

DE TEMPERATUUR IN DE ONDER- AARDSCHE GANGEN VAN DEN SINT PIETERSBERG

door

Ir. D. C. VAN SCHAÏK.

(Vervolg.)

De verdienste van de Bruyn, die het temperatuurvraagstuk een heel eind vooruitgebracht heeft, ligt, wat zijn werk en eerste publicatie betreft, in zijn groot aantal waarnemingen, die over alle maanden van het jaar en over meerdere punten in den berg zijn verdeeld, en vooral ook in het betrekken van de luchtverplaatsing en haar oorzaken in zijn beschouwingen. Hij ging met zijn waarnemingen dieper in den berg, maar deze had toen alleen nog maar door de ingangen aan de oostzijde verbinding met de buitenlucht. In dit verband is het van belang op te merken, dat zoowel Faujas als Bory een temperatuur van 10° C hebben waargenomen, maar aan de westzijde van den berg, toen de geheele berg nog door den grooten ingang verbinding met het Jekerdal had. Opvallend is daarbij, dat Faujas deze hoogste temperatuur zelfs waarnam bij een uiterst lage buitentemperatuur, terwijl van Swinden, die niet zoo ver naar het westen doordrong, zijn meting bij hooge buitentemperatuur deed en in den berg een lagere temperatuur vond.

de Bruyn bereikte ook meer, doordat hij zijn waarnemingen in verschillende grotten deed, hetgeen vooral ten aanzien van de luchtverplaatsingen van belang is. Hij heeft voorts het min of meer vergeten standpunt van Crahay verdedigd en is terecht niet tot zijn metingen overgegaan, alvorens den St. Pietersberg zelf beter te leeren kennen dan zijn voorgangers. Zijn met primitieve hulpmiddelen gemaakte plattegrond van de groeven in den Louwberg bewijst, dat hij met de onderaardsche gangen vertrouwd geraakt was. Wil men achter hun geheimen komen, dan is het een eerste vereischte om er geregeld in gewerkt te hebben en er niet alleen als beschouwende bezoeker binnen te komen.

Zijn publicatie is dan ook, naast de grondige wijze, waarop hij het temperatuurvraagstuk heeft aangepakt, interessant, omdat hij in den St. Pietersberg goed den weg wist en hem „tot in de meest verwijderde hoeken” doorkruiste. Wel moet hem in dit opzicht ook nog veel verborgen gebleven zijn, omdat hij, volgens zijn eigen zeggen, de plaatsen, waar hij de temperatuur opnam, lang niet alle goed wist te localiseeren. En juist omdat het door hem nieuw ingevoerde gezichtspunt van de luchtverplaatsing van zooveel belang is, kan hier nog aanvullend werk verricht worden.

Dat hij zijn waarnemingen en bergtochten met hart en ziel verrichtte, blijkt uit zijn uitlating: „Het waren aangename tochten, waarbij de prikkel van het geheimzinnige, het avontuurlijke, ja het gevaarlijke niet ontbrak.” Hij laat dan ook een algemeene beschrijving van het Maastrichtsche Krijt en van de onderaardsche gangen voorafgaan, die het lezen zeker de moeite waard is en ons nog

enkele bijzonderheden aan de hand doet over den toestand der gangen omstreeks het begin onzer eeuw.

Zoo spreekt hij van den ouden ingang aan de westzijde, op Belgisch gebied tegenover Canne, in de zgn. „Brouwketel”, welke enkele jaren te voren tegen het smokkelen was dichtgemaakt, een bewijs, dat dit al eerder gebeurde dan in den vorigen oorlog, zooals nogal eens wordt beweerd. De berg vormde toen vanaf de kerk te St. Pieter tot aan de Caestert nog één geheel, maar achter den „Roode Haan” was er een punt, waar slechts één enkele gang de verbinding naar het zuiden vormde. Deze scheiding tusschen wat we nu het Gangenstelsel Slavante en het Zuidelijk Stelsel noemen, moet nabij den ouden ingang „De Kiezelgroeve” gelegen hebben en is met dezen bij de afgraving van de Enci verdwenen, waardoor de scheiding tusschen de beide gangenstelsels voor goed is tot stand gebracht. Voor de Bruyn was het echter ten aanzien van de temperatuurverdeling al noodig hier een scheidingslijn te trekken.

