

WARMTE EN VOCHTIGHEID IN DEN DAMPKRING

DOOR

Chr. A. C. NELL.

Wij leven te midden van een luchtzee, waarvan de natuurkundige gesteldheid voor den mensch van het grootste gewicht is, omdat, naar gelang van den toestand, waarin de lucht verkeert, zij zoowel op de lichamelijke als op de gemoedsgesteldheid van den mensch verschillende uitwerking heeft. Zoo is, om slechts een paar voorbeelden te noemen, een lage temperatuur onaangenaam, dikwijls ook schadelijk, maar nog onaangenamer wordt koude, wanneer zij gepaard gaat met harden wind of geringe vochtigheid van de lucht. Een andere keer is een zeer hooge temperatuur vrij gemakkelijk te verdragen, wanneer zij samengaat met een zekere droogte van de lucht, maar ondragelijk wordt zij wanneer de lucht bijna of geheel verzadigd is met waterdamp, zooals ik later zal aantonen.

Het behoeft ons daarom niet te verwonderen, als de menschen zooveel belangstellen in het weer, en al is somtijds een praatje over het weer de aanleiding tot een levendig gesprek, al is somtijds het weer een onderwerp, dat men uit gebrek aan stof bespreekt, toch is het altijd een onderwerp dat wij met voorliefde bespreken, omdat wij, in vele gevallen misschien onbewust, gevoelen dat het ten nauwste samenhangt met ons welzijn.

Aan dezelfde oorzaak is het toe te schrijven, dat door tal van menschen weerkundige waarnemingen worden gedaan. Ik bedoel niet die nauwkeurige waarnemingen van een aantal verschillende verschijnselen in den dampkring, die uit een wetenschappelijk oogpunt en met groote zorg worden gedaan; deze toch zijn betrekkelijk schaarsch.

Maar ik bedoel die waarnemingen, die in den allereenvoudigsten vorm verricht die slechts dienen om de nieuwsgierigheid naar de weersgesteldheid te bevredigen. Het zijn voornamelijk de waarnemingen, welke men op barometers en thermometers doen. De eerstgenoemde, die gedaan worden met het oog op een eenvoudigen vorm van weervoorspelling, wil ik hier laten rusten, omdat ik reeds vroeger de gelegenheid had daarover te spreken¹; de tweede soort van waarnemingen echter verdient een nadere beschouwing. Oppervlakkig beschouwd zou men meenen, dat zulke waarnemingen eigenlijk de moeite van een bespreking in een tijdschrift niet waard zijn; toch geloof ik, met het oog op de groote belangrijkheid van de lucht-warmte voor het menschelijk leven, te mogen beweren, dat juist een populaire bespreking van dit onderwerp gerechtvaardigd is. Ik hoop daarom, dat de lezers van dit tijdschrift mijn schrijven met hunne zeer gewaardeerde aandacht en belangstelling zullen willen vereeren en zich niet al te zeer niet-meteoroloog gevoelen om zich te laten afschrikken door een zekere vrees voor »geleerdheid», die zij, naar ik hoop, in dit artikel niet zullen vinden.

De luchtwarmte beschouwende als een factor in ons menschelijk bestaan, moet ook een tweede meteorologisch element ter sprake komen, n.l. de vochtigheid van de lucht en het is daarom dat ik gemeend heb een tweede hoofdstuk aan dit artikel te moeten toevoegen, waarin de vochtigheid besproken zal worden.

I. DE TEMPERAATUUR.

Wanneer ik iemand de vraag doe: »hoe koud is het?» dan is het honderd tegen een, dat hij naar het venster zal gaan, een blik zal slaan op een aan het vensterkozijn opgehangen thermometer en mij ten antwoord zal geven: »Zus- of zooveel graden vriest het.» Het is echter een tegen honderd, dat de afgelezen temperatuur werkelijk die van de lucht is en wel om de twee volgende redenen. Ten eerste kan het zijn, dat de thermometer niet goed is en ten tweede, dat het instrument een gebrekkige plaatsing heeft en daardoor iets anders aanwijst dan de temperatuur van de lucht.

De lezer zal wellicht de opmerking maken, dat het in het dagelijksch leven toch niet noodig is, zulke nauwkeurige waarnemingen te

¹ Zie: »Het gebruik van locale waarnemingen bij weervoorspellingen» jaargang 1900, bldz., van dit tijdschrift.

doen, omdat het maar de bedoeling is om ten naastenbij te weten hoe warm of hoe koud het is. Maar men vergete niet, dat de miswijzing van een thermometer meestal niet voldoende bekend is aan den eigenaar van den thermometer. Dat die miswijzing waarlijk niet altijd zoo gering is kan men gemakkelijk nagaan, wanneer men een reeks thermometers in de uitstalkast van sommige handelaars bekijkt en men dan waarneemt, dat zij allen wat anders aanwijzen. Een aardig voorbeeld haalt een Duitsche fabrikant van thermometers aan uit een aan hem gericht brief, waarin de schrijver zegt:

»Toen onlangs een vriend van mij in een der grootste winkels te Berlijn een kamerthermometer wilde koopen, moest hij zijn verwondering te kennen geven, dat de hem voorgelegde thermometers tot zelfs 5° C. in aanwijzing verschilden; hem werd echter kalm lachend ten antwoord gegeven, dat hij dien thermometer mocht uitkiezen, die hem het meest aanstond.»

Bij het tweede punt moet ik langer stilstaan en eerst vrij uitvoerig verklaren wat onder de temperatuur van de lucht verstaan wordt.

Stellen wij ons voor, dat de zon aan een wolkenloozen hemel staat, dan dringen hare stralen bijna ongehinderd door tot de aardoppervlakte en alle zich daarop bevindende voorwerpen. Bijna ongehinderd dringen zij door, omdat de lucht slechts een klein deel dier stralen opneemt, waardoor zij zelve maar weinig warmer zal worden. Dat gedeelte is zeer klein in vergelijking van wat de aarde bereikt, zelfs zoo klein, dat de dampkring zelf daardoor nooit een hooge temperatuur kan bereiken, dat zijn temperatuur reeds op betrekkelijk geringe hoogte boven den grond ver beneden het vriespunt ligt.¹ Het gedeelte der straling dat de aarde bereikt, wordt voor een zeer groot deel door den grond en door alle vaste voorwerpen, voor een zeer klein gedeelte door wateroppervlakten opgeslorpt. Die grond, die voorwerpen en dat water worden daardoor warm, wat trouwens een der meest bekende verschijnselen is, waarvan in het dagelijksch leven velerlei toepassingen worden gemaakt. Beschouwen wij dit verschijnsel nu nog verder, dan merken wij op, wat trouwens ook al weer overbekend is, dat niet alle voorwerpen, niet alle stoffen in dezelfde mate de zonnearmte opnemen, zoodat zij, ook in verband met eene andere eigenschap der stof waarover hier niet gesproken behoeft te worden, niet even warm zullen worden. Soms vinden wij voor-

¹ Bij iedere 100 M. stijging boven den grond daalt de temperatuur ongeveer 1° C

werpen, die zóó warm worden in de zon, dat wij ons daaraan branden, zooals dat wel eens het geval is met zinken dakbedekkingen, met houtwerk, enz.; daarentegen vinden wij buiten zelden lauwwarm water, of het moest zijn in zeer ondiepe plassen of kommen. Dat die warmte-opsorping door sommige stoffen zeer groot kan zijn, blijkt o. a. daaruit, dat in een deel van Duitsch Zuidwest-Afrika de rotsen, die bij dag aan een krachtige en onafgebroken bestraling door de zon zijn blootgesteld, bij afkoeling in den avond somtijds met luid geknetter uit elkaar springen.

