

GESCHIEDENIS
DER
OPENBARE TIJDAANWIJZING,

DOOR

F. A. HOEFER,

GEP. OFFICIER DER ARTILLERIE, DIRECTEUR DER MAATSCHAPPIJ VOOR TIJDAANWIJZING

MET EEN VOORREDE

VAN

DR. P. J. KAISER,

VERIFICATEUR VAN 'S RIJKS ZEE-INSTRUMENTEN.

LEIDEN. — E. J. BRILL.
1887.

e38

GESCHIEDENIS
DER
OPENBARE TIJDAANWIJZING.

GESCHIEDENIS
DER
OPENBARE TIJDAANWIJZING,

•
DOOR

F. A. HOEFER,

GEF. OFFICIER DER ARTILLERIE, DIRECTEUR DER MAATSCHAPPIJ VOOR TIJDAANWIJZING.

MET EEN VOORREDE

VAN

D^r. P. J. KAISER.

VERIFICATEUR VAN 'S RIJKS ZEE-INSTRUMENTEN.



LEIDEN. — E. J. BRILL.
1887.

GESCHIEDENIS

DER

OPREKARE TIJDAAFWIJZING

DER

R. A. G. H. J. R.

DE WETENSCHAAP VAN DE TIJD

DE WETENSCHAAP VAN DE TIJD

D. P. J. R. A. G. H. J. R.

DE WETENSCHAAP VAN DE TIJD

DE WETENSCHAAP VAN DE TIJD

DE

LEIDEN, D. P. J. R. A. G. H. J. R.

LEIDEN, D. P. J. R. A. G. H. J. R.

INHOUD.

Voorrede	v.
De tijdmeters voor openbaar en huiselijk gebruik	4.
De tijdmeters voor den zeeman	61.
De zakuurwerken	68.
Enkele mededeelingen omtrent Nederlandsche en Zwitsersche uurwerkmakerijen en gilden in Frankrijk en Engeland	77.
De electrische uurwerken	89.
Tijdseinen	106.
De electrische tijddienst te New-York	118.
Tijdaanwijzing door middel van de telephoon	123.
Kort historisch overzicht van de toestellen en manieren, die dienen om het uur van den dag te bepalen	125.
Bijlagen.	
I. Uit de Resolutie van de Vroedschap van Rotterdam, 17 Mey 1677	131.
II. Uit de Resolutie van de Vroedschap van Rotterdam, 28 April 1723	133.

Ik kan mijn werk niet eindigen zonder een woord van innigen dank tot den Heer Dr. P. J. Kaiser gericht te hebben. In de eerste plaats omdat hij door het schrijven van een voorrede zijn zeer gewaardeerden naam met dit boek verbonden heeft, maar niet minder voor zijne vriendelijke voorlichting en voor vele nuttige wenken bij het nazien der drukproeven mij gegeven. Hoezeer ik dit alles op prijs stel, is den Heer Kaiser bekend, maar het was mij een behoefte mijn dank hier nog eens in het openbaar uit te spreken.

F. A. H.

VOORREDE.

Zal eene Maatschappij, die zich ten doel stelt het publiek juiste tijdaanwijzing te verschaffen, in hare poging slagen, dan moet het ook eenig begrip hebben van het belang om bij den tegenwoordigen maatschappelijken toestand den tijd met juistheid te kennen. In ons land ontbreekt dit begrip veelal in zoo sterke mate, dat men, wijzende op den in het algemeen bedroevenden toestand der openbare tijdaanwijzing in onze steden en dorpen, met een schouderophalen beantwoord wordt. De Directeur van de onlangs opgerichte Maatschappij voor tijdaanwijzing te Rotterdam, de Heer F. A. Hoefer heeft, ter verspreiding van juiste denkbeelden omtrent de zaak, dit werk samengesteld, dat volkomen beantwoordt aan den titel „Geschiedenis der openbare tijdaanwijzing” en ongetwijfeld zal men na lezing de overtuiging erlangen, dat thans in Nederland de openbare tijdaanwijzing in het algemeen minstens eene eeuw ten achteren is.

Niet dat in wetenschappelijken zin Nederland bij andere landen achterstaat in het astronomisch bepalen van den tijd, de beide sterrenwachten, zoowel die te Leiden als die te Utrecht, kunnen ons op ieder oogenblik van welken dag ook, op een onderdeel van eene secunde na, den juisten tijd mededeelen; maar het groote publiek is hiermede niet gebaat. Zoowel bij nacht als bij dag moet op eenige druk bezochte, belangrijke gedeelten van elke stad van eenige beteekenis de tijd, aan de sterrenwacht bepaald, uitgedrukt in uren, minuten en zoo mogelijk in seconden, binnen de voor het burgerlijke leven vereischte nauwkeurigheid op in het oog vallende werktuigen aangegeven zijn. Rotterdam heeft aanvankelijk op kleine schaal het voorbeeld gegeven. Laat ons hopen dat spoedig de andere groote Nederlandsche steden zullen volgen. Is eenmaal een telegraphisch

dradennet over ons land verspreid, dat uitsluitend gebezigd wordt tot het hiergenoemde doel, dan zal de zoo dikwijls ter sprake gebrachte „Unification de l'heure" niet meer tot de vrouwe wenschen behooren van hen die met hun tijd woekeren.

Tijd is geld, wie kan meenen dat ten onzent eenige waarde wordt gehecht aan deze Engelsche uitspraak, die de „Geschiedenis der openbare tijdaanwijzing" gelezen heeft, en dus op de hoogte is van den toestand onzer openbare klokken. Veelal is het ten eenenmale onbekend hoe men aan den tijd dien de klok aanwijst gekomen is, en maakt men zoogenaamd veel werk van de zaak, dan toch zijn de hulpmiddelen, die men tot het bepalen van den tijd bezigt, in de verste verte niet in nauwkeurigheid te vergelijken bij die, welke aan de sterrenwachten daartoe dienen.

Men behoort, zooals ik reeds deed opmerken den tijd aldaar gekregen bekend te maken over het geheele land, en dat dit mogelijk is, daarvan zal de lezing van dit boek aan een ieder de stellige overtuiging geven.

De horlogenmakers-industrie voorheen in ons land zoo bloeiende, tracht hare vorige hoogte weder te bereiken. Daartoe zal eene nauwkeurige openbare tijdaanwijzing in de verschillende plaatsen, alwaar die industrie wordt uitgeoefend, van groote beteekenis tot het bereiken van het voorgestelde doel zijn. De zoogenaamde draagbare uurwerken, de zakhorloges, de huisklokken en kamerpendulen zijn ongetwijfeld door de Zwitsers en Amerikanen in de laatste halve eeuw aanzienlijk verbeterd. Vooral heeft men er zich op toegelegd goedkoope uurwerken in den handel te brengen, die aan de eischen van het burgerlijke leven voldoen. Daarin is men naar ik meen geslaagd, als de gelegenheid gegeven wordt die uurwerken telkens bij eene juiste tijdaanwijzing te vergelijken, hetgeen met het electrisch klokkenstelsel, zooals de Maatschappij zich dat voorstelt, volkomen bereikt wordt. Een ieder zal dan, zijn horloge, zijn pendule, zijn gangklok voortdurend kunnen controleeren en op de aanwijzing der maatschappij vertrouwend, de hoedanigheid van zijn uurwerk kunnen beoordeelen.

De draagbare en andere uurwerken voor huiselijk gebruik dienen dan alleenlijk tot het meten van kleine tijdruimten, waartoe zij in staat zijn, terwijl het meten van grootere, waartoe zij niet kunnen dienen, geheel overgelaten wordt aan de electrische klokken van de Maatschappij voor tijdaanwijzing.

Het stelsel, door de Maatschappij aangenomen om den tijd, aan eene sterrenwacht verkregen, over het geheele land kenbaar te maken, is reeds in 1858 bij de Nederlandsche

Marine gevolgd. Langs telegraphischen weg wordt, sedert genoemd jaar, tweemaal in de week de tijd van de Verificatie van 's Rijks zee-instrumenten naar de zeehavens overgebracht, en later is op verzoek de tijdinrichting te Rotterdam en die te Amsterdam in het dradennet opgenomen, zoodat ook die inrichtingen gebruik maken van de waarnemingen gedaan aan de sterrenwacht te Leiden.

Het dradennet waarover de Verificatie van 's Rijks zee-instrumenten 's avonds na 10 uren te beschikken heeft, behoort aan de Rijkstelegraaf. Niet te verwonderen dat ook die tak van dienst partij trekt van de tijdseinen, die op Dinsdag- en Vrijdagavond door de Verificatie van 's Rijks zee-instrumenten worden gegeven. Bovendien maken de spoorweg-maatschappijen mede indirect gebruik van de gelegenheid om de aanwijzing hunner uurwerken te controleren, zoodat ook zij zich van den oorspronkelijk aan de sterrenwacht bepaalden tijd bedienen.

Het is echter niet te ontkennen dat de genoemde tijdseinen door vele inrichtingen of lichamen worden gebruikt, die in geen verband met elkander staan. Wat betreft de tijdinrichtingen aan de zeehavens en die te Amsterdam, deze bevinden zich onder controle van de Verificatie, welke geschiedt door maandelijksche toezending van de waargenomen tijdseinen volgens de aanwijzing van de op die plaatsen aanwezige sterrenkundige slingeruurwerken.

Het voordeel van het bestaan van een maatschappij voor tijdaanwijzing is dit, dat de regeling om den tijd op verschillende plaatsen kenbaar te maken aan één hoofd wordt toevertrouwd. Kan de Maatschappij door haren bekwamen Directeur verkrijgen, dat zij in den vervolge aan alle partikuliere ondernemingen den tijd langs galvanischen weg bezorgt, dan zoude eene groote schrede gedaan zijn in de goede richting, omdat dan één persoon verantwoordelijk is voor de juiste overbrenging van den tijd, gegeven van wege de Verificatie van 's Rijks zee-instrumenten en verkregen met de uitstekende werktuigen van de sterrenwacht te Leiden.

De Maatschappij heeft, zooals mij uit een onderhoud met den Heer Hoefler bleek, ook het plan om tijdkleppen en tijdballen op te richten en wel voornamelijk ten behoeve van de kleine vaart. Dit denkbeeld kan niet genoeg geprezen worden, en het is te hopen, dat de gemeente-besturen, aan wie de gelegenheid gegeven wordt om de scheepvaart van dienst te zijn, daarvan dankbaar zullen gebruik maken. Ongetwijfeld zal ons staatsbestuur op geschikte plaatsen die tijdkleppen begeeren, als een uitstekend middel om de uur-

werken van den tweeden of derden rang bij de genoemde vaart in gebruik, te controleren.

Uit het medegedeelde kan afgeleid worden dat voor de groote vaart op voldoende wijze voorzien wordt door de tijdseinen die tweemaal per week uit Leiden naar de zeehavens, alsmede naar Amsterdam en Rotterdam worden gezonden. Zelfs zoude het voor de Maatschappij bijna onmogelijk zijn de nauwkeurigheid te betrachten, welke bij die seinen moet worden in acht genomen. In het burgerlijke leven en voor de kleine vaart is eene nauwkeurigheid tot op eenige seconden voldoende, terwijl de tijdseinen door de Verificatie gegeven, dienen tot het controleren van uitstekende astronomische pendulen, en alzoo de nauwkeurigheid der seinen tot op enkele tiende-deelen van seconden behoort opgevoerd te worden.

Toen de Heer Hoefer mij verzocht een voorrede bij zijn werk te schrijven mocht ik na de lezing van het handschrift niet anders doen dan aan zijn verzoek gevolg geven, en ik geloof deze gelegenheid te mogen gebruiken om mijne ingenomenheid met het optreden van de Maatschappij voor tijdaanwijzing te betuigen.

Moge de Maatschappij in hare pogingen slagen en de niet geringe geschiedkundige arbeid van haren Directeur, den Heer F. A. Hoefer, het publiek aangeboden, daartoe het zijne bijdragen. Het werk is in zoodanigen vorm gebracht dat ook zij, die geene vakkundigen zijn, er eene aangename, onderhoudende, en leerzame lectuur in zullen vinden.

Leiden, Jan. 1887.

P. J. KAISER.

DE TIJDMETERS VOOR OPENBAAR EN HUISELIJK GEBRUIK.

Reeds bij den aanvang der beschaving deed zich de behoefte gevoelen om den tijd te verdeelen en te meten. In de volgende bladzijden stellen wij ons voor een geschiedkundig overzicht van de toestellen te geven, waarvan men zich bij het meten van den tijd bediende.

Het ligt voor de hand, dat men in den beginne gebruik maakte van de hulpmiddelen, die de natuur zelf aanbood, zooals de wisseling van dag en nacht, de schijngestalten van de maan en de wisseling der jaargetijden. Bekend is het, dat zelfs in latere eeuwen de bewoners van IJsland den tijd naar de eb en den vloed maten.

Ofschoon ten allen tijde de zon het zekerste punt van uitgang voor de indeeling van den tijd aanbiedt, zoo heeft het toch lang geduurd voordat men in staat was met hare hulp de verdeeling nauwkeurig aan te geven. De reden hiervan is de groote afstand — gemiddeld 19.778.300 geogr. mijlen — die ons van de zon scheidt. Om dien weg af te leggen heeft een lichtstraal 8 m. 18 s. noodig, het geluid 14 jaren en een locomotief 350 jaren. Bij zulke afstanden wordt het juist bepalen der plaats, waar de zon zich bevindt, zeer moeilijk. Eerst in latere tijden is het mogelijk geworden met de grootste nauwkeurigheid het oogenblik aan te geven, waarop de aarde weer dezelfde plaats ten opzichte der zon inneemt als den dag te voren. Deze waarnemingen zijn echter omslachtig, vergen veel kennis en ervaring van hem, die ze doet, en gaan met groote kosten gepaard. Dit zijn de redenen, waarom zij in het gewone leven niet te doen zijn; de sterrenkundige heeft ze voor zijne metingen noodig en wij maken thans van zijne uitkomsten gebruik tot controleering van onze tijdmeters.

Instinctmatig gevoelden de volken der oudheid het gewicht der zon als tijdmetr. De Babyloniërs, Perzen, Syriërs en de meeste andere Oostersche volken begonnen den dag met den opgang der zon; de Grieken, Arabieren en Israëlieten met den ondergang der zon; de Umbriërs en Hetrusciers op den middag van den naar onze rekening vorigen dag. De Egyptenaren en Romeinen begonnen den dag met middernacht, evenals dit nog bij ons in gebruik is.

Aanvankelijk bepaalde zich de onderverdeling van den dag tot „morgen” en „avond”, waaraan later de „middag” werd toegevoegd. Homerus vond voor de beide eerste deelen een woord, maar het laatste moest hij nog omschrijven ¹⁾). Eerst later kreeg de Grieksche taal er een woord voor. De Romeinen kenden ook geen andere onderverdeling van den dag, zij leerden haar van de Grieken, die haar weer aan de Babyloniërs ontleenden. Bovendien had men aanduidingen van tijd uit het maatschappelijk leven overgenomen, zooals: „etenstijd” enz. Bij meerdere ontwikkeling werd de tijd van den dag aangeduid door opgaven van de lengte der schaduw in verhouding tot de hoogte van een opgericht lichaam, waarschijnlijk vinden wij bij de Israëlieten hiervan ook sporen ²⁾). Bij hen werd de dag in vier gedeelten verdeeld ³⁾) en eerst gedurende en na de ballingschap schijnt bij hen de indeeling van den dag in uren in zwang gekomen te zijn ⁴⁾), zoodat men hem tusschen zonsop- en zonsondergang in 12 deelen verdeelde ⁵⁾), die wegens de ongelijke lengte der dagen zelf, ook niet altijd even groot waren. De oorsprong van de verdeling van den dag in 12 uren is niet bekend, alleen weet men dat de gewone uurverdeling bij de Egyptenaren was ingevoerd ⁶⁾). Volgens eene gissing van Languis ⁷⁾) zou zij gegrond zijn op de 12 samenstanden van de maan met de zon in een jaar, of ook wel op de omstandigheid, dat de maan dagelijks nagenoeg 12° aan den hemel doorloopt.

De Romeinen verdeelden evenals de Israëlieten den tijd tusschen zonsop- en zonsondergang in twaalf uren. Het rekenen met uren kwam bij de Romeinen eerst na de invoering van de zonnewijzers in gebruik ⁸⁾). In de huizen der aanzienlijken werden de uren door een opzettelijk daarvoor bestemden slaaf afgeroepen aan wien men ook het uur vroeg ⁹⁾). Aan de goden, die als menschen bediend werden, werd ook het uur door slaven medegedeeld ¹⁰⁾). In de zaal waarin de senaat vergaderde stond een wachter, die in last had naar den stand van de zon te turen, en, zoodra een daartoe bepaalde plaats door haar beschenen werd, luidkeels den middag uit te roepen ¹¹⁾).

Timon, die omstreeks 270 v. C. leefde, maakt melding van een man, die, voor geld, in de huizen rondging om het uur aan te geven ¹²⁾).

Evenals de Grieken en Romeinen verdeelden ook de Israëlieten den nacht in waken van ongeveer gelijke lengte, na verloop van welke de wachters van hunne posten afgelost en door anderen vervangen werden. Vóór de ballingschap en waarschijnlijk nog lang daarna, hadden de Hebreërs slechts drie nachtwaken ¹³⁾), evenals de Grieken. Later kwam er bij de Israëlieten nog een vierde nachtwake bij. Daar de eerste nachtwake met zons-

1) Iliad. φ. v. 111.

2) Jer. VI. 4.

3) Neh. IX. 3.

4) Zie voor de eerste sporen Dan. IV. 19; uitdrukkelijk worden „drie uren” vermeld 4 Ezr. VI. 24.

5) Joh. XI. 9.

6) Her. Apoll. Hieroglyph. I. 16.

7) De annie Christi III. 38.

8) Das Privatleben der Römer, J. Marquardt, Leipz. 1879. I. p. 246.

9) Idem, I. p. 249.

10) Idem, 1882. II. p. 766 noot 6.

11) Studien over den Almanak, J. H. van Koten p. 5.

12) Geschichte der Uhren, G. Hertz p. 6.

13) Klaagl. II. 19, Richter. VII. 19, Ezr. XIV. 24.

ondergang aanvang en de laatste met den opgang der zon eindigde, omvatten zij gemiddeld elk vier uren, wat meer gedurende den langsten, wat minder gedurende den kortsten nacht. Bij de Romeinen was de nacht in vier waken, ieder van drie uren verdeeld; haar duur werd gemeten door het uurwerk (clepsydra) en haar begin aangekondigd door trompetgeschal.

De zon werd niet alleen gebruikt om groote tijdsdeelen te meten, maar allengs ook voor de onderdeelen. Wanneer wij de gebrekkige wijzen, waarop dit soms geschiedde opsommen, dan kunnen wij niet nalaten te vermelden hoe dit zelfs veel eeuwen later, dan den tijd, waarvan wij thans spreken, nog door de oude Scandinaviërs plaats had ¹⁾. Zij verdeelden den horizon in acht streken, *ött* of *aet* genoemd — zuid, zuidwest, west, noordwest, noord, noordoost, oost en zuidoost — en kregen door deze weer in tweeën te splitsen zestien onderverdeelingen. Den duur van den kunstmatigen dag, *dagr*, verdeelden zij naar den schijnbaren loop der zon door bovengenoemde hemelstreken. Zij veronderstelden dat de zon elk der grootere streken in drie uren doorliep en scheidden dienovereenkomstig den tijd van den kunstmatigen dag in even zooveel deelen als met de verdeling in acht van den natuurlijke dag, *nycthemeron*, overeenkwamen. Dit tijdsgeedeelte noemden zij *eykt* of *eikt*. Evenals elk der groote hemelstreken werd dit *eikt* in twee kleinere en gelijke deelen, *stund* of *mäl*, verdeeld. Om nu deze tijdsverdeling te kennen en vast te bepalen namen de bewoners van elke plaats den dagelijkschen loop der zon waar en merkten de aardsche voorwerpen boven welke zij scheen te staan in elk van de genoemde punten of streken. Zulke natuurlijke of zelfgemaakte voorwerpen werden in IJsland *dagsmark*, meervoud *dagsmörk*, genoemd. In IJsland had elke afzonderlijke hoeve haar eigene dagmerken. Dit was ook het geval in Noorwegen, waar dit nog eenigermate in zwang is gebleven onder het gemeene volk en de namen van de hemelstreken overeenstemmen met die van IJsland en de Far-öer.

In de richting en de lengte van de schaduw van boomen enz. vond men reeds vroeg een middel om den tijd af te leiden. In „De Recensent ook der recensenten” voor 1843 vindt men onder „Oostersche wijze om den tijd te berekenen”: „De Oostersche volken berekenen den tijd naar de lengte van hunne schaduw. Als men iemand vraagt hoe laat het is, zoo gaat hij dadelijk in den zonneschijn, plaatst zich recht op, en terwijl hij ziet, waar zijne schaduw ophoudt, meet hij de lengte van deze met de voeten, en geeft dus den tijd tamelijk nauwkeurig op. Zoo wenschen de arbeiders aldaar met verlangen, dat de schaduw nabij is, die den tijd aantoont, wanneer zij hunnen arbeid kunnen staken. Zij zeggen daarom: „Wat duurt het lang eer mijne schaduw komt!” — „Waarom komt gij niet vroeger?” — „Omdat ik op mijne schaduw wachtte.”

Job roept te midden van zijne ellende o. a. uit: „Gelijk de dienstknecht hijgt naar de schaduw” ²⁾.

Het letten op de richting van de schaduwen leidde tot de uitvinding van den zon-

1) De Vrije Fries II 1842, p. 58.

2) Job VII. 2.

newijzer. Het eerst dat wij van hem melding gemaakt vinden (740 v. C.) is in 2 Kon. XX. 11¹⁾ en wel met de woorden:

„En Jesaja de profeet riep den Heer aan en Hij deed de schaduw tien graden achterwaarts keeren op de graden, welke zij nederwaarts gegaan was op den zonnewijzer van Achaz.”

Wij zullen ons niet verdiepen in gissingen welken vorm die zonnewijzer gehad zal hebben²⁾ en wat hij aanwees. Voor ons doel is het belangrijk, dat men met zekerheid zeggen kan, dat door dezen toestel eene dagverdeeling gemeten kon worden. De veronderstelling van Hitzig³⁾: „Ahas erhielt von Tiglatpileser einen Sonnenzeiger zum Geschenk, vermuthlich damit er wisse, wie viel Uhr es jetzt sei in der Welt,” voert tot het besluit, dat de toestel van Achaz niet eene nationale uitvinding was.

Herodotus verhaalt, dat de Grieken de zonnewijzers van de Babyloniërs kregen en zegt woordelijk: ⁴⁾ „Den polos en den zonnewijzer (gnomon) en de twaalf deelen van den dag leerden de Grieken van de Babyloniërs.”

Wat de „polos” was is ons niet gebleken, volgens sommigen was het een astronomisch instrument, dat de afwisseling der jaargetijden aanwees, volgens anderen een zonnewijzer. In Gallus⁵⁾ wordt van den „polos” gesproken als van een reeds verbeterden zonnewijzer, waartoe hij de eerste Romeinsche rekent. In elk geval pleiten voor de nauwkeurigheid van den „polos” en den „gnomon” en de vaardigheid, waarmede deze toestellen bediend werden, dat de Chaldeeërs er waarnemingen mede deden, die tot uitkomsten leidden, die slechts weinig verschillen van de hedendaagsche⁶⁾. De Babyloniërs schijnen dus reeds de indeeling van den dag in twaalf dag- en twaalf nachturen gekend te hebben; door hen leerden wellicht de Assyriërs den zonnewijzer kennen en langs dien weg kwam hij tot de Israëlieten. Een overblijfsel van een zonnewijzer afkomstig van de Phoeniciërs wordt thans nog op het museum in de Louvre bewaard⁷⁾ en strekt dus ten bewijze, dat dit volk zich van dezen toestel bediende.

De eerste zonnewijzers schijnen echter van een geheel anderen vorm geweest te zijn, dan wat wij thans onder dien naam verstaan. De *γνώμων* bestond uit een loodrechten stijl, wiens schaduw men naar voeten mat⁸⁾. Men vindt hem bijna niet anders vermeld dan met betrekking tot den tijd van den maaltijd of van het bad. De eerste werd door een schaduw van tien of twaalf voeten lengte aangegeven. Daar de maaltijd kort vóór zonsondergang of ook bij zonsondergang begon, zoo is het waarschijnlijk, dat twaalf voet gewoonlijk, de langste schaduw was, die de „gnomon” wierp.

1) Zie ook 2 Kron. XXXII. 24, Jes. XXXVIII. 8.

2) Zie hiervoor o. a. J. P. Lange, Bibelwerk 1877. VII. p. 437 en XIV. p. 411.

3) Gesch. d. Volkes Isr. I. p. 216.

4) Her. II. 109.

5) Gallus oder Röm. Scenen aus der Zeit Augusts, W. A. Becker, Leipz. 1849, II. p. 301. Zie ook Charikles, W. A. Becker, 1854 I. p. 361.

6) Gesch. des Alterthums, Max Duncker I, 5te Aufl. p. 281.

7) Encyclopédie des Beaux-arts plastiques par A. Dommis II. p. 1604.

8) Charikles, W. A. Becker, 1854 I. p. 361, 362, 363 en 364.

Een juiste indeeling van den dag in twaalf uren was met dezen toestel niet te verkrijgen, hij gaf alleen zekere tijdstippen aan en op de verschillen door de jaargetijden ontstaan lette men vermoedelijk niet.

Voor den tijd van het bad werd later een schaduw van zes voet aangegeven.

Ten tijde van Aristophanes bezat men reeds een beteren zonnewijzer. In vorm en richting geleek deze zonnewijzer, dien men ook later *πόλος* noemde, op een bekken, *λεκανίς*, in wiens midden de verticale stijl, *γνώμων*, stond, en waarop de *δωδεκαμέρη* van den dag door lijnen was aangegeven. Als uitvinders van den eigenlijken zonnewijzer wordt Anaximander of zijn leerling Anaximenes genoemd, die ongeveer 540 v. C. leefden. In dezen toestel bezat men een bepaalde tijdschaal.

Het duurde echter nog geruimen tijd voor dat de zonnewijzer zich eene plaats verworven had onder de toestellen voor het openbaar dagelijksch gebruik. Wij lezen althans dat de beroemde Papirius Cursor in 293 v. C. te Rome tot groote verbazing van zijne medeburgers bij den tempel van Jupiter Quirinus een zonnewijzer liet plaatsen ¹⁾.

Volgens andere schrijvers ²⁾ zou echter de eerste zonnewijzer in 263 v. C. te Rome geplaatst zijn, en zou hij behoord hebben tot de zegetekens, die Valerius Messala uit het veroverde Catina medevoerde. Ofschoon deze zonnewijzer, die voor Catina berekend was, dat 4° zuidelijker dan Rome lag ³⁾, voor Rome onbruikbaar was, bleef hij er toch tot 164 v. C. opgesteld, in welk jaar Q. Marcus Philippus een voor Rome vervaardigde er naast plaatste. Sedert dien tijd beperkte zich het gebruik der zonnewijzers niet alleen tot de openbare pleinen, maar werden de tempels, badinrichtingen, huizen en villa's er van voorzien. Ten slotte ontbraken zij in geen deel van het groote Romeinsche rijk. Dit wordt bevestigd ten deele door het vinden der zonnewijzers zelf, ten deele door opschriften ⁴⁾. Zoo waren zij te Athene, Thespieae, Delos, Cos enz. Van Rome zelf wordt in een fragment van eene komedie, die volgens Ritschl in het begin van de 7^{de} eeuw van de stad vervaardigd werd, gezegd, dat zij met zonnewijzers, oppleta solariis, opgevuld is. In de omstreken van Rome, zooals Herculaneum en Pompeji ⁵⁾ heeft men vele zonnewijzers gevonden. Verder zijn zij ook gebruikt geworden en gevonden in Puteoli, Aletrium, Ravenna, Aquileia, in verschillende deelen van Gallië, in Duitschland, in Dacië, Spanje,

1) Gallus, W. A. Becker, II. p. 301.

2) Das Privatleben der Römer, J. Marquardt, 1882. II. p. 766, 767, 768, 769. en Gallus, W. A. Becker, II. p. 301.

3) Das Privatleben der Römer, J. Marquardt, I. p. 247.

4) Twee soorten zijn tot ons gekomen nl. de spherische, uitgeholde half bolvormige en de vlakke. Zij zijn van marmer, gewone steen of metaal, terwijl de lijnen niet zelden sporen dragen van rood geverfd te zijn geweest (Gallus, W. A. Becker, II. p. 302).

5) Een bijzonder fraai exemplaar van een zonnewijzer is te Pompeji gevonden in de groote thermen. Behalve, dat hij merkwaardig is, omdat hij van een oskisch opschrift en van leeuwenklauwen en ornamenten voorzien is, is hij het vooral omdat hij volkomen gaaf is. Het vlak, waarop de schaduw van den stijl (gnomon) valt, is uitgehold en met rechte lijnen doorsneden, die als stralen in het punt samenloopen, waarin de stijl horizontaal bevestigd is. Het is duidelijk dat zij de indeeling van den tijd aangeven, al staan er, zooals bij anderen, geen getallen bij. Aan weersijden van de middaglijn bevinden zich vijf van die lijnen, die door drie concentrische cirkels gesneden worden. Volgens de getuigenis der ouden hebben deze cirkels betrekking op de

Phenicië en Africa. Deze verspreiding der zonnewijzers, — zelfs op de dorpen werden zij niet gemist, — maakt het verklaarbaar, dat ten tijde der keizers niet alleen de dagelijksche bezigheden naar uren geregeld werden maar ook in de wetgeving b. v. bij het gebruik van de waterleidingen de aanwezigheid van zonnewijzers verondersteld werd, en dat zelfs in de woestijnen van Afrika het gebruik maken van het water bij uren geregeld was.

Uit zorgvuldige nasporingen blijkt, dat er drie soorten van deze zonnewijzers waren. Dan eens waren zij voor een bepaalde plaats berekend en van de te Rome gebruikelijke uurverdeling voorzien; dan weder om verplaatst te kunnen worden en dus voor het gebruik op verschillende plaatsen geschikt en eindelijk ten gebruike der mathematici, in welk geval zij de aequinoctiale uren aanwezen.

Eens waren de zonnewijzers in ons vaderland talrijk. Wanneer Hofdijk ons het leven van onze voorvaders in de 13^{de} eeuw schildert dan zegt hij o. a. : ¹⁾ „Gelukkig behoeven wij niet verlegen te zijn over het middel om ons terstond met juistheid te brengen op de hoogte van de ure des dags; de vleugel van het tegenover ons liggend kloostergebouw draagt in zijn gevel een klokken-engel, overvleugeld — in den letterlijken zin des woords — door een over elkander geslagen wienkenpaar, en daar boven nog van een baldakijn beschut, en het is in de schragende handen van dit ranke beeld, dat gij een schild ontwaart, waarop de schaduw het cijfer aanwijst der late ure, thans door de zonne reeds bereikt.”

Een oude zonnewijzer, hoewel thans blind en vervallen, bezitten wij nog van de voormalige Sint-Jans-Kercke te 's Hertogenbosch, waarvan de eerste grondslag gelegd werd in 1280 ²⁾.

Ofschoon men door het bezit van den zonnewijzer een groote schrede voorwaarts gedaan had in de kunst om den tijd te meten, zoo kleefde toch dezen toestel het groote gebrek aan, dat hij zijne diensten weigerde zoodra de nacht intrad of overdag de zon zich achter wolken verschool. Tóch is het opmerkelijk hoe de zonnewijzer zich tot op dezen dag heeft staande gehouden en dat nog wel onder onzen meestal donkeren hemel. Wij behoeven daartoe niet te wijzen naar sommige tuinen, waar hij tot versiering moet dienen, maar de bezoeker van Amsterdam zal op den Dam staande den zonnewijzer tegen den gevel der Nieuwe Kerk opgemerkt hebben. De hervormde kerk te Lisse heeft tegen haren toren een zonnewijzer met het opschrift: „C. Klynen Breugel fecit 1629”, evenzoo bezit het dorp Giessendam terzelfder plaatse een fraai exemplaar. Wij zouden zoo nog menig voorbeeld kunnen aanhalen, maar willen liever op het feit wijzen, dat te Utrecht in 1626 nog vijf koperen zonnewijzers ³⁾ geplaatst werden en in 1653 andermaal vijf ⁴⁾.

lengte van de schaduw van den stijl in de verschillende jaargetijden. De bovenste cirkel deed dienst bij den laagsten, de onderste bij den hoogsten zonnestand; de eene dus 's winters, de andere 's zomers. De uitvinding van deze soort zonnewijzers, hemicyclia, werd aan den Chaldeër Berosus toegeschreven. (Pompeji, J. Overbeck, 3^{te} Aufl. p. 411).

1) Ons Voorgeslacht, W. J. Hofdijk, IV. p. 72.

2) De St. Janskerk te 's Hertogenbosch, J. C. A. Hezenmans, p. 16.

3) Archief voor Kerk. en Wereld. Gesch. ins. van Utrecht, J. J. Dodt, III. p. 280.

4) Ibid. IV. p. 312.

Alvorens van de zonnewijzers af te stappen willen wij met een enkel woord de gevaarten vermelden, die in de Oudheid en ook later nog, op sommige plaatsen, ten behoeve der sterrenkunde verzezen en nauw met de zonnewijzers samenhangen. Hun doel was om de hoogte der zon te bepalen, de lengte van het jaar er uit af te leiden en de terugkeer der jaargetijden; bovendien om den waren middag te leeren kennen, de ligging van publieke gebouwen aan te geven enz. Ten deele was dit ook de bestemming der beroemde obelissen. Zoo lezen wij dat Manlius van de obelisk, die Augustus te Rome oprichtte een zonnewijzer maakte. Deze obelisk was afkomstig van Sesostris en had een hoogte van 117 voet.

Om den juistten middag aan te geven construeerde Egnazio Dante in de kerk St. Pétrone te Bologna in 1575 een meridiaanlijn, waarop een zonnestraal uit een hoogte van $83\frac{1}{2}$ voet kon vallen. Cassini verbeterde in 1655 en 1695 deze inrichting, waardoor ten slotte het gat, waardoor de zonnestraal kwam een middellijn van een duim verkreeg en de lengte van de horizontale lijn 206 voet 8 duim werd. Op de meridiaanlijn van de kerk der „Chartreux” te Rome, geconstrueerd in 1701 op de overblijfselen van de warmwaterbaden van Diocletianus, kan een lichtstraal uit twee openingen vallen. De eene opening naar het zuiden gericht verheft zich 62 voeten boven den grond, de andere naar het noorden 75 voeten en is voor een lichtstraal der poolster bestemd ¹⁾.

Uit de behoefte om den tijd ook met bewolkten hemel te kunnen meten ontstonden zooals o. a. Sextus Empiricus bericht, de zandloopers en de wateruurwerken.

De vorm van den zandlooper is algemeen bekend. Hij bestaat uit twee trechtervormige glazen, die boven elkaar geplaatst en met een nauwe opening onderling verbonden zijn. In het bovenste glas wordt fijn, gezeefd, droog zand gedaan, dat langzaam door de gemeenschappelijke opening in het onderste glas glijdt. Vergelijking tusschen den duur van het leegloopen van den bovensten trechter en den tijd door den zonnewijzer aangegeven, leverde het middel om den zandlooper als tijdmetre te gebruiken. Was het bovenste glas leeg dan keerde men den toestel om en kwam het zand weer in beweging.

Thans wordt de zandlooper nog wel eens voor huiselijke doeleinden gebruikt, waar het kleine tijdsruimten geldt. Eertijds speelde hij, o. a. bij het zeevolk, een groote rol en nog heden ten dage is de beteekenis der woorden: „Naauwelijks hadt men een *glas* van wederzyde dapper geslagen, als zich een schielijk en afgrysyk spook opdoet” ²⁾ voor den zeeman even verstaanbaar als zij zulks ten tijde van de Ruyter was. Deze zoogenaamde uurglazen werden door den zeeman in verschillende afmetingen gebruikt als heel-, half-, kwartuur of secundenglazen ³⁾. De heele en halve uurglazen werden gebruikt om er de wacht op te loopen of de roergangen te bepalen ⁴⁾, terwijl het halve minuut- of secundenglas

1) Nouveau traité général d'horlogerie, M. L. Moinet, 2e Edit, I. p. 313.

2) Lijkzang door Petrus Francius in Het leven en bedrijf van Mich. de Ruiter, G. Braadt, p. 1020.

3) De scheepvaart, W. van Houten, 1833. p. 634.

4) Ibid. p. 634.

met het logschuitje, de loglijn, de logtoestellen uitmaakten ¹⁾. Wanneer het schip een buitengewoon snelle vaart had, gebruikte men niet het zandlooptje dat in een halve minuut of 28 seconden ledig liep, maar nam een veertien secundenglaasje ²⁾.

Bekend is de rol, die de zandlooper op den preekstoel vervulde. De vermaning tegen te lange predikatiën, „die de memorye der toehoorders en hun yver braken, ende alsoo als een walghinge der maag voorbragten,” werd reeds door de vaders te Wesel (1568) gegeven en later door de Dordsche vaders herhaald. Te Dordrecht werd evenals elders op boete van drie stuivers verboden, dat een preek langer dan anderhalf uur mocht duren en op elken preekstoel een zandlooper geplaatst, opdat de leeraars zich in den tijd niet zouden bedriegen ³⁾. Dergelijke verbodsbepalingen schijnen echter niet altijd veel geholpen te hebben want uit het laatst der vorige eeuw lezen wij nog, dat de godsdienst-oefeningen te Utrecht zoo lang duurden, dat de in koper gevatte uur-zandlooper op den preekstoel soms ten derdenmale omgekeerd moest worden ⁴⁾.

Sommige schrijvers beweren o. a. op grond, dat op geen der monumenten der ouden zooals in latere eeuwen de zandloopers als zinnebeelden voorkomen, dat hunne uitvinding van jonge dagteekening is, zelfs vindt men vermeld, dat in 1665 zekere Italiaansche schrijver hen als eene nieuwigheid mededeelde ⁵⁾. Deze uitspraak is echter in strijd met het bericht van Sextus Empiricus en het feit dat onze zeelieden reeds lang voor 1665 den zandlooper kenden en door hen aan het woord „glazen” het begrip van zekere tijd-ruimte verbonden werd. Van den zandlooper aan boord der schepen spreekt reeds Pedro de Medina uit Sevilla in zijn werk getiteld: „Arte de navegar,” dat in 1545 het licht zag. Wij lezen o. a. bij hem: ⁶⁾ „Om den cours van het schip in lengte van de doorloopen ruimte te kennen, moet de piloot de uren (op den zandlooper, ampolleta, afgaande), in zijn register aantekenen, die het schip aflegt; hij moet dus weten, dat de grootste weg, dien hij in een uur kan afleggen, vier mijlen is, bij zwakken wind drie enz.”

In het scheepsjournaal van Columbus wordt b. v. den 22 Jan. 1493 de zandlooper ook vermeld ⁷⁾: „andaba 8 millas por hora hasta pasadas 5 ampolletas ⁸⁾, y 3 antes que comenzase la guardia, que eran 8 ampolletas.”

Talrijk zijn de voorbeelden, die wij vonden waar de zandlooper als gewone tijdme-ter voorkomt. In Roemer Visschers „Sinnepoppen” ⁹⁾ vinden wij o. a. een nauwkeurige teekening van den zandlooper met het bijschrift:

„De quistgoet, die overal de gilde speelt, mag dit voor een poppe ghebruycken,

1) De scheepvaart, W. van Houten, 1833, p. 621.

2) Ibid. p. 623.

3) De Openbare Eeredienst der Ned. Herv. Kerk, Dr. G. D. J. Schotel, 2de stuk, p. 408 en 409.

4) Voor honderd jaren, uit de papieren van een tijdgenoot, P. Nagtglas, p. 6.

5) Nouveau traité général d'horlogerie, M. L. Moinet, 2e Edition, I. p. 3; II. p. 129. Nota.

6) Libro III, cap. 11 en 12.

7) Navarrete I. p. 143.

8) Deze zandloopers, ampolletas, liepen in een half uur af, zoodat een dag en een nacht als 48 ampolletas gerekend werden.

9) Sinnepoppen, Amst. 1614 „Effen uyt” p. 160, zie ook „Bij glazen om” p. 14.

om daardoor bekent te maecken, vvat hij in zijn levert voert: vvlit dan zoo ghelucken, dat zijn leven en goet ghelijck een eynde nemen, soo is de koe op de rechter zyde ghevallen; en soo niet, soo mach hij gaen bidden voor een arm Man, die zijn tijd vergist heeft."

Shakespeare laat Chorus in den "King Henry V" zeggen ¹⁾:

"Turning the accomplishment of many years
Into an hour-glass; etc."

Te Basel vinden wij op een tooneel van den "danse macabre," waarschijnlijk een of twee jaren na de pest van 1439 vervaardigd, een zandlooper bij de voorstelling, waar de dood een schilder van het aardsche schouwtooneel afroept ²⁾.

Maar wij behoeven waarlijk niet in het buitenland te zoeken naar de sporen van de oudheid van den zandlooper. In het front van het Raadhuis der gemeente Schiedam bevindt zich o. a. een wapen, waarop drie zandloopers voorkomen. Onder dit wapen staat "Fluit arena, ruit hora." Omtrent den oorsprong van dit wapen van Schiedam lezen wij in de "Beschrijving der stad Schiedam door Mr. Arend Vinck, oudste Advocaat voor den E. Hove van Justitie en voltooid door Mr. Pieter Stalpart van der Wille Vinck, R. G." die in handschrift op het archief dier gemeente aanwezig is: "Drie bruyne zandloopers op een gout of geel velt. Hetgeen, die van Schiedam al gevoert hebben, toen het nog Nieuwendam ³⁾ hieten, zooals de Schrijver der Hedendaagsche Staat van Holland V Deel blz. 230 C. zegt (te weeten tot den jaar 1301). Hetgeen ongetwijfelt ontfangen of aangenomen is, omdat zij in 't bevaaren van de Rivier van de Oude en Nieuwe Maaze en van de Kreeke, de Koerdoot en de Schie bedreven en het getey van hoog- en laagwater of van vloet en ebbe alsmede het getey bij nieuwe en volle maan mitsgaders den springvloed bij storm en onweer wel hebben kunnen uyt rekenen, dat is op haar getey passen."

De nauwkeurigheid van tijdaanwijzing liet echter bij den zandlooper steeds te wenschen over. Aan de zuivere afwerking van het gemeenschappelijk gat kon niet genoeg zorg besteed worden, terwijl het zand, door de wrijving der korrels onderling en tegen de wanden van het glas meestal ongelijkmatig doorliep. Ten slotte dreigde telkens het gevaar, dat het gat verstopt geraakte. Deze bezwaren werden bijna allen overwonnen door het zand door water te vervangen, waardoor de wateruurwerken ontstonden.

Wie het eerste wateruurwerk vervaardigde vermeldt ons de geschiedenis niet. Talrijk zijn de toepassingen, die de Ouden van meetwerktuigen door middel van water maakten. Zoo verdient vermelding de wijze, waarop de Chaldeërs de kromme lijn trachtten te meten, die de zon bij haren dagelijkschen loop beschrijft. Zij verdeelden daartoe den geheelen

1) Enter. Dit stuk werd het eerst gespeeld in 1599 volgens aantek. op S. door Burgerdijk III. p. 610.

2) Dict. de l'Art, de la Curiosité et du Babelot, E. Bosc, 1883. p. 256.

3) Zie omtrent dien ouden naam o. a. Geschiedenis des Vaderlands, Mr. W. Bilderdijk. III. p. 231.

omloop in 360 deelen, en openden een vat met water gevuld op het oogenblik, waarop de zon den dag der nachtevening aan den hemel verscheen. Het uitstroomende vocht liep in een kleiner vat totdat de zonneschijf geheel zichtbaar was; daarna in een derde grooter vat tot de zon aan den volgenden dag weer aan den horizon verscheen. De verhouding tusschen de middellijn van de zon en van den doorloopen weg was dus door die der waterhoeveelheden in het tweede en derde vat te bepalen. Langs dien weg vonden zij, dat de middellijn der zon 720 maal begrepen was in den weg, dien de zon aflegt, terwijl zij voor de middellijn zelf $\frac{1}{360}$ uur vonden ¹⁾.

In het westelijk gedeelte van Azië houdt men de Babyloniërs voor de uitvinders der wateruurwerken. Van hen kwamen zij naar Klein-Azië, waar de Grieken ze ten tijde van Cyrus leerden kennen. Volgens anderen waren de Egyptenaren de uitvinders der wateruurwerken en bestonden zij uit schalen, waaruit door een kleine opening het water liep. Volgens de overlevering, die bij hen bestond, zou Mercurius opgemerkt hebben, dat de Cynocephalus twaalf maal per dag met gelijke tusschenruimten van tijd zijn water loosde, en zou hij hierdoor op het denkbeeld gekomen zijn om een toestel te vervaardigen tot het meten van den tijd.

Alvorens de wateruurwerken der Grieken eenigszins nader te beschouwen willen wij er op wijzen dat de Chineezzen de wateruurwerken, al is het ook onder een anderen vorm, reeds vroeg gekend hebben. Zij plaatsten daartoe een ledig vat, in welks bodem een kleine opening was, in een grooter met water gevuld. Langzaam zonk het eerste in het laatste en dus berekende men den tijd. Met deze toestellen bepaalden hunne sterrenkundigen den tijd, die verliep tusschen de doorgangen van eene ster door den meridiaan, den opgang en ondergang der zon, de lengte der dagen enz. ²⁾

Veel overeenkomst met deze tijdmeters hadden die der Malabaren. Zij gebruikten een lichten hollen kogel van koper, voorzien van een klein gat, waarin het water kon binnendringen. Dezen kogel plaatsten zij in water en het tijdsverloop tusschen het plaatsen op het water en het zinken noemden zij „Najika” zijnde een zestigste gedeelte van een dag. Deze „Najika” schijnt weer hare onderverdeling gehad te hebben, wier kleinste niet grooter dan onze terts moet geweest zijn ³⁾.

In een der werken van Winckelmann ⁴⁾ vindt men een Grieksch basrelief, de bruiloft van Peleus en Thetis voorstellende, waarop Morpheus met een wateruurwerk voorkomt, zooals het nog heden te zien is. Bij de Grieken werd het wateruurwerk meestal *κλειψύδρα* genoemd, ofschoon het onder den naam *ἰδρυον ὠροσκόπιον* ook voorkomt. Omtrent deze laatste benaming zegt Hoffmann ⁵⁾: „Die frühesten Astronomen bedienten sich bei ihren

1) Gesch. des Alterthums, Max Duncker, 5te Aufl. I. p. 281.

2) De l'origine des Lois, des Arts et des Sciences etc. Goguet. Paris 1820. I. p. 257.

3) Gesch. der Uhren, G. Herz. p. 9.

4) Mon. ant. ined. tab. 110.

5) Die Alterthumswissenschaft. Leipzig 1835. p. 344.

nächtlichen Beobachtungen eines Wasser-Zeitmessers, der durch ununterbrochenen Zufluss stets gefüllt, auch beständig gleichviel Wasser ergoss. Dieses astronomische Werkzeug hiess: ὕδριον ὠροσκόπιον."

Omtrent de κλεψύδρα vindt men bij Suidas s. v.:

Κλεψύδρα ὄργανον ἀστρολογικόν, ἐν ᾧ αἱ ὥραι μετροῦνται . . . καὶ δικαστήριον ἢ κλεψύδρα, καὶ ἀγγεῖον, ἔχον μικροτάτην ὀπὴν περὶ τὸν πυθμένα, ὅπερ ἐν τῷ δικαστηρίῳ μεστὸν ὕδατος ἐτίθετο, πρὸς ὃ ἔλεγον οἱ ῥήτορες.

en bij Hesychius s. v.:

Κλεψύδρα, ὠρολόγιον, ὄργανον, ἐν ᾧ αἱ ὥραι μετροῦνται.

Het schijnt dat de Atheensche redenaars zeer nauwkeurig op elkaar waren om het woord te voeren, of dat zij licht geneigd waren hunne redevoeringen te rekken. In elk geval is het bekend, dat zoodra een spreker de tribune betrad men voor hem de clepsydra plaatste. Deze bestond uit een aarden vat, gewoonlijk eene „amphora," geplaatst op een driehoek, waaronder een „crater" stond. Van onderen was het vat doorboord, waardoor het water, waarmede het gevuld was, in een bepaalden tijd in den „crater" liep. Voor het gewone dagelijksche leven had men misschien verplaatsbare glazen „clepsydrae," maar de berichten, die tot ons gekomen zijn, zijn te schraal om er eene beschrijving van te geven. Bij de rechtspleging te Athene werd aan den redenaar niet een bepaald aantal uren, maar „amphorae" of „χόες" voor zijn rede toegestaan. Dit gebruik schijnt afkomstig geweest te zijn uit een tijd toen men de indeeling van den dag niet kende ¹⁾. Later bleef dit gebruik in zwang, omdat de uurwerken ongelijke uren aangeven — lange in den zomer en korte in den winter — daarentegen de clepsydra een onveranderlijke tijdsruimte. Om echter de tijdverdeling van den dag in verbinding te brengen met de tijdsopgave der clepsydra werd de duur van den kortsten dag, die in de maand ποσειδεών viel, als normalen tijd van een gerechtszitting aangenomen. Op dien dag beproefde men, hoe dikwijls een nieuwe clepsydra leeg liep, en bepaalde aldus de verhouding van den tijd der clepsydra en de lengte van den dag ²⁾. Evenals later bij de Romeinen geschiedde, goot men bij rechtsgedingen drie gelijke deelen water in de clepsydra en wel één deel voor den aanklager, het andere voor den beschuldigde en het derde voor den rechter. Een man had de bepaalde opdracht, elk der redenaars te waarschuwen, wanneer de toegestane tijd verstreken was. Slechts bij uitzondering werd de tijd voor een der partijen verdubbeld, men noemde dit „clepsydras clepsydris addere." Zoodra getuigen optraden, of de bepalingen eener wet werden aangehaald werd de loop van het water gestuit. Tal van uitdrukkingen ontstonden, die betrekking hadden op den toegestanen tijd door het wateruurwerk gemeten, zooals: „ἐν τῷ ἐμῷ ὕδατι διεξάτω,"

1) Aristophanes spreekt bij de rechtszittingen van de clepsydra als van een zoogewone zank, dat men moet aannemen, dat zij reeds lang in gebruik was (Charikles, W. A. Becker, 1854. I. p. 364).

2) Das Privatleben der Römer, J. Marquardt, 1882. II. p. 770 en 771.

„in actione aqua deficit,” „aquam stinereus” etc. Lucius Apulejus heeft ons in het derde deel van zijn roman „de gouden Ezel” een vrij nauwkeurige beschrijving van den toestel gegeven. Men leest daarin volgens de Fransche vertaling o. a.: „A la voix mugissante du crieur public, qui appelle l'accusateur, un vieillard se lève. On place devant lui, pour régler le temps accordé à son discours, un petit vase, percé d'une ouverture très mince, en manière d'entonnoir, et ne laissant passer le fluide que goutte à goutte. L'eau y est versée, et l'orateur s'adresse au peuple en ces termes.” Daar de Romeinen de clepsydra bij de rechtspleging invoerden nadat betere uurwerken reeds in hun bezit waren, werd de tijd voor de redenaars naar uren berekend. De tijd, waarin de clepsydra leegliep moet dus in zekere verhouding tot de uren van den dag gestaan hebben. Deze verhouding is echter om twee redenen moeilijk te bepalen. Vooreerst omdat onzekerheid heerscht omtrent het tijdstip, waarop de tijd voor de redenaars bij de rechtspleging beperkt werd. Het bericht van Tacitus, die deze beperking in het derde Consulaat van Pompejus, d. i. 52 v. C., vermeldt, berust op een dwaling, daar Cicero reeds in 70 v. C. van de hem wettig toekomende uren spreekt, in 63 v. C. van de beperking van zijne verdediging op een half uur en in 59 v. C. van een wettelijk voorschrift van zes uren. Het is veeleer aan te nemen, dat de plaats bij Tacitus slaat op de wetten van Pompejus *de vi* en *de ambitu*, waarbij niet de clepsydra werd ingevoerd, maar de rechtspleging werd geregeld en wel zoo dat op één dag de aanklacht en de verdediging moesten afgelopen zijn. Voor de eerste werden hierbij twee en voor de laatste drie uren toegeestaan. Ook ten tijde van Plinius den Jongere werden aan de redenaars geheele uren of deelen van uren voorgeschreven, die door de clepsydra en niet door een uurwerk gemeten werden. Intusschen kon de verhouding tusschen de clepsydrae en de uren nooit zuiver zijn, daar de eerste een vaste maat was en de laatste met den dag kleiner of grooter werden. Het kan ook zijn, dat de Romeinen, evenals de Grieken, de uren van den kortsten dag tot maatstaf namen, hetgeen echter nergens vermeld wordt. Tevens is het ook mogelijk dat zij de maat van de clepsydra door het inleggen of uitnemen van was veranderden, zooals bij de nachtwaken in den militairen dienst geschiedde ¹⁾. Het schijnt dat toen ook reeds bedriegers bestonden, die op slinksche wijze het recht aan hunne zijde trachtten te brengen. Zoo leest men van omkoopingen der beambten met de wateruurwerken belast. Zij maakten, wanneer de pleiter sprak, het water dikker, waardoor het langzamer vloeide, of verkleinden voor hetzelfde doel de opening met was ²⁾.

In een zijner dialogen prijst Plato de wijsgeeren zooveel gelukkiger dan de redenaars, want, zegt hij, terwijl de laatsten slaven van een ellendig uurwerk zijn, hebben de eersten de vrijheid hunne redevoeringen te rekken zoolang het hun goeddunkt. Volgens Athenaeus zou Plato het wateruurwerk van fluiten voorzien hebben, die elk uur geluid

1) Das Privatl. der Römer, J. Marquardt, 1882. II. 771, 772; zie ook Aeneas Tacticus c. 22.

2) Gesch. d. Uhren, G. Herz, p. 9.

gaven. Hierdoor werden deze toestellen geschikt om het uur aan te geven, wanneer de donkerheid het aflezen van den tijd belette. Ook met andere middelen poogde men de wateruurwerken steeds voor de tijdaanwijzing geschikt te maken. Plinius de Oudere verhaalt, dat Scipio Nasica omstreeks 159 v. C. te Rome een wateruurwerk onder een dak liet plaatsen, dat zoowel over dag als des nachts de uren zichtbaar aanwees.

De theorie van de wateruurwerken, die in 159 v. C. te Rome ingevoerd werden, is niet bekend, want het geschrift van Hero, dat haar behandelde is verloren gegaan, en geen enkel van deze uurwerken is tot ons gekomen¹⁾. Zij moeten echter geheel anders geweest zijn dan de *clepsydrae*, die te Athene en te Rome bij de rechtspleging gebruikt werden, daar men met de *clepsydra* wel bepaalde tijdruimten kon meten, maar zij voor het overige ongeschikt was om als bepaald uurwerk te dienen. Galenus²⁾ beschrijft het wateruurwerk als een doorzichtig, dus waarschijnlijk glazen toestel, waarin het water voortdurend gelijkmatig invloede. De hoogte van den waterstand was dus de maat voor den tijd. Bij de samenstelling van dit uurwerk kwam het er dus op aan, om proefondervindelijk te bepalen tot welke hoogte elk uur het water steeg, en deze hoogte aan de buitenzijde aan te geven. Wanneer de lengte der uren gelijk geweest ware, zou het zeer eenvoudig geweest zijn deze hoogten door punten of evenwijdige kringen op het vat aan te geven, maar daar de uren de twaalfde deelen van de ongelijk lange dagen waren, werd de verdeling zeer samengesteld. De verdeling werd nu op het vat aldus aangebracht. Op de buitenzijde trok men eerst op gelijke afstanden van elkander vier vertikale lijnen. De eerste lijn stelde den tijd van den zomerzonnestand; de tweede dien van de herfstnachtevening; de derde dien van den winterzonnestand en de vierde dien van de voorjaarsevening voor. Op deze lijnen bepaalde men de twaalf punten, die met den waterstand van de twaalf uren van deze normale dagen overeenkwamen. Om voor de tusschendagen een benaderde lengte van het uur te hebben, vereenigde men de punten die hetzelfde uur aangaven door eene lijn, die natuurlijk noch evenwijdig met den rand van het vat liep, noch horizontaal was, maar de verschillende hoogten aangaf, die het water in den loop van het jaar bereikte. Alleen voor vier dagen van het jaar was dus de lengte der uren zuiver, voor de overige dagen was de lengte slechts benaderd. Langzamerhand beproefde men het uurwerk nauwkeuriger te construeeren door in plaats van slechts voor vier, voor twaalf lijnen — voor de maanden — de uren in hunne werkelijke lengte te bepalen. Aan nauwkeuriger tijdmeting schijnt destijds geen behoefte bestaan te hebben.

