

KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT



Deel II

A.F.V. van Engelen

H.A.M. Geurts

Vooruitstrevende ideeën over de meteorologie
en klimatologie van Petrus van Musschenbroek
(1692 - 1761)

Publikatienummer: K.N.M.I. 165-II

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Postbus 210,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C. 551.582(492) :
551.5(09)

Inhoudsopgave

	<u>Pagina</u>
Voorwoord	4
Inleiding	5
De levensloop van Petrus van Musschenbroek	6
Voorgeschiedenis tot de Ephemerides	8
Het voorwoord van de Ephemerides	10
Literatuuropgave	13
Bibliografie	14
Bijlage I: grafische presentatie van de meetgegevens over het jaar 1728	17
Bijlage 2: preface to the series of meteorological observations carried out at Utrecht/Leiden 1729-1758 by Petrus van Musschenbroek	18

Voorwoord

Begin 1981 gaf de E.G. te Brussel in het kader van het "Climatology Research Programme" de aanzet tot een aantal onderzoeksprojecten onder de noemer "Reconstitution of Past Climates".

In het licht van dit E.G.-Programma startte per 1 juni 1981 op het KNMI een onderzoek naar historische instrumentele weerkundige waarnemingen, die in Nederland zijn verricht.

De voornaamste doelstelling van dit onderzoek is om zoveel mogelijk historische weerkundige waarnemingen te bewerken en analyseren, zodat deze in een goed toegankelijk en homogeen gegevensbestand kunnen worden opgenomen.

Dit is het tweede uit een serie rapporten die de basis zal vormen van het eindverslag van het onderzoek, dat medio 1984 afgerond dient te zijn. Het onderzoek staat onder supervisie van drs. H.J. Krijnen van de Klimatologische Dienst van het KNMI en wordt uitgevoerd door de auteurs van dit rapport.

In diverse archieven en bibliotheken van ons land bevinden zich talrijke registers van historische weerkundige waarnemingen, waarvan het merendeel nimmer is bewerkt.

Teneinde de gegevens verantwoord te kunnen interpreteren, dient een zo volledig mogelijk beeld te worden verkregen waarom, hoe en onder welke omstandigheden de metingen werden verricht.

Het is daarom van groot belang zoveel mogelijk achtergrondinformatie over deze waarnemingen op te sporen en te bestuderen.

De natuuronderzoeker Petrus van Musschenbroek (1692-1761) heeft een zeer belangrijke rol gespeeld bij het opzetten van een netwerk van historische meteorologische stations in ons land.

Hij kan worden beschouwd als initiatiefnemer hiervan en is sterk bepalend geweest voor de kwaliteit van de metingen.

Het voorwoord dat van Musschenbroek schreef bij zijn eigen langjarige reeks weerkundige waarnemingen bevat voor ons onderzoek belangrijke informatie en onderstreept de vooruitstrevendheid van zijn denkbeelden.

Bespreking van dit voorwoord staat centraal in dit rapport, waarin wordt ingegaan op het leven van Petrus van Musschenbroek en zijn betekenis voor de ontwikkeling van de meteorologie in Nederland.

VOORUITSTREVENDE IDEEEN OVER DE METEOROLOGIE EN KLIMATOLOGIE VAN
PETRUS VAN MUSSCHENBROEK (1692 - 1761).

Inleiding

"Men ziet derhalven uit onze Waarnemingen, dat de meeste Winden hier te Lande West en Zuidwest zyn: zou dit niet komen, om dat de Noordzee, in opzicht van deeze Landen, ten Westen ligt: dewyl dan de Zon ons aardryk meer dan de Zee verwarmt, en dus ook de lucht boven onze aarde meer verhit, en doet uitzetten, waar door zy, naar boven ryzende en overvloeyende over de andere, maakt, dat de lucht boven de Zee kouder, dikker en zwaarder, door overvloeying geworden zynde, zich naar de verdunde en min tegenstaande lucht, en bygevolge naar het Land toe begeeft, en dus met eene Westelyke en Zuidwestelyke streek loopt; dit moet wel meest des Zomers plaats hebben, om dat de verwarming dan voornamentlyk geschiedt."

Petrus van Musschenbroek (2), 1736.

Dit is een opmerkelijk citaat van Petrus van Musschenbroek, waarin hij blijk geeft van een voor zijn tijd duidelijk inzicht in het ontstaan van zeewind.

Het verschijnsel zeewind is slechts één van de aspecten van de meteorologie waarvoor van Musschenbroek zich interesseerde. Dit blijkt ondermeer uit het voorwoord van zijn "Ephemerides" (3). Deze Ephemerides bevatten een reeks van weerkundige waarnemingen, verricht te Utrecht en Leiden gedurende 1728 tot en met 1758.

Het voorwoord is geschreven in een zelfs voor taaldeskundigen moeilijk toegankelijk middeleeuws wetenschappelijk latijn.

Via het Ministerie van Buitenlandse Zaken in Den Haag bestond de mogelijkheid deze tekst te laten vertalen. Dank zij de deskundigheid en het enthousiasme van de vertaler, de heer M.J. Moir, is een zeer nauwkeurige engelse vertaling tot stand gekomen, waarvoor we hem en de coördinatrice, mevrouw A. Roest, zeer erkentelijk zijn.

Het voorwoord van de Ephemerides bevat voor het onderzoek van de geschiedenis van de meteorologie zulke belangrijke informatie, dat wij besloten de vertaling integraal aan dit verslag toe te voegen (zie bijlage II).

Eerst volgt nu een beknopte beschrijving van de levensloop van Petrus van Musschenbroek. Vervolgens zal in het kort worden ingegaan op de voorgeschiedenis, die leidde tot publikatie van de Ephemerides en zullen daarna enkele van de meest interessante beschouwingen over de meteorologie worden besproken.

logie, die in het voorwoord aan te treffen zijn, besproken worden. Het verslag wordt afgesloten met een bibliografie van boeken en handschriften van van Musschenbroek, welke geheel of gedeeltelijk betrekking hebben op de meteorologie.

De levensloop van Petrus van Musschenbroek.



Petrus van Musschenbroek

Petrus van Musschenbroek werd op 14 maart 1692 in Leiden geboren. Hij behoort tot een familie die beroemd werd om de instrumentmakerskunst.

Door de toenemende belangstelling voor fysieke experimenten in de 17^e eeuw, gingen de van Musschenbroeks zich toeleggen op de vervaardiging van luchtpompen, microscopen, telescopen en andere instrumenten.

In verscheidene musea (onder meer Museum Boerhaave in Leiden en het Utrechts Universiteitsmuseum) zijn nog luchtpompen te vinden van de familie van Musschenbroek.

Van Petrus van Musschenbroek zelf is een pyrometer bewaard gebleven, waarmee hij onderzoek deed naar de uitzetting van stoffen door verwarming. Hij verrichtte dergelijke onderzoeken onder meer om de thermo-

meter te perfektioneren. Een probleem bij de bestaande thermometers was, dat niet alleen de vloeistof, maar ook het glas uitzette. Van Musschenbroek dacht in staat te zijn een goede schaal op de thermometer aan te brengen, indien hij wist hoeveel het volume van de buis zou toenemen bij een bepaalde graad van verhitting.

In Leiden hield hij zich vooral bezig met proeven op het gebied van de statische elektriciteit. Hij ontdekte bij toeval de Leidse fles, waarmee het principe van de condensator werd geïntroduceerd.

