

TWEE NIEUWE HULPMIDDELEN

VOOR DE

TIJDSBEPALING IN HET DAGELIJSCH LEVEN,

AANBEVOLEN DOOR

F. K A I S E R.

De behoefte aan hulpmiddelen, om den tijd met juistheid uit te meten, is gestadig toegenomen, naar mate de wetenschappen werden volmaakt en een' meer beslissenden invloed uitoefenden op de nijverheid en het maatschappelijk leven. Men heeft ook met steeds hooger ernst gearbeid om die behoefte te vervullen, en misschien heeft het menschelijk vernuft zich nergens duidelijker geopenbaard, dan in de welgelukte pogingen, die, in vroegeren en lateren tijd, daartoe werden aangewend. De kunst om uurwerken te vervaardigen is thans inderdaad tot eene hoogte geklommen, die men in vroegere eeuwen voor eene hersenschim verklaard zoude hebben; maar al mogt de kunst het hoogste toppunt van volkomenheid hebben bereikt; al mogten de uurwerken, in zich zelf, niets meer te wenschen overlaten, dan zouden zij nog, alleenlijk onder bepaalde voorwaarden, aan hun eigenlijk doel beantwoorden.

Het eenige middel dat ons ten dienste staat, om den tijd te meten, is de beweging, die wij bij het een of ander voorwerp waarnemen. Is die beweging eenparig, d. i. wordt door het voorwerp in hetzelfde tijdvak altijd dezelfde ruimte doorgeloopt, dan zullen ook alle ruimten, die het heeft afgelegd, evenredig zijn aan de tijden waarin het die aflegde, en de doorgelooptene ruimten zullen onmiddellijk de maten der genoemde tijdvakken wezen. Is de

beweging van het voorwerp niet eenparig, zoo zal de doorgeloopene ruimte in het geheel niet kunnen dienen om den tijd te meten, ten zij men naauwkeurig bekend is met de veranderingen, welke die beweging ondergaat; en ook dan zal de verloopene tijd niet onmiddellijk door de doorgeloopene ruimte worden gemeten, maar, alleen door de tusschenkomst van meer of min zamengestelde berekeningen, daaruit kunnen worden afgeleid. Een uurwerk is dus in zich zelf volkomen, wanneer zijne wijzers zich altijd met volmaakt dezelfde snelheid rond bewegen, of wel met eene veranderlijke snelheid, die eene bepaalde en bekende wet volkomen opvolgt, zoo dat hare veranderlijkheid met alle juistheid kan worden in rekening gebragt. Het is onvergelykelyk ligter de wijzers van een uurwerk eene eenparige beweging te doen nabootsen, dan eene onregelmatige, die eene bepaalde wet moet volgen, en daar ook alleen de eerstgenoemde onmiddellijk, d. i. zonder tusschenkomst van berekeningen, den verloopenen tijd doet kennen, heeft men er zich alleen op toegelegd, om de wijzers van een uurwerk een' zoo na mogelijk eenparigen gang te doen aannemen. De uurwerken zouden dus volmaakt genoemd kunnen worden, indien hunne wijzers altijd met volkomen dezelfde snelheid werden rondbewogen; maar in weerwil van alle pogingen, heeft men dit doel nimmer kunnen bereiken, en als het op het juiste uitmeten van den tijd aankomt, moet men altijd de onregelmatigheden in den gang der uurwerken, die zij tegen den wil hunner vervaardigers openbaren, met juistheid bepalen en in rekening brengen.

Wanneer een uurwerk in zich zelf volmaakt is, en alzoo zijne wijzers zich steeds met volkomen dezelfde snelheid bewegen, dan zal het ook, aan dezelfde plaats, de verhouding tusschen tijdsverloopen met eene volkomene juistheid doen kennen. Wil men echter aan verschillende plaatsen, door verschillende uurwerken, in staat gesteld worden om tijdsverloopen met elkander te vergelijken, zoo is daartoe de volkomenheid der uurwerken in zich zelve niet genoeg. Dan moeten de wijzers van elk uurwerk op zich zelf niet slechts altijd met dezelfde snelheid voortgaan, maar moeten bovendien de wijzers der verschillende uurwerken in volkomen de-

zelfde tijdvakken hunne wentelingen om het middelpunt der wijzerplaat volbrengen, of wel men moet de verhouding tusschen die tijdvakken, bij de verschillende uurwerken, met juistheid kennen. Het natuurlijkst is dat men de wijzers van alle uurwerken elke wenteling laat volbrengen in juist hetzelfde tijdvak, dat men als de eenheid voor het meten van den tijd heeft aangenomen. Daarop heeft men zich ook toegelegd, maar men moest daarbij overeenkomen omtrent een tijdvak, dat zich als eene eenheid voor het meten van den tijd geschikt betoonde, en dat tijdvak moest noodwendig zoodanig worden gekozen, dat het zich naauwkeurig liet bepalen door verschijnselen, van welke men wist, dat zij telkens na 'gelijke tijdsverloopen moesten wederkeeren. In het dagelijksch leven, zoo wel als bij wetenschappelijke onderzoekingen, moet men het tijdstip, waarop eene gebeurtenis plaats heeft, weten uit te drukken. Dit kan alleen geschieden door het tijdvak te vermelden, verloopen tusschen die gebeurtenis en eene andere, van welke men weet wanneer zij plaats moet hebben; en al kon men door verschillende uurwerken alle tijdvakken met eene volkomene juistheid onderling vergelijken, de tijd waarop eene gebeurtenis plaats heeft kan niet worden uitgedrukt, ten zij men is overeengekomen omtrent een tijdstip, bij hetwelk alle andere worden vergeleken, en dat algemeen wordt aangenomen als het oogenblik, van waar men het tellen van den tijd begint. Het doelmatig gebruik der uurwerken vordert alzoo de keuze van een *tijdvak*, als eene eenheid voor het meten van den tijd, en van een *tijdstip*, van hetwelk men het tellen van den tijd begint. Voor het een zoo wel als voor het ander is men genoodzaakt tot de verschijnselen aan den hemel zijne toevlugt te nemen.

Wegens de wenteling der aarde om hare as, schijnt ons de geheele hemel zich dagelijks om de aarde te wentelen, en als een vast punt van den hemel, na zich om ons te hebben rondbewogen, tot denzelfden stand met betrekking tot den grond, dien wij bewonen, of met betrekking tot de voorwerpen, die ons omringen, is teruggekeerd, heeft de aarde juist eene wenteling om hare as volbragt. Zoo wel de rede als de ervaring leeren ons, dat de wentelende be-

weging der aarde om hare as volkomen eenparig is, en, sedert de vroegste oudheid, niet de minste, voor ons bemerkbare, verandering heeft ondervonden. Het tijdvak, waarin de aarde elke harer omwentelingen volbrengt, is daarom, en omdat het uit zeer eenvoudige verschijnselen van den hemel kan worden afgeleid, bij uitstek geschikt om als eenheid voor het meten van den tijd te worden aangenomen. Van oudsher heeft het ook daartoe gediend, en daar het overeenstemt met het tijdvak, in hetwelk vaste punten van den hemel hunne vroegere standen met betrekking tot de aarde hernemen, heeft men het den naam van *sterredag* gegeven. Een vier-en-twintigste gedeelte van dat tijdvak wordt een *sterre-uur* genoemd. Ieder van deze wordt in zestig *minuten* en elke minuut in zestig *secunden* verdeeld, en een *tijdvak* is volkomen bepaald, wanneer het in sterre-uren, minuten en secunden is uitgedrukt. Wil men echter ook het *tijdstip*, waarop eene gebeurtenis plaats heeft, kunnen uitdrukken, zoo moet men een tijdstip kiezen, tot hetwelk men alle andere herleidt, en dat door een verschijnsel des hemels wordt aangewezen, of overal uit de verschijnselen des hemels kan worden afgeleid. Men heeft daartoe het tijdstip gekozen, waarop een bepaald en kennelijk punt van den hemel, en wel het voorjaarsnachteveningspunt, door den meridiaan, d. i. door het zuiden gaat, aan de plaats waar men zich bevindt. De *sterretijd* van een bepaald oogenblik is alzoo het aantal sterre-uren, minuten en secunden, op dat oogenblik, sedert den laatsten doorgang van het voorjaarsnachteveningspunt door het zuiden, verlopen.

