

HET FOTOGRAFISCH REGISTREEREN VAN DOOR LUCHTBALLONS BEREIKTE HOOGTEN.

Om meteorologische waarnemingen in zeer hooge luchtlagen te verrichten, is het noodig daar op eene of andere wijze toestellen te brengen, die voor dergelijke waarnemingen gebruikt moeten worden. Hoewel tot dit doel reeds een groot aantal observatoria op de hoogste bergtoppen zijn opgericht, kunnen langs dezen weg nog niet die gegevens verkregen worden, die tot de vermeerdering onzer kennis omtrent de veel hooger dan deze bergtoppen gelegen luchtstreken zouden kunnen bijdragen. Daarvoor kunnen alleen luchtballons dienen. Een groot bezwaar bij hun gebruik bestaat daarin, dat het leven op zeer groote hoogten (boven 9000 Meter) bijna een onmogelijkheid wordt, daargelaten nog den schadelijken invloed, dien de ongunstige fysieke toestand der luchtschippers op de waarnemingen oefent. Men heeft daarom zijn toevlucht genomen tot het eenige hulpmiddel, dat nog overblijft, nl. ballons zonder bemanning te doen opstijgen, welke, nadat zij een zekeren weg door den dampkring hebben afgelegd en ergens zijn neergedaald, weder opgespoord moeten worden. Met deze »ballons sondes», zooals de Franschen hen zeer eigenaardig noemen, zijn reeds verscheidene welgeslaagde proeven genomen en zij hebben al een groot aantal zeer belangrijke gegevens aan de meteorologische wetenschap geleverd.

Wij zullen hier niet spreken over de waarde van de door zulke »vrije ballons» medegebrachte gegevens, noch de bezwaren aan zulke luchtreizen verbonden onderzoeken, maar wij willen liever nagaan op welke wijze men in den laatsten tijd gebruik heeft gemaakt van de fotografie als hulpmiddel om nauwkeurig te kunnen bepalen, welke hoogten zulke ballons hebben bereikt.

Om hiertoe te geraken heeft L. CAILLETET onlangs een toestel geconstrueerd, waarmede, van een ballon uit, fotografische opnamen van het onderliggend landschap worden gemaakt. Dit toestel bestaat uit een kast, waarvan de bovenste en onderste wanden elk een objectief dragen. Binnen in die kast is een uurwerk aangebracht, dat een filmstrook, d. i. een reep celluloid bedekt met broomzilver-gela-

latine-emulsie, telkens een eindje verder trekt, op dezelfde wijze als bij een kinematograaf. Dit zelfde uurwerk regelt ook de beweging van de momentsluiters van beide objectieven, zoodat iedere keer, wanneer de filmstrook even stilstaat, de momentsluiters in werking worden gebracht en dus telkens twee opnamen, welke elkaar zullen bedekken, worden gemaakt. De opname door het onderste objectief gemaakt, is die van het landschap beneden den ballon, de andere opname door het bovenste objectief gemaakt, is van een aneroid-barometer, die daartoe opzettelijk anders dan de gewone barometers van dat soort is ingericht, en boven het bovenste objectief is geplaatst. Hij is namelijk zoo geconstrueerd, dat het licht door hem heen op het objectief kan vallen. De totaal-opname op de filmstrook bestaat dus uit een landschap in vogelvlucht en een afbeelding van de schaal van den barometer en van den wijzer in een met de door den ballon bereikte hoogte overeenkomenden stand.¹

Met behulp van de landschapsopname kan men nu de hoogte van den ballon op een bepaald oogenblik uitrekenen, daar men, zooals later zal blijken, uit het oogenblik van de opstijging, toen het toestel in werking werd gesteld, het tijdstip eener opname kan afleiden. Een bepaalde afstand tusschen twee gemakkelijk te herkennen plaatsen op aarde, b.v. tusschen twee kerktorens, wordt vergeleken met den afstand van de beelden dier torens op de opname en uit deze twee afstanden en den brandpuntsafstand van het objectief de hoogte van den ballon afgeleid.

Noemen wij l den afstand van twee punten op aarde, l_1 den afstand van de beelden dezer punten op de filmstrook en f den hoofdbrandpuntsafstand van het onderste objectief en eindelijk h de hoogte van den ballon, dan is

$$h = f \frac{l + l_1}{l_1}$$

Daar l_1 zeer klein is ten opzichte van l mag men de formule schrijven in den vorm

$$h = f \frac{l}{l_1}$$

zonder een merkbare fout te begaan.

De barometerstand wordt geregistreerd om de daaruit berekende ballonhoogte te vergelijken met de uit de formule afgeleide, welke natuurlijk juist moet zijn, maar ook om de hoogte te kunnen bepalen,

¹ Zooals bekend is neemt de luchtdrukking met de hoogte gestadig af en zal dus de barometer dalen of rijzen, naarmate de ballon stijgt of daalt.

ingeval door eene of andere oorzaak de landschapsopname mislukt is.

Het onderste objectief is een anastigmaat met een hoofdbrandpuntsafstand van 211 millimeter, diafragma $\frac{f}{20}$. Vindt men nu voor den afstand van de twee kerktorens op de opname 7 centimeter en is die afstand op aarde 2 kilometers, dan was de hoogte van den ballon

$$h = 0.211 \times \frac{2000}{0.07} = 6029 \text{ meter.}$$

Het bovenste objectief heeft een brandpuntsafstand van 95 m.M., diafragma $\frac{f}{20}$.

De belichtingstijd voor een landschapsopname is $\frac{1}{100}$ secunde, voor eene opname van den barometer echter $\frac{2}{100}$ secunde, omdat dit instrument onder den ballon is geplaatst en dus minder goed verlicht wordt dan het landschap.

Elke twee minuten wordt eene opname gemaakt.

De filmstrook is 18 centimeter breed en ongeveer 10 meter lang. Elke opname heeft eene afmeting van 13×18 centimeter, zoodat in het geheel 77 opnamen kunnen gemaakt worden, en het toestel dus gedurende twee en een half uur werkzaam kan zijn.

De eerste proef met dit toestel genomen had plaats den 21sten October 1897, toen men tengevolge van minder gunstige omstandigheden een bemanden ballon, den *Balaschoff*, liet opstijgen. De opstijging had plaats te La Villette, om 1 uur namiddags en de neerdaling te Laval, om 4 uur d.a.v. Na ontwikkeling van de filmstrook bleek het, dat 25 zeer goede opnamen waren verkregen.

Het toestel wordt met eenige andere zelfregistreerende meteorologische instrumenten stevig onder aan den ballon bevestigd en wel zoodanig, dat het landschapsobjectief, zoolang de ballon niet slingert, vertikaal naar beneden is gericht. Wanneer dan geen wolken of nevels het uitzicht van het objectief op de aarde belemmeren, kunnen alle opnamen voldoende duidelijk en scherp zijn. Toch is het te verwachten, dat niet alle opnamen bruikbaar zullen wezen, maar in dat geval kan de hoogte nog bepaald worden uit den barometerstand.

Deze methode van hoogtebepaling is zeer nauwkeurig en heeft bovendien het voordeel; dat men uit de gemaakte opnamen den gevolgden weg door het luchtruim, zoowel wat de vertikale als de horizontale bewegingen betreft, nauwkeurig kan bepalen.