Petrus van Musschenbroek legde zich aanvankelijk toe op geneeskunde en werd daarin sterk gestimuleerd door de beroemde medicus Herman Boerhaave (1668-1738). Hij promoveerde tot doctor in de medicijnen en daarna was hij enkele jaren als praktiserend arts werkzaam.

In 1717 reisde hij naar Londen om bij Desaguliers lessen in de experimentele fysica te volgen. Hij heeft daar waarschijnlijk ontmoetingen gehad met leden van de Royal Society, waaronder Isaac Newton (1642-1727).

In 1719 bood de koning van Pruisen hem het hoogleraarschap in de wetenschap en wijsbegeerte aan de Universiteit van Duisburg aan. Hij bekleedde die functie tot 1723 en richtte in dat tijdvak nog een "Observatorium Astronomicum" in op de toren van de Salvatorkirche in Duisburg. Van Musschenbroek keerde echter in 1723 terug naar Utrecht, waar hij door de vroedschap was benoemd tot hoogleraar in de wijsbegeerte en wiskunde. Het fysisch instrumentarium werd door zijn toedoen uitgebreid en in 1726 werd in Utrecht het "Theatrum Academicum" gesticht met een chemisch, fysisch en anatomisch laboratorium.

Verscheidene malen werd hem vanuit het buitenland een hoogleraarschap

aangeboden, maar hij bleef in Nederland en tot 1740 in Utrecht. Als dank daarvoor werd hem daar ook nog het hoogleraarschap in de astronomie aangeboden. In januari 1740 vertrok hij naar Leiden, waar hij voornamelijk colleges gaf in de wijsbegeerte en experimentele fysica. Hij zou daar de grote opvolger worden van Willem J. 's Gravesande (1668-1742). Evenals 's Gravesande kan van Musschenbroek worden beschouwd als een Newtoniaans natuuronderzoeker. Het is hun opvatting om met gebruikmaking van alle zintuigen zoveel mogelijk waarnemingen te doen. Van Musschenbroek schreef daarover zelf in 1761: "Alleen de waarnemingen, alleen de experimenten vormen de ware en hechte grondslagen van de natuurwetenschappen." (4). Bovendien is het van groot belang, vast te leggen onder welke omstandigheden deze proeven worden uitgevoerd. Van Musschenbroek noemt daarbij een aantal meteorologische factoren zoals wind, luchtdruk, temperatuur en luchtvochtigheid. Hij sloot zich aan bij het ideaal van Francis Bacon (1561-1626), om een uitgebreide verzameling van feiten, bijeengebracht door geleerden uit de hele wereld, aan te leggen; de zogenaamde "Historia Naturalis". Deze zou een basis moeten zijn van een nieuwe aanpak van de natuurwetenschappen. In de werken van Petrus van Musschenbroek vinden we lijsten en tabellen van uit proeven en waarnemingen verkregen gegevens, die de Historia Naturalis vormen. Daaronder bevinden zich ook talrijke waarnemingen van het aardmagnetisme. Bij van Musschenbroek lag de legitimatie der natuurwetenschapsbeoefening duidelijk in zijn geloofsovertuiging. Volgens de fysico-theologie konden vanuit de natuurwetenschappen argumenten worden aangevoerd om het bestaan van God te bewijzen en Zijn zorg voor de schepselen te laten zien. De natuurwetenschappelijke arbeid diende derhalve bij te dragen tot de eer van God. Van Musschenbroek merkt in zijn Ephemerides op dat God volgens Zijn eigen wil reageert en dat daardoor de door hem gesuggereerde cycli in het optreden van bepaalde weersverschijnselen of extreme seizoenen kunnen worden verstoord. Als God het wil, straft Hij de mensen bijvoorbeeld met een droogteperiode.



*Theatrum Academicum
te Utrecht.*

Voorgeschiedenis tot de Ephemérides.

Petrus van Musschenbroek is voornamelijk bekend als wetenschapsbeoefenaar van de geneeskunde, sterrenkunde, wiskunde en natuurkunde.

Indien de meteorologie in zijn tijd als wetenschap bestaan zou hebben, dan had men hem waarschijnlijk eveneens meteoroloog genoemd en als klimatologisch deskundige beschouwd.

Zijn interesse in de meteorologie heeft hij voor een groot gedeelte te danken aan zijn leermeesters de natuurkundige Wolfert Senguerd (1626-1724) en de geneeskundige Herman Boerhaave.

Boerhaave doceerde van Musschenbroek natuur- en geneeskunde. Zoals vele medici in zijn tijd was Boerhaave zeer geïnteresseerd in het weer daar hij vermoedde dat veel ziekten hiermee in verband konden worden gebracht. Met name sterke temperatuurwisselingen en fluktuaties van de luchtdruk werden als "verdacht" beschouwd.

Verrichtte Boerhaave zelf geen weerkundige waarnemingen, Wolfert Senguerd komt de eer toe de oudst bekende instrumentele waarnemingsreeks in Nederland op zijn naam te hebben. Senguerd observeerde in Leiden gedurende de jaren 1697 en 1698 met verschillende naast elkaar opgestelde thermometers en barometers. Daarnaast tekende hij de windrichting en de windsnelheid op en gaf een dagelijkse beschrijving van de weersgesteldheid.

Als experimenteel natuurkundige verrichtte hij deze waarnemingen voornamelijk om de eigenschappen van de diverse meetinstrumenten te onderzoeken. Daarnaast was hij zeer geïnteresseerd in alles wat met lucht had te maken.

Dat van Musschenbroek in de meteorologie geïnteresseerd was, is met zulke leermeesters niet verwonderlijk. Aanvankelijk stoelde zijn belangstelling uitsluitend op medische motieven. Later treedt hierin een kentering en verschuift zijn belangstelling meer naar het weer als natuurverschijnsel op zichzelf. De kontakten die hij had met leden van de "Royal Society" in Londen, een instituut dat het verrichten van meteorologische waarnemingen in de gehele wereld volgens uniforme voorschriften propageerde, zullen mogelijk hieraan bijgedragen hebben.

Het is van grote betekenis voor de systematische aanpak van de meteorologie en klimatologie in Nederland geweest, dat van Musschenbroek in de Smeetoren te Utrecht begon met het verrichten van meteorologi-

sche waarnemingen.

In een proefschrift over van Musschenbroek (9), vermeldt de Pater dat de waarnemingen begonnen in 1721. Tot op heden echter zijn alleen nemingen vanaf 1728 gevonden (1).

Met deze waarnemingen beoogde van Musschenbroek een verzameling van weerkundige gegevens aan te leggen, waaruit meteorologische en klimatologische inzichten ontleend zouden kunnen worden.

Daarnaast legt hij het accent op het toepassen van deze inzichten ten behoeve van de praktijk. Van Musschenbroek onderkent bijvoorbeeld het belang voor de scheepvaart om het gedrag van de winden te kunnen voorspellen.

Petrus van Musschenbroek spoorde ook anderen aan tot het doen van weerkundige observaties en het is dan ook voor een zeer belangrijk deel aan zijn enthousiasme en inzicht te danken dat wij vandaag de dag beschikken over een aantal zeer goede langjarige waarnemingsreeksen uit de 18^e eeuw, die onderling goed te vergelijken zijn, daar de waarnemers de waarnemingsvoorschriften van van Musschenbroek eenduidig opvolgden.

Helaas zijn de oorspronkelijke waarnemingen van van Musschenbroek over het jaar 1728 niet gevonden. Gelukkig beschikken we over een grafische presentatie van de meetgegevens (zie bijlage I). Van Musschenbroek introduceert in deze grafiek symbolen voor de diverse elementen, die als voorlopers te beschouwen zijn van de plotjes, welke tegenwoordig op de weerkaart worden vermeld. Deze symbolen werden internationaal aanvaard en zijn terug te vinden in talrijke historische meteorologische publikaties.