Toen hij in 1892 en '93 zijn eerste metingen deed, vormden Zonneberg en Slavante nog één geheel. In 1902 waren ook deze beide stelsels gescheiden, doordat men in enkele gangen (hij spreekt van een achttal) muren had opgetrokken, om de twee toen bestaande exploitaties voor het vreemdelingenverkeer van elkaar te scheiden. Op St. Pieter sprak men reeds van den „bovenberg” (stelsel Slavante) en den „benedenberg” (stelsel Zonneberg). Mijn opvatting, dat de ingang onder Zonneberg uit een recenten tijd dateert, (op grond van de bewerkingswijze en de wandopschriften), vond ik in de Bruyn's publicatie bevestigd, waar hij over de beide genoemde exploitaties zegt: „De eene heeft daartoe een nieuwe opening gemaakt, een paar jaren geleden onder de hoeve „Zonneberg”. We mogen dus aannemen, dat deze tegenwoordige ingang uit het einde van de vorige eeuw dateert.

Op een enkel punt kan ik het met zijn betoog niet eens zijn. Over het Maastrichtsche Krijt spreekt hij: „Het eigenlijke Maastrichtsche Krijt moet na deze opheffing (n.l. van de oudere gesteenten in het zuiden, die o.a. de Ardennen deed ontstaan) zijn afgezet; de lagen liggen meer horizontaal, zijn aan den Noordkant het dikste en nemen gaandeweg naar het Zuiden af.” Verder wijst hij de grint- en zandheuvelds in den berg nabij den „Roode Haan” aan leeggestorte aardpijpen. Zooals ik reeds vroeger schreef, ¹⁾ liggen de lagen van het Maastrichtsche Krijt evenzeer in een naar het zuiden oplopende helling, maar moet het bovengedeelte ervan op een vlakker niveau afgeslepen zijn, waardoor de gangen in het zuiden door een veel dunnere laag zijn bedekt dan in het noorden; ik schrijf de aardstoringen in het zuidelijk stelsel voornamelijk toe aan doorzakking van het daar ter plaatse dunnere plafond.

Afgaande op het werk van Binkhorst van den Binkhorst (1859) zegt de Bruyn, dat de Fransche ingenieur Le blanc in 1842

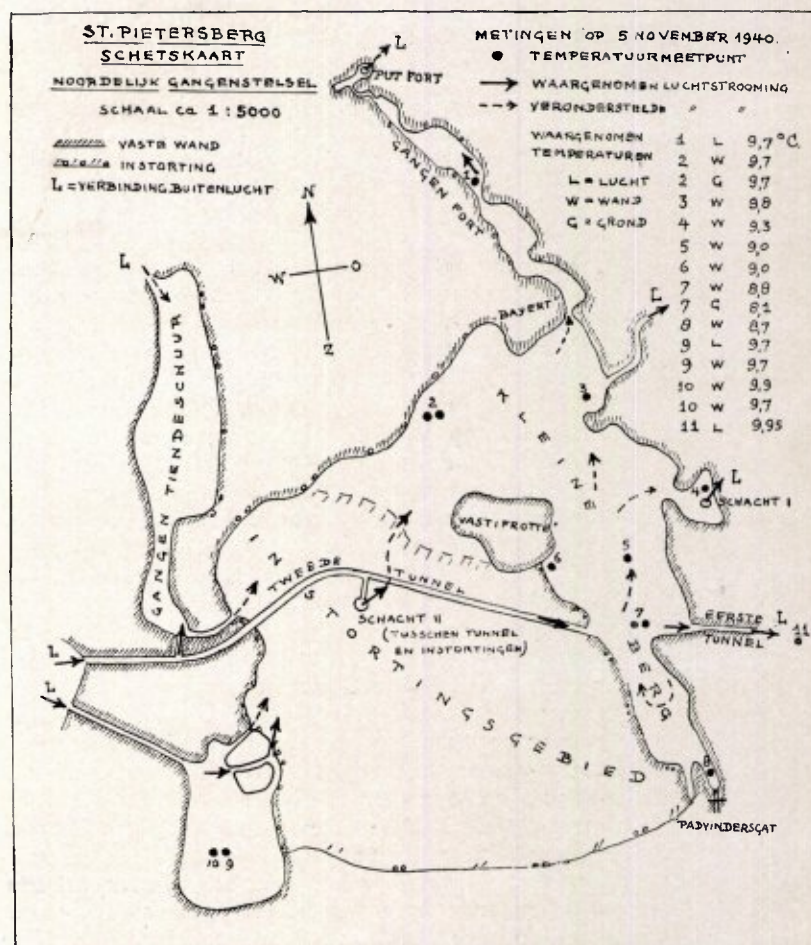
het in genoemd werk overgenomen kaartje van de onderaardsche gangen vervaardigde, waarop deze vanaf het Fort Sint Pieter tot achter de kerk van St. Pieter zijn weergegeven. Dit kaartje is echter niet anders dan een gedeeltelijke copie van den in 1748 door M a s s e gemaakte, wel niet zeer nauwkeurigen, maar uitgebreiden plattegrond der onderaardsche gangen vanaf het fort tot aan de Caestert. Wat de noordelijke gangen betreft, was deze al lang achterhaald door de mooie teekening van Houriez uit 1796, welke noch F a u j a s, noch L e b l a n c hebben gekend.