Bij deze opmerkingen wenschte ik het te laten, daar ik geloof, dat het onnoodig is hierover verder uit te weiden. In vele natuurkundige werken is genoeg over dat onderwerp gezegd en een uitvoeriger beschouwing over het verschillend vermogen van de stoffen om de zonnewarmte te absorbeeren zou hier misplaatst zijn. Ik heb slechts willen aantoonen, dat het grootste deel van de door de zon naar onze aarde uitgestraalde warmte door den bodem en de zich daarop bevindende voorwerpen wordt opgenomen en dat dientengevolge die bodem en die voorwerpen warmer worden.

Van meer belang is het op te merken, dat die verschillende voorwerpen, die in de zonnestraling een verschillende temperatuur hebben gekregen, de opgenomen warmte weder verliezen, en door uitstraling en door aanraking met de omringende luchtdeeltjes. Verschillende onderzoekingen hebben ten doel gehad vast te stellen welke temperatuur voorwerpen, die aan de werking der zonnestralen zijn blootgesteld, na verloop van een zekeren tijd zullen bereiken. Die onderzoekingen golden vooral de bollen van bijzondere thermometers, die ik later nog nader bespreek. De resultaten kunnen in het kort zoo worden samengevat, dat die temperatuur na verloop van een bepaalden tijd een maximum bereikt. De hoogte van die temperatuur en die tijdsduur worden bepaald door de intensiteit der zonnestraling, door den vorm der voorwerpen, door de stof, waaruit zij samengesteld zijn en door den aard van de oppervlakte dier voorwerpen.

Wij mogen aannemen, dat deze regel ook geldt voor alle voorwerpen en stoffen in de natuur, dus b. v. ook voor rotsmassa's, huizen, enz.

Beschouwen wij nu in de eerste plaats het geval, dat de voorwerpen (en de bodem) een deel hunner warmte uitstralen, hetgeen men 's zomers dikwijls kan waarnemen, wanneer men b. v. 's avonds langs een muur loopt, waarop des daags de zon heeft geschenen.

»De warmte komt ons tegemoet'', zegt men dan wel eens zeer terecht. Dit verschijnsel moeten wij in acht nemen bij het opstellen en gebruiken van thermometers.

Die uitstraling van warmte speelt in de meteorologie een voorname rol, zocals wij o. a. zullen zien bij de bespreking der nachtvorsten. Bij heldere lucht kan die uitstraling zelfs zeer aanzienlijk worden, wat vooral in de lange winternachten merkbaar is. Bij betrokken of bewolkten hemel is die uitstraling wel dezelfde, doch de uitgestraalde warmte wordt weer voor een groot deel door het wolkendek teruggekaatst. Vandaar mindere afkoeling.

Van meer beteekenis is de tweede manier waarop de geabsorbeerde zonnewarmte wordt afgegeven. Dit geschiedt door aanraking met de omringende luchtdeeltjes, die de warmte rechtstreeks door geleiding van den grond en van de voorwerpen overnemen, vooropgesteld natuurlijk, dat de lucht een lager temperatuur heeft dan die voorwerpen, wat niet altijd het geval is.

Door die geleiding van warmte wordt de lucht verwarmd en het is bijna uitsluitend door deze wijze van verwarming, dat de onderste lagen van den dampkring zoo'n hooge temperatuur krijgen. Het spreekt van zelf, dat het grootste deel van de warmte, die de lucht op deze wijze absorbeert, in de onmiddellijke nabijheid van den grond wordt opgenomen en dat is dan ook de oorzaak, dat reeds op betrekkelijk geringe hoogte de temperatuur van den dampkring zeer laag is. De hoogere luchtlagen ontleenen hare warmte aan de lagere, hoofdzakelijk door vermenging daarmede, b. v. tengevolge van opstijgende warme luchtstroomen.

Hoezeer dit punt in de meteorologie van het grootste belang is, geloof ik, dat een verdere bespreking daarvan hier achterwege moet blijven.

Wat hier eerder een uitvoeriger bespreking vereischt, zijn de warmteverschijnselen in de onderste luchtlagen, waarin wij leven. Door de mededeeling van warmte door den bodem en door de voorwerpen aan de lucht, verkrijgt deze laatste een zekeren warmtegraad, die in de meteorologie de *luchttemperatuur* wordt genoemd en die een der gewichtigste meteorologische elementen is. Uit het hierboven gezegde blijkt, dat de luchttemperatuur een gevolg is van de bestraling van de aarde door de zon, echter niet onmiddellijk, zooals wij gezien hebben. De bewolking, die de bestraling voor een deel kan onderscheppen, de stand van de zon aan den hemel, de aard van den

bodem, de hoeveelheid der vaste voorwerpen, de bedekking van den grond door planten, heesters of boomen, en eindelijk de aanwezigheid van wateroppervlakken moeten dus een zekeren invloed op de luchttemperatuur uitoefenen. Zij toch bezitten in verschillende mate het vermogen om de van de zon ontvangen warmte weer aan de omringende lucht mede te deelen. Eindelijk ook komen sneeuwbedekkingen in aanmerking bij de beschouwing van de luchttemperatuur, omdat zij nog een heel bijzondere uitwerking hebben, die later ter sprake zal komen.

De luchttemperatuur is een verschijnsel, waarmede de meteorologie zich wel het meest bezig heeft gehouden. Zij is een factor in het weer, die niet alleen voor den mensch, maar voor het dieren- en plantenrijk van het grootste gewicht is en ook daarom een sterken invloed uitoefent op onzen welstand, zoowel als op onze maatschappelijke welvaart. Als ik slechts opmerk, dat de plantengroei, dus ook de oogst, in hooge mate afhankelijk is van de luchttemperatuur, dat verder buitengewoon hooge of abnormaal lage temperaturen en vooral sterke en groote veranderingen in de luchtwarmte een schadelijken invloed uitoefenen op den plantengroei en op den gezondheidstoestand van menschen en dieren, dan heb ik reeds genoeg gezegd om het belang van de kennis van de luchttemperatuur en van de luchtwarmte in het algemeen aan te toonen. Maar in velerlei andere opzichten is de luchtwarmte van belang; ik noem slechts het vraagstuk van ventilatie, waarbij ook al de luchttemperatuur te pas komt, terwijl ook b. v. op chemisch-technisch gebied soms rekening moet worden gehouden met de temperatuur van de lucht, zooals bij wijnbereiding en bij nog tal van andere zaken.¹

Na in het kort uiteengezet te hebben hoe de lucht hare warmte ontvangt, ga ik over tot de bespreking van de wijze waarop de luchttemperatuur moet worden gemeten.

