

CHRISTIANI  
HUGENII à ZVLIICHEM,

CONST. F.

HOROLOGIVM.



HAGÆ COMITVM.

---

Ex officina Adriani Vlacq.

M. DC. LVIII.

Christiaan Huygens van Zuilichem, zoon van Constantijn

# H O R O L O G I U M

's-Gravenhage \* Uitgegeven door Adriaan Vlacq \* 1658

(Vertaling uit het Latijn: Tijdschrift voor Horlogemakers, 1<sup>e</sup> Jaargang No.5 1 Maart 1903)

Aan de Edele Groot-Mogende Heeren Staten van Holland en West-Friesland,  
Christiaan Huygens van Zuilichem wenst u geluk.

(Voorwoord)

Aan de vergetelheid is 't ontrukkt, hoe het eerste uurwerk te Rome een zonnewijzer was, die in het jaar 477 na hare stichting met andere buit werd medegevoerd uit een veroverde stad op Sicilië en op een openbare plaats opgesteld. Ofschoon hij niet geheel in overeenstemming was met de ligging van Latium, en de lijnen, die er op waren aangebracht, niet nauwkeurig de uren aanwezen, heeft het Romeinsche volk toch 99 jaren lang, door nood gedwongen en bij gebrek aan beter, er genoeg mee genomen; toen heeft de Censor Q. Marcius Philippus een anderen nauwkeuriger laten maken, voor welk geschenk evenals voor zijne overige werkzaamheden als Censor hem veel dank is betuigd.

Ook ik, Doorluchtige Heeren! Die nu iets dergelijks bedrijf, daar ik niet slechts in één stad, maar overal den onregelmatigen gang van alle uurwerken wil verbeteren, zou ongetwijfeld ook een gelijken dank van alle menschen mogen verwachten, als Q. Marcius van zijne medeburgers ten deel viel, indien, gelijk dezelfde toestanden en gebeurtenissen na verloop van tijd plegen terug te keeren, ook oprechtheid en oude rechtschapenheid nog eens opnieuw tot bloei geraakten. Daar evenwel deze deugden door de meeste menschen reeds lang verwaarloosd zijn en daarentegen bedrog en afgunst wijd en zijd heerschen, zoo heb ik al spoedig ingezien welk lot ook onze uitvinding ten deel zou vallen, zoodra

zij bij iedereen bekend werd. En mijn voorgeven heeft mij niet bedrogen. Want vooreerst, reeds dadelijk is in ons vaderland de vermetelheid en onbeschaamdheid van sommige lieden zoover gegaan, dat zij, geenszins door Uw verbod teruggeschikt, de van ons afkomstige uitvinding hebben durven wijzigen en er zich daarna op beroemen, alsof het een geheel nieuwe was, ja zelfs, en God wil, alsof zij voortreffelijker was dan de onze.

En dit alles, dat om zoo te zeggen, openlijk en voor eigen oogen gebeurde, heeft ons er aan herinnerd, dat weinig beters uit het buitenland voortdurend ons dreigt. Ongetwijfeld immers zullen er ook elders menschen opstaan, die afgunstig aan onzen kleinen roem gaan tornen en misschien zichzelf, maar zeker de geheele wereld zullen trachten te overtuigen, dat deze uitvinding niet te danken is aan de scherpzinnigheid van onze landgenooten, maar reeds lang te voren aan het licht was gebracht door den ijver van henzelf of een der hunnen.

Deze onwaardige handelwijze gaat ons geheele volk aan en ook U, Doorluchtige Heeren, die nooit goedsmoeds hebt, dat de roem van wijd en zijd vermaarde uitvindingen – ik spreek van de boekdrukkunst en van de telescoop – aan uw vaderland ontroofd werd door schandelijk plagiaat. Ik beken, dat het voor mij geen zwakke prikkel was, om er ook

den roem mijner uitvinding – welke beteekenis die dan moge hebben, - aan toe te voegen. Derhalve heb ik dien weg gevolgd, die alleen tot dit scheen te leiden; en heb ik, als maker zelf, 't op mijn genomen, om het beginsel en de constructie van het nieuwe werktuig in korte woorden te beschrijven en in het licht te geven, wel is waar in een heel klein werkje, maar dat nog korter zou zijn, indien ik niet gemeend had, daar ook de tegenwerpingen te moeten beantwoorden, die ik voorzag, dat door sommigen mij konden worden gemaakt, en die zich tegen de grondgedachte van mijn werk konden richten.