Dat deze tijdmeters in eene behoefte voorzagen, en in dien tijd voldoende waren blijkt uit hunne groote verspreiding tot zelfs buiten het onmetelijke Romeinsche gebied. Zoo kwam Julius Caesar in Engeland, afgaande op de wateruurwerken, die hij er vond, tot het besluit dat de nachten er korter dan in Gallië waren.

1) Das Privatleben der Römer, J. Marquardt, 1882. II. p. 769.

2) Ibid. p. 773, 774 en 775.

Niettegenstaande de goede eigenschappen van deze tijdmeters en de groote waarde, die zij soms vertegenwoordigden, daar zij wel eens van glas vervaardigd waren ¹⁾, kleefden hen toch onnauwkeurigheden aan. Deze ontstonden hoofdzakelijk onder den invloed van de afwisseling der temperatuur. Verschil van uitzetting en inkrimping tusschen het vocht en het vat, waarin de vloeistof besloten was, leidde tot onregelmatige tijdaanwijzing ²⁾. Om deze onnauwkeurigheid weg te nemen kwam zekere Ctesibius van Alexandrië, 140 v. C. op het denkbeeld om het wateruurwerk van een raderwerk te voorzien, dat de uren door een wijzer aangaf. Vitruvius ³⁾ geeft een vrij nauwkeurige beschrijving van dezen tijdmeteter. Een waterhouder ontlaste zijn inhoud door een buis in een lager geplaatsten cylinder, waarop een aansluitend stuk hout in den vorm van een omgekeerd bakje dreef. Dit bakje was in het midden van een heugel voorzien, die op de tanden van een rondsel werkte. Een leerling van dezen Ctesibius, Hëron genaamd, verbeterde deze uitvinding. Bovendien wordt nog melding gemaakt van allerlei kunstige uurwerken, die het uur door het vallen van steentjes of andere geluiden aangaven. Deze laatste soort behoort tot de organa hydraulica, die een bijzonderen tak van de werktuigkunde uitmaken en later, men weet niet wanneer, door de pneumatische orgels verdrongen werden, wier geschiedenis nog weinig opgehelderd is ⁴⁾.

Deze wateruurwerken schijnen zeer in den smaak gevallen en zelfs in betrekkelijk kleine afmeting vervaardigd te zijn, althans vinden wij vermeld dat zekere Trimalchio er een in zijn eetzaal had; eveneens vinden wij er eene in het huis eener Hetaere ⁵⁾. Ofschoon noch Flavius Josephus, noch de Talmud vermelden dat de Israëlieten zandloopers en wateruurwerken tentijde van Jezus gebruikten, zoo kan men toch veilig aannemen, dat zij hun niet onbekend waren ⁶⁾.

Sommige wateruurwerken zijn tot op dezen dag bekend gebleven. Zoo vinden wij in de vijfde eeuw uurwerken, waaraan de namen van Boëtius en Cassiodorus verbonden zijn. De beschrijving der toestellen is niet tot ons gekomen; alleen weten wij dat Theodorik, koning der Oost-Gothen, Boëtius verzocht twee uurwerken voor den Bourgondischen vorst Sundeald te maken, waarvan het eene een zonnewijzer en het andere een wateruurwerk moet geweest zijn. Het laatste dat in 490 gezonden werd schijnt tevens den loop van zon en maan te hebben voorgesteld. Van Cassiodorus is bekend, dat hij veel aan werktuigkunde deed en zijne laatste dagen in een klooster in Calabrië sleet, waar hij o. a. den tijd doorbracht met het maken van uurwerken. Paus Paulus I zond aan Pepijn den Korte een wateruurwerk, dat door vorm en afwerking moet uitgenunt hebben ⁷⁾.

1) L'art de la verrerie, Gerspach, p. 42.

2) Charikles, W. A. Becker, 1854. I. p. 366.

3) Arch. de Vitruv., Trad. de Perrault. éd. 1673.

4) Das Privatleben der Römer, J. Marquardt, 1882. II. p. 775.

5) Charikles, W. A. Becker, 1854. I. p. 366.

6) La Palestine au temps de Jésus-Christ, Ed. Stapfer, 1885. p. 210.

7) Historiae Francorum scriptores, Duchesne, III. p. 743.

Onder de zeer samengestelde wateruurwerken moet vermeld worden, dat van den Chineesch Sterrenkundige Y-Hang hetwelk de missionaris Goubil beschrijft ¹⁾. Deze sterrenkundige leefde omstreeks 721. Het water bracht vele raderen in beweging, waardoor de stand van de zon, de maan en de vijf planeten werd aangegeven. Men kon er de lengte der dagen en nachten op aflezen voor Si-Gan-fou, en zag de voor den horizon zichtbare sterren. Twee wijzers gaven dag en nacht de „Ké”, het honderdste gedeelte van den dag en de uren aan. Wanneer de wijzer of de naald op de „Ké” stond, verscheen een houten pop, die op een bekken sloeg, en eerst verdween, wanneer de wijzer op het uur stond. Dan verscheen een andere houten figuur, die op een klok sloeg en daarna verdween.

Bij alle schrijvers over uurwerken vindt men melding gemaakt van het kunstig en samengestelde uurwerk, dat de beroemde kalif Haroen-al-Razid aan Karel den Groote zond. Het was van messing vervaardigd, voorzien van een uurwijzer, die de twaalf uren aanwees en tevens hoorbaar aankondigde door het vallen van zooveel metalen kogeltjes als er uren verstreken waren. Met het vallen van deze kogeltjes in een er onder geplaatst bekken kwamen uit twaalf deurtjes ruiters te voorschijn, die met het laatste daguur weer terug gingen en de deuren sloten ²⁾.

Keizer Theophilus kreeg van Leo den Wijsgeer een uurwerk ten geschenke, dat zoo kostbaar was, dat het door zijne opvolgers, om de waarde, die het aan edel metaal tegenwoordigde, versmolten werd.

Door de scheiding van dag en nacht met den op- en ondergang der zon en de verdeling van den tijd in twaalf dag- en twaalf nachturen waren de uren niet altijd even groot. Om deze ongelijke uren aan te geven wijzigde men dagelijks of de opening waardoor het water liep, of verving dagelijks het wijzerblad door een ander, waarbij de ruimten tusschen de uuroijfers bij de verschillende bladen ongelijk waren ³⁾.

Het streven om deze tijdmeters te verbeteren leidde tot de kaarsuurwerken (candle clocks), waarvan Alfred de Groote zich bediende, maar waarvan het niet zeker is of hij er tevens de uitvinder van was ⁴⁾. Zij bestonden uit zes lichten, van welke ieder, door een kap van doorzichtige stof tegen tocht beschut, vier uren lang brandde ⁵⁾.

Van deze soort van tijdmeters vinden wij ook melding gemaakt bij Roemer Vischer waar wij lezen ⁶⁾:

„Alsser een Kaeckelaer (die de woorden alleen heeft) in 't ghelagh is, soo steect men vvel (om hem te beschamen) een speld in de keerse; en als de keerse soo verre verbrandt is datse de speld uitvorpt dā seyt men: bij glasen om, soo heeft de kaeckelaer zijn

1) Histoire d. l. Mesure du temps, Berthoud, I. p. 38.

2) Fakkell, XIV. p. 312.

3) Histoire d. l. Mesure du temps, Berthoud, I. p. 27.

4) Watch and Clock Making by David Glasgow, 1885, p. 9. Observations on the popular antiquities of Great Britain, J. Brand, 1882. II. p. 213.

5) Geschiedenis der Wereld, A. Streckfuss, IV. p. 396.

6) Sinnepoppen, Roemer Vischer, Amst. 1614. p. 14.

tydt gehadt, een ander moet oock eens spreken. Dit is ghenomen uyt de zeevaart, daarmede alle tijdt by glazen meet, om datse gheen klok en hebben."

Een dergelijken tijdmetr gebruikte ook o. a. de kosmograaf Alonso de Santa Cruz. Hij bestond uit: „in Oel getrânkte Dochte," die in zeer gelijke tijdruimten afbrandden ¹⁾

Deze „candle clocks" doen ons nog denken aan den tijdwijzer der Japaneezen ²⁾. Zij gebruikten daartoe een houten balkje, dat van boven met lijn bestreken en wit geverfd was. Door de lijn is een smalle goot getrokken, gevuld met een zeer langzaam brandend kruit. Aan beide kanten van deze goot zijn op bepaalde afstanden gaten gemaakt, waarin pennen gestoken kunnen worden. Langs deze gaten is de lengte der dag- en nachturen, voor zes maanden van de lente- tot de winternachtevening aangewezen. Voor de andere zes maanden worden de nachturen daguren en omgekeerd. De lengte van een uur bepalen zij door het insteken van een pennetje en het vullen der goot met kruit, dat zij tegen den middag in brand steken. Ofschoon het balkje in een gesloten kast op een drooge plaats bewaard wordt, zoo spreekt het echter van zelf, dat een groot aantal oorzaken samenwerken, om den duur van het eene aangewezen uur langer of korter te maken dan het andere, en dat overeenstemming in tijdaanwijzing tusschen verschillende tijdmeters geheel gemist wordt.

Opmerkelijk is het, dat, niettegenstaande de gebreken, die Ptolemeus reeds aan de zonnewijzers, zandloopers en wateruurwerken toeschreef, vooral de wateruurwerken tot de XVI^{de} eeuw in gebruik bleven, toen reeds lang de uurwerken door gewichten of veeren gedreven bestonden. Zoo bezit het museum van Cluny ³⁾ een fraai wateruurwerk uit de XVII^{de} eeuw.

De reden waarom de wateruurwerken zoo lang in gebruik gebleven zijn is, dat de samenstelling der andere tijdmeters veel te wenschen overliet, hetgeen duidelijk is, wanneer men bedenkt, dat de theoretische kennis van in elkaar grijpende raderen gemist werd. Men was echter op den goeden weg. Allengs bleek het gewicht in verband met andere toestellen een vertrouwbare kracht te zijn voor de gelijkmatige beweging van de uurwerken. Het vraagstuk werd thans om deze gelijkmatige beweging op de wijzers over te brengen. Heden ten dage voldoen vooral de astronomische slingeruurwerken en chronometers aan zoo hooge eischen. dat alleen de sterrenkundige nog niet tevreden is. Toch bestaan er nog geen twee steeds gelijklopende uurwerken, zoodat de klacht van Keizer Karel V over den onderling onregelmatigen gang van zijne uurwerken in het klooster van St. Juste, ook nog de onze is.

Wanneer men bedenkt met hoeveel factoren men rekening te houden heeft bij een uurwerk, dan is de stelling niet te gewaagd, dat het wel niet mogelijk zijn zal een uurwerk

1) Kosmos, A. von Humboldt, II. p. 488.

2) Handboek der Tijdrekenkunde, H. Sluyters, p. 21.

3) Dict. de l'Art, de la Curiosité et du Bâlot, E. Bosc, 1883. p. 387. — Catalogue de Musée des Thermes et de l'Hôtel de Cluny 1883 N^o. 7063.

te vervaardigen, dat altijd zuiver loopt. De reden hiervan is, dat, zelfs met inachtneming van de grootste eenvoudigheid en van de strengste wiskundige verhoudingen der samenstellende deelen, in de uitvoering nog steeds plaats is voor onjuistheden. De wrijving, al is zij tot een minimum teruggebracht, en de speelruimte van de assen in de tappen zijn reeds voldoende om het volkomen uurwerk tot de „*pia vota*” te maken. Wij zullen niet eens uitwiden over de onmogelijkheid om de kleine samenstellende deelen de juiste afmetingen en vormen te geven, over de uitzetting van de metalen, die zich vooral bij den slinger doet gevoelen en slechts ten deele kan verholpen worden door gebruik te maken van compensatieslingers, over den veranderenden toestand van de olie, noch over de gevolgen van den ongelijken weerstand van de lucht.

Alleen door het aanwenden van kunstmiddelen is het mogelijk, dat meerdere uurwerken steeds denzelfden tijd aanwijzen.

Ofschoon dus het ideaal ook bij de uurwerken wel nooit bereikt zal worden, zoo heeft men er toch steeds naar gestreefd en zal men er naar jagen, zoo lang de mensch aan tijd gebonden is.

Wij zullen thans in grove trekken nagaan hoe het raderuurwerk zich trapsgewijze ontwikkelde.

Evenals tegenwoordig vindt men bij de eerste uurwerken de bewegende kracht, het raderwerk, het echappement en eene inrichting tot regelen.

Door zijne zwaarte zou de bewegende kracht, het gewicht, het raderwerk in eene beweging brengen, die allengs sneller zou worden, daar het gewicht als vallend lichaam eene spoedig toenemende snelheid ontvangt. De raderen, die door het gewicht in beweging worden gebracht, zouden dus eene veel te onregelmatige omwenteling krijgen, dan dat de hierdoor voortgestuwde wijzer op de wijzerplaat uur op uur gelijke ruimten zou kunnen doorloopen. Ware men bij machte het dalen van het gewicht door middel van een regelmatig, na kleine tijdruimten terugkeerenden tegenstand te schorsen, dan zou het gewicht geen vermeerderde snelheid verkrijgen, en alle deelen, die het drijft, eene regelmatige beweging erlangen. De inrichting, die deze voorbijgaande belemmering veroorzaakt, heet echappement. Aanvankelijk bestond het uit eene spil (Plaat I, fig. 1), die van twee vleugels voorzien was, die rechthoekig tegenover elkander stonden en waarin het schakelrad greep. Daar de spil slechts tand voor tand het schakelrad voorbij kan draaien, komt het geheel telkens een oogenblik tot rust. Om de beweging van de spil gelijkmatig te doen zijn, dat voor de juiste verplaatsing van de wijzers noodig is, was boven haar een regelaar aangebracht. Deze bestond uit een „*folliot*,” zijnde een metalen staaf, wier midden loodrecht op de spil bevestigd en wier uiteinden van gewichten voorzien waren. De afstanden tusschen de gewichten en de spil konden verkleind of vergroot worden naargelang de gang versneld of vertraagd moest worden. Om de wrijving van de spil in de tappen te verminderen werd zij aan een draad opgehangen, zoodat de tappen alleen tot geleiding van de spil dienden.

Later verving men het „folliot” door eene andere soort onrust, waardoor meer regelmatigheid verkregen werd. Het versnellen en vertragen van den gang geschiedde echter op vrij omslachtige wijze, en wel door het zwaarder of lichter maken van de onrust door kleine stukjes metaal.

Daar de onrust door de impulsie van het schakelrad bewogen werd, was men in haar gewicht en in hare afmetingen zeer beperkt. Hierdoor ontstond het nadeel dat elke storing in het raderwerk onmiddellijk vertragend of versnellend werkte. In dit gebrek voorzag men door de onrust grooter en zwaarder te maken en de impulsie van het schakelrad te versterken door het aanbrengen van eene veer.

Ofschoon men nog niet bevredigd was, zoo waren de uitkomsten toch veel beter, dan die, welke men verkreeg met zandloopers en wateruurwerken; men bezat ten minste een toestel, dat dag en nacht ging, zonder dat men er steeds naar behoefde om te zien.

Tot heden is de uitvinder der raderuurwerken niet bekend. Dan eens wordt de uitvinding er van aan een Franschman, dan weer aan een Duitscher, zelfs aan Arabieren toegeschreven, zonder dat ten slotte eenig bewijs wordt aangevoerd. Vooral worden twee personen genoemd, en wel zekere Pacificus, aartsbisschop van Verona, die in het midden der negende eeuw leefde, en Gerbert, bisschop van Maagdenburg, de latere paus Sylvester II, die in 1003 stierf. Zeker is het, dat de laatste in 996 een samengesteld en kunstig uurwerk maakte, dat door gewichten gedreven, en voorzien van raderen o. a. het planetenstelsel te aanschouwen gaf.

In de 11^{de} eeuw kwam een stilstand in de kunst en alleen Wilhelm abt van Hirschau maakte in dezen tijd een uurwerk, dat zeer bekend moet geweest zijn. De naauloze levensbeschrijver van dezen abt zegt van dit uurwerk: „Naturale horologium ad exemplum coelestis haemisphaerii excogitasse”¹⁾. Deze uurwerken vereischten niet alleen groote zorg om goed te kunnen gaan, maar de ongelijke lengte van de uren, daar men de nachten en de dagen altijd in twaalf uren verdeelde, maakte bestendige regeling van die „horlogia” noodig. In de „Constitutiones Hirsaugienses” van bovengenoemden abt wordt dan ook van den koster gezegd: „eum horlogium dirigere et ordinare;” in het boek „Ordo Cluniacensis” van Renardus Monachus komt voor: „Aprocrisiarum horologium dirigere et deligentius temperare”¹⁾, en in de „Oude gebruiken” van de kloosters van St. Victor te Parijs over den matricularius van het klooster sprekende: Horas canonicas nocte et die ad divinum celebrandum custodire, signa pulsare, horologium temperare¹⁾. Deze uurwerken schijnen ook eenig geluid gegeven te hebben, althans in de „Primaria Instituta Canonicorum Praemonstratensium” komt het bevel aan den koster voor, om het horlogium te regelen en het te laten slaan voor de metten, ten einde hem wakker te maken.

Met zekerheid is het bekend, dat men in de 12^{de} eeuw in de kloosters begon uurwerken te maken, voorzien van slagwerk en wekkers. Zoo kwamen o. a. onder de kloosterbroeders te Windesheim uurwerkmakers voor²⁾.

1) Nav. 1. p. 51.

2) Kerkgesch. v. Nederl. vóór de Hervorming, W. Moll, II. 2 stuk. p. 208.

Dat het slagwerk en de wekkers toen gebruikt werden blijkt uit de „Usages de l'ordre de Cîteaux” die omstreeks 1120 werden samengesteld ¹⁾. Men vindt er in vermeld, dat de kosten het uurwerk moet regelen, dat het „sonne et l'éveille avant les matines;” in een ander hoofdstuk van hetzelfde boek staat, dat de monnik moet lezen totdat „l'horloge sonne.”

Het groote belang, dat deze inrichtingen bij deze soort uurwerken hadden zal duidelijk zijn, wanneer men bedenkt dat de monniken in de kloosters om beurten moesten waken om de kloostergemeente te waarschuwen, wanneer zij de gebeden moest doen. Maar ook de nachtwakers in de steden, die het uur door zandloopers, wateruurwerken en raderuurwerken aangegeven, moesten afroepen, deden er hun voordeel mede.

Daar Dante ²⁾ melding maakt van uurwerken met slagwerk zoo kan men hieruit afleiden, dat zij op het einde der 13^{de} eeuw in Italië moeten bekend geweest zijn.

In de volgende bladzijden stellen wij ons voor enkele beroemde, oude uurwerken te vermelden.

Merkwaardig is het kunstwerk, dat de Sultan van Egypte in 1232 aan Keizer Frederik II zond. Het was een groote tent, waarin door een vernuftige vinding zon en maan op- en ondergingen en met de juiste tusschenruimten de uren van den dag en van den nacht werden aangegeven. De Keizer liet dit gewrocht, waarvan de waarde op 20000 Mark geschat werd te Venusium met andere schatten bewaren ³⁾.

De oudste uurwerken in Engeland waren die van de St Paul's Cathedral te Londen en een te Westminster ⁴⁾; dit laatste werd betaald uit een geldboete, die Eduard I in 1258 geëischt had van Sir Ralph de Hengham, oppersten rechter in de „King's Bench”, wegens slechte praktijken. Volgens de overlevering zou dit uurwerk tot den tijd van Koningin Elizabeth bestaan hebben. Het eerste uurwerk komt voor in de „Computus Bracerii” van St. Paul in 1286, waar van de uitbetaling gesproken wordt van den uurwerkmaker Bartholomæ Orogliario.

Op de brug van Caen plaatste de daar woonachtige horlogemaker Beaumont in 1314 een uurwerk met het volgende opschrift: „Da die Stadt mich auf diese Brücke gestellt hat, um als Uhr zu dienen, so werde ich machen, dass man die Stunde höre, damit das gemeine Volk sich daran erfreue” ⁵⁾.

Onder de bekende uurwerken der 14^{de} eeuw behoorde dat van den abt van St. Albanus, Richard van Walingford. Het werd in 1326 onder de regeering van Richard III van Engeland gemaakt, en bezat vermoedelijk slagwerk; in elk geval weet men, dat het eb en vloed aangaf.

In deze eeuw werden veel torenuurwerken geplaatst; zoo vinden wij, dat Hubert,

1) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 178.

2) La Divina Commedia di Dante Alighieri col commento di Pietro Fraticelli, Firenze G. Barbèra, editor 1881. p. 280.

3) Gesch. der Hohenstaufen, F. v. Raumer, 3te Aufl. III. p. 289.

4) Watch and Clock Making, Davids Glasgow, p. 10.

5) Gesch. der Uhren, G. Herz. p. 14

Prins van Carrara in 1344 te Padua tot nut der inwoners een uurwerk deed plaatsen, dat door Jacob Dondi vervaardigd was. Dit uurwerk wees behalve de uren van den dag, den loop van zon, maan en planeten aan, alsmede de maanden en feesten van het jaar.

Zijn zoon maakte in 1356 een uurwerk te Bologna.

Deze Jacob Dondi schijnt een zeer bekwaam man geweest te zijn. Door zijn kunstgewrocht verwierf hij den bijnaam „il Orologio,” die later zijn geslachtsnaam is gebleven. Van hem lezen wij in een onuitgegeven werk van Philippe de Maizières getiteld: „Songe du vieil pèlerin” 1).

„Il est à savoir qu'en Italie y a aujourd'huy (vers 1350), ung homme, en philosophie, en médecine et en astronomie, en son degré singulier et solempnel, par commune renommée, excellent ès dessus trois sciences, de la cité de Pade (Padoue). Son surnom est perdu, et est appelé maistre Jehan des Orloges, lequel demeure à présent avec le comte de Vertus, duquel, pour science treble (triple), il a chacun an de gages et de bienfaits deux mille flourins ou environ. Cettui maistre Jehan des Orloges a fait un instrument, par aucuns appelé Sphère ou Orloge du mouvement du ciel; auquel instrument sont tous les mouvements des signes et des planettes, avec leurs cercles et epicycles, et differences par multiplication, roes (roues) sans nombre, avec toutes leurs parties, et chacune planette et ladite sphère, particulièrement. Par telle nuit on voit clairement en quel signe et degré les planettes sont, et estoiles du ciel: et est faite si subtilement cette sphère que, nonobstant la multitude des roes, qui ne se pourraient nombrer bonnement, sans défaire l'instrument, tout le mouvement d'icelles est gouverné par un tout seul contrepoids, qui est si grant merveille que les solempnels astronomiens de lointaines régions viennent visiter en grant révérence ledit maistre Jehan et l'oeuvre de ses mains; et disent tous les grands clerks d'astronomie, de philosophie et de médecine, qu'il n'est mémoire d'homme, par escrit ne autrement, qui, en ce monde, ait fait si subtil ne si solempnel instrument du mouvement du ciel comme l'orloge susdite. . . . Maistre Jehan de ses propres mains forgea ladite orloge, toute de laiton et de cuivre, sans aide d'aucune autre personne 2), et ne fit autre chose en seize ans tout entiers, si comme de ce a esté informé l'escrivain de cettui livre, qui a eu grant amitié audit maistre Jehan.”

Brussel kreeg in 1362 zijn eerste uurwerk, dat op den toren van St. Nicolaas gesteld werd 3). Augsburg ontving er een in 1364 en Breslau in 1368.

Ons Vaderland schijnt in dien tijd bekwame uurwerkmakers bezeten te hebben, wij vinden althans vermeld 4), dat Eduard III, Koning van Engeland, den 4^{den} Mei 1368 vrijgeleide verleende aan Johannes en Wilhelmus Unenam en Johannes Lietuyt, horloge-

1) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 178.

2) Men weet echter dat de stukken van het uurwerk uitgevoerd waren door een werkman Antoine genoemd. (Ibid. p. 179.)

3) Belg. Museum v. d. Nederduitsche Taal- en Letterkunde, J. F. Willems, IV. 1840. p. 220.

4) Groot Charterb. van Holland, Mieris, III. p. 224.

makers van Delft, om gedurende drie jaren in zijn rijk te mogen verblijven en aldaar hunne kunst uit te oefenen.

Het eerste openbare uurwerk te Parijs werd in 1364 vervaardigd door Heinrich von Wick, een Duitsch kunstenaar, die door Koning Karel Vontboden was, en als loon dagelijks zes parijische sous en huisvesting in den toren ontving¹⁾. Dit uurwerk werd in 1370 op den toren van het paleis des Konings geplaatst en behoort tot die waarvan alle bijzonderheden van samenstelling bekend zijn²⁾. De bekende dichtregelen van onzen Joost van Vondel onder den titel: „Bijschrift onder 't uurwerk van 't Paleis te Parijs' ”):

„Dit kunstwerk, dat zoo juist de twalef uren scheidt,
„Ons tot gerechtigheid en stat der wetten leidt.”

waren in de Latijnsche taal bij dit uurwerk in eene marmeren plaat gegrift. Volgens de overlevering werd door dit uurwerk in den nacht van 24 op 25 Augustus 1572 het sein gegeven tot den Bartholomeus-nacht.

Onder de beroemde uurwerken neemt dat van Straatsburg eene eerste plaats in, reden waarom ons eene korte uitweiding gepast toeschijnt. Het eerste uurwerk kreeg deze stad in 1352/54 onder den bisschop Johann von Lichtenberg; omstreeks 1399 hersteld, verviel het uurwerk zoo, dat in 1547 het domkapittel tot het aanschaffen van een geheel nieuw besloot. Het plan hiervan werd ontworpen door Michael Heercus, Nicolaas Brue-rus of Brückener in vereeniging met Christian Herlinus, een groot wiskunstenaar en professor aan de Hoogeschool te Straatsburg. Door den dood van Herlinus werden de werkzaamheden vertraagd, totdat in 1570 Conrad Dasypodius, leerling en opvolger van Herlinus, weer het werk opvatte. Het oorspronkelijke plan werd vastgehouden, maar vermeerderd en verbeterd, vooral door toedoen van den beroemden wiskunstenaar Schreckenbenfuchs.

De uitvoering van het mechanisch gedeelte werd aan de gebroeders Isaïc en Josias Habrecht³⁾ uit Schaffhausen opgedragen, terwijl het schilder- en beeldhouwwerk door den Straatsburger Thomas Stinmer uitgevoerd werd. Dasypodius woog de taak, die hij op zich genomen had, zoo zwaar, dat hij de hulp van zijn vriend David Volkenstein, een sterrenkundige uit Breslau, inriep. Aan de vereenigde krachten van deze mannen

1) Gesch. d. Uhren, G. Herz, p. 18.

2) Nouveau traité général d'horlogerie, M. L. Moinet, 2e édit. I. p. 53.

3) Vondel, uitg. Dr. J. van Vloten, II. p. 694.

4) Van Isaak Habrecht bestaat nog een uurwerk, dat voor Paus Sixtus V in 1589 vervaardigd zou zijn en meer dan twee honderd jaren in het bezit van het hof van Rome bleef. Naderhand kwam het in het bezit van Willem I, Koning der Nederlanden. Het wordt ons beschreven als vervaardigd van koper, rijkelijk verguld en zeer kunstig gesneden, en zonder voetstuk omtrent vier voet hoog. Het bestaat uit drie verdiepingen, met afgezonderde zuilen aan iederen hoek. Vooraan in de benedenste verdiepingen zijn de wijzerplaten. De bovenste verdieping toont de bewegende figuren, die de uren en kwartieren slaan, en een plechtigen omgang maken, terwijl een deun door het klokkenspel gespeeld wordt. Bovenop is een koepel, waarop een haan staat, die met zijn vlerken klappt en kraait, als het uur slaat. Klaarblijkelijk is het een model in het klein van het uurwerk te Straatsburg. (Navorscher V. p. 132).

was het te danken, dat het uurwerk op St. Jan van het jaar 1574 in gang gebracht kon worden.

Gedurende dezen arbeid moest Josias Habrecht zich aan dit werk onttrekken, daar hij voor den Keurvorst van Keulen op het slot Kaiserswörth een astronomisch uurwerk vervaardigen moest. Deze reis en de oogziekte van eene zijner zusters, die om dezen tijd het gezicht verloor, heeft waarschijnlijk aanleiding gegeven tot het sprookje, dat de magistraat van Straatsburg aan den vervaardiger de oogen liet uitsteken, opdat hij nergens anders een dergelijk kunstgewrocht vervaardigen zoude.

In 1669 werd het uurwerk door Michael Habrecht en in 1732 door Jakob Straubhaar, beide afstammelingen van de broeders Habrecht, hersteld. Maar niettegenstaande deze en meer andere herstellingen stond het uurwerk sedert 1739 stil.

Het uurwerk vertoonde alle verschijnselen van den hemel, natuurlijk echter slechts zooals zij aan de sterrenkundigen op het eind van de zestiende eeuw bekend waren.

Den 7 September 1836 nam de gemeenteraad van Straatsburg het besluit het uurwerk weer in orde te laten maken, en stelde hierbij op den voorgrond, dat, ofschoon aan alle eischen van de werktuigkunde en sterrenkunde moest voldaan worden, toch zooveel mogelijk het uiterlijk van het uurwerk moest behouden blijven. De Straatsburger horlogemaker Joh. Baptiste Schwilgué werd met deze moeilijke taak belast. Nadat de noodige berekeningen gemaakt waren en het plan ontworpen was, werd den 4 Juni 1838 met de uitvoering begonnen, en den 2 October 1842 het werk in gang gebracht, terwijl de plechtige inwijding den 31 December 1842 plaats had.

Van het vele, dat dit uurwerk thans te aanschouwen geeft zullen wij slechts enkele dingen aanstippen.

Beneden is een hemelkloot, die in een sterrendag — dus in 23 uren 56 min. en 4 sec. — een omwenteling volbrengt. Hij is van koper vervaardigd, en heeft een hemelblauwen grond van 110 sterrenbeelden voorzien, te zamen meer dan 5000 sterren. Hij draait van het Oosten naar het Westen, en voert hierbij onder anderen den horizon en middagcirkel mede, zoodat men op elk oogenblik zien kan welke sterren op-, welke onder- en welke door den middag-cirkel gaan.

Achter den kloot staat een metalen ringvormige schijf van $9\frac{1}{4}$ voet middellijn, waarop de geheele almanak is aangebracht. Een wijzer geeft de maand en den dag aan, en bij schrikkeljaren ook een 29^{sten} Februari. Bovendien vermeldt het uurwerk voor elk jaar de afwisselende data van feesten zooals Paschen, Pinksteren enz., verder den waren en middelbaren tijd, den op- en ondergang van de zon, den loop van de maan om de aarde alsmede de hoogte van de maan boven den horizon, de schijngestalten van de maan en eindelijk de zons- en maansverduisteringen, waarbij de kogel van de maan zoo ingericht is, dat hij den toeschouwer bij een zonsverduistering b. v. zijn donkere zijde toekeert en de zon juist zoo verduistert, als volgens berekening plaats moet hebben, dus geheel ringvormig of gedeeltelijk. Het jaartal wordt eveneens aangegeven en verspringt in dei.

middernacht van het nieuwe jaar Verder beschrijven de zeven hoofdplaneten voor de oogen van den toeschouwer hunne banen. Vele dingen lieten wij onvermeld uit vrees van te uitvoerig te worden. De hoogte van het geheele uurwerk bedraagt 63 voet, de middellijn van de wijzerplaat 16 voet.

Het geheel wordt door een astronomisch hoofduurwerk gedreven, dat met de grootste zorg vervaardigd is. De deelen, die aan groote slijting onderhevig zijn, zijn van edelgesteenten voorzien, terwijl een compensatieslinger voor den juisten gang zorgt. Het opwinden behoeft slechts alle acht dagen plaats te hebben.

Voor de nauwkeurigheid waarmede alle deelen vervaardigd zijn pleit het feit dat bijv. op den 28 Juli 1851 op hetzelfde oogenblik de zonsverduistering aan den hemel en bij het uurwerk werd waargenomen. Onder de talrijke personen, die dezen triomf bijwoonden was de vervaardiger Schwilgué; dat de bekwaame man, toen een storm van toejuching losbarstte, een onvergetelijk oogenblik smaakte, behoeft geen betoog.

Van de talrijke figuren, die met dit uurwerk in verbinding staan, zullen wij slechts enkele vermelden. Op de eerste galerij bevindt zich een engel, die alle kwartieren aangeeft door middel van de klok, die hij in de hand houdt, terzijde van hem is een figuur dat elk uur een zandlooper omkeert, hooger ziet men een kind, een jongeling, een man en een grijsaard de verschillende kwartieren aangevende, en aan een geraamte voorbijtrekken, dat eveneens de uren slaat. Beneden de eerste galerij verschijnt uit een nis de symbolieke godheid van den dag; Apollo des Zondags, Diana des Maandags enz. In de bovenste nis trekken met het slaan van den middag de twaalf apostelen voorbij Christus. Op een zijtoren, waarin de gewichten hangen, staat een haan, die met de vleugels klappt, den kop beweegt, den bek opent en kraait.

Onder de merkwaardige uurwerken moet ook vermeld worden, dat waarvan Froissart spreekt, en dat aan de stad Kortrijk door Philippe le Hardi ontnomen werd na den slag bij Rosbecque (1382). „Le duc de Bourgogne, zegt de schrijver, fit oster des halles un orologe qui sonnoit les heures, l'un des plus beaux qu'on sceut trouver delà et deçà la mer, et celui orologe mettre tout par membres et par pièces sur chars, et la cloche aussi. Lequel orologe fut amené et charroyé en la ville de Dijon en Bourgogne, et fut là remis et assis, et y sonne les heures vingt-quatre entre jour et nuit.” Dit uurwerk is het bekende van Dijon, dat toen evenals nu voorzien is van een ijzeren man en vrouw, die de uren op een klok slaan. Vóór het overbrengen waren de beide beeldjes bekend onder den naam van Mantén en Kalle ¹⁾, thans dragen zij dien van „Jacquemart”. Over het ontstaan van dezen naam is veel gestreden ²⁾. Ménage leidt hem af van het latijnsche woord „jaccomarchiardus” en herinnert aan de gewoonte der middeleeuwen om op den toren soldaten met den „jacque” te plaatsen om de nadering van den vijand, brand enz. te melden. Toen later eene betere politie die nachtelijke schildwachten overbodig maakte,

1) De Aarde en haar Volken, 1885. p. 144.

2) Les arts au moyen-âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 179.

bewaarde men hun aandelen, zegt Ménage, door het plaatsen van ijzeren poppen, die de uren sloegen. Andere schrijvers leiden den naam af van den uitvinder, die volgens hen in de 14^{de} eeuw leefde en Jacques Marck heette. Gabriel Peignot, die een studie over de „Jacquemart de Dijon” schreef, beweert, dat in 1422 in Lille zekere Jacquemart, „orlogeur et serrurier,” woonde, die 22 livres van den hertog van Bourgondie kreeg voor zijne „besognes,” verricht aan het uurwerk te Dijon, waaruit hij het besluit trekt, dat deze Jacquemart zeker een kleinzoon was van den vervaardiger van het uurwerk.

Mechelen schijnt reeds zeer vroeg een uurwerk bezeten te hebben, want den 7 Juli 1385 werd door meester Jan Stoop op St. Romboutstoren te Mechelen geplaatst een door hem vervaardigd nieuw uurwerk, in vervanging van hetgeen er reeds van ouds bestond. Dit blijkt uit de stadsrekening ab anno 1384 ad annum 1385, waarin gevonden wordt: „Mr. Jan Stoop van de orloge dat te St. Romonds op de torre steet, der men de uer-cloche met slaen doet, met alle coste, die der op ghinc, VII, in julio LXXXV, dat comt II^e LXXXI. mott. I. s. IIII. d. g^o. Vlem. des comt der stad wed. te baten van den ouden orloge dat gout LVIII. mott. So dat de sume blijft net II^e XXIII. mott. I. s. IIII d. g^o. vlem.”

In 1388 werd van stadswege door Jan Staes volgens aanbesteding een uurwerk geplaatst boven het orgel in de kerk van den heiligen Rumoldus te Mechelen. Het volgende jaar werd door meester J. van Lokeren een groote houten man, die verguld was, gemaakt en gesteld op St. Romboutstoren om het uur te slaan, en het torentje, waarin de uurklok hing werd onder een dak geplaatst¹⁾.

Tot de oudere torenuurwerken behoort dat van Spiers, dat in 1395 geplaatst werd. In hetzelfde jaar kreeg Arnhem zijn eerste uurklok²⁾.

Utrecht kreeg reeds in 1369 zijn eerste stadsuurwerk. Omtrent dit uurwerk lezen wij³⁾. Vander Ureclocken int jaer van MCCCCLXIX. „Dit ziin die voorwarden, die Gheriid van Broeclede gheloefte heeft ter stat behoef van Utrecht vander vuer clocken :

1^o. Inden eersten zo zel Gheriid voerseyt een ghoet wel gheoerdineert werc maken ter clocken voerscreven, dat sterc ende zwaer ghenoech is tot eenre clocken weghende XII^e. pont.

2^o. Ende dit werc zel Gheriid voerseyt verwaren van allen ghebreke ziins wercs vijf jaer lang naest comende na dien daghe dat die voerseide clocke eerst slaet hoer uren. Ende dat eerste jaer zel Gheriid de clocke eerst zetten ende zelve wiinden.

3^o. Ende na desen vijf jaren zo zel Gheriid voerseyt de clocke verwaren van allen ghebreke also langhe alse hi leeft, tot zegghen der overster ofte der scutmeysters of der cameraers de wezen zellen inder tiid, zo welc die raet hijr of kiest.”

1) Belgisch Museum voor de Nederduitsche Taal- en Letterkunde, J. F. Willems, IV. 1840. p. 219.

2) Kronijk van Arnhem, G. van Hasselt, p. 3. „1395 Is die uijr-klocke gemaeckt.”

3) Middeleeuwsche rechtbronnen der stad Utrecht, Mr. S. Muller Fz., I. p. 89.

Waarschijnlijk werd dit uurwerk op den toren der Buurkerk geplaatst, waar, volgens K. Burman ¹⁾, van oude tijden af een uurklok was, die later omdat zij «oudt en versleten was en niet dan met groote kosten konde vernieuwdt worden, en ook van weinig nut was wegens deszelfs nabijheid aan den Doinstoorn, is afgenomen.»

Herhaaldelijk komt dit uurwerk voor, zoo b. v. in de Cameraars-rekening van 1380 ²⁾, «doe men sprac metten meyster, daer men de Ure-cloc aen verdinct woude hebben, te vermaeken enz.» en verder «ter selver tijt hadden ons oversten den selven Heyn Mandeten eten, ende vercalden met hem van eenen voirsloch, eenen middelslach ende enen boc enz.»

Vermelding verdient nog, dat in 1606 voor den trompetsteker of courwachter opte Buurkerktoorn ³⁾ door Jan Jansz. een uyrwerc met wecker geleverd werd voor 17 L 12 sc. ⁴⁾. In de kerk zelf schijnt reeds vroeg een uurwerk gelangen te hebben, want wij lezen in de rekeningen van de kerkmeesters der Buurkerk in de 15^{de} eeuw ⁵⁾, ad 1477: «Item gheg. van die hanchclock te verhangen 92 gl. 3 cr.»

Over het oudste uurwerk der stad Maastricht schreef de Heer Heilerhoff ⁶⁾: «Le premier clocher de l'église de St. Jean à Maastricht fut renversé le 8 Juin 1373 par un vent impétueux ⁷⁾. Les chroniques nous apprennent que ce clocher était très élevé et qu'il était orné d'une horloge qui sonnait les heures; ce qui prouverait, qu'en ce temps Maastricht n'était pas la dernière à imiter les villes les plus considérables, puisque ce ne fut qu'en 1370 que la première grande horloge fut construite à Paris par l'Allemand Henri de Vic.»

In dezelfde eeuw dat Utrecht zijn eerste uurwerk kreeg, werden Sluis en Aardenburg van torenuurwerken voorzien. De overeenkomst tot het maken van het uurwerk te Aardenburg dagteekent van 10 Februari 1397 en is aangegaan tusschen de Aardenburgsche

1) Utr. Jaarboeken v. d. XV^{de} eeuw, K. Burman, 1758. III. p. 96.

2) Tijdschr. v. G. O. en S. v. Utrecht 7e Jaarg. 1844. p. 98.

3) Van den Buurtoren-wachter vindt men opgeteekeud, dat hij in 1536, om het blazen van een valsche noodsein, van zijn post werd ontzet; dat hem bovendien de twee voorste vingers der rechter hand werden afgekap, en hij uit de stad gebannen werd; diensgevolge stelde men bij een naastvolgend raadsbesluit in zijne plaats een ander aan: «1537 Frederico Bruynsz. van Moers, snyer ende borger van dese stadt, heeft zynen eedt gedaen op hyden alse koerrer op buerkercktoirn te weten, dat hy die Ro. Key. Maj. als erfheer deser stadt ende landen van Utrecht, etc., die Stadhouder, schout, borgemren, scepenen, rayde, borganen ende ondersten deser stadt van Utrecht, gehoiraem, hout ende getrou zal zyn, ende wel te waken ende al te doen dat een goet getrouwe koerre sculdich ende behoirt te doen.» (Utrecht's Oudheid, J. van Liefland, p. 46 en 47).

4) Arch. v. Kerk. en Wer. gesch. inz. v. Utrecht, J. J. Dods III. p. 275.

5) Bijdr. en meded. v. h. Hist. Genootsch. Utrecht, III. p. 185.

6) Annuaire du Limbourg, 1829. p. 122.

7) De Heer Archivaris Jos. Habets maakte ons opmerkzaam, dat Heilerhoff zich met den datum vergist heeft. De toren van St. Jan stortte op St. Margaretdag 1393 in. Een kroniek door den Heer Habets in Deel VII der Publ. etc. du Limbourg uitgegeven en die tot schrijver een geestelijke uit de XV^{de} eeuw heeft zegt: «Anno MCCXC op synte Praxediasnacht brande synte Johanskerke te Trycht kuel af, sonder den thorn der bleyff staen; nyet lange daernaee viele hee neder.» En verder: «1398 des IX daechs in junio omtrent te middernacht viel St. Johanthorn te Trycht by Sinte Servaeskerk. Inde balde daernaee soe waert die andere nuwe thorn begonst die nu noch al daer steyt.»

burgemeesters en de „meesters van huurclocke” Jan Draken en Jan van Colloc¹⁾. Het maken van „een engiene van eere huurclocke” werd hun aanbesteed voor f 54.—. Zij moesten hiervoor al het ijzer en ijzerwerk leveren, de stad voorzag hen van al het houtwerk, het lood, de touwen, de verf en de andere stoffen, daarenboven ontvingen zij in eigendom het oude uurklokje in de kerk staande. Het kunstwerk „wël en suffisanelike, gaende, staende en slaende,” moest gemaakt worden, „op de salueclocke,” die hing op den noordtoren van de Lieve Vrouwekerk. Opmerking verdient dat den werkmeesters was voorgeschreven het werk zóó te maken, dat de wijzer was „staende in de Kerke”²⁾ in welk geval zij f 54.— zouden ontvangen, zullende hun f 51.— benevens het oude uurklokje uitgekeerd worden wanneer zij „de wisere butē maken.” Verder werd bepaald, dat het Aardenburgsche „engien also groot, goed, scone en zo zwaer weghende” moest zijn „als tengien, dat niewinghe ghemaect es vp de huurclocke te Sluis.” Het stadhuis te Sluis was in 1393 door brand bijna geheel vernield. Kort daarna weer opgebouwd diende het tot voorbeeld voor Aardenburg en was dus ouder. In 1424 werd er een houten man, dienende ten „engiene van der stede uurklokke” bijgeplaatst, die bekend werd als Jantje van Sluis.

In 1389 vervaardigde Jean Jouvence het bekende uurwerk van het Kasteel van Montargis. Die van Sens, Auxerre, alsmede dat van Lund in Zweden dagteekenen uit denzelfden tijd. Bij het uurwerk van Lund verschenen elk uur twee ridders, die elkaar zooveel slagen toebrachten als er uren moesten slaan; daarna opende zich een deur en men zag de maagd Maria, gezeten op een troon, het kind Jezus in de armen houdende, de hulde ontvangen van de wijzen uit het Oosten. De wijzen en hun gevolg knielden en boden hunne geschenken aan. Twee trompetten klonken gedurende de plechtigheid, daarna verdween weer alles om het volgende uur op nieuw te verschijnen. Daar allen figuren van massief zilver waren vertegenwoordigden zij een groote waarde. Toen Schonen in 1658 in het bezit van Denemarken kwam, scheepten de Denen het geheele uurwerk in om het naar hun land over te brengen. Het schip verging echter met den schat, dien het medevoerde.

Behalve dat kunststuk bezat Zweden nog een uurwerk, dat volgens de overlevering afkomstig was van Dasypodius, die werkzaam was bij het uurwerk van Straatsburg. Dit uurwerk was te Upsala en verbrandde in 1702, nadat kort te voren de beroemde werktuigkundige Polhem het hersteld had³⁾.

Uit eene beschrijving van de kathedraal te Metz, die in 1843 het licht zag, blijkt, dat zij in 1391 een uurwerk kreeg. Aanvankelijk schijnt het uurwerk in de kerk geplaatst

1) Bijdr. t. d. Oudheidkunde en Geschiedenis, inzonderheid van Zeeuwach-Vlaanderen. I. p. 156 en 161.

2) In vele kerken vindt men nog wijzerplaten in de gebouwen zoo b. v. in de Hervormde kerk te Heemstede, waar zij in het plafond vlak voor den preekstoel staat en in verbinding is met het uurwerk, dat buiten ook den tijd aangeeft.

3) Gesch. d. Uhren, G. Herz, p. 19.

geweest te zijn; 120 jaren later, 1510, werd het in den oostelijken toren aangebracht, waar het thans nog aanwezig is. Behalve de gewone tijdsopgaven, geeft het den loop van de zon en maan aan. In 1547 werd het door den „Grossuhrmachermeister“ Joseph Marit voor 6 Liv. 10 sous, die de stad betaalde, hersteld. Later kreeg de uurwerkmaker Gabriel Stiches 31 Liv. 10 sous voor herstellingskosten. Dit bedrag schijnt den meester zeer hoog te zijn voorgekomen, want toen hij den 18 November 1660 zijne rekening bij den magistraat indiende, voegde hij er bij „de hoog geleerde Heeren zullen toch wanneer het hun behaagt, in aanmerking nemen, dat de voorzede Horlogemaker $5\frac{1}{2}$ dag en het grootste gedeelte van de nachten besteed heeft om het uurwerk in orde te brengen, waarvoor veel arbeid en groote bekwaamheid vereischt werden, en dat in dezen wintertijd, en dat hem alles zoo goed gelukt is, dat de hoog geleerde Heeren zoowel als het publiek zeker tevreden zullen zijn en hunne vreugde er over hebben.“ Een opvolger van Stiches, een zekere Harnax, die voor het uurwerk zorgen moest, kreeg een woning bij den toren. Van de uurklok hing een touw in zijne kamer, waardoor hij van daar uit kon luiden.

In 1401 kreeg de kathedraal te Sevilla een prachtig uurwerk met slagwerk.

Lazare, van geboorte een Serviër, vervaardigde in 1404 een dergelijk uurwerk voor Moscou. Het bekende uurwerk van Lubeck, voorzien van de twaalf apostelen dagteekent van 1405 ¹⁾.

Onder de oudere uurwerken behoort ook dat van de stad Göttingen, waaromtrent wij lezen ²⁾:

„Schon beim Jahre 1404 findet sich in dem *Sune boke* die Bemerkung: id is gededinget myd meyster henric kleinsmede dat he des orlogiums warde schal, darvore schal men omen geven des iares eyne mark;“ „überdies soll er kleine Reparaturen, die nicht mehr als einen halben Tag Arbeit erfordern, unentgeltlich vornehmen.“

Onder de bekende uurwerken moet ook vermeld worden, dat hetwelk Hendrik II voor het kasteel Anet liet vervaardigen en waaromtrent wij opgeteekend vinden ³⁾:

„Anet est aussi sur la rivière d'Eure, et appartient au duc de Vendosme. De Lorme architecte renommé en a conduit le bastiment, fait sous le roy Henry 2, en faueur de la duchesse de Valentinois. Son portail est d'une structure admirable, et sur iceluy est une excellente Horloge qui a vn cerf de bronze au dessus, plus grand que le naturel, qui sonne les heures du pied, et vn peu auparavant on entend 15 ou 20 chiens de bronze, qui marchent et abboyent.“

Niet minder bekend is het uurwerk van Jena, dat nog bestaat. Boven de wijzerplaat is een bronzen hoofd, dat volgens de overlevering de trekken weergeeft van een hansworst van Ernst, keurvorst van Saksen, die in 1486 gestorven is. Zoodra het uur

1) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 182.

2) Zeitschrift d. Hist. Ver. f. Niedersachsen 1857. „Der Haushalt der Stadt Göttingen.“

3) Le voyage de France, 4e édit. 1647, p. 206, 207.

slaats, opent het hoofd, dat buitengewoon leelijk is, den mond. Een beeld, een ouden pelgrim voorstellende, biedt aan het hoofd een gouden appel aan op de punt van een stok. Maar op het oogenblik, dat Haus, zoo wordt het hoofd genoemd, zijn mond wil sluiten, trekt de pelgrim den appel snel terug. Links van dit hoofd bevindt zich een zingende engel; in de hand houdt hij een boek, dat hij naar zijn oogen brengt iederen keer, dat de klok slaats, terwijl hij met de andere hand een schel beweegt¹⁾.

De abdij van Lidlum bezat reeds vóór 1430 een uurklok, de kerk van de regulieren van Sion te Beverwijk omstreeks 1460²⁾.

De stad Gent kreeg in 1457 een nieuw uurwerk, dat door meester Janne van Welchelen geleverd werd³⁾, terwijl Jan Wuchlove in 1468 er een op den Waarschoot's toren plaatste ten behoeve van de „prochiën van Waerscoet”⁴⁾.

De uurklok op het stadhuis te Enkhuizen werd te Utrecht in 1460 gegoten⁵⁾, vóór dien tijd had dus genoemde stad reeds een uurwerk.

Deventer bezat reeds vóór 1486 een uurwerk, zooals uit het verdrag, rakende de Collegiale kerk, blijkt, dat door den Magistraat en het Kapittel gemaakt en van beide zijden in 1486 bezegeld werd⁶⁾. „Mede soe sullen die voirsz. kerckmeisters den heren voirsz. oir horologium buyten der heren schade weder in der Kercken op een bequeme stede doen ordenyren ende setten.”

De beroemde St. Marcustoren te Venetië werd in 1495 van een uurwerk voorzien⁷⁾.

Omtrent onze hoofdstad lezen wij in J. Ter Gouw, „Geschiedenis van 'Amsterdam”, dat de Anonymus, die in het laatste decennium der 15^{de} eeuw leefde, den stadhuistoren „zeer schoon” noemde en voorzien van een uurwerk⁸⁾. De Oudekerkstoren had in den Bourgondischen tijd een uurwerk, maar niet zooals C. Commelin beweerde een speelwerk⁹⁾. Een speelwerk voor de Oude Kerk werd door Frans Hemony gegoten en in Augustus 1660 voltooid. Bekend zijn de dichtregelen, die onze Vondel „op het klokmuziek 't Amsterdam” vervaardigde¹⁰⁾, en waarin o. a. voorkomt:

„Op de heele en halve uren,
En de vierendeelen mée
Steekt de Koningin der zee
't Hoofd nu trotscher uit haar muren
Gordt haar vruchtbren schepentuin
Met een gordel van arduin.”

1) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit., p. 187.

2) Kerkgesch. van Nederland vóór de Hervorming, W. Moll, II. 3 stuk, p. 144.

3) Mess. des sciences etc. de Belg. 1839 p. 245; 1857 p. 227.

4) Gesch. v. d. gemeenten d. prov. Oost-Vlaanderen, De Potter en Broeckaert, Eerste reeks, Arrond. Gent. VII: Waarschoot.

5) Historie van Enkhuizen, Brandt, 2e druk I. p. 35.

6) Het Kerkl. en Wereltl. Deventer, G. Dumbar, I. 1731. 3e boek, p. 411.

7) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 182.

8) Deel III, 3e stuk. p. 223.

9) Gesch. v. Amst., J. ter Gouw, III. 3de stuk. p. 224 en 225.

10) Vondel, uitg. Dr. J. van Vloten, II. p. 571.

Het uurwerk op de St. Nicolai-kerk te Utrecht vinden wij vermeld op eene rekening van 1473—1474¹⁾. »It. gegeven vanden hamer en die wrclock te stellen; 8 cr.»

Onder de oude uurwerken in ons vaderland behoort ook dat der St. Janskerk te 's Hertogenbosch; omtrent den voorslag vonden wij:

»Hier was oock een swaer ende seer constighen voor-slagh van 18 clocken, dat wel een vierendeel uysr tijds voor den slagh van de ure speelden, ghemaect by den vermaerden Meester Mr. Pieter van Surendonck, zijnde een Bossenaer, ende wierden die 18 clockjens ghedoopt op den 12 April 1553. ende hebben hun den naem gegeven Jesus, Maria, Anna, voorts de 12 Apostelen ende vier Evangelisten, desen voorslagh speelden int jaer 1554²⁾.

In 1584 schijnt het uurwerk reeds in slechten toestand verkeerd te hebben, den 19 Oct. 1584 althans deed Mathijs Mathijssen een voorstel tot herstel van het uurwerk en het maken van een klokkenspel³⁾.

Vermelding verdient nog dat een stuk van het bekende kanon de »Boze Griet» eertijds tot een gewicht van het uurwerk van den St. Janstoren diende, doch dat later dit stuk weer aan het kanon gesmeed werd⁴⁾.

By het uurwerk kan men niet nalaten te vermelden het zoogenaande »Spel des Oordeels.» dat eertijds zeer beroemd was⁵⁾.

»In den jaere ons Heeren 1513,» zegt Cuperinus⁶⁾, »wert in Sint Jans Kerck ten Bosch gezet, aan de westzyde, by onser Lieven Vrouwen choir, dat wonderlycke spel van dat oordeel Godts, het welcke gemaect hadde een smit, genaemd meester Peter Wouterszoon, en is nu vernaemt alle kerstenryck door.»

Het had drie deelen; onder vond men een Planetarium, daarboven een klok, en eindelijk het Oordeel zelf; het vormde een hoog vierkant kastwerk met vleugeldeuren, bekroond door een baldakijn met beelden. Behalve den Dierenriem, vond men in het voetstuk de maanden en dagen des jaars, waarbij de voornaamste feesten aangeteekend waren. In de vier hoeken stonden de Indictie, de Zondagsletter, het Gulden getal en de Epacta; de dagen en maanden werden aangegeven door een wijzer, de overige teekens verplaatsten zich.

Sloeg de klok, die het tweede gedeelte innam, dan kwamen terzijde uit een deur de drie Koningen te voorschijn, boden hunne offers aan Maria en het Kind en vertrokken door een tegenovergestelde deur. Marcus van Varnewyck, die het oordeel in werking zag

1) Archief voor Kerk. en Wer. Gesch. inz. van Utr., J. J. Dodt, VI, p. 321.

2) Nieuwe ende gautsche vermeerderde beschrijvinge van de Stadt van 's Hertogenbosche, J. van Oudenhoven, p. 95. — De St. Janskerk te 's Hertogenbosch, J. C. A. Hezenmans, p. 191.

3) De St. Janskerk te 's Hertogenbosch, J. C. A. Hezenmans, p. 250.

4) Gesch. en Aardr. beschrijving der Stad en Meière van 's Hertogenbosch, S. Hanewinkel, H. C. Fil. p. 134.

5) De St. Janskerk te 's Hertogenbosch, J. C. A. Hezenmans, p. 156. — Gesch. en Aardr. Beschrijving der Stad en Meière van 's Hertogenbosch, S. Hanewinkel, H. C. Fil. p. 129.

6) p. 77.

beschrijft het in de woorden, die P. Bor¹⁾ aldus overnam: „Daerna (na het voorbijtrekken der Drie Koningen) gaen boven twee deuren open, ende daer siet men ons Heere met sijn Enghelen ende Heyligen, die ten oordeel sitten, ende dan siet men de twee Enghelen als boven hare arwen opheffen ende trompen met basuynen die sy in haer handen hebben, d'welck gheluyt eenlick ende Godelick int hooren is, ende dan siet men de dooden uit haer graven komen, ende ons Heere hem keeren tot de verdoemde ende onsaelighe; ende dan gaet daer die helle open, ende daer comen duyvelen uyt, diese metten hoofde eerst in de helle trecken, ende die salighe siet men al schoonkens opryzen in die lucht." Grammaije, die het eveneens in werking zag, geeft er nagenoeg dezelfde beschrijving van. De deuren, waarvan Varnewyck gewaagt, waren inwendig beschilderd met Engelen en van buiten droegen zij een wijdloopig opschrift. De oordeelplaats bestond uit een bergachtig landschap vol boomen, kasteelen enz. De twee bazuinende engelen, die hij gezien heeft, stonden boven op het kastwerk; in hun midden bevond zich een gesneden baldakijn, waarin klokjes hingen en dat twee andere beelden overdekte, een krijgsman en de dood. Het Oordeel is in 1613 hersteld door meester Hendrik Zaren, uurwerkmaker te Goch. De quitantie van dezen uurwerkmaker berustende in het kerkarchief luidt aldus:

„Mr. Henrick Zaren, orlogymaker, wonende tot Goch, bekent mits desen ontfangen te hebben uyt handen van Jan Scheffers, als een van de kerckmeesters, de somme van drye hondert guldens, en dat tot betalinge van 't werck des Oordeels, metten appendityen van dyen.