De telling van den tijd, uitgaande van het oogenblik, waarop de geheele hemel een' bepaalden stand met betrekking tot de aarde moet aannemen, en waarbij de tijd, waarin de aarde elke wenteling om hare as volbrengt, als eenheid dient, d. i. de telling van den tijd naar sterretijd, is wel de eenvoudigste die men zich kan voorstellen. Zij is sedert lang bij de sterrekundigen in gebruik en voor hen in vele gevallen de verkieslijkste; maar hoe eenvoudig en natuurlijk zij in zich zelve wezen moge, zij is volstrekt ongeschikt voor het maatschappelijk leven. De bedrijven van het maatschappelijk leven worden niet naar de standen en de schijnbare bewe-

gingen van den geheelen hemel, maar naar die van een enkel zijner lichten geregeld, namelijk naar die van de zon, wier verschijnen en verdwijnen de natuurlijke tijden van werkzaamheid en van rust bepaalt. In het maatschappelijk leven moet daarom de wijze om den tijd te tellen en te meten aan de standen en de schijnbare beweging van de zon worden ontleend, door welke laatste de wentelende beweging der aarde niet met juistheid wordt afgespiegeld, daar de zon geen vast punt van den hemel is. Wegens de jaarlijksche kringvormige beweging van de aarde om de zon, schijnt de zon zelve ons zich aanhoudend met betrekking tot de sterren te verplaatsen, in eene rigting tegenovergesteld aan die, in welke de hemel zich dagelijks om de aarde schijnt te wentelen, en zoodanig, dat zij in een jaar, na den geheelen hemel te hebben rondgelopen, tot dezelfde sterren wederkeert. Heeft de aarde eene wenteling om hare as volbragt, zoo heeft zij de zon nog niet tot den meridiaan van dezelfde plaats teruggevoerd, omdat de zon zich inmiddels aan den hemel naar het oosten heeft voortbewogen. Het tijdsverloop tusschen twee op elkander volgende doorgangen van de zon door het zuiden duurt omtrent vier minuten langer dan eene wenteling der aarde, of een sterredag, en wordt een *zonne-dag* genoemd. De zonnedag wordt, even als de sterredag, in zijne uren, minuten en seconden verdeeld, en kan, onder zekere voorwaarden, even goed als deze, als eene eenheid voor het meten van den tijd worden aangenomen. Met deze eenheid kan men de telling van den tijd met het tijdstip beginnen, op hetwelk door de zon een bepaalde stand wordt ingenomen, en de tijd, aldus geteld en gemeten, zal dan geen' anderen naam dan dien van *zonnetijd* kunnen dragen. De zonnetijd van een bepaald oogenblik is het aantal zonnuren, minuten en seconden, sedert den laatsten doorgang van de zon door het zuiden verloopen.

Het tellen en meten van den tijd, naar de standen en de schijnbare beweging van de zon, hoe onvermijdelijk in het maatschappelijk leven, heeft zijne eigenaardige moeilijkheden, en kan alleen onder bepaalde voorwaarden met de noodige naauwkeurigheid geschieden. De zonnedagen hebben namelijk niet op alle tijden des

jaars volkomen dezelfde lengte, zoodat zij niet onvoorwaardelijk als eenheden voor het meten van den tijd kunnen worden aangenomen, en ook de tijd niet onmiddellijk door den stand der zon kan worden aangewezen. Deze ongelijke lengte der ware zonnedagen is gedeeltelijk een gevolg hiervan, dat de kring, in welken de zon zich jaarlijks rondom den hemel schijnt te bewegen, niet loodrecht staat op de omwentelings-as der aarde, en gedeeltelijk hiervan, dat de zon zich, in dien kring, niet steeds met dezelfde snelheid aan den hemel voortbeweegt. Het zoude onmogelijk zijn de wijzers van een uurwerk, met eenige naauwkeurigheid, de onregelmatige beweging der zon te doen nabootsen, en telkens bij den doorgang der zon door het zuiden met hetzelfde punt van de wijzerplaat te doen zamenvallen; maar indien dit al mogelijk ware en werkelijk ten uitvoer werd gebragt, zoo zouden de verplaatsingen der wijzers niet evenredig zijn aan de verloopene tijden, en de tijd zelf zoude, niet onmiddellijk, met juistheid door het uurwerk worden aangewezen. Om het tellen en het meten van den tijd met de standen en de beweging der zon in overeenstemming te brengen, was men daarom verplicht tot een eigenaardig hulpmiddel zijne toevlugt te nemen. Dat hulpmiddel is eene denkbeeldige zon, die met de ware zon den geheelen hemel rondloopt, zoodat zij, op hetzelfde oogenblik met haar van een bepaald punt des hemels uitgaande, ook weder op hetzelfde oogenblik met haar tot dat punt wederkeert. Aan deze denkbeeldige zon, die, even als de ware zon, in den tijd van juist een jaar den geheelen hemel rondloopt, wordt eene eenparige beweging toegekend, in eenen kring die loodrecht staat op de omwentelings-as der aarde. Die denkbeeldige zon is, met betrekking tot de ware zon, nu eens vooruit en dan weder ten achter, en, indien zij wezenlijk bestond, zoude zij dagen geven, die altijd dezelfde lengte hebben, en juist met het gemiddeld bedrag van de veranderlijke dagen der ware zon overeenkomen. Men noemt haar de *middelbare zon*, en de altijd even groote tijdsverloopen tusschen twee op elkander volgende harer doorgangen door het zuiden dragen den naam van *middelbare zonnedagen*. De middelbare zon zal, nu eens vroeger dan weder later

dan de ware zon, door het zuiden gaan, en de *middelbare zonnentijd* van een bepaald oogenblik is het aantal middelbare zonne-uren, minuten en secunden, op dat oogenblik, sedert den laatsten doorgang van de middelbare zon door het zuiden verlopen. Het is ligt te berekenen welk punt van den hemel door zulk eene middelbare zon, op een gegeven oogenblik, moet worden ingenomen, en uit de bekende beweging van de ware zon kan ook de plaats van deze, voor datzelfde oogenblik, worden afgeleid. Uit die betrekkelijke standplaatsen berekent men hoeveel de middelbare en de ware zonnentijd van elkander moeten verschillen. Dat verschil draagt den naam van *tijdsvereffening*, en is het eenmaal gegeven, zoo is het uiterst ligt den middelbaren tijd tot den waren, en den waren tot den middelbaren tijd te herleiden. Door de invoering van de middelbare zon en den middelbaren tijd heeft men eene eenheid om den tijd te meten aan de onregelmatige schijnbare beweging der zon ontleend; het tellen van den tijd, zonder in onnaauwkeurigheid te vervallen, met de standen van de zon aan den hemel in overeenstemming gebracht, en een hulpmiddel verkregen om den tijd, met alle wenschelijke juistheid, door de standen van de zon te bepalen. Men kent de standen, die de middelbare en de ware zon, op een bepaald oogenblik, met betrekking tot het voorjaarsnacht-eveningspunt innemen, en daardoor wordt men in staat gesteld de zonne-tijden tot sterretijd, en omgekeerd, over te brengen. Naar mate de uurwerken volkomener zijn, kunnen zij met eene hoogere juistheid den middelbaren of den sterretijd aanwijzen, en aan de sterrewachten zijn beide wijzen om den tijd te tellen in gebruik. Vroeger liet men de openbare uurwerken den waren zonnentijd aanwijzen, omdat die door de zon zelve onmiddellijk gegeven wordt; maar men moest dan ook het uurwerk, al was het in zich zelf volkomen, gestadig verzetten, om het met den onregelmatigen gang van de zon in overeenstemming te houden, en in de sterrewachten, waar zoo veel op het juiste uitmeten van den tijd aankomt, is dat volstrekt niet toe te laten. Voor eenige jaren heeft men, bij ons en elders, de gewoonte ingevoerd om ook de openbare uurwerken den middelbaren tijd te laten aanwijzen. Ten gevolge daar-

van worden de werkzaamheden in het maatschappelijk leven niet meer volkomen naar de zon geregeld, maar dit is geen belangrijk ongerief, daar het verschil tusschen den middelbaren en den waren tijd nimmer meer dan 17 minuten kan bedragen, en telkens, in het tijdsbestek van een jaar, zich zelf moet vereffenen. 1)

Uit het bovengemelde is ligtelijk af te leiden, dat ook het volkomenste uurwerk den tijd, dien men begeert te kennen, niet kan aanwijzen, ten zij bij zijn gebruik twee voorwaarden worden in acht genomen. In de eerste plaats moeten de wijzers van het uurwerk hunne wentelingen om het middelpunt van de wijzerplaat, volkomen in het tijdvak, dat men als eenheid voor het meten van den tijd heeft aangenomen, of wel in een bepaald evenmatig deel van dat tijdvak, volbrengen. Wil men het uurwerk den sterretijd doen aanwijzen, zoo moeten zijne wijzers in juist een' sterredag, een sterre-uur, of eene sterre-minuut worden rondbewogen, en aan eene soortgelijke voorwaarde moet ook een uurwerk, dat den middelbaren zonnetijd zal aanwijzen, voldoen. Ten tweede moet het begin van den dag, of wel een bepaald uur van den dag, juist op het oogenblik wanneer het plaats heeft, door het uurwerk worden aangewezen. Is dit voor één tijdstip het geval, dan zal het, indien aan de eerstgenoemde voorwaarde is voldaan, ook voor alle andere tijdstippen het geval zijn, en het uurwerk zal bestendig den juisten tijd aanwijzen. Ook het volkomenste uurwerk zoude alzoo in tweederlei opzigt, naar de verschijnselen des hemels, onderzocht en gesteld moeten worden, om met juistheid den tijd te doen kennen; maar al ware een uurwerk in zich zelf volkomen, zoo zoude het ons nog onmogelijk wezen, om zijne wijzers volmaakt in een bepaald tijdvak hunne wentelingen te doen volbrengen, en zoo het

