

VLIEGERS IN DIENST VAN DE METEOROLOGIE.

DOOR

H. OVERHOFF.

Voor zoover men met eenige zekerheid kan nagaan, was de beroemde Amerikaan BENJAMIN FRANKLIN de eerste, die voor meteorologische onderzoekingen van eenen vlieger gebruik maakte en wel omstreeks de jaren 1750—52, bij een van welke experimenten, en wel tijdens een onweder, de spoedig zoo algemeen bekend geworden en in hare gevolgen zoo ver strekkende ontdekking door hem gedaan werd, dat de bliksem inderdaad, gelijk hij vermoedde, een elektrische ontlaadingsvonk is. Verder wordt van admiraal BACK bericht, dat deze in 1836/37, en wel als kommandant van het ter opsporing van sir JOHN FRANKLIN en zijn tochtgenooten uitgezonden poolschip »Terror,» van eenen vlieger zou hebben gebruikt gemaakt om de temperatuur der hoogere luchtlagen in de arktische gewesten te meten, terwijl ook sir FRANCIS RONALDS in 1847 te Kew zich eveneens voor meteorologische onderzoekingen van vliegers bediende.

In 1882 nam DOUGLAS ARCHIBALD een reeks wetenschappelijk geleide proeven met windmeters en thermometers, welke door middel van vliegers tot hoogten van omstreeks 2000 engelsche voeten in het luchtruim opgevoerd werden. Met het doel, eene steeds grootere kracht te bereiken, maakte hij bij zijne proefnemingen gebruik van een aantal vliegers zonder staarten, welke volgens het zoogenaamde »tandem»-stelsel, d. w. z. de eene vlieger boven den anderen, omhoog stegen; voor zoover men kon nagaan was hij de eerste, die zich van dit even praktisch als weinig kostbaar middel bediende. Wel is waar werd er van tijd tot tijd van dit eenvoudig apparaat in den dienst van de

meteorologie nog wel eens gebruik gemaakt, doch voor zoover wij weten nog niet door eenig meteorologisch instituut, ofschoon de met dit hulpmiddel verkregen uitkomsten eene meer algemeene toepassing daarvan en wel op veel uitgebreider schaal ongetwijfeld alleszins rechtvaardigden.

Eerst in den laatsten tijd heeft men, en wel in Amerika, weder meer aandacht aan deze zaak geschonken. Onlangs verscheen er van de hand des heeren H. HELM CLAYTON eene zeer interessante verhandeling over het gebruik van vliegers in dienst van de weerkunde, welk geschrift, getiteld: *Scientific Kite-Flying at Blue-Hill*, op een der jongste vergaderingen der »Boston Scientific Society" door den schrijver aan het bestuur werd overhandigd. Aan bovengenoemde verhandeling zijn onderstaande bijzonderheden ontleend.

Op Blue-Hill (bij Boston, in Massachusetts) werden twee soorten van vliegers gebruikt, van verschillenden vorm, doch beiden zonder staart en naar de uitvinders EDDY-vliegers en HARGRAVE-vliegers geheeten. De beide soorten van vliegers in bijzonderheden te beschrijven, zou ons hier te ver voeren; reden waarom wij dan ook belangstellende lezers verwijzen naar een aan hetzelfde onderwerp gewijd artikel in het tijdschrift *Ciel et Terre* (XVII, n^o, 18, [pag. 523]), waarin deze vliegers uitvoerig beschreven worden. Alleen zij hier even aangestipt, dat vooral met den door den heer HARGRAVE in Australië uitgevonden vlieger zeer vele proeven werden genomen, en wel in de eerste plaats ter bestudeering van het vliegvaarstuk.

