

METAAL-BAROMETERS;

DOOR

M. VAN LISSA.

Onder de onderwerpen, die het meest als aanloop of aanleiding tot een gesprek moeten dienen bij eene toevallige samenkomst of bij een bezoek, dat niet met een vooraf bepaald oogmerk geschiedt, — algemeene onderwerpen zou men deze kunnen noemen — behoort al vaak eene opmerking over het weder. Het meer of minder schoone, het drooge, het warme, het koude weer, ziedaar zoo vele variatiën op dit onuitputtelijke thema, waarop dan verder door kan worden gecomponeerd.

Trouwens, het is wel niet te verwonderen, dat de tijdelijke toestand van de middenstof, waarin wij leven, eene altijd min of meer belangwekkende bron van gesprek voor ons is. Nog daargelaten de werking, die de verschillende staat van den dampkring — van het weder om geheel verstaanbaar te spreken — op zenuwachtige gestellen uitoefent en die zeker wel in den regel onder de niet algemeen opgemerkte mag gesteld worden, ondervinden wij allen bijna in onze verschillende maatschappelijke betrekkingen dien invloed in onze zaken: hetzij wij afgemat door drukkende hitte slechts met loomheid ons aan den arbeid zetten; of dat wij bij felle koude huiverig zijn de straat te betreden om zoo het noodige te gaan verrichten; of dat regen ons hooi bederft; of dat aanstaande droogte den oogst dreigt te vernielen; of dat stormen ons doen vreezen voor onze betrekkingen, die op zee rondzwalken; of dat stilte het schip tegenhoudt, waarmede wij vrienden uit verre landen terug verwachten. Wat niet al redenen om belang in het weder te stellen, om daarover voortdurend te spreken, zelfs al ware het niet bovendien en vooral zulk een dood onschuldig onderwerp, dat

onmogelijk aanleiding kan geven tot het uiten van eene opinie en daarop volgende haarkloverij over zaken rakende kerk of staat!

Het is echter niet alleen in het weder van het huidige oogenblik, dat van oudsher belang werd gesteld, — het was integendeel al lang het zoeken om dat weder vooruit te kunnen voorspellen; om dagen, weken, ja maanden vooraf te weten hoe de stand van zaken op eenig gegeven tijdstip zijn zal. Weérprofeten (hoe dikwijls ook, als later bleek, slechts valsche profeten) zijn altijd zeer gezochte personen geweest. Nog is het niet zoo lang geleden, dat elke Almanak, vooral de echte “Erve-Stichters”, eene rubriek bevatte: “weérvoorspellingen van Don Antonio enz.”; — weérvoorspellingen, die door niet weinigen nog als ware, als gegrond op eenige wetenschap, werden aangenomen, al bleken ook de berekeningen van tijd tot tijd niet zoo juist uit te komen als dat b. v. het geval was met de aangegeven watergetijden en eclipsen.

Maar o wonder! nadat die voorspellingen zijn verdwenen, althans meer tot de rariteiten zijn gaan behooren dan wel tot den degelijken inhoud van den almanak, komen thans op nieuw dagelijks voorspellingen van het weder voor, zijn geleerde, denkende mannen tot de klasse der weérprofeten overgegaan, — zijn het niet meer fabelachtige dons, maar hoogleeraren, zee-officieren, die zich daarmede bezig houden. En moge nu ook al admiraal FITZ-ROY in Engeland vaak schertsenderwijze “hare majesteits weermaker” genoemd zijn geworden, ieder beschaafd mensch waardeert die mannen en telt ze volstrekt niet onder de “valsche profeten.”

Het is echter, ons opschrift zeide het reeds, geenszins ons oogmerk dit onderwerp hier verder te bespreken. Maar vóór dat wij een werktuig gaan behandelen, mogten wij toch wel met een enkel woord aanstippen waartoe het dienen zal; — en, wij weten het allen, die eens aan het praten is, praat zoo licht voort. — Maar ter zake.

Onder de middelen, die dienen kunnen om met eenige waarschijnlijkheid het weder korteren of langeren tijd vooruit te kunnen bepalen, behoort in de eerste plaats de algemeen bekende barometer, en het is meer bepaald de tegenwoordig meer en meer algemeene verspreiding vindende vorm van dat werktuig, *de metaal-barometer*, dien wij wenschen te behandelen.

De voornaamste aanleiding tot de uitvinding van dit werktuig is wel vermoedelijk de reeds zeer langen tijd gekoesterde wensch om een gemakkelijk vervoerbaar instrument te bezitten, dat minder plaats innam, minder breekbaar was, minder licht in de war geraakte, dan de be-

kende kwikbarometer. Deze toch, zooals die door TORRICELLI in 1643 het eerst is samengesteld, bestaat zoo als wij weten uit eene tamelijk lange glazen buis, minstens 80 centimeters lang, van boven toegesmolten, van onderen staande in of verbonden aan een bakje van grooteren omvang, of wel van onderen omgebogen; dan — hetzij eenvoudig Uvormig met twee armen van zeer ongelijke lengte, — hetzij de kortere arm eindigende in een bolletje of cylindertje, — een reservoir, waarin het kwik zich kan verzamelen; — in elk geval deze kortere arm of het onderste einde open.

Het ligt voor de hand, dat dit werktuig al zeer lastig te vervoeren is. Vooreerst reeds is het breekbaar, vervolgens kan het kwikzilver, waarmede de buis gevuld is, al licht uit den open korteren arm uitvloeien, — de buis kan, behalve door het transport, reeds breken door het stooten van het kwik tegen het toegesmolten einde; -- eindelijk, boven het kwik in den langen arm moet zich een *volkomen* luchtledig bevinden (hoe dit bij de vervaardiging van den barometer wordt verkregen doet voor het oogenblik niet tot de zaak), en al blijft de buis heel, en al vloeit geen kwik weg, dan kan als derde ongeluk lucht langs het kwik daar boven geraken, en ééne enkele luchtbel maakt het werktuig geheel onbruikbaar.

