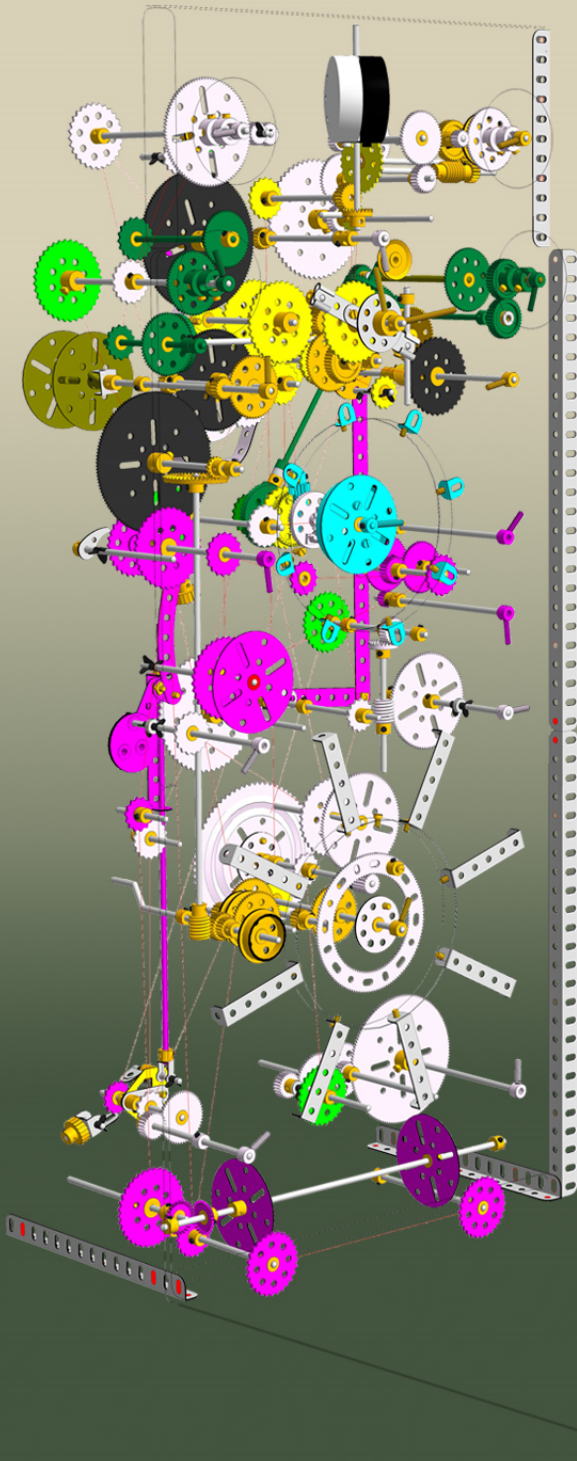


Meccano Monumenten



De astronomische klok van M.P.D. Sijnja



De astronomische klok van M.P.D. Sijnja

Credits

Ontwerp en constructie astronomische klok
M.P.D. (Maurits) Sijnja

Auteur
Wilbert Swinkels

3D Virtual Meccano model
Wilbert Swinkels

Foto's
Wilbert Swinkels
Marco Sijnja
Peter Jonges

Uitgave digitaal als pdf
Wilbert Swinkels
wcmswinkels@gmail.com
www.meccanokinematics.net

COPYRIGHT

Copyright © 2022 drukversie by Meccano Gilde Nederland
Copyright © 2022 digitale versie by Wilbert Swinkels

Deze modelbeschrijving is beschikbaar in drukvorm en als pdf. Het 3D Virtual Meccano model is als gratis download beschikbaar op de website van [Virtual Mec](#) en op de website van [Meccano kinematics](#). Het 3D model is onderdeel van de modelbeschrijving.

Alle rechten voorbehouden. Niets van de inhoud van deze modelbeschrijving mag worden veeveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar worden gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder uitdrukkelijke voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur, behalve in het geval van korte citaten in kritische recensies en bepaalde andere niet-commerciële toepassingen die zijn toegestaan door het auteursrecht. Neem voor toestemmingsverzoeken alleen per e-mail contact op met de uitgever van de pdf.

Deze modelbeschrijving verwijst naar verschillende websites. Met uitzondering van de website [Meccano kinematics](#) heeft de auteur van deze publicatie geen relatie met de andere websites. Dit is zo omdat:

- De auteur produceert of onderhoudt de websites niet
- De auteur kan de websites niet wijzigen
- De websites kunnen worden gewijzigd zonder medeweten of toestemming van de auteur

Sommige van deze websites kunnen commerciële diensten aanbieden, zoals online aankopen. Het opnemen van een link naar een externe website in deze publicatie mag niet worden opgevat als een goedkeuring van die website of de eigenaren van de site (of hun producten/diensten). Daarom kan de auteur niet verantwoordelijk worden gehouden voor enige inhoud op deze websites, noch voor het gebruik ervan.