In zijn tweede publicatie van 1904 geeft de Bruyn weer een reeks waarnemingen, thans voornamelijk op contrôle van de luchtstromingen betrekking hebbend, en tot het doen waarvan hij H. Wilbers S.J. te Maastricht in 1903 bereid vond.

Hij komt al dadelijk met de mededeeling, dat hij de nog ter beantwoording overgebleven vraag, wat de andere oorzaak kon zijn van de temperatuurdaling in den berg, ten minste wat de hoofdzaken betreft, meent te kunnen beantwoorden en wel door den St. Pietersberg te rangschikken onder de dynamische koude grotten.

In het kort licht hij eerst toe, dat er uiteenlopende theorieën waren opgesteld voor de ijsvorming in de grotten. Eenerzijds nam men ijsvorming in den zomer aan, hetzij door vertraagde warmtegeleiding in den grond, hetzij tengevolge van warmteonttrekking door zoutoplossing, hetzij door de verdere afkoeling, welke water van 4°C ondergaat bij het stroomen door zeer fijne kanalen. Tenslotte achtte men de verdamping als oorzaak mogelijk. De aanhangers van deze zomertheorie waren niet zeer beslist en daartegenover stonden die van de wintertheorie, die veel positiever in hun beweringen waren. Zij namen aan, dat de zware, koude lucht 's winters de lichtere, warme lucht verdrong en het drupwater deed bevriezen. De hierdoor vrijgekomen warmte werd door de genoemde lucht-uitwisseling naar buiten afgevoerd. Wanneer de grot dan een zakvorm had, waarborgde dit het bewaren van het ijs in den zomer. Inderdaad hadden thermogrammen aangetoond, dat de grottemperatuur zeer gevoelig was voor koude-schommelingen in de buitenlucht, maar veel minder, of zelfs ongevoelig voor schommelingen in de buitentemperatuur, zoodra deze meer dan 2°C bedroeg. Dit bewees inderdaad, dat de warme lucht rustte op de koude en dat er geen vermenig door convectie plaats vond.

de Bruyn kon in geen van beide theorieën een bevredigende verklaring vinden voor de afkoeling in den St. Pietersberg en wat de wintertheorie betreft speciaal, omdat men hier den geschikten zakvorm mist. Er zijn voorts meerdere openingen inplaats van één enkele en deze liggen even hoog als de gangen. Ik geloof, dat de Bruyn hier te snel in zijn oordeel was, waarop ik nog nader zal terugkomen. Hij wijst er voorts op, dat het betoog van den bestrijder van C r a h a y en diens wederwoord eigenlijk over dit punt



v. Schaik del.

handelen. Het eerste beoogt niet anders dan toepassing van de wintertheorie; het wordt door C r a h a y bestreden, maar deze stelt zelf ten slotte toch de vraag, of in de kracht, welke in de ijsgrotten werkzaam is, geen oorzaak voor de hier te verklaren verschijnselen kan liggen.

de Bruyn komt dan tot een andere verklaring, n.l. door den St. Pietersberg te vergelijken met de windholen, die soms ijs, maar altijd koude lucht bevatten, waartoe inderdaad verschillende punten van overeenkomst hem aanleiding geven.