1) Over tijdsbepaling zullende spreken, meende ik het voorgaande ter herinnering te moeten aanvoeren. Over de verschillende wijzen om den tijd te tellen, heb ik met de noodige uitvoerigheid gehandeld in mijn werk: *de Sterrenhemel*, tweede deel, tweede druk, bladz. 90 en vervolg. Ik ga hier het verschil in de uren van den dag, die aan plaatsen onder verschillende Meridianen, op hetzelfde oogenblik, geteld worden, met stilzwijgen voorbij.

eenmaal met volkomene juistheid het uur van den dag aanwees, zoude het toch weldra, in meerdere of mindere mate, daarvan zijn afgeweken. Nu is geen uurwerk in zich zelf volkomen. De tijdvakken, waarin zijne wijzers hunne wentelingen volbrengen, zijn altijd in meerdere of mindere mate veranderlijk, en zonder bepaalde onderzoekingen zal geen uurwerk ons met de gewenschte juistheid den tijd doen kennen. Die onderzoekingen moeten in de eerste plaats den *stand*, en in de tweede plaats den *gang* van het uurwerk betreffen. Door den *stand* van het uurwerk verstaat men zijne aanwijzing op een bepaald uur van den dag, en door zijne *fout* het verschil tusschen zijne aanwijzing op een bepaald oogenblik, en den tijd dien het, op dat oogenblik, moest aanwijzen. Door den *gang* van een uurwerk verstaat men het verschil tusschen een bepaald tijdvak, bij voorkeur van eenen dag, en het tijdsverloop, dat gedurende dat tijdvak, door het uurwerk wordt aangegeven. Het is klaar, dat wanneer men den stand van een uurwerk op twee verschillende tijdstippen met juistheid heeft bepaald, daaruit de gang van het uurwerk, in het tijdsverloop tusschen die bepalingen, kan worden afgeleid. Waren de waarnemingen zoo wel als het uurwerk volmaakt, zoo zoude men de fout van het uurwerk slechts op twee verschillende tijdstippen behoeven te bepalen, om op elk willekeurig oogenblik, uit de aanwijzing van het uurwerk, den tijd met juistheid te kunnen afleiden. Wegens de onvermijdelijke fouten der waarnemingen en veel meer wegens de veranderlijkheid van den gang des uurwerks, moet men echter de bepaling van zijne fout dikwijls herhalen, en naar aanleiding daarvan de genoemde veranderlijkheid in rekening brengen.

De bepaling van de fout eens uurwerks op een bepaald tijdstip, noemt men in het algemeen *tijdsbepaling*, en deze moet, zoo wel in het dagelijksch leven als in de sterrekunde, bij herhaling worden volbragt, zoo men den tijd met de noodige juistheid kennen wil. Die noodige juistheid is echter in de sterrekunde geheel anders dan in het maatschappelijk leven, en daarom behoeft men in het een de hulpmiddelen niet, die in de andere onmisbaar zijn. Sterrekundige bepalingen zijn nimmer nauwkeurig genoeg, en hoezeer

de sterrekundigen thans den tijd met eene zekerheid van een paar tiende deelen eener secunde bepalen, zijn zij daarmede nog niet tevreden en sloven zij zich af, om steeds eene nog hoogere naauwkeurigheid te bereiken. In het maatschappelijk leven behoeft men den tijd niet op een paar tiende deelen eener secunde en zelfs niet op eenige seconden na te kennen, maar het is natuurlijk, dat ook daar de meer of minder naauwkeurige kennis van den tijd geene onverschillige zaak kan wezen en dat de vordering, die het maatschappelijk leven daaromtrent kan doen, van zijn' eigenen toestand moet afhangen. Men heeft wel eens, en misschien niet zoo geheel ten onregte, de behoefte aan eene juiste kennis van den tijd, bij een volk, en den toestand zijner middelen om die behoefte te bevredigen, als eenen maatstaf aangewezen van den trap van beschaving tot welken het gestegen is, en in elk geval is het klaar dat die behoefte met de bevordering der nijverheid wordt vergroot. Toen de vaderlandsche trekschuit bij ons nog het gewone vervoermiddel van personen en goederen was, behoeft de reiziger in de Nederlanden niet op een minuutje te zien, want al kwam hij eenige minuten te laat, hij kon met eene krachtige stem zijne fout herstellen. Nu de spoorwegen zijn tot stand gebragt, baat ons het roepen niet, en mij zijn schroomelijke verwarringen bekend, die alleen uit de verwaarloozing van een paar minuten zijn voortgevloeid. De invoering van de electrische telegraphen is een nieuwe drangreden om ook met minuten spaarzaam te zijn, en ik voor mij zoude gelooven, dat bij den tegenwoordigen toestand van ons vaderland, in het openbare tellen van den tijd, geene grootere fout dan van hoogstens twee minuten moest worden toegelaten. De fouten onzer openbare uurwerken zijn echter dikwijls veel grooter. Aan den Hollandschen spoorweg telt men, om verwarring te voorkomen, aan elk station den tijd, die door een der openbare uurwerken in de hoofdstad wordt aangewezen; en wordt daardoor de dienst aan den spoorweg zelveu behoorlijk geregeld, al werd daar volkomen de juiste tijd gevolgd, het baat den ingezetenen weinig, indien de openbare uurwerken in de overige steden eenige minuten van de waarheid afwijken. Het zoude zeer te wenschen zijn, dat, althans

langs onze spoorwegen, de openbare uurwerken, binnen eene of twee minuten, den tijd aanwezen, dien zij aanwijzen moeten. Reeds voor eenige jaren ben ik van regeringswege over dat onderwerp geraadpleegd. Ik heb toen een maatregel voorgesteld, door welken, zonder kosten, eene juiste telling van den tijd langs onze spoorwegen zoude worden verkregen, en wiens aanwending niemand dan mij zelven eenige moeite zoude veroorzaken, maar ik heb daarna van mijn voorstel niets meer vernomen.

Opdat men in het maatschappelijk leven omtrent den tijd niet in het onzekere ronddwale, behoort men de hulpmiddelen te kennen, door welke zich de fouten der uurwerken met eene toereikende juistheid bepalen laten. Het was daarom reeds voor eenige jaren mijn voornemen een stukje te schrijven over de tijdsbepaling in het dagelijksch leven, maar ik heb het onnoodig geoordeeld om aan dat voornemen gevolg te geven, toen die taak door den heer F. J. STAMKART was volbragt. In het jaar 1847 werd te Amsterdam, bij WEYTINGH en VAN DER HAART, een boekje uitgegeven, dat ten titel voert: *Over de burgerlijke tijdsbepaling. Aanwijzing van eenige eenvoudige middelen, waardoor de stand en de gang van een uurwerk, met eene voor burgerlijk gebruik voldoende juistheid, kunnen gevonden worden, door F. J. STAMKART, Math. Mag. Phil. Nat. Doct.* In dat werkje wordt, met de naauwkeurigheid en de scherpzinnigheid, die den heer STAMKART eigen zijn, gehandeld over de tijdsbepaling door zonnewijzers, door meridiaanlijnen en door eene kom met water of olie, die, naar eene vernuftige opmerking van den heer STAMKART, voor de waarneming van overeenstemmende zonshoogten dienen kan. De heer STAMKART handelt ook over den dipleidoskoop van DENT, en doet teregt opmerken dat dat werktuigje dan alleen geschikt is om den tijd te bepalen, als die reeds op eene andere wijze is bekend geworden. Ook het passage-prisma van STEINHEIL, dat door den heer STAMKART niet vermeld wordt, kan in het dagelijksch leven voor de tijdsbepaling geene groote diensten verleen; maar misschien had de heer STAMKART met goede gevolgen over de tijdsbepaling, door het verdwijnen van sterren achter den draad van een paslood, kunnen handelen.