BELANGRIJK

De modelbeschrijving in de vorm van het pdf-bestand bevat weblinks en verwijzingen naar e-mailadressen. Als u de cursor van uw muis op de weblink of het e-mailadres houdt, kunt u erop klikken om de link te openen. Als een link niet werkt, bestaat het genoemde webadres waarschijnlijk niet meer. In dat geval kunt u de objectbeschrijving in elke browser kopiëren om een online verkoper te vinden.

[Meccano](#) is een geregistreerd handelsmerk in eigendom van Spinmaster.

Voorwoord

Meccano Monumenten behandelt opmerkelijke Meccano modellen, die met veel vernuft en kennis in elkaar zijn gezet, maar om wat voor reden dan ook niet de aandacht hebben gekregen, die ze verdienen.

De modellen zullen uitvoerig worden beschreven met als doel om de werking ervan te kunnen doorgronden en de opgedane kennis door te kunnen geven aan de Meccano gemeenschap. In deze eerste publicatie van **Meccano Monumenten** wordt de astronomische klok van Maurits Sijnja besproken.



Foto 1 Astronomische klok met klokkast

Inleiding

De astronomische klok in Meccano volgens Maurits Sijnja (1916-2006) is in de periode 1944-45 ontstaan. In de jaren 50, 60 en 70 zijn nog aanvullingen aangebracht, maar daarover later meer.

Voor MGN leden van het eerste uur was Maurits (of M.P.D. Sijnja zoals hij doorgaans in MN werd aangeduid) geen onbekende. Voor zover uw auteur kan nagaan was Maurits vanaf het eerste uur lid van het in 1982 opgerichte MGN. Naast actieve deelname aan beurzen en bijeenkomsten hielp Maurits in de beginjaren ook bij het versturen van MN en verleende hij hand en spandiensten aan het toenmalige bestuur.

Mijn eerste kennismaking met de astronomische klok was in 1982 op de beurs Techniek in vrije tijd te Utrecht, waar een Meccano stand van 60m² was neergestreken. Het was een buitengewoon indrukwekkende beurs en van de getoonde Meccano modellen is mij de astronomische klok het meest bijgebleven. Dit is een puur persoonlijke observatie. Andere bezoekers zullen ongetwijfeld andere modellen in gedachte hebben als ze aan voornoemde beurs terugdenken.

Het duurde overigens nog tot 1987, voordat ik (uw auteur) ook lid werd van het MGN. Slapend lid moet ik eigenlijk zeggen, want de prioriteiten tot 2000 lagen meer bij de studie en het werk en van de Meccano hobby kwam niets terecht. Na 2000 ben ik wat actiever geworden en kwam ik Maurits wel eens tegen op de jaarbeurs te Ede. De waarheid gebiedt te zeggen, dat ik Maurits evenwel nooit persoonlijk heb gesproken. Na het overlijden van Maurits in 2006 is het contact met de familie en de Meccano gemeenschap verloren gegaan en raakte de astronomische klok uit beeld.

Hoe kwam de klok weer in beeld?

De afgelopen 20 jaar heb ik diverse modellen gebouwd, deels gebaseerd op modelplannen en deels zelf bedacht en gebouwd. De laatste jaren is het besef ontstaan, dat toegang tot kennis in de vorm van modelplannen en aanverwante documenten noodzakelijk is om een bepaald niveau te bereiken of om een bepaald model te kunnen bouwen.

Immers je kunt niet alles zelf verzinnen en het heeft ook geen zin om het wiel opnieuw uit te vinden, voor zover men daartoe überhaupt in staat is. Uitwisseling van ideeën en kennis is dus van belang om de Meccano gemeenschap verder te helpen.

Er zijn dan van die momenten, dat je internet afstruint om kennis te vergaren en inspiratie op te doen. Soms blijf je stilstaan bij een bepaald onderwerp en vraag je je af of het al eens in Meccano is uitgevoerd. Zo was ik eerder dit jaar op zoek naar informatie omtrent de omlooptijden van de planeten aarde en Mars.

Dit had alles te maken met de wens om mijn in 2004 gebouwde planetarium uit te breiden met de planeet Mars. Het model van 2004 is gebaseerd op modelplan CSM 08¹ van John Nuttall en Alan Partridge, **zie foto 2**. De epicyclische tandwiel overbrengingen van dit model zijn tamelijk complex en zonder enige kennis moeilijk te doorgronden. Een model dus, dat je niet even bouwt.