Wij moeten ons nu het geval voorstellen, dat een thermometer in de vrije lucht is opgehangen en dus geheel onbeschat is tegen allerlei schadelijke invloeden. Aan een der eerste voorwaarden, dat de bol van den thermometer blootgesteld is aan de lucht waarvan

¹ Het zou te wenschen zijn, dat er eens iemand het nut van weerkundige waarnemingen — en in verband daarmede de wenschelijkheid van een ruimere en betere beoefening en verzorging der meteorologie in Nederland aantoonde, opdat er eens gebroken werd met de oude sleur. Het aanmoedigen inplaats van tegenwerken van particuliere ondernemingen op dit gebied zou misschien daardoor bevorderd kunnen worden.

de temperatuur gemeten moet worden, is nu volkomen voldaan, mits de thermometer er niet zoo een is, waarbij de bol voor een groot deel door de schaal bedekt is. Zulk een thermometer is daardoor ongeschikt voor het meten van de buitentemperatuur, die aan vrij sterke veranderingen onderworpen is. Voor buiten gebruike men nooit anders dan thermometers, waarbij de schaal, die van melkglas, porcelein of een andere, tegen de inwerking van de buitenlucht bestendige stof vervaardigd is, in een glazen buis is ingesloten, terwijl de bol geheel vrij ligt. Een z.g. cilinder-thermometer dus.

De grootste fout, die door het onbeschermd ophangen van den thermometer begaan wordt, is dat de bol dan wordt blootgesteld aan de werking van rechtstreeksche zonnestraling. Het opstellen van den thermometer tegen een muur, die op het Noorden ligt is niet altijd mogelijk en ook niet altijd voldoende, als des zomers de zon in de vroege morgen- en de avonduren toch dezen muur beschijnt. Maar daarbij komt, dat dan twee dingen over het hoofd worden gezien, nl. dat de thermometer blootgesteld is aan regen en sneeuw, waardoor de aanwijzingen bij regenachtig weer onnauwkeurig zijn en ten tweede, dat de bol toch nog blootstaat aan rechtstreeksche bestraling door den grond, door warme muren, enz.

Men moet zich dat als volgt voorstellen:

Ieder lichaam straalt warmte uit en kan door uitstraling van andere lichamen zelf warmte ontvangen. Is het bedrag der uitgestraalde warmte grooter dan dat hetwelk opgenomen is door bestraling, dan zal de temperatuur van dat lichaam dalen. Omgekeerd zal, wanneer de uitgestraalde hoeveelheid warmte kleiner is dan de ontvangen warmte, zijn temperatuur rijzen. Zoo iets kan bij thermometers ook voorkomen en wordt inderdaad menigmaal waargenomen, wanneer zij gebrekkig zijn opgesteld, ofschoon aan dit verschijnsel bij het gewone gebruik nooit wordt gedacht en daartegen zelden maatregelen worden genomen. Zoo is het dan ook niet te verwonderen, dat op heete, zonnige dagen de temperatuur hoger schijnt dan zij werkelijk is, omdat de thermometer op een ongeschikte plaats hangt, waar hij blootgesteld is aan de uitstraling van verhitte muren, terugkaatsing der warmtestralen op wateroppervlakken of dergelijke. Ook in den winter kan men iets dergelijks opmerken, als een thermometer tegen een raamkozijn hangt. De warme voorwerpen en muren van de kamer zenden warmtestralen door het venster (door het glas heen) naar buiten en een deel daarvan kan

den bol van den thermometer treffen. Er zijn tallooze gevallen te noemen, dat de temperatuur-waarnemingen onnauwkeurig zijn door gebrekkige opstelling van den thermometer. Hoe gemakkelijk dat kan voorkomen wordt wel bewezen door het feit, dat zelfs op goed uitgeruste meteorologische observatoria, waar alle mogelijke voorzorgen worden genomen, de aanwijzingen van de thermometers op zeer storende wijze door schadelijke invloeden worden aangedaan. Het is dus geen wonder, dat in het dagelijksch leven, waar bijna geen zorg wordt besteed aan de opstelling van thermometers, de aanwijzingen onjuist zijn, in vele gevallen zelfs zóó, dat de aanwijzingen verscheidene graden van de juiste afwijken.

Ik zou vreezen de lezers te vervelen, wanneer ik nog verder hierover uitweidde en ik zal dus liever er toe overgaan aan te wijzen, hoe temperatuurwaarnemingen moeten worden ingericht, nadat ik er nog opmerkzaam op gemaakt heb dat, wanneer de thermometerbol meer warmte uitstraalt dan hij ontvangt door straling naar andere koude voorwerpen in de nabijheid, de aangewezen temperatuur wel eens veel lager kan zijn dan die van de lucht. Zoo b. v. wanneer de thermometer is opgesteld in de nabijheid van voorwerpen, die kouder blijven dan de omringende lucht, bij smeltende sneeuw- of ijsmassa's maar voornamelijk wanneer de lucht helder en de uitstraling naar boven toe zeer sterk is.

Het is daarom noodzakelijk, dat wij onze thermometers beschermen tegen alles wat een schadelijken invloed uitoefent op hunne aanwijzingen, tegen bestraling door de zon en door verwarmde voorwerpen, tegen teruggekaatste warmtestralen, tegen te groote afkoeling door uitstraling en eindelijk tegen regen, sneeuw en hagel. Zulks geschiedt door het plaatsen van de thermometers in een z. g. thermometerkooi, d. i. een klein huisje, waarvan de vier wanden veelal gemaakt zijn op de wijze van zonneblinden, die ruime toetreding van lucht toelaten, evenals het dak. Van onderen moet dat kastje open zijn, zoodat steeds ventilatie kan plaats hebben. M. i. is het aan te bevelen de thermometers ook tegen uitstraling van den grond te beschutten door onder den bol een schermpje op een gepaste plaats aan te brengen. De voorwand moet geopend kunnen worden om de thermometers te kunnen aflezen, schoonmaken,¹ enz.

Gedurende eenige jaren gebruik ik 's zomers witte katoenen gor-

¹ Het is ook noodig om van tijd tot tijd den bol van stof te bevrijden.

dijntjes, die tegen de wanden van de kooi worden gespannen op zoodanige wijze, dat tusschen hen en de houten wanden nog een ruimte van eenige centimeters voor ventilatie overgebleven is. Een binnenkastje, dat van boven en van onderen open is, gebruik ik reeds verscheidene jaren en dit en de gordijntjes beschermen mijne thermometers zelfs in den felsten zonnegloed tegen bestraling. Plaatsing van de thermometerkooi in de schaduw is daardoor onnoodig geworden.

