerst in het volgende jaar, in Juni, was de sneeuwmassa geheel verdwenen.

Van een anderen kegel wordt de lengte opgegeven als 450 M. te bedragen. Door navallende lawinen kan natuurlijk de eerste lawinengegel aanzienlijke verhooging ondergaan. Dat zulke dammen tijdelijk het water van beken en rivieren kunnen opstuwen en daardoor gevaarlijke overstromingen veroorzaken, werd reeds opgemerkt.

Gaan we thans over tot het beantwoorden der tweede door ons gestelde vraag, n.l. welke gevolgen, zoo nuttige als schadelijke, aan de lawinen zijn verbonden.

(Slot volgt.)