¹ Het betreffende modelplan is verkrijgbaar bij MWMO Mailorder: <http://www.hsomerville.com/mwmailorder/>

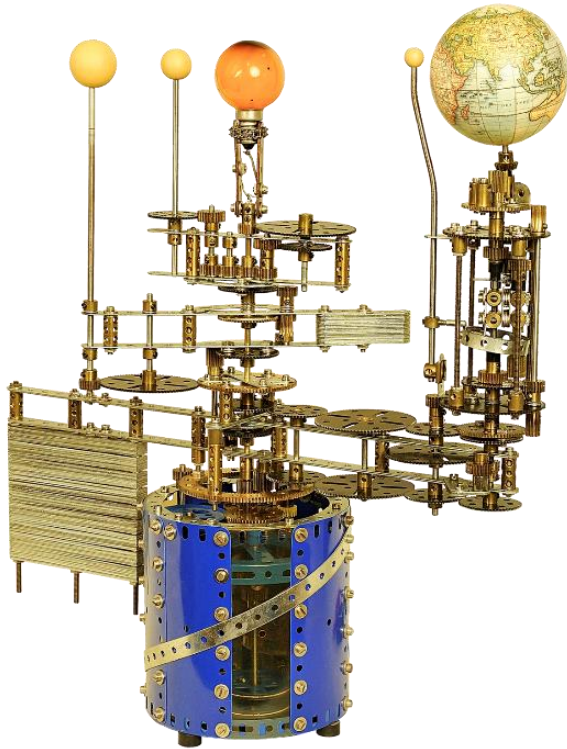
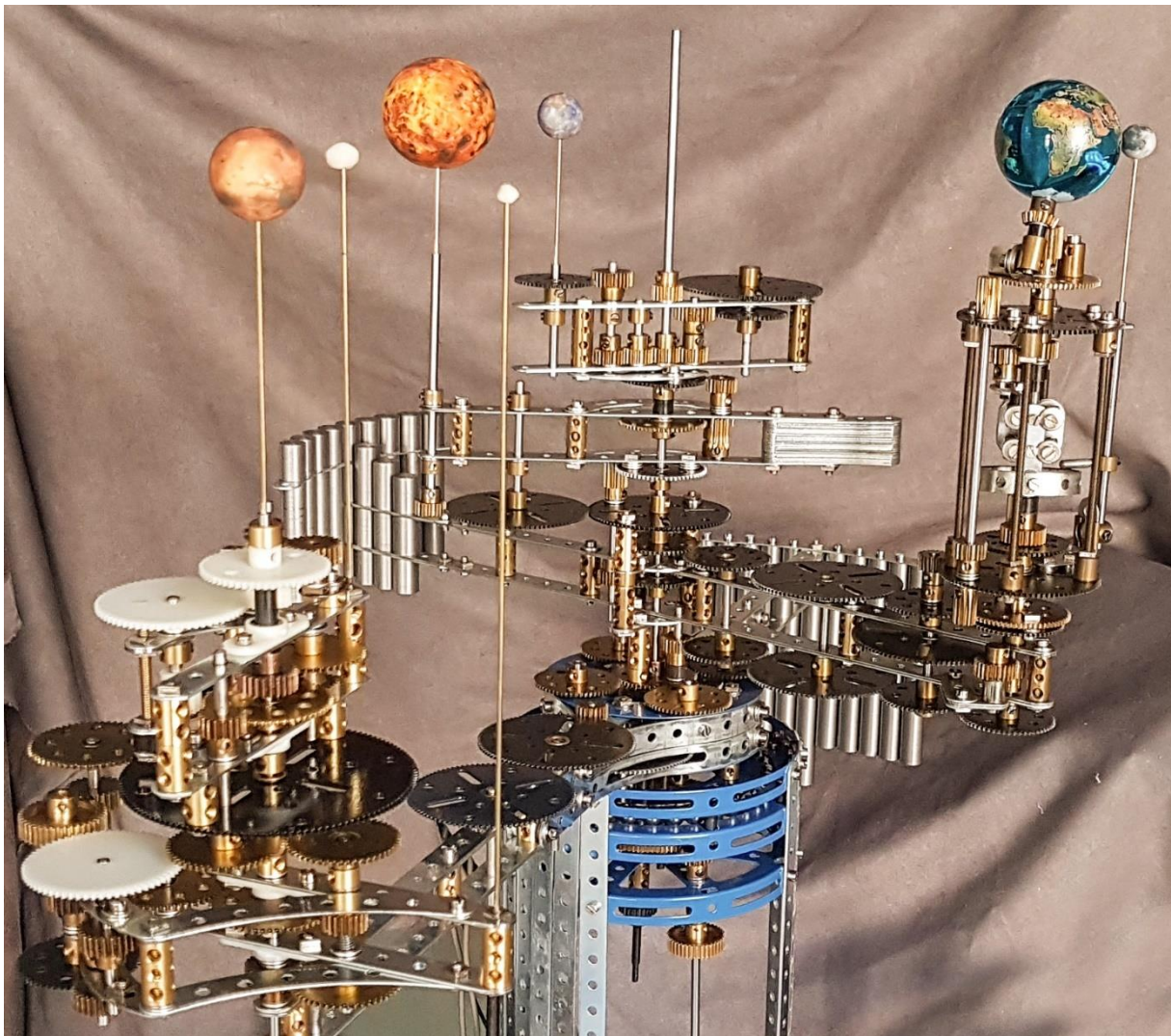


Foto 2. Planetarium uit 2004, gebaseerd op CSM 08

Via verschillende bronnen verkregen materiaal over Mars is pakweg 95% van de noodzakelijk kennis omtrent Mars tot mij gekomen en heb ik mijn planetarium aan kunnen passen, **zie foto 3.**

Het moet gezegd, alleen dankzij de beschikbaarheid van materiaal van diverse bronnen ben ik tot dit resultaat gekomen. U begrijpt dus het belang van de beschikbaarheid van informatie om dit soort complexe modellen te kunnen bouwen.