Thermometerkooien zijn tegenwoordig in den handel en in verschillende uitvoeringen te verkrijgen, zoowel ter bevestiging aan het vensterkozijn als op een paal in den tuin.

Ik geef toe, dat niet iedereen ruimte beschikbaar heeft om op gepaste wijze den thermometer op te stellen of daaraan gaarne zooveel ten koste legt, dat de inrichting goed is te noemen; maar daarentegen ziet men weder vele menschen, die over een zeer gunstige gelegenheid beschikken en een volkomen onvoldoende inrichting maken. Het best is, zich om raad te wenden tot iemand die zaakkundige aanwijzingen kan geven.

Het is niet alleen de temperatuur van de lucht, die als klimatologische factor voor ons van belang is. Of wij ons warm of koud gevoelen hangt niet alleen af van de luchttemperatuur; er zijn ook andere factoren in het spel. Deze zijn in hoofdzaak de uitstraling van ons lichaam, de bestraling door de zon of door terugkaatsing van de zonnestralen op wateroppervlakken en dergelijke, en eindelijk een factor, die in het tweede gedeelte van dit artikel ter sprake zal komen, van den vochtigheidstoestand van de atmosfeer in verband met de snelheid van den wind.

Ik heb er reeds op gewezen, dat ieder lichaam, aan de rechtstreeksche zonnestralen blootgesteld, de uitgestraalde warmte van de zon opneemt en daardoor een verhooging van temperatuur ondergaat. Van deze eigenschap maken wij b. v. gebruik, als wij ons in den zonneschijn verkwikken, maar wij zoeken dan eigenlijk meer een tegenwicht voor de afkoeling, die de huid ondergaat door de lage luchttemperatuur en van de uitstraling van het lichaam, een uitstraling, die voortdurend plaats heeft, omdat de lichaamstemperatuur bijna altijd hooger is dan die van de omringende voorwerpen. Wij kunnen dat verschijnsel gemakkelijk waarnemen, als wij in de nabijheid komen van een zeer gevoeligen thermometer, die bij onze nadering terstond een weinig zal rijzen.

Zoodanige verschijnselen, als kunnen dienen tot tegenwicht voor de afkoeling van het lichaam, nl. hooge luchttemperatuur, rechtstreeksche zonnestraling, teruggekaatste straling en dergelijke, zijn daarom in de hygiënische-klimatologie van zeer groot belang; het is daarom te betreuren, dat er nog maar weinig rekening wordt gehouden met al deze verschijnselen bij klimatologische onderzoeken.¹ Men kan wel zeggen, dat van al deze factoren alleen de luchttemperatuur gewoonlijk nauwkeurig genoeg wordt onderzocht, de zonneshijn veel minder en dan nog bijna uitsluitend door de bedekking des hemels te schatten en zelden door rechtstreeksche metingen, terwijl eindelijk de overige warmte-verschijnselen niet of zelden worden nagegaan.

Behalve voor het menschelijk lichaam zijn de zonneshijn en de teruggekaatste warmte ook voor het plantenrijk van het allergrootste belang. Men denke slechts aan de verwarming van den bodem en aan het nut, dat de planten rechtstreeks trekken van den zonneshijn. Dat een verschijnsel, hetwelk in de natuur van zoo groot belang is, gemeten wordt is dus wel noodig. Zoo heeft men dan ook reeds langen tijd getracht toestellen uit te denken, waarmede de zonnestraling zou kunnen gemeten worden; en hoezeer de tegenwoordig daarvoor in gebruik zijnde instrumenten nog niet volkomen doelmatig kunnen genoemd worden, zijn de daarmede bereikte resultaten toch reeds zeer belangrijk.

Tegenwoordig meet men van den zonneshijn den duur en de intensiteit.

De duur van den zonneshijn wordt gemeten met behulp van een instrumentje, dat den naam draagt van zonneshijn-autograaf. Het is jammer dat dit toestelletje veel te hoog in prijs is om een ruim gebruik daarvan te verwachten. Sporadisch wordt het aange troffen op de groote observatoria, maar, voor zoover mij bekendis, wordt het nooit gebruikt door hen, die door hun beroep rekening hebben te houden met zonneshijn.

Bij hygiënisch-klimatologische onderzoeken mag een geregelde waarneming van den zonneshijn zeker in geen geval achterwege worden gelaten.

Het meten van de intensiteit der zonnestraling geschiedt door middel van de z. g. zwartebol-thermometers, d. z. thermometers, wier

¹ In Nederland althans zeker.

zwartgemaakte bol besloten is in eene luchtledige ruimte, teneinde te voorkomen dat die bol, die door het absorbeeren van de zonnewarmte warm wordt, zijn warmte door geleiding weer aan de omringende lucht afgeeft. Ook het gebruik van zulke insolatie-thermometers, zooals ze ook wel genoemd worden, is, helaas nog beperkt tot enkele groote observatoria.

Anders is het met de meting van de bodem-temperatuur, zoowel aan de oppervlakte als op grootere diepten. Inderdaad hebben wij bij de aardbodem-temperatuur te doen met wat wij de praktische resultaten van de bestraling door de zon zouden kunnen noemen; want de bodemtemperatuur speelt voornamelijk in het plantenleven een groote rol. De bodemtemperatuur is een minstens even gewichtige levensvoorwaarde voor de planten als water, lucht en licht. Het meten van bodemtemperaturen en het bestudeeren van de bodemwarmte behoort daarom zeker tot een der voornaamste onderwerpen der agrarische-klimatologie. Reeds tal van jaren houdt men zich bezig met het meten van bodemtemperaturen, o. a. in ons land aan het Nederlandsch Meteorologisch Instituut, waar geregeld zoodanige waarnemingen worden verricht, wier resultaten men, helaas, niet ziet bekend maken.

Een tegenovergesteld verschijnsel is de afkoeling van den grond en van de onderste luchtlagen door uitstraling van warmte, een verschijnsel, dat menigmaal onder gunstige omstandigheden aanleiding heeft gegeven tot de beruchte nachtvorsten.

Men moet zich dat verschijnsel op de volgende wijze voorstellen. De grond en de zich daarop bevindende voorwerpen stralen voortdurend warmte uit naar het koude hemelruim en dit zooveel te sterker, naarmate de lucht helderder is. Des daags, als de bestraling door de zon, bij betrokken weer minder dan bij helder weer, den aardbodem warmte toevoert, is er gewoonlijk in den grond meer winst dan verlies aan warmte. Naarmate echter de bestraling bij dalende zon geringer wordt, wordt die winst al kleiner en kleiner, totdat zij ten slotte overgaat in verlies. Alsdan koelt de bodem gaandeweg af, zoodat de luchtlagen, die er onmiddellijk aan grenzen, hunne warmte overbrengen op den zooveel kouderen grond en tegelijk met dezen afkoelen. Dit laatste proces beperkt zich echter tot de onderste luchtlagen, in de onderstelling natuurlijk dat geen snelle vermenging met hooger gelegen luchtlagen plaats heeft.