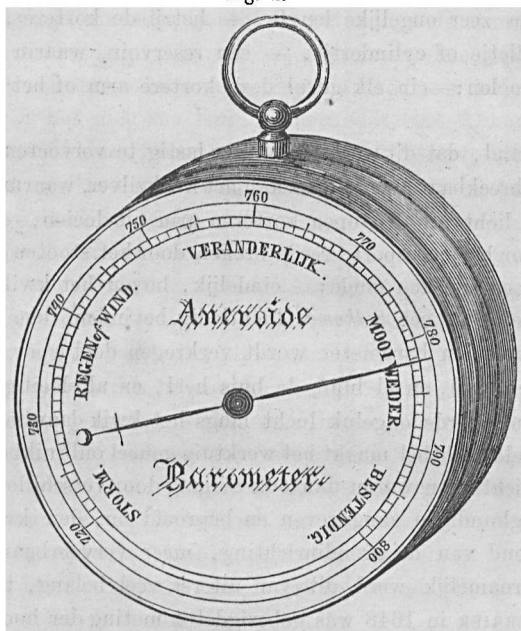
Vele en velerlei inrichtingen waren dan ook al lang door verschillende geleerden en werktuigkundigen aangegeven en beproefd om den kwikbarometer, met behoud van de grondinrichting, meer vervoerbaar te maken; en wel voornamelijk werd dit van uiterst veel belang, toen de barometer door FERRIER in 1648 was gebezigd tot meting der hoogte van den *Puy de Dôme* en daardoor de bruikbaarheid van het instrument voor dit doel, door PASCAL aangegeven, was bewezen. Dit alles is voor ons hier slechts een deel der geschiedenis, en het zij daarom voldoende eenvoudig eene herinnering te geven aan den *hevelbarometer* van DE LUC en van GAIJ-LUSSAC, — den *scheepsbarometer* van NAIRNE, — de *reisbarometers* van GOEDEKING en FORTIN, — voorts de *baroskopen* van PRECHTL en van CASWELL, meer bepaald voor hoogtemetingen bestemd, — den *sympiesometer* voor scheepsgebruik enz. enz., allen wel of reeds door de praktijk veroordeeld, of enkele nog vooral voor wetenschappelijke onderzoekingen in gebruik.

Ook aan de mindere waarneembaarheid der veranderingen in de hoogte der kwikkolom, vooral bij geringe verandering in de luchtdrukking, heeft men herhaaldelijk getracht te gemoet te komen. Zoo gaf onze HUYGENS den welbekenden *controleur*, HICK den *wiel- of wijzer-*

barometer aan, beide nog veelvuldig voorkomende en tot de dagelijkse winkel-artikelen der instrumentmakers behoorende.¹

Doch alle deze vormen en soorten hebben in den laatsten tijd eenen grooten concurrent gevonden in den metalen barometer, en zoo gaan

Fig. 1.



Aneroïde barometer.

wij na deze mischien wel ietwat te lange inleiding tot ons eigenlijk onderwerp over.

Wij zien in nevensstaande fig. 1 eene afbeelding van eenen zoogenaamden *aneroïde* of *holosterieken* barometer; *aneroïde*, van twee Grieksche woorden, beteekenende: *zonder vocht*; en *holosteriek*, ook al uit het Grieksch en beteekenende: *geheel vast*. De laatste is eene be-

trekkelijk onbeduidende wijziging in het mechanisch gedeelte van de eerste.

Uit de figuur zelve, eene afbeelding op de helft der ware grootte, springen al dadelijk twee der hoofdvoordeelen in het oog, n. l.:

1. geringere afmetingen en gemakkelijker vorm;
2. gemakkelijkheid om de standsveranderingen waar te nemen.

¹ Wij gaan blijkbaar van de onderstelling uit, dat de inrichting van den kwikbarometer bekend is; wij mogen toch deze kennis bij het publiek, dat het Album der Natuur leest, aannemen en zouden ons zelfs niet aan het onderhavige onderwerp gewaagd hebben, ware ons niet herhaaldelijk, zelfs door beschaafde lieden, bij het zien van eenen *aneroïde* barometer de vraag gedaan "waar het kwik nu eigenlijk zat".

Reeds in den jaargang 1853 van dit tijdschrift komt overigens op blz. 24 een opstel over den kwikbarometer voor van de hand van den heer LOGEMAN, waarheen wij belangstellenden dus verwijzen kunnen.

Door redenering kunnen wij hierbij nog voegen:

3. minder broosheid van het werktuig, dat bijna geheel uit metaal bestaat. Uit een en ander volgt noodzakelijk de

4. veel grootere vervoerbaarheid.

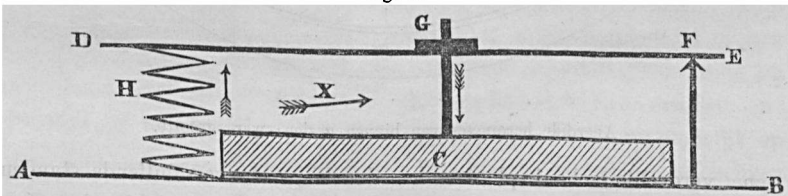
Het zal wel onnoodig zijn dit een en ander nader te betoogen, daar het van zelf duidelijk genoeg is; maar het geeft ons afdoende redenen, waarom deze soort van barometers in betrekkelijk korten tijd zulk eene algemeene verspreiding en toepassing hebben gevonden. Immers, hoewel sommigen beweren, dat de physicus CONTRÉ reeds in 1798 den aneroïde barometer zou hebben uitgevonden, dagteekent de algemeene bekendheid daarvan eerst van het jaar 1844 door VIDI, en het was in de jaren 1848 en 1849, dat de aandacht der geleerde wereld er meer bepaald op gevestigd werd.