In het jaar 1894 kwam de heer WILLIAM A. EDDY uit Bayonne op Blue-Hill aan, ten einde zich er van te vergewissen in hoever de door hem uitgevonden vliegersoort dienstbaar kon worden gemaakt aan meteorologische onderzoekingen. Dank zij de hem reeds dadelijk toegezegde medewerking van den kant van het Blue-Hill-observatorium kon hij zijne proefnemingen volkomen naar eisch aanvangen en wel met dit even onverwacht als voorzeker verblijdend en voor de toekomst bemoedigend resultaat, dat men er in slaagde, met een dier vliegers eenen thermograaf (systeem FERGUSSON) tot een hoogte van 1500 Engelsche voet of 457 meter boven Blue-Hill te doen opstijgen. Uit de eerste proefnemingen bleek evenwel reeds spoedig, dat met het gebezigde materiaal deze hoogte de uiterste grens was, welke met een instrument ter zwaarte van twee of drie pond, zonder schade kon bereikt worden. Na twee zomers van volhardenden arbeid, gedurende welken tijd verscheidene proeven met telkens weder gewij-

zigt materiaal werden genomen, slaagde men er eindelijk in deze maximum-hoogte van 1500 voet nog met 400 voet of 122 meter te overschrijden. Al mocht dit resultaat nu al niet »schitterend» heeten, zoo beloofde het toch ontegenzeggenlijk reeds veel voor de toekomst. Sedert den zomer van 1895 werden nu door de heeren FERGUSSON, SWEETLAND en HELM CLAYTON alle voorbereidende maatregelen getroffen om met de meteorologische onderzoekingen op groote schaal te beginnen en tot dat doel een aantal vliegers en de noodige registreer-instrumenten gereed gemaakt en beschikbaar gesteld.

»Wanneer wij de vliegers inhaalden», schrijft de heer CLAYTON, »vereischte zulks vaak zulk eene kolossale krachtsinspanning, dat het er veel op geelk, als bevond zich in plaats van een vlieger aan het eind van het touw een walvisch, welke wij — om ons bij dit beeld te houden — »aan boord moesten trekken», zoodat wij meer dan eens vreemde hulp moesten inroepen. Vooral de vervaardiging van haspels om het touw op te winden, van raderen om de lengte van het touw en van instrumenten om de helling daarvan te meten, zoomede de stijfkracht der vliegers vast te stellen, heeft ons veel moeite gekost. De heer FERGUSSON had dit deel voor zijne rekening genomen.

»Toen alles eenmaal gereed was en wij dagelijks de vliegers onder alle mogelijke weersgesteldheden oplieten, hadden wij reeds spoedig met drie ernstige bezwaren te kampen, welke, wilden wij namelijk op eenigszins gunstige uitkomsten hopen, zooveel mogelijk uit den weg geruimd dienden te worden. Het eerste bezwaar was gelegen in de buitengewone veranderlijkheid van den wind. Vliegers, die licht genoeg waren, om bij zwakken wind op te stijgen, bleken niet sterk genoeg om aan plotseling optredende windstooten weerstand te bieden en werden dan ook herhaalde malen daardoor vernield. Daarentegen waren weder andere vliegers, die sterk genoeg waren om zulke windstooten te trotseeren, in vele gevallen voor zwakke winden te zwaar, tengevolge waarvan zij dan ook spoedig weder den bodem bereikten. Ik heb vaak gezien, hoe de draag- of hefkracht bij een en denzelfden vlieger tusschen 6 en 46 ponden, binnen het tijdsverloop van slechts enkele minuten schommelde. Menigmaal werden de onderzoekingen tengevolge van zeer afwisselende windsterkte en richting uren lang niet weinig bemoeielijkt, of wel zoo goed als geheel verhinderd, zoodat wij ten laatste mismoedig alle verdere pogingen opgaven.