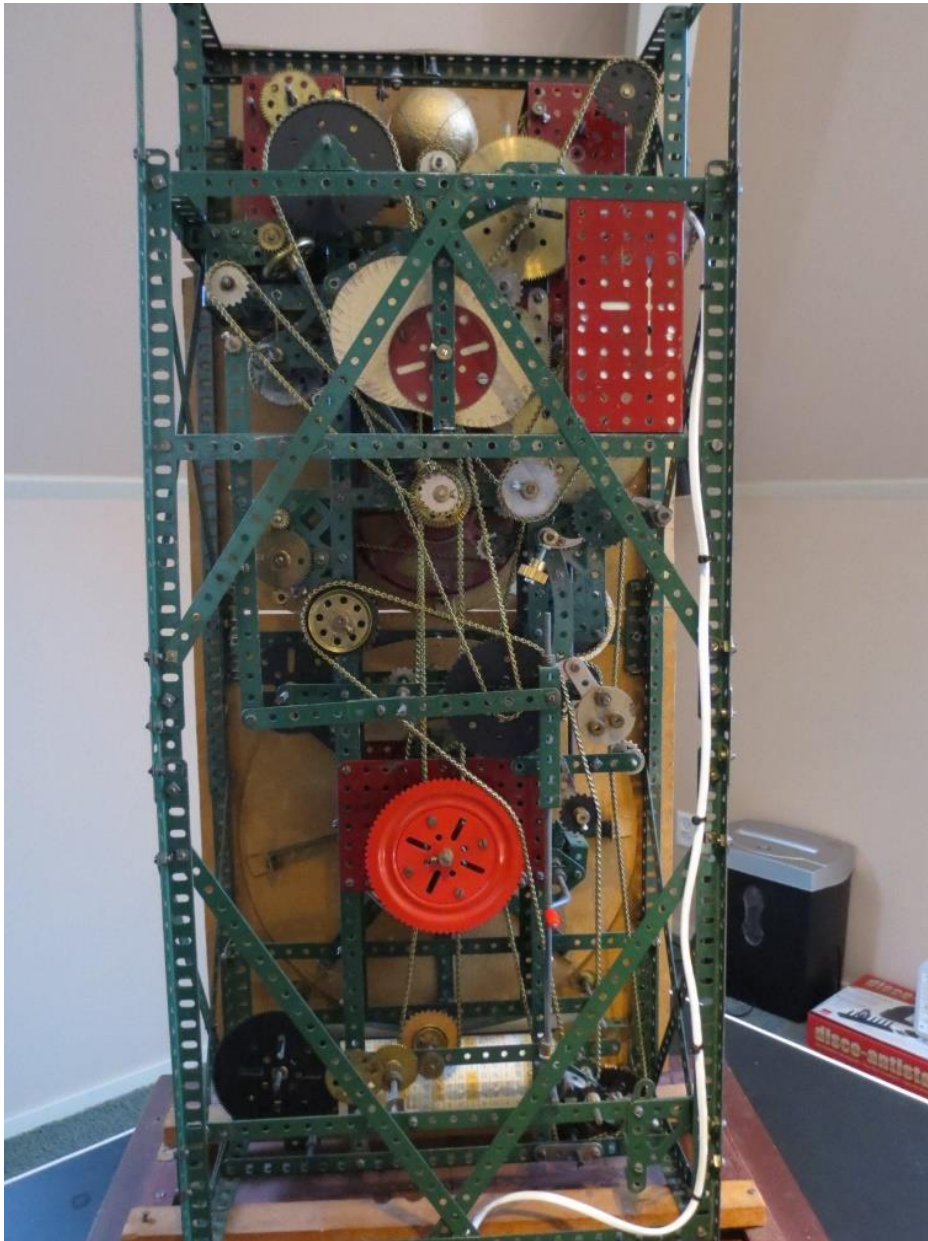
Foto 3 (onder). Het planetarium in aanbouw (juni 2021) met de 4 binnen planeten van ons zonnestelsel. Uiterst links Mars en zijn manen Phobos en Deimos.



Tijdens mijn zoektocht naar informatie omtrent Meccano planetaria stuitte ik bij toeval op een foto van de astronomische klok van Maurits Sijnja. Uiteraard herkende ik de klok van de beurs uit 1982 en ontstond de behoefte meer kennis te vergaren rondom dit elaborate model. Waarom deze behoefte nu pas ontstond en niet in 1982? Ik moet u het antwoord schuldig blijven.

Bestond dit model nog wel en zo ja, was het nog te achterhalen? Bij mijn weten was dit model nog nooit in MN besproken, anders dan een enkele afbeelding genomen op een bijeenkomst.