Dit opstel heeft geenszins eene verbetering van het reeds door den heer STAMKART geleverde ten doel, maar alleen de meer algemeene bekendmaking van hulpmiddelen voor de tijdsbepaling in het dagelijksch leven, die de heer STAMKART niet kon vermelden omdat zij, bij de uitgave van zijn boekje, niet bestonden, terwijl zij nu, in sommige gevallen, boven alle andere verdienen te worden aanbevolen. Als men het boekje van den heer STAMKART met ernst beoefend heeft, zoo zal men bespeurd hebben dat het, in het dagelijksch leven, geene gemakkelijke taak is, den tijd met eene onzekerheid van hoogstens twee minuten te bepalen. Er behoort vrij wat toe, om eenen zonnwijzer zoo groot en zoo naauwkeurig te maken, dat hij het aflezen van den tijd, op een paar minuten na, gedooft en, binnen die grenzen, den tijd met juistheid aanwijst, en bovendien heeft men slechts zelden de gelegenheid om eenen zonnwijzer eene behoorlijke plaats te geven. Het trekken van eene naauwkeurige meridiaan-lijn heeft ook al zijne moeilijkheden, en biedt zich daartoe veel meer gelegenheid aan, dan tot het plaatsen van eenen zonnwijzer, zoo staat daar tegen over, dat de meridiaan-lijn hare diensten weigert, ten zij de zon juist op het oogenblik van den middag vrij van wolken is. De tijdsbepaling door eene kom met water of olie, zoo als die door den heer STAMKART is voorgesteld, eischt zeer weinig voorzorgen en geeft eene naauwkeurigheid, die men met eene meridiaan-lijn en veel meer nog met eenen zonnwijzer niet ligtelijk bereiken zal. Zij heeft echter het bezwaar, dat bij haar twee waarnemingen met elkander verbonden moeten worden, waarvan de eene juist zoo veel na den middag als de andere vóór den middag wordt volbragt. Zij geeft geene uitkomst, als men des morgens zijne waarnemingen heeft volbragt, en de zon zich, ten tijde waarop de namiddag-waarnemingen moesten plaats hebben, achter de wolken verbergt. Vooral in den winter wordt men, bij ons, niet zelden weken achtereen, in al zijne pogingen om den tijd door overeenstemmende zonshoogten, voor en na den middag, te bepalen, op eene bittere wijze teleurgesteld.

In de sterre- en vooral in de zeevaartkunde is eene wijze van

tijdsbepaling in gebruik, die men reeds sedert lang ook voor het dagelijksch leven heeft aanbevolen, maar van welke in het geschrift van den heer STAMKAET geene melding wordt gemaakt. Toen dat geschrift werd uitgegeven, waren de hulpmiddelen voor de toepassing van deze handelwijze in het dagelijksche leven nog zoo gebrekkig, dat men van haar ook geene groote gevolgen kon verwachten; maar nu die hulpmiddelen onlangs zeer aanmerkelijk verbeterd zijn, zijn zij het overwaardig dat de algemeene aandacht op hen worde gevestigd. De handelwijze, die ik bedoel, bestaat daarin, dat men, op een willekeurig oogenblik van den dag, dat slechts niet te dicht bij den middag genomen moet worden, de hoogte der zon mete en daaruit den waren tijd afleide van het oogenblik, waarop men die meting volbragt. Die ware tijd laat zich in middelbaren overbrengen, en deze doet de fout van het uurwerk kennen, zoo hij slechts bij de aanwijzing van het uurwerk, op het oogenblik van de meting, vergeleken wordt. Deze handelwijze biedt, boven andere, vele voordeelen aan. Zij kan in elk woonhuis worden aangewend, waar de zon slechts gedurende eenige minuten, voor of na den middag, kan worden waargenomen, en is veel minder dan alle andere handelwijzen van plaatselijke omstandigheden afhankelijk. De waarnemingen, die zij vordert, zijn in een' zeer korten tijd volbragt en geleiden tot haar doel, zoo de zon slechts, op een niet al te ongeschikt uur van den dag, gedurende weinige minuten door de wolken breekt. Deze handelwijze heeft echter ook hare eigenaardige bezwaren. Zij vordert namelijk een hulpmiddel om de hoogte van de zon te meten, en de berekening van den waren tijd, uit de gemetene hoogte, welke berekening veel te zamengesteld is, om in het dagelijksch leven eenigen ingang te kunnen vinden.

Men is er, reeds voor een' zeer geruimen tijd, op bedacht geweest, om de tijdsbepaling door zonshoogten voor het dagelijksch leven meer geschikt te maken, en in de eerste plaats trachtte men dit doel te bereiken, door het berekenen van tafelen, aan welke, voor elke gemetene hoogte der zon, de met haar overeenstemmende ware tijd ontleend kon worden. Reeds in het jaar 1791 werden

zulke tafelen, door MÜLLER berekend, te Leipzig uitgegeven. In het jaar 1840 verschenen zulke tafelen van STIEFFEL, in het jaar 1853 van BRANDEGGER en laatstelijk in het jaar 1854 van BERTELSMANN. Het gebruik van zulke tafelen is echter ook niet vrij van bezwaren. De ware tijd is namelijk niet uitsluitend van de hoogte der zon, maar ook van hare Afwijking en van de Poolshoogte der plaats afhankelijk, en de tijd, uit eene bepaalde hoogte der zon berekend, kan alleen voor eene bepaalde Afwijking der zon en eene bepaalde Poolshoogte der plaats gelden. In de tafelen voor den waren tijd moeten dus, behalve de hoogte der zon, ook hare Afwijking en de Poolshoogte der plaats worden opgenomen, en daardoor verkrijgen zij eene zamengesteldheid, die hun gebruik vrij lastig maken kan. Het is natuurlijk dat de genoemde tafelen, hoe uitvoerig zij wezen mogen, den waren tijd niet onmiddellijk, voor alle mogelijke waarden der drie genoemde grootheden kunnen geven, en men zal daarom den waren tijd, dien men zoekt, door het uitcijferen van eenige evenredigheden, uit de getallen, die de tafelen onmiddellijk geven, moeten afleiden. De oorspronkelijke tafelen van MÜLLER waren vrij uitvoerig en daardoor ook vrij kostbaar, maar in weerwil van die uitvoerigheid is hun gebruik niet gemakkelijk; en bovendien waren zij veel onnaauwkeuriger dan zij behoefden te wezen, daar hare eigene fouten tot meer dan drie tijdsminuten konden belooopen. De tafelen van STIEFFEL en BRANDEGGER zijn niet dan uittreksels uit die van MÜLLER, en in haar voordeel kan niets dan haar geringere prijs worden aangevoerd. De tafelen van BERTELSMANN voeren ten titel: *Tafeln zur Zeitbestimmung aus beobachteten Sonnen- oder Sternhöhen. Eine Abhandlung des Oberlehrers BERTELSMANN zu Bielefeld*, 1844. Zij zijn oorspronkelijk opgenomen in het: *Bericht über das Gymnasium in Bielefeld, von Mich. 1852 bis Ostern 1854, von Dr. C. SCHMIDT, Director des Gymnasiums* en ook, voor een' geringen prijs, door den boekhandel te verkrijgen. De tafelen van BERTELSMANN overtreffen alle vroegere zeer aanmerkelijk in naauwkeurigheid, en moge hun gebruik sommigen aanvankelijk eenige moeilijkheid baren, bij haar bestaan behoeft de tijdsbepaling door zonshoogten niet meer we-

gens de berekeningen, die zij vordert, als ongeschikt voor het dagelijksch leven beschouwd te worden.