Oirconde deses heb ick dit selver ondertekent, desen IIII februarij a° XVI. ende dertyen.

Ick Henrick Zaren, ut supra.”

Denzelfden dag stelden zich de smid Nicolaas Peters en Jan Faes tot borgen, dat het werk des oordeels door Henrick Zaren gemaakt, „goet, deuchdelijck ende oprechtelijcken blijven sal, sonder foulte daerin te vijnden, den tijd van eenen jaere.” Sinds verviel het meesterstuk.

De toren van het H. Geesthuis te Alkmaar²⁾, thans het Waaggebouw, bevatte reeds vroeg een uurwerk. De slagklok van 6300 ponden werd in 1487, de halfuursklok van 2098 ponden in 1488 door Gobel Moer gegoten. In 1546 werd daar den smid Hark Almersz. opgedragen het maken van een nieuw uurwerk van fijn ijzer, tegen 2 stuivers en 1 oortje het pond, van twee wijzerborden en van het overbrengen van het oude uurwerk naar Ursem. Het uurwerk kostte f 141.6:— en woog 1266 ponden. Het uitstek met de paardjes werd in 1715 vernieuwd en verbeterd. Enkele jaren geleden werd het oude uurwerk vervangen door een ander en de wijzerplaten van minuutwijzers voorzien.

1) Beschrijving van 's Hertogenbosch, P. Bor Christiaensz., p. 3.

2) Deze gegevens werden ons verstrekt door den Heer C. W. Bruinvis te Alkmaar.

De paardjes, hierboven vermeld, zijn vier in getal en rijden op boven elkander liggende wijzers bij elken slag van het heel uur elkander voorbij. Met hunne pieken stooten de ruitertjes op de paardjes gezeten metalen deurtjes open, die van zelf weer toevallen. De trompetter op het halfroond staande brengt zijn trompet aan den mond en men hoort eenige tonen van een orgelwerk ¹⁾.

Van de overige uurwerken van de stad Alkmaar kunnen wij vermelden, dat het luiden der klokken en het verstellen van het uurwerk der Grootte kerk in 1498 voor een jaar voor 24 stuivers aan Roemer uitbestede werd, terwijl Aert Aertsz. te Gouda in 1568 het vermaken van het uurwerk voor f 200.— op zich nam.

De slagklok voor de St. Janskapel werd in 1443 gegoten door Pieter van Dormen.

Waarschijnlijk is het dat men kort na de uitvinding der raderuurwerken ook wel een kleiner soort maakte voor het inwendige der vertrekken, met zekerheid komen zij eerst op het einde der 13^{de} eeuw voor. Labarte vermeldt op den inventaris van Karel V, Koning van Frankrijk: „une reloge d'argent, tout entièrement sans fer, qui fut du roy Philippe le Bel (1285—1314) avec deux contrepoix d'argent remplis de plomb ²⁾”. Tegen het einde van de 15^{de} eeuw schaften zich ook particulieren voor veel geld raderuurwerken aan. Dit blijkt o. a. uit een brief van Ambrosius Camaldulensis aan Nicolaus, een geleerde van Florence: „Horologium tuum mox, ut tuas accepi literas, paravi, misissemque, si fuisset praesto qui afferret. Ipsum mundari feci, nam erat pulvere obsitum, atque ideo, ne libere posset incedere, retardabatur. Et quia ne sic quidem recte currebat Angelo illi illustri adolescenti harum rerum peritissimo dedi.”

Een fraai exemplaar van een dergelijk horologium vinden wij bij P. Lacroix, „Les arts au moyen âge” ³⁾.

Een eigenaardig uurwerk bevindt zich op het hertogelijk museum te Brunswijk, het zoogenaamde vierkante uurwerk met kegelloop. Volgens de overlevering is het uit de veertiende eeuw afkomstig en waarschijnlijk door Augsburgsche monniken gemaakt. Zijne inrichting is in 't kort als volgt: Uit eene schuine goot boven de kast komt een kogel rollen, die de van buiten aangebrachte galerij van boven naar beneden doorloopt, en daarna door een inwendig aangebrachte schuine goot in een emmer rolt, die onder het uurwerk staat. Deze emmer wordt daarna door een raderwerk naar boven geheschen en de kogel boven gekomen begint weer zijn loop. Telkens wanneer de kogel in den emmer valt wordt een slag op een klok gegeven en het raderwerk uitgeschakeld. Kleine verschillen in tijd worden door het gebruiken van zwaardere of lichtere kogels vereffend.

1) Deze paardjes vindt men ook op het Stadhuis te 's Hertogenbosch, dat in 1670 gebouwd en van een uitmuntend klokkenpel voorzien werd. Het uurwerk heeft behalve de wijzerplaten aan den toren eene in de raadzaal, waarop behalve het uur ook de datum wordt aangewezen. In het front van het raadhuis bevindt zich eene nis, waarin bij het staan van het volle uur vier ruitertjes, twee aan twee op een wijzer geplaatst, elkaar voorbij rijden. (Gesch. en Aardr. beschrijving der Stad en Meierij van 's Hertogenbosch, S. Hanewinkel H. C. Fil. p. 134).

2) Nav. I p. 52.

3) Horloge en fer Damasquiné du XV siècle. , 2e édit. p. 184.

Bovendien is het uurwerk met allerlei opgaven voor den almanak voorzien en evenzoo van een werk, dat het eikelvormig bovenstuk van het uurwerk in beweging brengt, waarop een optocht van ridders is aangebracht.

Van een ander dergelijk uurwerk met de volgende bijzonderheden wordt ons bericht: ¹⁾

„Herzog Georg der Reiche van Bayern-Landshut veranstaltete im Jahre 1495 ein grosses Scheibenschiessen mit Armbrust und Büchsen, und hat auch die Bürgerschaft von Nürnberg dazu einladen lassen. Der Rath hatte alle Schützen, so für Nürnberg dahin abgingen, in Roth kleiden lassen, und den ältesten Rathsherrn Ulrich Grundherr denselben zum Hauptmann verordnet. Dieser Hauptmann erhielt von dem gnädigen Herzog ein Geschenk, welches eine *Schlaguhr*, so die Viertel zwischen den Stunden geschlagen, was damals für Nürnberg etwas ganz Neues und Seltsames war.“

De Catalogus der Tentoonstelling, te Delft in 1863 gehouden, van voor Nederland belangrijke Oudheden en Merkwaardigheden vermeldt onder de jaartallen 1452—1579 een klokje ²⁾, in de familie van Heemstra, bekend onder den naam van „Keizer Karels klokje.“

Bij Mignet „Charles-Quint“ ³⁾ lezen wij: „Le savant mécanicien Giovanni Torriano, que secondait un horloger ordinaire appelé Jean Valin, avait construit pour l'empereur quatre belles et grandes horloges, outre un nombre considérable de petites horloges portatives, qu'on a depuis appelées montres, et auxquelles il travaillait à Yuste avec Charles-Quint. La plus grande des quatre horloges, enfermée dans sa caisse et posée sur une table de noyer, était dans la chambre de l'empereur; les trois autres, dont l'une se nommait *el portal* (le portique), l'autre *el espejo* (le miroir), et dont la dernière était sur pied, mais sans nom, avaient été placées dans d'autres pièces de la résidence impériale.“

Een buitengewoon sierlijk gouden horlogium bevindt zich in het kasteel van Heeswijk bij 's Hertogenbosch met het opschrift „Jerimias Meysker Urmacher in Auspurch 1562.“ Behalve de uren wijst het nog de standen van zon en maan, den dierenriem, den dag van de maand enz. aan.

Wanneer wij deze uurwerken vermelden, dan kunnen wij niet nalaten het klokje afkomstig van de zilverbloot op te sommen met het opschrift: „Horologie van den Adm. Witte Cornelisz. de With verovert uyt de Spaanse Zilvervloot 1628“ ⁴⁾.

Waltherus schijnt het eerst in 1484 uurwerken bij de sterrenkunde gebruikt te hebben. Hij vermeldt, dat het nauwkeurig den tijd van den eenen middag tot den anderen aangaf.

Tycho de Brahé bezat drie of vier uurwerken, die de minuten en seconden aangaven, wier gang hij echter niet juist genoeg oordeelde voor zijne sterrenkundige waarnemingen. Hij vond ze te gevoelig voor atmosferische invloeden, al plaatste hij ze des winters in

1) Sitten und Gebräuche, Luxus und Feste der Vorzeit, in Hormayr's Taschenb. f. d. Vaterl. Gesch. N. F., V. Jahrg. 1834. p. 227. N°. 10.

2) p. 4, N°. 49.

3) Charles-Quint par M. Mignet 1854. p. 218.

4) Catalogus der Tentoonstelling, gehouden te Delft in 1863, van voor Nederland belangrijke Oudheden en Merkwaardigheden, p. 112. N°. 2666.

kasten, waarin de temperatuur op dezelfde hoogte gehouden werd. Lalande ¹⁾ zegt van deze uurwerken „Tycho-Brahé avoit quatre horloges qui marquoient les minutes et les secondes de temps: la plus grosse n'avoit que trois roues; dont la première et la plus grande avoit trois pieds de diamètre et 1200 dents; on se servoit toujours de deux horloges à la fois.”

Het is niet te verwonderen, dat de regelmatigheid bij zulke afmeting der raderen te wenschen overliet, wanneer men denkt aan de groote wrijving, die bij hen moest overwonnen worden.

Moestlin schijnt het eerst van het slaan van een uurwerk gebruik gemaakt te hebben om kleine tijdruimten bij verschijnselen aan den hemel te meten. In 1577 mat hij er de middellijn der zon mede. Dit uurwerk gaf twee duizend vijfhonderd achtentwintig slagen per uur. Voor het voorbijtrekken der zon nam hij honderd zesenvieftig slagen waar, en besloot er uit dat de middellijn 34 m. 13 s. bedroeg.

Voor ons is belangrijk het uurwerk, dat Galeas Visconti voor Pavia in de 15^e eeuw liet vervaardigen door den Noordbevelander Gulielmus Zelandinus, wiens eigenlijke naam Willem van Wissekerke was. Hij was de eenige zoou van Gilles v. Wissekerke en Anna van der Vicht, had waarschijnlijk den geestelijken stand omhelsd, en gaf in 1494 een werk uit getiteld „Coelestium motuum indagacione sine calculo.” Dit uurwerk liet later Keizer Karel V door den bekenden Giovanni Torriano herstellen ²⁾.

Op de halfuurklok van de St. Bavo kerk te Haarlem staat het opschrift:

»Ter eere van Marien ben ik gegoten
Toen CIOCCCCXXI werd gesproken
Mijnheer Christoffel Vrylein hielp mij
besteden te dien tijden
God wil zijne ziel verblijden,
Hendrik Waaghienens heeft mij gemaakt
God heb lof; ende wel geraakt.” ³⁾

Hieruit blijkt, dat die klok in 1471 is gegoten en dus zal daar nog vroeger een uurwerk geweest zijn.

Dat Nijmegen reeds vroeg in het bezit eener uurklok met slagwerk was, blijkt uit de volgende aanhaling ⁴⁾.

„dat volgens eene beraaming van 1499, de Raed van Nymegen voortaan des somers
»van den heyligen Paesdach tot sinte Victorsdach voor den clocken slach te acht uren
»des voormiddachs tot elf uren toe, ende van sinte Victorsdach aen vort tot den hey-
»ligen Paeschdach toe voor den clockenslach van negen vren te voormiddaechs tot elf
»vren toe alle woensdaechs of enz. vergaderen zoude.”

1) L'astronomie, Lalande, 2e édit. N^o. 2460.

2) Handboek der Tijdsrekenkunde, H. Sluyters, p. 13.

3) De Vrije Fries XVI, 3de reeks, 4de deel, Afl. 2. p. 192.

4) Arnhemse Oudheden, G. van Hasselt, II. p. 56.

Naar men zegt is het uurwerk van den St. Jakobstoren te 's Gravenhage, dat o. a. in 1663 op dien toren nog aanwezig was, uit het jaar 1542 ¹⁾).

De toren te Hoorn werd van 1530 tot 1551 gebouwd, terwijl de klok, die den 1 Mei 1551 opgehaald werd, het heele uur sloeg en dus door een uurwerk geregeerd moest worden ²⁾).

In 1593 liet het kapittel van St. Jean te Lyon door Nicolaas Lippius uit Basel een uurwerk maken, dat als het tweede in Europa gold, vooral toen het in 1660 door Guillaume Nourrisson, horlogemaker te Lyon, hersteld en van meerdere toevoegingen voorzien was ³⁾).

Te Basel wordt in de „Nicolauskapelle" onder de „Conciliumsaal" een meer dan levens-groot hoofd van den zoogenaamden „Lällenkönig" bewaard. Dit hoofd, waarvan in de boeken uit de middeleeuwen dikwijls gesproken wordt, maakte eertijds deel uit van het torenuurwerk van de Rijnbrug, en stak telkens de tong (Lälli) uit. Het werd ter bespotting van de burgers van Klein Basel vervaardigd, die op hunne beurt dien smaad beantwoordden door het plaatsen van een figuur dat op hunnen oever den „Lällenkönig" den rug toekeerde ⁴⁾).

Volgens de overlevering zou de klok van de Rijnbrug steeds een uur voorgelopen hebben, als herinnering aan het feit, waaraan de Lällenkönig zijn ontstaan te danken had. Voor ruim 400 jaren zou namelijk de vijand Basel bestormen, zoodra deze klok midder-nacht sloeg. De opzichter van het uurwerk, dit vernomen hebbende, verzette het uurwerk een uur, de vijand in den waan verkeerende, dat hij te laat kwam gaf den aanval op.

In onze vaderlandsche geschiedenis bezitten wij ook een dergelijk voorbeeld van een bedrogen vijand. Den 12 Juni 1606 zouden de Spanjaarden op het slaan van een bepaald uur van verschillende zijden een aanval op Sluis doen. De koster wond dien dag het uurwerk in den donker op en overwond bij toeval het slagwerk, waardoor de klok den geheelen nacht niet sloeg en 's vijands plannen in de war liepen.

Bekend is, de zoogenaamde „Zeit-Glockenthurm" te Bern waar met het slaan van elk uur een reeks beeren gedurende twee minuten aan een ouden man met langen baard voorbij trekt. Een harlekijn slaat elk uur op een klok, nadat een houten haan, die terzijde geplaatst is, een minuut vroeger de vleugels uitgeslagen en gekraaid heeft. Bij het slaan van het uur draait een zittende man het uurglas om, en geeft door opheffen en dalen van den scepter en het openen van den mond, dat de rechts van hem staande beer door het laten zinken van het hoofd beantwoordt, het aantal uren aan, gelijktijdig slaat een steenen figuur boven in den toren met een hamer op een klok. Tot slot kraait de haan nog eens.

Deze toren, die thans midden in de stad staat, diende indertijd als wachttoren en heeft tot opschrift: „Berch'oldus V dux Zaeringiae rect. Burgund., urbis conditor turrim et portam fecit a. Chr. 1191, renov. 1770" ⁵⁾).

De „Zeitglockenthurm" op de markt te Solothurn, misschien 400 v. C. gebouwd, is van een soortgelijk mechanisme voorzien ⁶⁾).

1) Ned. Spectator, 1863, p. 47.

2) Nav. V. p. 314.

3) Encyclopédie des Gens du monde. Paris 1836. „Lyon" p. 245.

4) Baedeker's Schweiz, 1873, p. 8.

5) Ibid. p. 98.

6) Ibid. p. 12.

Het stadhuis te Middelburg bezit een samengesteld uurwerk. Behalve het klokken-spel, dat sedert jaren niet meer in gang is, heeft men boven de wijzerplaat, aan de zijde van de groote markt, vier vergulde beeldjes. De bovenste vertoonen twee krijgslieden met hellebaarden, de onderste twee ridders met gevelde lansen. Bij het slaan van het half uur schijnen de eerste, bij het volle uur de laatste op elkaar aan te vallen ¹⁾.

Uit deze opsomming blijkt, dat de uurwerken in de 16^{de} eeuw reeds vrij algemeen waren, ofschoon de kosten van aanschaffen destijds zeer groot waren.

Dat de behoefte aan uurwerken gevoeld werd blijkt uit het volgende:

In 1543 hadden de bureu in den omtrek der Oudezijds-kapel te Amsterdam geklaagd, dat zij geen uurwerk in de buurt hadden, en dus nooit precies wisten hoe laat het was, en daar dit vooral ook lastig was voor de schippers „daeromtrent converserende” zoo liet de regeering een „nieuw uurwerk in die kapel maken en toestellen” en betaalde daarvoor aan Mr. Pieter Klaassen den barbier, overman der kapel, de som van achttien gulden ²⁾.

Het uurwerk der hoofdkerk te Glasgow is voor ons van belang, omdat de groote klok aldus hare geschiedenis verhaalt ³⁾:

„In het jaar onzes Heeren 1583, liet Marcus Knox, koopman in Glasgow, en ijverig voorstander van den Hervormden godsdienst, mij in Holland gieten, ten dienste van zijn Glasgower medeburgers, en plaatste mij met plechtigheid in den toren van hun hoofdkerk. De volgende woorden op mijn boezem gegriffeld, verkondigen mijne taak: „Me audito venias, doctrinam sanctam ut discas,” en men leerde mij de uren uitroepen van den weinig geschatten tijd. Honderd vijf en negentig jaren had ik deze plegtige waarschuwingen verkondigd, toen ik door de handen van onbedachtzame en onhandige lieden gebroken werd. In het jaar 1790 werd ik in een oven te Londen hergooten en tot mijne heilige roeping teruggebracht. Lezer! ook gij zult eens een opstanding kennen, moge die tot het eeuwig leven zijn! Thomas Mears fecit Londen 1790.”

Omtrent het uurwerk der Oude kerk te Delft lezen wij bij Bleyswyck ⁴⁾.

Tusschen de vier groote spitsen zijn sierlijk gestelde vier zeer groote uurwijzers van anderen gedragen van twee leeuwen hebbende het Delftsche wapen tusschen beide, aldaar opgericht in het jaar 1605. Zooals men leest „van achter tegen aen den Zuyd-Wijzer met groote Letteren op een steen recht voor de trap daer men op komt”:

„Als men 1605 heeft getelt.
Ben ick gestelt
Tot dienst van den burger
Als men sien kan
By den Haven-Meester
Gerrit Meerman.”

1) Handboek der Tijdrekenkunde, H. Sluyters, p. 15.

2) De Oude Tijd, 1874, p. 352.

3) De Openbare Eeredienst der Ned. Herv. Kerk, Dr. G. D. J. Schotel, 1ste stuk. p. 52.

4) Beschrijvinghe der stad Delft, D. van Bleyswyck, Evertszoon, p. 137.

Op den luizolder staat in „een seer groote houten kasse het Uyr-werck besloten, doende beweghen de Slaghklocken ende vier voornoemde groote Uyr-Wijzers om hoogh buyten aen den Toorn, midtsgaders een ander binnen in de kerck tegen aen den selfde Toorn uyt-komende” ¹⁾.

Omtrent het uurwerk op den toren der Nieuwekerk vermeldt Bleyswyck: „De tweede ommeloop noch hooger hebbende een groote doorluchtige lantaern, van buyten met vier groote Uyr-Wijzers, die midts de groote hoogte aller wegen en aen alle hoecken van de stadt, kennen gesien, en sulcks den tijt onderscheyden werden ²⁾” by Jan Cal, Uyr-werck-maecker binnen Nimmege, de eerste vinder der copre speel-tonnen, en oock der speel-schrouven zijn eerst-mael aen dese Hamer-veeren ghemaect aen dit vermaerde klocken-spel van Delft, volbracht in den Jare 1663, na het uyt-wysen van het op-schrift by hem selfs aen het Uyr-werck gestelt aen de Westzijde” ³⁾.

„Onder het benedenste welsel van den toorn staat het Uyr-werck daer de voor-gemelte copere speel-ton in gelegen is, tusschen alle de raderen van het Uyr-werck, binnen vier groote ysere pilaren, dewelcke met al-sulke staven 't samen verenight, gesloten, en verhouden zijn; van wie het selve op-ghestelt, is al vooren geseyt, doch de wercken tot het uyren wijsen, ende het pendelum ofte slinger daer toe is ghemaect by Conraet Harmanz. Broeckman, Uyr-werck-maker binnen Delft, ende zijn alle de voor-ghenoemde wercken van wijsen, spelen, slaen, voltrocken en ten eynde ghebracht in den Jare 1663” ⁴⁾.

Den 11 Juli 1607 sloten „die van de Gerechte der Stad Leyden met Mr. Huych Hoopcooper, Bailly van Calverenbrouck, Mr. Uurwerkmaaker, residerende ter Gouda” een verdrag voor het leveren van een uurwerk op „St. Pancraes Kercke”. Uit deze overeen-konst nemen wij het volgende over ⁵⁾. „Mr. Huych sal maeken ende wercken een goet degelyck uyrwerck, om geheele ende dat halve uyren alleenlick te slaen (sonder voor-slach) met twee off vier wysers, ten believen van die van de Gerechte voorsz. de buy-tencanten vyff voeten langh, drie voeten acht duymen breedt, ende de vyer pylaren vier voeten hoogh: het uyrrat dat het onde de twee uyren eens sal ommegeaen van eenen hal-ven duym brete; het schakkel mede van een halven duym breete, het radt van het slach-werck van 't heele uyr van een duym breete; mer het radt van 't slachwerck van 't halve uyr van een halven duym breete; het sluytrad mede van een halven duym breete alle de winraden op de breete van eenen duym, alle het cleyn raderwerck naer rate ende advenant van 't voorgaende werck: alle de pannen van yser met coperen ringen gestopt van 't dichtste geel koper 't welck te becomen es, de schyven sul hy maeken van ypen-hout met metaelen harten, 't hooft van den grooten haemer om 't heele uyr te slaen, swaer tusschen de L. en LX. ponden, ende van den cleynsten haemer, daer mede 't halff uyr sal werden geslaegen, omtrent XXV. ponden, daer een klok toe sal dienen van

1) Beschrijvinghe der stadt Delft, D. van Bleyswyck, Evertszoon, p. 138.

2) Ibid. p. 222.

3) Ibid. p. 225.

4) Ibid. p. 227.

5) Beschrijving der stad Leyden, F. van Mieris, I. p. 79.

omtrent VI^e off VII^e Ɔ. Dat hy 't voorsz. werck meesterlyck sal smeeden, wellen, ende maecken van goet nieu taey Soerlandts, off 't beste Naems yser, dat het niet tweemon-
dich en is, zonder yeuwers zy 't onder off boven eenighe oude raden daer in te mogen
stellen, wercken, off te passe brengen, dat hy 't gehele werck in alles maecken sal ter
swaerte van raminghe van omtrent zestienhondert ponden. Dat hy 't voorsz. werck, in-
dien voornoemden van den Gerechte met de solderinghe gereed konnen zijn, binnen een
termyn van acht maenden eerstcomende ten langste voor Meyedage des toecompstigen
jaers XVI^e. ende acht, wel meesterlicken ende werckelicken gewrocht, gehouden zal zyn
't zynen costen ter wage deser stadt Leyden te leveren,
. Waer vooren Burgemeesteren, ende die van den Gerechte der Stadt
Leyden voorsz. den voornoemden Mr. Huych betalen sullen, voor elcke hondert ponden
ysers, off metaels, in der voorsz. Stadts wage gewogen, vyeren veertich guldens van XL.
grooten 't stuck, sonder daer inne te begrypen 't gewicht 't welck 't werck gaende sal
houden, en van wegen de Stadt sal werden besteld ende geleverd, te betaelen een derde
paert, gissinge maeckende jegens 't gewicht van VIX^e Ɔ in gereeden gelde, een gelyck derde
paert 't werck als vooren opgenomen synde, ende 't laetste derdepaert een jaer daer nae.
Des sal de voornoemde Mr. Huych voorts opleveren van 't voorsz. werck, ende sulcx 't selve
(indien hij als vooren in leven blijft) drye jaeren goet ende gaende te houden. enz."

Dit uurwerk had tevens een uurwijzer tegen het gewelf der kerk.

Omtrent het uurwerk van het raadhuis te Delft vonden wij vermeld, dat uit den
brand van het raadhuis den 4 Februari 1618 bleef «de Toren het uytnemende voorslach
(wiens gelijck men seer qualijck soude kennen vinden) behouden" ¹⁾. «De Uyr-Wysers
zyn in koppe-leufjes ofte huysjes en uyt-steecken gelijck als groote dack-vensters gestelt" ²⁾.

De poorten van onze steden hadden in de 17^{de} eeuw meestal vierkante of ronde
torentjes met slaande klok en uurwerk ³⁾.

In Engeland waren de klokken niet slagwerk algemeen bekend, zooals ons blijkt
uit Shakespeare's «Twelfth Night, or what you will." Olivia zegt daar ⁴⁾: (clock strikes).

«The clock upbraids me with the waste of time."

In de huizen van onze voorvaderen vond men reeds de klok als noodzakelijk huisraad.
Jacob Cats brengt ons in een «uerwerckmakers winkel" ⁵⁾, waarin vele uurwerken hingen

«Niet slechts alleen by hem gewrocht,
Maar oock van elders daer gebrocht."

Van een dier klokken zegt hij:

«Het derde gaf een hel geluyt,
En riep de tijt by deelen uyt."

1) Beschrijvinghe der stadt Delft, D. van Bloyswyck, Evertszoon, p. 114.

2) Ibid. p. 118.

3) Het Maatschappelijk leven onzer vaderen in de 17de eeuw, Dr. G. D. J. Schotel, I. p. 2.

4) Act. III. Scène I.

5) Volksuitgaaf, p. 558.

Zijn jongste dochter bezat zelfs een uurwerk, waarvan zij o. a. sprekende zegt ¹⁾:

„Dit tuygh, gespeelen, datje siet,
Was onlanghs nog mijn eygen niet,
Mijn waerde vader gaf het mij
Dies was ik uytermaten bly.“

Wanneer Dr. Schotel ons het hollandsch huisraad der 17^{de} eeuw opsomt, dan noemt hij: „staande Friesche klokken en tafeluurwerken, die soms zeer prachtig en kostbaar doch meestal zeer eenvoudig waren, horologiën, die in kastjes hingen of gelijk het spiegeltje, door de dames voor den buik werden gedragen“. Zandloopers gebruikte men nog in de keukens, huizen van kleine burgers en op de scholen ²⁾. Tot de meubelen van het kantoor der 17^{de} eeuw behoorde een „klocxken, dat twaalf uren liep“ of een zandlooper ³⁾.

„Het kunstig uurwerk, dat de voorzaal van het Stadhuis te Nymegen versiert, werd door een Nymegenaar in 1640 vervaardigd ⁴⁾ op orde der Stedelijke regering, en in 1646 in de Voorzaal geplaatst ⁵⁾.“

Volgens een andere bron ⁶⁾ werd het uurwerk den 26 Maart 1646 van Henderik van Eck gekocht voor drie honderd guldens en twee rosenobels voor de kinderen.

In het Raadsignaat van 1647 staat onder 21 Juli aangeteekend „Is goedgevonden het Horlogie soo mijn Heeren voor desen gekogt und door M. Jan van Kall hebben laten opmaeken voor in de Saal van 't Raadhuys te doen stellen und een staketting daar omme te setten, sulx dattet genoegsamelick bevrijdt inoge sijn, waarvan die wieser door de muur in de Raadcamer gebrogt sal worden.“

„Het uurwerk heeft, behalve de gewone uurwijzers, op den grondplaat de beide keerkringen en de evenachtslijn. Op deze lijnen en bogen werkt het uurwerk ook zoodanig, dat alle veranderingen welke de hemelligchamen ons vertoonen, hierop kunnen waargenomen worden. Op deze grondplaat is ook eenen beweeglijken dierenriem met de Zon- en Maanwijzers. De twaalf teekenen van den dierenriem zijn, zooals gewoonlijk, elk op den afstand van dertig graden geplaatst, en van vijf tot vijf graden met wit en rood afgedeeeld; hierop kan men den schijnbaren loop der Zon waarnemen, en even als in den almanak zien, in welk hemelteeken de Zon zich bevindt.

Onder deze kunstige plaat bevindt zich nog een grooter en bewonderenswaardiger werk; het wijst ons, behalve de dagen der maand, den tijd der nieuwe maan aan, alsmede in welk jaar de dertiende Maan-maand moet bijgevoegd worden. De stand der maan wordt daarenboven nog aangeduid door eenen bal, welke half zwart en half verzilverd

1) Volkuitgaaf „Op een uurwerk“ p. 559.

2) Het Oud-Hollandsch huizezin der 17^{de} eeuw, Dr. G. D. J. Schotel, I. p. 13 en 80.

3) Het Maatschappelijk leven onzer Vaders in de 17^{de} eeuw, Dr. G. D. J. Schotel, II. p. 240.

4) Of deze bewering juist is, valt te betwijfelen, omdat op de wijzerplaat het jaartal 1597 voorkomt.

5) Maandboekje der stad Nijmegen, C. H. Clemens, Sept. 1837, p. 4.

6) Nijmegen, de hoofdstad der Bataviëren, H. K. Arkstée, 1738, p. 237.

zijnde, ons aanwijst of wij nieuwe maan, eerste kwartier, volle maan, enz. hebben.

Het carillon van dit kunstwerk moet ook goed geweest zijn, hoewel het moeyelijk valt en welligt tot het onmogelijke behoort om een aangenaam stukje door het bijna een-toonige geluid der klokjes, op dit uurwerk te stellen." 1)

Thans wijst deze klok nog in drie vertrekken van het stadhuis den tijd aan.

Men zal opgemerkt hebben dat de raderuurwerken reeds dadelijk gebruikt werden tot allerlei aangiften en voorstellingen. Door onze regeering werden ook een groot aantal octrooen verleend op nieuwe uitvindingen betrekking hebbende op aanvullingen der uurwerken. Zoo werd o. a. door de Staten-Generaal den 22 Dec. 1618 octrooi voor zes jaren verleend aan den Italiaan Attellius Zanobius de Nerbis voor „het naecken ende vercoopen, zeecker nyeuw horlogie, bij hem geinventeert, dat van plaetse tot plaetse can verdragen worden; hebbende annex een fonteynken dat met seecker weynich water gestadich vloeyt, met nyeuwe ornamenten ende bewegelycke figuyren, die de vuyren ende derselver distantien op verscheyden manieren aanwysen" 2).

De beroemde Jan Adriaanszoon Leegwater, die in 1573 geboren werd, zou het uur- en speelwerk voor de torens der Wester- en Zuiderkerk te Amsterdam vervaardigd hebben 3).

Als bewijs, dat er in de 17^{de} eeuw veel tijd verliep, voor dat een torenuurwerk dienst kon doen, diene wat wij onttrent het uurwerk der St. Laurenskerk te Rotterdam o. a. in het Archief vonden. Den 16 April 1609 besloten Heeren Vroedschappen eendrachtelijk, „dat men met het begonne Nieuwe horlogie sal voortsvaaren ende hetselve sulx maeken en prepareren, dat men tot allen tyden een bequaem voorslagh van heel, half ende quartier uurs daar op sal moogen doen spelen."

Twee jaren later bevatten de resolutiën der Vroedschap het volgende onder dagtekening van 11 April 1611:

„Op 't verzoek bij de Heeren Burgemeesteren van wegen de Kerkmeesteren deser steele gedaan omme te hebben subsidie tot het maeken van 't Nieuwe Horologie. Is geresolveert dat de Heeren fabrykm^{en} beneevens de Steede Timmerman den tooren deser steele sullen besigtigen ende despiciëren off het voorschreeve Horologie daar op bequame-lyk soude konnen werden gestelt. Omme haarlyuden rapport gehoort alsdan hier inne gedisponeert te werden als de heeren van de vroedschappen tot dienst deser steele bevin- den sullen te behooren."

Den 6 Juni van hetzelfde jaar werd eene subsidie van 300 gulden verleend, die den 5 Juli van het volgende jaar nogmaals gegeven werd. Den 3 Sept 1612 waren de werkzaamheden zoover gevorderd, dat eene commissie benoemd kon worden om over het stellen van het uurwerk te rapporteeren. Het gevolg hiervan was o. a. dat den 12 Sept. 1612 besloten werd het uurwerk het volgende jaar te stellen.

1) Muondboekje der stad Nijmegen, C. H. Clemens, Sept. 1837, p. 5 en 6.

2) Arch. v. Kerk en Wereldl. gesch. inz. v. Utrecht, J. J. Doodt, VII. p. 49.

3) De Openbare Eeredienst der Ned. Hervormde Kerk Dr. G. D. J. Schotel, 1 stuk p. 33.

Eindelijk werd in 1619 de toren van een lantaarn voorzien met vier uurwijzers, terwijl gelijktijdig in het Giethuis een slagklok van 9400 ponden gewicht gegoten werd. Omtrent 1661 besloten de regeerders der stad een klokkenspel te doen maken naar het spelwerk op de Oude Kerk te Amsterdam, dat in 1662 in den toren gehangen en met het veranderde uurwerk verbonden werd ¹⁾.

Bij het vermelden van de uurwerken van enkele onzer vaderlandsche steden mogen wij die van Dordrecht niet vergeten; bij Balen vonden wij hierover: „De Groote-Kerks-Toorn heeft ten vier zijden een vande gemelte uurwijseren. En heeft een klok-geslag vande uren en halfuren. Welkers klokken mede dienst doen in Plechteljkheid of Ceremonien van luyen.” ²⁾ „De Beurs heeft een vierhoekig Torentje, verzien met klok-geslag ende uurwijseren.” ³⁾

Door het streven der kunstenaars om elkaar in samengestelde gewrochten te overtreffen, schenen de voorstellingen hoofdzak te worden, in plaats van door eenvoudigheid van werk de juistheid van gang ten top te voeren. Men voorzag de uurwerken van uurwijzers om den tijd van verschillende wereldsteden aan te geven, evenzoo van dag-, maand- en jaarwijzers, zelfs het geheele planetenstelsel werd er bij vertoond. Maar dit was nog niet genoeg; verschillende feiten uit de gewijde en ongewijde geschiedenis moesten voorgesteld worden. Daartusschen hoorde men bazuinen en andere muziekinstrumenten. Dan weer waren het voorstellingen aan de mythologie ontleend, die men te zien kreeg en waarbij de schalksche Amor een rol speelde, maar ook beelden aan lagere sferen ontleend werden vertoond, zooals timmerlieden, schrijnwerkers, kleermakers enz.

Van vele torens klonk op bepaalde tijden plechtig een choraal, die het klokkenspel verbonden met het uurwerk te hooren gaf. Vooral ons land was en is nog rijk aan uurwerken met klokkenspellen. Volgens sommige schrijvers ⁴⁾ zou het klokkenspel ⁵⁾ in 1481 te Aalst door een krankzinnige uitgevonden zijn. Het schijnt echter, dat het van vroegere dagteekening is, want in „de Uithangteekens” door Mr. J. van Lennep en J. ter

1) Beschrijving der stad Rotterdam, Jacob Kortebrand, 1739, p. 81 en 85. — Cronycke ofte korte waere beschryvinge der stad Rotterdam, Lois, op de genoemde jaartallen. — Laatste Vervolg' Bladeren van Welsenes p. 4.

2) Beschrijvinge der stad Dordrecht, M. Balen, Janszoon, 1677, p. 82.

3) Ibid. p. 653.

4) Antiq. Brabant c. 3. p. 53. — Belg. Mus. v. d. Nederl. Tael- en Letterkunde, IV. p. 218 enz.

5) De klokken zelf werden omstreeks 400 door Pauls, Bisschop van Nola, in Campagna, provincie van het koninkrijk Napels uitgevonden, daarom heet de klok in het latijn Campana of Nola. Het woord „clocae”, klokken, vinden wij reeds in de capitularia van Karel de Groote uit 787, waarin de doop der „clocae” verboden wordt, omdat er veel afgoderij mede gepleegd werd (Glossarium mediae et infimae latinitatis, du Cange). Voor de uitvinding der klokken sloeg men op planken, bekend onder den naam van de „heilige planken” (Belg. Museum v. d. Nederl. Tael- en Letterkunde, IV. p. 218). Vermelding verdient het volgende uit de resolutiën der generale Staten uit de XVII eeuw „1602. Op requeste van Corn. Eeuwoutsz. Proot, munitiemeester binnen Geertruidenberg, geaccordeert octroy voor 20 juren, op syne nieuwe inventie, om de cloeken, die te voeren met veel volks hebben moeten geluyt, oft doordien die vast oft onbewegelyk hangen, niet hebben kunnen geluid worden, geluyt te doen geven, in voegen of die getrocken oft geluyt werden, door de voorsz. instrumenten, met twee mannen alleenlyck, of een van dien, daarvan de patroonen sijn getransfigeert etc. (Febr. 22) Arch. v. Kerk- en Wereld. Gesch. inz. v. Utr. J. J. Dodt, IV. p. 105).

Gouw lezen wij ¹⁾: „Oudtijds droeg het klokkenspel den naam van Beijaard en zoo hing in 1398 de Beyaert te Gent in de Scheldestraat uit.”

Het carillon ²⁾ van Egmond was een der oudste. Te Groningen verkreeg, naar men meent, de St. Martinatoren tusschen 1470 en 1482 het zijne ³⁾.

Utrecht schijnt reeds vroeg een carillon bezeten te hebben.

Het oudste klokkenspel van Utrecht was dat van den toren van Hazenberg, dat ten behoeve van het nieuwe speelwerk in den toren van den Dom (van 1664) gesloopt werd ⁴⁾. Omtrent het speelwerk van het stadhuis lezen wij ⁵⁾:

„It, Jan Vinck ende Corn. Adriaensz. Slot, volg. de conditien, gemaect 25 July 1582, gestelt ende schoongemaect het uyrwerk vd. Carthusers, ende 't selve gebrocht ende gestelt inden nyen toorne op 't stadhuys ⁶⁾ ende aldaer gangbaer gemaect, soe het gaende werk, slachwerk als spelwerk, sonder hetselve werck, overmits de veranderinge vande clocken, te fortseren, lemnen ofte crencken. Voorts geleverd de raderen met hore toebehoeren, tot die vier wisers. Noch alle de hamers tot 14 speelclocken ende eenen slachclock, met de clepels, ysere ketten vande slachclock, 't yserwerk aende schyven, ende daer de schyven an hangen ende hoer toebehoeren, ende voorts alles, nyet wtgesondert, dat tot het voorn. uyrwerk, slachwerk ende spelwerk van node eyst, soevuel het yserwerk aengaet, 160 £.”

In den toren van den Dom te Utrecht hing reeds vóór 1663 een speelwerk. Het bewijs hiervoor wordt geleverd door de kleine ton of speeltrommel, welke men voor een aandenken op den toren bewaarde ⁷⁾.

Op den toren der groote kerk te Goes vindt men bij het uurwerk het volgende rijmpje op twee ijzeren plaatjes geschilderd ⁸⁾:

Jan Clasz. Backer met Vernissis ervaren
Als slach en spel qūam net: De Burgemeester Sware
Dit speelwerck is wel een der meeste deser lāde
De meester quā vā Delft die dit stūc nā in hāde.
Op duyts ses hondert, dry maal acht
Was dit in vier Jaer al volbracht.

Middelburg had in 1505 en mogelijk reeds eenige jaren vroeger een klokkenspel in den toren van het stadhuis, dat bij heel en half uren kerkliederen speelde ⁹⁾.

1) II. p. 259.

2) Het woord „carillon” is afkomstig van quadrille, omdat de eerste klokkenspellen uit vier klokken bestonden.

3) Kerkgesch. v. Nederl. vóór de Hervorming, W. Moll, II, 3e stuk p. 144.

4) Utrecht's Oudheid, J. van Liefland p. 37.

5) Archief v. Kerk- en Wereld. Gesch. inz. v. Utrecht, J. J. Dodt, III. p. 258.

6) Ten jare 1581 liet de regeering van Utrecht op het stadhuis een torentje plaatsen, hetwelk zij met een uur- en slagwerk wilde vernieren.

7) Utrecht's Oudheid, J. van Liefland p. 37 Noot 1.

8) Nav. XXI. p. 611.

9) Geschiedenis v. Amsterd., Ter Gouw, III, 3e stuk p. 223.

Volgens de afbeelding van den stadhuistoren op eene kaart van 1544 voorkomende hing toen in dien toren een klokkenspel ¹⁾).

Omtrent de „Collegiale Kerk” te Deventer vindt men opgeteekend ²⁾, dat „Stats Magistraet, in het jaar 1609 een besluit hebbende genomen om dezen toren te voorzien met eene steene kappe en een klokkenspel daer in, verstont zich den 21 July 1609 voor af door haere Gezanten met Meester Matthys Gerritzen Uurwerker over het maeken van een nieu Uurwerk enz.”

Vele van onze kleinere plaatsen bezaten eertijds een klokkenspel met het uurwerk daaraan verbonden. Zoo vonden wij b. v. omtrent dat van Sittard ³⁾:

„1654 Maart 4. Contract tusschen burgemeester en raad enerzijds en Johan von Neell, uurwerker te Linnich anderzijds, houdende dat deze het uurwerk met de slaanklokken en het klokkenspel op het raadhuis hangende zal herstellen en vernieuwen in dier voege, dat al hetgeen aan de klokken en het uurwerk faalt door hem in orde gesteld worde, en dat de klokken van het klokkenspel van 11 op 17 gebracht worden. Hij zal daarvoor genieten 450 rijksdaalder benevens voor godsheller eenen „rohrnobel” voor zich en voor zijne huisvrouw „zur liebnuss” eenen „schiffnobel” en daarenboven eene „ehrlliche” beëlooning, waarvoor hij „wol begnüg” wezen en zich bedanken zal.”

Te Leiden waren eerst de organisten met het toezicht op de uurklok belast, van een van hen, Claes Boerken, bezitten wij de aanstelling uit 1402, waarbij hem opgedragen werd het bespelen van het groote en kleine orgel en het toezicht op de uurklok der stad, „alse ghewoenlic is.” Hij ontving zijn salaris gedeeltelijk van de stad, 22 pd., gedeeltelijk van de kerk, 28 pd., genoot o. a. het poortrecht en was vrij van alle stedelijke lasten ⁴⁾.

Den 20 April 1577 werd te Leiden „naer 't vermaken van des stadhuys toorn” door Burge-meesteren en Gerechte Geryt Henricz Orgelpyp aangesteld om weder bij nacht „opten toorn te doen wachthouden, en alle uyren opte trompet te blazen.” Den eersten Januari van het volgende jaar werd zijne jaarwedde gebracht op honderd en tachtig ponden en hem vrije bewoning van een huis, mantellaken en vuur en licht toegelegd. In 1584 werd hem een „mede helper” toegevoegd. Uit hunne instructie halen wij aan ⁵⁾:

„De Clocstelre, ende Waecker op den toorn bij nacht Geryt Henricz. Orgelpyp, mit last van 't stats uyrwerck gaende te houden, de looden tyts genouch op te winnen, op dat 't werck by zyn schulde nyet come stille te staen, van op 't werck behoorlick opzigt te nemen, 't zelve gade te slaen, dat het nyet werde gefortseert; de sleutelen hem ge-levert naerstich te bewaren, ende niemant boven by 't werk te laten dan in zyn jegen-

1) Geschiedenis v. Amsterd. Ter Gouw, III, 3e stuk p. 223.

2) Het Kerk- en Wereldl. Deventer, G. Dumber, I, 3e boek p. 412.

3) Bescheiden berustende op het archief te Sittard p. 324.

4) Een Holl. Stad onder de Bourg. Oostn. Heerschappij, Dr. P. J. Blok, p. 299.

5) Beschrijving der Stad Leyden. F. van Mieris, II, p. 380.

woordicheyt, alle werken dagen, zo wel 't hele als 't halve uyr te versteecken, daar op stellende een Psalm, of liedeken naer den eysch des tyts, te weten, d'eene acht dagen 't geheele uyr, d'ander acht dagen 't halve uyr, mit goet duncken van Pieter Oom Pietersz. Jacop Willemsz. van der Burch, en Andries Jacobsz. enz."

"De Clocluyder en Stadthuysbewaerder Cornelis Gerytz. Snyder" zijn helper moest in diensten voorzien, die met het uurwerk niets te doen hadden.

Uit het "Nut ende profytelyck Boecxken, ghenaemt: Een Reghel der Duytsche Schoolmeesters," dat in 1591 te Amsterdam van de hand van Dirck Adriaensz. Valcoogh, Schoolmeester te Barsigherborn en later notaris te Schagen, verscheen leeren wij dat ten platten lande de Schoolmeester met het toezicht op het uurwerk belast was. Onder de "Achthien deughden en puncten, daer een Schoolmeester behoort mede verciert te zijn" vinden wij sub 9 vermeld "Die cloc te stellen dat sy de uren op haar tyt voortbringen;"¹⁾ onder "Wat ghereetschap en Boecken den Schoolmeester tot zijn Ambt behoort te hebben" "Een slonsken oft lanternken om nae 't uerwerck te gaen."²⁾

De "Articlen ende puncten, daer toe de Schoolmeester in de Kerck verplicht is te doen"³⁾ bevatten o.a. "T'uerwerck sal hy stellen ende opwinden."

De werkzaamheden, die de schoolmeester aan het uurwerk te verrichten heeft zijn onder het hoofdstuk "Hoe men een ure-werck sal stellen, regeren, smeeren, ende schoonmaken"⁴⁾ samengevat en luiden:

In Hollandt zyn veel uer-wercken van nieu fatsaen,
Eensdeels cleyn, en eensdeels van grooten doen,
D'een vol raden d'ander dun ende smal,
D'een nieu, d'ander oudt, versleten in yser en stael,
D'een is met Noordewinden nau te stellen
D'ander wil den Meester met nat weer quellen,
Soo dat de ghene die geen goet steller en is,
Zyn ure-werck stelt somtijts wel mis,
Dat het op zyn uren niet perfect en gaet,
Ende dat het oock somtyts stille staet,
Waer door den Meester moet veelmael boven spoeden.
Nu, om alle dese feylen te verhoeden,
Soo sal somtyts d'ondervindinghe perfectheyt leeren.
Ten eersten moet den Meester wel passen op het smeeren,
Hem oock wachten van veel smijten en vijlen,
Hy sal slechts de ledekens smeeren onderwijlen,
Dan eens om die twee ofte dry weecken,
Gewarmden boomoly, oft cleensmeer sal hyer in leecken,
Anders geen smeeringen daer toe te doen.
Nu eer hy hem tot dit smeeren gnet spoen,
Soo moet hy eerst de leden met een mesken schrabben,

1) Regel der Duytsche Schoolmeesters, D. A. Valcoogh door Dr. G. D. J. Schotel, 1875. p. 8.

2) Ibid. p. 11.

3) Ibid. p. 39.

4) Ibid. p. 35.

Die vuylnisse en peck daer schoon nyt crabben:
 Want die dat niet doen, en smeeren op 't oude fundament,
 Soo wordt het slymerachtigh, ende hem te stane wendt.
 Nu als het twee oft dry weken op zijnen smeer
 Heelt gheloopen, gaet het af, neemt weder een keer,
 Loopt het traegh, loyachtigh, end' over langhen,
 Dan moet ghy passen de looden nyt ende in te hangen,
 Soo d'experientie u leert, elck tacken is een quartier.
 Nu weer mager zijnde, smeert op u voorgaande manier,
 Altyt past dat ghy 't onrust wel clareert,
 Want daer by werdt een urewerck gheregeert.
 Past oock op de swaerheyt en lichtheyt van de looden,
 End' alle dreck nyt ronsels en tacken te roden,
 Ende dat de clepels oock rustigh omswieren,
 Luystert nau toe waer de leden gieren,
 Terstont wilt daer met smeeringhe by zyn,
 Een urewerck is to regeeren met const, sonder pyn,
 En d'arheydt, nu alst door lanckheyt is worden rebellen,
 Ende den Schoolmeester niet langer weet te stellen,
 Soo haelt terstont een Meester fraey ende net,
 Die alle dingen weer in zyn oude sleuren set,
 T'is doch quaet te doen, dat wy niet en kinnen;
 Want hy is wys, die een ding aenleyt met sinnen.

Onder den titel „Een Compas, oft Sonnewijser waer op en by de Schoolmeester de Clock stellen sal op haer uren, als de Sonne schijnt”¹⁾ bevat dit boekje eene opgave van de lengte der verschillende dagen van het jaar enz.

In de steden waren kosteren²⁾ gewoonlijk belast met het opwinden, regelen enz. der uurwerken zooals b. v. blijkt uit een volgende aanhaling uit de stadsrekeningen van Arnhem³⁾ (1500. 1501.):

„Aan de Costeren wierdt jaarlyks van dye Uyrklock to stellen x x. ƒ en daar by hun offergeld tot vier hoogtyden, met i i i i ƒ voldaan.”
 en uit die der Buurkerk te Utrecht (1506)⁴⁾

1) Regel der Duytsche Schoolmeesters D. A. Valcoogh, door Dr. G. D. J. Schotel, 1875. p. 41.

2) De kosterijen, klerk-, bode-, en schoolmeestersambten of de »cleyne poyncten,” zooals zij genoemd werden waren in Holland in de 14de eeuw door den vorst aan de steden verkocht. Philips de Goede en Karel de Stoute matigden zich herhaaldelijk dit recht der steden weer aan. Zoo benoemde Philips een koster te Leiden, maar zag hiervan af, toen een vonnis van het Hof van Holland het recht der stad op dat ambt bevestigde. Karel de Stoute maakte in 1469 weer aanspraak op al die ambten in alle Hollandsche steden. De steden protesteerden zoo luide, dat Karel de privilegiën op dat punt nauwkeurig deed onderzoeken door Dirk Poos, grieff van Holland. Het onderzoek en de daarop gevolgde onderhandelingen leidden er toe dat Delft, Leiden, Amsterdam, Rotterdam, Schiedam en Hoorn de ambten behielden, terwijl voor Haarlem en Gouda nog geen beslissing werd genomen. Tot de mindere dienaren behoorde in de hollandsche steden de klokkemaker, die in den regel door het gerecht buiten overleg met de vroedschap benoemd werd. Meestal genoot hij 8 pd. holl. 'sjaars. (Eene Holl. Stad onder de Bourg.-Oostenr. Heerschappij. Dr. P. J. Blok, p. 81, 167 en 168).

3) Arnh. Oudh. G. van Hasselt, I. p. 158.

4) Archief voor Kerk. en Wereldl. Geschied. inz. van Utrecht, J. J. Dodt, III. p. 204.

„Item, Olof Jansz., coster op St. Meertens toorn, heeft dat oerwerc te Buurkerk gestelt, daer hy voor hebben soude 't geheel jaer 50 pondt.”

Onder de plichten aan het ambt van klokluider van den St. Martenstoren ¹⁾ te Utrecht verbonden vinden wij volgens de wet van 1 Febr. 1426 vermeld, na opsomming van zijn jaarlijksch loon van een halven gouden schild: „Hiervoor zal de klokluider ook zorg dragen, dat het uurwerk wel gesteld worde enz.”

Onder de ambten van het domcollegie te Utrecht behoorde dat van den koster van de klokken en het uurwerk (horologium).²⁾

Reeds in 1430 bezat Utrecht een stadsambtenaar, Willem Koornken, belast met het in orde houden van het stadsuurwerk ³⁾. In 1559 vinden wij een half jaar gage van 12 L: 10 sc. voor zekerer Mr. H. Cornelisz. omdat hij 't uurwerk op het stadhuis waargenomen, gesteld en tweemaal des weeks „daerop gebeyert heeft tot recreatie van de borgerye”).

Een van zijn opvolgers was de bekende blinde Jor. Ja. v. Eyck ⁴⁾, wiens gage 28 Oct. 1628 vermeerderd werd met 50 L. „ende dat hem daerenboven noch toegeleyt syn 50 L. voor d'opzicht, die hy gehouden sal wesen te hebben opte horologies ende clocken, soe wel van d'andere kerken als van 't stadhuis, etc.” ⁵⁾ Den 3 Jan. 1625 was hem reeds jaarlijks eene toelage gegeven van 100 L. voor het bespelen van „'t cleinwerck op de Domkercke ⁶⁾”. Het bespelen van de „capittelsclocken alle sondaghen ende vrydaghen een ure voor den noon, te 11 uure, ende alle sondach nae den middach een uur” en „van Mey aen tot Dom's kernis inclusive een uur alle daghen, 's avonts nae den eten, ende dat voor een tractement van 80 gl. jaarlycx,” werd hem den 17 Jan. 1632 opgedragen ⁷⁾.

Deze van Eyck was een zeer bekwaam man. Wij lezen van hem: ⁸⁾ Item, dese cameraer gestelt in handen van Jor. Jacq. van Eyck, beyermeester, de somme van 400 L., daarmede te becostigen een accoot van 30 cymbaeltgens metten appendicien vandien, omme daerop een bequaem persoon off twee te instrueren, ten eynde syne kunst van beyeren met hem niet en kome te sterven, daerdoor syne inventie vrugteloos soude blyven, doch es gestipuleert, dat de heren vande stadt aen haer behouden de optie, off sy voor 6 jaren hetzelfde accoot cimbalen begeren aen haer te houden, off dat Jor. van Eyck haer E. deze 400 L. sall restitueren volgens syne gedane presentatie ende dit volgens resolutie van den 8 April 1631.”

Op zijn graf in het koor der Weeskerk te Utrecht ¹⁰⁾ stond het volgende grafschrift:

1) Beschryving der stad Utrecht Mr. Valentyn Jan Blondeel, p. 340.

2) Kerkgesch. v. Nederl. vóór de Hervorming, W. Moll, II. 1e stuk p. 289.

3) Middeleeuwsche rechtbronnen der stad Utrecht. Mr. S. Muller Fz., I. p. 284. „Item meyster Willam Koornken en sell vander stad niet hebben dan sijn pensio vander uerlocke teverwaren ende die cleder sellen off wesen tot ewigen dagen ende die niet meer te geven.”

4) Archief v. Kerk- en wereldl. Gesch. inz. van Utrecht J. J. Dodt, IV. p. 80.

5) Zie voor bijzonderheden omtrent Jonkheer Jacob van Eyck Oud-Holland, 1883. p. 97 en 268.

6) Archief v. Kerk- en wereldl. Gesch. inz. van Utrecht J. J. Dodt, III. p. 280.

7) Ibid. III p. 279.

8) Ibid. III p. 168.

9) Ibid. III p. 283.

10) Oud-Holland, 1883. p. 99 en 271.

„Van Eyck van 't braav' geslagt der Bazen, leyd hier onder;
 God nam 't hem in het oog, maar gaf 't hem weer in 't oor,
 In mond en vingeren, en scherphedyt van gehoor:
 In Fluyt- en Klokkenspel een aller eeuwen wonder.”

In lateren tijd schijnt Johannes Berghuys te Delft ook een bekwaam klokken-speler geweest te zijn. Van hem vonden wij dat hij luidens de notulen van 19 Juli 1741 benoemd werd tot stads-klokkenist te Delft uit negentien mededingers, ofschoon hij nog niet meerderjarig was, maar „gelet op de preuven van bekwaamheyt en ervarentheyt, zoo op het klokken-spel als orgel, tot genoegen van H. E. gr. Achthb. en met sonderling applausissement van de geheele stad door den persoon van Johannes Berghuys publicque-lyk gegeven.”

Als bewijs, dat onze voorvaderen groote sommen gelds voor hunne klokken-spelen overhadden, diene o. a. de volgende geschiedkundige bijzonderheden omtrent de stad Alkmaar,¹⁾ die ook uit een ander oogpunt van belang zijn. In 1541 werden in het H. Geesthuis 11 klokken tot een voorspel opgehangen, die samen 2785 ponden wogen. Het bespelen er van werd drie malen 's weeks telkens een halfuur aan Mr. IJsbant, de organist, uitbesteed voor f6.— in het jaar. Nadat de nieuwe waagtoren in 1597 en 1598 gebouwd was, werd het speelwerk in 1600 aangevuld tot 18 klokken, een klok van 203 ponden, Maria geheeten, was het vrouweklokje der abdij van Egmond. Het vormde echter geen behoorlijk geheel. Op voorstel van den organist en klokkenist v. d. With werd 25 Sept. 1684 aan Claude Fremy te Amsterdam besteed het leveren van een nieuw stel van 35 klokken, wegende omstreeks 14300 ponden, tegen f1.— het pond, zullende hij de oude overnemen tegen f40.— de 100 ponden, en den 17 October aan Willem Sprakel, sladshorlogiemaker te Haarlem, het maken van ton, raderen, noten, klepels, hamers, tuimelaars enz. In December en Januari werden de 18 klokken, wegende 5207 ponden afgelaten en naar Amsterdam verzonden. Slag- en halfslagklokken waren onder deze 18 begrepen en deden dus ook dienst als speelklokken. Fremy goot in Juni de 12 zwaarste, in Augustus de overige 23 klokken, en begon ze in November te accordeeren, maar door onvoorzichtigheid in het uitdraaien, slaagde hij niet, waarover groote moeilijkheden ontstonden. Den 23 Juli 1687 werd de leverantie opgedragen aan Melchior de Haze te Antwerpen. Zijn werk werd het eerst bespeeld den 26 September 1688. De slagklok woog 2892, de halfslag 2098 en de overigen samen 9393 ponden. De kosten voor klokken en mechanisme beliepen f22225:10: of na aftrek voor het oude spel 16115:5:— buiten vracht en arbeidsloon. Den 16 December brak de windvleugel van de ton; Sprakel herhaald ontboden kwam niet, waarop Jacob Sonnemman het klokken-spel herstelde²⁾. Den 25 Februari

1) Deze gegevens werden ons verstrekt door den Heer C. W. Bruinvis te Alkmaar.