De algemeene theorie en inrichting, afgezien van de verschillende werktuigkundige toevoegsels en bijzaken, is eenvoudig deze:

Zij gegeven eene doos, die van alle kanten gesloten is en die op eene tafel is geplaatst, dan zal de dampkringslucht natuurlijk daarop drukken, even als zij op alles drukt. Wordt nu de lucht binnen in die doos, die evenwicht maakt in drukking met de lucht daarbuiten, zoodat het deksel vlak blijft, daaruit verwijderd, dan wordt dit evenwicht verbroken en het deksel zal springen of, als het veerkrachtig is, worden ingedrukt. Nu weten wij, dat de lucht niet altijd met even veel kracht of even veel gewicht drukt (dat toch is het algemeene beginsel des barometers), en dus zal ook dit deksel nu eens meer dan eens minder worden naar binnen geperst. Is nu op dit deksel in het midden eene stift bevestigd, die daarmede langs eene strook papier op en neer gaat, dan zullen wij daaraan die verschillen kunnen aantekenen en aflezen.

Dit nu is het zeer eenvoudige beginsel, waarop de aneroïde baro-

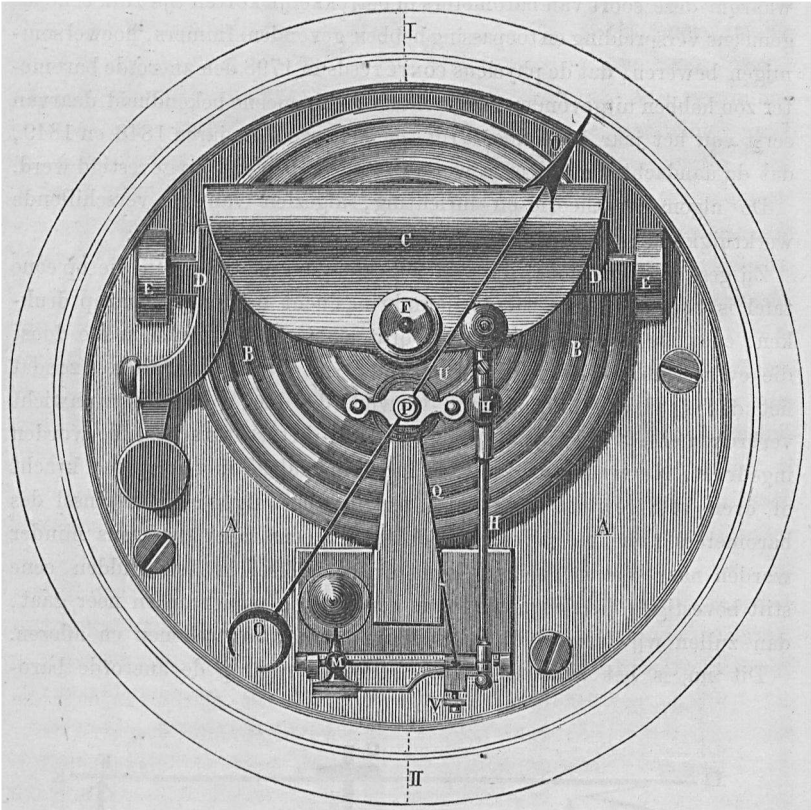
Fig. 2.



Schematische voorstelling der constructie van den aneroïde barometer. AB Bodem van den barometer. C Luchtledige doos. DE Hefboom. F Steunpunt, waarop de hefboom op en neder kan bewogen worden. G Punt van aangrijping voor de bewegingen van het deksel. H Spiraal, die den last voorstelt.

meter is gebouwd. In vorenstaand schema is C de bovengenoemde luchtledige doos, geplaatst op de tafel AB, en bij G de stift, die de aanwijzingen zou moeten geven; de laatste echter worden nu horizon-
taal overgebracht door de plaat DE, die bij F bewegelijk is opgelegd en door de spiraal H wordt naar boven gedrongen, zoodat wij, bij D

Fig. 3.



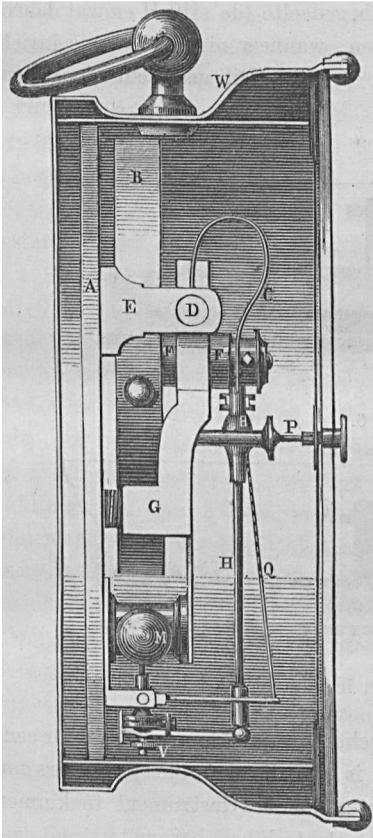
Aneroïde barometer van binnen gezien; ware grootte.

eene verdeelde schaal plaatsende, daarlangs de verschillende standen zouden kunnen waarnemen. Wij moeten nu echter bij de beschouwing van den eigenlijken toestel de inrichting in rekening brengen, die daarbij is aangebracht om de verschillen te vergrooten, dus in het oogvallend te doen zijn en de waarneming te vergemakkelijken. Daartoe zal wel

best eene nauwkeurige beschrijving van het inwendige, het mechaniek van zulk eenen barometer, volgens de bijstaande teekeningen voorafgaan.