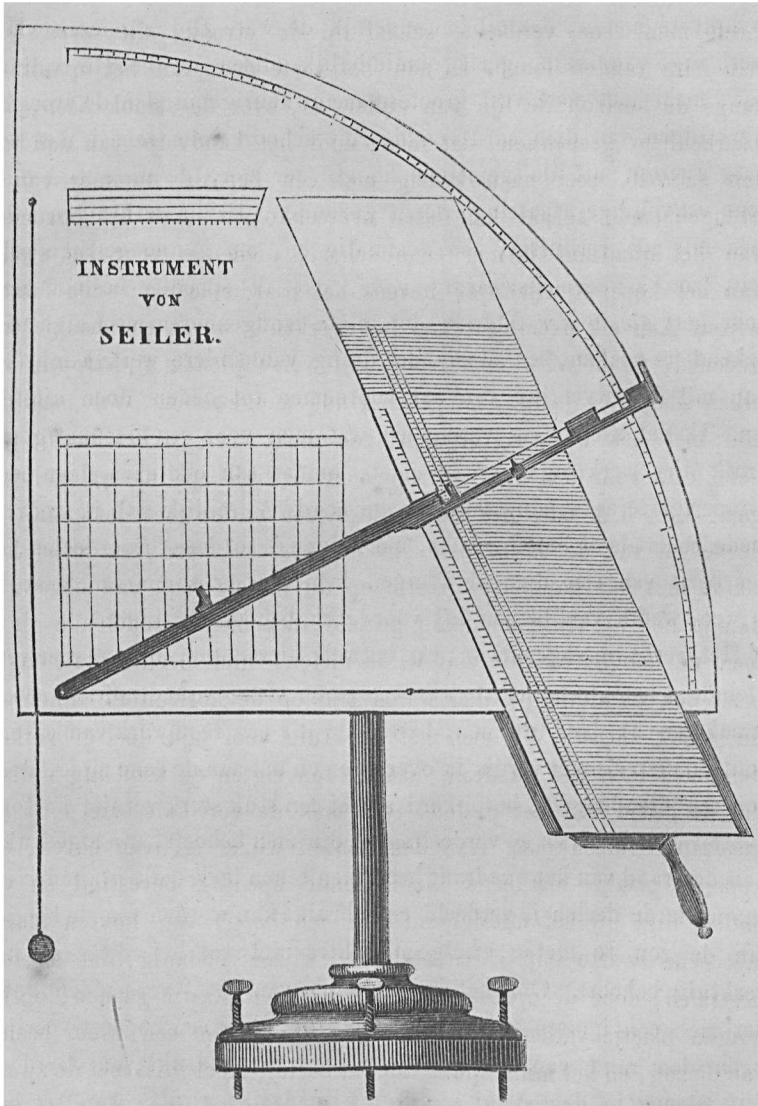
Om den tijd door de hoogte der zon te kunnen bepalen, moet men natuurlijkerwijze een werktuig bezitten, geschikt om de hoogte der zon te meten. Werktuigen, voor het meten van de hoogte der hemellichten in het algemeen bestemd, zijn in de sterre- en zeevaartkunde in gebruik, en bestaan in zeer verschillende graden van volkomenheid en in zeer verschillende prijzen. In de sterrekunde heeft men werktuigen van dien aard, die meer dan tien duizend guldens kosten, en in de zeevaart gebruikt men, voor hetzelfde doel, ook houten octanten, wier prijs niet meer dan vijf- en twintig guldens bedraagt. Zulk een houten octant is voor de tijdsbepaling in het dagelijksch leven meer dan toereikend, maar men heeft het daartoe te kostbaar geacht, en daarom andere kleine houten werktuigen vervaardigd, en voor een' zeer geringen prijs verkrijgbaar gesteld, die bepaaldelijk bestemd waren tot het meten van de hoogte der zon, voor de tijdsbepaling in het dagelijksch leven. Zulk een houten sextantje met eenen straal van 22 Ned. duimen, welks boog met eene papieren strook is beplakt, op welke de verdeling is gedrukt, werd in het jaar 1840, door STIEFFEL, uitgegeven. Dit werktuigje kan door den boekhandel worden ontboden, en aan elk exemplaar wordt een boekje toegevoegd, dat zijne beschrijving met de tafelen voor het bepalen van den tijd uit zonshoogten bevat, en ten titel voert: *der Uhren-Regulator, nebst einem Sextanten, oder das allein sichere Mittel, jede Uhr auf die Minuten richtig zu stellen, von PH. STIEFFEL Prof. der polytechn. Schule in Carlsruhe. Lörrach, Druck und Verlag von CARL N. GUTSCH. 1840.* Het werktuigje met het boekje, en alzoo met al de teregtwijzingen en tafelen, die men voor zijn gebruik behoeft, komt hier te lande op niet meer dan f 4,90 te staan. Een soortgelijk houten werktuigje, met een soortgelijk boekje werd, voor omtrent denzelfden prijs, in het jaar 1847, door BRANDEGGER te Ellwangen uitgegeven. In het jaar 1853 heeft BRANDEGGER zijn houten sextantje, van hetwelk hij toen verklaarde reeds meer dan vier duizend exemplaren verkocht te hebben, door een koperen vervan-

gen, dat zich, even als het vorige, door den boekhandel laat ontbieden. Het wordt in een kistje en met een boekje uitgegeven, dat de noodige teregtwijzingen en tafels bevat, en ten titel voert: *Belehrung über die Anwendung des Sextanten zur Stellung der Uhr nach der Sonne, von Polytechniker BRANDEGGER in Ellwangen. Vierte Auflage.* BRANDEGGER's *Buchhandlung in Ellwangen*, 1853. Dit werktuigje komt, met al zijn toebehooren, hier te lande op zes guldens te staan. Ik geloof dat men met de genoemde werktuigjes omtrent denzelfden graad van naauwkeurigheid kan bereiken, maar dat die, in het algemeen, vrij wat minder hoog is, dan men uit de verklaring van hunne vervaardigers zoude afleiden. Alleen door een gunstig toeval zal men, met die werktuigjes, den tijd op ééne minuut na met juistheid bepalen. Zelfs de fouten der tafels, die hen vergezellen, zijn soms veel grooter en vooral in den winter, als de omstandigheden voor de tijdsbepaling door de hoogten der zon zeer ongunstig zijn, zoude ik hen geene zekerheid binnen vijf of zes minuten durven toekennen, ten zij men, om de naauwkeurigheid te vergrooten, tot de tafelen van BERTELSMANN zijne toevlugt mogt nemen.

In het verledene jaar kwamen twee nieuwe hulpmiddelen voor de tijdsbepaling in het dagelijksch leven ter mijner kennis, die mijne aandacht tot zich hadden getrokken, door den openlijken lof, welken de beroemde sterrekundigen ENCKE en GALLE hen hadden waardig gekeurd. Het een was van SEILER te Fröbel bij Gross-Glogau, het ander van EBLE te Ellwangen. Beide waren bestemd voor de tijdsbepaling uit zonshoogten, maar zeer aanmerkelijk van alle vroegere hulpmiddelen van dien aard onderscheiden. Zij zijn wel slechts heuten toestellen, maar van veel grootere afmetingen en veel zorgvuldiger bearbeiding dan de vroegere, zoodat zij reeds daardoor eene veel hoogere naauwkeurigheid moesten verleenen. Het merkwaardigste van beide toestellen bestaat echter daarin, dat bij hun gebruik de berekening van den waren tijd uit de hoogte der zon, het groote struikelblok, geheel wordt ontgaan. Bij het werktuig van SEILER stelt men eenvoudiglijk twee wijzers op een bepaald getal en dan wordt, terwijl men de hoogte van de zon

schijnt te meten, daarop onmiddellijk de ware tijd afgelezen. Het werktuig van EBLE geeft onmiddellijk alleen de hoogte van de zon, maar met eene veel grootere naauwkeurigheid dan de vroegere werktuigen van dien aard, en daarbij behoort eene schaal met een net, waarop, uit de gemetene hoogte der zon, de ware tijd door eene eenvoudige afpassing wordt gevonden. Beide werktuigen kwamen mij zoo vernuftig, zoo doelmatig en, om hunne geringe prijzen, zoo aanbevelenswaardig voor, dat ik spoedig besloot hen, door het *Album der Natuur*, bij mijne landgenooten meer algemeen bekend te maken, en alleen de drang van andere werkzaamheden kon mij de uitvoering van dat voornemen tot heden doen uitstellen. Ik zal niet alles vermelden wat men voor een doelmatig gebruik dier werktuigen weten moet, omdat aan elk exemplaar eene uitvoerige teregtwijzing wordt toegevoegd. Alleenlijk zal ik zooveel mededeelen als ik noodig acht, om iedereen te doen beoordeelen, of het bezit van een dier werktuigen hem den prijs daarvan waardig is, en welke van beiden hij voor zich behoort te kiezen.