»Was het ons ten laatste al gelukt althans de meeste, aan de vliegers

zelve verbonden bezwaren te overwinnen, zoo maakten wij ons toch nog steeds niet weinig bezorgd over de touwen, waarmede zij omhoog gehouden werden. Een plotseling invallende windstoot, die maar even te sterk is voor het weerstandsvermogen van het touw, is voldoende om dit met een knal te doen springen en het met den vlieger en zijn registreerinstrumenten met razenden spoed te doen wegtijlen in de ruimte. Eenmaal waren wij zoo ongelukkig een kostbaar instrument op deze wijze te verliezen, terwijl daarentegen in twee of drie andere dergelijke gevallen wij niet weinig er over verwonderd waren, de instrumenten geheel of zoo goed als geheel onbeschadigd weder in handen te krijgen. Bij een dezer gelegenheden werd het instrument zelfs vijf kilometer ver weggevoerd, terwijl het eens van uit een hoogte van minstens 1000 voet moet gevallen zijn, waarbij het zonder ongeval op een denneboom belandde. Teneinde zulke minder aangename incidenten voortaan zooveel mogelijk te voorkomen, stelden wij het touw nooit aan grootere spanningen bloot, dan aan $\frac{1}{3}$ of $\frac{1}{4}$ van die, waaraan het nog kon weerstand bieden.

»Het grootste bezwaar is hierin gelegen, dat, wanneer veel touw afgewikkeld is, de vliegers eene zeer groote hefkracht moeten bezitten, om ze te doen stijgen. Dit bezwaar kan evenwel door het bezigen van een zeker aantal vliegers tegelijk worden uit den weg geruimd, doch in zulk geval wordt dan weder menigmaal de grens der breukvastheid van het touw bereikt en kan men de vliegers niet hooger doen gaan. Nu is het wel waar, dat alsdan van een sterker touw of wel van draad kan gebruik gemaakt worden; doch sterkere dikkere touwen vereischen weder grootere vliegers en bereiken wederom spoedig de maximum-spanning. Het resultaat der vele proefnemingen was dan ook, dat steeds de grootste hoogte, die men bereiken kon, 2000 voet of 710 meter boven den heuvel bedroeg. Wij bevonden verder, dat staaldraad tweemaal zoo sterk en tweemaal zoo goedkoop was als touw van hetzelfde gewicht en van slechts ongeveer $\frac{1}{6}$ middelijn. Dit laatste vooral is van zeer veel beteekenis, daar van een touw van geringere sterkte dan een draad, wanneer 2000 voet daarvan opgeheven zijn, eene oppervlakte van niet minder dan 60 tot 70 vierkante voeten aan de werking of drukking van den wind is blootgesteld. Met staaldraad slaagden wij er in op den 13^{den} April des vorigen jaars een instrument, ongeveer 3 pond wegende en bestemd om de temperatuur, het vochtigheidsgehalte en de drukking der lucht te registreeren, te doen stijgen tot een hoogte van 3964 voet of

1204 meter boven den berg of m. a. w. tot op 4600 voet of 1403 meter boven den zeespiegel. Ongelukkigerwijze kon eene nog grootere hoogte niet bereikt worden, en wel om de eenvoudige reden, dat wij geen draad meer beschikbaar hadden.

»Het derde bezwaar is gelegen in de trouwens van zelf sprekende omstandigheid, dat groote vliegers stabielier zijn en tevens beter »vliegen" dan kleinen. Waait er een zeer sterke wind dan zijn de afzonderlijke windstooten vaak zoo hevig, dat het practisch onmogelijk is, kleine vliegers te doen opstijgen. Zij »kippen" alsdan om, vallen zóó snel omlaag, en worden met zooveel kracht tegen den grond gesmakt, dat in den regel geen stuk er van onbeschadigd blijft, ja ze vaak totaal vernield worden. Onze grootere vliegers konden bij eenen matigen storm opgelaten worden, doch de »trek" was alsdan buitengewoon sterk. Bij eenen matigen wind, van 40 engelsche mijlen per uur of 18 meter per sekonde, welke snelheid zeer dikwijls op Blue-Hill voorkomt, bedraagt de drukking 5 tot 8 pond op den vierkanten voet. Onze grootste vliegers hebben eene oppervlakte van 40 vierkante voeten en wanneer wij er reeds niet dan aarzelend toe overgingen, een vrij kostbaar instrument aan één vlieger toe te vertrouwen, zoo valt het licht in te zien, dat wij er niet licht toe besloten twee of drie zulke vliegers tegelijk op te laten, daar zulks eerstens, gelijk men kan nagaan, lang geen kinderspel is en ten tweede de windsnelheid, welke nog in staat is ze te doen stijgen, een beperkte is. Toch deden wij al ons best ook deze bezwaren zooveel mogelijk te boven te komen. De heer FERGUSSON vervaardigde daarom een paar, zes voet lange, EDDY-vliegers, welke, bij windsnelheden van meer dan 40 engelsche mijlen per uur, zeer goed voldeden. Ik zelf vervaardigde ook eenen HARGRAVE-vlieger, meer dan 4 voet lang, doch met een grooter oppervlak dan de EDDY-vliegers; een vlieger van deze soort kwam, na een half uur lang in de hoogte te zijn gebleven, bij éene windsnelheid van 42 engelsche mijlen per uur zonder eenige noemenswaardige schade met het instrument weder neder.