De figuur 3 (zie vorige blz.) stelt ons voor eenen holosterieken barometer, waar de wijzerplaat is af-

Fig. 4.



gelicht; fig. 4 denzelfden barometer in doorsnede over de lijn I—II. AA is een stevige ijzeren plaat, waar het geheele mechaniek op bevestigd is; B B de zooeven besproken luchtledige doos; deze is aan de achter- of onderzijde in het midden onbewegelijk op de plaat A bevestigd, doch ligt overigens geheel vrij. Aan de boven of voorvlakte bevindt zich eene pen F, gaande door een gat in de veerende plaat C en daarboven met eene stift en eene schroef vastgezet. Deze veerplaat is bij D D om hare assen bewegelijk in de stevige ijzeren stukken E E, die op hunne beurt vaststaan op de grondplaat. Naarmate nu de doos B meer of minder trekt aan de pen F, zal ook de veerplaat meer of minder gespannen worden; de stift H, die tot aanwijzing van die maat van spanning dienen zal, is nu niet alleen verticaal daarop staande, maar horizontaal er aan bevestigd en vindt haar einde bij I. V is een stelsel van hefboomen, waardoor de beweging eindelijk op den wijzer O wordt overgebracht. Dit laatste stelsel te beschrijven zou ons wel wat verre leiden; het is trouwens ook tamelijk overbodig, daar het bijna bij elke fabriek anders is: het algemeene streven is om de as P eene zoo groot mogelijke beweging te geven tegenover een slechts gering verschil in luchtdrukking, altijd met

behoud der meest mogelijke stabiliteit (vastheid, onbewegelijkheid) van het geheele mechaniek. Van meer wezenlijk belang zijn nog twee zaken, die wij op onze figuur vinden, namelijk de twee spiraalveeren G en U. De eerste (in de doorsnede in eene doos geteekend) dient om het instrument te regelen, dat is om de spanning der veerplaat te bepalen; deze toch is, zoo als wij zeiden, bij EE geheel bewegelijk, en zou dus door het aangehechte mechanisch gedeelte (de stift H en wat daarop volgt) naar beneden worden getrokken, wanneer niet bij G eene inrichting ware om de geheele plaat te lichten. Dit geschiedt door eene

Fig. 5.

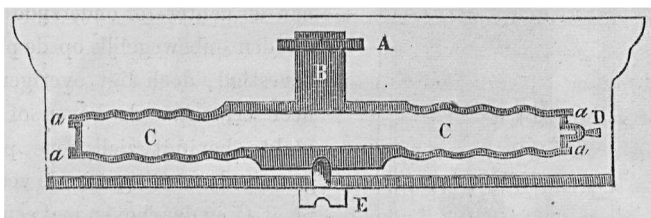
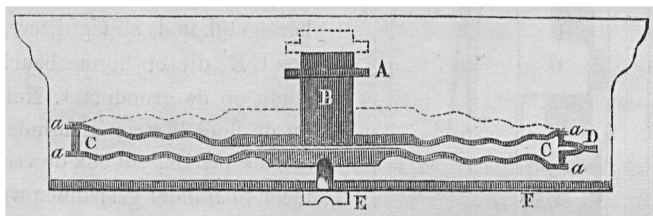


Fig. 6.



Doorsnede der luchtledige doos, met lucht gevuld en ledig gepompt.

sterke spiraalveer, welker spanning echter geregeld kan worden door eene stalen schroef; — de kop der laatste is aan alle aneroïde barometers aan de achterzijde te zien en is vrij gelaten om het instrument te kunnen in overeenstemming brengen met den plaatselijken barometerstand (zie hieronder blz. 43). De spiraal V dient om de teruggaande beweging van den wijzer te vergemakkelijken. Dit laatste echter vereischt eene verklaring, waartoe wij eerst de luchtledige doos nader willen beschouwen. Fig. 5 en 6 zullen ons daarbij te hulp moeten komen.

Beide zijn dwarsdoorsneden van eenen aneroïde barometer ongeveer in ware grootte. De ketel of doos CC bestaat uit twee gegolfde

metalen platen *aaaa*, met omliggende randen gesoldeerd aan eene koperen buis, waardoor eene doos ontstaat van ongeveer 8 millim. hoogte en 7 centim. doormeter. Die doos is geheel luchtdicht gesloten, doch bij D is een koperen buisje aangebracht, waardoor de lucht vrijen toegang heeft en dat dienen moet om later de verbinding met de luchtpomp te maken. In het midden zijn zoowel boven- als onderwand van eene tamelijk sterke verdikking voorzien; de onderste bevat daarin eenen schroefgang, door middel waarvan de doos later met de schroef E op de grondplaat FF. wordt bevestigd; de bovenste draagt daarop de stift B met de dwarspen A, bestemd tot verbinding met de veerplaat.

In de bovenste figuur zien wij den ketel, zoo als die oorspronkelijk in nog niet geledigden staat zich voordoet; — fig. 6 daarentegen vertoont ons denzelfden ketel, na luchtledig gemaakt te zijn; — in dien toestand drukt de buitenlucht daarop met een gewicht van ongeveer 25 à 30 kilogrammen.

Het spreekt wel van zelf, dat de doos in geen van beide gevallen tot het doen van waarnemingen dienen kan. Is toch in het eerste volkomen evenwicht tusschen inwendige en uitwendige drukking, in het laatste daarentegen liggen de wanden in het midden geheel tegen elkander, en ook dan houdt natuurlijk alle werking op. Om bruikbaar te zijn moet de doos eerst gespannen worden tot op de middelbare luchtdrukking, om dan zoowel daarboven als daaronder de wisselingen te kunnen aangeven; den stand, dien zij dan krijgt, geven ons de gestippelde lijnen in fig. 6 ongeveer aan. Het zal niet moeielijk zijn te begrijpen hoe de spiraal G (fig. 3) deze spanning regelen kan.¹