Onder gunstige omstandigheden, nl. bij lage luchttemperatuur,

heldere, rustige en droge lucht, kan die afkoeling van den grond zóó groot worden, dat langs den bodem de temperatuur beneden het vriespunt daalt. Dat is nachtvorst.

Men neemt dan wel eens waar dat plassen, sloten en waterpoelen des morgens vroeg met een dun laagje ijs bedekt zijn, terwijl de luchttemperatuur toch niet beneden het vriespunt is geweest, omdat die afkoeling zich niet uitbreidde tot aan de luchtlagen waarin de thermometer hing.

De temperatuur, die de bodem en de onmiddellijk daarop rustende luchtlaag verkrijgt, noemt men de uitstralingstemperatuur; zij is altijd lager dan de luchttemperatuur, die wij op 1.5 à 2 M. boven den grond waarnemen. Men moet dus wel onderscheid maken tusschen de luchttemperatuur — kortweg meestal *de temperatuur* genoemd — en de uitstralingstemperatuur, en dus niet uit het ontstaan van ijs op plassen, poelen, enz. en uit het ruigvriezen besluiten dat de luchttemperatuur beneden het vriespunt is.

Uitstralingstemperaturen, die dicht bij den grond en ook wel onmiddellijk boven groote voorwerpen voorkomen, zijn voornamelijk van belang voor den plantengroei en voor kleine dieren, minder voor het menschelijk lichaam. Zij worden gemeten met behulp van z. g. uitstralingsthermometers, die op geringe hoogte boven den grond en even onder de aarde worden nedergelegd, en natuurlijk als minimum-thermometers zijn ingericht, om de minimum-uitstralings-temperatuur te kunnen bepalen. Voor de studie en de voorspelling der nachtvorsten zijn waarnemingen betreffende de uitstralingstemperatuur natuurlijk van groot belang.

Ook deze waarnemingen worden bij ons zeer weinig gedaan, hoewel zij toch in het bijzonder voor kweekers van belang zijn. Maar het gaat met deze waarnemingen als met zoovele uit het gebied der meteorologie; er is geen belangstelling voor, omdat de belangstelling niet wordt opgewekt en omdat van bevoegde zijde zoo goed als niets gedaan wordt om dergelijke zaken in wat ruimeren kring bekend te maken.

Bij de uitstraling speelt de vochtigheid een belangrijke rol; maar hierover zal in het tweede gedeelte van dit artikel gesproken worden.

Ook de sneeuw heeft een zeer grooten invloed op de uitstraling, omdat zij haar in zeer sterke mate in de hand werkt. Sneeuw verliest hare warmte gemakkelijk door uitstraling. Zoodra dus over een groote uitgestrektheid een sneeuwdek ligt, heeft een sterke uitstraling plaats, waarvan het gevolg is, dat eerst de onderste, later de hoogere

luchtlagen sterk afkoelen. Iets dergelijks dus als nachtvorst maar in sterker mate en ook tot op grootere hoogte boven den grond. Des daags worden de warmtestralen wel zeer gemakkelijk geabsorbeerd door de sneeuw, maar zij worden gebruikt om haar te smelten en geven dus geen of geringe verhooging van temperatuur. Zoo komt het dan ook dat sneeuw, over een groote uitgestrektheid gevallen, in zeer sterke mate medewerkt tot de gestrengheid der winters.

Is dus in een vlak land de sneeuw een der oorzaken van strenge koude, in bergachtige streken kan zij daarentegen dikwijls een ware zegen worden. Zoo dankt b. v. Davos het bekende, voor borstlijders zoo gunstige klimaat aan de sneeuwmassa's op de omringende bergen. Des winters, als daar bijna voortdurend de zon schijnt, wordt hare warmte door die sneeuwmassa's geabsorbeerd. Er heeft dientengevolge op de berghellingen geen noemenswaardige temperatuursverhoging plaats en ten gevolge daarvan blijven de z.g. bergwinden uit. In het dal heerscht dan ook een weldadige stilte, gepaard met zonneschijn.

Ten laatste nog een woord over de z.g. gespiegelde warmte, waaronder men de stralende warmte verstaat, die door groote wateroppervlakten en in het algemeen door een of andere massa teruggekaatst wordt. Deze warmte kan onder gunstige omstandigheden van groot gewicht zijn; op het rijpen van vruchten toch en op het herstel van zieken en reconvalescenten werkt zij zeer gunstig. In ons vlakke land is zij niet van belang, omdat feitelijk alleen plaatsen, die aan groote meren of watervlakten hoog gelegen zijn, een belangrijke hoeveelheid gespiegelde warmte kunnen ontvangen, en dit dan ook, zooals in enkele gevallen is aangetoond, werkelijk doen. In bergachtige streken kan men haar dus alleen een klimatologische factor noemen, dien wij hier volledigheidshalve alleen vermelden, al kennen wij haar in ons land als zoodanig geringe waarde toe.

Zoo ben ik dan gekomen aan het einde van de bespreking der warmteverschijnselen in den dampkring en aan de oppervlakte van den bodem. Ik zal de laatste zijn om te meenen, dat die een getrouw beeld geeft van die verschijnselen, wier wederkeerige invloed het bijna ondoenlijk maakt zoodanig beeld te ontwerpen. De opmerkelijke lezer, die door dit schrijven wordt opgewekt de gemaakte opmerkingen met eigen waarnemingen te vergelijken, zal wellicht daarin zoo veel genoeg vinden, dat het er hem toe brengt de onvolledigheid er van te verontschuldigen.

II. DE VOCHTIGHEID.

Nadat in het vorige hoofdstuk de belangrijkste warmteverschijnselen en de geschiktste wijze om de temperatuur te meten beschreven zijn, is het nu mijn taak om in dit tweede gedeelte het een en ander mede te deelen over een andere, hoogst gewichtige factor in de weersgesteldheid, de vochtigheid van den dampkring.