Het werktuig van SEILER, van hetwelk hierachter, op eene zeer verkleinde schaal, eene schets wordt gegeven, is een quadrant met eenen straal van 51 Ned. duimen, bestaande uit een regelwerk van eikenhout, dat sterk met vernis is overtogen en dat aan de eene zijde, door koperen draadnagels, bespijkerd is met een stuk sterk vernist karton, waarop de schalen en de verdeelingen, die men behoeft, zijn afgedrukt. Aan den rand van het quadrant heeft men eenen boog, die in graden en hunne vierde deelen is verdeeld en gebruikt kan worden om de hoogte van de zon te meten, hetgeen echter niet tot het doel van het werktuig behoort. Om het middelpunt van dien verdeelden boog laat zich een houten wijzer bewegen, die, door een koperen veertje, tegen den rand van het quadrant wordt aangedrukt, en daardoor blijft staan, in den stand waarin hij geplaatst wordt. Aan het boveneinde van dien wijzer is een paardenhaar gespannen, dat juist naar het middelpunt der verdeeling is gerigt. Nevens dat paardenhaar bevindt zich een koperen wijzertje, dat zich op verschillende punten van het paardenhaar en alzoo op verschillende afstanden van het middelpunt des boogs laat stellen. Een ander beweeglijk



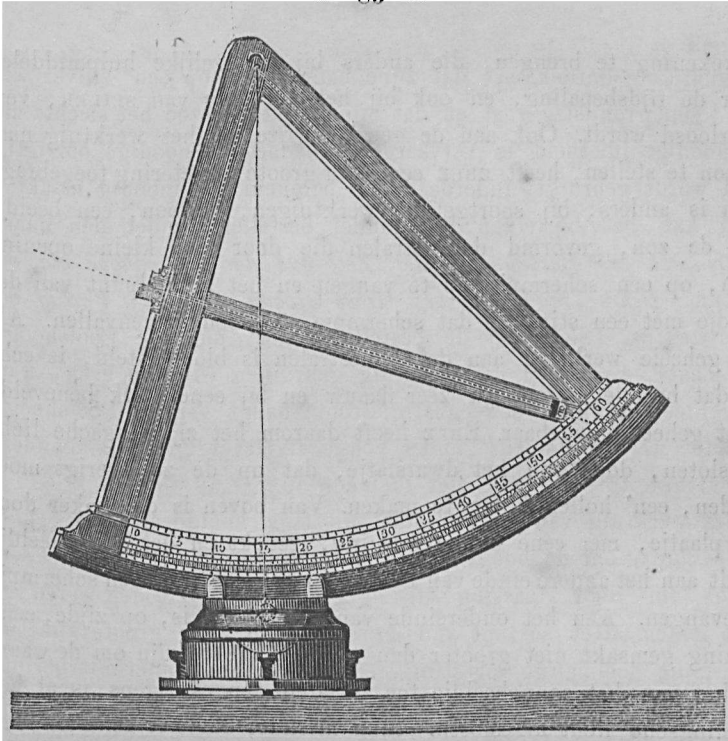
deel van het werktuig is eene breede houten strook, met karton bespikerd, die zich door eene lange houten schroef, van onder in een handvatje uitlopende, laat op en neder bewegen. Op die strook zijn vele horizontale lijnen getrokken, op welke de uren en minuten van den waren tijd worden afgelezen. Nevens die lijnen

heeft men eene verdeelde schaal op de strook, die evenwijdig aan hare randen loopt, en aan het vaste deel van het quadrant, langs de horizontale lijn van onder, is, over de strook heen, een paardenhaar gespannen, dat men, door het handvatje van den houten schroef, zeer naauwkeurig met een bepaald nummer van de evengenoemde schaal kan laten overeenkomen. Aan het bovendeel van het quadrant is nog eene schaal, dienende voor het stellen van het koperen wijzertje, nevens het paardenhaar op den houten wijzer. Aan elk exemplaar van het werktuig wordt een boekje toegevoegd, in hetwelk men voor vijf verschillende tijdstippen van elken dag des jaars een getal vindt aangewezen. Wil men den tijd met het werktuig bepalen, zoo zoekt men in het boekje het getal op, voor den tijd waarop men de tijdsbepaling wil volbrengen. Men laat dan het paardenhaar van onder met dat getal, op de schaal van de beweegbare strook, overeenkomen, en doet hetzelfde met het koperen wijzertje op de vaste schaal van boven, en dan is het werktuig zoodanig gesteld, dat men, handelende als of men de hoogte van de zon wilde meten, niet slechts die hoogte, maar ook onmiddellijk den waren tijd op de horizontale lijnen van de strook afleest. Wil men het werktuig voor zijn doel gebruiken, dan moet men het quadrant naar de zon rigten en zoodanig stellen, dat de draad van het paslood juist met de vertikale streep op het quadrant overeenkomt. Aan den houten wijzer is, van boven, een koperen plaatje met eene kleine ronde opening bevestigd en van onder, dicht bij het middelpunt van den boog, een houten plaatje met eene zwarte stip. Men stelt den wijzer zoodanig, dat de zonnestrallen, door de opening van het koperen plaatje gaande, op het houten plaatje vallen. Daar teekenen die stralen een klein beeldje van de zon, en het middelpunt van dat beeldje moet juist met de zwarte stip op het houten plaatje zamenvallen. Men zal dan, als alles naar behooren is gesteld, door den koperen wijzer, op de horizontale strepen van de strook, onmiddellijk den waren tijd aflezen. SEILER heeft zeer weinig gezegd omtrent het beginsel waarop zijn werktuig rust, en het weinige, dat hij daaromtrent heeft medegedeeld, is zeer geschikt om anderen op een dwaalspoor te brengen, maar het is toch niet

moeijelijk te ontdekken, dat zijne handelwijze op een' zuiver wiskundigen grondslag rust en dat zijn werktuig, zoo het slechts met de noodige juistheid is vervaardigd en met de noodige omzigtigheid wordt gebruikt, inderdaad alle berekening onnoodig maakt. 1) Men kan het bij elken boekhandel bestellen, onder den naam: *Instrument zur Bestimmung der Zeit aus der Sonnenhöhe etc. von SEILER, Lehrer zu Fröbel bei Gross-Glogau. Glogau, Verlag von C. FLEMMING 1853.* Bij de bestelling moet men de Poolshoogte der plaats, waar men het werktuig gebruiken wil, opgeven, want de verdeeling op de beweegbare strook hangt van de Poolshoogte af. Het werktuig wordt zonder voetje afgeleverd, en komt wijders, met al zijn toebehooren, hier te lande op f 8,50 te staan.

Het werktuig van EBLE bestaat uit twee hoofddeelen: een houten sextant, om de hoogte der zon te meten, en een net met eene schaal, om, door afpassing, uit de gemetene hoogte den waren tijd af te leiden. Het sextant van EBLE is, om zijne groote afmetingen, zijne doelmatige inrigting, en de juistheid zijner uitvoering, boven alle vroegere werktuigen van dien aard ver te verkiezen, en door het net met de schaal heeft EBLE een zeer vernuftig middel gevonden, om den waren tijd, uit de hoogte der zon, zonder berekening af te leiden. Het sextant, dat hiernevens is afgebeeld, bestaat uit een houten raam, met vernis overtogen, en rustende op een houten voetje, dat men met het werktuig ontvangt. Het onderdeel van het voetje is een plankje, staande op drie houten schroeven, en het bovendeel laat zich, met het werktuig, omdraaijen, terwijl het plankje zijnen stand behoudt. Het sextant wordt tusschen koperen veëren, aan het bovendeel van het voetje, geklemd, en wel in zulk eenen stand, dat het dwarslatje omtrent naar de zon is gerigt. Door de stelschroeven wordt het dwarslatje naauwkeurig

1) Ik zoude gaarne, ten behoeve van hen die eenige bedrevenheid in de wiskunde bezitten, de wezenlijk niet onaardige wiskundige theoriën vermelden, op welke de werktuigen van SEILER en EBLE berusten, maar ik heb misschien reeds te veel op mijn geweten, door het *Album der Natuur*, ten tweede male, met sterrekundige werktuigen te bezwaren. Zijne bezoedeling met wiskundige formules zoude ik niet voor mijne verantwoording durven nemen.



Werktuig voor de tijdsbepaling van EBLE.

naar de zon gerigt, en door een paardenhaar met een gewigtje bezwaard, dat in het middelpunt van den hoog is opgehangen, wordt de hoogte van de zon afgelezen. Het bovendeel van het voetje is eene holle kom, van binnen met pik bestreken, in welke het kogeltje van het paslood komt te hangen. Vult men die kom met water, zoo wordt het paslood, veel minder dan anders, door tocht of dreuning van den grond bewogen, en kan men door het paardenhaar de hoogte der zon met groote scherpte aflezen. De verdeling is op een' papieren boog gedrukt, die op den houten boog van het sextant geplakt is. Zij is zeer naauwkeurig en gaat onmiddellijk van vijf tot vijf minuten, zoo dat men, een vergrootglas gebruikende, zonder zwarigheid, door schatting tot op eene enkele minuut kan aflezen. Men leest niet de schijnbare maar de ware, d. i. van straalbuiging gezuiverde hoogte der zon af, en daarin heeft EBLE een eenvoudig middel gevonden, om de straalbuiging