<i>Regen.</i> 	<i>Sneeuw.</i> ⋮	<i>Hagel.</i> ⋮	<i>Nevel.</i> ⋮	<i>Bliksem.</i> ~	<i>Hitlere Lucht.</i> ---
<i>Betrokke Lucht.</i> ---		<i>Zeer Betrokken.</i> ---		<i>Noorder Licht.</i> B	<i>Westerlicht.</i> S

Weersymbolen van Petrus van Musschenbroek (1728)

Van Musschenbroek deed zijn drie maal daagse waarnemingen van luchtdruk, temperatuur, wind, neerslag en weersgesteldheid tot eind 1739 in Utrecht. Hij werd toen benoemd tot hoogleraar in Leiden en zette

daar de waarnemingen voort tot en met 1758.

De waarnemingen werden nauwgezet opgetekend in de Ephemerides. Daarin wordt eveneens een maandelijks overzicht gegeven van het weerbeeld op grond van gegevens van waarnemers over het gehele land en worden opmerkelijke standen van de barometer en thermometer vermeld.

Het voorwoord van de Ephemerides.

Enkele van de meest markante overwegingen en ideeën van Petrus van Musschenbroek uit het voorwoord van de Ephemerides zullen nu besproken worden:

- Een van de belangrijkste beweegredenen voor het verrichten van waarnemingen was voor van Musschenbroek dat vóór zijn tijd in de Nederlanden de "verschijnselen van de atmosfeer" nog niet bestudeerd en beschreven waren. Een lange en nauwkeurige reeks waarnemingen van deze verschijnselen zijn nuttig, zo geeft hij aan, daar hij dan op latere leeftijd of anders de generatie na hem de reeks kan bestuderen om na te gaan of met het verstrijken van de jaren de verschijnselen al of niet veranderd zijn en zo ja, op welke wijze en waardoor deze dan wel veranderd zouden zijn.

Van Musschenbroek veronderstelt dat er bepaalde cycli mogelijk zijn: met name spreekt hij zijn vermoeden uit dat een interval van ongeveer 30 jaar zou bestaan tussen strenge winters.

- Van Musschenbroek benadrukt de noodzaak de waarnemingen lange tijd achtereen en op één en dezelfde plaats te verrichten en spreekt de wens uit dit gelijktijdig op vele andere plaatsen op Aarde te doen. Op basis hiervan zou het mogelijk kunnen zijn het meteorologisch regiem over de gehele wereld te beschrijven en antwoord te vinden op vragen als "waar ontstaan de winden?".
- Van Musschenbroek stelt dat achteraf uit een lange waarnemingsreeks bepaald kan worden of een zekere periode als warm, koud, nat of droog te kenmerken is. Hierin kan het hedendaagse begrip "normaal" herkend worden.

Opmerkelijk is ook zijn uitspraak, dat het voor Nederland zeer belangrijk is om uit een lange reeks neerslagwaarnemingen de uiterste grenzen van de hoeveelheid neerslag te bepalen, teneinde een schatting te

kunnen geven van het aantal watermolens dat nodig zal zijn om een zeker gebied te bemalen.

- De aard en opstelling van de meteorologische instrumenten worden door van Musschenbroek zeer gedetailleerd beschreven. Opmerkelijk is de wijze waarop hij zijn windwaarnemingen verrichtte.

Van Musschenbroek onderkent dat binnen de bebouwde kom, waar zijn waarnemingsstation gesitueerd was, de windrichting ten gevolge van turbulenties niet zonder meer bepaald kan worden.

Daarom keek hij overdag naar de vlaggen op spitsen van kerktorens en 's nachts naar de bewegingen van de wolken.

De windsnelheid relateerde hij aan de omwentelingsnelheid van molenwieken. Een methode die de waarnemers van het historische meteorologische station Zwanenburg tot 1860 zouden gebruiken!

Petrus van Musschenbroek schrijft dat hij tevens in staat is de windsnelheid te schatten uit het geluid dat de wind maakt wanneer ze tegen nabije obstakels blaast. Een manier van schatten, die zelfs de huidige weeramateurs niet vreemd is.

Van Musschenbroek heeft ook een windmeter gebouwd. Helaas wordt geen beschrijving gegeven van dit instrument. Hij staat skeptisch tegenover de meetresultaten van deze windmeter: "tenzij de meter op werkelijk open terrein opgesteld wordt, heeft het geen zin deze te gebruiken". Een uitspraak die nog steeds opgaat voor moderne windmeters.

- Op grond van de bewerkingen van zijn metingen onderscheidt van Musschenbroek bepaalde periodiek optredende weersituaties die in de tegenwoordige tijd als singulariteiten worden aangeduid.

Deze bloemlezing uit het voorwoord van de Ephemerides illustreert de heldere en als modern te kenschetsen inzichten van van Musschenbroek in de meteorologie.

Het lijkt ons dan ook zeker niet onredelijk van Musschenbroek als één van de grondleggers van de meteorologie als wetenschap en van de klimatologie te beschouwen.

De Ephemerides bevatten nog vele pagina's onvertaalde tekst. Nagegaan zal worden of het zinvol is om gedeelten van deze tekst te laten vertalen teneinde aanvullende informatie te verkrijgen.

Interessant is in ieder geval een aantekening van van Musschenbroek

over het weer op 29 juli 1736. Hierin wordt - een krappe twee en een halve eeuw geleden - De Bilt al genoemd in verband met een bijzondere weersituatie. De ruwe vertaling luidt:

"Buiten Utrecht viel hagel zo groot als een vuist. Eén stuk had het gewicht van een pond. Ik heb dit zelf niet gezien. Het gebeurde in Utrecht. De wolk viel uit over de dorpjes De Bilt en Blaauwkapel en heeft een zwaan en vele andere kleine vogels gedood en de koeien gingen loeien en de schapen blaten."

De weerkundige waarnemingen die opgetekend zijn in de Ephemerides zijn inmiddels ingevoerd in een computergegevensbestand en worden nu nader onderzocht.

De Bilt, april 1983,
A. van Engelen,
H. Geurts.

LITERATUUROPGAVE

1. Musschenbroek, P. van,
"Physicae experimentalis et geometricae (...) dissertationes ut et
Ephemerides meteorologicae Ultrajectinae",
Samuel Luchtmans, Leiden, 1729.
2. Musschenbroek, P. van,
"Beginselen der Natuurkunde (...)",
Leiden, 1736
3. Musschenbroek, P. van,
"Ephemerides meteorologicae et magneticae conscriptae primo Ultrajecti,
deinde continuatae Leydae ab anno 1729 ad finem anni 1758"
Handschrift, Universiteit van Leiden, 1758.
4. Musschenbroek, P. van,
"Cautelae circa observationes meteorologicas, adhibendae (...)",
vol. VIII, 1760-1761, Petersburg, 1763.
5. Francq van Berhhey, J.Le.,
"Natuurlyke historie van Holland"
Amsterdam, 1773
6. Labriijn, A.,
"Het klimaat van Nederland gedurende de laatste twee en een halve eeuw"
Mededelingen en verhandelingen no. 49 van het K.N.M.I.
Rijksuitgeverij, 's-Gravenhage, 1945
7. Knowles Middleton, W.E.,
"Thermometer and its use in meteorology"
The John Hopkin Press, Baltimore, 1966
8. Frissinger, H.H.,
"The history of meteorology to 1800"
Science History Publications, New York, 1977
9. Pater, C. de,
"Petrus van Musschenbroek, een Newtoniaans natuuronderzoeker"
Proefschrift R.U., Utrecht, 1979.
10. Pater, C. de,
"Petrus van Musschenbroek (1692-1761)"
In: Kox. A.J., Chamalaun, M. 1980,
"Van Stevin tot Lorentz, portretten van Nederlandse natuurwetenschappers"
Intermediair Bibliotheek Amsterdam, 1980
11. Snelders, H.A.M.,
"Geschiedenis der Geneeskunde;
De natuur- en scheikundige wetenschappen in de medische tijdschriften"
In: Nederlands Tijdschrift Geneeskunde, 125, nr. 17, 1981.
12. Geurts, H.A.M., Engelen, A.F.V. van,
"Geschiedenis van de weerkundige waarnemingen in het bijzonder in
Nederland vóór de oprichting van het K.N.M.I."
Historische weerkundige waarnemingen, deel 1, K.N.M.I., 165-11, 1983