Een eerste poging om meer informatie over Maurits Sijnja te vergaren via het MGN leverde wel wat op, maar bleek niet bruikbaar om de klok te achterhalen. Nu wist ik, dat ons MGN lid Karst Quast een bekende was van Maurits. Per telefoon contact opgenomen met Karst met de vraag of hij wist wat er van de klok geworden was. Dat wist hij niet, maar dankzij de inspanningen van Karst kwam een emailadres van de zoon van Maurits boven water drijven.



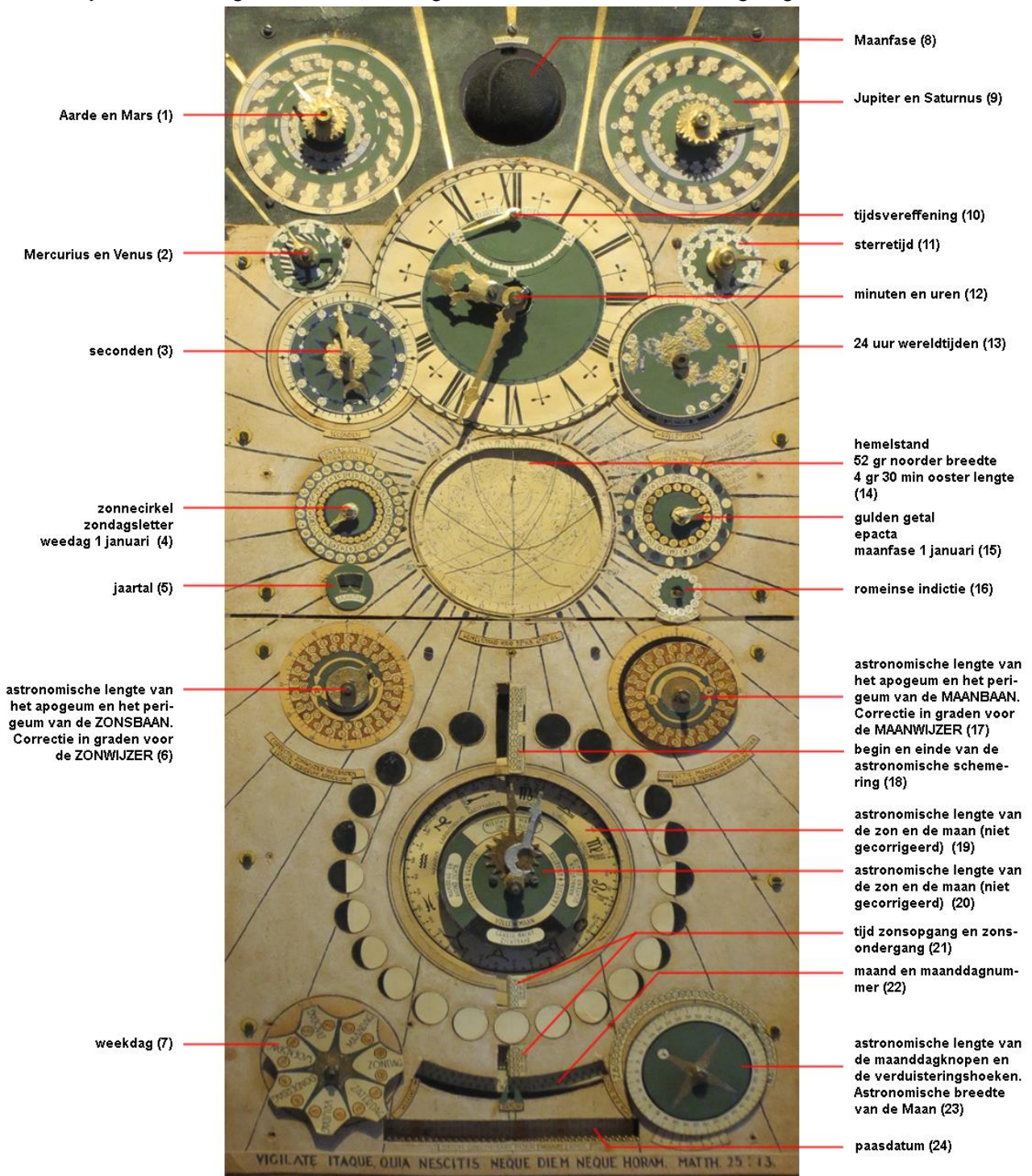
Via de email schreef ik Marco een bericht met daarin mijn intenties. Na een week kreeg ik antwoord. Marco was aangenaam verrast, dat er interesse was voor de astronomische klok van zijn vader. Na enige mailwisselingen kreeg ik een uitnodiging om een bezoek aan zijn huis te brengen voor het maken van een uitvoerige fotosessie.

Het bezoek van ingepland 2 uur liep uit op 5 uur. Marco was buitengewoon behulpzaam in het geven van informatie en ik kreeg alle gelegenheid om de klok uitvoerig te fotograferen. **Foto 1 en 4** geven een eerste indruk.