Wij komen nu terug op de zooeven ter loops aangeduide middelen om den teruggang van den wijzer te vergemakkelijken. Bij toenemende drukking der lucht zal de beweging van zelve spoedig genoeg volgen: dan toch is de invloed rechtstreeks; maar bij afnemende drukking is die invloed eigenlijk negatief, met andere woorden: de invloed houdt op en het werktuig herstelt zich tot zijnen primitieven stand. De plaatveer C houdt de luchtdrukking in evenwicht en is dus voldoende om den ketel tot zijne oorspronkelijke spanning terug te brengen; maar ook de werking van den hefboomtoestel, of liever de wrijving, die in den toestel onvermijdelijk bestaat, moet overwonnen

¹ Vergelijk hiermede ook de fig. 2, waar de werking der verschillende stukken op elkander door pijltjes is aangegeven.

worden. Dat kan de veerplaat niet doen, want dan zou de juiste evenredigheid van deze met den dampkring verbroken zijn, en daarom is op de as van den wijzer O eene fijne horologieveer U aangebragt, die gespannen wordt als de wijzer naar rechts draait, — voortdurend tracht zich te ontspannen, maar daarin belet wordt zoolang de luchtdrukking overwegend blijft, — bij het minste nalaten der laatste echter zich krachtig doet gelden.

Om dezelfde reden is ook de geheele hefboomtoestel door het aanbrengen van een tegenwicht, (in fig. 4 het bolletje M) in zuiver evenwicht gebracht. Eindelijk nog is het een vereischte, dat de wijzer zuiver evenwichtig (men vergeve ons het nieuwe woord) zij opgehangen, opdat niet zijn eigen overwicht hem doe overslaan, wanneer hij, zoo als wel meestal het geval zal zijn, over den middenstand is gekomen.

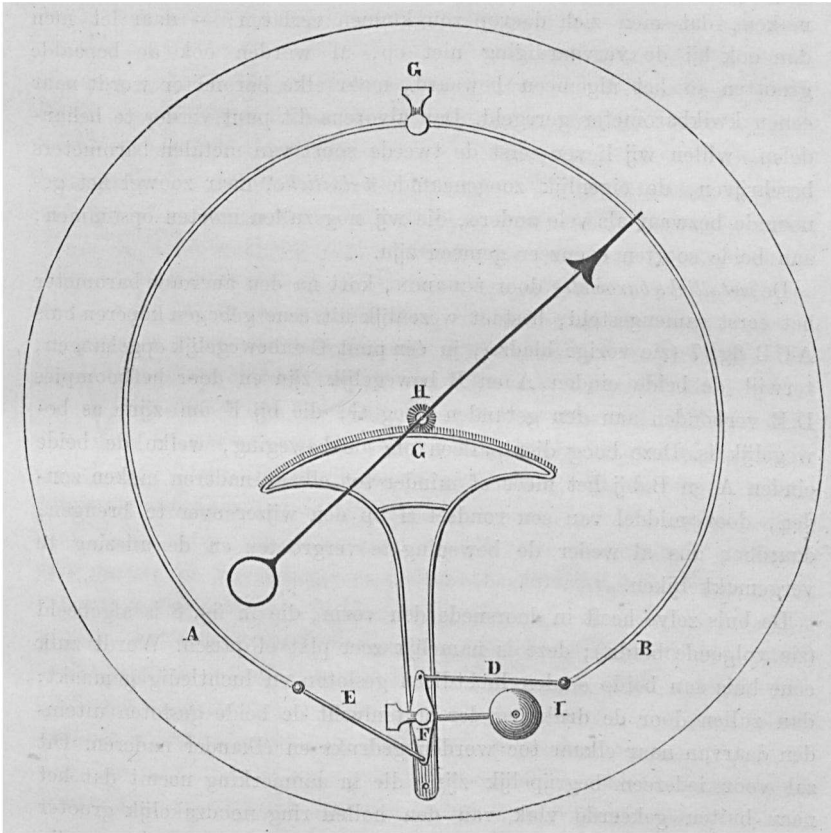
De beweging van den wijzer wordt nu afgelezen op eene wijzerplaat, die in centimeters en millimeters den barometerstand aanwijst, welke met elken stand van den wijzer overeenkomt en die bovendien de bekende woorden, *zeer schoon, schoon, veranderlijk, regen of wind, storm* enz. draagt; alle willekeurige, conventionele aanwijzingen, en waarbij dan hier te lande het midden: *veranderlijk* overeenkomt met het cijfer 76 of 760 [namelijk centimeters of millimeters]. Bovendien bevindt zich op de wijzerplaat dikwijls ook een thermometer (in fig. 3 gestippeld aangegeven); eene niet geheel overbodige toevoeging, daar die dienen kan om de hoogere of lagere temperatuur in rekening te brengen, waarover later.

Zoo verre de beschrijving van het werktuig. Wij hebben ons daarbij opzettelijk niet streng gehouden aan eene bloote verklaring der afbeeldingen, maar te gelijk getracht de werking toe te lichten, ten einde voor eerst latere herhalingen te voorkomen en ten andere de beschrijving minder eentoonig te maken. Wij voegen hier alleen nog bij, dat door de gezegde inrichtingen elk verschil van indrukking van de luchtledige doos, van $\frac{1}{8}$ centimeter, den wijzer $1\frac{1}{2}$ centimeter doet voor- of achteruitgaan.

Is het ons mogen gelukken in het voorafgaande een juist begrip van de samenstelling en den aard van den aneroïde barometer te geven, dan zal den aandachtigen lezer al dadelijk ook de groote fout van het instrument zijn opgevallen. Deze barometer geeft geene absolute aanwijzingen; hij doet ons zien of de doos op eenig gegeven oogenblik meer of minder gedrukt wordt dan op eenig ander; hij geeft dus wel

het verschil aan in de drukking van den dampkring op twee verschillende tijdpunten, maar hij doet ons niet rechtstreeks de mate der drukking kennen. Voor den kwikbarometer is die maat gevonden en onver-

Fig. 7.