Het werkje, dat onder deze omstandigheden is ontstaan, kom ik met de verschuldigde hoogachting aan U opgedragen en het toevertrouwen aan Uw Doorlichtigen Naam en Bescherming; en niet zóózeer deze weinige bladzijden wijd ik U toe dan de uitvinding zelf, die zich naar het schijnt, wel eenigen roem zal verwerven.

Toont naar Uw gewone goedheid Uw gunst, tot nut van het algemeen. Aan hem, die, op welke wijze hij ook zijn toegenegenheid aan den dag legt, niets meer wenscht, dan dat het U behaagt, ook later Uwe goedkeuring te hechten aan werken van meer gewicht. Zoo moge God de republiek onder Uwe heerschappij beschermen en geluk verleenen.

(Inleiding)

Onze nieuwe methode, om den tijd te meten die wij einde 1656 uitdachten en in eenige daaropvolgende maanden in ons vaderland besloten bekend te maken, ofschoon het wel aan geen twijfel onderhevig zou zijn, of ze zou, wegens haar groot nut wijd en zijd zich verspreiden, daar reeds meerdere exemplaren van het nieuwe werkstuk verkocht zijn en overal heen verzonden – zoo geven wij toch niet ongaarne gehoor aan diegenen, die er bij ons op aandrongen, om haar, in een geschrift samengevat, in 't

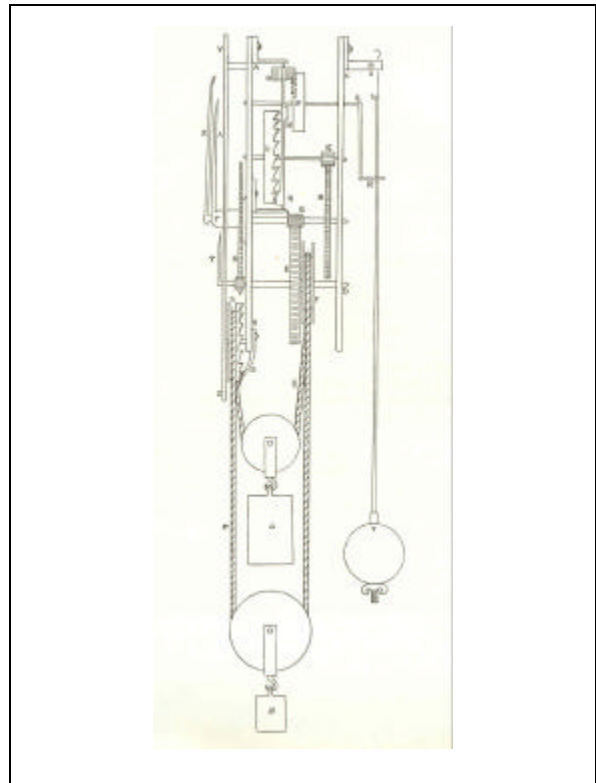
licht te zenden. Wij gaan hiertoe over, zoowel om hun een dienst te bewijzen, die, wegens scheidenden afstand, haar wellicht eerst laat zouden leeren kennen, - als ook om op te treden tegen de onbeschaamdheid van dat slag leegloopers, die naar hun gewoonte de uitvindingen van anderen belagen en er zich niet voor schamen, ze voor de hunnen uit te geven. Toch zou tegen hen kunnen getuigen (zoo 't noodig mocht zijn) *en* het tijdstip van 't verleend *Privilegie* – den 16 Juni 1657 door de Hoogmogende Heeren Staten der Vereenigde Provinciën ons geschonken – *en* niet weinige getuigen, wien wij van onze ontdekking, zoodra wij haar vonden, melding maakten.