De temperatuur van de lucht is een verschijnsel, waarvoor het menschelijk lichaam zeer gevoelig is, gevoeliger nog dan onze beste thermometers. Wanneer men echter meent, dat het alleen de luchttemperatuur is, die wij voelen, dan vergist men zich. Wat wij voelen is de temperatuur van onze huid en die temperatuur wordt geregeld door de afkoeling, die de huid door uitwendige oorzaken ondergaat en door de warmte, welke ons lichaam haar toebrengt, buiten beschouwing gelaten op welke wijze deze laatste werking plaats heeft. Wat nu die afkoeling tengevolge van uitwendige oorzaken aangaat, deze is toe te schrijven aan drie of eigenlijk aan vier verschijnselen. Vooreerst wordt zij geregeld door de temperatuur van de lucht op de eenvoudigste wijze, doordat de omringende koudere luchtdeeltjes (zelden warmere, zooals in zeer heete streken) de huidwarmte overnemen door geleiding. Dan heeft verder de vochtigheid van de lucht een zeer grooten invloed, daar het van haar afhangt in welke mate de tengevolge van transpiratie vochtige huid droog damp of juist uitgedrukt: in welke mate het zweet verdampt. Naarmate die verdamping sneller gaat en dus meer warmte aan de huid onttrokken wordt (voor verdamping is namelijk warmte noodig, die in dit geval aan de huid ontleend wordt) zal de huidtemperatuur dalen. Daarom is het zoo onjuist wanneer men zegt, dat transpiratie ons een gevoel van warmte geeft. Het omgekeerde is juist waar en het transpireeren dient juist om onze huidtemperatuur te verlagen.

Hoe droger nu de lucht is, des te sneller heeft de verdamping op de huidoppervlakte plaats en des te meer wordt daardoor de huidtemperatuur gematigd. Een ander verschijnsel, het derde dat de huidtemperatuur helpt regelen, is de snelheid van den wind, omdat naarmate de luchtverplaatsing sterker is, de verdamping op de huid, ook op de door kleeren bedekte gedeelten grooter zal zijn. Het vierde verschijnsel, dat invloed heeft op de huidtemperatuur, is de uitstraling van warmte door het lichaam. Dit verschijnsel kwam reeds

in het eerste gedeelte van dit opstel ter sprake en kon dus hier verder buiten beschouwing blijven.

Nu kan men gemakkelijk inzien, dat de vochtigheid van de lucht voor het menschelijk lichaam van groote beteekenis is en op onzen gezondheidstoestand een zeer aanzienlijken invloed moet uitoefenen, en daarom behoort zij tot die verschijnselen, die in de hygiënische-meteorologie een van de voornaamste plaatsen inneemt. De windsnelheid is dan slechts een secundair verschijnsel, dat wel onze beschouwing waard is, maar in dit opstel slechts naast de vochtigheid van den dampkring.

Met het bovenstaande heb ik slechts willen aantonen, dat alleen met betrekking tot het menschelijk lichaam de vochtigheid van de lucht reeds waard is om het onderwerp van een populaire beschouwing uit te maken, en zooveel te meer, omdat het zoo zelden voorkomt dat de vochtigheid van de lucht anders dan in de leerboeken der natuurkunde of in hier te lande weinig gelezen werken over meteorologie behandeld wordt.

Voordat wij nu afstappen van het onderwerp: huidtemperatuur, wenschte ik er nog op te wijzen, dat men ook getracht heeft een eenvoudige formule vast te stellen, waarmede men uit de waarnemingen van temperatuur en uit de snelheid van den wind de huidtemperatuur kan berekenen. Op grond van talrijke waarnemingen stelde de Belgische meteoroloog J. VINCENT een formule op, waarin de luchttemperatuur, het verschil tusschen de aanwijzingen van een zwartebol-thermometer en de gewone thermometer en eindelijk de snelheid van den wind voorkomen. Zonder twijfel werd met deze formule slechts een onbevredigend resultaat verkregen, daar nog niet kan aangetoond worden, dat door deze formule de huidtemperatuur nauwkeurig genoeg wordt aangegeven, doch dergelijke pogingen als door VINCENT gedaan, verdienen zeer zeker belangstelling en navolging. De amerikaansche meteoroloog MARK W. HARRINGTON meent, dat de temperatuur, aangewezen door den z. g. vochtigen thermometer, waarover straks nader gesproken zal worden, een maat is voor de temperatuur die wij voelen, en noemt haar daarom »*Sensible temperature*”. Zeker verdient zijn meening ook onze aandacht, en het komt mij daarom wel belangrijk genoeg voor het een en ander aan te halen van hetgeen de Oostenrijksche klimatoloog JULIUS HANN daarover mededeelt in zijn voortreffelijk werk »*Handbuch der Klimatologie*”. Hij zegt o. a.: »In een van de heetste streken der aarde, in *Death Valley* (Vallei des doods) in

Kalifornië, beleefden de waarnemers van het »Weather Bureau»¹ in den zomer van 1891 gedurende 5 dagen maximum-temperaturen van 50° C²; de vochtige thermometer stond echter op 23—25°, zoodat het gevoel van warmte voor een persoon, die zich op een geschikte plaats bevond (tegen stralende hitte beschut) bijna gelijk stond met de koelte van een zomernamiddag."

Dat menschen zulk eene geweldige zomerhitte, mits tegen bestraling beschut, toch verdragen kunnen, vindt slechts daarin zijn grond, dat de verdamping op de huid de huidtemperatuur laag houdt. Bij zulk een groote droogte van de lucht, als HARRINGTON noemt, is die verdamping zeer sterk, wanneer men ten minste zorg draagt door veel te drinken de transpiratie te steunen.

De heete zomerdagen in ons land gaan meestal ook gepaard met geringe vochtigheid en zijn daarom meestal gemakkelijk te verdragen. Anders wordt het wanneer de vochtigheid van de lucht zeer groot is. Dan wordt de hitte ondragelijk. Sommige klimaten zijn gekenmerkt door het samengaan van groote zomerhitte bij groote luchtvochtigheid en zijn daarom zoo hoogst onaangenaam.

Wij zullen nu verder laten rusten op welke wijze de vochtigheid van de lucht op het menschelijk lichaam werkt, om nu over te gaan tot de beschouwing van de vochtigheidsverschijnselen.

Onnoodig is het in herinnering te brengen, dat de dampkringslucht in staat is een zekere hoeveelheid waterdamp in oplossing te houden, een hoeveelheid die afhankelijk is van de temperatuur van de lucht. Naarmate de temperatuur hooger is kan er ook meer waterdamp in de lucht aanwezig zijn en zoolang dus niet zooveel waterdamp in de lucht is opgelost als bij de heerschende temperatuur mogelijk zou zijn, heeft steeds verdamping van water plaats, uit den bodem, uit waterplassen en waterhoudende bekkens in het algemeen, uit de bladeren der planten, uit de huid en de ademhalingswerktuigen van menschen en dieren, kortom overal waar water aanwezig is en met de dampkringslucht in aanraking kan komen.

Gewoonlijk is de toestand van den dampkring in de onderste luchtlagen — van de hoogere weten wij eigenlijk zeer weinig — zoodanig, dat minder waterdamp in de lucht is opgelost dan mogelijk zou zijn. Men zegt dan dat de lucht nog niet verzadigd is met waterdamp.

¹ Het bekende Amerikaansche meteorologische centraal-bureau te Washington.

² In de schaduw, wel te verstaan.