Schematische voorstelling der constructie van den metallieken barometer. A B Luchtledige buis of ring. C Steunpunt in den barometer. D E Hefboomen die de as F in beweging brengen. G H Rondselwerk ter beweging van den wijzer. I Tegenwicht.

anderlijk vastgesteld: in onze gewesten is eene kwikkolom van 76 centim. als normaal drukking aangenomen (het cijfer zoo als wij boven reeds zeiden met *veranderlijk* aangewezen); dat cijfer, die lengte is altijd licht na te gaan, en eene kwikkolom geeft ons dus niet slechts

aan het verschil in drukking bij twee verschillende waarnemingen, maar ook de absolute afwijking van het normaal- of middengetal. Om dat te kunnen doen met den metaalbarometer moet vooraf proefondervindelijk de stand der doos bepaald worden; — het is onmogelijk de afmetingen enz. zelfs slechts van twee ketels zóó juist te maken, dat men zich daarop zou kunnen verlaten; — daar let men dan ook bij de vervaardiging niet op, al worden ook de bepaalde grootten in het algemeen bewaard, maar elke barometer wordt naar eenen kwikbarometer geregeld. Dan alvorens dit punt verder te behandelen, willen wij liever eerst de tweede soort van metalen barometers beschrijven, de eigenlijk zoogenaamde *metallieke*, daar zoowel het genoemde bezwaar als vele andere, die wij nog zullen moeten opsommen, aan beide soorten evenzeer gemeen zijn.

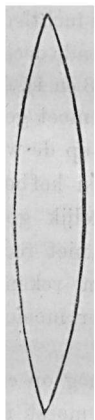
De *metallieke barometer* door BOURDON, kort na den aneroïde barometer het eerst samengesteld, bestaat wezenlijk uit eene gebogen koperen buis A C B fig. 7 (zie vorige bladz.), in één punt C onbewegelijk opgehangen, terwijl de beide einden A en B bewegelijk zijn en door hefboompjes D E verbonden aan den getanden boog G, die bij F om zijne as bewegelijk is. Deze boog dient alleen om de beweging, welke de beide einden A en B bij het meer of minder tot elkaar naderen maken zouden, door middel van een rondsel H op den wijzer over te brengen, daardoor dus al weder de beweging te vergrooten en de aflezing te vergemakkelijken.

De buis zelve heeft in doorsnede den vorm, die in fig. 8 is afgebeeld (zie volgende bladz.); deze is namelijk zeer plat elliptisch. Wordt zulk eene buis aan beide einden luchtdicht gesloten en luchtledig gemaakt, dan zullen door de drukking der buitenlucht de beide gesloten uiteinden daarvan naar elkaar toe worden gedrukt en elkander naderen. Dit zal voor iedereen begrijpelijk zijn, die in aanmerking neemt dat het naar buiten gekeerde vlak van den hollen ring noodzakelijk grooter is dan het binnenvlak, en dus de luchtdrukking op het eerste over zijn geheel evenzeer grooter dan die op het tweede. Vermeedert nu die drukking, terwijl de ring luchtledig blijft, dan gaan de uiteinden nog een weinig meer naar elkander toe; vermindert daarentegen de drukking der buitenlucht, dan gaan zij door de veerkracht van het metaal een weinig verder van elkander af.

Zoo als wij zien is de samenstelling van deze laatste soort vrij wat eenvoudiger dan die der aneroïdes, en oppervlakkig oordeelende zou

men meenen, dat deze al spoedig door de metallieke moesten verdrongen zijn. Toch is dit geenszins het geval en zal ook wel niet licht het geval worden. Het waarom vinden wij van zelf, als wij thans de voor- en nadeelen van beide ook tegenover den kwikbarometer gaan beschouwen.

Fig. 8.



Dwarse doorsnede van den boog A B.

Wij vermeldden hierboven reeds het groote gebrek der metalen tegenover de kwikbarometers: het gemis van eene bepaalde, onveranderlijke maat, waarnaar die te regelen. Wij kunnen de beide soorten tegenover elkander beschouwen als een zonnewijzer en een uurwerk: — de eerste geeft altijd directe, onfeilbare aanwijzingen, de laatste slechts betrekkelijke, die geregeld moeten worden, alvorens juist en betrouwbaar te zijn. Daarom dan ook is het nog altijd niet doenlijk een schip alleen van eenen metaalbarometer te voorzien, maar moet daar wel degelijk een kwik- of scheeps-barometer aanwezig zijn. Het bezwaar vermindert stellig veel wanneer meerdere aneroïdes enz. aan boord voorhanden waren, even als dit het geval is door het aanwezig zijn van meerdere horologiën of uurwerken (nog gezwegen van de veel meer wiskunstig zekere fabrikage dier laatste werktuigen); maar de eenige, zekere waarborg is het bezit van eenen goeden kwik-barometer, die is ingericht naar de zeer doelmatige constructie

van NAIRNE en bovendien met de meeste voorzichtigheid wordt opgehangen en behandeld.

Een tweede groot nadeel ligt in het gebezigde materiaal; omdat kwikzilver het eenige vloeibare metaal is, is van geen ander de uitzettings-coëfficiënt (dat is de mate van uitzetting die het voor elken graad warmte ondergaat) zoo juist kunnen bepaald worden.¹

Het is toch voor de mate van uitzetting niet onverschillig, in welken toestand het metaal zich bevindt: of het is eene groote, dunne, platte, of korte, dikke staaf; — of het is gegoten of geslagen; — veerkrachtig gemaakt [gehard] of niet; om kort te gaan, het doet er zeer veel toe in welke

¹ Uit de hier gebezigde uitdrukking: "vloeibaar metaal" zien wij dat de benaming *metaal-barometers* eigenlijk zeer oneigenaardig is gebezigd, daar toch ook de oude kwikbarometer een metaal als werkend deel bezat; wij vertrouwen echter dat onze bedoeling duidelijk genoeg begrepen zal zijn, en wisten ons, zonder zeer wijdloopige beschrijvingen met geene betere benaming te behelpen.