Dergelijke windholen hebben steeds een paar openingen, welke op verschillende hoogten liggen. Door de bovenste stijgt 's winters de warme lucht op en door de onderste trekt dan de koude lucht naar binnen. Het opstijgen van wolken damp en nevel uit de eerstgenoemde opening wijst wel op verdamping binnen in de grot, maar de voornaamste bron van afkoeling vormt de binnenstroomende koude lucht.

In den zomer is de luchtstrooming andersom: boven wordt warme lucht aangezogen, omdat beneden de koude lucht wegstroomt. Dus zomer en winter is het boven het warmste, beneden het koudste.

Dit verschijnsel zou, over de geheele grot genomen, nog geen gemiddelde lagere temperatuur behoeven te geven dan de gemiddelde buitenluchttemperatuur, maar nu komt de verdamping er bij

als de eigenlijke oorzaak, dat de temperatuur beneden de normale blijft. Het zal namelijk minder voorkomen, dat de binnenstroomende lucht zooveel damp bevat, dat deze condenseert; meestal heeft het omgekeerde plaats.

de Bruyn wil nu de gemiddelde lagere temperatuur en de koude zône langs de ingangen verklaren uit de verdamping en het door hem waargenomen feit, dat de ingang achter de kerk het koudste is van alle ingangen, uit de beschouwing van de gangen als een windgrot.

Op 20 m diepte zou het gesteente zelf een vrijwel constante temperatuur van ca 11°C moeten hebben.

De ongelijke verwarming geeft aan de luchtlagen een verschillend soortelijk gewicht, zoodat bij de ingangen 's winters warme lucht aan de bovenzijde uit- en koude aan de onderzijde intrekt; 's zomers is dit omgekeerd. Bij meerdere openingen treedt nu het windholverschijnsel op en zal bij de laagste opening de lucht worden aangezogen. Ook kunnen beide verschijnselen gelijktijdig optreden.

Ook de verschillen in atmosferischen druk moeten niet onderschatten. Bij 2 c m stijging van den barometerstand wordt $\frac{1}{38}$ gedeelte van de berglucht samengeperst en door nieuwe lucht van buiten aangevuld.

Het verdere betoog van de Bruyn wordt nu zeer belangwekkend.

Uit de meteorologische waarnemingen bleek, dat gedurende 8 maanden van het jaar de absolute hoeveelheid waterdamp in de buitenlucht minder was dan in de gangen en slechts gedurende 2 maanden meer. Er treedt dus meer verdamping dan verdichting in den berg op, hetgeen afkoeling en een lager gemiddelde jaartemperatuur geeft. Dus, zegt de Bruyn, de temperatuur zal nu zoover dalen tot de daarbij behorende maximum-dampdruk overeenkomt met den gemiddelden dampdruk van de buitenlucht. Deze bedroeg volgens meteorologische gegevens 8,4 mm, hetgeen als maximumspanning bij $8,6^{\circ}\text{C}$ behoort. Dit komt nu zeer mooi overeen met de werkelijk gevonden gemiddelde temperatuur in den berg.

Op grond hiervan stelt de Bruyn dan de volgende wet op:

„De lucht koelt in een vochtige grot met geregelde luchtstroom gemiddeld af tot die temperatuur, waarbij de absolute hoeveelheid damp, die gemiddeld in de buitenlucht aanwezig is, haar maximum heeft bereikt.”

Met behulp van deze wet zou de gemiddelde temperatuur van een grot uit de gemiddelde dampspanning van de buitenlucht afgeleid kunnen worden.

Dat zomer en winter dicht bij de ingangen zoo'n groot temperatuurverval heerscht, kan volgens hem niet alleen aan de verdamping worden toegeschreven. De steenmassa, waarmede de lucht in aanraking komt, moet hier als warmte-accumulator werken, vooral door de vertraagde luchtsnelheid, zoo-

dra de lucht zich op eenigen afstand van de ingangen over vele gangen verdeelt. Dat de werking diep in de steen doordringt, bewijst o.a. Crahay's waarneming, dat de steen en mergel weinig in temperatuur van die der lucht afwijken. Ook de Bruyn deed metingen in een gat in den wand van 50 c m diepte en vond slechts $\frac{1}{10}$ graad verschil.