Dat de slingers der Sterrekundigen de aanleiding onzer vindig waren, zal een ieder lichtelijk inzien, die er mede bekend is, hoe reeds sinds verscheiden jaren deze door hen in gebruik zijn genomen. Daar immers de wateruurwerken en andere automaten, zooals zij die bij hun waarnemingen plachten te gebruiken, telkens in de steek lieten, hebben zij ten slotte, naar het voorbeeld van den scherpzinnigen geleerde GALILEO GALILEI, er dit middel voor bedacht: een gewichtje, aan een dun koordje opgehangen, met de hand in beweging te brengen, welks slingeren, één bij één, opgeteld, een even groot aantal gelijke tijdsdeelen aanwijzen. Door deze methode zijn de eclipsen nauwkeuriger dan te voren waargenomen en ook de diameter der zon en de afstanden der sterren zijn vrij goed bepaald. Maar behalve dat noodzakelijkerwijze de beweging van den slinger verminderde, tenzij iemand steeds voor de voortdoring waakte, was het ook een zeer vervelend werkvoor den waarnemer, die al die schommelingen heen en weer moest tellen, een werk, waarmee sommigen (gelijk naar hun eigen mededeelingen vast staat) met buitengewoon geduld zelfs geheele nachten wakende hebben doorgebracht! Wij nu, opmerkende, dat deze soort van beweging het meest constant blijft, en wel

als eenig, om zoo te zeggen, in de natuur gegeven is, wat haar geschiktheid tot een mechanische toepassing betreft, hebben nagegaan, hoe deze het gemakkelijkst bereikt kan worden en hoe een middel te vinden was, dat beide bovengenoemde bezwaren ophief. En nadat wij in onzen geest veel inrichtingen beproefd hadden, kwam ons die, welke wij in 't volgende uiteen zullen zetten, als de eenvoudigste en geschikste voor; haar hebben wij toen gekozen. Wanneer men haar heeft begrepen en haar aanwendt tot algemeen en privaat gebruik, (waarmee men reeds begonnen is), dat zal het voorzeker allen tot voordeel strekken; immers een overeenstemming tusschen de uurwerken onderling en met de zon wordt hier waargenomen, als nimmer te voren, ja zooals men nauwelijks had durven wenschen.

De sterrekundigen verder zullen dit bereiken, dat zij, niet meer belemmerd door den last, om den slinger in beweging te houden en zijn slingeringen te tellen, dat alles kunnen vervolgen, waarvan wij kort te voren melding maakten; ja ook andere moeilijke vraagstukken onderzoeken, bijv. de ongelijkheid van de dagen, gerekend van middag tot middag; zij toch, die deze willen ontkennen, zijn tot nog toe meer door redeneering dan door afdoende proefnemingen bestreden. Over de mogelijkheid der Lengtebepaling, wil ik thans niet uitvoeriger spreken; indien men hierin ooit slagen zal en daardoor een hoogst begeerd hulpmiddel zal verschaffen aan de schippers voor den koers hunner schepen, dan kan dit naar mijn overtuiging en die van veel anderen slechts gebeuren, door op zee hoogst nauwkeurige uurwerken mede te nemen, die niet de minste fout vertoonen. Maar deze aangelegenheid zal nog wel eens hetzij mij zelf, hetzij anderen, ter harte gaan. – Thans wil ik mijn werktuig in afbeelding, zoo helder als ik vermag, met woorden toelichten.

(Het slingersysteem)



Het voornaamste deel van het werk wordt ingesloten door twee rechthoekige, onderling gelijke stellingplaten *AB* en *CD*, waarin wederzijds de assen der raderen zijn ingestoken. Deze platen zijn hier slechts van ter zijde zichtbaar.