»De HARGRAVE-vorm is stabiel en schijnt mij toe zich bij uitstek te leenen tot experimenten bij zeer afwisselende windsnelheden en windstooten. Alle mogelijke wijzigingen werden aan dezen vliegervorm aangebracht en beproefd, ten einde hem aan de hoogste eischen te laten voldoen. Den oorspronkelijken vorm van deze vliegersoort heb ik reeds dadelijk hierdoor aanmerkelijk vereenvoudigd, dat ik in plaats van de 20 door den uitvinder aangewende staven er

maar een 8 of 10tal gebruikte. Ik houd het daarenboven voor zeer goed mogelijk kleine vliegers van dezen vorm te vervaardigen, die sterk en stabiel genoeg zijn om aan niet al te hevige winden voldoenden weerstand te bieden. Ik vervaardigde tevens een vlieger met zijwanden, gelijk vleugels, welke, door terug te vallen, bestemd waren om het oppervlak te verkleinen, wanneer de wind onverwachts aanwakkerde. Deze vlieger vloog zeer goed en scheen werkelijk veel te beloven. Bij den aanvang onzer proefnemingen op groote schaal hebben wij zoowel van den EDDY- als van den HARGRAVE-vlieger herhaalde malen gebruik gemaakt en zijn tot het eind-resultaat gekomen, dat elke soort hare eigen goede eigenschappen bezit. De EDDY-vlieger is eenvoudiger van constructie en vliegt onder een beteren hoek dan de HARGRAVE-soort, waarbij nog komt, dat de eerste tot op zekere windsnelheden in één woord prachtig duikt, hetgeen voor meteorologische onderzoekingen van veel belang is. Zelfs onder zeer ongunstige omstandigheden, zooals in 't laatst van Augustus en in November, konden wij deze vliegers binnen een tijdsverloop van 10 dagen nog 7 of 8 malen oplaten.

»Onze eerste registreer-instrumenten waren allen door den heer S. P. FERGUSSON op het observatorium zelf vervaardigd, terwijl wij nu, sinds eenigen tijd ook van een voortreffelijk instrument gebruik maken, dat voor den heer ROTCH, door de om hunne uitstekende registreer-toestellen beroemde werktuigkundigen, de gebroeders RICHARD, te Parijs, vervaardigd is. Dit instrument weegt circa 3 pond en wij hebben het reeds tot eene hoogte van 4600 voet doen stijgen.»

: Na deze vluchtige mededeelingen betreffende het materiaal, willen wij thans overgaan tot het vermelden van de daarmede verkregen wetenschappelijke resultaten, wier uitvoerige beschrijving wij aan den heer ARTHUR SWEETLAND te danken hebben. Het eerste resultaat, trouwens niet van meteorologischen aard, zijn de zeer goede fotografieën, welke de heer EDDY met zijne camera, welke, aan een vlieger bevestigd, tot op eenige honderden meters boven den aardbodem werd opgeheven, verkregen heeft. »Wij hebben deze proefnemingen niet verder vervolgd, doch zijn er vast van overtuigd, dat het mogelijk is, zeer uitvoerige opnamen van eene landstreek te verkrijgen, door op zekere hoogten en afstanden met behulp van eene vertikaal afhangende camera de aardoppervlakte te fotografeeren. Zulke fotografieën zouden te zamen een zeer gedetailleerden topografischen atlas vormen.