verhouding en schikking zijne kleinste deeltjes zich onderling bevinden. Bij het vloeibare kwik blijft dat natuurlijk altijd hetzelfde: eene massa van 1 kilogr. zet zich bij verhitting van 1 graad juist tienmaal minder uit dan 10 kilogr.; en wat van meer belang is: bij eene verhitting van 10 graden zal zich dezelfde kwikmassa juist tien maal meer dan bij die van 1 graad uitzetten. Maar voor elken metaal-barometer zou die factor afzonderlijk moeten bepaald worden, en dan niet alleen van de luchtledige doos zelve, maar bovendien nog voor elk ander der samenstellende deelen, met name voor den langen hefboom H en de ketting Q (fig. 3 en 4). Aan de laatste opmerking is men echter sedert eenigen tijd te gemoet gekomen door den barometer zoogenaamd te *compenseren*, d. i., op de wijze als bij den slinger der nauwkeurige uurwerken geschiedt, den hefboom uit 2 metalen te doen bestaan, waardoor dan ook werkelijk goede uitkomsten zijn verkregen. De luchtledige doos echter is niet rechtstreeks te compenseren, en dit alles bij den hefboom in rekening te brengen is een samengestelde, kostbare en bovenal zeer moeielijk uitvoerbare zaak.

Men zou kunnen meenen dat ook bovendien de warmte nog op eene andere wijze de werking der metaal-barometers ongeregeld moest maken: door de uitzetting en de krimping namelijk, die zij te weeg brengt in de lucht, welke nog in de doos van de eene of in den hollen ring van de andere soort is overgebleven. Een volkomen ledige ruimte toch is hierin evenmin als ergens anders te verkrijgen. Maar het is den kundigen fabrikanten gelukt al zeer goed luchtledige doozen te vervaardigen (vooral voor de aneroïde), zoodat die voor het gewone, dagelijksche gebruik volkomen geschikt zijn en zelfs zoo weinig gevoelig voor de warmte, dat ze regelmatig doorwerken, onverschillig of ze op den schoorsteen achter den brandenden haard, of buiten het venster in de koude buitenlucht geplaatst worden.

Ten slotte bezitten alle metaal-barometers een gebrek, dat zij gemeen hebben met eene soort van kwik-barometer, met den wijzer-barometer, dat zij namelijk allen een min of meer samengesteld mechaniek hebben; — waardoor van zelve de aanwijzing niet zoo zuiver is als eene rechtstreeks dalende of rijzende kwik-kolom die kan geven, en zij ten anderen meer vatbaar zijn om in hunne werking door een gebrek aan een of ander der samenstellende deelen gestoord te worden.

In vergelijking met elkander heeft natuurlijk ook al weer elke soort zijn voor en tegen: de metallieke barometer is gevoeliger, wijst sneller

de veranderingen in de luchtdrukking aan, — de aneroïde daarentegen is steviger van samenstelling, daardoor beter geschikt voor het transport. Zijne aanwijzingen zijn dan ook niet zoo oogenblikkelijk, maar meer bepaald. De wijzer van den metallieken barometer hangt onmiddellijk op den luchtledigen ring; die ring zelf, slechts in één punt bevestigd, kan licht heen en weer schommelen, en daardoor schommelt dan het geheele mechaniek mede: eene niet te miskennen bron van afslijting der bewegelijke deelen. Hier staat weer tegenover, dat de metallieke barometers in veel grooter afmetingen kunnen worden vervaardigd dan de aneroïde, namelijk van 40 centimeter middellijn, terwijl de grootste aneroïde slechts 19 cent. diameter heeft. Immers kunnen de eerste, juist door de grootere bewegelijkheid van het eigenlijk werkzaam deel (den ring) en het zeer eenvoudige mechaniek, wijzers van meer zwaarte en omvang hebben, dan de toch al met tamelijk veel wrijving en zwaarte belaste luchtledige doozen, en derhalve veel grootere afmeting toelaten. Wij voor ons zouden dus den eersten (den metallieken) verkiezen overal waar die stil blijft hangen en de plaatsing te gelijk nog al hoog is, b. v. in galerijen, vestibules, tuinkamers enz. Voor portatief gebruik is hij ten eenen male af te raden, maar verdient daarentegen de aneroïde verreweg de voorkeur. Voor de plaatsing op een schoorsteenmantel of op eenig meubelstuk staan beide soorten, naar wij meenen, vrij wel gelijk, en zal wel hoofdzakelijk de smaak en keuze van een of ander ornament als drager van het werktuig, ook zelfs voorkeur van uiterlijk van de eene of andere soort, den doorslag geven.

Doch, niettegenstaande al de boven opgesomde gebreken, blijft de metaal-barometer een werktuig van uitnemend veel gewicht en dat uitstekende diensten kan bewijzen. Moge het voor de gewone waarneming slechts gelijk staan met eenen goeden kwik-barometer en deze voor dagelijksch gebruik even gemakkelijk zijn, dan nog geeft de eerste in zijnen meer behagelijken vorm veel meer aanleiding tot opsiering van kamer of vestibule en zal die daardoor allicht meer algemeene verspreiding en opmerking vinden; op zich zelve een al niet gering te achten voordeel. Maar het is vooral door de zeer gemakkelijke toepassing van den barometer bij hoogtemetingen, dat deze soort zich onderscheidt, en het is daarover dat wij thans nog iets willen zeggen.

Wij weten toch dat de drukking der lucht afneemt met de hoogte waarop men zich boven de oppervlakte der zee verheft; eene zeer na-

tuurlijke zaak trouwens, daar immers de massa lucht, die zich boven ons bevindt, vermindert. Voor 100 meters hoogte geeft dit een verschil van omstreeks 9 millim. barometerhoogte, en bij het bestijgen van bergen zal men dus met een gevoelig werktuig, en dat behoorlijk is afgelezen vóór de tocht begon, altijd vrij juist de hoogte kunnen berekenen tot welke men geklommen is. Zoo verhaalt men dat een Engelsch reiziger, op den top der groote pyramide gekomen, zijnen barometer

Fig. 9.