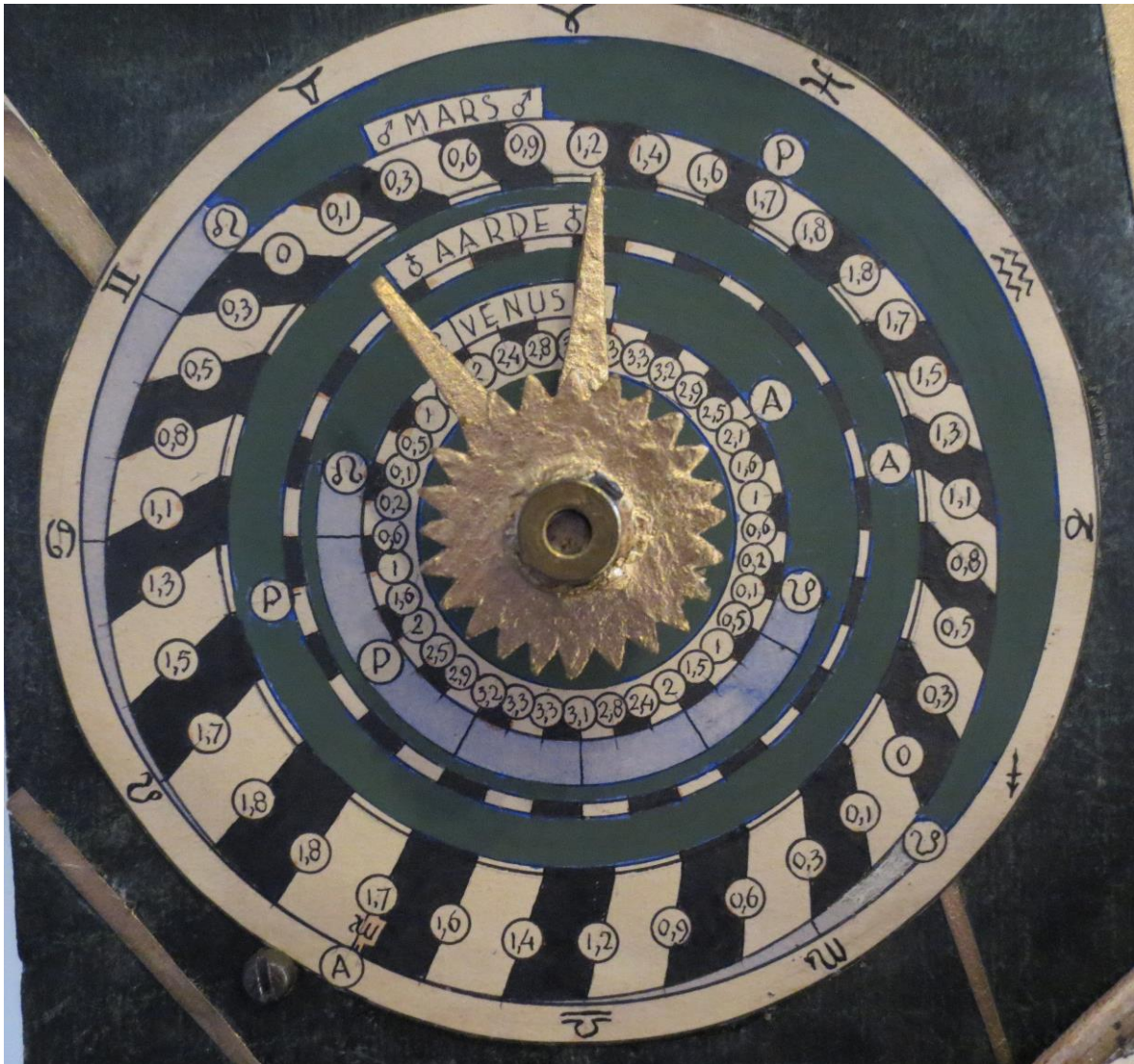
Foto 4. Achterzijde

De astronomische klok volgens Maurits Sijnja.

Een **astronomisch uurwerk** of **astronomische klok** is een klok met speciale mechanismen en wijzerplaten om astronomische informatie weer te geven, zoals de relatieve posities van de zon, de maan, sterrenbeelden van de dierenriem en soms grote planeten. Verder wordt allerlei cyclische informatie aangegeven, zoals de tijdsduur van de dag en de nacht op dat moment en de tijdstippen van zonsopkomst en -ondergang, datum van de zons- en maansverduistering, datum van Pasen en andere religieuze feesten, tijdstippen van de getijden. Het is aan de bouwer om te bepalen welke gegevens interessant zijn om te gebruiken. Op de volgende afbeelding is de voorzijde van de klok afgebeeld met uitleg over alle wijzeraanduidingen. Per aanduiding zal de betekenis worden uitgelegd.



1 Aarde en Mars



In tegenstelling tot datgene wat het plaatje suggereert worden hier alleen de planeten Aarde en Mars aangegeven. Voor 1963 werden de planeten Venus en Mars aangeduid. In de jaren 60 of later is echter besloten om Mercurius en de Aarde toe te voegen en wel in de juiste volgorde. Vandaar dat de apogea en perigea voor Venus en Mars zijn aangegeven, terwijl voor de Aarde slechts het woord is opgenomen. De buitenring stelt de Dierenriem voor.