2) Aan dezen Jacob Sonnemman stond de Alkmaarsche regeering in 1703 toe om eens reis naar Moscoviën te doen, ten dienste van den grooten Czaar, en gedurende zijne afwezigheid zijn werk te laten waarnemen door zijnen zoon, het schoonhouden van tou en klavier van Waag en Grootte Kerk voor f120.—, het opwinden der uurwerken voor f100.—, het opwinden der looden voor f100.—, en het bijkomende werk tegen redelijk loon.

1688 werden vijf en 12 September nog twee klokken voor het bovenste octaaf ter vervanging van niet voldoende, ontvangen. Den 27 Juli werd Sprakels werk opgenomen en niet in orde bevonden; hij maakte het in Augustus niet beter.

De slagklok der groote kerk wegende 4200 ponden werd in 1525 door Casparus en Johannes Moer gegoten. In 1541 werd aan Jacobus Wagesens te Mechelen het gieten van 9 klokken tot een voorspel uitbesteed, de grootste van 600 pond, en een bel van 12 of 13 ponden om binnen in de kerk te gelijk met de groote klok, het uur te slaan tegen *f* 10: 5: de 100 ponden, de oude voorslagsklok van 250 à 300 ponden door den gieter over te nemen voor *f* 10 de 100 pond. De nieuwe klokken wogen 2731 pond de grootste 634, de bel 16 ponden en kostten *f* 412: 9: —, met het staande werk mede *f* 700.— In 1689 is een nieuw klokkenspel opgehangen, vermoedelijk door Haze vervaardigd. Den 12 September werd een klok voor de middelste octaaf ontvangen, in ruil voor een niet voldoende. Uit de hand is dit klokkenspel het laatst gespeeld bij de komst van Willem IV te Alkmaar in 1748.

Voor de St. Janskapel werden in 1536 voor een speelwerk gegoten een halfuursklok en 8 anderen van 424 tot 38, samen 1368 ponden, de twee grootsten door Kiliaanus Wegewart, de anderen vermoedelijk allen door Jacobus Wagesens. Toen de kapel in in 1760 verbrandde was dit klokkenspel reeds lang verdwenen.

Het Archief te Rotterdam bevat verschillende stukken, die betrekking hebben op de klokkenstellers der stad. Daar de resolutiën der vroedschap niet meer volledig voorhanden zijn, dagteekent de eerste, waarin van een persoon belast met het toezicht over de uurwerken gesproken wordt, van 23 Januari 1539. Toen werd eendrachtelijk besloten; „datmen Dirk, die Smit, syn tyd uythouden sal van die klokke te stellen. Ende dan salmen Joost de beyerman besoucken om 't selve te doen, ende indien Een ander bequamer gevonden word, die salmen 't selve laten doen.”

Het loon dat voor het stellen van het uurwerk — hoogstwaarschijnlijk dat van het raadhuis — getrokken werd, leeren wij uit de resolutie van 7 Mei 1558 kennen, waarin wij lezen:

„Gestemmet met de meeste stemmen op 't verzoek gedaan by Joost Jansz. beyerman also syn gaetge van 't oorlogie te stellen seer sober is ende maer XXI carolus guldens daar affer heeft ende hem seer swaar valt overmits daer meer nooten op de clocken syn en de meerder aan te doen is dan tin voorleden jaere geweest, dat hy nu voortaan jaerlycks vant voorschreve oorloetge hebben sal te stellen dertich carolus guldens ende sal hem daer voorts mede laten genoughen.”

Een opvolger van dezen Joost Jansz. komt reeds onder den meer wijsdschen titel van „horlogiemeester” voor. Daartoe werd den 13 Nov. 1606 „Henrick Joostez., Beyerman by mijnheeren tot Beyerman ofte Horlogiemeester aengenoomen op alsulke gagie ende emolumenten als syn vader Joost Joostez. deselve gagie bedient heeft.”

Toen in den loop der tijden de stadsuurwerken in aantal waren toegenomen, werd niet alleen het tractement van den man belast met het toezicht verhoogd, maar diens

titel bovendien veranderd in „Stadshorlogemaker.” Het eerst dat een „stadshorlogemaker” vermeld wordt is 15 Januari 1614 toen „Hendrik Joostenz., Stadshorlogemaker zyn gagie met 30 guldens per jaar verhoogd werd, zoodat hij trekken zal 280 ponden jaarlyks.” Deze gage werd den 22 Juni 1626 tot 330 gulden verhoogd.

Uit de resolutiën der vroedschap blijkt verder, dat aan de weduwe van Isaacq Jorisz., opvolger van Hendrik Joostenz., den 11 Mei 1630 een pensioen van 10 ponden Vlaams werd toegelegd, zoo lang zij weduwe was. Een later verzoek van deze weduwe tot verhooging van dit pensioen werd van de hand gewezen.

Omstreeks 1648 schijnen de uurwerken te Rotterdam in een zeer slechten toestand verkeerd te hebben. De resolutiën der Vroedschap bevatten althans onder dagteekening van 7 September 1648 het volgende:

„All horologiën deser stede seer ontstelt syn soo is verstaan dat de heeren burgemeesteren en fabrykmeesteren geauthoriseert oomme te dispiceren een bequaam persoon die deselve sal repareren.”

Simon Dou, die wij later bij een rechtsgeding met Christiaan Huygens weer zullen aantreffen, schijnt toen aan de uurwerken zijn kunst beproefd te hebben, de resolutiën vermelden daaromtrent dd. 16 Aug. 1651:

„Op de requeste van Simon Dou horologiemaker binnen deser stede versoeckende voor syn moeyten twee jaaren langh gedaan te hebben contentement, dat hy voor horlogiemaker deser stede soude worden aangenomen op secker jaarlyks tractement soo syn de Heeren Burgemeesteren en fabrykmeesteren versogt met deselve hierover te spreken.”

Het verzoek van Dou werd bij besluit van 9 Oct. 1651 toegestaan, en krachtens eene overeenkomst van 11 Oct. 1651 werd hij voor den tijd van zes jaren als stadshorlogemaker aangesteld o. a. met de verplichting om binnen Rotterdam te wonen. Voor zijne moeiten de twee vorige jaren gedaan ontving hij 250 gulden en verder aan salaris als stadshorlogemaker voor elk volgend jaar 150 gulden. In het Archief vonden wij een uitvoerig stuk over de slechte wijze, waarop Dou de uurwerken hersteld en onderhouden heeft. Onder een opvolger van Dou werd het tractement van den stadshorlogemaker weer verhoogd o. a. werd den 7 April 1664 Andries Jacobz. Remu op een tractement van 180 gulden aangesteld.

Eenige jaren later — 17 Mei 1677 — werd Philips Erkelens voor den tijd van drie jaren tot klokkenstelder benoemd. Zijne verplichtingen, voorkomende in de resolutie van 17 Mei 1677, deelen wij in Bijlage I mede.

Uit eene resolutie van Burgemeesteren van 4 Juli 1697 blijkt, dat Rotterdam toen zeven stadsuurwerken had, namelijk op het Stadhuis, op den Grooten toren, in de Kapel in den Oppert¹⁾ op het Oude hoofd, in het Gasthuis, op de Delftsche Poort

¹ Dit uurwerk bevond zich tegen den gevel van de Sint Seveerskapel. Op een teekening berustende op het Archief te Rotterdam, die de Kapel omstreeks 1600 voorstelt, komt in het front een uurwerk voor, dat buiten den gevel uitsteekt en onder een kap geplaatst is.

en in de Fransche Kerk, die allen tweemaal daags moesten opgewonden worden.

In de eerste helft der vorige eeuw schijnt het met de stadsuurwerken zeer treurig gesteld geweest te zijn, tenminste in de resolutiën der vroedschap van 14 December 1722 werd zeer geklaagd over het „weinig egaal en accuraat loopen der horologiën.” Dit had ten gevolge, dat bij diezelfde resolutie eene commissie benoemd werd, om te overwegen en examineeren „of niet eenig en hoedanigh nader reglement omtrent het opzicht en de behandeling van de respectieve stadsuurwerken en klokken, soude konnen en behooren te worden gemaekt en vastgesteld.” Na deze commissie gehoord te hebben werd den 28 April 1723 besloten, „dat tot beter toezigt en ordre omtrent de stadsuurwerken en klokken, voor het toekomstige sal werden aangesteld, een bequaem persoon tot opzien-der over alle de stadsuurwerken en klokken, op een tractement van vijer hondert guldens sjaers, des dat denselven het jaer sal genieten ses hondert guldens, in consideratie van het groot verval vande voorz. werken. Dat wyders om alle het noodige des te beter te kunnen effectueeren, daernevens sal werden aangesteld een persoon tot opwinder van de voorz. uurwerken en klokken, op een belooning van twintig stuivers daegs, te rekenen alle de dagen van het geheele jaer, beyde tot wederopzegginge toe.” Voor de bij die resolutie vastgestelde instructiën verwijzen wij naar Bijlage II.

Niettegenstaande het vele, dat de verschillende uurwerken te zien gaven, en de strekende toonen, die zij hier en daar ten gehoor brachten, kan van hen niet gezegd worden, dat zij aan hun eigenlijk doel van steeds den juisten tijd aan te geven voldeden. Het feit, dat wij steeds onder de plichten van de personen belast met het toezicht over de uurwerken vinden „dat zij het stellen moeten” doet reeds vermoeden, dat het gelijk zetten meer dan dagelijksch werk was. Het oude Fransche spreekwoord¹⁾:

»Horloge entretenir,
Jeune dame servir,
Vieille maison réparer,
C'est toujours à recommencer.”

drukt dit zeer aardig uit. Toch valt niet te ontkennen, dat de technische inrichting van deze samengestelde uurwerken verbeterde, en hierdoor ook allengs hun gang. De bedrevenheid en ervaring in de wijze van samenstellen opgedaan leidden tot uitvindingen, die ten voordeele kwamen zoowel van het geheel als van de afzonderlijke deelen.

Allengs was het tijdstip genaderd, waarvan Prof. P. Harting in zijn „leven en werken van Christiaan Huygens” zegt, dat de uitvinding der slingeruurwerken in de lucht hing²⁾.

Nadat door Galilei de theorie van den slinger ter kennis van de geleerden gebracht was, beijverden deze zich den tijd, van een gegeven tijdstip af, of tusschen twee waar-

1) Nos vieux proverbes, L. Larchey, 1886. p. 252.

2) Christiaan Huygens, in zijn leven en werken geschetst. P. Harting, p. 27.

nemingen door middel van losse slingers te bepalen ¹⁾. Verbaasd staat men over de nauwkeurigheid, waartoe zij door dit middel kwamen, en waarin Riccioli reeds in 1640 en 1645 en later Gabriel Mouton inzonderheid hebben uitgemuond.

Twee groote bezwaren deden zich bij deze meting voor. Het eerste, dat men bestendig helpers noodig had om de slingeren te tellen, en zelfs bij eenigen duur der waarnemingen verscheidene, die elkaar aflostten, zooals bij de proeven van Riccioli, die wel eens vierentwintig uren duurden. Om deze moeilijkheid te ontgaan dachten sommigen een toestel uit dat het aantal van deze slingeren aanwees. Helvetius vermeld eene dergelijke inrichting, en Wallis schreef den 1 Januari 1659 aan Huygens, dat iemand aan zijnen slinger een raadge aangebracht had, dat het getal der slingeren aanwees. Een ander bezwaar bij het gebruik der losse slingers was, dat iemand noodig was, om hem van tijd tot tijd door een stootje weder de verloren beweging terug te geven ²⁾.

Voor het mechanisch genie van onzen Huygens was de uitvinding der slingeruurwerken weggelegd, terwijl hij bovendien de slingerwetten door Galilèi ontdekt in formule bracht.

Op het einde van 1656 kwam hij op de gedachte om de uurwerken van slingers te voorzien en de onrusten door slingers te vervangen. Hij vervaardigde toen reeds dergelijke uurwerken en liet ze in 1657 onder zijn oog maken. Den 16 Juni 1657 verwierf hij het octrooi der Staten Generaal op zijne uitvinding, dat hij kort daarop aan den uurwerkmaker Samuel Coster ³⁾ overdroeg. Deze verving nu spoedig menig gebrekkig torenuurwerk door een slingeruurwerk. In 1658 gaf Huygens in het latijn in weinige bladzijden de beschrijving van zijn uurwerk uit, onder den titel „Horologium”. Nog vóór dat deze beschrijving het licht zag trof men bij de uurwerken van openbare gebouwen lange slingers aan van twaalf tot twintig voet, waarbij gewichten van vijf en twintig tot dertig ponden gevoegd waren, zoo snel had zich de mare der belangrijke uitvinding verspreid. Een der eerste uurwerken, dat van een slinger voorzien werd, was de toren van de kerk te Scheveningen. In de Handschriften van Huygens bevindt zich een briefje aan hem, waarop hij met eigen hand schreef 23 Jan. 1658

„Het werk op Scheveningen is tegenwoordig aan den gang: heeft dezen nagt gegaan: de bol is een gewigt van 50 $\mathfrak{L}$. doch denke wat minder er aan te han-

1) Sommige schrijvers o. a. La place, Précis de l'hist. de l'Astron. 1821. p. 60 en Sédillot, Mémoire sur les Instrumens astr. des Arabes 1841. p. 44, beweren dat de slinger als tijdmetr reeds op het einde der 10de eeuw door den Arabischen sterrenkundige Ebn-Junis gebruikt werd, doch het bewijs dat Galilèi hiervan kennis droeg wordt gemist.

2) Verhandeling over Huygens als Uitvinder der Slingeruurwerken, J. H. van Swinden, Verhandelingen der 1e klasse v. h. Kon. Ned. Instituut, 1817, III. p. 28.

3) Merkwaardig is de overeenkomst die »d'Eersame Salomon Coster mr. orlogienaecker in 's Gravenhage» aanging met John Fremantel, »meesterkneght in twelwe hantwerck» waarbij deze laatste »sich verobligte omme syn orlogiewerck op den winckel van Coster te voltrecken tot Meydage 1658. Hy sal genyeten 20 gulden van yeder werck met seyl cooper en stael, en sonder dat 18 gulden 10 stuyvers, nochtans sal Coster hem vry houden van bier, vier en licht.” De akte dagteekent van 3 Sept. 1657, Album der Nat. 1884. p. 31.

gen: en zijn veer en ketting wat anders te maken: het heeft naar gissing een quartier in 24 uren verloopen. Ik meijne op morgen na den middag daar weer heen te gaan."

Hetzelfde jaar dat Scheveningen zijn eerste slingeruurwerk kreeg, werd de domtoren te Utrecht er van voorzien. Dit laatste uurwerk was door Coster aangenomen voor 350 gulden, vrije reis- en verblijfkosten en eene vereering aan zijne huisvrouw, die, toen het werk gereed was, 60 gulden ontving ¹⁾.

Vóór dat Huygens zijn octrooi genomen had, was zekere Dou, die wij reeds als uurwerkmaker te Rotterdam leerden kennen, achter zijn geheim gekomen ²⁾, en maakte de slingeruurwerken na ³⁾. Hij zocht zelfs octrooi te krijgen en bracht aan de overige openbare gebouwen van Utrecht slingeruurwerken aan. Een rechtsgeding tusschen Huygens en Dou voor den Hove van Holland gevoerd, leidde tot den uitslag, dat beiden in 1658 tot een vergelijk kwamen, waarbij o. a. bepaald werd: ⁴⁾

"dat als dan de emolumenten daarvan, alsmede van inventie van voorn. Huygens provenieerende sullen getrokken worden: een derde part voor den voorn. Huygens, het tweede derde part voor voorn. Coster en het resterende derde part voor den voorn. Douwe en off het gebeurde da yemant anders, onder praetext van nieuwe inventie eenigh ander octroy tot praepjudicie van voorz. respectie wercken soude trachten te impetreeren, ofte de voorz. wercken natemaken, beloven de voorz. parthyen pro rato 't selve te sullen tegengaan en malkanderen daarinne de hand biede."

Het lag voor de hand, dat de gewichtige uitvinding van Huygens tot vele aan- en opmerkingen aanleiding gaf, vooral in een tijd toen de toepassing van mathematische theoriën op de werktuigkunde niet algemeen was. De klacht, die Tycho Brahé tegen de uurwerken van zijn tijd inbracht, dat het gewicht bij het afloopen vermeerderde met de zwaarte van het touw, waardoor de beweging zijner uurwerken veranderde, vreesde men dat ook over het uurwerk van Huygens vernomen zou worden. Mylon schijnt dit bezwaar geopperd te hebben, zoodra hij in 1657 van de uitvinding van Huygens kennis gekregen had. Huygens toonde onmiddellijk het ongegronde dezer bewering aan. Anderen dachten dat de nauwkeurigheid, die van dezen tijdmetr verwacht werd, te loor zou gaan, wanneer hij tijdens het opwinden, evenals bij de uurwerken met onrust, stil stond. Hierin voorzag Huygens door de wijze, waarop hij het gewicht ophing. Daar de twee vleugels der as, die den slinger in beweging brengt, beurtelings tegen de tanden van het schakelrad aanstooten, rees bij sommigen twijfel of daaruit niet onre-

1) Konst- en Letterbode, 1821, II. p. 131.

2) Zie voor de wijze waarop Simon Dou achter het geheim van Huygens kwam, door zich toegang te verschaffen tot den toren van Scheveningen. Nav. XXXIV p. 298.

3) Zie voor de punten van verschil en aanraking tusschen de toestellen van Huygens en Dou, Album der Natuur, 1884. p. 25.

4) Konst- en Letterbode, 1821, II. p. 133.

gelmatigheid in de beweging der uurwerken zoude ontstaan, en of niet de slinger door die tegenwerking in zijne regelmatigte beweging meer gestoord kon worden, dan wel regelmatigheid aan de beweging der raderen aanbrenge. Men vergat hierbij, dat de onafhankelijke kracht van den slinger in de raderen greep om de beweging tot regelmaat te dwingen.

Ten slotte werd de opmerking gemaakt, dat de regelmatigheid der slingeruurwerken afhangt van de slingerwijdte. In dit gedeelte van het uurwerk bracht Huygens zeer korten tijd na de beschrijving van zijn uurwerk verandering, hetzij hem hiertoe de overweging bracht om des te gemakkelijker de bestaande tijdmeters met onrust in slingeruurwerken te veranderen, hetzij, wat waarschijnlijker is, om aan zijne uurwerken een nog hooger en graad van nauwkeurigheid te geven. Om deze wijziging te verduidelijken, zullen wij de onrustuurwerken, voor zooverre het het echappement betreft, eenigzins nader beschouwen. Zij kunnen tot twee soorten teruggebracht worden; de eerste, waarbij de as, die de onrust draagt loodrecht staat en waarvan de vleugels dus ook op een rechtstaand schakelrad (Plaat I, Fig. 1.) werken, en de andere, waarbij deze as en het schakelrad horizontaal liggen. (Plaat I, Fig. 2.)

De eerste soort veranderde hij door aan de as een rondsel of klein rad O toe te voegen, dat, evenals de as eene heen- en wedergaande beweging hebbende, eene dergelijke beweging aan een grooter rad P (Plaat I, Fig. 3.) gaf, door wiens middelpunt de gebogene en met den slinger vereenigde hefboom TQR gaat. Daar nu de middellijn van het rad P , het dubbel of drievoud is van die van het rondsel O , oordeelde Huygens, dat geringe schommelingen van den slinger het uurwerk in beweging moesten houden, en kleine ongelijkheden de gelijkmatigheid niet zouden storen.

De tweede soort veranderde hij zoo, dat het vertikaalrad H (Plaat I, Fig. 4) in plaats van onmiddellijk op de vleugeltjes MN der as, die den slinger doet bewegen, te werken, op het rondsel I van het daarboven geplaatste kroonrad werkt, wiens zaagtanden de vleugels M en N der as, waarvan het ongebogen gedeelte $PQRS$ den slinger doorlaat, beurtelings vatten. De as lag dus horizontaal in plaats van vertikaal. Het schijnt, dat hierdoor de slingeringen grooter werden, reden waarom hij den draad, waaraan de slinger hangt, tusschen twee gekromde plaatjes AB , AC (Plaat I, Fig. 5) bracht, waardoor de draad en dus ook de slinger in zijne schommeling beperkt werd.

Later vond hij, dat die twee plaatjes, om den slingertijd onafhankelijk te maken van de schommelwijdte, cycloidale bogen moesten zijn, gebruik makende van de eigenschap, dat de cycloïde en hare ontwondene gelijke en gelijkvormige kromme lijnen zijn ¹⁾ De

1) Zooals bekend is heeft de cycloïde de eigenschap, dat van welk punt van hare holle zijde men een gewicht laat afdalen steeds de tijden tot het bereiken van het laagste punt gelijk zijn. Het bewijs hiervoor zou ons te ver voeren, wij verwijzen hiervoor naar J. P. Delprat, *Beginnels der Dynamica en Hydrodynamica*, 1861. p. 56, en voor het bewijs, dat de ontwondene der cycloïde eene gelijke en gelijkvormige kromme oplevert naar J. Badon Ghyben, *Beginnels der Differential- en Integral-Rekening*, 1861. p. 367.

moelijkheid, die zich echter o. a. voordeed om zulke cycloïden nauwkeurig te vervaardigen, heeft hen later buiten gebruik gesteld.

In 1680 verving William Clement, uurwerkmaker te Londen, de tot nog toe gebruikte onrust door een vlak schakelrad voorzien van zaagvormige tanden, waarin twee haakvormige tanden grepen. Daar dit soort van echappement eenige overeenkomst had met de armen van een anker kreeg het den naam van ankervormig echappement. Nauwelijks was dit bekend of Dr. Robert Hooke beweerde het reeds vroeger uitgevonden te hebben. Werkelijk bewees hij reeds in 1666 in de „Royal Society” een uurwerk met slinger en anker vertoond te hebben. Door dit echappement werd de kroon gezet op de uitvindingen van Huygens; de rollen waren verwisseld, de slinger tot nog toe afhankelijk van het uurwerk, zou voortaan het uurwerk beheerschen. Dat men onmiddellijk het gewicht dezer vinding erkende blijkt uit de benaming „royal pendulum,” die men aan den slinger met het anker gaf. Voortaan konden bij den slinger groote lengte en kleine amplitude, waardoor de beschreven boog samenviel met die eener cycloïde, met minder gewicht vereenigd worden.

Het volmaakte was echter nog niet bereikt. Wanneer wij de Plaat I, Fig. 6 voor ons nemen zien wij, dat, wanneer de tand A op zijn weg de binnenvlakte van den rechter arm B vat, hij hem met volle kracht ter zijde duwt, en daardoor aan den slinger de kracht teruggeeft, die hij door den tegenstand der lucht, en de wrijving verloren heeft. De andere tand C daarentegen glijdt onder den arm D slechts weg, zonder aan den slinger een nieuwe impulsie te geven. Bovendien was het niet mogelijk het eenigszins teruggaan van het rad te vermijden.

Deze bezwaren werden echter door George Graham¹⁾, door de uitvinding van het rustend echappement, overwonnen. Bij deze inrichting geven de tanden van het schakelrad bij het afglippen telkens aan de lepels van het anker, en dus ook aan den slinger een nieuwe impulsie, en daarna staan zij volmaakt stil. Deze uitvinding van Graham behaalde de overwinning op het anker van Hooke, niettegenstaande den fellen tegenstand van vele vakmannen. Zij deelde aan den slinger een gelijkmatige kracht mede, en aan het raderwerk tijdperken van rust, waardoor gelijkmatige tijdsindeeling ontstond. Niettegenstaande de vele uitvindingen na Graham, wordt nog steeds het rustend echappement als noodzakelijk deel beschouwd van elk grooter slingeruurwerk en reguleur. Slechts bij de kleine slingeruurwerken en wekkers wordt het anker van Hooke nog gebruikt, omdat deze soort van uurwerken, om hunne geringe afmetingen, een korten en lichten slinger noodig hebben. Verder vindt men dit anker ook nog bij de zogenaamde „Schwarzwälder Wanduhren”, omdat het gemakkelijker te maken is, minder nauwkeurigheid vereischt en dus goedkoper te leveren is.

De soliede oude ijzeren en messing huisklokken, die men hier en daar aantreft

1) Geb. 1675 gest. 1751.

en wier vervaardiging nog in onze eeuw plaats had, bezitten allen het minder eischen stellende anker van Hooke, maar met langen slinger.

Thans kon men uurwerken bezitten, die aan de eischen van het gewone dagelijkse leven voldeden, maar het ideaal voor den sterrenkundige was nog niet bereikt. Hij verlangde onbeperkte nauwkeurigheid van zijn uurwerk, omdat hij, wanneer de zon of poolster zich aan zijne blikken onttrok, de middelen tot juiste tijdbepaling miste. Om het gewicht van de kennis van den juiststen tijd te gevoelen behoeven wij maar een oogenblik te denken aan de groote tijdruimten, waarmede de sterrenkundige soms moet rekenen; een verschil van 1 seconde in de 24 uren geeft b. v. in 1000 jaren, het jaar op 365 dagen rekenende, reeds eene afwijking van 101 uren, 23 minuten en 20 seconden. De wensch om den sterrenkundige tevreden te stellen, was een nieuwe spoorslag tot verdere onderzoekingen. Alle aanwijzingen, behalve die van tijd, werden over boord geworpen, en de grootst mogelijke eenvoudigheid in samenstelling betracht om de wrijving tot een minimum te brengen. Uurwerken, die dikwijls opgewonden moesten worden werden afgekeurd, omdat de tappen en pannen aan te veel slijtage onderhevig waren, waardoor onregelmatigheid ontstond. Bovendien is het zaak dergelijke uurwerken tegen dreunen te beveiligen, dat zelfs bij de grootste zorg bij het opwinden, toch niet geheel te voorkomen is. Uurwerken, die slechts eenmaal in de maand opgewonden behoeven te worden, voldeden het best. Voor hen waren behalve de drie raderen voor de wijzers, vijf raderen voor het gangwerk noodig. Met vreugde werden de uurwerken begroet, die een jaar lang konden loopen, maar in de praktijk bekoelde de geestdrift. Behalve de 3 raderen voor de wijzers eischten zij zes andere, die door hun gewicht en grootte veel wrijving en dus ook slijtage na zich sleepten. Thans werd de grootte der raderen bestudeerd, zoowel in onderling verband als ten opzichte van het gewicht en de lengte van den slinger, alsmede het aantal tanden der raderen en de verhouding van de omtrekken der raderen tot hunne tappen. Men vond de gewenschte mathematische vormen der tanden, de beste metalen ter vervaardiging der raderen en de werktuigen om hen te bewerken. Ook het echappement werd in verhouding tot de overige deelen uitgevoerd. Met dezen vooruitgang in de vervaardiging der deelen, verbond men de voordeeligste plaatsing der samenstellende deelen onderling, waardoor de wrijving tot een minimum werd teruggebracht en het echappement zeker kon werken.

Belangrijk was de uitvinding der veer, die de plaats van het gewicht moest innemen op het oogenblik, dat het uurwerk werd opgewonden.

Ook de slinger deelde in den vooruitgang. Wij wezen er reeds op, dat Huygens zijn plan om den slinger een cycloïde te laten beschrijven had moeten laten varen; behalve het bezwaar om dergelijke cycloïden zuiver te vervaardigen, veroorzaakten hygrometrische invloeden, metaaluitzettingen, wrijving enz. grootere onregelmatigheden dan men verwijderen wilde. Door de slingerwijdte tot 4° te beperken valt de cirkelboog samen met den boog der cycloïde; deze amplitude werd verkregen door het anker $\frac{1}{8}$ impulsief te laten

werken en $\frac{1}{2}^{\circ}$ rust te geven. De beste vorm voor het gewicht van den slinger bleek die te zijn, waarbij het kleinste oppervlak aan de lucht wordt aangeboden, daar dan slechts weinig luchtdeelen van elkaar behoeven gescheurd te worden. Een bezwaar bleef echter bij den slinger op te lossen. De afwisseling der temperatuur wijzigde de lengte van den slinger en daardoor ook den slingertijd. Men had deze ervaring reeds vroeg opgedaan en daarom den slinger van goed uitgelooofd dennenhout, dat een kleine coëfficiënt van uitzetting heeft, vervaardigd. Om hem bovendien tegen den invloed van vochtigheid te beschutten had men hem met een harsachtig vocht doortrokken. Ofschoon deze slinger voor gewone uurwerken voldeed, bevredigde hij bij nauwkeurige tijdmeting niet. De bekende Graham kwam op het denkbeeld, om van het verschil in uitzetting der metalen zóó partij te trekken, dat het slingerpunt bij verschillende temperaturen zich niet verplaatste. Aldus ontstond de zoogenaamde compensatieslinter. Hij vervaardigde daartoe de stang uit staal of ijzer, en verving de lens door twee stofdicht afgesloten glazen cilinders, die hij ter weerszijde van de stang plaatste. Deze cilinders waren zoover met kwik gevuld, dat er nog ruimte genoeg overbleef, om het kwik gelegenheid tot uitzetten te geven. Nam tengevolge van het toenemen der temperatuur de lengte der stang toe, dan rees het kwik in de glazen. Door zorgvuldige waarneming en berekening, verkreeg hij, dat de uitzetting van de stang naar beneden, en de veel grootere uitzetting van het kwik naar boven het slingerpunt steeds op dezelfde hoogte deden blijven. Ofschoon de compensatie door kwik tot heden toe wordt toegepast, zoo kwam toch Graham reeds op het denkbeeld om haar door een ander metaal te verkrijgen. Het denkbeeld van Graham werd in 1726 door Harrison uitgevoerd met den zoogenaamden roostervormigen slinger.

Deze bestaat meestal uit vier rechthoekige, niet geheel geslotene ramen, die in elkander zijn geplaatst en afwisselend uit ijzer en messing bestaan.

Het verlengen van het eene raam naar boven en van het andere naar beneden hoopte men, dat, door de ongelijke uitzettingscoëfficiënt van beide metalen, zoo zou plaats hebben, dat ten slotte het slingerpunt bij verschillende temperaturen niet verplaatst werd.

Ofschoon wij nog een groot aantal compensatieslingers zouden kunnen beschrijven, daar bijna elke horlogemaker van naam zijne wijze van compenseeren heeft, zoo zullen wij ons toch tot de opgenoemde als de meest voorkomende beperken.

Volkomen vereffening van temperatuursverschillen is tot heden toe nog niet verkregen. Het spreekt echter van zelf dat een goede compensatieslinter verre de voorkeur verdient boven een gewone. Vele slingers, die bij den eersten oogopslag zonder compensatie schijnen te zijn, blijken echter bij aandachtige beschouwing wel degelijk tegen temperatuursveranderingen gewapend te zijn. Zoo hebben vooral de Engelsche uurwerken compensatieslingers, die uit een stang van dennenhout bestaan, waarover een met lood gevulde lens geschoven is, die door eene schroef hooger of lager gesteld kan worden, want de verlenging door de uitzetting van het hout naar beneden, wordt opgeheven door de uitzetting naar boven van het lood.

Om de gevolgen der temperatuursveranderingen door eene compensatie zooveel mogelijk op te heffen zijn zeer zorgvuldige waarnemingen noodig, en worden vooral kasten vereischt, waarin men de uurwerken onder den invloed van verschillende temperaturen kan waarnemen.

Nadat het vraagstuk van het juist aangeven van den tijd binnen enge grenzen was opgelost, ontstond den wensch om de verkregen uitkomsten meer aan het dagelijksche leven dienstbaar te maken. Hierdoor werden omstreeks het midden van deze eeuw eerst te Weenen, later ook te Freiburg, in Silezië en in het Zwarte Woud zoogenaamde reguleurs vervaardigd, die met en zonder slagwerk aan de alledaagsche eischen goed voldoen, en voor een matigen prijs te verkrijgen zijn. De voorziening in deze bepaalde behoefte is mogelijk geworden, door dat thans alle deelen, met behulp van stoom- en waterkracht, dus langs machinalen weg vervaardigd worden. Dat deze uurwerken niet aan de strenge eischen van astronomische uurwerken voldoen, die met de hand gemaakt moeten worden, spreekt van zelf. De vervaardiging van astronomische uurwerken is slechts het werk van enkele ware kunstenaars. De gewone reguleurs hebben veel overeenkomst met de torenuurwerken van den lateren tijd. Zij bezitten gewoonlijk ook slagwerk, de inrichting om tijdens het opwinden door te loopen, een langen zwaren slinger en meestal het rustend ankerechappement van Graham, dus alle gegevens voor een goeden geregelde gang.

Ofschoon wij later bij de electrischen uurwerken nog op de torenuurwerken terugkomen, zoo willen wij toch opmerken, dat aan hen nooit die eischen gesteld kunnen worden, waaraan de reguleurs behooren te voldoen. Door de groote afmetingen der torenuurwerken, hunne zware hamers, lange wijzers, den weerstand van de lucht enz. ontstaat groote wrijving ten koste van de regelmatigheid van den gang. Bovendien, daar de storende invloeden van temperatuursverschillen bij torenuurwerken meer dan bij elk ander uurwerk nadeelig werken, en de wind tegen de wijzers hun gang versnelt of vertraagt, en de dreuning van den toren nadeelige invloeden uitoefenen, is het verkrijgen van groote regelmatigheid in den gang hoogst moeilijk. Toch heeft men thans wel goede torenuurwerken, mits de menschen belast met hun onderhoud, hun plicht doen. Voor dat de tegenwoordige reguleurs in de kamers gebruikt werden, voorzagen andere uurwerken in dezen dienst. Wij vermelden reeds vroeger, dat, spoedig na de uitvinding der raderuurwerken, ook particulieren voor huiselijk gebruik zich uurwerken aanschaffen. Oorspronkelijk zullen deze raderuurwerken wel zeer groot geweest zijn, doch toen men in staat was de drijfkracht van het gewicht te vervangen door de spankracht eener veer, konden de afmetingen kleiner worden. Wat men hierdoor echter won in afmeting, verloor men in regelmatigheid van den gang.

Na de uitvinding van den slinger paste men hem ook op deze soort uurwerken toe, maar daar het slechts mogelijk was kleine slingers te gebruiken, bleef het anker van Hooke tot heden bij die uurwerken in gebruik. De gebreken, die den regelaars de veer bij hen aankleven, zijn de oorzaken, waarom de horlogemakers zooveel moeite

hebben om deze uurwerken een geregelden gang te geven. Thans nu de regulateurs zoo- veel beter gaan, is men nog minder dan eertijds met de pendules tevreden, naar zij zullen hunne plaats als sieraad wel blijven behouden. Een gunstige uitzondering maken de pendules, die door hunne hoogte het gebruik van een langen slinger en een rustend echappement toelaten, zij staan bij de regulateurs door veerkracht gedreven niet achter. Dergelijke werken zijn gewoonlijk in groote marmeren kasten opgesteld.

De kasten van de eerste uurwerken voor huiselijk gebruik waren meestal uit brons of hout, vooral ebbenhout, gemaakt en rijk versierd. Reeds op het einde der 15^{de} eeuw vervaardigden de Italianen sierlijke, kleine bronzen kasten. Zij waren soms zoo vervaardigd, dat zij als sieraad der kamers konden dienen, en gelijktijdig in een etui geborgen op reis konden medegenomen worden. De heerschende smaak in de bouwde werd bij die kasten natuurlijk ook gevolgd. Tot het midden der 13^{de} eeuw vindt men hen in byzantijnschen en romaanschen stijl, daarna kwamen zij in gothischen of germaanschen stijl voor. In Italië begon omstreeks 1400 de renaissancestijl in zwang te komen, die na de 17^{de} eeuw in den stijl van den Baroktijd en daarna in dien van de Rococoperiode overging, totdat eindelijk de tijd van overlading en wansmaak aanbrak. Behalve Italië leverde ook Engeland schoone pendules van slag- en speelwerk voorzien in kasten van ebbenhout. In Duitschland en Oostenrijk munten steden zooals Weenen, Praag, Troppau, Augsburg, Neurenberg, München, Spiers, Dresden, Bautzen, Dantzig, Maagdenburg enz. door de sierlijke vormen van hunne kameruurwerken uit. In Meissen werden in den Rococotijd schoone porceleinen kasten vervaardigd met plastische figuren en rijken bloementooi.

Babeau in zijn boek *«Les bourgeois d'autrefois»*¹⁾ zegt omtrent Frankrijk: *«Les pendules étaient rares en province au dixseptième siècle. J'ai été surpris de n'en rencontrer aucune sous Henri IV et Louis XIII chez de riches bourgeois. Un marchand très à l'aise possède en 1648 une horloge et réveil matin de fer. Il faut entrer en 1682 dans le cabinet d'un lieutenant général du baillage pour y trouver une pendule sonnante»*¹⁾

«Vers la fin du règne de Louis XV, les pendules se multipliaient; j'en trouve montées sur des pieds dorés, ou «de bois à placage de cuivre»; j'en trouve soit avec des boîtes de bois doré à la capucine, soit «à répétition», soit avec cadrans d'émail, aiguilles d'acier, chapiteau de bois et ornements de cuivre et couleur. Cependant chaque ménage, en province, n'a d'ordinaire qu'une pendule, deux tout au plus. Dans les petites villes du Maine, ou n'en avait pas dans les chambres; l'unique horloge était placée dans la cuisine, l'antichambre ou la salle. A Paris, chez un grand relieur, comme Padeloup, il y a deux pendules, une grande et une petite²⁾. Chez un ancien juge consul, en 1737, je trouve une pendule estimée 170^l. Chez un grainetier, qualifié d'écuyer, il n'y a, en 1745, qu'une pendule à balancier garnie de sa boîte de bois noirci³⁾. Un horloger, en

1) *Les bourgeois d'autrefois*, A. Babeau, p. 25, 26.

2) *Bulletin de l'Société de l'hist. de Paris*. XI^e année.

3) *Arch. jud. de l'Aube*, No. 1243.

1794, n'a dans sa boutique qu'une pendule antique, à cuivres dorés, et une pendule à secondes au nouveau goût¹⁾).

In het begin van onze eeuw muntte vooral Weenen uit in het vervaardigen van pendules met kasten van verschillende houtsoorten en vormen.

Vermelding verdienen nog de bekende „Schwarzwalder Uhren," waarvan de vervaardiging hoofdzakelijk plaats heeft in het zuidelijke gedeelte van het Badische Zwarte Woud tusschen Homburg en St. Blasien. Tot de 17^{de} eeuw leefde daar de bevolking alleen van akkerbouw en veeteelt, nagenoeg afgesloten van het overige der wereld. De vele oorlogen der 17^{de} eeuw brachten hierin verandering, langzamerhand sloop de industrie het land binnen. Als het begin van deze nieuwe periode wordt het oprichten van een glasblazerij in de bosschen van het kerspel Neukirch door den abt Paul van St. Peter in 1688 aangemerkt. Een van de bewoners van het Zwarte Woud, die met het glas over land trok, kocht in Boheme een houten uurwerk, die toen nog geen slingers hadden, maar alleen een onrust. Dit uurwerk werd, toen hij met zijn schat tehuis gekomen was, nagemaakt door Lorenz Frei en Kreutz, zonder dat door hen verder met uurwerken handel gedreven werd. Uurwerken voor den verkoop maakte in het begin der 18^{de} eeuw Simon Dilger, een draaier uit de gemeente Urach, en Frans Ketterer, uit de gemeente Schönwald. Deze beide mannen zijn als de patriarchen van de „Schwarzwalder Uhrmacher-Kolonien" te beschouwen. Ofschoon deze soort van uurwerken zeer eenvoudig was, zoo vonden zij toch zoo gunstig onthaal, dat velen zich op hunne vervaardiging toeleghen, waardoor tengevolge der concurrentie hun prijs van fl. 3.— op kr. 50 daalde.

In 1730 kwam Anton Ketterer op de gedachte om een vogel de uren te laten uitroepen, waardoor de koekoek-klokken ontstonden. Langzamerhand werden de toestellen ter vervaardiging der afzonderlijke deelen verbeterd, en gedeeltelijk uit het buitenland ontboden. Van den zoon van bovengenoemden Dilger, Frederik genaamd, wordt vermeld, dat hij vele instrumenten uit Parijs, waar hij langeren tijd vertoefde, medebracht. De noodige gietijzeren deelen voor deze uurwerken werden aanvankelijk door Solothurn en later door Neurenberg geleverd.

In 1740 kwam zekere Matthias Grieshaber in Gütenbach op het denkbeeld, om de wijzerplaten niet meer uit de hand te laten schilderen, maar met gedrukte kopergravuren te beplakken. Als bewijs, dat de afzet van deze uurwerken destijds reeds groot was, diene dat spoedig vijf drukkerijen te Gütenbach volop werk hadden met het vervaardigen van wijzerplaten. Om niet langer, wat de gegoten voorwerpen betreft, afhankelijk van het buitenland te zijn, werd in 1760 in Waldau een gieterij opgericht. Omstreeks 1775 werden wijzerplaten vervaardigd, zooals zij nu nog zijn, terwijl in 1792 de kleinere soorten voor het eerst gemaakt werden door zekeren Jakob Jakob, waarvan zij den naam van „Zweimal Jokele" kregen.

1) Procès verbaux de la 2e Section de Troyes.

Reeds voor een eeuw trokken de eenvoudige bewoners van het Zwarte Woud met hunne waar naar Duitschland, Zweden, Engeland, Rusland, Spanje, Turkijë en Egypte, zelfs naar de binnenlanden van Azië. In de meeste landen werden zij gaarne ontvangen en vond hunne waar aftrek, en waar zij op tegenstand stuitten, daar gebruikten zij list. In Rusland schonken zij aan keizerin Katharina II een kunstig uurwerk, dat dit land voor hun handel ontsloot, in 1779 gelukte hun dezelfde list tegenover den Sultan van Turkijë.

Het Zwarte Woud levert thans jaarlijks, dank zij zijne fabrieken, door den stroom zijner riviertjes gedreven, ongeveer 700.000 uurwerken, wier waarde op twintig millioenen mark geschat wordt.

In den laatsten tijd is voor de geheele uurwerk-industrie der oude wereld Amerika als een geduchte concurrent verzezen. De tanden der raderen worden daar niet ingesneden, maar het geheele rad in eens geponsd!).

Op veel van hetgeen thans de nieuwe wereld ook op het gebied der uurwerk-vervaardiging aanbiedt, en velen met verbazing aanzien, geldt de spreuk „er is niets nieuws onder de zon.” Wanneer wij de aanprijzing lezen der uurwerken, die slechts eenmaal per jaar behoeven opgewonden te worden, dan denken wij aan een uurwerk uit 1630 waarvan gezegd wordt: 2) „een horloge, synde hoog daytsch grof werck in een ovaal met een snaer ende wesende het monster los, 'twelek aan beyde syden geopent wierden, aen d'eene syde hebbende de wyser ende aen d'ander syde de snaer om op te winden, welcke horologie somtyts drie, vier, vyff off zes maenden continaelijk is loopende,” of wel aan een uit 1670 „nogh een staende horologie in een cas dat geseyt wort een jaar te lopen.”

Evenzoo vergeten wij wel eens bij het gebruik van horloges, die zonder sleutels opgewonden kunnen worden, dat zij reeds eeuwen bestaan hebben, daar op de Tentoonstelling van Oudheden en Merkwaaardigheden te Delft in 1863 3) o. a. aanwezig waren: een gouden horologe met beschilderde wijzerplaat waarop „Nec plus ultra”, dat met geen sleutel behoefde opgewonden te worden, en verder een koperen horloge, dat van boven opgewonden werd.

Het zou ons te ver voeren wanneer wij de kunstige uurwerken wilden beschrijven, die vooral in den laatsten tijd in allerlei vormen gemaakt worden. Uit vroegere eeuwen verdienen echter vermelding de uurwerken, waarvan o. a. nog een op het kasteel te Heeswijk bewaart wordt. Het bestaat uit een koperen bal met het opschrift: „Balthasar Pusch in Elbing.” De bal, die aan een ketting hangt, waarlangs hij opgewonden kan worden, om daarna door zijn eigen zwaarte te dalen, is op zijn oppervlak van een uurverdeling voorzien, waar langs eene naald, die onder den bal uitkomt, het uur aanwijst. Een dergelijk uurwerk bezit ook het Huis Nyenburg bij Alkmaar. Tot deze soort van

1) G. Herz. Gesch. der Uhren, p. 62.

2) Navorscher XXXV, p. 364.

3) Catalogus, p. 40, No. 920 en 921. Tijdschr. 1579—1725

uurwerken behoort ook het Chineesche uurwerk met slagwerk op het Museum der Rotterdamsche Diergaarde. Van boven is het van eene onrust voorzien, die met hare vleugels op de tanden van het schakelrad werkt. De drijfkracht wordt geleverd door een gewicht, dat aan eene snaar is opgehangen. De wijzer is met het gewicht verbonden, en wijst dalende het uur aan, waartoe de kast bij de insnijding, waarlangs de wijzer zakt, van de uursijfers in Chineesche karakters voorzien is.

Ten slotte meenen wij te moeten vermelden dat het gebruik, om op den schoorsteen een pendule en kandelaars te zetten, eerst in het midden der 18^{de} eeuw opkwam, zonder echter algemeen te zijn ¹⁾.

1) Les bourgeois d'autrefois, A. Babau, p. 25.

DE TIJDMETERS VOOR DEN ZEEMAN.

Het behoeft wel geen betoog, dat het voor den zeeman van het grootste belang is, om in staat te zijn de juiste plaats te kunnen bepalen, waar zijn schip zich bevindt. Zonder die kennis loopt het schip gevaar van op ondiepten of rotsen te stooten. Om tot deze wetenschap te komen, is, behalve goede kaarten, de kennis van twee gegevens noodig, namelijk de geographische breedte en de geographische lengte der plaats. Het vinden van de geographische breedte heeft op eenvoudige wijze plaats ¹⁾, maar aan de oplossing van het vraagstuk, om op weinig omslachtige wijze de lengte te bepalen, hebben velen hunne krachten beproefd. Toen men reeds lang kon spreken van het *bepalen* der breedte, moest men zich tenopzichte der lengte vergenoegen met de meer bescheiden uitdrukking van *gissen*. Zelden heeft een vraagstuk zoo langen tijd zooveel denkende hoofden bezig gehouden als het vinden der geographische lengte. Het tijdvak, waarin de ontdekking van Amerika geschiedde, was ook voor dit onderwerp belangrijk. Toen Columbus de lijn gevonden had, waar de magneetnaald niet afweek, kwam hij op het denkbeeld om met behulp van de afwijking der magneetnaald de geographische lengte eener plaats te bepalen. Volgens het journaal van de tweede reis, April 1469, orienteerde zich de admiraal werkelijk hiermede. De grillige lijnen, die de isogonen vormen, waardoor zij soms voor een groot deel met de parallellen samenvallen, waren natuurlijk destijds nog onbekend. De overmoed, waarmede Paus Alexander VI de helft der wereld onder twee machtige rijken verdeelde ²⁾, bewees onbewust groote diensten aan de toepassing der astronomie op de zeevaartkunde en aan de vermeerdering der kennis van het aardmagnetisme. Om de punten van de demarcatieline te bepalen, werden de zeemogendheden overstelpt met voorstellen. Maar al ras bleken noch de wetenschap, noch de meetwerktuigen, waarover men in 1493 beschikte, voldoende te zijn, om het moeilijke vraagstuk op te lossen. Al beroemde zich ook een Sebastiaan Cabot nog op zijn sterfbed, door goddelijke openbaring de juiste methode

1) Zie hiervoor o. a. Geodesie, G. A. Kerkwijk, p. 484.

2) »Bula de Alexandro IV sobre la particion del Oceano" van: 4 Mei 1493.

te weten, om de geographische lengte te vinden. De openbaring, waarop hij zich beriep was feitelijk niets anders dan het vaste geloof in de veronderstelling, dat de afwijking van de magneetnaald snel en regelmatig met den meridiaan veranderde. Met het toemen van de kennis van de afwijking van de magneetnaald op verschillende punten, vervloeg de hoop langs dezen weg te slagen, vooral toen omstreeks 1530 de kosmograaf, Alonso de Santa Cruz, zij het ook met gebrekkige gegevens, de eerste algemeene magnetische kaart ontwierp.

De behoefte om praktisch de lengte te bepalen deed zich hoe langer zoo meer gevoelen. De oude hipparchische methode van de maansverduisteringen bleek, behalve dat zij zelden kon toegepast worden, hoe langer zoo gebrekkelijker te zijn. Het gebruik van de maanafstanden werd reeds in 1514 door den Neurenberger sterrenkundige Johan Werner en spoedig daarna door Orontius Finaeus en Gemma Frisius aanbevolen. Deze methode moest echter lang onbruikbaar blijven. Eerst toen, na vele vergeefsche pogingen met instrumenten van Peter Apianus en Alonso de Santa Cruz, Newton omstreeks 1700 de spiegelsextant had uitgevonden, werd zij in 1731 door Hadley onder de zeevaarders verspreid.

Groot is de invloed geweest, dien de Arabische sterrenkundigen van Spanje uit, op de ontwikkeling der toepassing van de astronomie op de scheepvaart hebben uitgeoefend. Vele methodes werden beproefd, wier mislukken meestal aan andere dan de ware redenen, onjuiste veronderstellingen en onnauwkeurige waarnemingen, werden toegeschreven. Zoo beschuldigden de Portugeezen zelfs de Spanjaarden, dat zij hunne astronomische opgaven om staatkundige redenen vervalschten. De behoefte, om bij elken grooten zeetocht een sterrenkundige mede te nemen, werd zoo algemeen gevoeld, dat b. v. de koningin Isabella den 5 September 1493 aan Columbus schreef: „ofschoon gij door uwe ondernemingen getoond hebt meer te weten dan eenig ander sterveling, zoo raad ik U toch aan Fray Antonio de Marchena mede te nemen, hij is een geleerde en inschikkelijke sterrenkundige.” In de beschrijving van zijn vierde reis zegt Columbus: „Er bestaat slechts één vertrouwbare wijze om het punt te bepalen, waar zich een schip bevindt, zij is die van den sterrenkundige. Wie haar kent kan tevreden zijn. Hare uitkomst gelijkt op een „vision profetica.” Wanneer onze onwetende zeelieden vele dagen de kust uit het oog verloren hebben, weten zij niet waar zij zijn. Zij zouden de landen, die ik ontdekte niet terugvinden. Bij het schip behoort „Compas y arte”, de boussole en de kennis, de kunst der sterrenkundigen”.

Men was op den goeden weg, die naar het doel leidde, vooral toen de tijdmeters zich eene plaats verworven hadden onder de noodzakelijke scheepsinstrumenten.

Het denkbeeld, om de lengte door middel van uurwerken te vinden, werd reeds in de 16^{de} eeuw geopperd. Zoo stelde o. a. Gemma Frisius in 1530 voor het vraagstuk door tijdmeting op te lossen, maar de uurwerkmakerij was destijds nog niet bij machte aan de vele en hooge eischen, die aan den tijdmetr moesten gesteld worden ¹⁾ te voldoen.

1) *Histoire d. l. Mesure du temps*, Berthoud, I. p. 271.

Talrijk zijn de aanmoedigingen van vorsten en regeeringen, om tot de oplossing van dit gewichtig vraagstuk te geraken. Zoo loofde Philips III, Koning van Spanje, in 1598 eene belooning uit van 100.000 frcs. aan hem, die een eenvoudige wijze uitvond, om nauwkeurig de lengte op zee te bepalen.

Aan het genie van Galilei ontsnapte reeds in 1612 — dus nauwelijks twee jaren na de ontdekking van de wachters van Jupiter — niet, dat men, voor het bepalen van de lengte op den vasten wal, zijn voordeel doen kon met de verduistering van de wachters van Jupiter. Weinig bekend zijnde met de bezwaren, die aan de toepassing van deze methode op zee verbonden waren, stelde hij haar in 1616 aan het Spaansche hof voor. Hij wilde met honderd door hem vervaardigde verrekijkers, die 40 tot 50 maal vergrootten, naar Spanje gaan, of zijn zoon Vicenzio er heen zenden. Om de wachters van het schommelende schip uit in het veld van den kijker te houden, vond hij in 1617 de binocular-telescoop uit, waarvan de uitvinding gewoonlijk aan den capucijner monnik Schyrleus de Rheita wordt toegeschreven. Met zijn „binocolo” nam Galilei aan boord van een schip proeven, in de haven van Livorno, bij hevigen storm. Ook liet hij in het arsenaal te Pisa eene inrichting maken, waardoor de waarnemer aan de schommelingen van het schip onttrokken werd. Zij bestond uit een schuitje, dat in een ander met olie en water gevuld dreef. Als belooning voor zijne diensten, vroeg Galilei aan het Spaansche hof „una Croce de S. Jago” en een jaargeld van 4000 scudi, eene kleine vergoeding, zeide hij, daar men hem aanvankelijk, in het huis van den kardinaal Borgia, het vooruitzicht geopend had op een rente van 6000 ducaten,

Den 11 Maart 1636 deed Galilei een voorstel aan onze Staten-Generaal. Volgens hem werden ter beantwoording vier zaken vereischt: 1° eene nauwkeurige kennis van den loop van de satellieten van Jupiter, en het opstellen van Ephemeriden voor dezelve; 2° goede kijkers om die eclipsen waar te nemen; 3° een middel om de hindernissen, welke het slingeren en stooten van het schip aan die waarnemingen mochten toebrengen, uit den weg te ruimen, en 4° een uitmuntend uurwerk om het uur te tellen, mitsgaders deszelfs geringste onderdeelen, van den middag af, of van het ondergaan der zon. Hij nam aan dit naar genoegen der Staten te verrichten. De Staten gaven aan zijn voorstel gehoor en vereerden hem bij voorbaat met een gouden keten. Eene commissie, waarin o. a. Laurens Reaal, Willem Blau, Martinus Hortensius zitting hadden, zou de zaak onderzoeken, maar de briefwisseling over dit onderwerp werd afgebroken eerst door den dood van alle commissarissen, verder door de blindheid en de ziekte van Galilei, en eindelijk door zijn overlijden in 1641. De laatste brief van Galilei is van 30 December 1639¹⁾.

Het vruchtbaar genie van onzen Huygens hield zich ook met de oplossing van het vraagstuk bezig. In zijn stuk „De usu horologii” heeft hij uitvoerig de middelen aange-

1) Verhandeling over Huygens als Uitvinder der Slingeruurwerken J. H. van Swinden, Verhandelingen der 1ste klasse v. h. Kon. Ned. Instituut, 1817, III. p. 56 en 63.

geven, en door voorbeelden toegelicht, om van het uurwerk voor dit doel partij te trekken. Wij kunnen de verleiding niet weerstaan, om van het door hem hiervoor uitgevonden uurwerk eene korte beschrijving te geven. Het is in een kast gevat, voorzien van eene wijzerplaat. De grootste cirkel met minuutverdeeling heeft een concentrisch geplaatste naald, die de minuten aanwijst. Binnen den grooten cirkel liggen twee kleinere; de bovenste geeft de uren en de laagste de seconden aan. Het raderwerk, door eene veer gedreven, is omgekeerd, zoodat het schakelrad bij den bodem van den kast zit. De slinger heeft den vorm van een gelijkbeenigen driehoek, en is uit licht ijzer vervaardigd. De beide beenen van den driehoek zijn elk door middel van een haak met een touw verbonden, dat zich langs twee naar elkaar toegekeerde cycloidale vlakken kan bewegen. In den naar beneden gekeerden top bevindt zich eene lens ter zwaarte van een half pond. Twee kleinere lenzen aan de beenen van den driehoek aangebracht, dienen tot regeling van den slinger. De drie lenzen zijn zoo geplaatst, dat zij zoo weinig mogelijk te lijden hebben van den tegenstand der lucht. De basis van den driehoek is in haar midden van eene kleine rol voorzien, die om hare as kan draaien om aldus de wrijving in de vork, waar zij op werkt en die met het echappement verbonden is, vooral bij slingeren te verminderen. Ten slotte hangt het geheel in een Cardaanschen ring. De eerste proef met deze uurwerken werd in 1664 genomen en voldeed zeer goed ¹⁾.