Barometer voor hoogtemetingen.

waarnam, en dat de uitkomst geheel sloot met die welke door trigonometrische opmeting en berekening was gevonden.

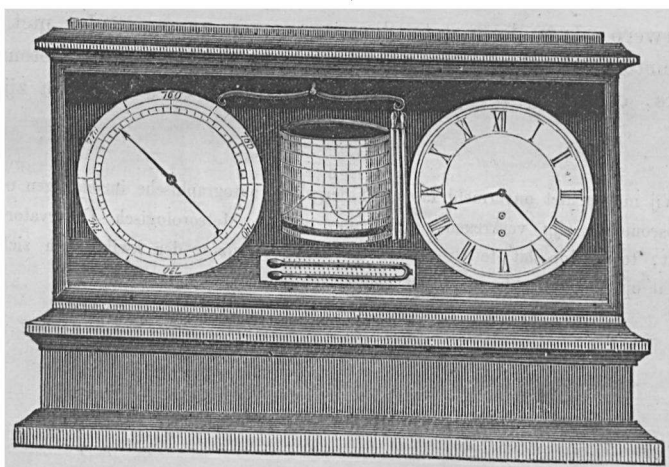
De barometers die hiertoe meer bepaald bestemd zijn (altijd aneroides) worden zeer klein vervaardigd: niet grooter dan een ouderwetsch horologie of zelfs dan een zoogenaamde zak-chronometer, en zijdes niet te min even goed te vertrouwen als hunne grootere broeders. Vaak werden zij vroeger voorzien van een kompasje,—van eenen thermometer om ook de temperatuur-verandering in rekening te kunnen brengen, en bovendien van de hierboven besproken compensatie-inrichting, — eene voorzorg

die hier, zelfs voor groote werktuigen, wel niet overbodig is, daar b. v. in de hooge streken der Alpen het verschil in warmtegraad tusschen de buitenlucht en den vestjes-zak waarin men het instrument draagt, tot 30° Fahrt. kan bedragen. Op de nevensstaande figuur draagt de barometer eene dubbele schaal, waarvan de buitenste de gewone is voor de weeraanwijzingen, terwijl de binnenste verdeeld is in Engelsche voeten om daar rechtstreeks de hoogte op te kunnen aflezen. Men begrijpt dat deze laatste schaal slechts voor eene ruwe benadering kan dienen; wie nauwkeurig te werk wil gaan dient de hoogten waarop hij zich bevonden heeft te berekenen uit de door hem waargenomen barometerstanden, in vergelijking met genoegzaam gelijktijdige op eene andere plaats, waarvan de hoogte boven de oppervlakte der zee bekend is.

Vooral ook als zelf-aanwijzend, zelf-registreerend werktuig heeft de aneroïde-barometer eene ruime toepassing voor wetenschappelijk gebruik gevonden, en het is inzonderheid HIPP, te Neuchâtel, die hiertoe door vernuftige inrichtingen veel heeft bijgedragen. Wij laten hieronder de afbeelding en verklaring van zulk eenen zelf-registreerenden barometer volgen.

Het werktuig bestaat uit 3 losse deelen: den barometer, het uurwerk en den cylinder, waarop het papier zich bevindt, dat bestemd is om de aanwijzingen op te nemen. Deze cylinder wordt door het uurwerk dat 8 dagen loopt, in dien tijd juist éénmaal omgevoerd; het papier, dat daarop is gespannen, is dan ook over zijn geheele lengte loodrecht in

Fig. 10.



Zelf-registreerende barometer met uurwerk.

16 deelen verdeeld, waarvan elk een tijdvak van 12 uren aangeeft, terwijl het horizontaal eveneens regelmatige verdeelingen draagt in centim. en millim.; om de as van den wijzer van den barometer loopt een snaartje, verbonden aan een potloodstiftje, dat door rijzen en dalen de bewegingen van den wijzer, dus de veranderingen in de luchtdrukking, nauwkeurig volgt. Op het langzaam voortgaande papier beschrijft dit stiftje dus eene gebrokene lijn, die voor elk oogenblik den barometerstand aanwijst. De thermometer dient om de temperatuur te gelijk te kunnen nagaan.

Bij eene andere, door HIPP aangegeven inrichting, staan barometer 1871.

en uurwerk geheel afzonderlijk: de aanwijzingen verkrijgt men op eene strook papier, op de wijze als bij den MORSE-telegraaf, en wel door twee gestippelde lijnen, waarvan de eene geheel recht doorloopt, de andere daarboven of daaronder verschijnt, naarmate van den barometerstand. ¹

Het zou geheel buiten ons bestek liggen ons te begeven op het uitgebreide terrein, waarop in den lateren tijd zoo veel en zoo ijverig is gewerkt: de toepassing der gelijktijdige barometer-waarnemingen op verschillende plaatsen van den aardbol in verband met de bliksemsnelheid der elektriciteit, tot voorspelling van aankomende of te verwachten stormen. De *stormsignalen*, vroeger ook aan onze havenplaatsen te zien en thans vervangen door den *aeroklinoskoop*, zijn beide onzen lezers gewis bekend, en staan dan ook niet in eigenlijke betrekking tot ons onderwerp, daar de meeste dier waarnemingen geschieden met kwik-barometers, als zijnde deze tot nog toe de eenige officieel wetenschappelijke, omdat zij de eenige zijn die volkomen te vertrouwen zijn.

¹ Wij mogen niet onvermeld laten dat dergelijke autographische inrichtingen ook met kwik-barometers zijn verkregen, met name op het Meteorologisch Observatorium te Utrecht, terwijl op dat te Greenwich de daling of rijzing der kwik-kolom zich zelve afteekent op een daarachter geplaatst photographisch papier.