BIBLIOGRAFIE

Bibliografie van de belangrijkste werken van Petrus van Musschenbroek, waarin aandacht wordt besteed aan meteorologie.

Dit overzicht is samengesteld aan de hand van gegevens uit het proefschrift over Petrus van Musschenbroek van C. de Pater
Slechts een gedeelte van de vermelde werken hebben wij zelf ingezien en het is zeker niet uitgesloten dat in een aantal hier niet vermelde werken meteorologische theorieën of waarnemingen zijn opgenomen.
Bovendien bestaat er nog geen volledig overzicht van de werken van Petrus van Musschenbroek en ook de indrukwekkende bibliografie in het eerder vermelde proefschrift is nog slechts een eerste aanzet tot inventarisatie.

A. GEDRUKTE WERKEN

Petri van Musschenbroek

Physicae experimentales, et geometricae, de magnete, tuborum capillarum vitreorumque speculorum attractione, magnitudine terrae, cohaerentia corporum firmorum dissertationes: ut et ephemerides meteorologicae Ultrajectinae.

Lugduni Batavorum, MDCCXIX

(Eperimenteel-fysische en geometrische verhandelingen van Petrus van Musschenbroek - over de magneet, de aantrekking van capillaire buizen en glazen platen, de grootte van de aarde, de sterkte van vaste lichamen en meteorologische waarnemingen Utrecht, 1728 (met jaargrafiek).

Ephemerides Meteorologicae, Barometricae, Thermometricae, Epidemicae, Magneticae, Ultrajectinae, conscripta(e) à Petro van Musschenbroek, Ultraj. (ectina) Anno 1729.

(Meteorologische, barometerische, thermometrische, epidemische en magnetische Utrechtse dagboeken voor het jaar 1729, beschreven door Petrus van Musschenbroek.

Philosophical Transactions 37, 1731-1732, London, 1733, p. 357-384.

Ephemerides Meteorologicae, Barometricae, Thermometricae, Epidemicae, Magneticae, Ultrajectinae conscriptae à Petro van Musschenbroek, Ultraj. (ectina) Annis 1730, et 1731.

(Meteorologische, barometerische, thermometrische, epidemische en magnetische Utrechtse dagboeken, voor de jaren 1730 en 1731, beschreven door Petrus van Musschenbroek.

Elementa physicae conscripta in usus academicos a Petro van Musschenbroek,

Lugduni Batavorum, 1734

(Beginnelsen der natuurkunde, beschreven voor academisch gebruik door Petrus van Musschenbroek),
Leiden, 1734.

Beginnelsen der Natuurkunde, Beschreven ten dienste der Landgenooten, door Petrus van Musschenbroek, Waar by gevoegd is eene Beschryving Der nieuwe en onlangs uytgevonden Luchtpompen, met haar gebruyk tot veele proefnemingen. Door J.(an) V.(an) M.(usschenbroek),
Leiden, 1736.

Observations Météorologiques faites à Utrecht pendant l'année 1736. Extraites d'une Lettre de M.(onsieur) Musschenbroek. Par M(onsieur) Du Fay, Mémoires de Mathématique et de Physique, tirés des registres de l'Académie Royale des Sciences, De l'Année M. DCCXXXVI, p. 503-505, in: Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M. DCCXXXVI. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique, pour la même Année, Tirées des Registres de cette Académie, Parijs, M. DCCXXXIX.

Beginsels der Natuurkunde, Beschreeven ten dienste der Landgenoten, door Petrus van Musschenbroek, Waar by gevoegd is eene Beschryving Der nieuwe en onlangs uitgevonden Luchtpompen, met haar gebruik tot veele proefnemingen door J.(an) V.(an) M.(usschenbroek), Tweede uitgebreide druk, Leiden, 1739.

Elementa physicae conscripta in usus Academicos a Petro van Musschenbroek. Editio altera, Lugduni Batavorum, 1741, (Beginselen der natuurkunde, beschreven voor academisch gebruik door Petrus van Musschenbroek, tweede editie), Leiden, 1741.

Elementa physicae conscripta in usus academicos a Petro van Musschenbroek. Quibus nunc primum in gratiam studiosae juventutis accedunt ab alienis manibus ubique antea tarta et notae, disputatio physico historica de rerum corporearum origine, ac demum de rebus Coelestibus Tractatus, 2 vol., Neapoli, MDCCXLV.

Beginselen der natuurkunde, beschreven voor academisch gebruik door Petrus van Musschenbroek. Hierbij komen nu voor het eerst terwille van de studerende jeugd overal toevoegingen en aantekeningen van andere handen, een fysisch-historisch betoog over het ontstaan van de stoffelijke dingen, alsmede een verhandeling over de verschijnselen aan de hemel), Napels, 1745.

Institutiones physicae conscriptae in usus academicos a Petro van Musschenbroek, Lugduni Batavorum, 1748, (Lessen in de natuurkunde, beschreven voor academisch gebruik door Petrus van Musschenbroek).

Petri van Musschenbroek....Physicae experimentales, et geometricae... dissertationes..., Wenen/Praag/Triest, 1756 (heruitgave van 1729).

Cautelae circa observationes meteorologicae adhibendae, in: Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, vol. VIII, 1760-1761 (Petersburg, 1763) p. 367-391. (Voorzorgsmaatregelen die moeten worden aangewend ten aanzien van meteorologische waarnemingen).

Collectio exquisitissima instrumentorum, in primis ad physicam experimentalem pertinentium, Quibus dum vivebat, usus fuit vir celeberrimus Petrus van Musschenbroek, Lugduni Batavorum, (1762), (Zeer uitgelezen collectie instrumenten, die vooral betrekking hebben op de experimentele fysica. Petrus van Musschenbroek heeft deze instrumenten tijdens zijn leven gebruikt.

B. MANUSCRIPTEN

*MANUSCRIPTEN AANWEZIG IN DE UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK TE LEIDEN, AFDELING
WESTERSE HANDSCHRIFTEN, BIBLIOTHECA PUBLICA LATINA, CODEX 240*

(Observationes Meteorologicae), folio.

Dit manuscript bevat een collectie meteorologische waarnemingen van Van Musschenbroek zelf en van andere onderzoekers.

Deze collectie is blijkbaar door Van Musschenbroek bijeengebracht.

Ephemerides Meteorologicae (septem tabulae)), folio.

Dit manuscript bevat 7 grote vellen met meteorologische waarnemingen, Utrecht, 1728-1734.