De vier pooten, door welke zij aan de hoeken verbonden worden, heb ik geheel weggelaten om de duidelijkheid der figuur niet te schaden.

Vooreerst krijgen wij het tandrad *E*, aan welks as ook de schijf *F* is bevestigd. Om deze schijf loopt een koord, waaraan op eene wijze, die we nader zullen uiteenzetten, het gewicht  $\Delta$  hangt, zoodat het rad *E* door de zwaarte van *A* draait. *E* brengt het rad *H* in beweging; dit deelt op zijne beurt de beweging mee aan *L*, welks tanden den vorm hebben van dien eener zaag. Dicht bij de as van *L* staat recht op de lepelspil *MN*, die twee lepels of oortjes draagt, waarvan het eene stoot tegen de tanden beneden van het rad *L*, het andere tegen die boven aan het rad en wel bij afwisseling, zoodat deze spil dan ook niet in een kring rondgaat, maar heen en weer draait, nu naar rechts dan naar links, terwijl het rad *L* ondertusschen in een cirkel rond

wordt gedreven. Ik zal deze beweging, niet nauwkeuriger beschrijven, aangezien mijn uurwerk hierin niets verschilt van de algemeen bekende; belangrijk daarentegen is wat nu volgt.

Aan de spil  $NM$  is namelijk ook een rad  $O$  bevestigd, welks tanden grijpen in die van het kroonrad  $P$ .

De geheele omtrek van dit rad  $P$  behoeft niet getand te zijn, maar slechts het bovenste deel; het rad  $O$  immers heeft evenals de as  $NM$ , waaraan het bevestigd is, een schommelende heen en weer gaande beweging; en deze neemt het rad  $P$  over. En daar de diameter van  $P$  grooter is dan die van  $O$ , legt het eerstgenoemde ook telkens een kleiner deel van zijn omtrek af dan het tweede. Waartoe dit dient, zullen wij elders uiteenzetten.

(De slingerophanging)

De as van het rad  $P$  steekt uit buiten de stellingplaat  $CD$ , en heeft daar een gaffel  $QR$ , die op zijne beurt van onderen is omgebogen; bij  $R$  is hij doorboord en wel op zulk eene wijze, dat een metalen staaf  $ST$  gemakkelijk door deze vrij wijde opening kan worden gestoken. Deze staaf hangt, van boven bij  $S$ , aan de draad  $SI$ , terwijl hij beneden het slingergewicht  $T$  draagt, dat men omhoog kan schuiven of laten zakken door middel van een schroef. Opdat men na deze uitlegging het systeem der beweging en dus de geheele uitvinding goed begrijpe, (want wat nog verder in de figuur wordt gezien zullen wij later behandelen), moet ik er in de eerste plaats op wijzen, dat, als de slinger  $IR$  niet door het gat  $R$  ging of geheel ontbrak, de gaffel  $QR$  door het gewicht  $\Delta$ , dat alle raderen in beweging brengt, met groote snelheid heen en weer zou slingeren. Nu echter de staaf, met het gewicht er onderaan door  $R$  gaat, wordt de beweging van de gaffel belemmerd en het heele uurwerk is in rust zoolang, tot er éénmaal tegen het gewicht  $T$  wordt gestooten. Nu komt de staaf  $SIT$  in slingerbeweging, dicht langs de stellingplaat  $CD$ . De gaffel  $QR$  geeft niet

alleen door de werking van het gewicht  $\Delta$  aan de beweging van den slinger toe, maar versterkt dezen nog zelfs een weinig bij iedere schommeling. Op deze wijze wordt een voortdurende beweging bewerkstelligd, terwijl zonder de verbinding met het uurwerk, de slingeren spoedig kleiner zouden worden en ten slotte alles in rust zou zijn. Bij elke schommeling krijgt de slinger telkens een stoot door de werking van de tanden van het rad  $L$  op de lepels van  $MN$ . Dit nu is aangaande de beweging van ons uurwerk, het voornaamste, dat wij er in moesten uitleggen, daar hierin het eigenlijke der uitvinding bestaat.