Belangrijk was de toepassing, die de abt Hautefeuille van eene rechte veer maakte, waardoor de slinger kon vervallen. In 1674 stelde hij de «Académie des Sciences de Paris» hiermede in kennis. Kort daarop in 1675 maakte onze Huygens dezelfde toepassing, maar de vorm van zijne veer, spiraalvormig, was gelukkiger gekozen. Onmiddellijk gevoelde hij het groote belang van zijne vinding, en vooral ook de diensten, die zij bij het zoeken der lengte bewijzen kon ²⁾; maar de onvolkomen afwerking der uurwerken maakte, dat zijne denkbeelden nog niet verwezenlijkt werden.

Met eere moet ook onze regeering genoemd worden, die in onzen bloeitijd, zich steeds beijverde het doen van ontdekkingen en het maken van verbeteringen in het belang der zeevaart, door het uitloven van aanzienlijke premiën en het verleenen van octrooien, uit te lokken en aan te moedigen. Zoo loofde zij omstreeks 1689, of misschien reeds vroeger, eene zeer aanzienlijke premie, zeker meer dan 36.000 gulden, uit «op het vinden der lengte van Oost en West.» Zekere Lieuwe Willems Graef, leeraar der Doopsgezinden te Harlingen, meende in genoemd jaar die uitvinding gedaan te hebben, en hem werd, nadat hij meermalen voor eene commissie uit Hunne Hoog Mogenden reden van zijne zaak gegeven had, den 28 September 1689 een octrooi voor 15 jaren verleend, en eene premie van 2000 gulden voor zijne moeite en kosten toegelegd ³⁾.

1) Zie hiervoor o. a. Hist. d. l. Mesure du temps, Berthoud, I. p. 273 en Nouv. Traité de l'Horlogerie, M. L. Moinet, 2e édit., I. p. 88.

2) Brief van Huygens in het «Journal des Savans» 1675.

3) Gesch. v. h. Nederl. Zeezezen, Jhr. Mr. J. C. de Jonge, 2e. druk, I. p. 727 noot 2.

Toen de tijd van bloei voor ons land voorbij was, vatten andere volken met kracht het vraagstuk aan. Streelend is het echter voor ons nationaal gevoel, dat de prijs door de "Académie des Sciences de Paris" in 1720 op de beantwoording der vraag "Quelle seroit la manière la plus parfaite de conserver sur mer l'égalité du mouvement d'une pendule, soit par la construction de la machine, soit par la suspension" gesteld, door den Hollandschen horlogemaker Massy gewonnen werd, ofschoon zijne denkbeelden nooit zijn toegepast ¹⁾.

Voor al het Engelsche Parlement deed krachtige pogingen, om nauwkeurig en gemakkelijk de lengte op zee te vinden. Den 30 Juni 1714 werd een comité samengeroepen, waarvan o. a. Newton, Clarke en Whiston leden waren. Newton bracht aan het parlement een rapport uit, waarin hij de verschillende methoden en ook de bezwaren aan elk verbonden behandelde, om ten slotte het vinden der lengte door tijdmeters als de beste aan te bevelen. Het voorstel van het comité was, eene wet uit te vaardigen, die tot oplossing van het vraagstuk zou aanmoedigen. Generaal Stanhope, Walpole, Dr. Samuel Whiston en Clarke brachten het voorstel in het parlement, waar het met algemeene stemmen aangenomen werd. Een permanente commissie werd benoemd, die alle inkomende voorstellen onderzoeken en beoordeelen zou. Hoezeer men van het belang dezer zaak doordrongen was, blijkt uit het feit, dat de grootste staatkundige en wetenschappelijke mannen van Engeland in de commissie zitting hadden. Deze commissie benoemde uit haar midden 5 leden, die het recht kregen om tot een bedrag van 2000 pond te beschikken, wanneer hun een voorstel rijp voor onderzoek voorkwam.

De vastgestelde belooningen bedroegen 10.000 pond voor de methode, waarmede men de lengte tot op 15 mijlen na kon vinden, 15.000 pond tot op 10, en 30.000 pond tot op $7\frac{1}{2}$ geographische mijlen. Deze belooningen zouden eerst uitgekeerd worden, wanneer de methode proefhoudend gebleken was tusschen een Engelsche en een Amerikaansche haven, terwijl beide havens door de commissie aangewezen moesten worden. Henry Sully, een Engelschman, die in Frankrijk leefde, dong het eerst naar den prijs, maar zijn "horloge marine" beantwoordde niet aan de verwachtingen. Gelukkiger was John Harrison, die in 1693 te Forsby geboren werd, en dien wij reeds als den uitvinder van den roostervormigen slinger leerden kennen. Het uurwerk, dat hij voor lengtebepaling vervaardigde, werd in 1730 ²⁾ aan boord van een oorlogschip, dat naar Lissabon ging, medegenomen, en bleek zoo juist te gaan, dat, volgens het rapport van den commandant Robert Wils, bij het invaren van het Kanaal eene fout van $1\frac{1}{2}^{\circ}$, die in het scheepsregister was ingeslopen, er door verbeterd kon worden. Door deze uitkomst aangespoord, verzocht hij bovengenoemde commissie om ondersteuning tot voortzetting van zijn onderzoek, welke hem verleend werd. De uurwerken, die hij achtereenvolgens vervaardigde, noemde hij "timekeepers." Na vele vergeefsche pogingen gelukte het hem, de regeering er in te doen toestemmen, dat zijn uur-

1) Hist. d. l. Mesure du Temps, Berthoud, l. p. 275.

2) Ibid. l. p. 278 noemt »1736."

werk op een langere zeereis werd medegenomen. Bindelijk kreeg de zoon van Harrison verlof, om met zijn toestel te Portsmouth in te schepen in een vaartuig, dat den Gouverneur Littleton naar Jamaica zou brengen. Na 161 dagen kwam het schip te Portsmouth terug, en bleek het eenige dagen later, dat het uurwerk niet meer dan 1 m. 5 s. verlopen was, waardoor dus eene fout van ongeveer 18 engelsche mijlen had kunnen ontstaan. Ofschoon hij meende aan de eischen der commissie voldaan te hebben, zoo werd hem toch voorloopig slechts 2500 pond uitgekeerd, en verlangde de commissie een tweede proefreis. Den 28 Maart 1764 ging de zoon van Harrison andermaal scheep naar Barbadoes, waarvan hij na 174 dagen te Portsmouth terugkeerde. De verkregen uitkomsten waren grooter dan de eischen door het parlement gesteld, toch ontving hij slechts 5000 pond en eindelijk met veel moeite in 1765 10.000 pond. Als reden, waarom Harrison niet den volten prijs van 30.000 pond werd nitbetaald, vindt men vermeld, dat zijne uurwerken bij langdurig gebruik geen gelijkmatigen gang hadden. Zij waren in het observatorium te Greenwich in alle standen en onder allerlei temperaturen beproefd, zelfs zoo, dat Harrison beweerde, dat dergelijke temperaturen aan boord nooit voorkwamen. Wat hiervan ook zij, dit is zeker, dat de chronometers eerst hun tegenwoordige volkomenheid bereikten, nadat mannen als le Roy en Berthoud de spiraalveer meer bestudeerd. en de voorwaarden vastgesteld hadden, waaronder zij volkomen isochroon is.

Om den gang van het uurwerk regelmatig te doen zijn, bracht Harrison waarschijnlijk op de plaat (platine) een soort van compensatie-toestel aan, die zoo ingericht was, dat, wanneer hij door de warmte uitzette, de vork, waarin het vrije einde van de spiraalveer ligt, meer naar de as gebracht, en omgekeerd daarvan verwijderd werd, wanneer zij door de koude verkort werd.

Volgens hetzelfde beginsel, maar eenigszins gewijzigd, vervaardigde Berthoud in het midden der vorige eeuw een chronometer, waarbij een dergelijke uit 16 stangen samengesteld compensatie-toestel tegen een hefboom drukt, die op de vork werkt, en bij warmte door het verkorten, bij koude door het verlengen der spiraalveer de invloeden van temperatuursveranderingen op den gang onmerkbaar moest maken. Met hetzelfde doel plaatste hij de chronometers in een groote kast, waarin eene spirituslamp geplaatst was, om de temperatuur steeds op dezelfde hoogte te houden. Spoedig kwam hij echter tot de overtuiging, dat de aanhoudende zorg, die zijn toestel behoefde, hem voor de praktijk ongeschikt maakte.

Pierre le Roy, die met onverdroten ijver de spiraalveer bestudeerde, kwam tot de ontdekking, dat isochronisme slechts te verkrijgen was, wanneer de veer steeds dezelfde lengte behield. Met het compensatie-toestel van Harrison wordt dit niet bereikt.

Hij gebruikte een schroefvormig opgewonden spiraalveer en bevestigde twee kleine thermometers zóó aan elke zijde van de onrust, dat de kwikbollen op de buitenzijde lagen, en de gekromde buisjes naar het midden der onrust gekeerd waren. Indien eene temperatuursverhooging de lengte der spiraalveer vergroot, moet dit ook met de kwikkolom

in de thermometers het geval zijn. De verlengde spiraalveer zal eene vertraging in den gang van den chronometer geven, maar daar, tengevolge van de keuze der inrichting, de kwikkolommen zich in genoemd geval alleenlijk naar het middelpunt van de onrust kunnen verplaatsen, zal het traagheidsmoment van de onrust kleiner worden en daardoor de gang van den tijdmetr moeten versnellen. Zijn beide werkingen even groot, dan is, omdat zij tegengesteld zijn, de temperatuursinvloed op den gang vernietigd. De spiraalveer behoudt nagenoeg de oorspronkelijke lengte, en dus zou aan de voorwaarden, hier bedoeld, voor isochronisme voldaan kunnen worden. Zijne verwachtingen werden echter niet verwezenlijkt. Langs een anderen weg zocht hij toen de correctie voor temperatuursveranderingen te verkrijgen. De onrust liet hij niet uit een gesloten ring bestaan, maar uit twee verschillende metalen samengesteld; daar wij op deze inrichting later terugkomen, zullen wij haar niet nader beschrijven.

Het zou ons te ver voeren alle wijzigingen op te sommen, die achtereenvolgens werden aangebracht. Zooals bij zoovele zaken, bleken vele voorgestelde veranderingen geene verbeteringen te zijn. Wanneer echter de namen genoemd worden dergenen, die zich verdienstelijk hebben gemaakt, dan mag dien van Berthoud niet vergeten worden. Hij kwam op het denkbeeld, dat het in het voordeel van den regelmatig gang van het uurwerk zijn moest, wanneer de impulsie, die de regelaar van het gaandewerk krijgt tot het teruggeven der door wrijving, luchttegenstand enz. verloren kracht, zoo kort mogelijk duurt, en onrust met spiraal weer zoo onafhankelijk mogelijk van het overige deel des werks is. Naar dit beginsel, waaruit het zoogenaande vrije echappement ontstond, worden thans nog de chronometers vervaardigd, ofschoon het door mannen als de beide Arnold's, Breguet enz. telkens gewijzigd werd.

Hetzelfde wat voor de astronomische uurwerken geldt, is in hooge mate toepasselijk op chronometers, namelijk, dat bij hunne vervaardiging hooge eischen aan hoofd en hand gesteld worden.

Terwijl toch bij het astronomisch uurwerk de storende invloeden van buiten tot een minimum teruggebracht kunnen worden, heeft men aan boord der schepen o. a. te kampen met stormen, die schip en lading beuken, en bij de oorlogschepen met losbrandingen van het geschut, waaraan het uurwerk moet weerstand kunnen bieden.

Ten slotte kunnen wij niet onvermeld laten, dat het nut der chronometers zich niet enkel bepaald heeft tot de veiliger vaart der schepen, maar dat zij ook veel hebben bij gebracht om de geographische ligging van onderscheiden plaatsen juister te bepalen.

DE ZAKUURWERKEN.

Het denkbeeld om een tijdmetr te vervaardigen, dien men steeds bij zich kon hebben lag voor de hand, maar dit vraagstuk werd eerst door Peter Hele te Neurenberg, die in 1542 stierf, door de uitvinding van het horloge ¹⁾, opgelost. Niet alle schrijvers geven echter aan Hele de eer der uitvinding. In Engeland beweert men, dat de horloges reeds op het einde der 15^{de} eeuw door Engelschen uitgevonden zijn. Anderen zeggen, dat uit een florentijnsch sonnet blijkt, dat de horloges reeds vóór Peter Hele in Italië bekend waren. Volgens de bewering van Panciroli en du Verdier door de schrijvers van de „Encyclopédie des sciences” overgenomen, vervaardigde men reeds in de 15^{de} eeuw horloges, die niet dikker dan een amandel waren. Zelfs noemt men de namen van Myrmécides en Carovagius als twee beroemde horlogemakers. De laatste vervaardigde volgens de overlevering een uurwerk met wekker, dat op het gewenschte uur niet alleen sloeg, maar bovendien eene inrichting bezat, om dan eene kaars aan te steken. Voor zeker wordt vermeld, dat ten tijde van Lodewijk XI horloges bestonden, die door kleinheid en sierlijkheid uitmuntten ²⁾. Zoo verhaalt men ook van Keizer Karel V, zoowel als van Koning Lodewijk XI, dat hunne zakuurwerken door vlugge handen onttreemd werden, doch dat de uurwerken door het geluid hunner slagen verrieden, in welken zak zij terecht gekomen waren.

Wat er van zij, zooveel is zeker, dat het horloge van Hele zoo goed was, en zoo gewaardeerd werd, dat het reeds in 1544 algemeen bekend en verspreid was, dat wel voor de deugdelijkheid pleit, wanneer men aan de gebrekkige middelen van gemeenschap van dien tijd denkt.

Van de Engelsche en Italiaansche zakuurwerken, die men beweert, dat in de 15^{de} eeuw bestonden, is feitelijk niet veel bekend.

Daar Hele aan zijne uurwerken den vorm van een ei gaf, werden zij onder den naam van „Neurenberger eieren” bekend. Volgens de overlevering zou hij er zes stuks

1) Horloge, Latijn horologium, afkomstig van *hora* uur en *legere* zeggen.

2) *Les arts au moyen âge*, P. Lacroix, 2^e édit. p. 184.

gemaakt hebben, die hij naar Engeland zond. Spoedig daarna werden in Praag naar hetzelfde model zakuurwerken vervaardigd, die onder den naam van „Prager eieren” naar Engeland uitgevoerd werden.

Wat nu de inrichting van het zakuurwerk betrof, zoo bestond het uit een samenstel van raderen, gedreven door een veer, die in een trommel opgesloten was. De benedenrand van den trommel was van tanden voorzien, die op de raderen werkten. Het eene einde der veer was aan den binnenrand van den trommel bevestigd, het andere aan een stift, die zich in het midden van den trommel bevond. Door de stift om te draaien werd de veer gespannen. Aan deze stift was verder eene palinrichting aangebracht, die wel de noodige beweging, om op te winden toeliet, maar niet de tegenovergestelde beweging.

Door deze inrichting was het mogelijk uurwerken te vervaardigen, die niet alleen zeer klein waren, maar ook in elken stand gingen. Heden ten dage worden deze „Nürnbergers lebendige Eierlein” nog wel bij verzamelaars van oudheden gevonden. Merkwaardig is het horloge van den Zweedschen Graaf Jacob Pontusson de la Gardie, een tijdgenoot van den Koning Gustaaf Adolph, dat nog door een van zijne afstammelingen bewaard wordt. De Graaf zou het op al zijne veldtochten gebruikt hebben, terwijl er bij vermeld wordt, dat het nog kan loopen ¹⁾. Onder de kleine exemplaren behoort het horloge dat in 1542 aan Guidubaldo della Rovere werd aangeboden. Het was in een steen gevat en bezat slagwerk. De Aartsbisschop van Canterbury, Parker, liet in 1575 aan zijn broeder Richard een stok na, die in zijn knop een horloge bevatte. Hendrik VIII, Koning van Engeland, droeg een zeer klein horloge, dat slechts alle acht dagen behoefde opgewonden te worden ²⁾.

Het echappement bij deze horloges was, evenals bij de uurwerken, door gewicht gedreven, ingericht. De onrust had twee armen met lepelvormige einden, waarvan zij den naam van lepelonrust droeg. Later werd zij door de ringvormige onrust vervangen.

Dat een dergelijk uurwerk geen regelmatig gang kon hebben, is gemakkelijk in te zien, want de tijd, waarin de onrust hare heen en weergaande schommeling volbracht, was een andere wanneer zij door een groote, dan wanneer zij door een kleine kracht in beweging gebracht werd. Deze kracht wisselde bij de uurwerken door veeren gedreven zeer af, want pas opgewonden is de spankracht der veer twee- zelfs driemaal grooter, dan tegen den tijd, dat zij op nieuw moet opgewonden worden. Dit gebrek werd ten deele verholpen door de uitvinding en de toepassing van de snek en van de ketting. Het gebruik van de snek is bijna zoo oud als de aanwending der veer. De uurwerken uit het midden der 16^{de} eeuw waren er reeds bijna allen van voorzien, zooals o. a. blijkt, uit de uurwerken van dat tijdperk, die in het Rijksmuseum te 's Gravenhage bewaard worden, en uit een uurwerk daar ter stede in eene particuliere verzameling voorhanden, dat in den zak van een krijgsman gevonden werd, die bij het beleg van Leiden sneuvelde.

1) Gesch. d. Uhren, G. Herz, p. 25.

2) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 184.

Bij het aanwenden van de snek laat men de veer niet onmiddellijk op het samenstel van raderen werken, maar bevestigt men aan de buitenzijde van den trommel of ton een snaar ¹⁾, later door den ketting met schalmen, door Gruet uitgevonden, vervangen, die bij het opwinden om de snek gerold wordt. Deze snek bestaat uit een kegelvormig lichaam, voorzien van vlakke schroefgangen. Het rad is van eene palinrichting voorzien, die het tijdens den gang van het horloge medevoert, doch wanneer het horloge opgewonden wordt, en de snek zich in tegenovergestelde richting beweegt, het stil laat staan. Is de veer geheel gespannen, en kan zij dus hare grootste kracht ontwikkelen, dan ligt de snaar of ketting op het kleinere gedeelte van den kegel, en werkt de kracht aan een zeer kleinen hefboomsarm. Langzamerhand neemt de spanning der veer, en dus ook hare kracht af, en komt de ketting op het dikkere gedeelte van de snek te liggen, waardoor zij aan een langeren hefboomsarm werkt. Bij een nauwkeurige samenstelling is het hierdoor mogelijk, dat de trekkracht van de veer steeds gelijk blijft.

Een merkwaardig horloge met houten raderen, en van een snaar voorzien, moet in het bezit geweest zijn van zekeren Heer Moyet te Amsterdam, wiens verzameling in het Huis met de Hoofden verkocht werd ²⁾.

Toen men het zoover in de verbetering dezer uurwerken gebracht had, trad een bijna honderdjarige stilstand in deze industrie in. Toch staat men verstoeld over wat nog soms geleverd werd, vooral wanneer men hierbij denkt aan de gebrekkige werktuigen, waarover de vervaardigers beschikten. Het afmeten van de kleine tijdruimten hing voor een groot deel af van de kracht, waarmede de veer op de vleugels der onrust werkte, en elke verandering in de tappen en taggaten, zoomede de meer of mindere vloeibare toestand van de olie, om niet eens van den invloed der temperatuur enz. te spreken, waren factoren, die zich zóó lieten gelden, dat de meeste horloges alleen uurwijzers hadden. Het aanbrengen van minuutwijzers zou ook niets gebaat hebben, zij zouden alleen gestrekt hebben om de onvolmaaktheid des te scherper te doen uitkomen. Dat de staande uurwerken, die volgens dezelfde beginselen vervaardigd waren, niet beter waren spreekt van zelf. De pogingen om twee horloges steeds denzelfden tijd te doen aanwijzen waren vruchteloos. De klacht van Keizer Karel V vernamen wij reeds. Het is treffend dien Keizer op het einde van zijn leven met den werktuigkundige Giovanni Torriano aan het werk te zien, vruchteloos zoekende naar eenheid bij werktuigen, om ten slotte tot de voor hem bit tere teleurstelling te komen, dat zij evenmin als onder de menschen te vinden is.

Dat het gebruik der zakuurwerken in den tijd van Shakspeare vrij algemeen was, blijkt uit de volgende aanhaling uit: „Twelfthnight: or, what you will,” waarin Priest o. a. zegt ³⁾:

1) Op de Tentoonstelling van Oudheden en Merkwaardigheden te Delft in 1863 gehouden kwam een zilveren dameshorloge voor loopende op een snaar. Cat. p. 13. N°. 2003.

2) Nav. I, p. 78.

3) Act V. Scene I.

»Since when, my watch hath told me, toward my grave
»I have travelled but two hours."

Nadat Huygens in den slinger het middel gevonden had, om den gang van de staande uurwerken regelmatig te maken, openbaarde zich meer dan ooit te voren de zucht, om een dergelijken regelaar voor de zakuurwerken te verkrijgen. Reeds in het midden der 17^{de} eeuw beproefde de fransche abt d'Hautefeuille dit doel te bereiken, door middel van een varkenshaar, waarvan hij het eene einde aan de plaat bevestigde, terwijl het andere uiteinde tegen een stift, die op de onrust was aangebracht, drukte. Toen deze inrichting niet voldeed, beproefde hij het tevergeefs met een rechte, en later met een slangvormig gewonden stalen veer. Onze groote Huygens loste ook dit vraagstuk op, door de onrust van een platte spiraalveer te voorzien. Het recht van deze uitvinding werd hem door Dr. Hooke betwist, die tot bewijs aanvoerde, dat Karel II van Engeland in het bezit geweest was van een horloge met een dergelijke spiraalveer, en voorzien van het opschrift: »Robert Hooke inventit 1658, Tompion fecit 1675."

Het blijft echter een feit, dat Huygens in 1674 door den Franschen horlogemaker Turet een dergelijk horloge liet maken, en dat dit naar Engeland werd overgebracht. De spiraalveer van dit uurwerk was beter dan in dat van Hooke vervaardigd, daar zij langer was en dus de onrust minder snelle schommelingen maakte. Dezelfde wet, volgens welke de slingeren van een langen slinger in meer tijd worden volbracht dan die van een korten, geldt ook voor de veer.

De bovengenoemde abt d'Hautefeuille beweerde eveneens de uitvinding van Huygens gedaan te hebben, en deed hem een proces aan. Het bleek echter spoedig dat de uitvinding van den abt geheel verschilde van die van Huygens. Huygens zag van zijn recht van uitvinding af, waardoor zijne verbetering der zakuurwerken het eigendom van het algemeen werd.

Opmerkelijk zijn de woorden, waarmede Montucla¹⁾ deze zaak bespreekt; hij laat zich aldus uit: J'ai eu la curiosité de lire le *factum*²⁾ de cet abbé contre M. Huygens, et je puis dire que son invention, toute différente de celle d'Huygens, n'était qu'une grossière ébauche de l'application du ressort à l'isochronisme des montres. L'affaire néanmoins s'accommoda. Huygens renonça noblement à son privilège. Depuis son temps l'horlogerie jouit de son découverte, et l'infatigable abbé d'Hautefeuille, abandonnant son ébauche à qui pourrait en tirer parti, passa, selon sa coutume, à une autre idée."

Door het aanbrengen van een kleine naald, die op het doode einde der veer werkte, kon hare lengte gemakkelijk gewijzigd worden. Wenschte men den gang van het uurwerk te versnellen, dan kortte men de veer in, wilde men daarentegen den gang vertragen, dan had men door het verzetten der naald de veer slechts te verlen-

1) Montucla, I. c. II. p. 421.

2) d'Hautefeuille beschreef zijne vermeende uitvinding in een geschrift getiteld: »Factum contre Mr. Huygens touchant les pendules de poche," Paris 1675.

gen. De spiraalveer zelf werd voortdurend verbeterd, eendeels door het wijzigen van den vorm, anderendeels door het vinden van de juiste lengte, en ten slotte door het vinden der beste wijze van harden.

Toen men de groote uurwerken met allerlei dingen voorzag, die er niet bij hoorden, voegde men bij de zakuurwerken opgaven uit den almanak, wekkers en zelfs muziekwerk. Reeds onder de regeering der Valois werd een groot aantal horloges onder allerlei vormen vervaardigd, zooals eikels, amandels, schelpen, latijnsche kruizen enz. Zij waren gegraveerd, uitgestoken, geëmailleerd enz. De naald, die het uur aanwees was meestal van sierlijken arbeid en met kostbare steenen bezet. Sommige van deze horloges bewogen symbolische figuren, zooals de tijd, Apollo, Diana, de apostelen enz.¹⁾

De bekende Engelsche uurwerkmaker Barlow bracht in 1676 aan de slingeruurwerken eene vernuftige uitvinding aan, waardoor het mogelijk was, door het trekken aan een touw, de uurwerken de uren en de kwartieren te laten slaan. Quare en Tompion pasten die inrichting op de zakuurwerken toe, waardoor de zoogenaamde samengestelde „repetitie-horloges” ontstonden.

Met het toenemen der uitvindingen en verbeteringen van de werktuigen tot het vervaardigen van de uurwerken, werd hun gehalte ook beter. De tot nog toe beschreven zakuurwerken komen thans nog voor, wel werd de vorm gewijzigd, maar de inhoud bleef dezelfde. De reden hiervan is te zoeken in de eenvoudigheid en dus ook in de goedkoopste van samenstelling. Tegenwoordig zijn deze soort van horloges op den achtergrond geschoven, ofschoon er onder voorkomen, die uitstekend loopen. Om deze uitkomsten echter te verkrijgen, moet de vervaardiging door zeer goede horlogemakers geschieden. De graad van nauwkeurigheid is afhankelijk van de onderlinge plaatsing van de assen van den cilinder en van het schakelrad, van de zuiverheid en juistheid van de tanden van het schakelrad, en van een groot aantal andere factoren. Is aan al deze eischen voldaan, dan komt echter helaas, soms al te snel de slijtage de eenheid van het geheel verbreken.

Belangrijk is de uitvinding, die Facio uit Genève deed, om in diamanten en robijnen gaten te boren, waarin de verschillende tappen konden draaien, en waardoor zoowel de wrijving als de slijtage verminderd werden.

Babeau zegt²⁾ over de zeventiende eeuw „Les montres d'argent elles-mêmes sont rares. Il y a sans doute des exceptions. La mère de Molière n'avait pas de pendule, mais quatre „montres d'horloge” dont une en or émaillée, estimée 75^l. Molière a deux pendules³⁾. En 1689, un procureur du roi n'a qu'une montre d'argent, de minime valeur; jusqu'au milieu du dix huitième siècle, les magistrats eux-mêmes n'ont que des montres d'argent, avec des chaînes d'argent. Elles sont, il est vrai, d'un prix

1) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 185.

2) Les bourgeois d'autrefois, A. Babeau, p. 25 en 26.

3) E. Soulié, p. 139, 268.

relativement élevé et de bonne qualité. Un homme de loi de Saint-Brieuc achète la sienne 1201, avec la chaîne, en 1720, 35 ans plus tard, il constate dans son livre de raison qu'elle va toujours bien ¹⁾. Les montres d'or apparaissent tout à coup en grand nombre vers la fin du règne de Louis XV; on les garnit de brillants, on les attache avec des chaînes d'or ou d'or émaillé; il y a montre de monsieur et montre de madame; l'usage s'en serait même répandu dans le peuple à Paris, si l'on en croit certains témoignages ²⁾).

Later kwam het cilinderhorloge in gebruik, aldus genoemd naar het cilinder-echappement, dat in 1720 door Graham werd uitgevonden. In het kort zullen wij de inrichting van een cilinderhorloge beschrijven. Plaat I, Fig. 7, stelt de onrust met den cilinder en het cilinderrad in perspectief voor, zooals zij zich van het werk uitgezien voordoen; Plaat I, Fig. 8, daarentegen het rad in horizontale projectie. De as A is van gepolijst staal vervaardigd, en bij de beste van robijn. Bij D is de as voor de helft, en bij C voor drie kwart uitgesneden. Het cilinderrad is van rechtopstaande zuiltjes E voorzien. De uiteinden van deze zuiltjes dragen de eigenlijke tanden, wier vorm uit Fig. 8 blijkt. Bij de schommelingen van de onrust, die bij goede horloges telkens bogen van 270° beschrijft, is beurtelings de volle as, en het uitgesneden gedeelte naar het rad toegekeerd. Het echappement is rustend d. w. z., wanneer de onrust zich beweegt, blijft het rad onbeweeglijk staan. In Fig. 8 is door *a*, *b*, *c*, *d* en *e* de cilinder in vijf verschillende standen voorgesteld. De werking van het echappement is nu als volgt. Zoolang de arm F tegen *a* ligt, staat het rad onbeweeglijk stil. Is de as echter in den stand *b* gekomen, dan kan F zich in de richting van den grooten pijl bewegen, en op het oogenblik, dat een der tanden van den buitenkant van den cilinder afglijpt, vallende op de binnenvlakte, ontvangt de onrust tengevolge van den daartoe gekozen vorm van de tanden, een stoot van het rad (schakelrad) in de richting van hare beweging. Hetzelfde heeft plaats als de tand bij de teruggaande schommeling van de onrust afglijpt van de binnenzijde van den cilinder, en de volgende tand van het schakelrad op de buitenzijde van den cilinder valt. Door het gebruik maken van het rustend echappement is een belangrijke zekerheid voor de gelijkmatigheid verkregen. Bij deze uurwerken is tevens de snek overbodig geworden, daar het verminderen van de kracht van de veer bij deze inrichting voor het gewone dagelijksch gebruik veilig buiten rekening kan gelaten worden. Hierdoor is de samenstelling weer eenvoudiger geworden, en de wrijving verminderd, waardoor het uurwerk ook een minder sterke en zware veer noodig heeft. De veer staat hierdoor niet zoo gemakkelijk aan springen bloot en werkt gelijkmatiger. Verder kan het kroonrad, dat bij de vroegere constructie noodig was, vervangen worden

1) Communication à la Sorbonne, 1885, Du Bois de la Villerael.

2) Tableau de Paris, Mercier. — Henri Storch, Skizzen, Sätzen und Bemerkungen auf eine Reise durch Frankreich, 1787.

door een gewoon rad, waardoor ruimte bespaard, en beter in elkaar grijpen der raderen verkregen wordt. Ten slotte kan aan het cilinderhorloge een eenvoudigen en aangename vorm gegeven worden.

De reden, waarom het cilinderhorloge niet dadelijk het gewone horloge verdrong, is hierin te zoeken, dat bijna alle deelen destijds met de hand moesten gemaakt worden, en de vervaardiging van het cilinder-echappement, vooral met het oog op het eigenaardig gevormde schakelrad groote bezwaren aanbod, waardoor dit horloge duurder werd. Ook had men nog niet de juiste verhoudingen der samenstellende deelen gevonden, en het schakelrad in plaats van van staal van messing vervaardigd, waardoor spoedige slijtage afbreuk aan de regelmatigheid van den gang deed. In latere jaren is dit echter veranderd, thans worden alle deelen bijna geheel kant en klaar machinaal opgeleverd, en wordt langs theoretischen weg de juiste verhouding der samenstellende deelen bepaald, waardoor ten slotte thans een gouden cilinderhorloge tegen denzelfden prijs als een gewoon horloge geleverd wordt. Tegenwoordig hebben de goedkoopte, de nauwkeurige gang, de duurzaamheid en de aangename vorm het cilinderhorloge algemeen ingang doen vinden. Zijn goede eigenschappen zullen het nog lang zijn plaats doen behouden. De later uitgevonden duplex-, anker-, en chronometer-echappementen geven wel grootere regelmatigheid, maar zijn ook samengestelder en duurder. De wensch, om het horloge zoo juist mogelijk den tijd te doen meten, bracht Pierre le Roy te Parijs met behulp van Dutertre tot de uitvinding van het duplex-echappement, en, nog grootere eischen stellende, tot die van het chronometer-echappement.

De horloges met duplex-echappement zijn, zooals tal van voorbeelden aantoonen, zeer goed. Er zijn er, die in een maand slechts enkele seconden verloopen. Het zou ons te ver voeren hen in 't bijzonder te beschrijven. Het zij genoeg er op te wijzen, dat tegenover de groote voordeelen van deze soort uurwerken nadeelen staan, zooals grootere breekbaarheid en gevoeligheid tegen invloeden van buiten, die hun nooit die verspreiding zullen schenken, die het cilinderhorloge verwierf.

Omtrent den vorm der horloges en de wijze waarop zij gedragen werden, kunnen wij het volgende mededeelen ¹⁾. Meestal was zeer veel zorg aan den wijzer besteed, en getuigde hij van den smaak en van het geduld van den vervaardiger. Uit het begin der 17^{de} eeuw vinden wij nog uurwerken met één wijzer ²⁾. Gewoonlijk kwam het horloge in den vorm van een amandel, — waarvan de uitvinding aan Myrmécide wordt toegeschreven — van een achthoek of van een kruis voor en was het werk in bergkristal en koper gevat. Zilver werd nauwelijks voor de wijzerplaat gebruikt. Overeenkomstig de waarde, die het horloge destijds vertegenwoordigde, was het rijk van ornamentwerk, allegorische voorstellingen, beelden uit de godenleer enz. voorzien, terwijl de wijzerplaten dikwijls stadsgezichten en landschappen vertoonden.

Dat de verspreiding der horloges spoedig moet plaats gehad hebben, blijkt uit het

1) Dict. des arts décoratifs, P. Rouaix, p. 620.

2) Ibid. p. 25

feit, dat sommige schrijvers het werk ook als voorbeeld van vergelijking gebruiken. Zoo lezen wij b. v. bij den dichter Saint-Gelais die in de 16^{de} eeuw leefde:

«Mais tout ainsi que qui gâte et tourmente
Le mouvement et secret d'une montre
L'aiguille faut et l'heure ne rencontre. . . .

De horloges werden in dien tijd in een doos of in een soort van zakje gedragen, dat den oorsprong van het horlogezakje werd. Zoo sprak de dichter Régnier in de 16^{de} eeuw in zijn Satire XI van «la bourse d'une montre." Maar in zijn tijd had men reeds de gewoonte aangenomen van het horloge aan een halsketting te dragen. Het hing op de borst en kreeg daardoor wellicht den vorm van een kruis. De achthoekige vorm dagteekent waarschijnlijk reeds uit de 16^{de} eeuw, de uitvinding er van schrijft men aan den Lyonschen horlogemaker Bouhier toe. Ten tijde van Hendrik IV droeg men het aan een halsketting. De zoogenaamde «châtelaine" werd er eerst later voor gebruikt, het zou al te roekeloos geweest zijn, om zoo kostbaar een voorwerp, als het horloge destijds was, aan verliezen en beschadigen bloot te stellen. Men vervaardigde soms kleine horloges, zelfs kwamen zij in ringen voor ¹⁾.

De achthoekige vorm komt nog in de 17^{de} eeuw voor. De afgeplatte kogelvorm is eene uitvinding uit den tijd van Lodewijk XIII. Het kristal, somtijds ruitgewijze geslepen, is omgeven door een kunstig bewerkten rand. Email en edelsteen versieren de kasten. De horloges met slagwerk waren reeds in 1642 verspreid. Zoo zegt Dorante in «le menteur" ²⁾ van Corneille:

«Le bon homme parlait quand ma montre sonna;
Et lui, se retournant vers sa fille étonnée:
«Depuis quand cette montre? et qui vous l'a donnée?
«— Acaete, mon cousin, me la vient d'envoyer,
«Dit-elle; et veut ici la faire nettoyer,
«N'ayant point d'horlogiers au lieu de sa demeure:
«Elle a déjà sonné deux fois en un quart d'heure,
«— Donnez-la-moi, dit-il, j'en prendrai mieux le soin."

Verder leeren wij uit dit stuk, dat men toen het horloge aan een band droeg, want Dorante vervolgt o. a.:

«Alors pour me la prendre elle vient en mon coin:
Je la lui donne en main; mais, voyez ma disgrâce,
Avec mon pistolet le cordon s'embarrasse,
Fait marcher le déclin: le feu prend, le cou part;
Jugez de notre trouble à ce tristo hasard."

De vierkante horloges en de horloges in den vorm van bloemen zijn talrijk.

1) Dict. des arts décoratifs, P. Rouaix p. 105.

2) Acte II. Scène V.

Het eerste repetitie-horloge in Frankrijk werd door Koning Karel II van Engeland aan Lodewijk XIV gezonden.

In de 18^{de} eeuw maakte men horloges als kleine „bonbonnières,” voorzags van graveerwerk, miniaturen, email, paarden, diamanten, fijne steenen, mechanische beelden enz. Zelfs de dekplaten der onrust waren soms meesterstukken ¹⁾).

Voltaire hield zich met de vervaardiging van horloges bezig. In een brief aan M^{me} Dubarry spreekt hij over „la colonie industrielle qu'il a établie dans sa terre” de Ferney, en maakt melding van kettingen van zwavelkies.

Met het vest kwam de vestketting en het horlogezakje in de mode, terwijl tegen het einde der vorige eeuw de kleine ketting in zwang kwam, die in een sleutel en snuisterijen eindigde.

1) Dict. des arts décoratifs, P. Rouaix, p. 310.

•

ENKELE MEDEDEELINGEN OMTRENT
NEDERLANDSCHE EN ZWITSERSCHE UURWERKMAKERIJEN
EN GILDEN IN FRANKRIJK EN ENGELAND.

De vervaardiging van uurwerken was eens in ons vaderland een tak van Nijverheid, die zeer bloeide¹⁾. De oude zakhorloges, wier inwendig werk geheel van staal is, en waarvan de overblijfselen nog bij ons gevonden worden, worden algemeen als Nederlandsche voortbrengselen beschouwd. Hun aantal moet zeer groot geweest zijn, wanneer men bedenkt, dat de Uyterweer's te Rotterdam alleen 500 stuks vervaardigden. Een fraai exemplaar van een horloge door Cornelis Uyterweer²⁾ gemaakt, is thans nog in het bezit van iemand te Rotterdam, en gaat uitstekend. Het heeft een gedreven zilveren wijzerplaat, wier rand de cijfers bevat; het middengedeelte, eenigszins dieper gelegen, is van zinnebeelden van handel en scheepvaart voorzien, en van een schildje met het opschrift: „Uyterweer,” waar naast een verspringbaar plaatje zit, waarop de datum wordt aangegeven. De achterkant van het horloge, van het deksel ontdaan, draagt op het schoon versierde dekstuk der onrust het opschrift: „D'onnoozelheid.” De onrust, van een speek in den vorm van een slinger voorzien, werkt op een loodrecht tusschen de horlogeplaten staand kroonrad. Verder is de achterplaat van het opschrift „Cornelis Uyterweer Rotterdam 377” voorzien.

Een zilveren horloge uit dienzelfden tijd — omstreeks 1740 — gemaakt te Delft door J. P. Fouache, en door hem voor 80 gulden verkocht, was op de Tentoonstelling te Delft in 1863³⁾.

1) In onze geschiedenis van de tijdmeters werden reeds herhaaldelijk bekwame Nederlandsche uurwerkmakers genoemd. In het geding tusschen Huygens en Dou leeren wij Benjamin Lisle en Johannes van der Thoon als „borologiemaekers tot Rotterdam,” en Johannes en Adrianus Roussel als „horlogiemaekers in den Hage” kennen. Uit hunne adviezen zou men moeten afleiden, dat zij bekwame vervaardigers van uurwerken waren. (Alb. der Nat. 1864, p. 25).

2) Cat. p. 96. N: 2373.

3) Deze C. Uyterweer werd te Rotterdam in de Westewagenstraat geboren, en in de Gereformeerde kerk den 18 Juni 1702 gedoopt. Den 19 Mei 1782 stierf hij te Rotterdam. Dat deze Uyterweer een bekwaam horlogemaker was blijkt hieruit, dat hij herhaalde malen hoofdman van het St. Eloy- of smidsgilde was. Tot dit gilde behoorden ook de instrumentmakers, slotenmakers, koperelagers en geelgieters.

De groote uurwerken van de torens van onze steden en dorpen zijn bijna alle van inlandsch maaksel. Sommige zijn zeer oud, en hebben met hun enkele uurwijzers meer waarde als historische monumenten, dan als tijdaanwijzers. Niet zelden vertoonen zij de sporen, van afkomstig te zijn uit den tijd vóór de uitvinding der slingeruurwerken.

Het belangrijkste was echter de verkoop van de zoogenaamde staande horologiën, die men nog hier en daar in de gangen der huizen vindt. De uitvoer van deze soort uurwerken naar het buitenland was zeer groot, daarentegen de invoer in ons land gering. De tijd, waarin de meesten vervaardigd werden, schijnt tusschen de jaren 1720 en 1780 geweest te zijn.

In het bekende werk van A. Demmin ¹⁾ komen zeer schoone Hollandsche uurwerken uit de 16^{de} en 17^{de} eeuw voor. Vermelding verdient het uurwerk uit de zeventiende eeuw, dat op de Delftsche tentoonstelling in 1863 voorkwam, met den slinger vóór de wijzerplaat ²⁾. Van deze soort uurwerken bezit het kasteel te Heeswijk verschillende exemplaren.

Omtrent een kostbaar „oorlogie tot Haarlem gemaekt in 1670” vinden wij: „een groot vierkant horologie bezet met 999 diamanten (soo geseyt wort) met een cristalynen casse op een gouden voet, geamalieert, ende op eene cristalynen bodem, staende in een swarten greinen costode” ³⁾.

Opmerkelijk is de akte, die B. de Coninck te 's Gravenhage in 1670 passeerde, en waaromtrent wij lezen ⁴⁾:

„15 December 1670. Bodewyn de Coninck, meester horologiemaecker in 's Gravenhage, 60 jaer out verklaert ter requisitie van zekeren persoon te Amsterdam, dat hem vertoont was seecker horologie (synde geteyckent met den naem van Boud. de Coninck Haghe) in silvere binne kas en het bovendecxel met een cristalyn en een copere buyten cas met sagreyn leer becleet, met silveren nageltjes rontom op het sluyten beslagen, ende met root fulp van binnen gevoert, waerop deposant syn eygen figuer ofte wapen op een vierkant papieren ruytgen in root lack heeft gedrukt synde 't selve wapen een lopent paert. Hy constateert, dat dit horologie door hem self is gemaekt, zelfs tot de veer, de kassen, de sleutel en alles wat aan 't voorz. horologie dependeert.”

Beroemd waren de Friesche klokken, met wier vervaardiging voor ongeveer twee eeuwen begonnen werd. Voor hun goeden gang pleit, dat het een spreekwijze geworden is, om het denkbeeld van regelmatigheid aan den gang eener Friesche klok te verbinden.

In ons vaderland vond men ze eertijds overal, maar ook in onze koloniën en in het buitenland vonden zij grooten aftrek. Roorda van Eysinga ⁵⁾ verhaalt ons, dat hij te Boelecomba in het gouvernementshuis „een stadgenoot in zijne kamer vond, die hij zeer gaarne zag en hoorde. Het was een Friesche klok van Sneker maaksel.”

1) Encyclopédie des Beaux-arts plastiques II. p. 1631.

2) Ned. Spect. 1863. p. 261.

3) Nav. XXXV. p. 364.

4) Verschillende reizen en lotgevallen van S. Roorda van Eysinga, Journaal van Batavia naar Makassar I. p. 145.

Voor de deugdelijkheid dezer klokken pleit, dat zij in het buitenland werden nageemaakt, zooals uit het volgende stuk uit de Prov. Friesche Courant blijkt¹⁾:

„In de vorige eeuw moet een zekere jonkhr. van Breugel, een afstammeling van een adelijk geslacht, dat wellicht nog niet is uitgestorven, ambassadeur of liever Nederlandsch consul te London geweest zijn. Deze had de aardigheid aan een Londensch klokmaker een klok naar Friesch model te bestellen, houdende de grootte tusschen een gewone Friesche en een Friesche schippersklok. De klok werd vervaardigd en kostte volgens oirkonde 10 pond sterling, voor dien tijd een grootere som dan thans. Maar buitensporig was het niet, aangezien alleen voor dit werkje de raderen, pilaren enz., gegoten moesten worden, en de rondsels van hard staal voor dit werk expres moesten worden gedraaid en ingezaagd. Dit waarlijk deugdelijk klokje kwam later in het bezit der familie van Breugel te 's Hage. Of nu die familie verwant was aan de familie Sminia weet ik niet, maar wel weet ik, dat het werktuig in het jaar 1725 of daaromtrent in het bezit kwam van laatstgenoemde familie, en dat in 't laatst gedeelte der vorige eeuw zekere jonkhr. Jetze van Sminia, drost te Bergum, er eigenaar van was, die het als eene zeldzaamheid aan mijn Grootvader, klokmaker te Bergum, met wien genoemde drost zeer bevriend was, present gaf. Dat klokje is nu reeds minstens 120 jaren in mijn familie bewaard gebleven, en nog altoos even goed slaande en gaande.

Mag zij nu geen Friesche klok heeten omdat zij te Londen gemaakt werd, toch is ze merkwaardig, omdat ze naar 't Friesche stoeltjeklok-model vervaardigd is. Wellicht vroeger of later nimmer weer een zóó.”

Het stanland der Friesche klokken is het dorp Grouw bij Leeuwarden, waaromtrent 1726 deze tak van nijverheid zeer bloeide. Mr. P. Voskestaert, die als student in 1814 een gedeelte van zijn vacantie te Grouw doorbracht, wijdde in September van dat jaar een gedicht aan Grouw, waarin hij de Grouwster sprekende invoert²⁾

„Hij roemt zijn kunstig klokkewerk
Gansch Neerland door vermaard,
Hij roemt op menig schoon gewrocht
Dat ieder vruchtloos zocht,
En elks bewondering baart.”

Van der Aa³⁾ zegt, dat er nog twee uurwerkmakerijen te Grouw zijn, waarvan de voortbrengselen onder den naam van Grouwster klokken beroemd zijn. Omtrent de in lateren tijd vervaardigde uurwerken verdient vermelding, dat van D. J. Tosma in 1808.

Het is een klokje, dat de schijngestalten der maan en den datum aangeeft, en voorzien is van een mechanieken visscher⁴⁾.

1) Prov. Friesche Courant 4 Sept. 1885.

2) Friesche Volksalmanak 1837.

3) Aandr. Wordenb. der Ned., A. J. v. d. Aa.

4) Deze gegevens werden ons door de welwillende tussenkomst van het Friesch Genootschap van Geschied-, Oudheid- en Taalkunde te Leeuwarden verstrekt.

Omtrent dezen tak van industrie te Joure werd ons het volgende medegedeeld ¹⁾.

De overgrootvader van den klokkenmaker Engele Bouwma te Joure was kof-schipper, diens zoon Engele Klazes Bouwma, was voor ongeveer 110 jaren klokkenmaker te Joure. Hij zelf vervaardigde geen klokken met lange slingers, maar alleen met korte slingers, zoogenaamde „stoeltje-klokken." De uurwerken met lange slingers, die hij verkocht, ontbood hij uit Noord-Holland. Op vijftigjarigen leeftijd stierf Engele Klazes Bouwma. Terzelder tijd waren te Joure de uurwerkmakers: Marten Hijlkes van der Meulen, Evert Theunis van der Werf en Jurjen Jeltjes Vijlstra.

In 1775 waren er te Joure nog de klokkenmakers Bouke Swart en Folkert Meva, de vader van den wel bekenden Jourschen uurwerkmaker Wiebe Meva, die door zijn handel in Friesche klokken op Tunis en Algiers goede zaken gemaakt heeft, en voor ruim twintig jaren gestorven is.

Voor ruim 80 jaren werden te Joure voor het eerst klokken met lange slingers gemaakt.

Van der Aa ²⁾ vermeldt, dat Joure nog uurwerkmakerijen bezit, waar Friesche klokken vervaardigd worden, die zoo deugdelijk zijn, dat zij jaarlijks bij honderden naar Holland en zelfs naar het buitenland gezonden werden.

Behalve de klokken vervaardigde men in Friesland ook horloges. De catalogus der Friesche tentoonstelling ³⁾ vermeldt de volgende exemplaren: een antiek horloge in ovalen vorm van goud, waarop geschreven staat „J. Silleman, fecit Leeuwarden." en een ander met dubbele kast, de buitenkast gedreven, met open lofwerk, de wijzers met juweelen bezet, vervaardigd door de gebroeders A. J. Haakma te Leeuwarden.

Thans zijn helaas onze oude deftige staande uurwerken door de Fransche pendules verdrongen; onze zak-horologiën door Zwitsersche voortbrengselen en onze Friesche klokken door Duitsche klokjes.

De gewoonte van onze voorvaderen, om overal waar het kon toepasselijke dicht-regelen te plaatsen, werd ook op deze uurwerken toegepast. Zij herinnerden aan de snelheid van den tijd en de vergankelijkheid van het leven ⁴⁾. Bekend zijn de vier bijschriften op een uurwerk door J. Antonides van der Goes ⁵⁾.

Dit uurwerk, dat balans hout van den tyt,
Die, eer men 't gist, gevoeleloos ontgylt,
Leert ons zoo wel hoe die staat uit te koopen,
Als hoe gezwind de dagen heneelloopen.

1) Door welwillende tussenkomst van het Friesch Genootschap van Geschied-, Oudheid- en Taalkunde te Leeuwarden.

2) Aardrijkskundig Woordenb. d. Nederl. A. J. v. d. Aa.

3) Historische Tentoonstelling van Friesland 1877.

4) Het boek der opschriften, Mr. J. van Lennep en J. ter Gouw. p. 347.

5) Alle de gedichten van J. Antonides van der Goes, Amsterdam 1714 3de Druk. p. 312.

Bedenk vry, dat, terwijl gy op dit uurwerk ziet
 Een oogenblik, u voort die oogenblik ontvliet.
 Dit bodemrat wort steeds van 't snckrat omgedreven.
 Zoo draeit de vlugge tyt de zwakke spil van 't leven.

Wat hooptmen hier op schat en heerlijkheid van staet,
 Een schijngoet, dat ons schier eer dat het komt verlaet?
 En blijft het, 't is om dat uw rust dan niet zou blijven,
 Gelijk de oornst al de raden om doet dryven.

Zoo snel dit uurwerk van Tracy rondom gedreven
 Den tyt by stippen meet, zoo snel verloopt ons leven.
 Maer schoon het vliet gelijk een schaduw, eermen 't weet,
 'T ontglipte noit te ras, wanneer men 't wel besteeft.

Ter gedachtenis aan den brand op den tweeden Januari 1573, waardoor de toren van het Raadhuis te Leiden vernield werd, en aan de wederopbouwung van dien toren, heeft men aan de zuidzijde van den muur, ter plaatse waar het uurwerk hangt, de namen der Heeren Burgemeesteren, die toen regeerden met het volgende tijddicht doen stellen: 1)

J. van Broekhoven, W. Heemskerk, Joost Jacobsz. en Joost Willemsz. Burgermeesteren.

VVLCanVa CraCht,
 Ter neer MI braCht
 Het eerste Vile Iaer »Schaer
 ('t jaar 1573).

ICk SII her VVraCht
 DeVr CLefoe MaCht
 In CVrte Iaren daer »naer
 ('t jaar 1576).

W. Heemskerk, J. Brouwer, G. Warmond, en C. Gael Burgermeesteren.

Op de halve uurklok staat:

Den derden October, als het tal uytwyet,
 Is Leyden door Godes Barmherticheit gespyet. 1576.

Boven de ton, op welke de voorslag „verstecken” wordt, staat:

Tot Hasselt in der Stee,
 By Luyck, Heinrich van Nuyt,
 Door Vier, Wint, en hamere crucht,
 My, die hier sta gerec,
 Gesmeet heeft mette Vuyst;
 En sy nyt 't Schip ontvracht,
 't Jaer 't seveentich en acht

1) Beschrijving der stad Leyden, F. van Mieris, II. p. 380.

Met vyftienhondert juyst,
 September twaelfve mee,
 Heb ick ter Waegh gebracht,
 Swaert twee-en-twintich duynt
 Twee hondert veertich twee.

Inscripten op de uurwerken vond men niet alleen in Nederland, maar ook in Frankrijk en Deutschland vóór en na de hervorming, zoo b. v. te Bremen: ¹⁾

»Ich ruff mit vollem Munde
 Wie viel die Zeit vermag,
 Wie plötzlich eine Stunde
 Der andern folget nach.
 Wer hier nun wird bewegt
 Und sich zur jeden Zeit
 Wenn eine Stunde schläget
 Zum scheiden macht bereit,
 Den wird nicht sehr erschrecken
 Der letzte Donnerslag,
 Christus wird ihm aufwecken
 Zum Grossen Jungsten Tag.»

Ook de horlogemakers veroorloofden zich de weelde om op hun uithangborden dichtregelen aan te brengen. Zoo las men in de 17^{de} eeuw bij een horlogemaker te Rotterdam: ²⁾

»Al wie in onrust leeft die heeft gestadig kruis,
 Ik leef in onrust en dat brengt mij rust in huis.»

Wij meenen deze afdeeling niet te kunnen besluiten, zonder den grooten kunstenaar, onzen tijd- en landgenoot, Andreas Hohwü, te herdenken. In 't kort zullen wij enkele feiten uit zijn leven aanstippen ³⁾.

Andreas Hohwü, die den 28 September 1885 te Amsterdam stierf, werd den 18 Juli 1803 te Gravestein, een dorp in de provincie Sleeswijk-Holstein geboren. Ofschoon dus van geboorte een Deen, vond hij in Nederland zijn tweede vaderland, waar hij den 12 Mei 1869 genaturaliseerd werd. Tot zijn zes en twintigste jaar bleef hij bij zijn vader, die uurwerkmaker was, werkzaam. Daarna kwam hij te Altona op de werkplaats van den beroemden Kessels, die te Venloo geboren was. Hier trok hij de opmerkzaamheid van den Hoogleraar Schumacher. Den 15 Juli 1834 vertrok hij naar Parijs, waar hij bij den beroemden werktuigkundige Louis Breguet werkzaam was. Omstreeks Mei 1840 vestigde hij zich in Nederland. De beroemde Amsterdammer verwierf op de tentoonstelling te Napels in 1871 de gouden medaille, op die te Weenen in 1873 het eere-diploma,

1) De Openbare Eeredienst der Ned. Herv. Kerk, Dr. G. D. J. Schotel, 1ste Stuk. p. 53.

2) Het boek der opschriften, Mr. J. v. Lensep en J. Ter Gouw. p. 271.

3) De Zee, Novemb. 1885.

op die te Philadelphia in 1876 den eersten prijs en acht gouden en drie zilveren medailles, terwijl de Japansche regeering hem in 1864 verschillende zilveren en kristallen voorwerpen zond. Zijne borst werd den 10 Mei 1849 met het ridderkruis van de Eikenkroon, den 13 April 1869 met dat van den Nederlandschen Leeuw en in 1871 met de orde van de Kroon van Italië versierd. Hij vervaardigde 29 astronomische uurwerken voor observatoria. Te Leiden, Berlijn, Straatsburg, Warschau, St. Petersburg, Upsala, Dorpat, Washington, Brussel enz. stichtte hij zich door zijne astronomische uurwerken eerzulen. Velen van hen zijn bijzonder beroemd, zoo b. v. N°. 17, zie het rapport hierover van Prof. F. Kaiser aan de Academie van Wetenschappen; N°. 20, zie rapport Dr. P. J. Kaiser „Archives du Musée Teyler,” Vol. I. Fasc. 3^{me}, N°. 25 en 34, zie „Astron. Nachrichten” Prof Winnecke en H. Schultz enz.

Ten slotte kunnen wij nog vermelden, dat den 1^{ste} October 1885 te Amsterdam door de Horlogemakers-Vereeniging „Christiaan Huygens”, eene horlogemakers-vakschool werd opgericht, die ten doel heeft jongelieden door praktisch en theoretisch onderwijs zoo mogelijk tot bekwaame en degelijke uurwerkmakers en reparateurs te vormen.

Onmiddellijk na de uitvinding der horloges poogden enkele kunstenaars te Genève ze te vervaardigen. Een horloge uit dien tijd is voor ons bewaard gebleven. Het is afkomstig van den Prins-Bisschop, Pierre de la Baume, die het bij zijn vertrek uit Genève, in 1533, achterliet. Eenigen tijd later, in 1537, werd de vervaardiging van horloges er een bepaalde tak van industrie. Eene eeuw later, in 1680, werden horlogemakerijen in de Neuchâtel Jura gevestigd, van waar zij zich in de naburige districten van het Kanton Bern verspreidden. In het begin der 18^{de} eeuw werden in het Kanton Waadtland bloeiende horlogemakerijen opgericht. Thans vindt men dezen tak van industrie nog bijna uitsluitend in het Fransch gedeelte van Zwitserland, vooral in de Kantons Genève, Neuchâtel, Waadtland en in de Bernsche Jura.

Elk Kanton heeft zijz vermaarde mannen en zijn geschiedenis op dit gebied; in het kort zullen wij hierover het een en ander mededeelen ¹⁾.