in rekening te brengen, die anders bij soortgelijke hulpmiddelen voor de tijdsbepaling, en ook bij het werktuig van SEILER, verwaarloosd wordt. Ook aan de gewone wijze om het werktuig naar de zon te stellen, heeft EBLE eene zeer groote verbetering toegebracht. Men is anders, bij soortgelijke werktuigen, gewoon, een beeldje van de zon, gevormd door stralen die door eene kleine opening gaan, op een schermpje op te vangen en het middelpunt van dat beeldje met een stip, op dat schermpje, te doen zamenvallen. Als het geheele werktuig aan de zonnestrallen is blootgesteld, is echter dat beeldje gewoonlijk zeer flauw en bij eene sterk benevelde lucht geheel onzichtbaar. EBLE heeft daarom het zijdelingsche licht afgesloten, door van het dwarslatje, dat op de zon gerigt moet worden, een' hollen koker te maken. Van boven is die koker door een plaatje, met eene kleine opening, gedekt en het zonnebeeldje wordt aan het andere einde van den koker, op een papieren schermpje opgevangen. Aan het ondereinde van den koker is, op zijde, eene opening gemaakt niet grooter dan zij behoefde te zijn om de waarneming van het zonnebeeldje toe te laten, en overigens is al het zijdelingsche licht afgesloten. EBLE meende, dat het schatten van het middelpunt van het zonnebeeldje tot onnaauwkeurigheden aanleiding zoude kunnen geven, en maakte daarom in het plaatje, dat den koker van boven dekt, niet ééne maar twee openingen. Daardoor worden twee zonnebeeldjes op het schermpje geteekend, die met elkander juist in aanraking zijn. Op het papieren schermpje, in het ondereinde van den koker, is eene streep getrokken, en het werktuig moet zoodanig gesteld worden, dat de afscheiding van beide zonnebeeldjes juist met die streep zamenvalt. Inderdaad ziet men die beeldjes met eene zeer groote scherpte en zuiverheid, zelfs dan, wanneer de lucht zoo nevelachtig is, dat men ter naauwernood schaduwen kan bemerken en het zonnebeeldje, bij het werktuig van SEILER, volstrekt niet kan worden waargenomen. De afscheiding van beide zonnebeeldjes laat zich, zeer naauwkeurig, met de streep in overeenstemming brengen, en op een geschikt uur van den dag kan men, reeds na weinige seconden, eene verplaatsing bemerken.

De toestel bij het werktuig van EBLE, bestemd om door afpas-

sing den waren tijd uit de hoogte van de zon af te leiden, bestaat in een net, zeer zuiver gegraveerd en op twee bladen karton afgedrukt, en in een houten liniaal, waarop eene, op papier gedrukte, schaal is geplakt. De ruimten tusschen de strepen op de schaal stellen graden en hunne vierde deelen voor. Van het midden der schaal uitgaande, loopen de graden der verdeeling, zoo wel naar de linkerzijde als naar de rechterzijde, tot 90 graden door. Om de schaal met het net te kunnen gebruiken moet men de Poolshoogte der plaats en de Afwijking der zon, voor den tijd der waarneming, kennen. De Poolshoogte der plaats kan men in het een of ander werk over de sterrekunde vermeld vinden, of aan eene landkaart ontleenen. Eene tafel van de Afwijking der zon, voor vier tijdstippen van elken dag van elk jaar, wordt aan het werktuig van EBLE toegevoegd en de eenige berekening die men te doen heeft, bestaat daarin, dat men die Afwijking bij de Poolshoogte moet optellen en daarvan moet aftrekken. Het liniaal heeft drie beweegbare wijzers; men stelt den eenen wijzer op de som, den anderen op het verschil en den derden wijzer, die de middelste wezen moet, op de gemetene hoogte der zon. Het net bestaat uit een aantal verdeelde lijnen van verschillende grootte. Met het liniaal zoekt men de lijn, die door de behoorlijk geplaatste uiterste wijzers juist wordt aangepast, en dan wordt, door den middelsten wijzer, op de verdeeling van die lijn, onmiddellijk de ware tijd aangewezen. Het net met de schaal kunnen in het algemeen dienen, om, wanneer de drie zijden van een' bolvormigen driehoek gegeven zijn, door afpassing een der hoeken te vinden, en zij kunnen dus ook, met eene kleine wijziging, gebruikt worden om uit de hoogte der zon haar Azimuth afteleiden en de rigting van het Noorden en Zuiden te bepalen. Van zoodanig een net en schaal zoude men ook in de sterrekunde gebruik kunnen maken, ter bekorting van berekeningen, die geen' hoogen graad van naauwkeurigheid vorderen. EBLE heeft aan zijn werktuig, behalve het net met zijne schaal, nog eene tafel toegevoegd, aan welke men den waren tijd kan ontleenen. Die tafel is door hem op nieuw berekend, en niet alleen veel naauwkeuriger maar ook doelmatiger dan de vroegere ingerigt. Bij het

gebruik van die tafel heeft men kleine evenredigheden uit te cijferen, en naar gelang van zijne voorliefde voor het cijferen of voor het afpassen, kan men zich van de tafel of van het net met de schaal bedienen, maar de tafel geeft de naauwkeurigste uitkomsten. Aan het werktuig van EBLE is, zoo wel als aan dat van SEILER, eene tafel voor de tijdsvereffening toegevoegd, zoo dat beide alles geven wat men om den middelbaren tijd te kunnen vinden, behoeft.

EBLE heeft zijn werktuig ook bestemd voor de bepaling van den tijd uit de hoogte van sterren, en daartoe heeft hij twee visieren aan de achterzijde van zijn sextant bevestigd. Hij erkent zelf dat, met zijn werktuig, de hoogte der sterren geene zoo groote naauwkeurigheid als die der zon kan geven, maar als men, in den winter, dagen achtereen de zon niet heeft kunnen zien, zal men, met goede gevolgen, tot de sterren zijne toevlugt kunnen nemen. In dat geval verkrijgt men onmiddellijk den sterretijd; maar EBLE heeft aan zijn werktuig de tafelen toegevoegd, die men behoeft om dezen tot middelbaren tijd te herleiden, en bovendien nog een klein hemelplein, om de sterren te doen vinden, die door hem, voor de tijdsbepaling, bij voorkeur worden aanbevolen.

Het werktuig van EBLE kan door elken boekhandel ontboden worden en men behoeft daarbij de Poolshoogte der plaats niet optegeven, omdat het voor elke Poolshoogte geldt. Men bestelle het onder den naam: *Das Zeitbestimmungswerk von M. EBLE in Ellwangen, Ellwangen, J. HESS, 1853. Erster Grösse (Radius 13 par. Zoll) nebst der Zeittabelle.* Men ontvangt dan eene kist met het werktuig; de twee kartonnen bladen van het net; de schaal met zijne wijzers; eene keurig uitgevoerde afbeelding en beschrijving van het werktuig in quarto, tevens bevattende tafelen voor de Afwijking der zon, de tijdsvereffening en de herleiding van sterretijd tot middelbaren tijd, en bovendien het hemelplein en de tafel voor het bepalen van den tijd uit hoogten. Voor al die stukken met elkander betaalt men hier te lande, met inbegrip van vracht, f 10,20 en zoo men de *Zeittabelle* niet begeert slechts f 9,30. Het sextant wordt in drie verschillende afmetingen afgeleverd. Bij de eerste grootte van het werktuig heeft zijn verdeelde boog eenen straal van 35 Ned. dui-

men (*Radius* 13 *par. zoll*); bij de tweede grootte van 28½ Ned. duimen (*Radius* 10½ *par. zoll*); bij de derde grootte van 23 Ned. duimen (*Radius* 8½ *par. zoll*). De bovengemelde prijs is die der eerste grootte van het werktuig. De tweede grootte is omtrent éénen, de derde grootte omtrent twee guldens goedkooper. Aan werktuigen van de tweede en derde grootte wordt het hemelplein niet toegevoegd. Ik zoude iedereen, die het werktuig van EBLE wenscht te bezitten, den raad geven om over een paar guldens heen te stappen en het in zijne grootste afmetingen te ontbieden.