(De wijzers)

In de figuur bevindt zich verder nog een derde plaat, de wijzerplaat  $YZ$ , evenzijdig aan de beide andere; in de tusschenruimte tusschen deze plaat en  $AB$  ziet men het tandrad  $V$ , dat met het rad  $E$  een gemeenschappelijke as heeft. De tanden van  $V$  grijpen in die van het rad  $X$ . Dit laatste is in zijn midden bevestigd aan de bus  $\Gamma$ , die uitsteekt buiten de plaat  $YZ$  en aan haar einde den uurwijzer  $\Lambda$  van het uurwerk draagt. Binnen deze bus bevindt zich een tweede bus, verbonden aan de plaat  $YZ$ ; zij vormt de as, waarom heen  $X$  draait en laat zelf van binnen de as van  $H$  door, dragende een andere wijzer  $\Sigma$  langer dan  $\Lambda$ , deze wijst de seconden aan. De minuut wijzer  $\Psi$  is veel korter dan deze beide en is bevestigd op het einde van de as  $DV$ , die ook uitsteekt buiten de plaat  $YZ$ . En dit wijzertje beschrijft dichter bij  $YZ$  dan de andere wijzers, een cirkeltje, waarbij het de minuten aanwijst. De uurwijzer  $\Lambda$  draait boven dezen rond, evenals de secondenwijzer  $\Sigma$ .

(De tandradverhouding)

Daar dit alles, evenals de geheele inrichting van raderen en het getal der tanden op vele wijzen veranderd kan worden, hebben wij ons met dit eene

voorbeeld tevreden gesteld; en wel een voorbeeld, dat in de praktijk voldeed. Daarom zullen wij nu ook het aantal tanden van ieder rad noemen, dat, naar ons voorkomt, bij deze inrichting het best past. De raderen  $E$  en  $H$  hebben er elk 72,  $G$  en  $K$  6,  $L$  25 en  $O$  10. Het rad  $P$  20 of een deel hiervan, omdat, (naar ik heb gezegd), het onnoodig is, hierin alle tanden te snijden. De lengte van den slinger  $SIT$  is een Rijnlandsche voet, die het meest nadert tot de oude Romeinsche en ongeveer met  $5/6$  er van gelijkstaat; voor elke enkele slingering heeft hij een halve seconde noodig. Het is niet moeilijk om hetzij door de observatie der zon hetzij door de vergelijking met een ander uurwerk, het geheel zoodanig in te richten. Deze slingerlengte is de juiste, wanneer ook de raderen op de boven aangegeven wijze zijn gekozen en op deze wijze kan men staat maken op een nauwkeurige gelijkheid van beweging, die zelfs voor astronomische doeleinden voldoende is.

Wanneer men echter een vier- of meer maal zoo grooten slinger gebruikt, terwijl de overige inrichting er mee in overeenstemming blijft en men ook grootere raderen neemt, dan zal men op die langzamer schommelingen nog veiliger kunnen afgaan. Zoo zagen wij reeds in groote stedelijke uurwerken met zeer gelukkigen uitslag dergelijke zeer lange slingers in gebruik, van 12 soms zelfs van 20 voet, met een kogel van 25 of 30 pond. Om echter tot onze inrichting terug te keeren, het is duidelijk, dat wanneer  $E$  éénmaal ronddraait,  $H$  dit 12 maal doet en 't rad  $L$ , dat weer zijne beweging van  $H$  krijgt, 144 maal. Daar dit 25 tanden heeft, drukt het 3600 maal beurtelings tegen de lepels  $M$  en  $N$  aan en de slinger  $SIT$  maakt evenwel dubbele slingeringen. En daar één uur 3600 seconden heeft, gaat in een uur tijd het rad  $E$  éénmaal rond. Daarom is het cirkeltje onder den wijzer  $\psi$  in 60 deelen verdeeld die de minuten aanwijzen. Omdat het rad  $H$  12 maal in een uur ronddraait of eenmaal in 5 minuten, gebeurt hetzelfde met den wijzer  $\Sigma$  en derhalve verdeelen wij

den cirkel onder dezen wijzer eerst in vijven, en daarna elk dezer deelen weer in 60 kleinere, die de seconden aanwijzen. Eindelijk moet de wijzer  $\Delta$  de 12 uren aanwijzen en derhalve, opdat hij in dezen tijd eenmaal rond zal gaan, geven wij aan het rad  $V$  6 tanden, aan  $X$  72.