Twee wijzeraanduidingen op 1 as kan door middel van een zogenaamde Meccano H koppeling (nr. 171). In het model worden naast H koppelingen ook een paar askoppelingen 63 gebruikt, die met behulp van een hoeksteun aan de wijzer en tandwiel zijn vastgezet. **Zie foto links**

2 Mercurius en Venus



De wijzers en de nonius zijn na 1963 toegevoegd.

♿
Mercurius

♀
Venus

De wijzeraanduidingen stellen de omloopsnelheden voor de planeten Mercurius (groen) en Venus (goud) voor.

De volgorde van de wijzers op de centrale as zijn in deze voorstelling minder van belang. Dit in tegenstelling tot planetaria. De centrale as bij deze laatste vormt namelijk het middelpunt van het zonnestelsel met onze zon als ster. Daar omheen draaien de binnenplaneten in de volgorde Mercurius, Venus Aarde en Mars. In een aangepaste versie van het 3D model wordt een suggestie gedaan hoe dit gerealiseerd kan worden.

De Griekse symbolen stellen (deels) planeten voor. Meer symbolen zie onder 7.

♌ Dit symbool staat voor Leeuw. Ik vermoed, dat hier de knoop van het referentievlak wordt bedoeld, want elders op de schijf staat het symbool onderste boven. Zie verder pagina 28.

De buitenring van de nonius is een gradenschaal.

Excentrische cirkels ten opzichte van de centrale as duiden op de ellipsvormige baanvorm van iedere planeet ten opzichte van de zon waarbij het snijpunt van de diagonalen de het middelpunt van het zonnestelsel aangeven.

3 Secondewijzer



De secondewijzer is gemonteerd op een elektrisch synchronuurwerk met secondeaandrijving².

De synchronomotor is zeer nauwkeurig, mits de wisselfrequentie van het lichtnet op 50 Hz blijft. De Europese energiemaatschappijen zijn gezamenlijk verantwoordelijk om de wisselfrequentie op 50Hz te houden. Dit gaat doorgaans goed, zodat het net bijna atoomklok precies is. Doorgaans, want in 2018 is er een periode geweest, waarin de frequentie maar liefst 18000 pulsen afweek, 6 minuten dus, doordat landen als Kosovo en Servië hun elektriciteitsvoorziening niet op orde hadden, en zo iets werkt door in het hele Europese net door.

² . Zie als voorbeeld <https://www.clockparts.nl/a-42357130/elektrisch-uurwerk-230v/standaard-electrisch-uurwerk-230-240v-50hz-duitsland-aslengte-23-mm/#description>

4 zonnecirkel, zondagsletter en weekdag 1 januari



Verklaring nonius

Binnenring: zonnecirkel
Middenring: zondagsletter
Buitenring: weekdag op 1 januari

De zonnecirkel is in de tijdrekenkunde een periode van 28 jaren, na welke de dagen der week in dezelfde volgorde terugkeren. Had het jaar juist 52 weken, dan zou de eerste Januari van ieder jaar steeds op dezelfde dag vallen, maar het telt 52 weken en één dag en in een schrikkeljaar 52 weken en twee dagen. Als dus de eerste dag van dit jaar op een zaterdag valt, dan is de nieuwjaarsdag van het volgende jaar een zondag of, indien wij een schrikkeljaar hadden, een maandag.

Men gebruikt de zonnecirkel vooral tot het berekenen van de zondagsletter. De zondagsletter is de letter waarmee de zondagen van dat jaar worden aangeduid, beginnend bij A voor 1 januari.

1 Januari 2021 valt op vrijdag, 1 jan 2022 op zaterdag, 1 jan 2023 op zondag en 1 jan 2024 op maandag. Hieruit volgt, dat voor dit jaar (2021) de wijzer het getal 14 moet aanwijzen. De wijzer staat nu bij nr. 19 en dat klopt ook, want het jaartal op de klok staat op 1998!

De gebruikte tandwielverhoudingen: $1/14 \times 14/73 \times 19/95 \times 1/28 = 1/10220$

$10220/365 = 28$

Bij het verstrijken van een heel jaar schuift de wijzer 1 positie met de klok mee.

5 jaartal



Het verhaal wil, dat de bouwer de jaartalschijf eenmaal heeft moeten vernieuwen, omdat de eerste schijf niet toereikend was.