»Natuurlijkerwijze was het onderzoek naar de luchttemperatuur op verschillende hoogten ons hoofdoel en hebben wij dan ook met de registreerinstrumenten den dampkring, tot op eene hoogte van meer dan 1000 voet, bij alle weersgesteldheden doorvorscht. Bij geheel helderen hemel, tot aan, in en boven de wolken, tijdens regen en sneeuwstormen, in koude en warme luchtstroomen, werden de vliegers opgelaten. Den 17^{den} Februari werd daarbij eene zeer lage temperatuur geregistreerd, de laagste, welke gedurende de laatste 12 jaren werd waargenomen. Op den 11^{den} Maart daaropvolgende, kort vóór een hevigen noordoostelijken storm ons snel naderde en het Weather-Bureau orkaan-gevaar geseind had, lieten wij twee vliegers op. Toen deze 2000 voet hoog gestegen waren, verdwenen zij eensklaps in de den geheelen hemel bedekkende wolkenlaag, zoodat er absoluut niets meer van hen te zien was en het touw als midden in de lucht scheen opgehangen. Toch lieten wij de lijn steeds vieren en wel zóólang, tot, naar onze schatting, de vliegers zich op eene hoogte van meer dan 3300 voet moesten bevinden. Wel wat àl te spoedig echter hadden wij ons in dit buitengewoon succes verheugd, want nauwelijks waren wij begonnen met de vliegers in te halen of een hevige windstoot deed de lijn breken, waardoor vliegers en instrument losgerukt en weggevoerd werden. Gelukkigerwijze werd alles later weder teruggevonden.

»Uit alle proefnemingen is wederom gebleken, dat de temperatuur, naarmate de vliegers stijgen, gewoonlijk daalt, doch in sommige gevallen ook stijgt, terwijl wij tevens het feit, hetwelk reeds door EDDY en anderen, in verband met enkele waarnemingen, vermoed werd, konden konstateeren, dat zoowel warme als koude golven of luchtstroomen reeds 6 tot 12 uren vooraf hunne aanwezigheid verrieden, eer hunne grootste intensiteit op den aardbodem waargenomen werd. Hieruit volgt, dat de lucht in de hoogere lagen zich in eene west-oostelijke richting veel sneller beweegt dan boven de aardoppervlakte, waar die snelheid door wrijving aanmerkelijk verminderd wordt. Wanneer koude golven uit het noordoosten of oosten komen, treden zij boven den aardbodem eerst als eene dunne laag op en stijgen omhoog. Wanneer de warme golven of stroomen uit het westen komen, is het temperatuurverschil met de hoogte, vergeleken bij dat bij koude golven, geheel anders. Vóór en gedurende koude golven daalt de temperatuur gelijkmatig en zeer snel, wanneer de vliegers stijgen. Vóór warme golven neemt de temperatuur, naarmate de vliegers stijgen, eerst af om daarna plotseling te stijgen,

als zij den warmen stroom binnendringen. In vele gevallen bedroeg deze temperatuurstijging binnen een zeer kort tijdsverloop niet minder dan 15° tot 17° Celsius.