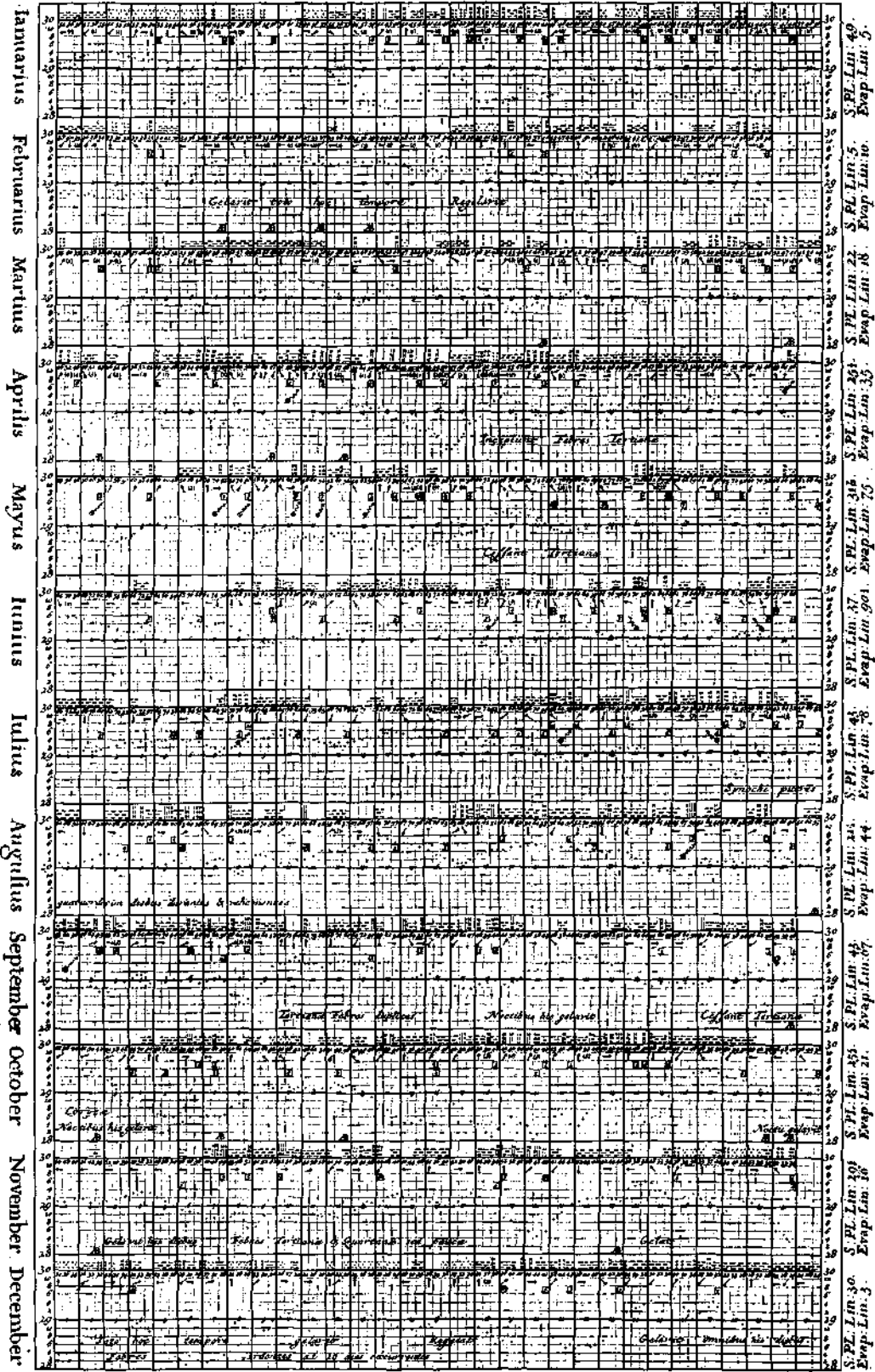
(Ephemerides Meteorologicae),

Ephemerides Meteorologicae et Magneticae Conscriptae primo Ultrajecti, Deinde continuatae Leydae, Per Petrum van Musschenbroek ab Anno 1729 ad finem Anni 1758.

MANUSCRIPT AANWEZIG IN HET MUSEUM BOERHAAVE TE LEIDEN

Brief van Dortous De Mairan(?), 4 juli 1742 over het opnemen van een verslag van Van Musschenbroeks meteorologische waarnemingen, 4 juli 1742.

EPHEMERIDES METEOROLOGICÆ ULTRAJECTINÆ ANNI MDCXXVIII



EXPLICATIO SIGNORUM

Altitudo Barometri. Altitudo Thermometri. Ventorum Plaga. Ventorum Virtus. Pluvia. Nix. Grandis. Nebula. Fulgur. Cæli Nihil aliud dicitur.

Sunt Nix in locis
que sunt & pluvia Nivalis.
S. PL. Lin.

Quantitas Pluvie in locis
que sunt & pluvia Nivalis.
habetur in eorum nomine
numeri signis notata.

Quantitas Nix in locis
que sunt & pluvia Nivalis.
habetur in eorum nomine
numeri signis notata.

Sunt Pluvia
numeri N.



BIJLAGE I

Preface to the series of
meteorological observations
carried out at Utrecht/Leiden
1729 - 1758
by Petrus van Musschenbroek

*Translated from the Latin by
M.J. Moir, M.A., B.A., Beëd. Vert.
Ministerie van Buitenlandse Zaken,
Hoofdafdeling Vertalingen,
The Hague.*

E P H E M E R I D E S
METEOROLOGICAE et MAGNETICAE
Conscriptae primo
ULTRAJECTI,
Deinde continuatae
LEYDAE,
Per
PETRUM VAN MUSSCHENBROEK
ab Anno 1729 ad finem Anni 1758

METEOROLOGICAL AND MAGNETIC
JOURNAL
kept first at
UTRECHT
and later at
LEIDEN
from the year 1729 until the close
of the year 1758
by
PETRUS VAN MUSSCHENBROEK

(University of Leiden)

Since the meteorological phenomena of the upper Atmosphere have not been the object of any accurate observation and description in the Netherlands ¹⁾ to date, it has been my purpose to devote more particular attention to this branch of Natural Philosophy and to keep a precise and reliable record of such phenomena; a record which I myself could consult in old age, and which later generations could consult, in order to discover whether in this part of the world, after the passage of many years, meteorological phenomena are still the same as those of the past or are different; what, if any, the difference might be, and what has arisen that is new. For since the constituent elements which go to produce meteorological phenomena rise aloft from the ground in the form of Exhalations or Vapours, they may well turn out to be the same, if there have been no significant changes on earth. But if great changes have taken place, and the ground is covered by sea water or fresh water, or if lakes are formed, as in the state of Holland, where bituminous turf is dug up and burned for domestic purposes, then these same exhalations cannot be breathed forth to the upper atmosphere, but aqueous vapours will rise instead of Sulphurous particles and will more often, and in greater abundance, give rise, not to lightning and thunderbolts, but to Clouds, Mist, Rain, Snow and Hail. It is possible, therefore, that thunder and lightning are now less common in Holland than in the time of our ancestors; or that they are less frequent at Leiden than at Utrecht since the formation of the huge lakes at Haarlem and Hazerswoude and the others not far from the latter town. But new meteorological phenomena may have other, more varied causes, such as a change in the mass of population; more, or less, extensive cultivation of the ground; a change in crops; the conversion of heath and moorland to arable or pastoral land; the planting of new woods; the clearing of old ones; the Earth's movement; and so on.