In 1587 vestigde zich zekere Charles Cusin, afkomstig van Autun in Bourgondië, te Genève, en werd er den eigenlijken grondlegger van de horlogemakerijen. Zooals wij reeds vermeldde, waren er reeds vroeger horloges vervaardigd. Kort na de komst van Cusin vereenigden zich alle vervaardigers, in 1589, tot een gilde en stelden een reglement vast. Om tot meester te worden toegelaten, moest men een draagbaar uurwerk met wekker, en een tafeluurwerk van eigen maaksel kunnen vertoonen. Een eeuw later, in 1685, vond men te Genève reeds 100 meesters, die 300 werklieden hadden, en jaarlijks 5000 horloges afleverden. Zij vervaardigden toen ook reeds repetitie-horloges. Verder waren er gelijktijdig 80 meester-juweliers met 200 werklieden, die met de horlogemakers samenwerkten.

1) Notice historique sur l'horlogerie Suisse, M. Thury.

Gedurende de 18^{de} eeuw ontwikkelde zich deze industrie vooral, en vonden hare voortbrengselen overal verspreiding. De handel met de Levant was zeer levendig, zoodat men reeds in 1725, 88 Geneefsche kooplieden te Constantinopel vond.

Omstreeks 1760 vonden meer dan 4000 personen bij de vervaardiging van horloges werk. Het aantal meesters was tot 800 geklommen, terwijl meer dan 40.000 onsen goud gebruikt werden.

Tengevolge van de staatkundige troebelen weken vele horlogemakers uit. Voltaire genoot er o. a. de voordeelen van, door, zooals wij vroeger reeds aanstipten, onder leiding van den vermaarden Lépine eene fabriek te Ferney te stichten.

In de tweede helft van de 18^{de} eeuw werd het horlogemakersvak door kundige mannen uitgeoefend, die met vrucht aan den vooruitgang dezer industrie werkten. Zoo bestuurd Jodin, afkomstig uit Genève, maar destijds gevestigd te Saint-Germain en Laye, het rustend echappement. Romilly onderzocht de wrijving in het horloge, en schreef over zijn vak verschillende stukken voor de „Encyclopédie”. Moïse Pouzait vond in 1786 het vrije anker-echappement uit.

Even vóór de Fransche omwenteling, in 1787, vinden wij de Geneefsche industrie in vollen bloei. De stad telt 26.000 inwoners en binnen hare muren meer dan 1800 menschen, die met de vervaardiging der horloges bezig zijn.

De Fransche omwenteling, de vreemde overheersching en de oorlogen maakten aan dezen voorspoed een einde, totdat in 1814 Genève zijne onafhankelijkheid herwon. Na dien tijd ontwikkelde zich de industrie op nieuw met kracht, ofschoon er ook tijdvakken van minder hooge vlucht werden waargenomen.

Thans vormt Genève de hoofdplaats van de vervaardiging van luxe-horloges, die uitmunten door rijkdom en nauwkeurigen gang. De uitgebreidheid van deze industrie blijkt hieruit, dat in 1869, 7000 personen, waaronder 800 werklieden, er bijgebruikt werden; 83 groote inrichtingen vervaardigden en verzonden horloges; 63 werkplaatsen maakten allerlei bijzaken tot het horloge behorende. Jaarlijks worden ten minste 100,000 horloges vervaardigd, waarvan $\frac{1}{12}$ in goud. Vele deelen worden ook zonder kasten aan horlogemakers te Parijs en te Londen geleverd.

Slaan wij thans een blik op Neuchâtel. Het oudste horloge van le Locle werd in 1630 door Perret gemaakt. Het eerste horloge werd in de bergen van Neuchâtel in 1679 uit Engeland ingevoerd door een paardenkooper, afkomstig uit het gehucht la Sagne. Een jonge smid, Daniel Jean Richard, die in de geheele streek als werktuigkundige een goeden naam had, ontving het op zekeren dag ter herstelling. Na zich goed van zijn taak te hebben gekweten, wilde hij zelf horloges vervaardigen. Een jaar besteedde hij aan de vervaardiging der noodige werktuigen, en zes maanden om geheel alleen alle deelen van het horloge te vervaardigen. In zijne pogingen slaagde hij zoo goed, dat hij vele bestellingen kreeg. Dit was de oorsprong der uurwerkmakerijen in de Neuchateller Jura. In 1705 verliet Richard de vallei van la Sagne en vestigde zich te le Locle. Hij bezat vijf

zonen, die zich allen op het vervaardigen van horloges toelieden, en met hun vader werkten. Ieder van hen hield zich met het maken van een bepaald gedeelte van het horloge bezig, zoodat de verdeling van arbeid, die zich thans zoo zeer ontwikkeld heeft, daar van den aanvang af werd ingevoerd. Uit de omstreken kwamen jongelieden op de werkplaats van Richard, en werden daar in zijne kunst onderwezen. Later vestigden zijne leerlingen zich zelf, en door overkomst van horlogemakers van elders, ontwikkelde deze industrie zich zeer snel. Elf jaren na den dood van Richard, die in 1741 plaats had, telde men in de bergen van Neuchâtel reeds 466 horlogemakers, wier aantal zoo snel toenam, dat in 1781, 2177 horlogemakers gevonden werden; in 1802, 4000 en in 1866 in het geheele kanton 13706, die jaarlijks 800,000 horloges vervaardigden.

Naarmate het aantal werklieden toenam, verspreidden zich de uurwerkmakerijen door het kanton; zoo vestigde zich de eerste werkman van Richard, Jacob Brandt, te la Chaux-de-Fonds, terwijl een leerling van Richard, Daniel Jean Jaques Henri Vaucher het vervaardigen van horloges in de Val-de-Travers invoerde.

Na de staatkundige gebeurtenissen van 1848, en den aanleg van een spoorweg, die de bergen en de districten van Vignoble vereenigde, vestigde zich deze industrie te Neuchâtel en onliggende dorpen.

Het eigenaardige van de uurwerkmakerijen van Neuchâtel is hunne veelzijdigheid. In de Val-de-Travers vindt men de fabrieken van gereedschappen, die 300 à 400 werklieden werk verschaffen. Verder maakt men er pendules, gedreven door veeren, met slagwerk en wekkers. Tevens worden er uitstekende astronomische uurwerken vervaardigd. Le Locle en Fleurier leveren goede chronometers. Chronometer-horloges worden te le Locle, la Chaux-de-Fonds, Neuchâtel, les Brenets, Fleurier en les Ponts vervaardigd. Een groot aantal repetitie-horloges en chronographen levert het kanton Neuchâtel. Behalve de horloges, die slechts binnen het bereik van meer gegoeden vallen, worden er ook goedkoopere vervaardigd.

Beroemde mannen op het gebied der horlogemakerijen zagen in het kanton Neuchâtel het levenslicht. Daartoe behoeven wij o. a. slechts te wijzen op Ferdinand Berthoud, die in 1727 te Plancemont geboren werd en Abram Louis Breguet uit Neuchâtel.

Omtrent het kanton Waadtland kunnen wij het volgende mededeelen. Volgens de overlevering vestigde zich een Fransch horlogemaker in de eerste helft der 18^{de} eeuw te Nyon. Hij had eenige leerlingen, die de stichters werden van de horlogemakerijen in de naburige steden, vooral te Rolle, Vevey en Moudon.

In 1740 trad een jongmensch van de vallei van het „lac de Joux," Samuel Olivier Meylan, te Rolle in de leer. Twee jaren later ging een jongeling uit dezelfde streek naar de Val-de-Travers in de leer, terwijl een derde zich naar Genève begaf. Toen Meylan zijn leertijd volbracht had, wilde hij zich te Rolle vestigen, zonder een bewijs van meesterschap ontvangen te hebben. Het gilde te Rolle maakte hiertegen bezwaren. Hij begaf zich nu naar het kanton Neuchâtel, waar hij te Moudon den gildebrief ver-

wierf. Daarna vestigde hij zich, omstreeks 1748, in zijn geboorteplaats met een anderen meester, en legde den grondslag van de uurwerkmakerij in de vallei van het *«lac de Joux»*, die later beroemd werd.

Langzamerhand begon deze industrie daar te bloeien en het aantal horlogemakers toe te nemen. Het was hun echter meestal moeilijk aftrek voor hunne waar te vinden. Hunne pogingen, om naar de Levant te leveren, leden geheel en al schipbreuk. Sedert legden zij zich toe op het vervaardigen van onafgewerkte stukken, *«ébauches et blancs»* genoemd, die aan de werkplaatsen van Zwitserland en van het buitenland geleverd werden. Om zich een denkbeeld van de uitgebreidheid van deze industrie te vormen, behoeven wij er slechts op te wijzen, dat alleen één huis aan 250 werklieden werk verschaft en in 1866 de onafgewerkte stukken voor 14000 remontoir-horloges leverde.

De Waadtlandsche Jura vormt een tweede middelpunt van dezen tak van horlogemakerijen. In de vallei van Sainte-Croix vervaardigde men reeds in de eerste helft der vorige eeuw onafgewerkte stukken, *«ébauches»*, voor horloges en ook geheele horloges. In 1752 voerde Joseph Junod, die zijn vak te Vevey geleerd had, de vervaardiging van de minuutwerken in. In deze eeuw, 1810, liet men twee meester-horlogemakers uit het kanton Neuchâtel komen, om de werklieden te onderrichten. Felix Cuendet stichtte in 1835 de eerste fabriek van geheele horloges, waarop weldra de vestiging van andere horlogemakerijen volgde. In den aanvang had men met veel moeilijkheden te strijden, zelfs zoo, dat de gemeente steun moest verleen, maar sedert 1833 ontwikkelde zich de industrie, vooral na wijzigingen aan de remontoir-horloges.

In 1878 telde Sainte-Croix 23 horlogemakerijen met meer dan 1000 werklieden, die jaarlijks 20,000 gouden en 3000 zilveren horloges leverden. Behalve horloges vervaardigde men er ook muziekdoozen, enz.

Volgens schatting hielden zich in het kanton Waadtland in 1867 ongeveer 7700 menschen met het vervaardigen van horloges bezig.

Het middelpunt van de vervaardiging van en van den handel in horloges in het kanton Bern vindt men te Bienne. In de geheele Berner Jura vindt men horlogemakerijen met verschillende centra, die ieder hun geschiedenis hebben. De horlogemakerijen van Bienne dagteekenen van 1842—1850, en ontwikkelden zich zoo snel, dat er in 1867 reeds 1200 horlogemakers aan het werk waren. In 1878 vond men er 2000 werklieden en ongeveer 100 fabrieken, terwijl de geheele productie zeven milioen franken bedroeg.

In de Val de Saint-Imier werd deze industrie in het midden der 18^{de} eeuw ingevoerd. Reeds in 1810 vormde Saint-Imier een belangrijk middelpunt voor de vervaardiging. Ten gevolge van de staatkundige troebelen vestigden zich later vele bewoners van Neuchâtel in de vallei, ten koste van de industrie van hun geboorteland.

Te Aux Bois waar men sedert het einde der vorige eeuw de onafgewerkte stukken voor horloges, *«ébauches»*, vervaardigde, maakt men sedert 1834 ook geheele horloges.

Tramelan was een bekend middelpunt. Ook hier vestigden zich vele uitgewekenen uit Neuchâtel, en onderhielden den band door druk verkeer met hun stamland.

Te Porren-truy werd het vervaardigen van horloges in 1842 ingevoerd, en nam de industrie spoedig een hooge vlucht.

In 1878 wonnen in het kanton Bern ongeveer 13,000 personen met deze industrie hun brood, terwijl de waarde der voortbrengselen dertig millioen franken vertegenwoordigde.

Onder de bekende Berner horlogemakers verdient Pierre Frédéric Ingold genoemd te worden. Grooten naam verwierf hij als vervaardiger van gereedschappen voor horlogemakers.

Behalve in de genoemde kantons houdt men zich ook met het vervaardigen van horloges en uurwerken bezig in het kanton Freiburg, Solothurn en Bazel-land.

Het zou ons te ver voeren alle historische bijzonderheden te vermelden, zoodat wij slechts hier en daar een greep konden doen. Toch willen wij nog vermelden, dat Zwitserland vele horlogemakeresscholen bezit, waarin praktisch en theoretisch onderwijs in het horlogevak gegeven wordt. De oudste school is die van Genève. Zij werd in 1824 door de „Société des Arts” gesticht, en is sedert 1843 eene gemeente-instelling. Het kanton Neuchâtel bezat in 1878 vier van die scholen, namelijk te la Chaux-de-Fonds, sedert 1865; te le Locle, sedert 1868; in de stad Neuchâtel, sedert 1868 en te Fleurier, sedert 1874. Het kanton Bern bezat gelijktijdig eene te Saint-Imier en eene andere te Bienne sedert 1873.

Vier observatoria bewezen in 1878 hunne diensten aan de uurwerkmakerijen en wel te Zürich, te Bern, te Neuchâtel en te Genève. De twee laatste alleen zijn voor de horlogemakerijen opgericht. In geen land hebben de netten van electriche uurwerken zoo groote uitbreiding gekregen als in Zwitserland. De reden hiervan ligt voor de hand, de behoefte toch, om steeds den juisten tijd te weten, bestaat bijna nergens meer, dan in de horlogemakerijen. Behalve de netten in de steden vindt men lijnen van electriche uurwerken van Neuchâtel uitgaande naar la Chaux-de-Fonds, le Locle, les Ponts, Fleurier en naar het Centraal-bureau van de telegraaf te Bern.

„The Clockmakers' Company” van London was bij oorkonde van 22 Augustus 1631 door Karel I ingesteld. Het eerste hoofd der „Company” (master) was David Ramsay, uurwerkmaker van den Koning. Eerst in 1767 kregen de leden der „Company” een bepaalde uniform. Aan hen was het recht van den handel in uurwerken toegekend in Londen, en tien mijlen in den omtrek dier stad. Tot uitoefening van hun bedrijf mochten zij zich op schepen, in winkels en in pakhuizen begeven. Het schijnt, dat dit lichaam zeer werkzaam en goed vertegenwoordigd was, want uit de verslagen blijkt, dat menig „bad” en „deceitful” uurwerk door hen hersteld werd. Toen in deze eeuw de vrije handel deze corporatie overbodig maakte, verviel zij in den toestand, waarin personen en lichamen komen, die niets te doen hebben. Toen de „City and Guilds of London Institute for the Advancement of Technical Education” werd opgericht, begreep

de „Company,” dat zij hiervan een deel moest uitmaken. Jaarlijks looft zij een prijs van £ 10 bij de „Greenwich trials” uit, voor den gelukkigsten overwinnaar, en een van £ 5 voor den tweeden. Bovendien keert zij jaarlijks £ 10 uit aan het „Horological Institute”, om horlogemakers op te leiden.

Sedert ieder een chronometer kan koopen, en, na hem eenigen tijd bezeten te hebben, naar den prijs kan mededingen, zonder er eenig deel van te kunnen vervaardigen, komt de wedstrijd aan deze industrie niet meer ten goede.

Bij gemis aan een eigen gebouw werd eenige jaren geleden de kostbare boekerij en de merkwaardige verzameling van toestellen van de voormalige „Company” aan de „Guildhall Library and Museum” ten geschenke gegeven. Deze inrichting is thans, ofschoon zij van belang voor het algemeen is, voor het grootste gedeelte der horlogemakers bijna ontoegankelijk ¹⁾.

De eerste statuten werden aan de uurwerkmakers in Frankrijk door Lodewijk XI in 1483 gegeven, en door Frans I bevestigd. Zij bevatten een aantal voorschriften, om de belangen der leden en de waardigheid van hun beroep te beschermen. Hun schutspatroon was St. Eloy.

Men werd eerst als meester toegelaten na een leertijd van acht jaren, en na het opleveren van een proefstuk, dat vervaardigd was in het huis en onder de oogen van een opziener van het gild. Deze opzieners (gardes visiteurs), door alle leden van het gild gekozen, hadden evenals de scheidsrechters (prud'hommes) en de syndici (syndics) het recht, zich in de werkplaatsen te begeven, en een wakend oog te houden op de vervaardiging der uurwerken. Wanneer zij stukken vonden, die hun toeschenen niet volgens de regelen der kunst vervaardigd te zijn, konden zij ze niet alleen vernietigen, maar bovendien aan den maker eene boete ten voordeele van het gild opleggen. Volgens de statuten hadden alleen de meesters het recht, om direct of indirect koopmanschap te drijven met uurwerken, hetzij zij oud of nieuw waren, afgewerkt of onafgewerkt ²⁾.

1) Watch and Clock making, D. Glasgow, p. 18.

2) Les arts au moyen âge, P. Lacroix, 2e édit. p. 186. Zie ook Hist. d. l. Mesure du Temps, Berthoud, I. p. 79.

ELECTRISCHE UURWERKEN.

Ofschoon men thans uurwerken kan vervaardigen, die den juisten tijd met zeer geringe afwijking aanwijzen, zoo zijn de kosten van aanschaffing zoo hoog, dat zij slechts binnen het bereik van enkelen vallen. Bovendien zijn deze uurwerken zoo gevoelig, dat zij met de grootste zorg aan storende invloeden onttrokken moeten worden, waardoor hun gebruik steeds beperkt zal blijven. Maar al werden deze bezwaren opgeheven, dan zou toch nog geen eenheid in tijdaanwijzing te verkrijgen zijn, omdat onderlinge verschillen blijven bestaan. Van daar het denkbeeld, om, ter ontwijking van groote kosten en ter verkrijging van eenheid van tijdopgaven, vele uurwerken afhankelijk te maken van één uurwerk, waaraan men de hoogste eischen kan stellen. Onder de middelen, die ter bereiking van dit doel worden aangewend, behoort de electriciteit.

Het schijnt, dat Steinheil de eerste was, die in 1839 het denkbeeld verwezenlijkte, om meerdere uurwerken door den electrischen stroom te drijven. Na hem werden zeer vele stelsels uitgedacht, die ten slotte alle tot drie hoofdgroepen teruggebracht kunnen worden ¹⁾).

Tot de eerste groep behooren de zoogenaamde „meêgaande uurwerken”, of electrische wijzerinrichtingen, die, gewoonlijk zonder tuschenkomst van eene veer of van een gewicht, den tijd van het hoofduurwerk aanwijzen.

De tweede groep bevat de uurwerken, die geheel zelfstandig kunnen loopen, maar waarbij een electrische stroom, van het hoofduurwerk uitgaande, op bepaalde tijden den stand der wijzers regelt.

De laatste groep bestaat uit electrische slingeruurwerken, waarbij de electrische stroom de drijfkracht is.

Oppervlakkig beschouwd biedt de eerste groep vele voordeelen aan, vooral daar de inrichting dezer uurwerken zeer eenvoudig zijn kan. Het hoofduurwerk sluit binnen bepaalde korte tijduimten, meestal elke minuut, een stroom, die door magnetische werking de minuutwijzers van de meêgaande uurwerken voortbeweegt. Op deze wijze is

1) Die elektrischen Uhren, Dr. A. Tobler.

het mogelijk, vele wijzers door één hoofduurwerk te drijven. Daar echter de goede gang van deze uurwerken zeer afhangt van de geleidingen, zoo moet aan deze de grootste zorg besteed worden.

De uurwerken der tweede groep zijn minder afhankelijk van de geleidingen, maar bij hen moeten de eischen van goede uurwerken vervuld worden. Bij sommige stelsels regelt de stroom van het hoofduurwerk elke twee seconden, maar over het algemeen is alle uren voldoende.

De derde groep onderscheidt zich van de gewone uurwerken door juiste tijdaanwijzing. Daar deze uurwerken niet behoeven opgewonden te worden, is het mogelijk, hen zeer lang onder denzelfden luchtdruk te laten werken. Daar het tikken bij deze uurwerken veel sterker is dan bij elke andere, zijn zij zeer geschikt, om bij waarnemingen gebruikt te worden.

In het kort zullen wij een stelsel van elke groep beschrijven.

DE UURWERKEN VAN HIPP¹⁾.

Deze uurwerken hebben de grootste verspreiding gevonden, en worden door een electrischen stroom, die telkens van richting verandert, gedreven. De weekijzere kerne m en m' , Plaat II, Fig. 9, zijn met de pool P van een permanenten magneet M verbonden en onder diens invloed steeds magnetisch. In de onmiddellijke nabijheid van de andere pool van P bevindt zich het weekijzeren anker A, dat om eene vertikale as kan draaien. Onder den invloed van den magneet is A, zoolang er geen stroom door de elektromagneten gaat, ongelijksnamig magnetisch met m en m' . De eigenaardige vorm van het anker, die uit Plaat II, Fig. 10 blijkt, stelt in staat, om zelfs met een kleine kracht een groote uitwerking te verkrijgen. Langs den arm, waarvan het anker voorzien is, kan een gewicht verschoven worden, om het anker in evenwicht te stellen. Door werking en vorm onderscheidt zich dit anker van alle andere stelsels, en moet de ongestoorde gang van deze uurwerken hoofdzakelijk hieraan toegeschreven worden. De groote hoek, dien het telkens, wanneer een stroom door de electro-magneten gaat, doorloopt, is oorzaak dat het uurwerk aan storende invloeden van dreunen en van zwakke inductiestroomen onttrokken is. Deze groote boog veroorlooft tevens het gebruik van eene spil, voorzien van insnijdingen, die het schakelrad voorwaarts beweegt, waardoor, behalve dat de spil zich zeker en gemakkelijk beweegt, verkregen wordt, dat de wijzers zoo vast staan, dat een vooruitbewegen in staat van rust niet te vreezen is. Ook is de gang van de wijzers rustig, en zijn zij zelfs bij groote afmetingen niet onderhevig aan terugspringen.

Door den vorm van het anker is het mogelijk, de kracht, waarmede het in beweging gebracht wordt, zoo over de verschillende phases van beweging te verdeelen, dat

¹⁾ Die electrischen Uhren, Dr. H. Schneebeli.

het draaiingsmoment in dezelfde verhouding toe- of afneemt, als het moment van den te overwinnen weerstand. Bij het begin der beweging is dus de beweegkracht het grootst, omdat dan het traagheidsmoment overwonnen moet worden. Door zijn vorm is verder een geringe stroomsterkte voor een regelmatigen gang voldoende, waardoor het mogelijk is, om vele uurwerken gelijktijdig door één bron van electriciteit te bewegen. De twee staafjes k en k , Plaat II, Fig. 10, die met fluweel bekleed zijn, beletten, dat het anker tegen de kernen komt. Zij vormen tevens als het ware kussens, om het aanslaan van het anker zacht en zonder geluid te doen plaats hebben.

Het schakelrad is van een dubbele rij loodrecht op elkaar staande tanden voorzien. In de eene rij grijpt de spil, die het rad vooruitdrijft, in de andere een kleine licht beweegbare pal, die het teruggaan van het rad belet. De overige raderen dienen om de wijzers in beweging te brengen.

Elke minuut zendt het hoofduurwerk een electrischen stroom, die telkens van richting verandert, door de omwindingen van de electro-magneten. Een van de kernen verliest het magnetisme, dat zij door inductie bezat, en wordt in tegenovergestelden zin magnetisch, terwijl in de andere kern het magnetisme versterkt wordt. Het anker wordt dan door de ongelijknamige pool aangetrokken en door de gelijknamige afgestooten. In de volgende minuut wordt de stroom omgekeerd, en beweegt het anker zich naar de andere pool. Elke minuut draait dus het schakelrad een tand verder.

Voor perrons, straten en in groote gebouwen is het soms noodig, dat de uurwerken van dubbele wijzerplaten voorzien zijn. Naar gelang van de ligging komen hiervoor uurwerken in aanmerking, waarbij de wijzerplaten evenwijdig loopen of met elkaar een hoek maken. Wij kunnen volstaan met een uurwerk met twee evenwijdige platen te beschrijven, daar de stand der beide armen m, n , Plaat II, Fig. 11, alleen verandert, wanneer de platen een hoek met elkaar maken. Over het algemeen komt de inrichting met de boven omschrevene overeen. Het anker werkt echter niet onmiddellijk op het schakelrad, maar brengt zijne beweging op het kroonrad c over. In dit rad vatten de tanden van de beide raderen r , wier assen onmiddellijk de wijzerinrichting bewegen. Verder is nog op te merken, dat het anker zich in een vertikaal vlak beweegt, en dat de invloed van de zwaarte door een tegengewicht, dat aan het anker is aangebracht, wordt opgeheven.

Wanneer de wijzerplaten een grootere middellijn dan 1,25 M. hebben, of wanneer de wijzers niet achter glasplaten zitten, en dus aan de buitenlucht zijn blootgesteld, is het wenschelijk, dat de wijzers niet onmiddellijk door den electrischen stroom bewogen worden, omdat daarvoor een te sterke batterij noodig zijn zou. In deze gevallen bezigt men uurwerken, die door gewichten gedreven worden, en b. v. alle acht dagen opgewonden moeten worden. De electro-magneet, voorzien van een anker, zooals wij boven beschreven, dient dan alleen om het werk alle minuten vrij te maken en de wijzers een minuut te doen verspringen. Op deze wijze is het mogelijk het grootste torenuurwerk even goed als het kleinste uurwerk tot regelmatige tijdaanwijzing te dwingen.

De inrichting voor torenuurwerken wordt in Plaat II, Fig. 12 voorgesteld. Op het bekende anker zit de as b , die met een halfcirkelvormige schijf a verbonden is. Op deze schijf rust een van de armen eener vork, die om de spil c kan draaien. Beweegt het anker zich onder den invloed van den elektrischen stroom van het hoofduurwerk, dan valt deze arm der vork, over de schijf glijdende, naar beneden. Hierdoor verliest het uiteinde van den zwaren gebroken hefboom d zijn steun, en valt zijn benedenarm, draaiende om de as e , naar beneden, terwijl de bovenarm zich opwaarts beweegt. Deze laatste licht dan den oudersten arm van den gebroken hefboom g uit eene insnijding in i , en duwt den bovenarm van g naar links. Hierdoor komt de hefboom h , die vast met den windvleugel verbonden is, vrij, en kan de windvleugel zich bewegen. Het geheele raderwerk stelt zich in beweging, en de wijzers verspringen een minuut. De schijf i maakt eene geheele omwenteling, terwijl de onderarm van den hefboom g over haar oppervlak sleept. Wanneer i hare omwenteling volbracht heeft, valt g weer in de insnijding van i . Vooral stuitte echter een stift, die loodrecht op i staat, op den bovenarm van d , en duwde hem naar beneden, waardoor de andere arm werd opgeheven, en ten slotte het geheele samenstel van hefboomen weer den stand vóór de beweging inneemt; met dit verschil dat thans de andere arm van de vork op de halfcirkelvormige schijf a rust.

Om dit laatste te verkrijgen, zijn de einden der armen van de vork tevens om verticale assen draaibaar. Op het oogenblik, dat het eene einde der vork van de schijf afvalt, kan de schijf a onbelemmerd aan haar voorbij, maar sleept het andere langs den kegelvormigen rand van a naar buiten uitbuigende opwaarts. Boven op de schijf gekomen wordt dit einde onder de werking van eene veer naar binnen gedreven, en kan het, zoolang de schijf stil blijft staan, niet vallen.

Het geheel blijft in den toestand van rust, totdat een volgende stroom weer alles in beweging brengt.

Het spreekt van zelf dat met deze uurwerken een slagwerk verbonden kan worden. Een van de grootste uurwerken van Europa, dat van den St. Petertoren te Zürich, wordt op boven beschreven wijze geregeld. De wijzers wegen te zamen 700 K. G. en hebben eene lengte van 8,4 M. Dit groote uurwerk is in een der lijnen van het stedelijk uurwerken-net ingeschakeld, en gaat even regelmatig als kleine uurwerken.

De hoofduurwerken van Hipp worden naarmate van de uitbreiding van het net, dat zij bedienen moeten, in twee soorten verdeeld.

Bij het hoofduurwerk voor kleine netten onderscheidt men de volgende deelen:

- 1° den electro-magnetischen slinger;
- 2° de contact-inrichting van den slinger;
- 3° het wijzerwerk en
- 4° de contact-inrichting met commutator.

De slinger, Plaat II, Fig. 13, hier een halvesecundenslinger, is aan eene veer opgehangen,

en bestaat uit een stalen stang, die ongeveer in het midden vier maal rechthoekig omgebogen is. Onder de vrij zware lens is de slinger van een anker van week ijzer voorzien. In de onmiddellijke nabijheid van dit anker staat een tweebeelige electro-magneet. Op het omgebogen gedeelte van den slinger zit een messing arm, waarop een klein stuk glashard staal of agaat is aangebracht. De verdere beschrijving en het doel van dit gedeelte zal blijken bij de behandeling van de contact-inrichting. Wanneer de slinger uit den evenwichtsstand gebracht wordt, en hij vrij kan slingeren, zal de amplitude gaandeweg afnemen, en ten slotte nul worden. Om den slinger in beweging te houden, is men dus verplicht hem telkens na elke slingering een kleine impulsie te geven, of van tijd tot tijd, zoodra de amplitude binnen bepaalde grenzen heeft afgenomen. Hipp heeft aan de laatste wijze de voorkeur gegeven. Hij geeft aan den slinger slechts een impulsie, wanneer zulks bepaald noodzakelijk is. De impulsie krijgt de slinger door de aantrekking, die de electro-magneet op het anker op het gunstigste oogenblik uitoefent. De functie om den electro-magneet in werking te laten komen, wanneer het noodig is, vervult de contact-inrichting

De contact-inrichting is op Plaat III, Fig. 14. geschetst. Een stalen veer ac is in het punt a geheel onafhankelijk van den slinger bevestigd, en heeft aan het andere einde een puntje van platina, dat zich dicht onder het puntje c' van platina bevindt. De veer is bij e van een fijne as voorzien, waarom een mesvormig stalen plaatje, de „palette”, zich zeer gemakkelijk kan bewegen. Daar e zijwaarts ligt van den stand, dien de slinger in staat van rust inneemt, is de stang van den slinger daar ter plaatse omgebogen op de wijze, zooals wij boven mededeelden. De afstand tusschen het punt e en den stand van den slinger in rust geeft de kleinste amplitude aan, die de slinger mag hebben. Zoodra het punt van terugkeeren van den slinger met dit punt samenvalt krijgt de slinger een nieuwe impulsie. Zoolang de slingerwijdte nog zoo groot is, dat zij buiten het punt e valt, glijdt de palette bij elk heen- en weergaan over het stalen stukje weg, en blijft de stalen veer ac in rust. Maar gaandeweg neemt de amplitude af, en er komt een oogenblik dat de uiterste slingering nagenoeg met het punt e samenvalt. In dit oogenblik bevindt zich de palette naar buiten gericht op het stalen stuk d , wiens oppervlak eenige inkepingen heeft. Wanneer nu de slinger teruggaat, drukt de zich verheffende en ten slotte naar binnen gekeerde palette de veer opwaarts, en maakt contact. Op dat oogenblik is het anker, dat aan den slinger zit, zijwaarts van den electromagneet, en staat dus niet alleen onder den invloed der zwaartekracht, maar wordt bovendien door de aantrekkingskracht van den electro-magneet in den vertikalen stand getrokken, zijne snelheid en dus ook zijne amplitude worden daardoor vergroot. Zoodra het stalen stukje de palette verlaat, is de stroom verbroken. De slinger heeft een nieuwe impulsie gekregen, zijn amplitude is vergroot en evenals vroeger glijdt de palette over het stalen stukje heen. Zoodra de slingerwijdte binnen een bepaalde grens is afgenomen, herhaalt zich het sluiten van den stroom. Eene groote zekerheid wordt hierbij verkregen, want

wanneer om de eene of andere reden bij de eerste werking van de palette de stroom niet werkt, herhaalt het spel zich zoo lang tot dat de electro-magneet in werking komt. De electriche stroom treedt dus alleen in werking wanneer het volstrekt noodig is; van de batterij wordt derhalve weinig gevegd, waardoor zij het lang kan uithouden. De stroom wordt gewoonlijk om de halve minuut gesloten. De gang van het uurwerk is veel minder van de stroomsterkte en den te overwinnen weerstand afhankelijk, dan bij de andere stelsels, omdat bij eene verandering van deze factoren alleen de tijdruimten van het sluiten van den stroom zich wijzigen, en de amplituden nagenoeg steeds even groot blijven, daar zij niet beneden een bepaalde grens kunnen komen.

Een gebrek is aan deze contact-inrichting verbonden. Bij elke opening van den stroom ontstaat tusschen de beide platinacontacten een vonk, die een gedeelte van het contact oxydeert en daardoor ten slotte storingen kan veroorzaken.

Op eene zeer eenvoudige wijze is het Hipp gelukt het vormen van vonken te verwijderen. Zooals uit de Plaat III, Fig. 15, blijkt geeft hij aan den inductiestroom, die in de klossen van den electro-magneet ontstaat, een afzonderlijk gesloten stroomloop. Wanneer, zooals wij boven beschreven, de slinger tot zijn evenwichtsstand terugkeert, en de palette nog op het stalen stukje sleept, wordt de veer *c* naar boven gedrukt en heft de bovenste veer *c* op. Zoodra echter de onderste veer de bovenste aanraakt, is de stroom gesloten. Gaat de veer *c* weer naar beneden, dan wordt vóór dat het contact met de bovenste veer verbroken wordt, de stroom in de klossen van den electro-magneet gesloten, daar de bovenste veer *c* op *a* komt te rusten, en eerst op dat oogenblik verlaten de veeren *c* elkaar. Met deze inrichting wordt het vormen van vonken geheel voorkomen. In staat van rust liggen beide veeren op stelschroeven, de bovenste veer *c* op een platinacontact en de onderste veer *c* op een ivoren punt. Het wijzerwerk is zeer eenvoudig samengesteld. Bij elke slingering naar rechts neemt de slinger, Plaat III, Fig. 16, een rechthoekig omgebogen hefboom, die om *a* kan draaien, mede. Deze hefboom is aan zijn bovenarm van een verschuifbaar gewicht voorzien, dat hem weer naar beneden voert. Aan het benedeneinde is de hefboom van eene inrichting voorzien, die bij elke terugbeweging van den hefboom het schakelrad een tand voorwaarts schuift. De pal *y* belet dat het schakelrad teruggaat, en de pal *z* dat het meer dan een tand tegelijk verspringt. Op de gewone manier wordt verder de beweging van het schakelrad overgebracht op de wijzers.

Het doel van het vierde onderdeel van deze soort van hoofduurwerken is, niet alleen om elke minuut een stroom door de lijnen, waarop de meêgaande uurwerken staan, te brengen, maar dezen stroom bovendien iederen keer van richting te veranderen. Twee deelen zijn dus aan deze inrichting te onderscheiden: ten eerste den commutator, die elke minuut de richting van den stroom verandert; en ten tweede de contact-inrichting, die iedere minuut voor korten tijd den stroom sluit. De commutator bestaat uit een dubbelen hefboom, die om de as *f*, Plaat III, Fig. 17 en 18, kan draaien. De bovenste beide armen hebben een eigenaardigen vorm, en rusten afwisselend op stiften, die op de spaken

van een rad, dat door het schakelrad bewogen wordt, geplaatst zijn. De onderste arm heeft twee geïsoleerde veeren, die gedurende de beweging van het rad R over de drie contacten abc sleepen. Afwisselend liggen zij elke minuut op ab of bc . De beide uiterste contacten a en c zijn met elkaar verbonden. Stel dat de hefboom den stand van Plaat III, Fig. 17 inneemt, dan kan de stroom den volgende weg volgen: van de koperpool naar A, over a in de lijn, en volgens de richting door den pijl aangegeven, door de electro-magneten van de meëgaande uurwerken terug naar de zinkpool.

Gedurende de volgende minuut draait het rad in de richting van den pijl 30° , en duwt de stift s den hefboom van den commutator naar beneden, omdat hij op de verhooging schuift. Op het einde van de minuut liggen de beide veercontacten op de contacten b en c . De stroomloop is dan als volgt: koperpool, A, b in de lijn, en dus in omgekeerde richting als voorheen, door de electro-magneten van de meëgaande uurwerken, en over c en B terug naar de zinkpool.

De contact-inrichting is zooals uit de Plaat III, Fig. 16 blijkt, rechts geplaatst. Op het schakelrad zit een arm, die aan zijn uiteinde aan beide zijde van een contact van platina voorzien is.

Wanneer het schakelrad zich beweegt schuift deze arm elke minuut tusschen de twee contacten c en c' , Plaat III, Fig. 19, en terwijl hij beiden aanraakt sluit hij den stroom. De beide contactpunten c en c' zitten op hefboomen, die door veeren tegen elkaar gedrukt worden. Hun gewone afstand wordt door een stelschroef zoo geregeld, dat de arm aan het schakelrad, bij het doorgaan, de contacten een weinig van elkaar af moet duwen. Op deze wijze komt steeds een goede verbinding tot stand, daar de contactpunten door den arm van stof en oxyde gezuiverd worden. Bij deze inrichting geschiedt het verbreken van den stroom steeds op een andere plaats van het contactpunt. Daar op de plaats waar de stroom verbroken wordt, door het vormen van vonken oxydatie ontstaat, wordt de stroom een volgende keer reeds vóór deze plaats verbroken, en schuift op deze wijze het punt van verbreken steeds meer naar voren, totdat ten slotte de sleepende wrijving de oxydelaag verwijderd heeft.

Wanneer gedurende de beweging van den arm tusschen de beide contactpunten stofdeeltjes of geoxydeerde plaatsen den stroom verbreken, en hem daarna weer sluiten, dan heeft dit geen invloed op de meëgaande uurwerken op de lijn, omdat de stroom niet van richting verandert. Bij meëgaande uurwerken zonder gepolariseerd anker kunnen hierdoor storingen ontstaan, die zeer moeilijk op te sporen zijn.

Zooals later blijken zal, kunnen slechts 20 tot 25 meëgaande uurwerken op één lijn geplaatst worden. Moeten dus meer uurwerken gedreven worden, dan moet men hen in groepen verdeelen, en den stroom opvolgend door de verschillende groepen laten gaan. Voor dit doel zijn meerdere van de boven beschreven contact-inrichtingen, Plaat III, Fig. 20, achter elkaar geplaatst, en schuift de arm opvolgend tusschen de contactpunten. De wijzers van een zelfde groep verspringen daardoor gelijktijdig elke minuut, maar die der

verschillende groepen opvolgend twee seconden later. Wanneer men te veel dergelijke contacten achter elkaar plaatste, zou de geregelde gang van het hoofduurwerk er onder lijden. Wanneer het een uurwerk was, dat gedreven werd door een veer of een gewicht, zou het den tijd slechts ten naastebij aanwijzen, omdat de weerstand, die het te overwinnen heeft, door de contactpunten te veel afwisselt. Bij een elektrisch uurwerk bestaat dit bezwaar niet, daar door den te overwinnen weerstand alleen de impulsies vermeerderen, en zijn gang slechts in zeer geringe mate den invloed er van ondervindt.

Wanneer men den eisch stelt, dat het hoofduurwerk met astronomische nauwkeurigheid de tijdaanwijzing aan de meêgaande uurwerken mededeelt, dan verdient de inrichting de voorkeur, zooals zij in grootere steden zooals Berlijn, Milaan, Zürich, Genève enz. gebruikt wordt. Plaat IV, Fig. 21 en 22, stellen het hoofduurwerk voor. a is het schakelrad, b het anker. De as van het schakelrad is achter voorzien van een rondsel c . De tanden van het rad d vatten aan de eene zijde in het rondsel c en aan de andere zijde in het rondsel e . De as van het getande rad d zit op een vork, die om de as f kan draaien. Naar achteren is de vork van een arm voorzien, aan wiens uiteinde de stelschroef g zit. Gedurende de beweging van het schakelrad en van het rondsel c , dat met dit rad vast verbonden is, zakt het getande rad d , en met hem de vork.

Het punt g gaat daardoor voortdurend naar boven, en stoot ten slotte tegen den hefboom h , die een weinig draait, waardoor de gebroken hefboom i valt. Voorloopig kan deze hefboom slechts een zeer korten boog beschrijven, omdat hij door den onderste arm van den hefboom k gegrepen wordt, die op dat oogenblik zelf met zijn uiteinde op de stift l , die terzijde op het schakelrad is aangebracht, rust. De beide hefboomen h en k zijn bijna in evenwicht, en hebben alleen een kleine neiging om te draaien in den zin der wijzers van een horloge. Bij de volgende draaiing van het schakelrad valt de hefboom k van de stift van het schakelrad af, de hefboom i wordt geheel vrij, en valt naar beneden. Aan zijn stilstaande einde is i van een halfronde schijf s' voorzien, die, zoodra deze hefboom valt, draait, en den hefboom m , die op haar steunde, loslaat. Deze hefboom, die om de as n kan draaien, heeft een tweede arm, wiens uiteinde, gedurende den val van het bovenste gedeelte, eene beweging in de richting van het pijltje volbrengt. De stang o volgt deze beweging, en draait om de as p . Op dezen cilinder zit een hefboom x , die door zijne beweging een hoek beschrijft, en gelijktijdig de stang in de richting van den pijl beweegt. De stang q is echter een onderdeel van het stelsel van hefboomen, dat door het tegengewicht r , Plaat IV, Fig. 23 in evenwicht gehouden wordt, en door de stang Plaat IV, Fig. 24, den centrifugaalslinger resp. den windvleugel van een raderwerk, dat door gewicht gedreven wordt, vrij maakt. Op den cilinder p zit een tweede arm y , die zich gelijktijdig met hem beweegt, en in den trommel v valt.

Gedurende de beweging van dit raderwerk, dat ongeveer na 10 seconden weer ingehaakt en losgelaten wordt, gaat de minuutwijzer op de wijzerplaat een minuut vooruit, en gelijktijdig beweegt zich de uurwijzer. Door middel van een kroonrad vat de

as t in het raderwerk, en draait met de beweging van het raderwerk den trommel van den commutator, en de met hem verbonden as u een halven slag om. Zooals uit de teekeningen blijkt, bevindt zich aan het einde van u de holle trommel v , wier vrije rand twee schuine vlakken vormt, waarvan de lengte van ieder een halven omtrek bedraagt.

Zooals reeds vermeld werd, zijn loodrecht op de as p de armen x en y aangebracht; bij het draaien van de as beweegt x de stang q in de richting van den pijl en valt y , die van voren van eene kleine rol voorzien is, in den trommel v . Zoodra de uithefing heeft plaats gehad, ligt dus de kleine wrijvingsrol z op een van de beide schuine vlakken, en klimt zij tijdens het draaien van den trommel langs het schuine vlak op; de arm y draait de as in haar oorspronkelijken stand of wel iets over dien stand; de stang o beweegt zich dientengevolge in de tegenovergestelde richting van den pijl, en heft den hefboom m op. De haak van m kan nu de schijf s' van den hefboom i voorbij, daar hij nog gedraaid is. Terwijl aldus de hefboom y zijn functie vervult, werkt gelijktijdig de as u , door middel van het vast op hem verbonden kroonrad 1, op het kleine tandrad 2, dat een geheele omwenteling maakt, en op wiens as het bovenvermelde rondsel e bevestigd is.

Deze as heeft twee functiën te vervullen. In de eerste plaats stoot, tegen het einde van de beweging, de stift 3, die loodrecht op het rad 2 staat, tegen den gebogen arm van den gebroken hefboom i , en duwt hem terug; zijn andere arm wordt daardoor gelicht en grijpt in den hefboom h , de schijf s' komt in haren oorspronkelijken stand terug, en laat den hefboom m , die haar voorbij gegaan is, niet meer teruggaan; daardoor valt m , zoodra de rol z langs het schuine vlak opklimmende dit verlaten heeft, op de schijf s' en wordt vastgelegd. Op dat oogenblik nemen alle hefboomen hunne aanvankelijke standen in, en zijn gereed hunne functiën van voren af aan weer te beginnen. In de tweede plaats heft het rondsel e gedurende zijne beweging het getande rad d , dat als voortdrijvend gewicht van den reguleur dienst doet, in de hoogte, terwijl het dit rad om het rondsel c voert, en het op deze wijze in zijn oorspronkelijken stand terugbrengt.

Door de halve omwenteling van de as u worden dus niet alleen de hefboomen in hun oorspronkelijken stand gebracht, gereed om hunne functiën weer te verrichten, maar gelijktijdig wordt ook de reguleur weer opgetrokken. Hetzelfde spel herhaalt zich elke minuut, en begint juist op het oogenblik dat de secundewijzer op de zestigste seconde springt, want op dat oogenblik verlaat de stift l , op het schakelrad bevestigd, den hefboom k .

Plaat IV, Fig. 23 stelt de contact-inrichting voor, en is bestemd om een electrischen stroom in zes lijnen te brengen. Op den trommel w , Plaat IV, Fig. 25, zitten vier halfcirkelvormige schijven A, B, C en D, Plaat IV, Fig. 23, waarvan telkens twee A en C, en B en D aan dezelfde zijde van den omtrek van den trommel zitten. Verder zijn over den trommel in de lengte gelijkmatig verdeeld zes paar verhoogingen, wier beginpunten een bepaalden hoek uit elkaar gelegen zijn. Elk paar staat diametraal tegenover

elkander. Het eerste paar wordt in Plaat IV, Fig. 25 voorgesteld. Zoowel tegenover de halfoirkeelvormige schijven als tegenover de verhoogingen bevinden zich hefboomen. De uiteinden van de hefboomen, die naar de rol toegekeerd zijn, zijn van wrijvingsrollen voorzien, terwijl hun achtereinden tegen de veer-contacten liggen, zoodra het voorste gedeelte van een der hefboomen op een van de verhoogingen rust.

Beschouwen wij eerst de vier schijven A, B, C en D, Plaat IV, Fig. 26, en hunne veeren α , β , γ en δ . De beide veeren α en δ en de beide andere β en γ zijn elk gemeenschappelijk met een der polen van een batterij verbonden. De hefboomen van A en C of wel die van B en D worden echter alleen gelijktijdig opgelicht; daardoor maken alleen A en α en gelijktijdig C en γ of B en β en terzelfder tijd D en δ met elkaar contact. Zooals uit de figuur blijkt wordt de richting van den stroom daardoor telkens veranderd. Daar de rol elke minuut een halve omwenteling maakt, wordt ook met elke beweging van de rol de stroom omgekeerd. De vier schijven A, B, C en D met hunne hefboomen en contact-veeren vormen dus den commutator.

Bij elke beweging van de rol komen achtereenvolgens de contact-hefboomen van de lijnen met hunne resp. verhoogingen in aanraking. De voorste arm klimt het schuine vlak op, om later weer door de spanveer in zijn oorspronkelijken stand teruggebracht te worden. Terwijl de voorste arm zich aldus beweegt, doet het achterste gedeelte van den hefboom het omgekeerde. Eerst daalt hij, houdt een oogenblik den bereikten stand, om later in twee tempo's, ten gevolge van den eigenaardigen vorm van de verhooging, den oorspronkelijken stand weer in te nemen.

Uit de Plaat IV, Fig. 27 en 28 blijkt, dat het vormen van vonken vermeden wordt. Het einde G van den achtersten arm van den contact-hefboom beweegt zich tusschen de beide contact-veeren H en J. Bij elke beweging van de rol treden zij in werking. Het uiteinde van den hefboom is van twee stiften voorzien. De bovenste eindigt in een ivoren vlak, de onderste in een stift van platina. Een van de beide veeren staat met de uurlijn in verbinding, de andere met de gemeenschappelijke retourgeleiding. Tusschen de beide veeren staat het metalen stuk K, dat aan beide zijden contacten van platina heeft, waarop de veeren liggen. Wanneer zij niet door den achterarm van den contact-hefboom gevat worden. In den toestand van rust duwt G de veer H naar boven, terwijl de onderste veer tegen K rust, zooals Plaat IV Fig. 27 aantoon. Zoodra echter het voorste uiteinde langs het schuine vlak opklimt, gaat G naar beneden; de verbinding is dan zooals Plaat IV, Fig. 28 voorstelt. Naarmate de wrijvingsrol stijgt, zinkt G naar beneden, en stoot tegen de veer J, Plaat IV, Fig. 29, die dadelijk van K vrijkomt, waardoor de stroom in de lijn gezonden wordt. De stroomloop is dan als volgt: van den commutator naar G, in de veer J, lijn, retourgeleiding, door de veer H naar het contact K en van daar naar den commutator. De stroom blijft gesloten zoolang de contact-hefboom op het bovenste gedeelte van de verhooging rust. Bij het doordraaien van de rol loopt de wrijvingsrol van de verhooging af, en komt G weer op. Voor dat

echter J door G verlaten wordt, ligt J tegen K, waardoor de extrastroom in de lijn dadelijk een gesloten stroom vindt, en het vormen van vonken voorkomen wordt. De contact-hefboom G keert nu volkomen in zijn toestand van rust terug, en heft daardoor de veer H weer van K af.

Bij een volledig net van electrische uurwerken moet men er op bedacht zijn . dat op enkele lijnen storingen kunnen voorkomen, of wel dat door de eene of andere oorzaak het hoofduurwerk onregelmatig gaat, en het noodig is, dat het schoongemaakt wordt.

Om in het eerste geval te voorzien is bij het hoofduurwerk een contact-inrichting geplaatst, waarmede het mogelijk is de uurwerken vooruit te zetten. Deze inrichting is in Plaat VI, Fig. 30 voorgesteld. M is de hefboom van een commutator, die met de hand bewogen kan worden. Zijn beide armen α en α' liggen op de contact-punten β en γ , γ en δ , of op geen contactpunt. Door het bewegen van den hefboom wordt, zooals uit de figuur blijkt, de richting van den stroom veranderd. De hefboom N kan op de contact-punten a , b , c , d geschoven worden, waardoor het mogelijk wordt den electrischen stroom in de gewenschte lijn te zenden. Om het gebruik door een beeld op te helderen zullen wij veronderstellen, dat de uurwerken van de tweede lijn drie minuten achter zijn. N wordt in dit geval op het contact-punt b geplaatst, terwijl men met M drie malen de richting van den stroom omkeert.

In het tweede geval is een reserve-hoofduurwerk noodig, waarvoor men het boven beschreven electrisch slingeruurwerk met halven secundeslinter gebruiken kan. De verbinding met dit hoofduurwerk kan op zeer eenvoudige wijze verkregen worden. Zet men de stoppen in de met A gemerkte gaten, dan staan de lijnen en de batterij met het hoofduurwerk in verbinding, zijn zij daarentegen in B, dan staan zij met het reserve-hoofduurwerk in verbinding. Plaatst men de stoppen in C, dan zijn zij met den commutator verbonden, waaruit tevens volgt, dat bij het gebruik maken van den commutator, om bij te werken zooals boven werd aangegeven, te zorgen is, dat de batterijstoppen en de lijnstoppen op hunne plaatsen staan. De verdere bijzonderheden van de verbindingen blijken uit Plaat V, Fig. 30, waar een inrichting voor vier lijnen is afgebeeld.

Vernedding verdient nog de zoogenaamde „secunden-klepper" van Hipp, die oorspronkelijk, zooals wij later nog zullen vermelden een uitvinding van Prof. F. Kaiser is, en o. a. groote diensten bewijst bij het dagelijks geven van het tijdsein.

Plaat VI, Fig. 31 stelt een eenvoudig exemplaar van dit uurwerk voor. Zoodra de electro-magneet a het anker b aantrekt, komt c los, en kan de slinger vrij slingeren. Naar gelang van het doel maakt de slinger elke minuut 60 of 61 slingeringen.

De eerste inrichting heeft boven een eenvoudig tijdsein voor, dat een vergelijking van tijd nog kan gemaakt worden, wanneer men het eerste oogenblik van waarnemen had laten voorbijgaan; bovendien kan men den tijd meermalen achter elkaar vergelijken, omdat dit uurwerk nog geruimen tijd na het loslaten doorslingert.

De tweede inrichting verdient de voorkeur, wanneer men b. v. een hoofduurwerk

met een astronomisch uurwerk vergelijken wil. In dit geval moet met kleine onderdeelen van secunden rekening gehouden worden. De slinger van den secunden-klepper vormt in dit geval met den slinger van een hoofduurwerk een nonius, die waarneming tot een een en zestigste deel van een secunde toelaat. Verloopen b. v. 20 slingeringen van den secunden-klepper tot het oogenblik, waarop zijne slingeringen samenvallen met die van het hoofduurwerk, dan bestaat tusschen beiden een verschil van $\frac{1}{60}$ van een secunde.

Onder het hoofdstuk „Tijdseinen” zullen wij het gebruik van den secunden-klepper nader leeren kennen.

Om in dit geval geringe verschillen in tijdaanwijzing van het hoofduurwerk bij te werken, maakt Hipp gebruik van twee hulpslingers, die rechts en links van den hoofdslinger, Plaat VI, Fig. 32, zijn aangebracht. Buiten de kast van het hoofduurwerk zijn twee knoppen *c* en *d* aangebracht. Deze dienen om de gebroken hefboomen *e* en *f*, die om *g* en *h* kunnen draaien, zoo te bewegen, dat de insnijdingen *i* van de haken *k* en *k'* van de hulpslingers met den grooten slinger in of buiten verbinding komen.

Gewoonlijk staan de knoppen *c* en *d* zoo, dat de beide hulpslingers in rust zijn. Wil men de correctie aanbrengen dan trekt men, naar gelang het uurwerk voor- of achterloopt aan den eenen of den anderen knop, totdat de vork *i* op de stift *o* van den hoofdslinger valt, en den hulpslinger medevoert. Iedere hulpslinger is zoo ingericht, dat hij, medeslingerende, elke minuut een secunde corrigeert.

Zooals wij reeds in den aanvang zeiden, moet bij deze uurwerken groote zorg aan de geleidingen besteed worden. Wij zullen thans in het kort over dit gedeelte het een en ander mededeelen.

Zoodra een groot aantal uurwerken door een niet al te groote batterij gedreven wordt, moet men ze naast elkander inschakelen, om den weerstand niet te groot te maken. De ondervinding heeft geleerd, dat het aantal uurwerken in ééne lijn naast elkander te plaatsen niet grooter dan 20 à 25 mag genomen worden. Wanneer men de uurwerken eenvoudig maar inschakelde dan zou in den laatsten tak slechts een minimum van stroom komen. Om dit te voorkomen plaatst men in elken tak zooveel weerstand, dat de stroomsterkte in elke vertakking gelijk is. Door middel van eenvoudige berekening kan men gemakkelijk den weerstand vinden, die hiertoe in elke lijn geplaatst moet worden. Deze weerstand is onafhankelijk van dien der uurwerken, en hangt alleen af van de weerstanden der lijnen tusschen de afzonderlijke vertakkingen. Daar bij kleine afstanden de gasgeleidingen en bij grootere onmiddellijk de aarde als tweede draad gebruikt wordt, zoo kunnen deze weerstanden buiten rekening blijven, omdat zij voor elken tak even groot zijn.

Stel dat de weerstanden in de lijnen tusschen de enkele takken $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$ zijn, en $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ de in te schakelen weerstanden, dan bedraagt de weerstand in de m^{de} lijn

$$x_m = m l_m + x_{m-1}$$

of wanneer men den weerstand geheel onafhankelijk van de anderen berekenen wil

$$x_m = m l_m + (m-1) l_{m-1} + \dots + 3 l_3 + 2 l_2 + 1 l_1.$$

Om deze berekening door een praktisch voorbeeld toe te lichten, verwijzen wij naar Plaat VI, Fig. 33, waarop de lijnen voorkomen, waarlangs het observatorium te Neuchâtel dagelijks den tijd aan St. Croix, Fleurier, les Ponts, le Locle, la Chaux-de-Fonds en Bern mededeelt. Wanneer de weerstand, die in den tak moet ingeschakeld worden, grooter of even groot is als die van een uurwerk, dan kan in plaats van dien weerstand in den tak een of meer uurwerken geplaatst worden, zooals in le Locle geschied is. De weerstanden zijn in dit voorbeeld in K. M. ijzerdraad van 3 mM. dikte aangegeven.

Bij lange lijnen moeten de uurwerken van bliksemafleiders volgens het stelsel van Hipp voorzien worden.

Langs proefondervindelijken weg is gebleken, dat batterijen van gewijzigde Leclanché-elementen het beste voldoen. Als vloeistof gebruikt men:

3 deelen salmiak,
1 deel keuzenzout en
20 deelen water.

Daar dit mengsel groote koude ontwikkelt, is het aan te bevelen de bestanddeelen in een houten bak gereed te maken, en eerst daarna in de glazen te gieten.

Eene batterij van Meidinger-elementen voldoet ook goed. De vloeistof tot het vullen van dit element bestaat uit eene vrij sterke oplossing van bitterzout.

DE ELECTRICHE UURWERKEN VAN SIEMENS EN HALSKE¹⁾.

De uurwerken volgens dit stelsel worden gedreven door de kracht van een gewicht of van een veer, terwijl de wijzers na gelijke tijdsverloopen op den juisten tijd gesteld worden.

Voor dit doel worden de uurwerken het eenvoudigste zoo geregeld, dat zij een weinig voorgaan. Elk uurwerk is van een hefboom *h* voorzien, die aan het uiteinde een haak heeft, en om de as *o*, Plaat VI, Fig. 34, kan draaien. Eene veer trekt den hefboom zoo naar boven, dat hij tegen *i* aanslaat, waardoor hij buiten het bereik van den wijzer *Z* blijft. De electro-magneet *M* is in de geleiding ingeschakeld. Kort voor het einde van het geheele uur gaat een elektrische stroom van het hoofduurwerk door den electro-magneet *M*. De hefboom *h* wordt er door aangetrokken, en de wijzer *Z*, die door wrijving op de as zit, komt tegen den haak van *h* tot rust. Juist op het volle uur wordt de elektrische stroom verbroken, de hefboom gaat naar boven en de wijzer van het uurwerk komt weer vrij.