»Des morgens van den 13^{den} April deden wij, na tien dagen van buitengewoon strenge koude, de vliegers stijgen tot hoogten van 3400 voet boven den aardbodem en bevonden, dat die op eene hoogte tusschen 1200 en 1400 voet plotseling in eenen stroom geraakt waren, welke meer dan 10° Celsius warmer was, dan de het observatorium omgevende luchtlaag en niet minder dan 15 graden warmer, dan de lucht op circa 1000 voet hoogte. Te gelijk met het bereiken van deze warme luchtgolf geraakten de vliegers uit de zuidwestelijke oppervlaktestrooming in den daar boven liggenden westelijken stroom, waarbij de windsnelheid van 25 tot op 42 Engelsche mijlen per uur (of van 11 tot circa 19 meter per seconde) steeg, gelijk uit de registreeringen van den anemometer bleek. Op eenen slechts geringen afstand boven ons heerschte dus eene behagelijke zomertemperatuur; deze warme golf bewoog zich uit het westen naar ons toe met eene snelheid, welke die van den Chicago-express evenaarde. Gedurende de daaropvolgende dagen werd de maximum-temperatuur der Aprilmaand waargenomen. Verder bevonden wij, dat de windsnelheid in den regel toeneemt, naarmate de vliegers stijgen; zij draaien zich graadsgewijze naar rechts en geven zoo een regelmatige wisseling in de windrichting aan. Toch vielen er vele uitzonderingen op den regel te constateeren en hebben wij dan ook herhaalde malen luchtstroomingen op minder dan 1000 voet hoogte gevonden, die uit eene aan de oppervlaktestrooming geheel tegengestelde richting kwamen of in enkele gevallen toch zeker minstens 90° daarvan afweken. Ook hebben wij een aantal malen de vliegers dwars door de zeebries doen opstijgen en zoo doende hunne hoogte nauwkeurig gemeten.

»Gewoonlijk vonden wij de lucht boven droger dan beneden, doch het vochtigheidsgehalte was zeer verschillend. Vochtige stroomen van eene geringe vertikale hoogte komen in den dampkring zeer vaak voor. Dikwijls ook deden wij de vliegers stijgen tot in wolken, wier basis zich lager dan 1000 voet boven den aardbodem bevond; bij regenweder schijnen de wolken gewoonlijk onder de 2000 voet hoog te zijn, terwijl daaronder nog op een nog veel lager niveau losse wolkenflarden zich vertoonen. Wanneer des winters onze vliegers van eene reis in de wolken terugkeerden, waren zij gewoonlijk met eene ijskorst of wel met fijne sneeuw kristallen bedekt.

»Als wij staaldraad gebruikten, namen wij een wel is waar zeer interessant, doch ook menigmaal minder aangenaam of welkom elektrisch verschijnsel waar. Wanneer wij meer dan 3000 voet van den draad lieten vieren, vertoonden zich eene reeks kleine, doch talrijke elektrische vonken, welke zulke sterke stooten of schokken gaven, dat wij gewoonlijk de lijn oogenblikkelijk moesten loslaten. Dit verschijnsel treedt zoowel bij bewolkten als bij helderen hemel op, doch is vooral zeer intensief tijdens sneeuwstormen. De dampkring schijnt inderdaad een onuitputtelijk elektriciteitsreservoir te zijn en het schijnt slechts noodig, een draad tot op zekere hoogte daarin te doen opstijgen, om bij elke weersgesteldheid elektriciteit in overvloed te verkrijgen.

»Ons onderzoek van de onderste lagen der atmosfeer geschiedde met eene groote nauwkeurigheid en op zulk eene uitgebreide schaal, als tot dusver ongetwijfeld nog niet had plaats gehad en we durven dan ook zonder grootspraak beweren, dat van de daarmede verkregen resultaten niet alleen een groote vermeerdering onzer kennis der meteorologische verschijnselen mag worden verwacht, maar deze ook vele tot heden geldende opvattingen in geen geringe mate zullen wijzigen en verbeteren.»

Ter aanvulling van de reeds aangevoerde bijzonderheden willen wij nog eenige interessante mededeelingen overnemen uit een artikel, eveneens het gebruik van vliegers in de meteorologie behandelende en voorkomende in het tijdschrift »*Nature*» (vol. 55, 1896, p. 150.) De eerste dier mededeelingen heeft betrekking op een experiment van den 8^{ten} October des vorigen jaars, bij welke gelegenheid door de vliegers de aanzienlijke hoogte van niet minder dan 9375 engelsche voet of circa 2860 meter bereikt werd, welke, eenerzijds uit de barograafregistrering en anderzijds uit de trigonometrisch berekende hoogte afgeleid, bij beide methoden tot op 1 pct. overeenstemde. Bij deze gelegenheid maakte men in 't geheel gebruik van negen vliegers, met eene gezamenlijke oppervlakte van meer dan 170 vierkante voeten en 18000 voet staaldraad, die meer dan 46 pond woog.