Dat de ingang achter de kerk de koudste is, verklaart hij uit het feit, dat het ook inderdaad de laagste is en uit de waarneming der luchtstroomingen, die zijn opvatting van de gangen als windholte bevestigen.

Wanneer we nu ook de Bruyn's tweede artikel kritisch overzien, blijkt dit voor ons vraagstuk alweer een belangrijke aanwinst. Ditmaal vooral door zijn deductieve beschouwingen en in het bijzonder door zijn analyse van het verdampingsverschijnsel en de door hem daarvoor opgestelde wet.

Zijn verklaring van de waargenomen zônes en van de koude strook uit de verdamping, de koude ingang uit de windgrotbeschouwing en de invoering van de laatste zijn evenzeer van belang.

Uit den aard der zaak ruimt hij aan zijn nieuwe beschouwing veel plaats in en m.i. komt daardoor een meer objectieve beschouwing van het geheel luchtverplaatsingsverschijnsel eenigszins in het gedrang. Zijn verdampingswet vereischt toch in de eerste plaats ook luchtverplaatsing om de verdamping mogelijk te maken.

Het is goed, dat hij meer aandacht besteedt aan de situatie, o.a. aan de scheiding tusschen de stelsels Zonneberg en Slavante. Hoewel wij aan zijn waarnemingen in de Louwberg-groeven hier geen verdere aandacht besteden, is het voor ons alleen van belang te wijzen op zijn, in de eerste publicatie reeds genoemde doorstroming van de Boschberg-naar de Valberggroeve, waartusschen slechts een enkel gat de verbinding vormde. In dit gat nam hij steeds een sterke tocht waar, die veelal wisselend van richting was.

Het is bevreemdend, dat hij de wenteltrap en de put bij het fort St. Pieter niet als schacht beschouwt, die juist zijn windgrot-theorie zou kunnen te hulp komen. Hetzelfde geldt voor de groote schacht in het Gangenstelsel Slavante, niet ver van het St. Rochuskapelletje, welke schacht in zijn tijd toch ook open geweest moet zijn.

Dat ik bij de oudere metingen en vooral bij de publicaties van de Bruyn zoolang beschouwend heb stilgestaan, is om verschillende redenen verklaarbaar. In de eerste plaats om daardoor de geleidelijke ontwikkeling van het langzamerhand uitgebreider wordend onderzoek in het licht te stellen; dan om de Bruyn's uiteenzettingen samen te vatten en den inhoud zijner publicaties zoodoende nu gemakkelijker tot een ieder te doen spreken. Zijn werk is voorts alleszins een nadere, critische analyse waard en kan daarmede hoogstens in waarde stijgen, omdat hierdoor een betere mogelijkheid geboden wordt, om erop voort te bouwen. Ten slotte is het ook goed om zijn bergkennis te memoreeren.

Wanneer we bij den tegenwoordig zoo geheel anderen toestand van den berg dan een halve eeuw geleden, toen hij zijn metingen deed, willen trachten door waarnemingen de temperatuurverschijnselen van den Sint Pietersberg verder te bestudeeren, dan is dit na zoo'n lang tijdvak zeker verantwoord; eenerzijds kan dit leiden tot bevestiging zijner gevolgtrekkingen en anderzijds kan het onze inzichten over het vraagstuk verder brengen. Juist de ingewikkeldheid van het vraagstuk noopt om het thans niet opnieuw ter hand te nemen zonder ter dege te hebben nagegaan, wat men vroeger ter oplossing ervan heeft bereikt.

(Wordt vervolgd).

ÜBER EINIGE PHORIDEN DES WIENER NATURHISTORISCHEN MUSEUMS (DIPTERA)

mit 3 Abbildungen

von H. SCHMITZ.

1. *Diploneura (Dohrniphora) sinufemorea* n. sp.

Dunkle Art mit teilweise hellbraunen Beinen. Ventralkante der Hinterschenkel eigenartig gebuchtet. ♀ nicht bekannt.