Men zal verlangen, door de mededeeling van eenige waarnemingen, met de werktuigen van SEILER en EBLE volbragt, in staat gesteld te worden den graad van naauwkeurigheid te beoordeelen voor welken zij vatbaar zijn. Alvorens tot die mededeeling overtegaan, moet ik mij echter nog een paar opmerkingen veroorlooven. Ik heb het werktuig van SEILER zeer beschadigd ontvangen, hoezeer het in eene kist was ingepakt, en ofschoon ik het zoo goed doenlijk heb hersteld, vrees ik toch dat het door die beschadiging iets van zijne naauwkeurigheid verloren zal hebben. Mijne waarnemingen met dat werktuig zijn alle met eenige overhaasting en onder vrij ongunstige of hoogst ongunstige omstandigheden volbragt. De uurlijnen op den beweegbaren strook gelden alleen voor volle vijftallen van minuten en de onderdeelen van elk vijftal minuten kunnen alleen door schatting worden bepaald. Waar de ruimte, die zulk een vijftal minuten voorstelt het grootst is, bedraagt zij geene volle 5 Ned. strepen. Zij wordt kleiner naarmate het uur dat men bepaalt digter bij den middag valt, en twee uren voor en na den middag bedraagt zij nauwelijks 2 Ned. strepen. Hieruit blijkt, dat de minste fout in de bearbeiding van het werktuig, het minste ongelijkmatig rekken van het papier bij het opplakken en de minste onoplettendheid in het stellen en aflezen van het werktuig ligtelijk eene fout van eene minuut kan veroorzaken, en dat zelfs een werktuig van zoo groote afmetingen, als zijne hoofdbestanddeelen hout en papier zijn, niet bestemd kan wezen om den tijd op eenige seconden na te bepalen. Ik heb echter bij mijne waarnemingen, zoo goed doenlijk, seconden in acht genomen. Ik bediende mij van eenen tijdmetter, wiens ver-

schil met den middelbaren tijd, d. i. wiens fout, naauwkeurig bekend was en bepaalde deze fout met het werktuig van SEILER, telkens vijf malen achter elkander. Uit die vijf uitkomsten nam ik het midden, door hare som door haar aantal te deelen, ten einde eene uitkomst te verkrijgen, die juister moest zijn dan elke op zich zelve staande bepaling. Het bleek echter dat de standvastige fouten der waarnemingen grooter waren dan de toevallige, en dat eene kleine buiging van den houten wijzer en eene kleine misplaatsing van het oog, waarmede men de aanwijzing van het paardenhaar afleest, eene grootere fout te weeg brengt dan die men wegens de bearbeiding van het werktuig te vreezen heeft. Met de volgende fouten der tijdsbepaling bedoel ik de verschillen, tusschen de wezenlijke fouten van den tijd- meter en die welke door het werktuig van SEILER gevonden werden.

Fout der tijdsbepaling met het werktuig van SEILER.

1854,	1	April,	's	morg.	te	10	u.	6	m.	.....	1	m.	39	sec.
"	4	"	"	"	"	9	"	33	"	.....	1	"	35	"
"	9	"	's	nam.	"	5	"	49	"	.....	0	"	12	"
"	9	"	"	"	"	5	"	55	"	.....	0	"	0	"
"	13	"	"	"	"	6	"	22	"	.....	0	"	1	"
"	30	Octob.	"	"	"	3	"	34	"	.....	1	"	39	"
"	11	Decemb.	"	"	"	3	"	22	"	.....	2	"	29	"
"	13	"	's	morg.	"	9	"	23	"	.....	0	"	44	"
"	13	"	"	"	"	9	"	46	"	.....	0	"	34	"
"	15	"	"	"	"	9	"	14	"	.....	0	"	3	"

De tijdsbepaling van den 11^{den} December, die 2½ minuten van de waarheid afweek, is volbragt, terwijl de hoogte van de zon nauwelijks twee graden bedroeg en het beeldje ter naauwernood zichtbaar was. Schijnt het, naar de bovenstaande opgaven, dat SEILER de naauwkeurigheid van zijn werktuig wat te hoog heeft geschat, zoo kan ik toch verzekeren, dat zulk eene naauwkeurigheid als het werkelijk bezit, met de vroegere werktuigen van denzelfden aard verreweg niet te bereiken was. Ook in den winter, onder de ongunstigste omstandigheden, doet het den tijd op omtrent eene minuut na bepalen, zoodat het ook dan voor het regelen van openbare uurwerken, en zelfs ter voorbereiding voor sterrekundige waarnemingen, eene allezins toereikende naauwkeurigheid bezit. Men kan zijne naauwkeurigheid aanmerkelijk vergrooten, door waarnemingen in den namiddag met die van den morgen te verbinden, en

wanneer men in den zomer de waarnemingen, des morgens omtrent te negen ure, of des namiddags omtrent te drie ure volbrengt, zullen zij van zelve tot veel naauwkeuriger uitkomsten leiden. In elk geval is het raadzaam, buiten noodzakelijkheid, de waarnemingen niet binnen de twee uren vóór of na den middag te volbrengen.

Ik heb eenige tijdsbepalingen met het werktuig van EBLE volbragt, door telkens, met het sextant, vijf malen achtereen de hoogte van de zon te meten, uit iedere dier hoogten, door afpassing met het net en de schaal, den waren tijd afteleiden, dien tot middelbaren tijd over te brengen, en elke dier uitkomsten bij de aanwijzing des tijdmeters ten tijde van elke meting te vergelijken. Uit dit vijftal tijdsbepalingen werd telkens het midden genomen en de gevondene fouten der uitkomsten waren de volgende:

				Fout der tijdsbepaling met het werktuig van EBLE.	
1854,	1 April,	's morg. te	9 u. 25 m.	0 m. 12 sec.	..
"	1 "	" "	9 " 53 "	0 " 31 "	"
"	4 "	" "	9 " 19 "	0 " 6 "	"
"	4 "	's nam.	5 " 35 "	0 " 5 "	"
"	9 "	" "	6 " 3 "	0 " 8 "	"
"	13 "	's morg.	9 " 6 "	0 " 2 "	"
"	13 "	's nam.	6 " 30 "	0 " 3 "	"
"	30 Oct.	" "	3 " 42 "	0 " 30 "	"
"	11 Decemb.	" "	3 " 29 "	0 " 44 "	"
"	13 "	" "	9 " 22 "	0 " 49 "	"
"	13 "	" "	9 " 53 "	0 " 24 "	"
"	15 "	" "	9 " 23 "	1 " 11 "	"

Het blijkt uit deze opgaven, dat het werktuig van EBLE eene aanmerkelijk naauwkeurigere tijdsbepaling dan dat van SEILER geeft. Het gemiddeld bedrag van de fout eener tijdsbepaling met het werktuig van EBLE, bedraagt inderdaad niet veel meer dan het vierde deel eener minuut. Bij de waarneming van den 11^{den} December bedroeg de hoogte der zon naauwelijks 1½ graad en toch waren de zonnebeeldjes zeer duidelijk. De meer aanzienlijke fout van den 15^{den} December komt niet het sextant, maar het net met de schaal ten laste. De meting van de hoogte der zon met het sextantje van EBLE is uiterst ligt en aangenaam, en, gelijk mij uit een opzettelijk onderzoek is gebleken, ook zeer naauwkeurig. Het afpassen van den waren tijd op het net met de schaal is minder aangenaam en minder naauwkeurig. De schaal is onmiddellijk slechts van 15

tot 15 minuten verdeeld, en onderdeelen van dit 15 tal minuten moet men door schatting bepalen. De verdeeling op het net is in enkele tijdsminuten, maar voor twee uren voor en na den middag neemt zulk eene tijdsminuut op het net eene ruimte van slechts eene halve Ned. streep in, en hieruit blijkt het, hoe ligt men, bij het afpassen, eene fout van een aanzienlijk deel eener minuut kan begaan, en eene fout van dat bedrag op het net of op de schaal zelve kan zijn ingeslopen. De tabel is naauwkeuriger dan het net met de schaal, maar vordert het uitcijferen van eenige evenredigheden. Bepaalt men den waren tijd naar de tabel, dan worden de fouten der drie laatste tijdsbepalingen, die bij afpassingen 49, 24 en 71 seconden bedroegen, tot op 8, 1 en 24 seconden verminderd. Berekent men den waren tijd uit de gemetene hoogten naar de voorschriften der wiskunde en dus met eene volkomene juistheid, zoo vindt men voor die fouten 10, 9 en 25 seconden. Hieruit blijkt de naauwkeurigheid van de tabel, die slechts de tiende deelen van minuten behoeft te geven, en tevens de naauwkeurigheid van het sextant. Uit de berekening blijkt het, dat de fout in de hoogte der zon, met het sextantje van EBLE gemeten, bij de beide voorlaatste tijdsbepalingen, niet ten volle ééne minuut, en bij de laatste niet ten volle twee minuten boogs bedroeg, en meer kan men waarlijk van een houten werktuigje, met eene verdeeling op papier, niet begeeren. Het werktuig van EBLE is stellig merkbaar naauwkeuriger dan dat van SEILER, vooral dan, wanneer men het gebruik van het net met de schaal, door de aanwending van de tafel, ontgaat. Wie volstrekt niet wil cijferen of afpassen, wie in weinige oogenblikken gereed wil zijn en zich aan eene fout van eene halve of geheele minuut niet ergert, moet het werktuig van SEILER kiezen.

Ik behoef hier niets meer bij te voegen om iedereen tot eene beoordeeling van beide werktuigen in staat te stellen. Ongetwijfeld kunnen zij voor het regelen der openbare uurwerken en bij onderscheidene werkzaamheden van beminnaars der sterrekunde zeer groote diensten bewijzen, en ik hoop, door deze mededeeling, daaraan iets te zullen hebben toegebracht.