(Het oneindige koord)

Nu zullen wij nog uitleggen, op welke wijze de gewichten  $\Delta$  en  $\Xi$  aan het uurwerk hangen. Dit hebben wij met een nieuwe kunstgreep zoo geregeld, dat wanneer het gewicht  $\Delta$  weer omhoog wordt getrokken, de gang van het uurwerk niet ophoudt en zelfs niet in de geringste mate wordt belemmerd. Want het was bij deze uitvinding boven alles noodzakelijk, dat geen enkel tijdsdeeltje verloren ging en de beweging van den slinger niet verminderde, wanneer het gewicht werd opgetrokken. Daarom neemt men een touw, dat in zich zelf terugkeert, doordat de einden aan elkaar zijn vereenigd. Het wordt eerst om de schijf  $F$  gelegd, die ruw is door ijzeren puntjes, opdat het touw er niet over zal glijden en draait aan de andere kant over een katrol, waaraan het gewicht  $\Delta$  is bevestigd. Van hier gaat het naar boven over de schijf  $\Omega$ , en weer dalende draagt het nog een katrol, waaraan een kleiner gewicht hangt en vandaar keert het naar  $F$  terug. De schijf (die wij hier voor de duidelijkheid tusschen de platen  $AB$  en  $YZ$  hebben opgehangen, gewoonlijk toch brengt men haar gemakkelijker aan tegen de kast, die het geheele uurwerk omgeeft), heeft langs den omtrek, evenals 't rad  $L$ , zaagvormige tandjes, alsook een veer, die van boven tegen deze aandrukt, waardoor het slechts in één richting kan draaien, n.l. wanneer getrokken wordt aan het touw  $II$  en dus het gewicht  $\Delta$  rijst, want de veer, die de tanden tegenhoudt, belet een tegengestelde beweging. De gleuf langs den omtrek van genoemde schijf moet zoo hol gemaakt worden, dat zij het touw, dat er omligt, iets knelt en tegenhoudt zoodat het zeer moeilijk naar

beneden glijden kan langs de schijf, zoolang die in rust is; tot hetzelfde doel is ook het gewicht  $\Xi$  aangebracht. Is alles zoo ingericht, dan trekt  $\Delta$  steeds met de helft van zijn gewicht aan het touw  $\Phi$  en de beweging van het uurwerk zal voortduren, zelfs wanneer  $\Delta$  door het trekken aan het touw  $\Pi$  omhoog wordt geheven. Alles wat betrekking heeft op de inrichting van het werktuig hebben wij nu verklaard.

(Onregelmatigheden)