Deze inrichting kan ook zoo gemaakt worden, dat de haak steeds binnen het bereik van den wijzer ligt, en de wijzer alleen op het volle uur, langs electrischen weg door het opheffen van den haak niet belemmerd wordt.

1) Electrotechn. Zeitschrift, Berlin 1880 Juli.

Bij storingen in de geleidingen ontstaat bij dit stelsel het nadeel, dat de uurwerken in het eene geval voor loopen, en in het andere, dat zij op het volle uur blijven stilstaan. Om dit te voorkomen geeft men hun de volgende inrichting. De as X, Plaat VI, Fig. 35, waarop de minuutwijzer Z vastzit, wordt door wrijving door het minuutrad medegenomen. Vast op de as X zitten twee raderen s en s_2 , die nagenoeg over hun halven omtrek van tegenover elkander staande tanden voorzien zijn. In hunne nabijheid bevindt zich het om de as u draaibare echappement E. Het schakelrad S, dat door een gewicht of een veer in de richting van het pijltje zou bewogen worden, krijgt door E de neiging om heen en weer te gaan. Deze beweging wordt in den stand van rust verhinderd, omdat de nok van den hefboom H, die een geheel met E uitmaakt, door den pal m van den hefboom A gevat wordt. A vormt het anker van den electro-magneet M.

Gaat nu een electrische stroom door M, dan wordt A aangetrokken, de pal m maakt H vrij, en dientengevolge kan S draaien. Hierbij kunnen de haken h_1 resp. h_2 een van de raderen s , resp. s_2 in beweging brengen, en dus ook den wijzer Z vooruit doen gaan. Door den stroom meermaal door de omwindingen van M te laten gaan, kan de wijzer in den juiste stand gebracht worden. Bereikt de wijzer den normalen stand, dan zijn de haken h_1 en h_2 voorbij de tanden der raderen s_1 en s_2 , en zal hij ook niet meer draaien. Daar de tanden van s_1 en s_2 in tegenovergestelde richting staan, kan de wijzer door den stroom zoowel voor- als achteruit gezet worden.

Om te voorkomen, dat de hefboom H, eens vrij geworden, door zou slingeren, is het anker A van een tweede nok n voorzien, die zich voor het aanzetstuk van H plaatst, wanneer hij naar links gegaan is, en hem belet den stand van rust aan te nemen, vóór dat de stroom verbroken is, en A op q komt te rusten. Telkens wanneer H vrij komt, deelt hij dus aan h_1 en h_2 slechts eenmaal eene heen- en weergaande beweging mede.

Is de hoek, die de hefboomen h_1 en h_2 den wijzer Z elken keer doet beschrijven, grooter genomen dan de mogelijke fout, die elk uur de minuutwijzer zou maken, dan is het voldoende elk uur één stroom door de geleiding te laten gaan.

Grootere fouten kunnen verbeterd worden, door den stroom meermaal achter elkaar door de geleidingen te laten gaan.

Ziet men van deze grootere correctie af, en wil men slechts de geringe voor elk uur aanbrengen, dan worden de tanden s_1 en s_2 ieder alleen door één tand of stift vervangen.

Met deze uurwerken kan een contrôle-toestel in verbinding gebracht worden, dat onmiddellijk de fout van het afwijkende uurwerk aangeeft. De wijzer Z_0 , Plaat VII, Fig. 36, van het hoofduurwerk N is daartoe behalve van den stroomsluiter b , die bij het contact a slechts kort den stroom sluit om de uurwerken te stellen, van een tweeden stroomsluiter c voorzien, die bij het contact-punt d op een bepaalden tijd, b. v. zooals Plaat VII, Fig. 36 aangeeft, wanneer de minuutwijzer op VII staat, gedurende een minuut een stroom

sluit. Onderstellen wij voorloopig, dat alleen een uurwerk U in den stroomloop L ingeschakeld is, en geven wij het b. v. de inrichting, die maakt dat, wanneer de wijzer op VII staat, met behulp van den tand *k*, welke een hefboom *g* van het contact-punt *e* oplicht, de stroom iets langer dan een minuut verbroken wordt. Schakelt men nu bij het hoofduurwerk N een elektrische schel-inrichting in, dan zal, wanneer de stroomverbreking tusschen *e* en *g* niet zuiver met het sluiten van den stroom tusschen *c* en *d* samenvalt, de schel G zulks aangeven.

Voor het geval, dat meerdere uurwerken in denzelfden stroomloop geplaatst zijn, wordt voor elk minuut dezelfde inrichting aangebracht, met dien verstande dat zij voor elk uurwerk op een ander tijdstip in werking komt, zoodat de schel-inrichting 1, 2 of 3 minuten na het halfuur in werking komende, te kennen geeft of het eerste, tweede of derde uurwerk is blijven staan of den juiste tijd niet aangeeft.

Deze contrôle-inrichting kan natuurlijk bij elk stelsel van uurwerken gebruikt worden.

Wil men ook nog een hoorbaar teeken hebben, dat de regelende stroom door het hoofduurwerk wordt geleverd, dan kan eene schel-inrichting met een anderen klank bij *y* ingeschakeld worden.

DE „PENDULE ÉLECTRIQUE DE PRÉCISION” VAN DEN HEER HIPPI¹⁾.

Ofschoon wij reeds een uurwerk van den Heer Dr. M. Hipp beschreven, waarbij de electriciteit als drijfkracht gebruikt wordt, zoo meenen wij toch dit uurwerk in het kort te moeten beschrijven, omdat het een astronomisch uurwerk is, dat boven de gewone, twee belangrijke voordeelen heeft. Zooals bekend is, moet men bij de gewone uurwerken olie gebruiken, om de wrijving van de op elkaar werkende deelen te verminderen. Eene soort olie te vervaardigen, die ongevoelig voor temperatuurverschillen is, zal wel tot de „pia vota” blijven behooren. Bij de verdere beschrijving van dezen toestel zal men zien, dat de olie er bij gemist kan worden. Belangrijk is de invloed, die door afwisselende barometerstanden op den slinger wordt uitgeoefend, en die tot verschillen in den dagelijkschen gang van bijna een seconde aanleiding kunnen geven. Van daar dat men den slinger of in het luchtledige of onder dezelfde drukking zijne bewegingen laat verrichten. Het spreekt echter van zelf, dat aan deze voorwaarden moeilijk voldaan kan worden bij een uurwerk door gewicht gedreven. Dit gaat echter wel bij een uurwerk, waarbij de elektrische stroom als drijfkracht gebruikt wordt. Om deze beide voordeelen te verkrijgen moesten eerst bezwaren van zuiver electrischen aard overwonnen worden.

1) La Pendule électrique de précision de M. Hipp, par M. le Dr. Hirsch.

Zoo moesten invloeden te niet gedaan worden ontstaande door afwisseling in stroomsterkte, door oxydatie der contact-punten, door meer of minder snelle uitputting der batterijen en door het soms plotseling uitblijven van den stroom.

De beschrijving van het uurwerk zal ons doen zien, tot welke hoogte Hipp er in geslaagd is. deze bezwaren te overwinnen, en de bovenvermelde voordeelen te verkrijgen.

Het is van het bekende electriche echappement van Hipp voorzien, dat voor dit doel eenigszins gewijzigd is. De palette is niet opgehangen, maar verticaal geplaatst op een halven cilinder van harden steen, wiens as op een mes van iridium-platina rust. De palette kan om een horizontale as een hoek van ongeveer 40° beschrijven. De contre-palette is op een dwarsstuk van den slinger bevestigd, en bestaat uit een stuk fijne steen voorzien van eene inkeping.

Na de beschrijving, die wij vroeger gaven van de wijze, waarop de slinger zijn verloren kracht herkrijgt, behoeven wij in hoofdzaak slechts te verwijzen naar Plaat VII, Fig. 37, 38, 39, 40 en 41, waaruit duidelijk de werking van het echappement blijkt. Zoolang de slingerwijdte groot genoeg is, wordt r bij het gaan langs g beurtelings rechts en links op zijde geduwd, maar zoodra de slingerwijdte binnen zekere grenzen is afgenomen, vat de palette de insnijding van g . Het gevolg hiervan is, dat de hefboom l , die op het mes m rust, rechts een weinig zakt, en links evenveel rijst, waardoor bij k contact wordt gemaakt. De electriche stroom zal dan door den electro-magneet M , Plaat VII, Fig. 42, gaan, en het anker, geplaatst op een dwarsstuk van den slinger, aantrekken, waardoor aan den slinger een nieuwe impulsie wordt medegedeeld. Om het verbranden der contact-punten te voorkomen, door de vonken van den extrastroom, die op het oogenblik van het verbreken van den hoofdstroom ontstaan, wordt op het oogenblik dat het contact bij k verbroken wordt, een andere stroom in k' gesloten.

De afdoende wijze, waarop het vormen van vonken aldus voorkomen wordt, is nog beter gebleken bij de inrichting dicht bij het ophangpunt aangebracht. Daar bevinden zich de contacten, Plaat VII Fig. 42, die den stroom moeten doorlaten, dienende om het aantal slingeringen zichtbaar te maken. De werking van deze contacten blijkt uit de schets, Plaat VII Fig. 43. De slinger P komt, in beweging zijnde, beurtelings met b en b' in aanraking met de hefboomen l en l' , die op messen c en c' rusten. Telkens worden de hefboomen naar beneden gedrukt, waardoor stroomen van afwisselende richting door den electro-magneet van den secunden-teller gaan, en de wijzer elke secunde verspringt. De hefboomen l en l' verlaten op het oogenblik, dat zij aan de zijde van den slinger naar beneden gaan, de steunpunten a en a' , en komen omgekeerd telkens weer op de punten a en a' terug, als b en b' hen weer verlaten. In Plaat VII, Fig. 43 heeft de slinger juist rechts contact gemaakt, en in dat geval gaat de electriche stroom van de batterij B door b' , l' , c' , E' , c , l , a , B . Op het oogenblik dat b' l' verlaat, vindt de extrastroom een uitweg langs l' en a' . Bij de beweging van den slinger naar de andere zijde heeft hetzelfde plaats.

Om het geheel aan de invloeden van de afwisseling der temperatuur te onttrekken, is de slinger met zijn echappement, den electro-magneet, de contacten, alsmede een manometer en een thermometer door een ronde glazen stolp omgeven, die van boven en beneden door een geslagen messing deksel gesloten is. Het bovenste messing sluitstuk is met een zwaren ijzeren plaat verbonden, die den geheelen toestel kan dragen.

Volgens proeven op het observatorium te Neuchâtel genomen, bedraagt de gemiddelde dagelijksche afwijking van deze pendule ± 0.05 s.

Voor astronomische waarnemingen heeft dit uurwerk nog het voordeel, dat zijne secunde-slagen luider zijn dan bij elk ander uurwerk, en dat men den secunden-teller kan plaatsen waar men wil.

TIJDSEINEN ¹⁾.

De geographische lengte, waar een schip zich in volle zee bevindt, wordt het gemakkelijkst en dikwijls het veiligst door uurwerken bepaald, die elk oogenblik den juistten tijd voor een bepaalden meridiaan doen kennen. Niettegenstaande de groote vorderingen in de vervaardiging der tijdmeters, zijn allen toch nog aan betrekkelijk groote veranderingen in hunnen gang onderhevig. Vandaar het belang, dat de zeeman heeft in de kennis van den gang van zijn tijdmeter, en om kort vóór het uitzeilen de aanwijzing van zijn uurwerk met den juistten tijd, dien de tijdmeter gedurende de reis moet bewaren, te kunnen vergelijken.

De gelegenheid daartoe moet den zeeman dagelijks op een bepaald en bekend uur gegeven worden.

In Engeland, waar reeds in 1675 te Greenwich een observatorium ten behoeve der zeevaart opgericht werd, wordt op genoemde plaats sinds 1833 dagelijks te één uur des namiddags, plaatselijke middelbare tijd, een sein gegeven door middel van een zoggenaanden tijdbal. Daartoe verhef zich tot 1852 boven het observatorium een paal, waarover een doorboorden bal van vijf voeten middellijn geschoven was. De bal kon tot aan den top opgeheschen, en dan eensklaps losgelaten worden. Nadat eenige minuten vóór den val door het hijschen van den bal een waarschuwingsteeken gegeven was, deed een waarnemer, binnen het observatorium met behulp van een astronomisch slingeruurwerk, den bal plotseling te één uur na den middag vallen. Het begin van den val was het oogenblik, dat waargenomen moest worden. Een andere waarnemer nam het juiste oogenblik van den val op. Niettegenstaande de grootste zorgen aan inrichting en werking besteed, kleefden toch gebreken aan deze wijze, om seinen te geven. Astronomische waarnemingen moesten vooraf het oogenblik leeren kennen, waarop het slingeruurwerk juist één uur moest aanwijzen, en deze tijd viel gewoonlijk tusschen twee volle seconden

1) De Tijdseinen der Nederlandsche Marine, F. Kaiser. — Die Electricchen Uhren, A. Merling. p. 158. — Deutsche Bauzeitung Jahrgang 1879 No. 49. — Electrotechn. Zeitschrift, Berlin, 1886 Heft. Oct. en Nov. p. 422, enz.

in. Het was niet moeilijk den bal op volle secunden los te laten, maar het juiste oogenblik van tiende of honderdste deelen na de volle secunde te treffen, is zelfs voor den meest geoefenden waarnemer niet mogelijk. Fouten tot een bedrag van een goed deel eener secunde, zelfs onafhankelijk van de tijdbepaling en van den gang van het uurwerk, waren dus niet uitgesloten. Bovendien is het begin van den val van den bal vooral op grooten afstand niet nauwkeurig waar te nemen, omdat dit verschijnsel niet plotseling plaats heeft. Bij de samenstelling en werking van den bal moesten aan elkaar tegenstrijdige voorwaarden voldaan worden. Zoo moest hij groot zijn, om op afstand goed waargenomen te kunnen worden, maar tevens niet te zwaar, waardoor hij licht door den wind tegen den paal gedrukt, en in zijn val vertraagd en opgehouden werd. Eene vernuftige maar samengestelde en kostbare inrichting loste die bezwaren op, en voorkwam tevens dat de bal met te harden slag het onderende van den paal bereikte.

In het jaar 1852 wijzigde men de inrichting, zonder wezenlijke verandering in den seintoestel zelf te brengen, door den bal langs electrischen weg door het uurwerk zelf te laten vallen. Met behulp der electriciteit bracht men daarna de seinen van het observatorium te Greenwich naar een groot aantal plaatsen over, en maakte er tevens gebruik van voor de juiste tijdmeting in het dagelijksche leven. Zoo viel reeds in 1860 met behulp van hetzelfde hoofduurwerk niet alleen de tijdbal te Greenwich te één ure, maar gelijktijdig die van Liverpool, van Cornhill, van Deal en van het Strand te Londen. Hetzelfde uurwerk bewoog meêgaande uurwerken in het observatorium te Greenwich, in de Hospital-school, in het North Kentstation; het regelde een uurwerk van het South Eastern Railway-station en vier uurwerken van het General Post-office.

Omtrent de tijdseinen der Nederlandsche Marine bevat de Staatscourant van 30 Januari 1846 het eerste bericht. Het betreft de seinen, die toen voor het eerst te Willemsoord en Hellevoetsluis dagelijks op den middelbaren middag vier plaatsen gegeven werden, door middel van een tijdbal aan boord van het eene of andere schip geplaatst. De noodige tijdbepaling werd verkregen met behulp van de spiegel-sextant. Ten opzichte der nauwkeurigheid lieten deze seinen echter te wenschen over. Wijn de Leidsche Hoogleeraar F. Kaiser wijdde in het bijzonder zijne aandacht aan deze tijdseinen, en aan zijn invloed was het te danken, dat deze tijdballen vervangen werden door seinborden. Reeds in 1846 schreef F. Kaiser omtrent deze tijdballen ¹⁾:

„De gebruikelijke kogels, die op een bepaald oogenblik nedervallen, moeten verworpen worden; eensdeels omdat zij te lichtelijk blijven hangen, anderdeels omdat het begin van den val zich niet scherp genoeg laat waarnemen. Het is veel beter zich van schijven te bedienen, die eensklaps in den vertikalen stand gebracht kunnen worden, zooals bij de telegraphen aan de spoorwegen het geval is, maar men moet hier twee paar schijven

1) Het plan ter oprichting van een tijdmet-observatorium te Rotterdam verdedigt en toegelicht door F. Kaiser. N. Rott. Cour. 5 Nov. 1846.

aanwenden, die elkander kruissen, opdat het sein in alle richtingen zoude kunnen worden waargenomen."

Het thans in Nederland ingevoerde stelsel van tijdseinen wordt gegeven door middel van vier borden of kleppen, wier midden twee aan twee door stangen vereenigd zijn, die elkaar onder een rechten hoek snijden. Vijf minuten vóór den middelbaren middag der plaats, waar het sein gegeven wordt, worden de kleppen uit de hand vertikaal gesteld, om juist op den middelbaren middag uit de hand eensklaps neergeslagen te worden. De eerste toestel van dien aard verrees den 1 Juni 1854 boven het arsenaal van 's Rijkswerf te Vlissingen, terwijl den 1 Januari 1855 een dergelijk toestel te Willemsoord in dienst gesteld werd, en kort daarop een boven het hospitaal te Hellevoetsluis. Elke directie, waar een seintoestel geplaatst was, ontving tevens een astronomisch slingeruurwerk. Het bepalen van den juisten tijd was aan de directiën overgelaten, voor wie met de gebrekkige hulpmiddelen soms zelfs weken achtereen de goede tijdbepaling onmogelijk was. Doch hierin werd ook door den ijver van F. Kaiser voorzien. Het observatorium te Leiden, waar de tijd volgens de strengste eischen der wetenschap bepaald wordt, zond sedert 6 September 1859 langs telegraphischen weg de juiste tijdopgave naar de zeehavens van Willemsoord, Hellevoetsluis en Vlissingen. Tevens werden deze seinen o. a. te Amsterdam opgevangen, en daar voor eene juiste telling van den tijd langs de telegraaflijnen van het rijk aangewend. Sedert te Leiden onder Dr. P. J. Kaiser een afzonderlijk gebouw voor de verificatie van 's Rijks zee-instrumenten is opgericht, worden de tijdseinen van dit gebouw uit gegeven, en worden zij ook aan Amsterdam en aan Rotterdam verstrekt. Tot het geven van het tijdsein bedient men zich te Leiden van een gewonen telegraafsleutel, die neêrgedrukt een galvanischen stroom sluit. De gesloten stroom verdeelt zich te Leiden in twee takken, de eene loopt over Amsterdam naar Willemsoord, de andere naar Rotterdam, waar hij zich in twee takken splitst, waarvan de eene Hellevoetsluis en de andere Vlissingen bereikt. Door het inschakelen van weerstandsrollen is gezorgd, dat de stroomsterkten te Willemsoord, Hellevoetsluis en Vlissingen nagenoeg gelijk zijn. Op elk der plaatsen, waar het sein moet waargenomen worden, bevindt zich naast het slingeruurwerk, waarop de waarnemingen gedaan moeten worden, een gewoon wekker-toestelletje van Siemens en Halske, waarvan één klokje is weggenomen en het andere inwendig met laken bekleed is, om alleen één scherp en oogenblikkelijken tik bij het aanslaan te verkrijgen. De tik, die te Leiden door het neêrdrücken van den sleutel ontstaat, wordt gelijktijdig te Willemsoord, Hellevoetsluis, Vlissingen, Amsterdam en Rotterdam op de klokjes gehoord, en geeft het middel aan de hand, om den juisten stand der uurwerken op genoemde plaatsen op te maken. Door hierbij gebruik te maken van den zoogenaamden "secunden-klepper," eene uitvinding van F. Kaiser, wordt aan deze seinen een zeer hoogen graad van nauwkeurigheid bij de waarneming gegeven. Het gebruik van den secunden-klepper berust op de toepassing van het beginsel der noniën op den tijd, en werd reeds voor meer dan vijftig jaren

door F. Kaiser ingevoerd, om den gang van twee uurwerken onderling te vergelijken. De slingerlengte is zoo geregeld, dat dit uurwerk in 50 seconden 51 tikken maakt, waardoor de tijdruimte tusschen twee op elkander volgende tikken der pendule twee honderste deelen eener secunde grooter moet zijn dan die tusschen twee opvolgende tikken van een seconden-klepper.

In 1873 besloot de Duitsche regeering tot het plaatsen van tijdballen langs de Duitsche kusten van de Noord- en Oostzee, en in 1875 werd de eerste tijdbal te Cuxhaven geplaatst. Kort daarop verrees een dergelijk toestel te Bremerhaven. De bal te Cuxhaven heeft een middellijn van 1,5 M., bestaat uit een plaatijzeren geraamte, dat met zwart zeildoek overtrokken is, terwijl drie ijzeren stangen bij het rijzen en dalen tot geleiders dienen. Deze stangen worden op het dekstuk van eene 16 M. plaatijzeren zuil door middel van spankettingen in loodrechten stand gehouden. Van boven is de bal voorzien van een oog, dat door de armen van een er boven hangende schaar kan worden gevat. Het draaipunt van de schaar ligt in een ijzeren plaat, die eveneens bovengenoemde drie ijzeren stangen tot geleiders heeft, en in een touw hangt, dat boven over schijven loopt, om ten slotte beneden op den grond met den trommel van een klein windas verbonden te zijn. Tot ondersteuning van de plaat der schaar, bevinden zich, onmiddellijk onder de plaats, die zij in opgewonden toestand moet innemen, twee hefboomen met ongelijke armen, die diametraal tegenover elkaar staan. In staat van rust ligt de plaat op de kortste hefboomsarmen. De langere hefboomsarmen zijn aan de uiteinden van kogelvormige gewichten voorzien, en in het midden van touwen, die naar beneden gaan, en daar tot een enkelen streng vereenigd zijn, welke langs geleide-rollen naar beneden loopt. Boven de schaar hangt een ijzeren blok, voorzien van een ringvormig gat, waarin de naar boven gekeerde armen van de schaar passen. Dit valblok, dat door de ijzeren stangen geleid wordt, hangt aan een derde touw, dat, eveneens over geleide-rollen naar beneden gaande, met een windas verbonden is. Moet de bal neêrgelaten worden, dan wordt de schaar naar beneden gelaten, haar onderste en kortste arm vat den bal, en door middel van eene kruk worden schaar en bal naar boven gehaald. Komt de schaar bij de hefboomen, dan worden de langere armen door het trekken aan het touw, waarvan zij voorzien zijn, opgelicht en de kortere naar beneden gedrukt. De schaar gaat de hefboomsarmen voorbij, maar rust op de kortere armen, nadat deze door het neêrlaten van de lange armen weer gelicht zijn. Laat men het opgehaalde blok vallen, dan drukt het de bovenste armen van de schaar samen, de onderste vliegen uit elkaar en op hetzelfde oogenblik valt de bal.

Het gewicht van den bal bedraagt 80 K. G. en de valhoogte 3 M., reden waarom het noodig is den schok te breken. De inrichting hiervoor bestaat uit een sterken buffer, van boven voorzien van een kussen van gomlastiek, dat overeenkomt met een zelfde soort kussen aan den onderkant van den bal aangebracht. De bufferstang loopt door een hollen ijzeren cilinder en is van een zuiger voorzien, die door samenpersing der lucht in

den cilinder den schok breekt. Met hetzelfde doel zit om de buffer-stang nog een sterke spiraalveer, en zijn bovendien nog vijftien spiraalveeren op den bodem van den hollen cilinder aangebracht. Deze inrichting moet uitstekend voldoen. De val van den zwaren bal veroorzaakt slechts geringe dreuning.

Het vrijmaken van het valblok geschiedt als volgt. Aan den trommel van het windas van het valblok bevindt zich een schijf met tanden, waarin een horizontale pal — voorzien van twee armen — grijpt. Deze pal belet het afrollen van het touw. Het vrijmaken van den pal heeft door een hamer plaats. Deze hamer is aan een vrij langen steel bevestigd, die om eene as beweegbaar is. De hamer is zoo geplaatst, dat hij bij zijn val juist op den vrijen arm van den pal terecht komt. Normaal staat de hamer bijna loodrecht, en wordt in dien stand gehouden door een hefboom met twee armen, waarvan de een in eene insnijding van den kop des hamers vat. De tweede arm van den hefboom is voorzien van een ijzeren stuk, dat tot anker dient van twee onmiddellijk er onder staande electro-magneten. Gaat een stroom door deze electro-magneten, dan wordt het anker aangetrokken, de hamer komt vrij, en laat den pal los, waardoor het valblok kan dalen. Opdat eene storing in de electrische geleiding de werking niet zou beletten, is er nog gezorgd, dat de hamer ook langs mechanischen weg kan worden vrij gemaakt. De electrische stroom wordt dagelijks — nadat tien minuten vooraf de bal op halve, en zeven minuten later op geheele hoogte is opgehaald — te 0 u. 0 m. 0 s. middags, tijd voor Greenwich, met behulp van een eenvoudige morse-sleutel gesloten. De geleiddraad is kort, en men heeft zestig elementen noodig. Het oogenblik, waarop de stroom gesloten moet worden, wordt naar de tijdopgave van het slingeruurwerk op het telegraafkantoor te Cuxhaven bepaald. De gang van dit uurwerk wordt door het observatorium te Hamburg door middel van electrische seinen gecontroleerd.

De geleiding staat bij de electro-magneten niet onmiddellijk op den grond, maar loopt, ter waarneming dat de bal werkelijk gevallen is, eerst naar den buffer. Voor deze waarneming is de buffer terzijde van eene contact-inrichting voorzien, die, wanneer de bal opgetrokken is, de geleiding met de aarde verbindt. Op de plaats van afzending van het tijdsein blijft de stroom gesloten door inschakeling van een relais, totdat de bal den buffer treft, op dat oogenblik wordt de aardverbinding verbroken, en is de lijn zonder stroom. Het relais geeft dit oogenblik aan. Dit controle-sein komt 1,2 tot 1,3 seconden na het sluiten van den stroom. Van deze tijdruimte komen 0,6 secunde ten laste van het verbreken der verbindingen, en het in beweging stellen van den bal, en ongeveer 0,7 secunde op den duur van den val tot het verbreken van het contact aan den buffer. Wanneer om de eene of andere reden de bal zijn diensten weigert, wordt de kleine roode bal, die bij den toestel hangt op halve hoogte opgehaald.

De plaatijzeren zuil te Bremerhaven is 24 M. hoog.

In Juli 1885 werd te Lissabon een tijdbal in werking gesteld. De toestellen, die den bal laten vallen, zijn in de 200 M. van den tijdbal verwijderde zaal, waarin de

verificatie van de scheeps-chronometers plaats heeft, opgesteld. De electricische stroom, die deze toestellen in werking brengt, gaat van het observatorium te Lissabon uit. De afstand tusschen bovengenoemde zaal en het observatorium bedraagt in ronde cijfers 4 K. M.

De mast, waarlangs de tijdbal op- en neêrgaat, staat op een onderbouw in den vorm van een toren, die uit steen en ijzer is opgetrokken. In dezen toren zijn de toestellen geplaatst, die onmiddellijk met den bal in verbinding staan.

In het algemeen is de dienst zoo geregeld, dat de bal juist om 1 uur middellaren tijd voor Lissabon valt. De val wordt teweeg gebracht door een uurwerk, dat, in het observatorium opgesteld, een electricischen stroom, die eveneens van het observatorium uitgaat, verbreekt. Vijf minuten vóór 1 uur wordt de bal ter halver hoogte en drie minuten vóór 1 uur geheel opgeheschen. De toestellen zijn zoo ingericht, dat het tijdslein ook door een kanonschot gegeven kan worden.

De bal heeft een middellijn van 1 M., en bestaat uit twintig sikkel- of halvemaanvormige deelen van gegalvaniseerd ijzerblik ter dikte van 0,7 m.M. Deze halvemanen zijn loodrecht om een koker of buis van koperblik gegroepeerd. De koker heeft een lengte van 1 M. en eene wijdtte van 0,20 M. De beide uiteinden van den koker zijn van een rand voorzien, waarop de halvemaanvormige stukken geklonken zijn. Van buiten vormen de halvemanen een boog van 0,50 M. straal, terwijl de uitgeholde binnen-zijden eene ellips vormen, waarvan de groote as 0,90 M. en de kleine as 0,80 M. bedraagt. Van binnen worden de halvemanen ieder door twee banden samengehouden, die men in de uitsnijdingen heeft laten zitten, en aan den koperen koker geklonken heeft. Deze horizontale banden zitten bij elke halvemaan op een andere plaats; waardoor het licht niet door den bal kan heenschijnen, en de bal uit de verte den indruk van een schijf maakt. Alle deelen zijn zoo geplaatst en verbonden, dat de bal aan den wind een zoo gering mogelijk oppervlak aanbiedt. Bovendien zijn de halvemanen van buiten door 0,10 M. breede blikken strooken verbonden, die als het ware den evenaar van een kogel vormen, waarvan de buitenste randen van de halvemanen de meridianen, en de randen van den koker de polen uitmaken. De geheele bal is zwart geverfd en weegt 23,9 K. G.

De bovenste rand van den bal is van een ring voorzien, ter bevestiging van het koord, waaraan de bal hangt. Tot geleiding van den bal zijn de beide randen van vier insnijdingen voorzien, waarin de uitstekende kanten van T-vormige ijzers vatten. Deze ijzers zijn, over de geheele lengte, die de bal doorloopt, aan den mast bevestigd. De onderkant van den bal is met een soort van regenscherm van cilindervormige gedaante voorzien, en bedekt de veerkrachtige schijven, waarop de bal in zijn laagsten stand rust. Deze schijven liggen op een gegoten ijzeren cilinder, die zoo zwaar is, dat hij den schok van den val kan doorstaan, al zou toevallig de rem zijn diensten weigeren.

De mast is 7 M. lang en op 1 M. van onderen 0,16 M. in doorsnede; de overige 6 M. vormen een afgeknotten kegel, waarvan het topeinde 0,14 M. middellijn heeft. Op het gedeelte, dat de bal langs den mast aflegt, d. i. 6 M., zijn de reeds vermelde

T-vormige geleiders ingelaten en met schroeven bevestigd. De afmetingen van deze geleiders zijn: $25 \times 25 \times 4$ m.M. Aan het uiteinde van den mast bevindt zich een bronzen rol, die om eene horizontale stalen as kan draaien. Van boven is de mast met een kap van ijzerblik gedekt, waarin twee deurtjes aangebracht zijn, om de as van de rol gemakkelijk te kunnen smeren.

Het koord, waaraan de bal hangt, loopt door een messingigen buis, die in verbinding staat met een cilinder, die 0,18 M. middellijn, heeft en 8 M. lang is. Deze cilinder, die zich binnen het ijzeren geraamte van het voetstuk bevindt, is uit koperblik van 2 m.M. dikte vervaardigd en dient tot luchtbuffer. De lucht in dezen cilinder wordt namelijk bij het naar beneden vallen van den bal door een houten klos, die aan het koord bevestigd is, samengeperst.

De geheele valhoogte bedraagt 5 M. Gedurende de eerste 2 M. valt de bal vrij, en loopt de klos tusschen vier T-vormige geleiders. Daarna komt de klos in den bovenvermeldten cilinder, en perst de lucht er in te zamen.

Het 0,01 M. dikke koord is uit hennep vervaardigd en in lijnolie gedrenkt. Het eene einde van het koord is met den ring van den bal verbonden, het andere met een trommel, waarop het bij het naar bovenhalen van den bal, opgewonden wordt. De as van den trommel rust in een vierkant raam van gegoten ijzer, dat op pooten staat. De trommel heeft een omtrek van 1 M., zoodat vijf omwindingen overeenkomen met de valhoogte van den bal. Aan het eene uiteinde is de trommel gesloten door een gegoten ijzeren schijf, die op haar oppervlak van zestig tanden voorzien is. Met deze schijf is onwrikbaar eene kleinere verbonden, die tot anker van de electro-magneten van den electrischen rem dient. Het andere uiteinde van den trommel is met een bodem van 4 m.M. dik messingblik gesloten. Om het gewicht zooveel mogelijk te verminderen is deze bodem van openingen voorzien. Het eene uiteinde van de as van den trommel is van een vierkant voorzien, waarop men eene kruk kan steken, om den trommel op te winden. Het andere uiteinde vormt een schroef zonder einde met drievoudigen schroefgang. Door deze schroef wordt een rad met loodrechte as in beweging gebracht. Aan haar bovineinde draagt die as een koperen strook, die den commutator van den electrischen rem vormt.

Op het ijzeren raam zijn verder vier ijzeren staanders geplaatst. Tusschen twee van deze staanders zit eene stang, die tot as van den pal dient, welke in de tanden van den gegoten ijzeren bodem van den trommel vat. Op dezelfde as bevindt zich buiten den voorsten staander een bronzen hefboom. Heft men dezen hefboom in de hoogte, dan vat de pal in een van de tanden, en belet den trommel terug te draaien. Wanneer de bal opgeheschen is, werkt het geheele gewicht van den bal op den pal.

Tusschen de beide andere staanders zit eene stang, die de as van een tweeden hefboom vormt. Deze as is eveneens door een der staanders heen verlengd, en daar van eene afplatting voorzien, waarop het uiteinde van den hefboom van het eerstgenoemde aantal staanders kan rusten.

Aan het vrije uiteinde van den tweeden hefboom, die uit messing vervaardigd is, bevindt zich het anker van den electro-magneet, die den bal door het verbreken van den electrischen stroom, doet vallen. Aan het tegenovergestelde uiteinde van dezen hefboom bevindt zich een gewicht, dat het anker van de electro-magneten tracht te verwijderen. Gaat een electrische stroom door de omwindingen van de electro-magneten, dan wordt het anker alleen aangetrokken, wanneer het binnen het aantrekkingsvermogen van de electro-magneten ligt, waartoe de afstand tusschen de electro-magneten en het anker door eene inrichting geregeld kan worden.

De hefboomen van de beide standers kunnen, naarmate de bal zijn hoogsten of laagsten stand inneemt, twee verschillende standen aannemen. Wanneer de bal geheel neêr gelaten is, rust de hefboom van den pal benedenwaarts tegen een veerenden aanslag, en die van het anker der electro-magneten benedenwaarts tegen een eveneens veerenden aanslag. Is de bal opgeheschen, en hebben de hefboomen de standen voor het neêrlaten van den bal ingenomen, dan ligt de hefboom van den pal op de afplatting van de as van den hefboom der electro-magneten. Het anker zelf bevindt zich dan boven de electro-magneten.

Wij zullen thans de wijze nagaan, waarop de stand van den bal automatisch wordt aangegeven, en de electrische remtoestel in werking wordt gesteld. Zooals reeds vermeld werd, is het uiteinde van de as van den trommel van een schroef zonder einde voorzien. Deze schroef werkt op een rad met dertig tanden. Draait de trommel, dan draait dit rad mede, en schuift de koperen strook, die met het boven einde van hare as verbonden is, langs een gedeelte van den omtrek van een geïsoleerden ring, die met de as van de pal-inrichting verbonden is. Een contact-stuk, dat langs dezen geïsoleerden ring verschoven kan worden, wordt zoo geplaatst, dat de koperen strook er tegen ligt, zoodra de bal twee meter gedaald is.

Wanneer de bal opgeheschen is, moet eene inkeping op den koperen strook overeenkomen met eene op den geïsoleerden ring. Om dit te kunnen regelen is de koperen strook ook verschuifbaar.

De koperen strook dient verder om den electrischen remtoestel in te schakelen. Zoodra de strook bovengenoemd contact-punt aanraakt, wordt namelijk de stroom van een lokaal-batterij door de omwindingen van de electro-magneten van den electrischen remtoestel geleid. Deze stroom wordt echter eerst geheel gesloten, wanneer ook gelijktijdig de contacten van den „centrifugaal-regulateur” in werking treden, of wanneer de stroom door het drukken op een knop gesloten wordt.

De centrifugaal-regulateur bestaat uit drie luchtdicht gesloten ebonieten bussen, die op onderling gelijke afstanden met den van binnen uitgehouden getanden bodem van den trommel verbonden zijn. Deze bussen bevatten een zekere hoeveelheid kwik, dat, zoodra de trommel in beweging komt, zich van het middelpunt verwijdt. Hierdoor worden bij een zekere snelheid de uiteinden van twee platinadraden, die in de bussen uitkomen, geleidend met elkander verbonden. Deze platinadraden vormen een gedeelte van den stroomloop van de electro-magneten van den remtoestel.

De as van de pal-inrichting is nog van een vooruitstekende stift voorzien, die een contact verbreekt op het oogenblik, dat de hefboom zijn laagsten stand inneemt. Dit contact maakt deel uit van de lokaal-batterij; wordt dit verbroken dan is de verbinding met een inductie-klos opgeheven, en ontstaat een vonk, die noodig is om het kanon af te schieten. Door deze stroomverbreking wordt het verder doorgaan van den electrischen stroom door den inductie-klos voorkomen, en komt de stroom met volle kracht voor den remtoestel beschikbaar.

De electrische remtoestel bestaat uit twee electro-magneten, waarvan de polen zoo gevormd zijn, dat zij op den omtrek passen van de kleine schijf, bij den getanden bodem van den trommel. De kernen van de electro-magneten zijn zoo ingericht, dat zij in de richting van hunne lengte 4 m.M. verschoven kunnen worden. Daar de afstand tusschen de kernen en de schijf, die tot anker dient, hoogstens 1 m.M. bedraagt, komt de remtoestel onmiddellijk na sluiting van den stroom in werking. In werkelijkheid raken de kernen bij geopenden stroom bijna den rand van de schijf, waardoor de remtoestel dan ook onmiddellijk zeer krachtig werkt, wanneer de stroom gesloten wordt. De bal wordt in zijn val nooit volkomen gestuit, omdat bij de minste vermindering in snelheid de electrische stroom, door de werking van den reguleator van den remtoestel, verbroken wordt, en de remtoestel buiten werking gesteld wordt.

Ten einde den val van den bal in het observatorium te kunnen controleeren, is eene eenvoudige inrichting aangebracht, waardoor de electrische stroom van het observatorium na elke ronddraaiing van den trommel verbroken wordt. Het eerste sein wordt door een chronograaf daar ontvangen op het oogenblik, dat de bal begint te vallen, en verder telkens wanneer hij vijf meter gedaald is.

In de zaal voor de chronometers zijn de toestellen voor den tijdbal geplaatst. Op een tafel vindt men daar een relais, een inductie-klos en een commutator. De hefboom van den commutator kan twee standen innemen. In het eene geval wordt in de geleiding naar het observatorium een telefoon ingeschakeld; in het andere geval het relais. Naast het relais bevindt zich een knop, waarmede men den bal kan laten vallen zonder tusschenkomst van het observatorium. Een dergelijke knop staat naast den inductie-klos; drukt men op hem, dan wordt het kanon afgevuurd.

Verder staat op de tafel nog een commutator. Op het oogenblik dat de electrische stroom, die den bal zal doen vallen, van het observatorium wordt uitgezonden, — tien seconden vóór den val van den bal — wordt de kruk op het werk-contact geplaatst. Op de tafel staat ook nog een stroomwisselaar voor de beide lijnen, die tusschen de chronometer-zaal en het observatorium gespannen zijn. Ten slotte is in de zaal nog een batterij met een contact-knop geplaatst, die een electrische schel, welke in den tijdbal-toren geplaatst is, in werking kan stellen.

De lokaal-batterij in den tijdbal-toren bestaat uit vier elementen met dubbelchroomsure kali. Zij levert den electrischen stroom voor drie stroomloopen, en wel:

- 1°. voor den stroom, waarin de electro-magneten geplaatst zijn, die deel uitmaken van den toestel, die den bal loslaat;
- 2°. voor den stroom, die door de primaire omwindingen van den inductie-klos op de tafel in de chronometer-zaal gaat, en
- 3°. voor den stroom, die door de electro-magneten van den remtoestel gaat.

De elementen zijn achter elkander geplaatst, en van een bijzondere constructie. Bij korte sluiting leveren zij een stroom van 21 Ampères, terwijl de electromotorische kracht 8 Volts bedraagt.

De geleiding tusschen de batterij en den toestel, die de tijdbal in werking stelt, is 10 M. lang, en bestaat uit 5 m.M. dik koperdraad.

De beide geleidingen tusschen het observatorium en de chronometer-zaal loopen over palen, langs twee ver uit elkander liggende wegen. Zij bestaan uit gegalvaniseerd ijzerdraad van 4 m.M. dikte. De weêrstand van de eene geleiding bedraagt 92 Ohms, die van de andere 89 Ohms; beiden met inbegrip van hunne grondgeleidingen.

Van deze geleidingen kan op vier verschillende wijzen gebruik worden gemaakt, en wel:

- 1°. kan men de beide geleidingen met de toestellen verbinden zonder van een grondgeleiding gebruik te maken. In dit geval bedraagt de weêrstand 171 Ohms;
- 2°. kan men de beide geleidingen evenwijdig inschakelen met aarde aan beide zijden.

De weêrstand wordt dan berekend volgens de bekende formule $\frac{N \cdot S}{N + S}$, waarin N en S de weêrstanden van elke geleiding zijn;

- 3°. kan men een van de beide geleidingen gebruiken aan weêrszijden met grondverbinding.

Past men de eerste wijze toe, dan ontwijkt men de bezwaren, die uit aanraking met telegraafdraden enz. zouden kunnen ontstaan, terwijl men bij de anderen de keuze heeft voor de op dat oogenblik voordeeligste verbinding.

Thans zullen wij in het kort de dagelijksche werkzaamheden in den toren van den tijdbal, in de chronometer-zaal en in het observatorium nagaan.

Een halfuur vóór den val van den bal maakt de matroos de locaal-batterij in den toren in orde, waarvoor vijf minuten noodig zijn. Vijf minuten vóór 1 uur wordt hij door het aanslaan der electriche schel gewaarschuwd, om den bal ter halver hoogte op te hijschen, en om drie minuten vóór 1 uur om hem geheel op te halen. Dit laatste moet zeer onzichtig geschieden, daar de merken op den koperen strook en den ring enz. juist moeten overeenkomen. Na het opwinden van den bal wordt de kruk van de as afgenomen en terzijde gelegd. Daarna wordt de hefboom, die op de as van de pal-inrichting zit, opgeheven, waardoor de pal in een der tanden van het rad vat. Vervolgens wordt de hefboom, waaraan het anker verbonden is, naar beneden gedrukt, en door eene verstelbare inrichting op een bepaalden afstand van de electro-magneten gebracht. Daarna wordt de hefboom, die aan de as van de pal-inrichting is aangebracht, naar beneden geduwd, waarna hij zijn steunpunt op de afplatting van de tweede as vindt. Na verwijde-

ring van een veiligheidspal, die in den getanden rand van den bodem van den trommel vat, is in den toren alles gereed, om het vallen van den bal geheel afhankelijk te maken van de beide hefboomen.

Veertig seconden vóór den valtijd zendt het uurwerk van het observatorium een stroom in de geleiding, en geeft in de chronometer-zaal door middel van stroomverbreking twintig seconden lang teekens, te beginnen met 0 u. 59 m. 31 s. en eindigende met 0 u. 59 m. 50 s. Overeenstemmende met deze stroomverbrekingen slaat het relais twintig maal aan, waarna een permanente stroom volgt, die tien seconden duurt. Na afloop hiervan, dus om 1 u. 0 m. 0 s. brengt het afbreken van den stroom het vallen van den bal teweeg.

Onmiddellijk nadat de permanente stroom begonnen is, stelt de beambte in de chronometer-zaal de kruk van den commutator op het werk-contact. Het gevolg hiervan is, dat de stroom van de lokaal-batterij in den toren door de electro-magneten van den toestel heên gesloten wordt, en het anker van deze magneten aangetrokken wordt. Zoodra deze aantrekking plaats heeft, schuift de matroos in den toren de inrichting, die het anker tot nog toe op zijne plaats hield, op zijde. De bal neemt nu zijn hoogen stand zoo lang in, totdat de stroom verbroken wordt. Wordt hij verbroken, dan wordt de pal uitgelicht, de trommel komt vrij, de bal valt naar beneden, en het koord windt af. Gedurende de eerste twee meter daalt de bal vrij, bij het begin van den derden meter treedt de houten klos in den cilinder in werking, en perst de lucht te zamen. Gelijktijdig komt door middel van de schroef zonder einde de koperen strook in aanraking met het contact-stuk op den geïsoleerden ring, en wordt zoo de verbinding gemaakt tusschen de lokaal-batterij en de omwindingen van de remmende electro-magneten. Zoowel onder de werking van dezen remtoestel, als onder die van de samengeperste lucht in den cilinder, wordt de beweging van den trommel vertraagd, tot op het oogenblik, waarop het kwikzilver in de bussen van den centrifugaal-regulateur de einden van de platinadraden verlaat, en door de verbreking van den stroom de electro-magneten hunne aantrekkingskracht verliezen. De trommel wordt dan weer vrij van den electrischen remtoestel en kan hare ronddraaiing voortzetten. Dit spel herhaalt zich zoo lang, totdat de bal zijn weg heeft afgelegd. Is dit geschied, dan drukt de matroos in den toren op een knop, waardoor de electrische remtoestel onafhankelijk van de beweging van den trommel in werking komt, en het verder afloopen van het koord belet wordt.

Zooals reeds medegedeeld werd, wordt bij elke ronddraaiing van den trommel de stroom, die van het observatorium uitgaat, kort afgebroken. Deze verbrekingen teekent een chronograaf op het observatorium aan, waardoor men een beeld krijgt van de snelheid, waarmede de bal zijn weg doorloopt. Nadat de bal gevallen is, stelt de matroos de batterij weér buiten werking.

In de chronometer-zaal bevinden zich de toestellen, die wij reeds leerden kennen. Vijftien minuten vóór 1 uur overtuigt zich de dienstdoende ambtenaar van de goede werking der electrische schel door op een knop te drukken. Daarna geeft hij, zooals wij

reeds wededeelden, aan den matroos het sein om den bal ter halver en ter geheele hoogte op te halen.

De stroomzendingen van het observatorium kunnen door het uurwerk ieder uur plaats hebben. Om zich er van te overtuigen dat alles hierop betrekking hebbende in orde is, worden stroomzendingen om 12 uur gedaan.

De beambte neemt de afzonderlijke stroomzendingen op een chronometer waar, om deze met het hoofduurwerk van het observatorium te vergelijken. Zoodra het relais overeenkomstig met de stroomzendingen twintigmaal heeft aangeslagen, stelt de beambte den commutator op het werk-contact, volgt de slagen van den secundenslinger van zijn chronometer, en neemt den laatsten aanslag waar, die het begin aangeeft van den val van den bal.

Wil men ook het kanon afschieten, dan heeft de beambte slechts met de linker hand den knop, naast den inductie-klos zoolang neêr te drukken, totdat het schot valt. Dit heeft bijna gelijktijdig met het dalen van den bal plaats, eensdeels omdat dit laatste geschiedt op het oogenblik, dat het anker het relais verlaat, en de vonk overspringt op het oogenblik, waarop dit anker het bovenste contact aanraakt, en anderdeels omdat de geheele beweging van den hefboom slechts een klein gedeelte van een millimeter bedraagt.

In het observatorium bevindt zich een slingeruurwerk voor den dienst van den tijdhal ingericht. Zijn gang wordt dagelijks met behulp van chronographische aantekeningen met den gang van het astronomisch uurwerk vergeleken. Verschillen, die mochten voorkomen, worden door gewichten, die het slingerpunt verplaatsen, bijgewerkt.

Voor de stroomzendingen is het uurwerk als volgt ingericht. Het schakelrad, dat elke minuut ééns ronddraait, is van twintig stalen stiften voorzien, die gelijkmatig verdeeld, het derde gedeelte van den omtrek innemen. Op de laatste van deze stiften volgt, op een afstand waarop tien stiften zouden kunnen staan, nog een stift, die den stroom verbreekt, en dus den val van den bal teweegbrengt.

Bij het draaien van het schakelrad stooten de stiften achtereenvolgens tegen een zwakke veer. In den stand van rust ligt deze veer op een vast platina-contact. Wanneer de veer opgelicht wordt, wordt de stroom, die door haar en over het contact gaat, voor zeer korten tijd verbroken. De electrische stroom wordt door deze veer gezonden langs automatische weg met behulp van den minuutwijzer, of door het neêrdrücken van een knop. De stroom wordt door acht Leclanché-eleumenten geleverd. In dezen stroomloop, waarvan de sterkte 20 milli-Ampères bedraagt, is een relais van 20 Ohms weêrstand ingeschakeld. De beweging van het anker van dit relais wordt door een chronograaf opgeteekend. Verder bevinden zich hier nog eenige hulptoestellen, die dienen om de instrumenten elk afzonderlijk te onderzoeken.

DE ELECTRICHE TIJDDIENST TE NEW-YORK ¹⁾.

Deze dienst kan in twee deelen gesplitst worden. Tot den eersten behoort het middagsein, dat sedert 1879 door middel van een tijdbal op het Westelijk Unie-gebouw gegeven wordt, tot den tweeden de verspreiding van den juisten tijd volgens het stelsel van James Hamblet.

De tijdbal is uit een twaalfstal dunne ronde vaantjes of koperen schijven ²⁾ samengesteld, die straalvormig om een hollen cilinder geplaatst zijn. Men koos dezen vorm van bal, omdat hij voor het oog denzelfden indruk maakt als een massieven bal, en boven den vollen bal het voordeel heeft, van bij het vallen minder tegenstand van de lucht of van den wind te ondervinden. De cilinder is over een paal geschoven, waarlangs hij kan opgeheschen worden. Wanneer de bal gereed is om neêrgelaten te worden, bevindt hij zich 282 voet ³⁾ boven hoog getij, en is hij bij helder weder vele mijlen in den omtrek zichtbaar. Neêrvallende valt hij 28 voet, en wordt dan op zes steunstokken opgevangen. Deze stokken gaan in van boven gesloten cilinders, die aan den bal bevestigd zijn. Bij het neêrvallen wordt de schok door de luchtkussens tusschen de stokken en de bodems der cilinders gebroken. Op het oogenblik, dat hij begint te vallen, is het te New-York juist middag. Wanneer om de eene of andere reden de bal niet juist op den middag valt, wordt dit in de morgenbladen van den volgenden dag bericht, met opgave van het verschil in tijd. De electriche stroom, die den bal doet vallen, is afkomstig uit Washington, en wordt overgebracht door het uurwerk in het U. S. Naval Observatory. Daar Washington zooveel westelijker dan New-York ligt, is het te New-York reeds 12 u. 12 m. en 15,47 s., wanneer het te Washington pas middag is. Het sein, dat te New-York den bal doet vallen, moet Washington verlaten, wanneer het daar nog 11 u. 47 m.

1) Operator, New-York, Vol. XIII. N^o. 30 Dec. 23, 1882. — The Speaking Telephone, Electric Light and other recent electrical inventions, George B. Prescott. New-York 1879.

2) De helft der schijven is halfrend, de overigen half-maanvormig.

3) 315 voet boven de straat.

44,5 s. is ¹⁾. De slinger, die het signaal overbrengt, gaat eenmaal per secunde heen en weer, waardoor het moeilijk is den stroom bij de halve secunde uit te zenden. Hij vertrekt dan ook om 11 u. 47 m. 44 s. Washingtonschen tijd. De halve secunde wordt echter niet verwaarloosd, maar, zooals wij zien zullen, ondervindt de electricische stroom te New-York een halve secunde vertraging, alvorens den bal te doen vallen.

In Plaat VIII, fig. 44, is de inrichting van den tijdbal geschetst; *a* is de paal, *b* de bal, *c* een katrol, waarover een koord loopt, dat met zijn eene uiteinde aan den bal bevestigd is, terwijl het andere einde om een rol gewonden is, die om hare as *e* kan draaien. Vijf minuten vóór 12 uren wordt de bal met een kruk, die op de as *e* gestoken wordt, bijna geheel opgeheschen. Wanneer twee minuten vóór 12 ure het "all right" signaal van Washington ontvangen is, wordt de bal geheel opgeheschen, de kruk verwijderd, en de pal *f*, die om eene spil kan draaien, in een der tanden van het rad *e* geplaatst. Het anker van den electro-magneet *g* houdt *f* door de spankracht eener veer op zijne plaats, en de rol kan niet draaien. De electricische stroom, die van Washington een halve secunde vóór 12 uur komt, sluit den lokalen stroom der batterij *o*, nadat te voren de hefboom van den commutator *n* naar rechts geplaatst is. Daardoor komt de hefboom *k* vrij, en juist om 12 uur voor New-York, komt hij op den knop *j* te rusten. Hierdoor wordt weder een stroom gesloten, nadat te voren de hefboom van den commutator op den rechter knop gezet is. Door middel van den electro-magneet *i* gaat een stroom naar den druktoestel van de Gold & Stock Telegraph-Company, en verscheidene uurwerken van het Westelijk Unie-gebouw. Wat voor ons echter op het oogenblik van meer belang is, is dat de electro-magneet *g* den bal doet vallen. Zoodra hij valt, wordt een andere stroom, die in de schets niet zichtbaar is, gesloten, die den beampte te Washington niet alleen het sein geeft, dat de bal gevallen is, maar tevens op welken tijd. De bal zelf en de verdere toestellen hiervoor werden door George M. Phelps, superintendent van de West-Unie-fabriek, ontworpen. De dienst van den tijdbal wordt kosteloos verricht door de West-Unie Telegraph-Company.

De tijddienst, waardoor de uurwerken over dag en 's nachts geregeld worden, heeft volgens het stelsel van James Hamblet plaats. Het punt van uitgang is het hoofduurwerk, dat in kamer 48 van het Westelijk Unie-gebouw is opgesteld. Van daaruit loopen de draden over de stad en de voorsteden. Het hoofduurwerk zelf is van de noodige electricische en mechanische inrichtingen voorzien, waardoor het mogelijk is, elk verlangd sein op een willekeurigen tijd over te brengen. Gewoonlijk worden de seinen om de twee seconden gegeven, maar in sommige gevallen slechts vier maal per dag, hetzij op regelmatige of onregelmatige tijden. Het hoofduurwerk is gemaakt door de firma E. Howard & Co. te Boston, naar een ontwerp van J. Hamblet, en heeft een Dennison zwaarte-echappement en een secundenslinger. Dagelijks wordt dit uurwerk vergeleken met dat van het obser-

1) De 0,03 s. wordt verwaarloosd.

vatorium te Washington, en bovendien worden dikwijls vergelijkingen gemaakt met de uurwerken in de observatoria te Cambridge. Mass. en Alleghany City, Penns. Voorkomende verschillen worden langzaam bijgewerkt. De bijwerking heeft plaats door bijvoeging of afneming van gewichten. Elk gram geeft een verschil van $\frac{1}{10}$ sec. in de 24 uren. De vergelijking met de klok van Washington heeft door een chronograaf plaats. Deze toestel is zeer eenvoudig. Hij bestaat uit een strook papier, die door een uurwerk eenparig voortbewogen wordt, twee electro-magneten en twee pennen. Eén van de electro-magneten is geplaatst in den stroom, die door het uurwerk van New-York gesloten wordt, en de andere in den stroom, die door het uurwerk van Washington, Cambridge of Alleghany gesloten wordt. Eens in de twee seconden maakt het uurwerk van New-York een streepje aan den bovensten rand van het papier, Plaat VIII, Fig. 49, om dezelfde tijdruimten maakt het uurwerk van Washington dergelijke streepjes op den ondersten rand. Wanneer de uurwerken gelijk gaan, zullen de streepjes vertikaal boven elkander staan, maar wanneer het eene uurwerk sneller of langzamer dan het andere gaat, zal er een rechtlijnige afstand tusschen hen zijn, die het aflezen der verschillen in gang veroorlooft. Uit de schets van Plaat VIII, Fig. 49 blijkt b. v. dat het uurwerk te New-York een weinig achter is. Het verschil in tijd tusschen de beide uurwerken kan door een fijn verdeelde liniaal naast de papierstrook te leggen, tot in $\frac{1}{100}$ deelen van seconden afgelezen worden.

Het verdeelen van den juisten tijd heeft als volgt plaats. Plaat VIII, Fig. 45 stelt een gedeelte van de voorzijde van het uurwerk voor. Zoofs uit de schets blijkt wordt door *a* een contact daargesteld, zoodra het rad zoover gedraaid is, dat de inkeping naar boven gekeerd is. Eenmaal in de vijf minuten draait het rad rond, terwijl de inkeping een tijdruimte van twintig seconden voorstelt. Het rad *c* draait eenmaal in de minuut rond, en heeft dertig tanden, waarvan één, de 29^{ste}, is uitgesneden. Door deze tanden wordt de hefboom *b* opgelicht en de stroom der batterij *i* telkens gesloten. Elke tand vertegenwoordigt twee seconden, de acht en vijftigste secunde wordt door de inkeping voorgesteld. Het begin van elke minuut wordt dus aangegeven na een pauze van vier seconden, en de aanvang van de 1^{ste}, 6^{de}, 11^{de} en 56^{ste} minuut na een pauze van twintig seconden.