Men kan dan het gehalte van de lucht aan waterdamp uitdrukken door aan te geven hoeveel waterdamp in gewicht in de lucht aanwezig is. Zoo bevat lucht van 20° C, die met waterdamp verzadigd is, ruim 17 gram¹ water per kubieken meter. Is de lucht nu niet verzadigd met waterdamp en bevat zij minder dan het maximumbedrag, dan kan men het gehalte aan waterdamp in grammen per kubieken meter uitdrukken, zooals de Engelsche meteorologen nog meermalen doen, doch zulke getallen geven niet duidelijk aan hoe groot de vochtigheid van de lucht is. Men spreekt dan van absolute vochtigheid van de lucht. Voor verschillende doeleinden, o. a. in de meteorologie, is echter de absolute vochtigheid minder praktisch en drukt men den vochtigheidstoestand liever uit in de z. g. relatieve vochtigheid, waaronder verstaan wordt de verhouding tusschen de absolute vochtigheid en de grootste hoeveelheid waterdamp, die bij de heerschende temperatuur in de lucht aanwezig kan zijn. Neemt men b. v. waar dat bij 20° C 14.075 gram water in 1 kubieken meter

lucht is opgelost, dan is die verhouding $\frac{14.075}{17.148} = 0.82$ hetgeen men

eenvoudiger uitdrukt door te zeggen: de relatieve vochtigheid bedraagt 82 percent. In de klimatologie is de relatieve vochtigheid een zeer gewichtige factor. Geheel voldoende is zij niet wanneer men b. v. wil onderzoeken in hoeverre lucht van een zekere temperatuur en een bepaald watergehalte schadelijk voor onzen gezondheidstoestand kan zijn. Er is immers nog een zeer groot verschil tusschen lucht van 35° C b. v. en een zeer laag gehalte aan waterdamp en lucht van lage temperatuur bij groote relatieve vochtigheid. De reeds genoemde klimatoloog HANN geeft daarvan een goed voorbeeld als hij schrijft: »Den 14^{den} Augustus² om 2 uur in den namiddag bedroeg de luchttemperatuur te Hawari (Oase Kufra, in het hart van de Lybische woestijn) 38°.9 C, . . . de relatieve vochtigheid bedroeg 9 pct.» Maar het absolute gehalte aan waterdamp van de lucht was toch nog gelijk aan die van de vochtige winterlucht in West-Europa, waarbij dan de relatieve vochtigheid 80—90 pct. is.

Ik behoef niet te zeggen, dat bij een zoo hooge temperatuur en een zoo geringe vochtigheid als hierboven genoemd is, de uitwerking op het menschelijk lichaam een zeer bijzondere is; zoo b. v. is het

¹ Nauwkeurig: 17.148 gram.

² Een jaartal wordt niet genoemd.

barsten van de nagels er een gevolg van. In Duitsch Zuidwest-Afrika, meer het binnenland in, is de lucht in het droge jaargetijde zoo arm aan waterdamp, dat men heeft waargenomen hoe b. v. de huid in het gelaat en op de handen zoo droog wordt, dat men haar in vrij groote lappen kan aftrekken.

Voor al op de longen heeft de vochtigheid der lucht een zeer belangrijken invloed. Men houde in het oog, dat de in de longen binnenstroomende lucht verwarmd wordt tot de lichaamstemperatuur (afgekoeld in zeer heete klimaten) en tot verzadiging toe waterdamp opneemt. Welk een groot verschil dus tusschen de werking van lucht die koud en droog, of warm en vochtig is, op de ademhalingsorganen. Niet alleen dus is het van belang de relatieve vochtigheid van de lucht te kennen, maar ook daarbij de temperatuur, omdat alleen dan beoordeeld kan worden wat de uitwerking kan zijn.

Wij moeten nu de bespreking van de relatieve vochtigheid eindigen, omdat nog overblijft na te gaan op welke wijze de vochtigheid van de lucht gemeten wordt. Hiervoor bestaan feitelijk vier methoden, nl. de chemische, waarbij aan een bekende hoeveelheid lucht van bepaalde temperatuur het water onttrokken wordt en dan uit de gewichtsvermeerdering van een stof, waarover of waardoor men die hoeveelheid liet strijken en die den waterdamp opnam, het watergehalte berekend kan worden; verder de methode waarbij het z. g. dauwpunt bepaald wordt, d. i. de temperatuur, waarbij uit lucht bij afkoeling de waterdamp begint te condenseeren. Dit berust op het volgende beginsel. Wanneer niet-verzadigde lucht wordt afgekoeld zal haar relatieve vochtigheid gaandeweg toenemen, totdat eindelijk een temperatuur bereikt wordt, waarbij de lucht de grootst mogelijke hoeveelheid waterdamp bevat en dus verzadigd is. Deze temperatuur noemt men het dauwpunt. Daalt de temperatuur nog lager, dan treedt condensatie in.¹ Van dit verschijnsel heeft men gebruik gemaakt bij de z. g. condensatiehygrometers, toestelletjes waarmede het dauwpunt gemeten wordt. De inrichting van zulke instrumentjes zal ik hier, om niet te uitvoerig te worden, niet nader beschrijven, doch ik zal slechts mededeelen, dat zij voor nauwkeurige bepaling van het dauwpunt, waaruit men met behulp van de waargenomen temperatuur van de lucht de absolute en relatieve vochtigheid kan afleiden, zeer

¹ Zie ook »Het gebruik van locale waarnemingen bij weervoorspellingen'' in een vorigen jaargang van dit maandblad.

geschikt zijn, vooral voor de bepaling van de vochtigheid van de lucht in kamers, zalen, enz., doch voor waarnemingen buiten minder aanbeveling verdient.

De derde methode om de vochtigheid der lucht te bepalen berust op de eigenschap van sommige stoffen om onder den invloed van vocht uit te rekken en bij vermindering van de vochtigheid van de lucht weer te krimpen. Vooral haren en in het bijzonder blonde vrouwenharen, bezitten deze eigenschap en daarbij een groote gevoeligheid voor veranderingen in den vochtigheidstoestand van de lucht. De werking van de z.g. haarhygrometers (ook de z.g. thermohygrokoop en de polymeter van LAMBRECHT) berust op die eigenschap. Haarhygrometers zijn bijzonder geschikt voor het bepalen van den vochtigheidstoestand van de lucht, terwijl zij boven de toestellen, wier werking op toepassing van de twee eerstgenoemde methoden berust, twee voordeelen bezitten. Zij geven namelijk direct de relatieve vochtigheid aan, zonder dat men eerst een zekere manipulatie behoeft toe te passen, zooals bij toepassing van de chemische- en de condensatie-methode, terwijl zij bovendien als zelfregistreerend instrument kunnen worden ingericht, hetgeen b. v. in de meteorologie van zeer groot belang is. Een nadeel hebben de haarhygrometers. Het is nl. noodig, dat zij van tijd tot tijd, b. v. iedere maand, vergeleken worden met de aanwijzingen van een normaal-instrument, of met een psychrometer, een condensatie-hygrometer, of in het algemeen op hunne juiste aanwijzing onderzocht en geregeld worden. Lastig of moeilijk is dit echter niet terwijl dit nadeel niet opweegt tegen het voordeel, dat zij ook bij vriezend weer kunnen gebruikt worden. In vochtige klimaten is echter het gebruik van een psychrometer te verkiezen en alleen bij vorst te vervangen door een haarhygrometer, hetgeen bij zelfregistreerende instrumenten wel, doch bij niet-zelf-registreerende instrumenten geenszins absoluut noodzakelijk is.