Tot slot zullen wij duidelijk maken, hoezeer dit uurwerk uitmunt boven al de andere, die tot nog toe in gebruik waren. Wel is zeker, dat bij deze oudere uurwerken er zeer vele oorzaken van onjuistheid en ongelijkheid zijn. Want is er zelfs maar een kleine fout begaan bij het juist plaatsen of bij het vervaardigen der raderen, dan is oogenblikkelijk eene onbestendige gang het noodzakelijk gevolg. Verder gaan de uren langzamer voort, wanneer de olie, waarmee men de assen moet smeren, verdroogd of vervlogen is. En gesteld al dat deze oorzaken niet aanwezig zijn, de uurwerken reageeren ook op de verschillende veranderingen in jaargetijde en weersgesteldheid, ja zelfs hebben zij er soms een voorgevoel van; bij koude loopen zij meestal langzamer; bij warmte haasten zij zich meer dan gewenscht is. De slinger heeft echter deze eigenschap, dat zij steeds noodwendig denzelfden onafgebroken gang voortzet en er niet van afwijkt, tenzij de lengte veranderd wordt. Zooals blijkt hebben wij al de genoemde bezwaren bij deze inrichting opgeheven, zoodat geen vertraging of ongelijkheid in den gang te vreezen is, tenzij er iets mocht zijn, waardoor de loop van het werk geheel wordt verhinderd. Maar toch weet ik dat er voor sommigen twee redenen kunnen wezen, om hieraan te twijfelen. Ten eerste omdat onze slinger schijnt te verschillen van een vrij opgehangene, daar hij bij iedere schommeling een zekeren stoot en

drukking ondervindt van de gaffel  $QR$ . Vervolgens dat, wanneer hij de eigenschappen van een eenvoudigen slinger houdt en op dezen in alle opzichten gelijk, door sommigen, die dit uiterst nauwkeurig nagevorsch hebben, er toch nog twee oorzaken van ongelijkheid in den gang zijn gevonden.

Wij loochenen niet, dat, hetgeen men over den druk van den gaffel in 't midden brengt, waarheid bevat. Maar wij weten, dat deze druk het kleinst is, wanneer het gewicht  $T$  juist zoo zwaar wordt genomen, dat de slingering wel kan voortduren. Maar met een geringe en wel steeds gelijke slingerwijdte. Derhalve zal dan de beweging van den slinger zelfs niets gejaagder of ongelijker gaan, dan, wanneer de gaffel in 't geheel niet nadeelig was en de vrije slinger  $SIT$ , zooals men tot nu toe placht, met de hand in beweging wordt gebracht. Dit wordt dan ook door de ervaring bewezen.

Van de beide onregelmatigheden in den gang van den slinger zelf, die sommigen volhouden, dat bestaan, (ofschoon niet met algemeene instemming) erkennen wij de eene, maar meenen, dat zij ons uurwerk weinig schaadt; de andere bestaat niet, dit is voor ons aan geen twijfel onderhevig. Vooreerst dan, beweert men, dat de schommelingen van denzelfden slinger bij verschil in wijdte niet even lang duren, maar dat de slinger voor een wijde slingerruimte iets meer tijd noodig heeft dan voor een kleine: de waarheid hiervan kan door een gemakkelijke proef aangetoond worden. Want wanneer van twee even zware en even lange slingers, de eene ver uit den loodrechten stand wordt getrokken, de andere slechts weinig, zal men ze, beide losgelaten, niet lang in dezelfde richting zien schommelen, maar die slinger komt voor, wiens baan het kortst was. Inderdaad is, als ik zei, deze ongelijkheid weinig nadeeling voor ons uurwerk en wel hierom, daar alle schommelingen evenver van den loodrechten stand afwijken.