Wanneer de stroom der batterij *i* niet gesloten is, sluit het anker van *h* onder de werking van de veer den stroom der batterij *f*. In dezen stroom zijn de secunde-relais ingeschakeld, die de twee seconden-slagen naar de hoofdlijnen zenden. Een ander stel relais *e*, de uur-relais, staat in een keten, waarin de stroomsluiter *g* — in de schets niet te zien — ingeschakeld is. Deze stroomsluiter staat onder contrôle van het hoofduurwerk, en dient om door de uur-relais bij het begin van elk uur, zooveel slagen te laten geven, als juist het uur is. Dit uursignaal wordt verder telkens met bijvoeging van twee snel op elkander volgende slagen elke vijftien minuten herhaald, die sedert het begin van het uur verlopen zijn.

Om de twee seconden wordt dus een tik vernomen, en om de kwartieren de uren en kwartieren.

In Plaat VIII, Fig. 46 is de verbinding eener lijn geschetst; *a* stelt de hoofdbatterij voor, *b* het secunde-relais, *c* het aankondiger-relais, *d* het uur-relais, *e* een weêrstandsrol en *G* de aarde.

Wanneer *b* zijn anker aantrekt, wordt de stroom der batterij *a* gesloten. Deze loopt dan van de batterij, rol *e*, relais *b* en verder door de spoelen van het aankondiger-relais naar de lijn. Op deze wijze gaat een betrekkelijk zwakke stroom naar de lijn, en het anker van het aankondiger-relais wordt aangetrokken. Wanneer het relais *d* in werking wordt gebracht, gaat de stroom van de batterij *a* naar de lijn, door het aankondiger-relais *c*, zonder door den weêrstand *e* te gaan, waardoor een betrekkelijk sterke stroom door de lijn gaat. In dit geval trekt ook het aankondiger-relais zijn anker aan. Wanneer de geabonneerden het wenschen, zijn in de lijn wek-inrichtingen gebracht. Deze zijn zoo ingericht, dat wanneer de secunde-slagen over de lijn gaan, het anker voldoende wordt aangetrokken, om een hoorbaren tik te geven. Wanneer de uur- en kwartier-slagen overgezonden worden, is de weêrstandsrol niet ingeschakeld; het anker wordt daardoor ook krachtiger aangetrokken, en slaat scherp en duidelijk op de schel. Door een eenvoudige inrichting kunnen de secunde-slagen onhoorbaar gemaakt worden, de toestel geeft dan alleen de uren en kwartieren aan.

De toestel, die het uur op het hoofdkantoor slaat, wordt zoo geregeld, dat de eerste slag van het uur of van het kwartier niet het begin dier tijden samenvalt. Nadat het uur of het kwartier geslagen is, doet een bijzondere inrichting de secunde-slagen voor het overige gedeelte van de minuut wegvallen, zoodat de eerste secunde-slag daarna het begin van de onmiddellijk daarop volgende minuut aangeeft.

Men krijgt dus ten slotte om de twee seconden een tik behalve:

1^o bij het begin van elk uur en van elk kwartier, wanneer de toestel als een gewoon uurwerk slaat, en ophoudt met tikken tot het begin der volgende minuut. De kwartieren worden aangeduid door een, twee of driedubbele slagen na den urslag;

2^o onmiddellijk vóór het begin van elke minuut, wanneer een pauze van vier sec. (een slag) intreedt;

3^o onmiddellijk vóór het begin van elke vijf minuten, wanneer een pauze van twintig sec. (negen slagen) intreedt.

Plaat VIII, Fig. 47 wijst de verbinding van de aankondiger-relais aan. De ankers kunnen in elken stand — neêrgelaten of aangetrokken — een stroom sluiten. Voor elke hoofdlijn dient een relais. De ankers der relais zijn onderling met een draad verbonden. De bovenste contacten staan allen met de locaal-batterij *c* in verbinding, en al de lagere contact-punten met de schel *b*, terwijl de klok en de batterij door een anderen draad verbonden zijn. Wanneer de secunde-, kwartier- en uur-slagen uitgezonden worden, gaan al de ankers der relais gelijktijdig op en neêr, en de schel *b* komt niet in werking. Wanneer

echter eene storing ontstaat, en een van de ankers de gezamenlijke beweging niet volgt, dan komt de schel δ in werking, omdat dan de lokaal stroom door den draad, die de ankers onderling verbindt, gesloten wordt. Hierdoor is het mogelijk, dat een storing ontdekt wordt, vóór dat deze door de geabonneerden opgemerkt is.

Verder kunnen met deze inrichting nog bijzondere tijdsignalen gegeven worden. zoo b. v. dat, bekend onder den naam van Everett's fluitsignaal. Everett uit het welbekende Everetto Hôtel te Washington-market heeft een stoomfluit aan de stoommachine in zijn gebouw bevestigd, die telkens gedurende een minuut fluit, en wel te 7 u. V.M., 0 u. N.M., 1 u. N.M. en 6 u. N.M. Op deze wijze wordt aan de geheele buurt een hoorbaar signaal gegeven.

Om dit sein te kunnen geven, wordt een afzonderlijke draad vereischt, dien de machinist twee minuten vóór het verwachte signaal vastmaakt.

In Plaat VIII, Fig. 48 is G de aardgeleiding, c de hoofdbatterij, en δ twee contacten in het uurwerk. Het rad a is van drie tanden voorzien, en draait eenmaal in de twaalf uren rond. De tanden staan op behoorlijken afstand van elkander, om den stroom op de onregelmatige tijdstippen bovenvermeld te sluiten. Eene bijzondere inrichting, die in de teekening niet te zien is, opent den stroom nadat hij een minuut gesloten geweest is. Een tand, die tweemaal zoo breed is als de anderen, sluit den stroom van 0 u. N.M. tot 1 u. N.M. De draad loopt naar het hôtel, waar het overige der inrichting zich bevindt; d is een electro-magneet, welks anker e in verbinding kan gebracht worden met den gebogen hefboom f , die om een spil draait. Bijtijds brengt een bediende dezen hefboom in den stand in de figuur aangegeven. De andere hefboom g wordt neêrgehouden door het gewicht h . Deze hefboom is met de klep der fluit verbonden. De verdere werking is uit de figuur duidelijk.

Vele juweliers en eenige openbare instellingen, zooals de zeebeurs hebben miniatuur-tijdballen in hunne winkels, op hunne gebouwen enz. Plaat VIII, Fig. 50 stelt zulk een tijdbal voor. Op den eersten slag van 0 u. N.M. valt de bal. Hij is in den gewonen tijdstroom geplaatst, maar wordt uitgeschakeld tot de pauze van twintig seconden tusschen 11 u. 59 m. 40 s. en 12 u. De bal wordt dan opgeheschen en gesteld.

TIJDAANWIJZING DOOR MIDDEL VAN DE TELEPHOON¹⁾.

Het denkbeeld om de telephoon-geleidingen gelijktijdig dienstbaar te maken aan de tijdaanwijzing, ligt voor de hand. Dit doel kan door zichtbare en hoorbare teekens bereikt worden. Voor het overbrengen der zichtbare teekens zou in de telephoon-geleiding een meêgaand uurwerk ingeschakeld moeten worden, dat door het hoofduurwerk gedreven wordt. Om den electrischen stroom onschadelijk te maken voor de telephoon, zou men het stelsel van van Rijsselberghe kunnen toepassen. De kosten en de groote weêrstand in de geleidingen, zijn de redenen, waarom dit denkbeeld tot heden niet toegepast werd.

Bovengenoemde nadeelen worden vermeden, wanneer men zich met hoorbare teekens tevreden stelt. Dit stelsel wordt door de National Time Regulating Comp. in Boston en door de New England Telephone Comp. in Lowell, Massachussets, toegepast. De toestel, die de teekens geeft, bestaat uit eene rol, die evenals eene muziekrol van tanden voorzien is. Tegen deze rol, die ronddraait veert een hefboom, die langs de tanden schuift en aldus op- en neêr gaande eene verbinding met de batterij tot stand brengt. De tanden op de rol liggen op een cirkelomtrek, en zijn in drie groepen verdeeld. De eerste geeft de uren, de tweede de tientallen van minuten en de derde de eenheden in minuten aan. De contact-hefboom kan door een anderen hefboom tegenover de rol vermeld worden. Een electrisch uurwerk zendt iedere minuut een electrischen stroom door den electromagneet, die door een getanden staaf den hefboom voorwaarts duwt, waardoor hij op een andere rij tanden komt te liggen. Dezelfde stroom stelt eene inrichting in werking, die door een electrische batterij gedreven, de rol eenmaal omdraait. Onder het draaien der rol schuiven de tanden langs den hefboom, en maken de drie groepen contact. De hefboom is met de aardgeleiding van alle geabonneerden op de tijdseinen verbonden. Wanneer nu een geabonneerde de telephoon aan het oor houdt, terwijl de rol draait, hoort hij drie soorten van korte en gemakkelijk te onderscheiden slagen, die door langere tijdruimten gescheiden zijn. Is hun aantal b. v. 2, 3 en 9, dan weet de geabonneerde,

1) Die Technik des Fernsprechwesens, Dr. V. Wietlisbach. p. 254.

dat het 2 uur en 39 minuten is. Dit tijdsein wordt elke minuut gegeven. In Plaat VIII, Fig. 51 is de inrichting geschetst. *U* is het uurwerk, dat elke minuut een stroom uit de batterij in den electro-magneet *E* zendt, die dan het anker *I* aantrekt. Bij het aantrekken wordt, door een samenstel van hefboomen en een getande staaf, — in de figuur niet geteekend — de hefboom *c*, tegenover de rol *W*, een tand vooruit geschoven. Gelijktijdig wordt door de veer *f* de batterij *b* op de geleiding gebracht. Daar de veer *f* bij hare beweging iets trilt, ontstaan daardoor snel op elkander volgende stroomsluitingen en stroomverbrekingen, die in de telefoon een dof geluid veroorzaken, en den geabonneerde waarschuwen, dat het tijdsein spoedig zal volgen. Tevens brengt het anker de inrichting in werking, die de rol omdraait. De tanden gaan dan langs den hefboom en de tikken geven den tijd aan. Natuurlijk moeten deze tikken zoo zwak zijn, dat het telephonisch gesprek er niet onder lijdt. De abonnementsprijs op deze tijdseinen bedraagt voor de geabonneerden op de telefoon 1 dollar per jaar.

KORT GESCHIEDKUNDIG OVERZICHT DER METHODEN, DIE TOT HET BEPALEN VAN DEN TIJD GEBEZIGD WORDEN ¹⁾.

Het eenvoudigste en oudste instrument om den tijd te leeren kennen is de zonnewijzer, waarmede de zoogenaamde *ware tijd* verkregen wordt. Die ware tijd kan gemakkelijk door toepassing der tijdsvereffening tot *middelbaren tijd* herleid worden, maar de zonnewijzers ondergingen in den loop der tijden geene zoodanige verbeteringen dat de uitkomsten, die men er mede verkreeg voldoende waren voor de uurwerkmakers, die zich toeleegden op de vervaardiging van zeer juist gaande uurwerken.

De Gnomon, die waarschijnlijk tot de samenstelling der zonnewijzers leidde, is het eerste werktuig, waarmede de oude sterrenkundigen waarnemingen deden. Zij bezigden hem hoofdzakelijk om gedurende het tijdvak van één jaar den hoogsten en laagsten stand der zon te meten, om daaruit de schuinte van de ecliptica te berekenen. Hoewel met den Gnomon op elk oogenblik van den dag, door de waarneming der zonshoogte de plaatselijke tijd berekend kan worden, is toch dat werktuig daartoe te omslachtig, en zijn de uitkomsten niet nauwkeurig genoeg. Wie het eerste instrument voor eigenlijke hoogtemeting van hemellichamen bedacht heeft is niet bekend, maar wel weet men dat tijdens den bloei der Alexandrijnsche school hare geleerden het *Triquetrum*, een uit drie linialen samengesteld instrument, bezaten, dat de Arabieren den *astronomischen ring* kenden en Hipparchus zoowel als Ptolemeus zich bediende van de *Sphaera Armillaris*, welk instrument den grooten sterrenkundigen Tycho Brahe zulke voortreffelijke diensten bewezen heeft.

Tycho, de eerste sterrenkundige die aandrong op het verkrijgen van grootere nauwkeurigheid bij het bepalen van den tijd, verving de *Sphaera Armillaris* door het zoogenaamde *Muurquadrant*, welk instrument voor den toenmaligen tijd zeer nauwkeurig werd afgewerkt.

1) Geschichte der Uhrmacherkunst, E. Göllich, 4te Aufl. p. 185.

In de vorige eeuw vervaardigden de Engelschen quadranten van buitengewoon groote volkomenheid, die bovendien door de uitvinding der verrekijzers zeer veel verbeterd werden. Het gelukkige denkbeeld, om de verrekijzers aan hoekmeet-instrumenten toe te voegen, is van den Franschen sterrenkundige Morin. Toen ter tijd bestond echter eene gewichtige bedenking tegen het gebruik van verrekijzers tot dat doel, hierin bestaande dat het moeilijk is in het gezichtsveld de optische as van den kijker als richtlijn te gebruiken. Toen echter in 1640 Goscoigne in Engeland het dradenkruisnet invoerde verviel de gemaakte bedenking.

Uit de oude draagbare instrumenten om hoogten te meten ontstonden, vooral tijdens de groote landontdekkingen, verschillende andere voor de zeevaart bestemde toestellen, zooals de *zeering*, het *zee-quadrant*, het *Davis-quadrant* enz. De beroemde sterrenkundige Johannes Müller (Regiomontanus) bedacht in 1472 den *Jakobstaf*, die zeer lang in gebruik bleef, en van al de genoemde werktuigen zonder twijfel het meest was verbreid.

Eindelijk hebben wij het eerste denkbeeld omtrent reflexie-instrumenten te danken aan Newton, terwijl Hadley in 1731 het instrument voor praktisch gebruik samenstelde en algemeen ingang deed vinden. De reflexie-instrumenten zijn nog heden ten dage aan boord van schepen in gebruik tot het meten van hoogten van hemellichamen.

De Deensche sterrenkundige Olaus Römer kwam op het denkbeeld om in plaats van de schaduw door de zon op den middag geworpen, liever de zon zelve in den meridiaan waar te nemen. Dit denkbeeld bracht hij in toepassing aan het observatorium te Kopenhagen en kwam daarbij tot de samenstelling van den meridiaankijker (passage-instrument). Het aantal passage-instrumenten van verschillende samenstelling daarna gevonden is zeer groot, maar allen berusten toch op het denkbeeld van den Deenschen sterrenkundige.

Onder de verschillende methoden, om den tijd met die instrumenten, de zonnewijzers niet medetellende, te bepalen is de oudste die waarbij uit de meting der hoogte, de uurhoek der zon of van een ander hemellichaam berekend wordt, waaruit de middelbaren tijd afgeleid kan worden. Voor horlogemakers is de nauwkeurigheid, die men met deze methode verkrijgen kan niet voldoende, omdat die tot enkele seconden dient opgevoerd te worden. Alle oorzaken die de nauwkeurigheid bij deze wijze van doen beperken verdwijnen geheel bij de zoogenaamde methode der *correspondeerende hoogten*, welke in het jaar 1666 reeds aan het observatorium te Parijs toegepast werd. Gebruikt men de zon, dan moet men rekening houden met de verandering in declinatie van dat hemellichaam, tijdens de waarneming. De geleerden der 18^{de} eeuw beijverden zich om de berekening der aan te brengen correctiën zoo eenvoudig mogelijk te maken. De mannen, die zich hiermede voornamelijk bezighielden, waren La Hire, Picard, Römer, Euler, de la Caille, Maupertius, Roger Cotes, Ljungberg, Kästner, Hell, Rittenhouse, tot eindelijk Gauss de thans gebruikelijke tafelen samenstelde, welke later door Gerling werden uitgebreid.

Wegens de veranderlijkheid der aardsche straalbuiging, de omslachtige wijze waarop de waarneming gedaan moet worden, en ook wegens de onzekerheid in den gang van het uurwerk (waarvan de stand bepaald moet worden) gedurende de waarneming, maakte Bernouilli en Le Monnier (1771) bedenkingen tegen deze methode. Om den invloed der straalbuiging zoo veel mogelijk te ontgaan, en ook den tusschentijd der waarnemingen zoo gering mogelijk te doen zijn stelde Aubert (1776) voor om hemellichamen te bezigen, die den *eersten verticaal* in de nabijheid van het zenith doorgaan. Men bedacht daartoe een afzonderlijk instrument, waarmede de nauwkeurigheid der waarneming verhoogd werd en de praktische uitvoering won. Een zoodanig instrument bezat Roger Cotes aan het observatorium te Cambridge, terwijl men er nog een vinden kan in de verzameling van instrumenten van Graaf Hay.

Het instrument, waarmede het nauwkeurigst den tijd bepaald kan worden, is ongetwijfeld nog altijd het passage-instrument en de beste methode, die waarbij doorgangen van sterren door den meridiaan worden waargenomen.

1888

BIJLAGEN.

I.

UIT DE RESOLUTIE VAN DE VROEDSCHAP VAN ROTTERDAM, 17 MEY 1677.

De Heeren Burgermeesteren en fabriekmeesteren achtervolgende de resolutie commissoriael van date 6 dezer opt subject van den aen te stellen kloekstelder hebben gerapporteert dat haerEd. van advyse soude syn, dat den aentestellen kloekstelder behoorde te werden aengenomen voor den tyd van drie jaren, sullende gehouden wesen alle drie maenden voor het expireren derselver van de Vroedschap te versoecken syne continuatie.

Dat den voorsz. kloekstelder voor t ordinair ende vorige tractement niet alleen sal hebben waer te nemen en te versorgen de acht horologien deser stad, dat deselve behoorlyk correct en precyse comen te gaen, slaen en wysen maer ook te versorgen dat deselve te diep of ondiep int werck gaende werden versien, de lichters mis loopende te helpen. den draad van de hoorlogens te verstellen en vast te maken.

De wintvleugels te versetten ende buygen naer behooren. Op alle schroeven en spijen te passen en te versorgen. Op de gewichten te passen en wel te voorsien. Ook op het afschrappen en smeren van de horloges te passen, t verloop van de bossen te helpen, ende voorts te maken ende te herstellen alles wat aen de voorsz. horloges door verloop, versuijm ofte ongeluk mogte worden onstelt waeraf de reparatie ende herstellinge van yder niet meer en quam te beloop dan tien guldens ende in cas eenig ongeluk ofte onsteltentisse aen de voorsz. horloges quame te gebeuren, de herstellinge van tien guldens te boven gaende, sal daeraf sonder eenige reparatie daeraen te mogen doen, de Heeren fabryckmeesteren waerschouwen, dewelcke voorsz. werck sullen doen inspecteren en tauceeren ende in cas voorsz. ongeluk ofte onsteltentisse waren voortgecomen door den kloekstelders versuijm, schult ofte nalatigheijt sal hy gehouden wesen zulk te synen costen te repareeren ofte doen repareeren, maer anders ende buyten syn versuijm sullen fabryckmeesteren daertoe ordre stellen, door dengeenen die sy sullen oordeelen tselve oirbaerst ende dienstigh voor dese stads menagie connen doen.

Dat den voorsz. aentestellen kloekstelder sal gebruycken syn eygen oly sweer ofte

andere substantie tot het schoon ende gaende houden vande voorsz. horloges sonder vande stad eenige oly daertoe te mogen halen of in rekening te brengen.

Dat eyndelyck den voorsz. aentestellen klokkenstelder sal gehouden wesen aen het allertyds verlopen ende ontstelde klockengeslagh ofte voorspel te herstellen, de draden te accommoderen ende bequaem te maken wordende den draet by de stad daertoe geleverd.

Op welke conditien de Heeren van de Vroedschap hebben gecoren ende aengestelt voor den tyt van drie jaren als voren opt ordinair ende gewoon tractement Philip Erkelens die hetselve op alle de voorsz. conditien mede heeft aengenomen.

II.

UIT DE RESOLUTIE VAN DE VROEDSCHAP VAN ROTTERDAM, 28 APRIL 1723.

Instructie voor den Opziender over alle de stads Uywercken en Klocken.

1.

De opsiender sal alle de Stads publycke horologien, so kort als eenigsints doenlyck sal syn, moeten stellen, so wel de speelwercken, als slag en gaende wercken, so dat die behoorlyck op syn nette tyd wysen, slaen en spelen, dogh het versteken van de ton blyft tot laste van de stad.

2.

So de opsiender tot het stellen of repareeren van alle de voorsz. wercken, met hetgene daeraen behoort, een smit of andere ambagtsman nodig hadde, sal hem die van stadswegen worden toegevoegt.

3.

De opsiender sal ten minsten eenmael iedere maend, alle de stads horologien, en ieder van dien int bysonder, naeuwkeurig gaen inspecteeren, geassisteert door de knecht die de horologien dagelyks opwint en zien of alles in goede ordre is, de roest zuiveren, het oude smeersel dat verdikt is, schoon afschrappen, daer het nodig is op nieuw smeerren en sorg dragen dat de blancke stucken zuiver blyven, en soo eenig aennaderende ongemak ontdekte daerin tot stads voordeel, so veel mogelyck voorzien, en so hy ondervont dat de voorsz. opwinder syn pligt niet in alles naer behooren waernam, sal hy denselven onderrigten en vermaenen en so daerop de verwagte beterschap niet wierd bevonden, sal hy daarvan aen de Heeren Fabryckmeesteren kennisse geven.

4.

So wanneer de opsiender oijt bemerkt dat eenig stads horologie niet wel wijst, slaet

of speelt, daer hy altoos geheel naeuwkeurig op sal moeten letten, sal hy aenstonts moeten gaen zien, waer dat aen hapert, en hetzelfde ten spoedigste herstellen.

5.

So aen de stads horologien eenige stucken aengaende speel of slagwercken, nodig soude hebben vernieuwt te worden, tzy raderen, ronsels, ligtings, slinger-spillen wind-vleugels of eenige andere, sal de voorsz. opziender daarvan by tyts kennis geven aen de Heeren fabryckmeesteren, op dat die tijdig ordres soude kunnen geven, tot het maken van de nodige wercken, en voorkomen dat de uijrwercken daerdoor niet lang behoeven stil te staen, ende sal de voorsz. opziender alsdan dagelyks moeten toezien en naeuwe agt geven, dat de voorsz. nieuwe wercken perfect, naer den eysch worden gemaect en tot de minste kosten voor de stad.

6.

Als het nodig sal syn de gaende speel of slagwercken van de stads horologien schoon te maecken, sal de voorsz. opziender met den opwinder dat moeten doen, en so hy eenige andere hulp daerenboven daertoe nodig hadde, sal hem die van stadswegen worden gegeven, alsook de vereyschte plaets en gereedschappen.

7.

De voorsz. opziender sal alle dagen aen den voorsz. opwinder laten sien, op syn beste uijrwerck of het sakhorologie dat hy van de stad gebruijckt, wel perfect gaat, opdat hy dan by de opwinding oock alle de uijrwercken correct soude kunnen stellen naer de ordre daertoe beraemt.

8.

Te weten de klokken op het oude hoofd, op het nieuwe hoofd, op de schiedamsche poort, op het Gasthuijs en op de oude Engelsche kerk moeten beginnen te slaen acht minuten voor de zon, op het Stadhuijs en op de Brouwery van de 2 Leeuwen seven minuten voor de zon, op de groote toren ses minuten voor de zon, op de fransche kerk vijf minuten voor de zon, en op de Delftsche poort even gelyck met de zon, sulks dat het voorslag of spelen van de klokken wort verstaen te geschieden in het oude uijr en het slaen van de klokken in het nieuwe uijr.

9.

Wydere sal de voorsz. opziender voor so veel in hem is alles doen en besorgen wat tot het correct gaen van alle de stads uijrwercken of horologien dienstig is, en dat een goed, getrouw en vlijtigh opziender betaemt, betrachtende in alles den meesten dienst en menagie voor de stad.

Voor alle welke diensten de voorsz. opziender sal genieten vier hondert guldens ieder viendeeljaers een geregt vierdepart, dat is hondert guldens, dogh het eerste jaer (mits alle de uyrwercken binnen hetzelfde in een volkomen goede staet herstellende) ses hondert guldens.

*Instructie voor den Opwinder van alle de stads
Uyrwercken en Klocken.*

1.

De opwinder sal alle de stads horologien dagelyks behoorlyk opwinden, tsy eens of tweemaal des daegs, naer den eijs vant werck, sorgdragende dat de gewigten nimmer op den grond komen te stuijten ende als het uyrwerck sal hebben opgewonden, de opwindronds doen uijt de opwindraderen.

2.

Eer hy begint op te winden, sal hy naeuwkeurig toesien of aen het gaende, speel- of slagwerck eenige spijen mogte syn losgegaen en dat bevindende deselve aenstonds wel vast toeslaen.

3.

So de opwinder onder het opwinden bemerckt dat de klocken moeten spelen of slaen sal hy met winden so lang ophouden totdat die gespeelt of geslagen sullen hebben en daertoe het werck so hoog opwinden als dat voorts behoort.

4.

De opwinder bevindende dat het smeersel aen de raderen en andere wercken en insonderheid aen de klauwieren van de ton, die op de noten komen te dik is geworden, sal hy dat naer den eijs reijnigen en weder met verse oly smeeran opdat het werck noijt piept, schuurt of te veel afslijt.

5.

Eer de opwinder des morgens nae de eerste toorn gaet omt uyrwerck op te winden sal hy gaen aent huys vanden opziender over alle de stads horologien om te sien of syn sakhologie wel gaet opdat hy alle de wyzers en wercken daernaer perfect soude konnen stellen by welke occasie hy aen den voorü. opziender sal moeten rapporteren hoe hy alle de wercken den vorigen dag heeft gevonden.

6.

Dog so de opwinder in syn opwinding of andersints op den dag vermeent dat eenige van de stads horologien, niet wel ging, speelde of sloeg en hy dat self niet aanstonts konde helpen, sal hy daarvan sonder uijtstel kennisse geven aen den opziender en desselfs ordres afwagten en uytvoeren, so indie voorvallen als in alle andere wercken die de voorsz. opziender hem sal ordineeren aengaende de uyrwercken van de stad en hetgene daeraen dependeert.

7.

De opwinder sal int stellen van de klokken en wyzers moeten maken dat de klokken op het Oude hooft, op het nieuwe hooft, op de Schiedamsche poort, op het Gasthuys en op de oude Engelsche kerk beginnen te slaen acht minuten voor de zon, op het Stadhuys en op de Brouwery de 2 leeuwen zeven minuten voor de zon, op den grooten toorn zes minuten voor de zon, op de fransche kerk vijf minuten voor de zon, en op de Delftsche poort even gelyck met de zon, soodanigh dat het voorslag of speelen van de klokken wort verstaen te geschieden in het oude uur en het slaen van de klokken in het nieuwe uur.

8.

Soo den opwinder eenige leccagie op het werck vernam, sal hy dat schoon afdroogen en op nieuw smeeren en alles insonderheyt de blanke of gladde wercken wel uyt de roest houden en bewaren en van sodanige leccagie niet alleen kennisse geven aen den voorsz. opziender maer ook aen de Heeren fabryckmeesteren, waeraen hy ook sal moeten bekend maken alles wat hem in het begaen van de stads wercken mogte ontmoeten, dat hy sal oordeelen deselve te moeten weten, om de nodige voorsieningen daeromtrent te doen.

9.

Sal ook wel op de klauwieren passen dat de eijndens agter aen, regt blyven leggen op deselve maat ende die niet door te schroeven om de nooten niet te veel te doen lyden.

10.

Wijders sal de voorsz. opwinder voor sooveel in hem is alles doen en besorgen, wat tot het correct gaen van alle de stads horologien dienstig is en dat een goed, getrouw en naerstig opwinder betaemt, betragtende in alles den meesten dienst en menagie voor de stad.

11.

Voor alle welke diensten de voorsz. opwinder dagelyks sal genieten twintig stuivers.

En worden de Heeren Burgermeesteren en fabryckmeesteren mits dese geauthoriseerd en gequalificeert tot het aanstellen van sodanigen opziender en opwinder van Stads Uyrwercken en klokken respectievelyk.

Fig 1-8.

PL.I.

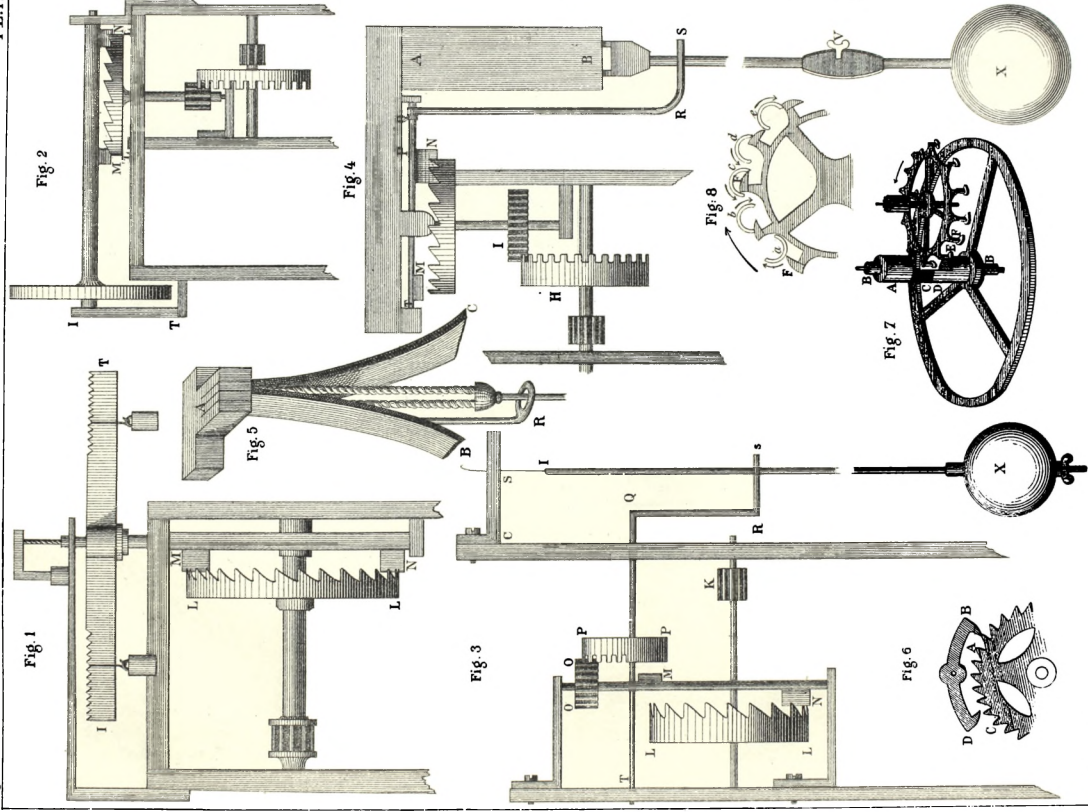
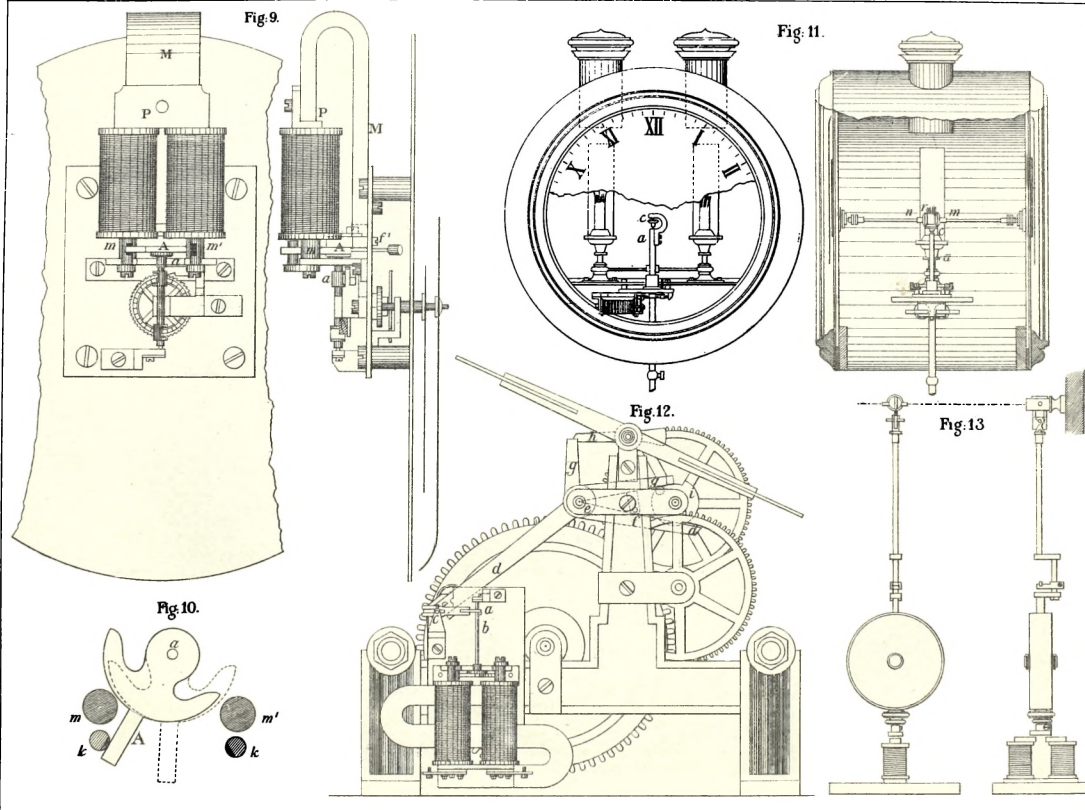


Fig. 9-13.

PL. II.



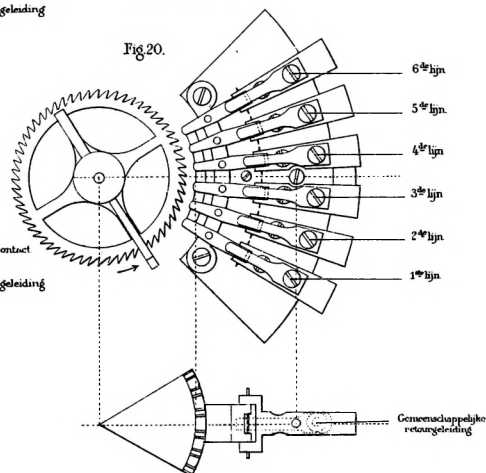
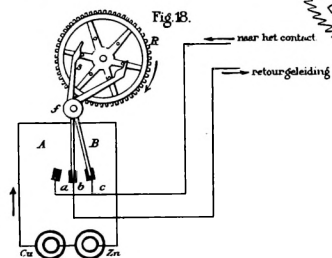
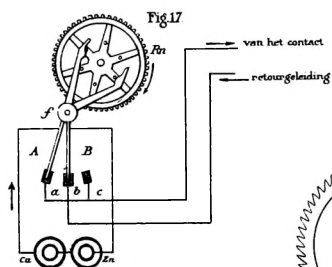
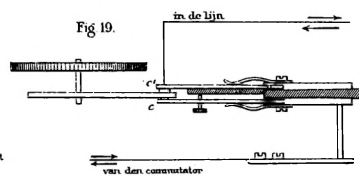
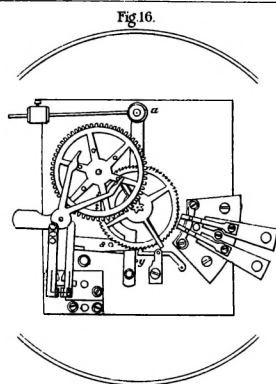
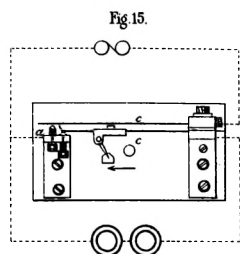
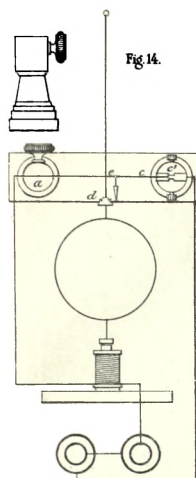


Fig. 21.

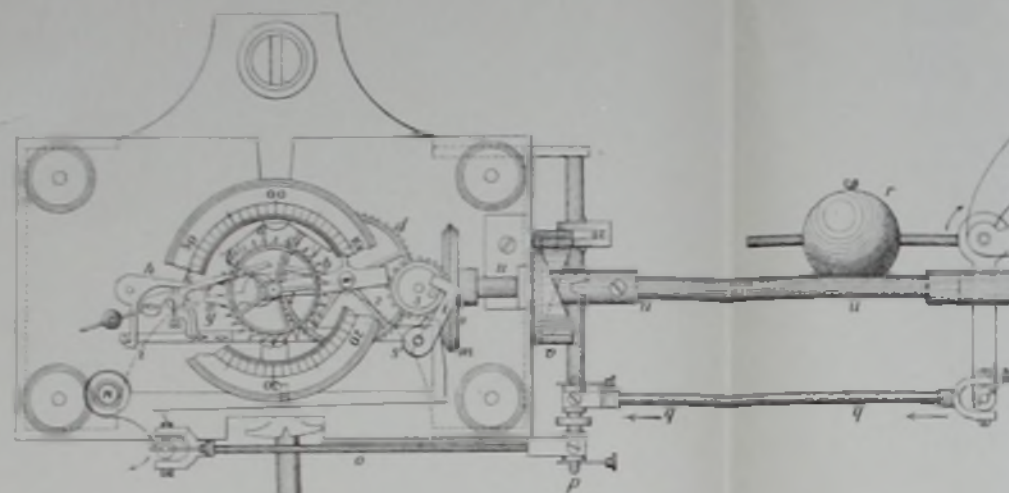


Fig. 22.

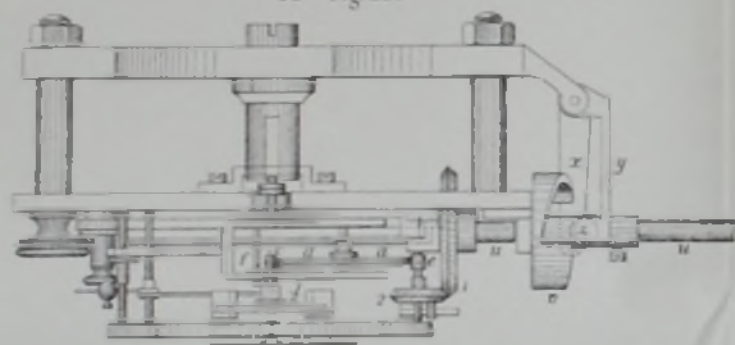


Fig. 23.

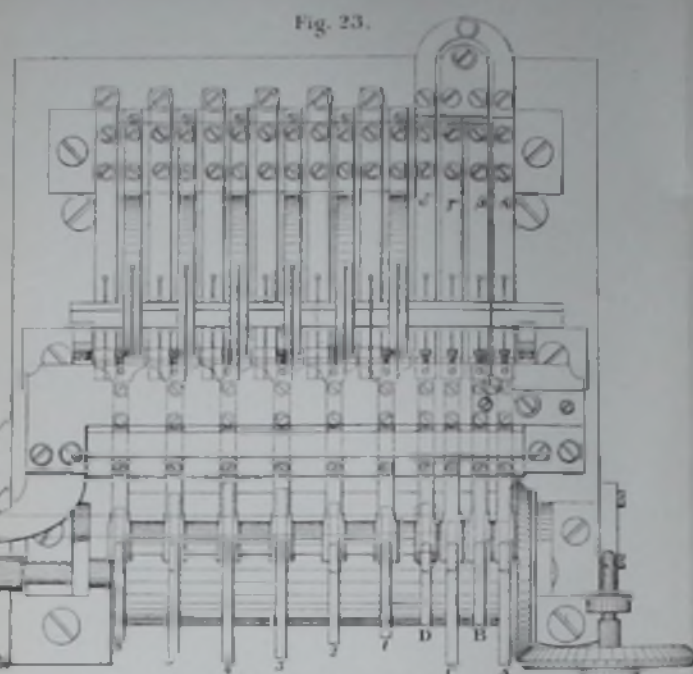


Fig. 25.

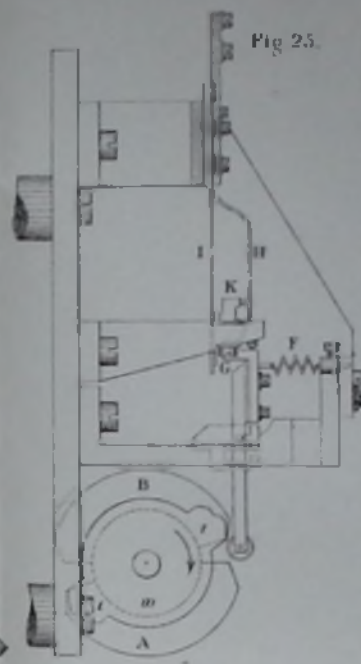


Fig. 24.

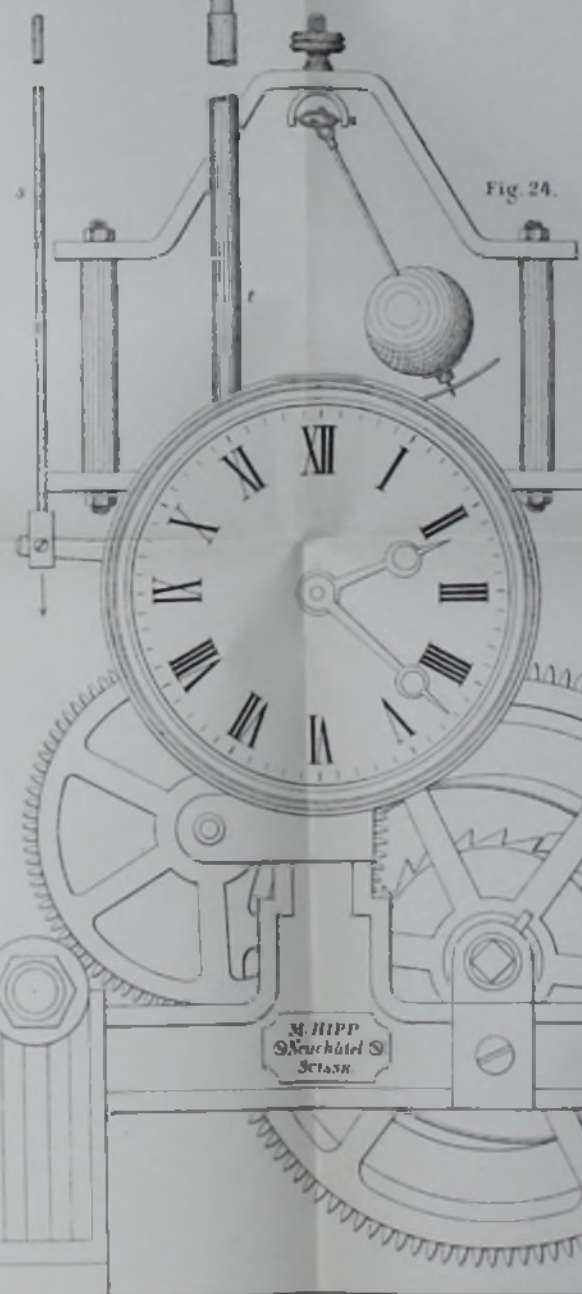


Fig. 27.

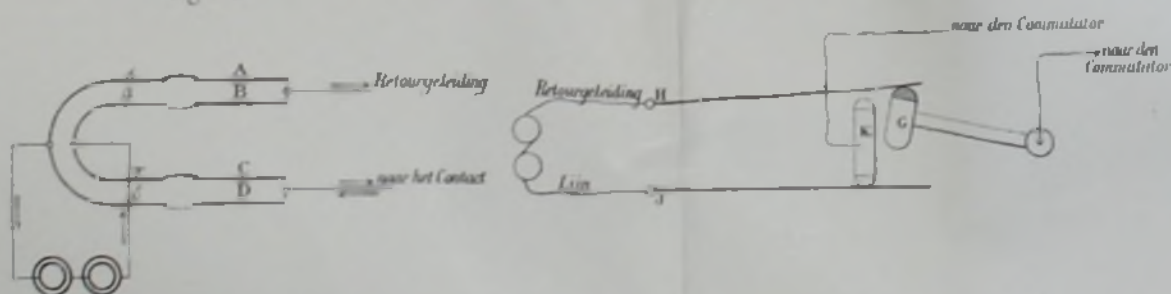


Fig. 26.

Fig. 28.

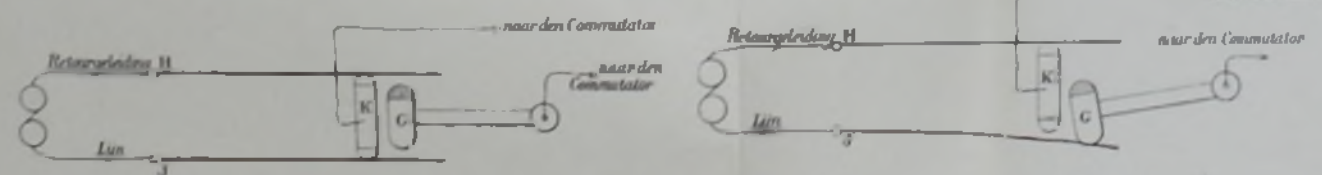


Fig. 29.

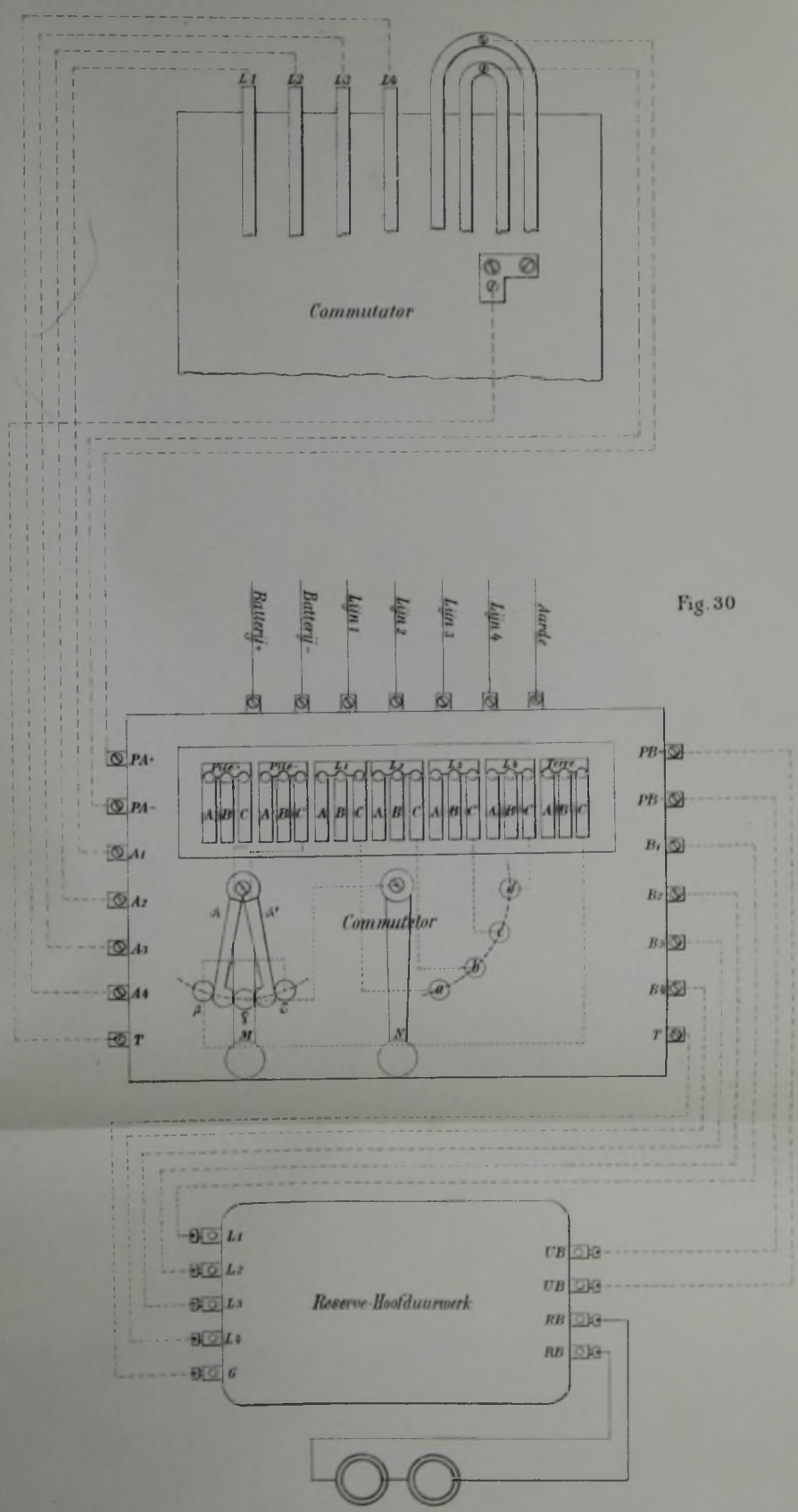


Fig.30

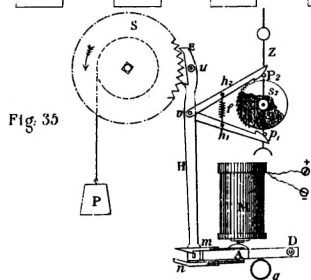
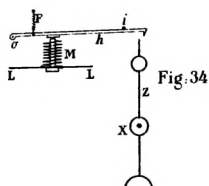
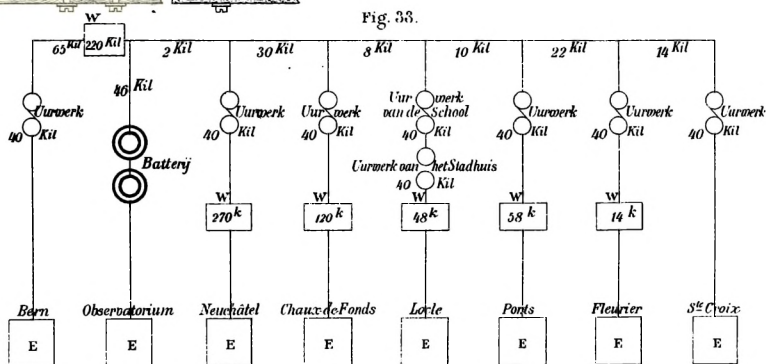
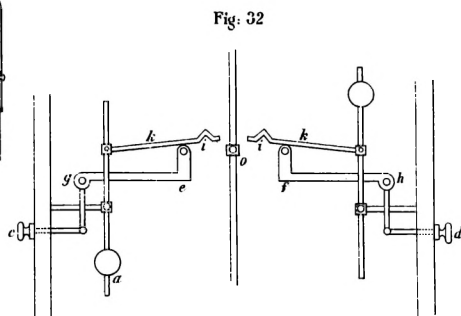
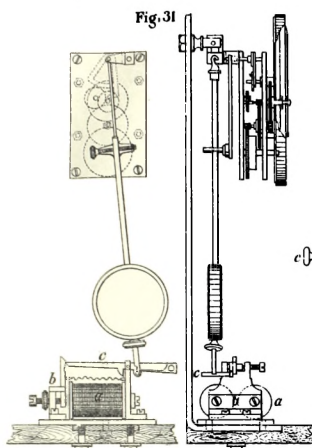
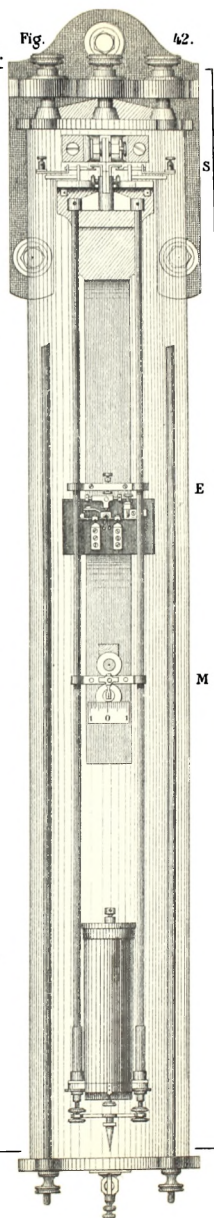
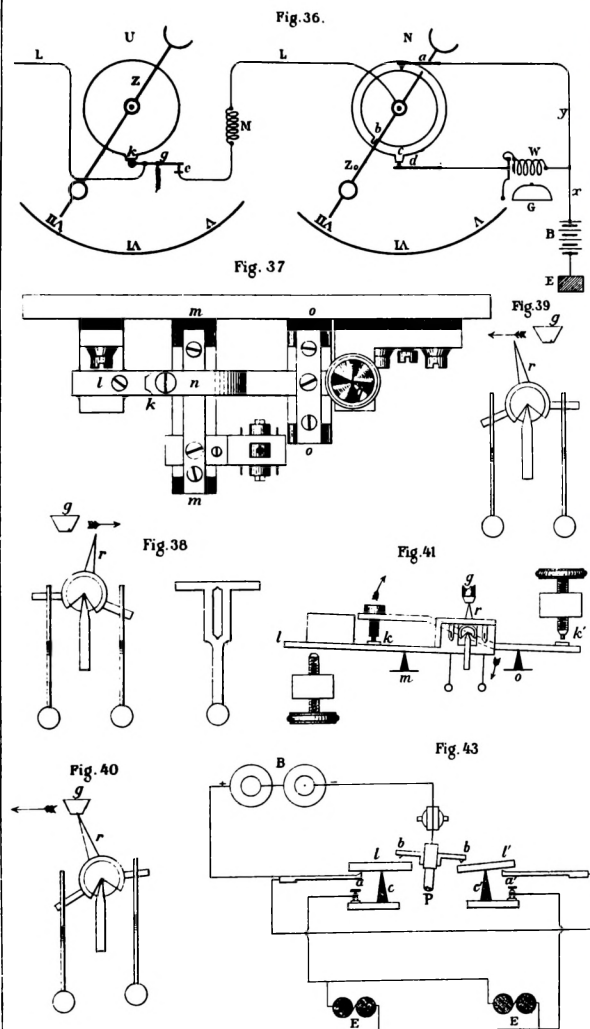
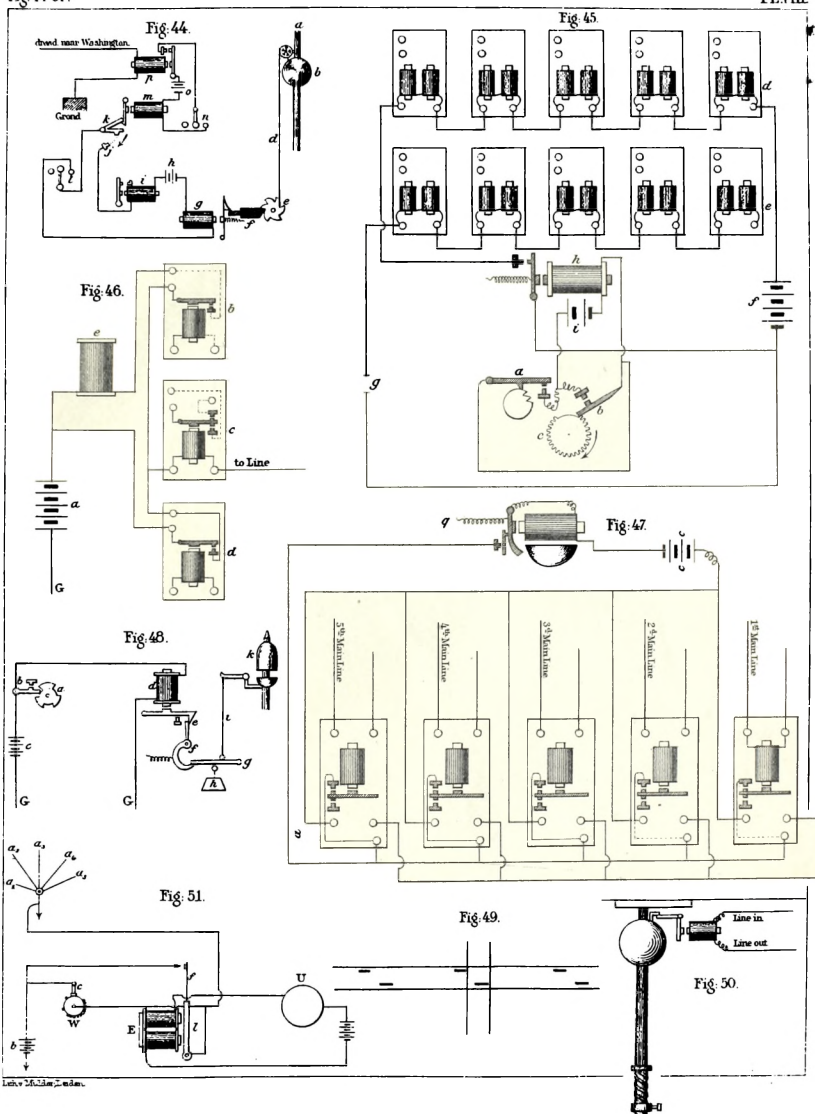


Fig. 36 - 43.

PL.VII.







6F603L
66.11