De kust van den Atlantischen Oceaan is meer dan zes mijlen van Blue-Hill verwijderd en het gemiddeld niveau der omgeving ligt omstreeks 100 voet boven den zeespiegel, terwijl de top van Blue-Hill zich 635 voet boven de zee verheft. Toen de eerste vliegers opgelaten werden, hadden zich sedert eenigen tijd blijkbaar niet zeer hoge cumulus-wolken gevormd; de meteorograaf bereikte dan ook spoedig

het niveau, waarop de basis dezer wolken zich bevond. We moesten evenwel de lijn wel wat al te spoedig weder inhalen en wel om eenen beschadigden vlieger te verwijderen. Na de tweede oplating bleek de hoogte dezer wolken reeds 4500 voet te bedragen. De onderstaande cijfers, de hoogte van den basis der cumulus-wolken aangevende op verschillende tijdstippen van den dag, kunnen tot voorbeeld dienen van de nauwkeurigheid, waarmede de hoogte der wolken op deze wijze kan gemeten worden.

tijd: 11 u. 18 m.	1 u. 58 m.	2 u. 05 m.	2 u. 39 m.	3 u. 01 m.	
hoogte: 2974	4500	4641	5035	5405	(voet).
tijd: 3 u. 34 m.	3 u. 56 m.	4 u. 34 m.	4 u. 57 m.	5 u. 23 m.	
hoogte: 5254	5097	5044	5000	5130 ?	(voet).

Uit deze cijfers blijkt, dat de basis der cumulus-wolken van 11 uur 's voor- tot 3 uur 's namiddags voortdurend hooger steeg en daarna weder langzaam daalde. Het resultaat van met den theodoliet te Blue-Hill gedane metingen was, dat dit de regelmatige gang der cumulus-hoogte is. De vlieger-meteorograaf bereikte den top van den cumulus te 3 uur 3 minuten, waarbij het vochtigheidsgehalte binnen een zeer kort tijdsverloop tot op 46 pct. daalde. Gewoonlijk werd dit geringe vochtigheidsgehalte boven de cumulus-wolken geconstateerd. De temperatuur daalde den 8^{sten} October te 1 uur 35 min. op eene hoogte van 4540 voet (of pl. m. 1385 meter) tot beneden het vriespunt en bleef daaronder tot op 3850 voet, welke hoogte, bij het inhalen der vliegers, te 8 uur 21 min. bereikt werd. Op het hoogste punt bedroeg de temperatuur 5° C. onder het nulpunt. Op het Blue-Hill-valleystation (twee mijlen ten noorden van het observatorium en 50 voet boven den zeespiegel gelegen) werd op hetzelfde tijdstip eene temperatuur van 10° C. waargenomen, hetgeen overeenkomt met een verval van 1° C. op 176 meter. In den regel bedroeg, over eenen dag genomen, dit verval gemiddeld 1° C. op 137 meter. Gedurende, doch voornamelijk vóór koud weder steeg het zelfs tot een bedrag van 1° C. per 51 meter. Het feit, dat de meteorograaf driemaal in vier dagen tot op eene hoogte van 4 mijlen kon omhoog gevoerd worden, is er wel een doorslaand bewijs voor, hoe licht zulks mogelijk is.