♂. Stirn etwas breiter als lang (4:3), schwarz, kaum etwas reflektierend. Borsten von normaler Zahl und Beschaffenheit, Feinbehaarung zerstreut, nicht in eingestochenen Grübchen, Stirn also „unpunktiert“. 1 Paar Supraantennalen vorn auf dem Stirnvorsprung, von guter Länge, doch etwas kürzer als die übrigen Borsten. Erste Borstenquerreihe schwach nach vorn konvex, Anterolateralen etwas (und zwar $\pm$ doppelt so weit wie die Mediolateralen) vom innern Augenrand entfernt, Antialen etwas weiter von einander stehend als die Präozellaren, ihr gegenseitiger Abstand daher etwas grösser als die Entfernung zwischen ihnen und den Anterolateralen. Zweite Querreihe schwach nach hinten konvex, äquidistant. Backen und Wangen schmal, die schräg nach vorn gerichtete Backenborste weniger lang als die untere Postokularborste, die Wangenborste noch kürzer. Drittes Fühlerglied braun, apikal noch etwas dunkler, nicht vergrößert, rundlich mit Apex, Arista dorsal, deutlich pubeszent. Taster von gewöhnlicher Grösse, vorn etwas breiter als hinten, graubraun, die Borsten auf das Spitzendrittel konzentriert, wie gewöhnlich geschränkt, alle kürzer als der Taster selbst. Thorax schwarz, glanzlos wie die Stirn, mit ganz dichter Grundbehaarung. Schildchen matt, vierborstig, die Aussenborsten noch nicht halb so lang wie die Innenborsten. Pleuren bis zu den Hüften hinab dunkel, Mesopleuren im obern Teil undicht behaart, die Haare nicht kurz, im ganzen zählt man hinter dem Prothorakalstigma bis nach hinten höchstens 15 mesopleurale Haare. Abdomen mit braunem Bauch und mattschwarzer Oberseite. Tergit 1 vorn und hinten ausgebuchtet, daher in der Mitte nur etwa halb so lang wie an den Seiten: Tergit 2 verlängert. Von Behaarung ist an Tergit 1—5 kaum etwas zu bemerken, nicht einmal am Seitenrande, auch

die Hinterrandhaare sind verschwindend kurz. Tergit 6 nicht völlig matt wie die vorhergehenden, auch deutlich behaart, besonders nach hinten zu. Hypopyg: Oberteil klein, wie gewöhnlich unsymmetrisch, mattschwarz, rechts und links etwas behaart; einzelne längere krumme Haare ragen am Seitenrand nach unten vor. Unterteil grösser, seine Platten am Hinterrand aufgeheilt. Analtubus etwas länger als das 2. Tarsenglied von p_3 , seitlich völlig flachgedrückt, ohne den Basalbulbus $3 \times$ länger als hoch (Länge 0.35 mm, Höhe 0.12 mm); die proximale Hälfte stark gebräunt, die distale gelblich, Farbgränze verwaschen. Die Endhaare des Ventrits sind nicht länger als die benachbarten der Cerci. Beine verdunkelt gelbbraun, alle Hüften bräunlich. f_1 und Oberhälfte von f_3 am meisten verdunkelt. t_1 mit 1 dorsalen Einzelborste vor der Mitte, an die sich bis zur Spitze hin eine Serie von 4—5 halb so langen Börstchen anschliesst. t_2 mit dem gewöhnlichen proximalen Borstenpaar und der subapikalen anterioren Borste. Hinterschenkel wie in Abbild. 1, verbreitert, Länge 1.12 mm, maximale Breite 0.45 mm. Der Unterrand bildet keine einheitlich gekrümmte Linie, sondern springt zweimal etwas ventralwärts vor, einmal in und oberhalb der Schenkelmittle, das andere Mal näher der Basis. Wie man bei Betrachtung des Schenkels von der Hinterseite sieht, ist der erstere Vorsprung von einer schwachen Verbreiterung der anterioren Schenkelfläche bedingt, der andere bildet den ventralen Rand einer napfförmigen Vertiefung (n), die sich auch sonst häufig bei *Dohrniphora* ♂ findet, dort aber den Schenkelrand nicht vortreibt. Am basalen Rande des Napfes findet sich die für *Dohrniphora* cha-



Abb. 1. *Diploneura (Dohrniphora) sinufemorea* n. sp. ♂
rechtes Hinterbein (ohne Tarsen) von der Hinterseite
gesehen. z = Zapfengruppe, aus 6 Börstchenstiften
bestehend, an der Basis der Schenkel-Innenseite,
n = napfartige Vertiefung.

A. Polak del.