Moreover, I expected that a Meteorological Record would enable me to discover whether the sort of meteorological phenomena I observed and

1) *Latin: Belgium; so passim.*

The modern state of Belgium did not exist at this date.

described were tied to some fixed cycle, with the result that the same phenomena recurred after a certain number of years; and, if they did reveal some cyclical pattern, how many years did the cycle comprise? (Exodus held that the phenomena all recurred every four years precisely: see Pliny, Natural History, Book 2, chapter 47.) I suspected the existence of such a cycle, because while researching into the past, I believed I had observed that an interval of some thirty years occurred between very severe winters: e.g. those recorded for the years 1740, 1709 and 1684.

In view of the foregoing, meteorological records will have to be kept in the same place, not just for a few, but for great many consecutive years, in order to discover whether a cycle does or does not exist. It was by using such a method that the Astronomers, through relentless effort, and by means of observations repeated over many centuries, at last established the duration of the cycles of the Planets and their orbits. Similar dogged perseverance will be required in the case of the Magnet, before its cycle, which it directs towards various parts of the world, is known.

The value of a Meteorological Journal such as the present one would be greater if a very large number of observers were to devote themselves simultaneously to making meteorological observations in every part of the world, since then we would know the constitution of the entire Atmosphere: the place where the winds originate; the width of the tracts of land they blow over; the distance they cover; their speed; and many other such things, which are at present unknown and which forever elude the keen intellect of Philosophers, since it is unrealistic to expect so many men to collaborate towards such a goal, or to show such devotion to a single pursuit.

I began to keep the present Journal when I was engaged in Medical work, since I was convinced that many diseases - and Epidemics in particular - were caused by the constitution of the Atmosphere, by the vapours and exhalations swimming about in it, which are breathed into our lungs or taken in by swallowing, and by heat or cold and sudden changes in

temperature. I arrived at this conclusion because I had observed that certain clouds had brought Peripneumonia to almost the whole of Europe, and because I had seen that cases of Angina, the Common Cold, Pleurisy and other diseases were always the result of a rapid rise in the climatic temperature. If, therefore, the same meteorological phenomena come full cycle, it is probable that those same diseases, or at least similar ones, will follow. With this in mind, I faithfully recorded, so far as time and opportunity permitted, the diseases observed in a particular month in Utrecht, Leiden, Middelburg and Dordrecht. If meteorological cycles were added, these records would prove extremely useful, since it would then be possible to predict whether a year would be fertile or an infertile one; whether winter would arrive early or late; whether it would be mild or severe: storms, cloud, dry weather, wet weather could all be forecast.

Now a Journal is useful in that it enables us to see immediately from the different levels of the Mercury in the Barometer the size of variations involved, and consequently, the differences in the weight of our Atmosphere. We see how far the mercury rises under maximum pressure, and how far it drops when our atmosphere is at its lightest. Are such differences peculiar to our part of the world, in view of the fact that they vary in other parts, as has been established through the observations of others? Moreover, by using the most accurate Thermoscopes, it is now possible to ascertain the prevailing temperature of the Air, and a carefully kept daily record of this will show us which day of a month or year was the warmest or coldest. What is more, by adding up the temperatures, we can establish the total for any particular month or year; and by adding together the totals for the same month over a great many years, and dividing again by the number of years, we can establish the average temperature for that particular month. Similarly, we can establish the temperature for a particular year. All this has been hitherto unknown. In future, then, it will be possible to determine whether a year is to be described as a warm, a cold or a temperate one; and it will also be possible, on the basis of this, to give a reliable explanation as to why thunder and lightning occurred more, or less, frequently and why in particular months; since lightning

is more common in warmer years, and in warm months, than in cold years and cold months.

By collecting the rainfall and measuring it, I ¹⁾ have been able to establish the amount that usually falls here annually. By comparing the observations made over a great many years, I have now established the amount of rain that falls in an average year. On the basis of this, it will be possible in future to know whether a year is to be described as a wet and rainy one, or a dry one; and in the long term, the maximum limits of humidity and dryness - together with their effects and consequences - will be known by merely consulting the present Journal. To pay attention to such considerations is of paramount importance to the state of Holland, since there the rain water has to be drawn up from the lower lying fields with the aid of windmills, and it has now proved possible to calculate whether a given windmill can draw up the annual amount of rainfall from a given field or how many windmills are required to draw up the rain water from a particular field.

I began to keep the present Journal because I had observed that it is almost essential for a Philosopher to be aware of, and record, the state and complexion of the weather at the time he is about to commence certain experiments, since in the great majority of cases the experiments will depend on a pure atmosphere - by "pure I mean, whether wet or dry, warm or cold - and on the presence of winds and other factors. All such factors can cause experiments to yield the most widely varying results, and such results can be quickly ascertained or predicted as soon as the time of an experiment has been recorded, along with the factors referred to in my Meteorological Journal. In this way I discovered that at the present time my Electrical Experiments scarcely succeed, or rather are less successful, when the Zephyr or African winds are blowing than in the presence of Aquilo. In the Netherlands, I was most successful when I started my experiments in winter, particularly when it was

¹⁾ Latin: nos.

freezing. Poor results were obtained in summer or when the atmosphere was humid. A great many other things also depend on the state of the weather, e.g. the effects of Drugs and Effervescences, etc.

To enable my Meteorological Journal to be understood, I must describe the Instruments with which I carried out my observations, and also how and when I took my readings.

I observed the sky and read my Instruments thrice daily: at 7 a.m., at 12 noon, and at 11 p.m., for as long as I lived in Utrecht; in Leiden the times were 7.30 a.m., 12 noon and 10 p.m. Nevertheless, if anything unusual happened at any other time of the day, I observed and noted it at that time.

When I refer to a measure, I mean that of the Rhineland, which is in use in our country and is known to all Philosophers and Geometers.

The first Instrument is the Barometer, which consists of a glass tube 3 feet in length, so carefully filled with Mercury that nothing denser than Air remains between the Mercury and the closed end of the tube.² This is placed in an open cylindrical flat-bottomed container, 5 inches in diameter and partially filled with Mercury. The capacity of the container was great enough to ensure that the rise or fall of the Mercury in the tube would not produce any noticeable difference in the level of Mercury in the container, and the true level of the Mercury in the tube could always be read from the scale attached to the side. The container was left open so that the effect of the Air on the Mercury would be unimpeded and immediately apparent. The Barometer was suspended, both in the Museum at Utrecht and the Museum at Leiden, at a height of some 15 feet from the ground.

If a container with insufficient capacity were used, the difference in the level of Mercury in it would be noticeable as the Mercury in the tube rose or fell, so it would be necessary for a wooden scale which could float freely to be placed in the container next to the tube so as to rise when the Mercury in the container¹⁾ was more

1) *Latin: in tubo: van Musschenbroek means, of course, the container.*

2) *Probably, van Musschenbroek means vacuum.*

plentiful, and fall when the Mercury entered the tube in greater quantity. In this way we could observe the true difference between the level of Mercury in the container and the level of Mercury in the tube.