De vierde en meest gevolgde methode om de vochtigheid van de lucht te bepalen berust op verdamping van water op de oppervlakte van den bol eens thermometers. Voor verdamping van water is warmte noodig, zooals wij reeds hierboven gezien hebben. Bevochtigt men nu den bol van een thermometer met water, hetgeen men doet door om dien bol een dun lapje (mousseline) te wikkelen en dit vochtig te houden, dan zal het water uit dat lapje uit zich zelf verdampen en de voor die verdamping benoodigde warmte aan den thermometerbol onttrekken. Die thermometer zal diensgevolge een lagere tem-

peratuur aanwijzen dan een daarnaast opgestelde, wiens bol niet bevochtigd is. Naarmate de lucht droger is, grijpt die verdamping sneller plaats, de warmte-onttrekking is grooter, de thermometers verschillen meer in aanwijzing. Uit dat verschil kan de relatieve vochtigheid van de lucht berekend worden, doch om de lastige berekening te vermijden bij veelvuldige waarnemingen kan men gebruik maken van de in den handel verkrijgbare z. g. psychrometertabellen.

De beide thermometers, de gewone en de z. g. vochtige, waarover hierboven reeds gesproken is, vormen samen den z. g. psychrometer, het toestel, dat zich in den loop van den tijd door zijn uitnemende eigenschappen een ruim gebruik, vooral in de meteorologie, heeft verworven. Het instrument werkt ook inderdaad zeer goed en biedt dezelfde voordeelen aan als de hygrometer; het kan nl. zelfregistreerend gemaakt worden en is onmiddellijk afleesbaar. De zelfregistreerende psychrometers hebben echter het nadeel, dat zij bij vorst niet gebruikt kunnen worden. De niet-zelfregistreerende psychrometer echter wel, daar ook het ijs in het lapje om den bol verdampt. De psychrometer werkt dan evenzoo, doch moet men het verschil in aanwijzing der beide thermometers nog met een halven graad celsius vergrooten, zooals EKHOLOM heeft aangetoond.

Het spreekt van zelf, dat de psychrometer in volkomen rustige lucht niet goed werkt. Daarom moet bij de opstelling van zulk een instrument gerekend worden op een voldoende verversching van de omringende lucht. De veel gebruikte psychrometertabel van JELINEK is berekend voor een snelheid van de lucht van 1 M. per seconde, en men kan aannemen, dat een buiten opgestelde psychrometer wel aan een zoo snelle ventilatie is blootgesteld.

Volgens de aanwijzingen van Prof. ASZMANN vervaardigt men tegenwoordig ook den z. g. *aspirations-psychrometer*, waarbij de vochtige thermometer geplaatst is in een door een uurwerk en vleugelrad veroorzaakt luchtstroom, wiens snelheid geregeld kan worden. Jammer genoeg is dit instrument niet zelfregistreerend.

In het eerste hoofdstuk van dit opstel heb ik aangetoond hoe noodig het is, dat thermometers, waarmede men de luchttemperatuur wil meten, opgesteld worden in een daartoe geschikte kooi. Met psychrometers en hygrometers is dit eveneens het geval, want men kan deze instrumenten natuurlijk niet blootstellen aan regen, al te groote windsnelheid, stof en bestraling door de zon. Zulke kooien moeten dan tevens voldoen aan de voorwaarde, dat zij rijkelijke ventilatie

toelaten, omdat anders op stille dagen de lucht in de kooi te veel in rust zou blijven en de waargenomen relatieve vochtigheid te groot zou zijn.

Bij de plaatsing van de kooi verdient het overweging waar men deze zal zetten, daar een verkeerde plaatsing aanleiding zou kunnen geven tot hoogst onnauwkeurige waarnemingen. Nooit mag een thermometerkooi, die tevens als psychrometerkooi dienst doet, staan op een plaats, waar de lucht niet of onvoldoende ververscht wordt. De nabijheid van groote boomen, bosschen of andere sterk vocht-uitdampende voorwerpen of uitloozingspijpen van ventilatie-inrichtingen, stoommachines of dergelijke inrichtingen kunnen een hoogst nadeeligen invloed op de aanwijzingen van psychro- en hygrometers uitoefenen en men behoort dus zorg te dragen, dat de kooi altijd zooveel mogelijk op een open terrein, zoo ver verwijderd als het kan van bovengenoemde storende invloeden, wordt opgesteld.

Zoover gekomen zou ik mijn beschouwingen over de vochtigheid in den dampkring kunnen eindigen, als er nog niet een paar punten ter bespreking over bleven. Er is nl. nog niets gezegd over de afwisselingen, die de vochtigheid ondergaat zoowel op den dag als in den loop van langere perioden. Evenals de temperatuur heeft de vochtigheid in den dampkring een dagelijksche periode. In het algemeen kan men zeggen, dat de relatieve vochtigheid daalt als de temperatuur stijgt en omgekeerd, zoodat de geringste relatieve vochtigheid kort na den middag, de grootste ten tijde van de laagste temperatuur voorkomt. Voor het dagelijksch leven is meestal alleen de kennis van de relatieve vochtigheid op de daguren van belang.

Om nog even terug te komen op den invloed van de relatieve vochtigheid op het organisme, wil ik hier nog mededeelen, dat vochtige lucht over het algemeen de beweging van het bloed vertraagt, de slaap rustig maakt, de afscheiding van koolzuur vermeerderd en de werking van het zenuwstelsel vermindert, dat daarentegen droge lucht een omgekeerde uitwerking heeft, zooals slapeloosheid, versnelling van den polsslag, grootere droogte van de huid, en in het algemeen zenuwachtige overprikkeling. Zeer sterke vochtigheid maakt hooge temperatuur zeer moeielijk te verdragen, terwijl snelle en sterke veranderingen in de vochtigheid van den dampkring vooral voor zieken een zeer nadeeligen invloed kunnen hebben. Zoo blijkt dan ook uit het bovenstaande — en ik hoop het voldoende aangetoond te hebben — dat naast de warmteverschijnselen de vochtigheidsver-

schijnselen in den dampkring een belangrijken invloed, vooral op het menschelijk organisme uitoefenen en daarom onze aandacht en de onderzoekingen op meteorologisch, klimatologisch en hygiënisch-klimatologisch gebied ten volle waard zijn.

's-Gravenhage, Februari 1902.