Toch is ze niet geheel zonder invloed, indien wij tenminste, (zooals hierbij noodzakelijk is), ook met de geringste kleinigheden rekening willen houden. Aangezien het voorkomt, hetzij door weersverandering, hetzij door een of ander gebrek in het werk dat de gaffel  $QR$  niet steeds met dezelfde kracht heen en weer gaat, moeten ook (al zijn de verschillen dan ook gering) de schommelingen van den slinger grooter en weer kleiner worden. En daar, (zooals ik straks reeds zei), de wijdere slingeren langer duren dan de minder wijde, bestaat er een zekere ongelijkheid in de beweging van het uurwerk. Maar zelfs deze fout, ze moge van weinig beteekenis zijn, hebben wij ook toen getracht te herstellen, toen de uurwerken nog zoo waren vervaardigd, dat de beweging van den slinger vrij groot was. Daarna echter hebben wij, door het aanbrenge van der raderen  $O$  en  $P$ , het bereikt, dat het niet eens meer noodig was, zulk een fout te herstellen; door deze raderen toch zijn de schommelingen van den slinger zoo klein als men maar wil, terwijl toch de as  $MN$  zooveel als noodig is heen en weer draait. Want daar de diameter van  $P$  twee of driemaal zoo groot wordt genomen als die van  $O$ , draait  $O$  telkens een voldoende deel van den omtrek, zelfs bij een vrij kleine schommeling van  $P$ . Zoo verschillen, doordat alle schommelingen kleiner zijn gemaakt, zelfs wanneer sommigen nu en dan langer mochten zijn dan de overige, de tijden, waarin zij worden doorlopen, niet noemenswaardig, gelijk de ondervinding bewijst. Uit het voorgaande volgt ook, dat zelfs, indien men het gewicht  $\Delta$  tweemaal zoo groot neemt, daardoor toch de beweging van den slinger niet wordt versneld of de loop van het uurwerk gewijzigd, wat tot nog toe geenszins het geval was. De andere onregelmatigheid heeft, naar ik meen, het eerst en alleen aan het licht gebracht GOTHOFER. WENDELINUS, een beroemd man op Astronomisch gebied, hij schreef te hebben waargenomen dat de slingeren van eenzelfden slinger in den

winter korter duren dan in den zomer en nog wel met een merklijk verschil. Maar daar hij erkent bij dit onderzoek slechts zandloopers en gewone uurwerken gebruikt te hebben, met zonnepijlers, misschien wel niet al te zorgvuldig verdeeld, twijfelen velen er aan, of zijn waarneming wel geheel juist is. Ik zelf heb niets dergelijks kunnen bespeuren. Integendeel heb ik de ondervinding gedaan, dat zoowel bij kleinere uurwerken met een slinger van een halven voet als bij groote, waarbij hij ongeveer 24 voet lang is, in winterkoude en zomerhitte, dezelfde slingerlenget vereischt wordt. En deze lengte moest toch voor den winter wel  $1/7$  langer zijn, indien de meening van WENDELINUS waar was.

(veeraandrijving)

Nu ik derhalve ook in dit opzicht de gelijkmatigheid en standvastigheid van beweging van mijn werktuig heb bewezen, wil ik mijn beschrijving eindigen; veel wat ik hier aan nog kon toevoegen, laat ik over aan het vernuft der vervaardigers, die, als ze eenmaal mijn uitvinding hebben begrepen, gemakkelijk kunnen vinden, op welke wijze zij kan toegepast worden op de verschillende soorten van uurwerken en ook op die, welke nog naar het oude systeem zijn gemaakt. Zoo hebben wij reeds bij hem, wiens arbeid wij bij het maken van deze uurwerken, hebben gebruikt, dergelijke toepassingen gevonden, op uurwerken, niet door een gewicht doch door een veer in beweging gebracht.

Terwijl hierin vroeger een snek noodig was met omgewonden koord, ten einde de drijfkracht van de veer gelijk te houden; laat men thans deze weg en brengt tanden aan op de ton, waarin de veer besloten ligt. Want ofschoon aldus de beweging van den slinger in den aanvang en ten slotte niet met gelijke kracht geschiedt, zoo worden toch de slingeren er van tegen het einde niet langzamer, zooals boven is aangetoond. De veer wordt opgewonden



aan dat uiteinde, waaraan ze in 't midden  
opgerold is, an aldus wordt er voor  
gezorgd, dat de loop van het uurwerk geen  
oogenblik wordt afgebroken.

Ik laat buiten bespreking, dat er ook  
uurwerken zijn vervaardigd, die door slaan  
de uren bekend maken en wel zoo, dat door  
een en hetzelfde gewicht of veer, beide  
deelen van 't werk worden bewogen,  
zowel dit slagwerk als dat deel, dat den  
wijzer beweegt. Maar dit heeft met onze  
uitvinding slechts in zoover te maken, als  
door haar voor dit alles de mogelijkheid en  
gelegenheid is gegeven.

EINDE