The other Instrument which serves to measure the temperature of the Atmosphere and which I myself made use of is the Thermometer. It is filled with Mercury and is constructed in accordance with the Fahrenheit scale. It is extremely accurate and has been refined by its inventor and subsequently by *Henr. Prins*. Since, however, the climate of the Netherlands knows no extremes of heat or cold, only a Thermometer with a scale sufficient to register Temperatures between 120° above Zero and 20° below Zero was used. In colder parts of the world another, longer Thermoscope would be desirable, with a scale extending down beyond 150° below Zero, since in such regions cold and frost are much more prevalent. The Thermometer was always suspended in the open air, day and night, in a position facing North, but at a distance from the wall or any other object, so that the air could freely reach the lower cylinder. At the top and sides I added a sufficiently wide covering to prevent damage from falling hail. One must take great care, however, that the Sun never shines on it, since the Sun will then impart more heat than the Air, and the rays of light registered will disturb it to such an extent that for several hours afterwards it will be unable to indicate the true temperature of the Air. If, on the other hand, the cylinder holding the Mercury touches the wall or wood at the back or side, it will not warm up sufficiently, since these bodies, by reason of their mass or colour, do not generally absorb heat to the same degree or so quickly as air, nor on the other hand do they similarly lose heat which has been absorbed.

I measure the rainfall with a Hyetometer, which is a lead container a foot square, the sides of which are 6 inches high, the bottom slightly concave and sloping down towards the centre. From a hole made in the centre a lead tube conducts the water to a large quadrangular glass flask. This lead container stands in a hollow wooden base¹⁾, into which the flask is set, to collect the rain. The side of the base can be

¹⁾ *Latin: stylobata.*

opened and closed by means of a little door, so that, when full, the flask can be removed and emptied. This also prevents winter frosts from quickly turning the water to ice, which would crack the flask. The side of the flask is calibrated from the bottom upwards in graduations of $\frac{1}{12}$ of an inch. The calibration was carried out as follows:-

I had found that a cubic foot of water weighs 63 lbs., 3 drams and $30 \frac{1}{4}$ grains. The height of such a cube is 12 inches, or 144 graduations¹⁾. I therefore divided the weight of the water, as already established, by 144 . This gave $236 \frac{33}{72}$ grains. This amount of water is the amount that corresponds to one graduation. I poured such an amount into the flask and noted the level it reached. There I set the "1" mark. The same amount of water added again gave the position for number "2". I continued this procedure until the flask was completely filled. It took a great deal of effort, because flasks are not normally regular shaped on the inside.

The Hyetometer, standing on its base, is located in the middle of the garden, so that the rain may fall into it freely. In the Journal I recorded the level of the rain water in the flask. Where no entry has been made, this indicates that there was no rainfall. I made the sides of the lead container high enough to ensure that snow falling in winter would be collected and not escape at the side. In the Journal I also thought it right to keep a record of the Declination of the Magnetic needle, even though it has nothing to do with Meteorological phenomena, so far as we know. The Device in which the nautical needle²⁾ moves - the direction can be seen from Minute to Minute - I have described in my Dissertation on the Magnet. The device is mounted on a large stone base, which is firmly anchored in stoney ground in the middle of the garden, also in the open. On its top surface, the meridian line has been drawn with extreme care, and over it are mounted the pointers³⁾ of the device, which are attached with the aid of screws. In this way the device is immovable, and in it we can observe the declination of the magnetic needle whenever we wish.

1) *Latin: lineae.* 2) *i.e. compass.* 3) *Latin: alae.*

It is very difficult to observe winds in the town, since their direction can only be inferred from the movement of flags at the top of high towers or church spires, where there is no turbulence produced by winds doubling back. At night, however, flags cannot be seen, so attention must then be paid to the clouds, and we must note from what direction they are borne along by the wind. The nights are rarely so dark as to make it impossible to discern the clouds, or rather their movement. I paid particular attention to the eight winds, which I denoted with the first letters of their names in the language of the Netherlands.

Now, many other observations must be made about the wind, in particular with regard to its strength and speed. Its strength I inferred from the frequency with which the arms on our windmills rotated: for as long as the sails were unfurled on all four arms, I designated the strength of the wind "force 1". When, on the other hand, millers roll up part of the sails on two of the arms, I refer to the wind as being "force 2". For the strength of the wind is greater in the latter case than in the former. When the millers roll up part of the sails on four arms, or completely remove the sails from two of the arms, I designate the wind "force 3". When the millers do not dare to entrust the arms to the wind, even without sails, I designate the wind "force 4". This is usually the most vehement and stormy type. But when, through habit, we learn to pay attention to the noise of the wind which it produces as it rushes against our homes, against nearby trees and against other elevated or protruding bodies, we grow accustomed to estimate its strength no less from the sound alone, as heard in a sheltered place, than by observing the arms of windmills. For this reason, then, I frequently entered in my Journal the numerals 2, 3 and 4 with reference to winds, to indicate such strengths.

I should really like to have measured the amount of wind which passed over a certain place at a certain time, and it was for this purpose that I prepared the device which I used at the Observatory in Utrecht. But unless it is located in a truly open space, there is little point in using it. Because of this, I was compelled to discontinue this type of observation. Anyone who lives or spends time in open places will easily note the strength, speed, quantity and direction of the wind

by using other devices and means.

At first, I was the only person to carry out Meteorological observations at Utrecht, but I found that little benefit could be derived from such effort. I therefore gave great encouragement to two Physicians, former students of mine, L. Stocke and Joh. Steenbergen, who practise Medicine, the former at Middelburg in Zeeland, the latter at Dordrecht, and who at the same time carry out Meteorological observations using the Method I taught them. I subsequently encouraged Cl. Gorterus to undertake similar work at Harderwijk, and a most experienced gentleman, Ger. van Swieten, to do the same at Leiden. For as long as he remained in Leiden, the latter worked indefatigably and supplied me with most accurate observations, which I appended to the appropriate month, or added at the end of the year. For the years 1735 and 1736 excellent medical commentaries were written by a very learned gentleman, Jo. Oosterdijk, a most distinguished Professor of Medicine.

Later I began to give my attention to the differences in temperature which occurred on a single day, recording the temperature in the morning, at noon and in the evening, in order to discover whether great temperature changes occurred on the same day, which might be productive of illnesses. I did not find such differences to be very noticeable in the Netherlands, although in other parts of the world they are considerable. For example, as Lining relates in Philos. Transact. No. 487, in the American state of Carolina, and in the settlement of Charlestown, the rises in temperature from the morning hour till noon are 19, 24, 13 and 16 degrees and the drops in temperature from noon till nightfall are 35, 32 and 27 degrees. The following table shows the differences in temperature at Leiden within the space of only 24 hours, together with the average difference, based on a comparison of all the data.

Year	1749		1748		1747		1746	
	Max.	Average	Max.	Average	Max.	Average	Max.	Average
January	10	4	16	4 ^{8/31}	7	4 ^{18/31}	7	4 ^{18/31}
February	10	4 ^{11/28}	10	5	12	4 ^{7/28}	8	4 ^{11/28}
March	10	5 ^{21/31}	17	6 ^{3/31}	13	6 ^{16/31}	12	5 ^{3/31}
April	13	8 ^{1/15}	10	5 ^{16/30}	15	6 ^{22/30}	13	6
May	15	8 ^{9/31}	16	7 ^{27/31}	10	6 ^{28/31}	17	9 ^{2/31}
June	11	6 ^{9/30}	20	8 ^{14/30}	13	7 ^{22/30}	12	6 ^{11/30}
July	14	7 ^{21/31}	11	6 ^{28/31}	12	6 ^{22/31}	14	7 ^{12/31}
August	15	7 ^{21/31}	14	7 ^{26/31}	12	7 ^{14/31}	10	5 ^{21/31}
September	11	7 ^{1/15}	12	7 ^{4/30}	12	7 ^{19/30}	11	6
October	10	5 ^{16/31}	12	5 ^{10/31}	11	5 ^{25/31}	10	5 ^{17/31}
November	9	4 ^{15/31}	10	4 ^{4/30}	15	3 ^{22/30}	10	4 ^{5/30}
December	8	3 ^{4/31}	6	2 ^{25/31}	7	4 ^{2/31}	8	3 ^{19/31}