Gelijk men weet, schrijft men het ontstaan van deze cumulus-wolken aan opstijgende luchtstroomen toe; blijkbaar onomstootelijke bewijzen voor de juistheid dezer zienswijze werden reeds meermalen ook door de vlieger-experimenten op Blue-Hill geleverd. We willen hiervan

slechts één bijzonder opmerkelijk voorbeeld aanhalen. Den 6^{den} Augustus 1894, terwijl er een slechts zwak westelijk zuchtje woei, werden weder pogingen in 't werk gesteld de vliegers op te laten; het bleek echter onmogelijk ze voortdurend omhoog te houden, daar de luchtbeweging te zwak was, om de gebezigde vrij zware vliegers te dragen. Intusschen, terwijl een 5 voet hooge vlieger op korten afstand boven den heuvel slechts met de grootste moeite stoots- en ruks-gewijze werd omhoog gehouden, naderde te 2 uur 20 min. eene tamelijk groote cumulus-wolk het zenith en begon bijna onmiddellijk de vlieger bijna vertikaal te stijgen. De lijn werd gevierd en binnen korten tijd was hij zoo hoog gestegen, dat de geheele lijn opgebruikt was. De vlieger volgde de cumulus-wolk tot op eenen korten afstand voorbij het zenith, waarna hij plotseling nederviel. De heer EDDY nam toen de maat van de lijn en stelde die op 1172 voet, hetgeen ten naastenbij de hoogte moet zijn geweest, tot welke de vlieger was gestegen, daar de lijn grootendeels vertikaal omlaag hing.

Ten slotte nog een hoogst opmerkelijk resultaat, met het oplaten der vliegers op Blue-Hill verkregen en hetwelk door den heer CLAYTON eveneens in *Nature* werd medegedeeld.

Uit de experimenten bleek namelijk, dat metingen van de hoogte der wolken met behulp van theodolieten of fotogrameters, althans bij zekere wolkensoorten, onjuiste hoogten leveren. Op Blue-Hill werd bijv. de hoogte der *nimbi* steeds met theodolieten gemeten, en op gemiddeld 2077 meter vastgesteld. Het resultaat, met de vliegers verkregen, was echter geheel hiermede in strijd; het bleek namelijk, dat in meer dan de helft van alle gevallen, waarin *nimbi* voorhanden waren, de basis dezer wolken lager dan 1000 meter, ja zelfs in den regel lager dan 500 meter ligt. Uit de vlieger-experimenten bleek de gemiddelde hoogte 497 meter te bedragen en uit den hoek van het bij nacht teruggekaatste licht 845 meter. Dezelfde verschillen in hoogte werden ook bij *strato-cumuli* geconstateerd; de oorzaak moet zeer waarschijnlijk hierin gezocht worden, dat het bij eene gelijkvormige *stratus*-bedekking hoogst moeielijk is met den theodoliet een punt te fixeeren.

In den laatsten tijd werden, volgens SYMON'S: *Meteor. Magazine* (vol. 31, p. 148) ook door den heer A. B. COB, te Kipp in Montana, dergelijke meteorologische onderzoekingen gedaan. Gedurende eenige dagen vóór den 19^{den} Juli 1896 had de thermometer zeer hoog gestaan (tot boven 32° C.). De wind draaide toen echter plotseling naar het

noordoosten, waarop de temperatuur binnen de eerstvolgende 24 uren niet minder dan circa 28° C. daalde. Den 21^{sten} Juli hingen de wolken uiterst laag en viel er regen en sneeuw. De thermometer stond toen op 3° C. Ten einde te konstateeren, hoe hoog deze koude luchtlaag wel reikte liet de heer COE een vlieger met een daaraan bevestigden minimum-thermometer op, welk experiment leidde tot het resultaat, dat tot op 1000 voet geenerlei temperatuurverhoging optrad. Bij een tweede experiment steeg de vlieger tot op 3900 voet; op deze hoogte werd hij noordoostwaarts en niet meer zuidwestwaarts gedreven en eene temperatuur van 25° C. geregistreerd, terwijl die beneden 4° C. bedroeg. Eene derde experiment leidde tot een gelijksoortig resultaat. De heer COE is voornemens ook tijdens dezen winter zijn onderzoekingen voort te zetten, o. a. om vast te stellen, tot op welke hoogte boven den aardbodem de warme winden, d. z. g. »*chimooks*» waaien.

Haarlem, Februari 1897.