If we add together the above averages for a particular month, and in turn work out an average for that, then the variations in temperature for a particular day of that month will be as follows:

<i>For:</i>	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>
	4 11/31	4 14/28	5 26/31	6 17/30
	<i>May</i>	<i>June</i>	<i>July</i>	<i>August</i>
	8 1/31	7 6/30	7 5/31	7 4/31
	<i>September</i>	<i>October</i>	<i>November</i>	<i>December</i>
	4 21/30	5 17/31	4 4/30	3 12/31

These figures show clearly that the fluctuations in temperature are smaller during the winter months than in the two spring months March and April, or during the autumn months September and October, and that they are greatest during the summer months. However, since fewer illnesses invade the human body during the summer months than in spring or autumn, it follows from these observations that such diseases are not caused by great fluctuations in the temperature of the atmosphere, but that they have other causes - unless the fluctuations are exceptional, and appreciably greater.

In the following tables I have listed the eight winds and worked out how often each one blew during a particular month. It transpired that the same wind sometimes blew for several days. This prevailing one, whichever it was, I have called number one, though I also noted any other one, no matter how brief or fleeting. Consequently, in detailing the winds, I paid attention to all the changes.

Our Etesian winds are fierce winds which blow in the month of September. If they arrive early, i.e. before the 10th day of the month, they generally cease the following week but one, around the 20th day. But if they arrive after mid-September, their strength prevails for only a week. They generally shake loose a considerable amount of fruit from the trees and are accompanied by heavy downpours.

The month of October generally sees the arrival of settled weather at Leiden. Storms are few, especially when the Etesian winds have been prevalent in September. Krafftius has observed that at St. Petersburg the month of October is particularly stormy, and that the months of September, March and January are not far behind in this respect. But if at Leiden it freezes in January, there will be no storms. March sees the arrival of very unsettled weather, which is generally as stormy as that brought by even November.

Strong winds are moderated by rainfall, but gales will continue to rage; though when winds veer to the North, their force is soon spent, unless they originated in that quarter. This is not very often the case, however, in our part of the world.

Temperature for an Average Year according to the Scale of the Fahrenheit Thermometer (Figures derived from 14 Consecutive Years)

<i>Month</i>	<i>From day 1 to day 15</i>			<i>From day 15 to end of month</i>			<i>Total</i>
	<i>Morning</i>	<i>Noon</i>	<i>Evening</i>	<i>Morning</i>	<i>Noon</i>	<i>Evening</i>	
<i>January</i>	488	536	482	521	571	526	3,124
<i>February</i>	544	615	552	485	557	492	3,245
<i>March</i>	579	673	573	654	766	644	3,889
<i>April</i>	673	716	653	699	830	678	4,249
<i>May</i>	758	879	723	956	1,022	839	5,177
<i>June</i>	804	1,013	821	907	1,018	855	5,418
<i>July</i>	943	1,062	891	1,001	1,466	1,049	6,412
<i>August</i>	957	1,065	828	965	1,096	935	5,846
<i>September</i>	878	1,017	788	836	940	817	5,276
<i>October</i>	698	789	755	741	834	737	4,554
<i>November</i>	650	713	611	582	622	593	3,771
<i>December</i>	490	660	609	576	616	579	3,530
							<u>54,491</u>

It is possible to use the foregoing figures to discover whether a given month in a given year is to be considered relatively cold,

temperate, or relatively warm. This is done by comparing the Thermometer readings taken from the first day of the month until the 15th day, and from the 15th day until the end of the month, with the figures given above. If the number of degrees observed agrees with the number shown above, the month is a cold one. If it exceeds it, the month is a warm one. Similarly, the sum of all the above monthly figures represents a temperate year, with which we shall be able to compare the observations for subsequent years and ascertain whether a particular year is to be considered a temperate one, a cold one or a warm one.

In our country, the Netherlands, the weather is fairly changeable and it is impossible to lay down any fixed rule with regard to rainfall. For in the very months during which rain is plentiful in one year, in those same months dryness is prevalent in other years. Nevertheless, a comparison of many years forces us to conclude that the first seven months of the year are comparatively dry, and that the last five months of the year are comparatively wet. For in the first seven months the rainfall is not yet so plentiful as in the last five months, the figures being something like 41 to 54. If I arrange the months from the driest to the wettest, I obtain the following order: February, January, June, April, July, March, May, December, September, August, November, October. The amount of rainfall for the whole of an average year is 24 Rhineland inches. In drier years there is less rainfall; in wetter years, more.

In several instances, the level of Mercury in the Barometer is shown to be 29 inches 11 graduations, while the minimum is 27 inches 1 graduation. This means that the average level is 28 inches 9 graduations. On one occasion, it is true, I obtained a reading of 27 inches 3 graduations, but the limit for the average year must not be allowed to depend on a single, most exceptional reading. Having taken and added up the readings for a great many years, I postulate an average level of 29 inches.

At Leiden are few sunny ¹⁾ days. In an average year they number 52.

1) *Latin: sereni: sunny, bright, clear.*

Seldom are there more. We cannot complain if we have 5 such days in the month of January, 4 in February, 6 in March, 4 in April, 7 in May, 6 in June, 2 in July, 4 in August, 6 in September, 4 in October, 1 in November. and 3 in December. When, however, there are too few in one month, a similar number must be added to another month: otherwise the year will have too few sunny days, as sometimes happens.

Wet ¹⁾ days are much commoner: in an average year they number 134. Of these, 8 fall in the month of January, 7 come in February, 10 in March, 12 in April, 10 in May, 9 in June, 10 in July, 14 in August, 12 in September, 15 in October, 17 in November and 10 in December.

Hail showers are not common. It hardly ever hails in January. Once in two years it hails in February, once a year in March, three times in April, once in May, once in two years in June, never - except there is thunder too - in July or August, once in two years in September, once a year in October, once in two years in November and once a year in December. This means that it generally hails eight times a year, though at Leiden hail is more frequent.

It hardly ever thunders and lightens in the months of January, February, March, April and December. It generally does so ten times a year - at least, that is the average figure. It thunders once in May, twice in June, four times in July, twice in August and once in September. Once in two years it thunders in October and November: at Utrecht, thunder is more frequent and more vehement. At Leiden, lightning is most unlikely to strike anything in the space of 20 years. It did strike a comparatively tall windmill, or rather one of its arms, but since then, only one person has been struck by lightning in the present century, and that was a miller's child.

A meteorological phenomenon which has been common in the present century is the Northern Lights ²⁾. They were first seen in the year 1716.

¹⁾ *Latin: pluviosi: normally "rainy", but the term could conceivably include other forms of precipitation.*

²⁾ *Latin: Aurora Borea: now, more commonly, Aurora Borealis.*

In several years I saw their splendour as many as fifty times. But after 1739, when I removed to Leiden, they became less frequent. Whether they will cease to appear as they previously did, we shall be able to discover in future from carefully kept meteorological records.

A year is usually a fertile one, if the cold of winter is late in retreating and if only at the beginning of May the trees begin to open their buds, so that they only become green in mid-May, and if subsequently there is no frost, and the months of June, July and August are predominantly dry. The warmth does not do as much good as the moisture does harm. So if the climate is wetter in July and August, the year will always be an infertile one.