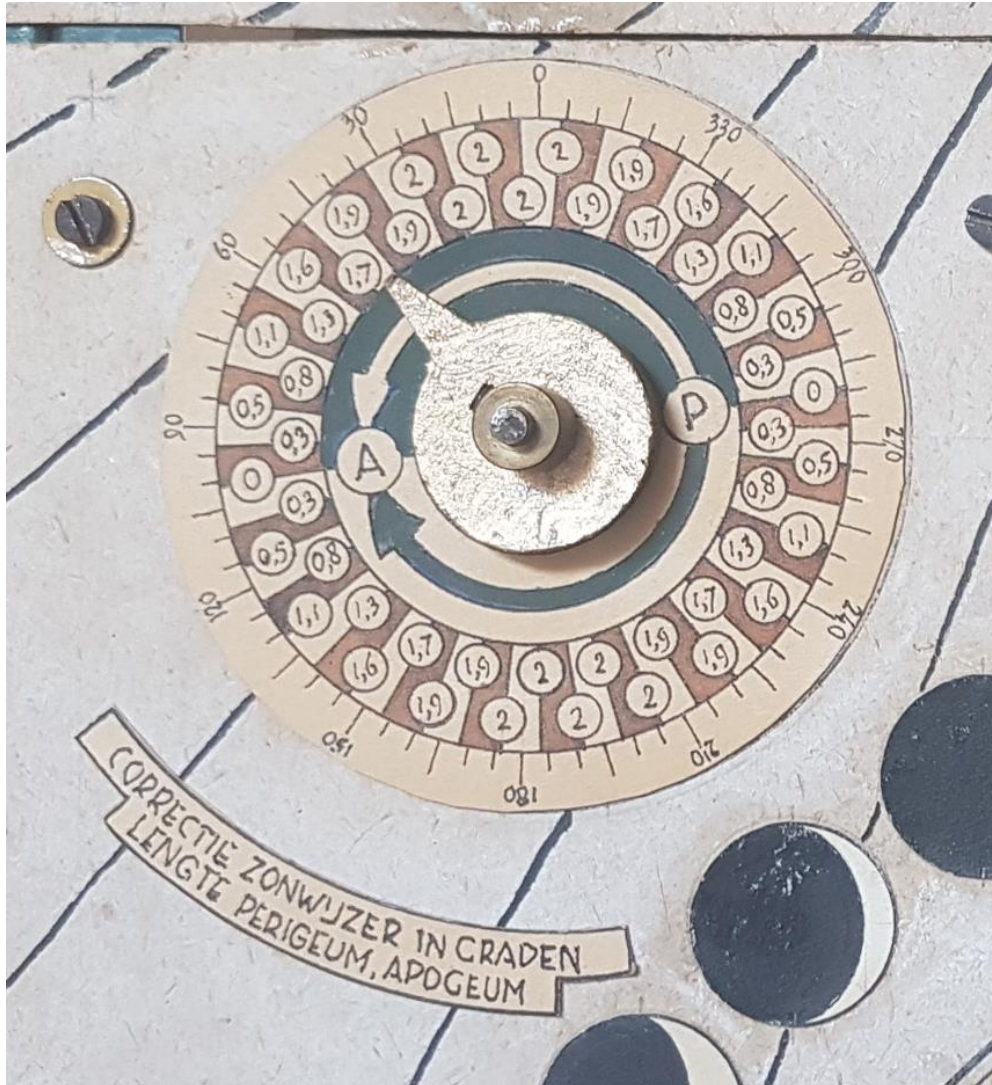
Internationaal wordt de christelijke jaartelling als standaard gehanteerd. Deze jaartelling heeft als ijkpunt (nulpunt) het begin van het jaar waarin Jezus Christus verondersteld wordt te zijn geboren. Dat jaar is het jaar 1 (n.Chr.) Het jaar daaraan direct voorafgaand is het jaar 1 v.Chr. Een jaar nul is er niet³.

Wist u dat?

Tot ongeveer 1900 heeft bijna iedere plaats in Nederland zijn eigen tijd. Het moment dat de zon op haar hoogste punt staat, is 12 uur 's middags. Omdat de zon in het oosten opkomt en in het westen ondergaat, wordt de hoogste zonnestand in Oost-Nederland een kwartier eerder bereikt dan in West-Nederland. In Enschede is het eerder 12 uur 's middags dan in Amsterdam. Door de komst van de spoorwegen wordt het ook in Nederland nodig een landelijke standaardtijd in te voeren. Van 1909 tot 1940 is dit de Amsterdamse tijd, die 20 minuten voorloopt op de Europese tijd. Op bevel van de Duitse bezetters wordt op 16 mei 1940 de klok gelijk gezet met de (huidige) Middeneuropese tijd (MET). De klok wordt dan 1 uur en 40 minuten vooruitgezet (1 uur voor de zomertijd die op 17 mei zou beginnen en 40 minuten voor de achterstand die de Europese tijd had op de Middeneuropese tijd). Zie verder de informatie onder tijdsvereffening **10**.

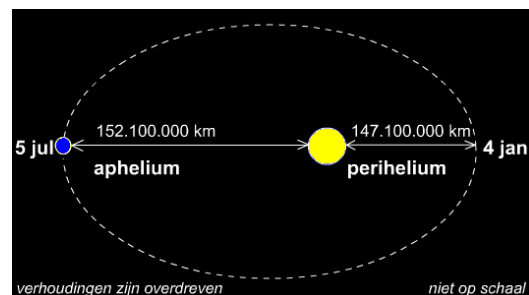
³ Bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Jaartelling>

6 Astronomische lengte van het apogeum en het perigeum van de ZONSBAAN. Correctie in graden voor de ZONWIJZER

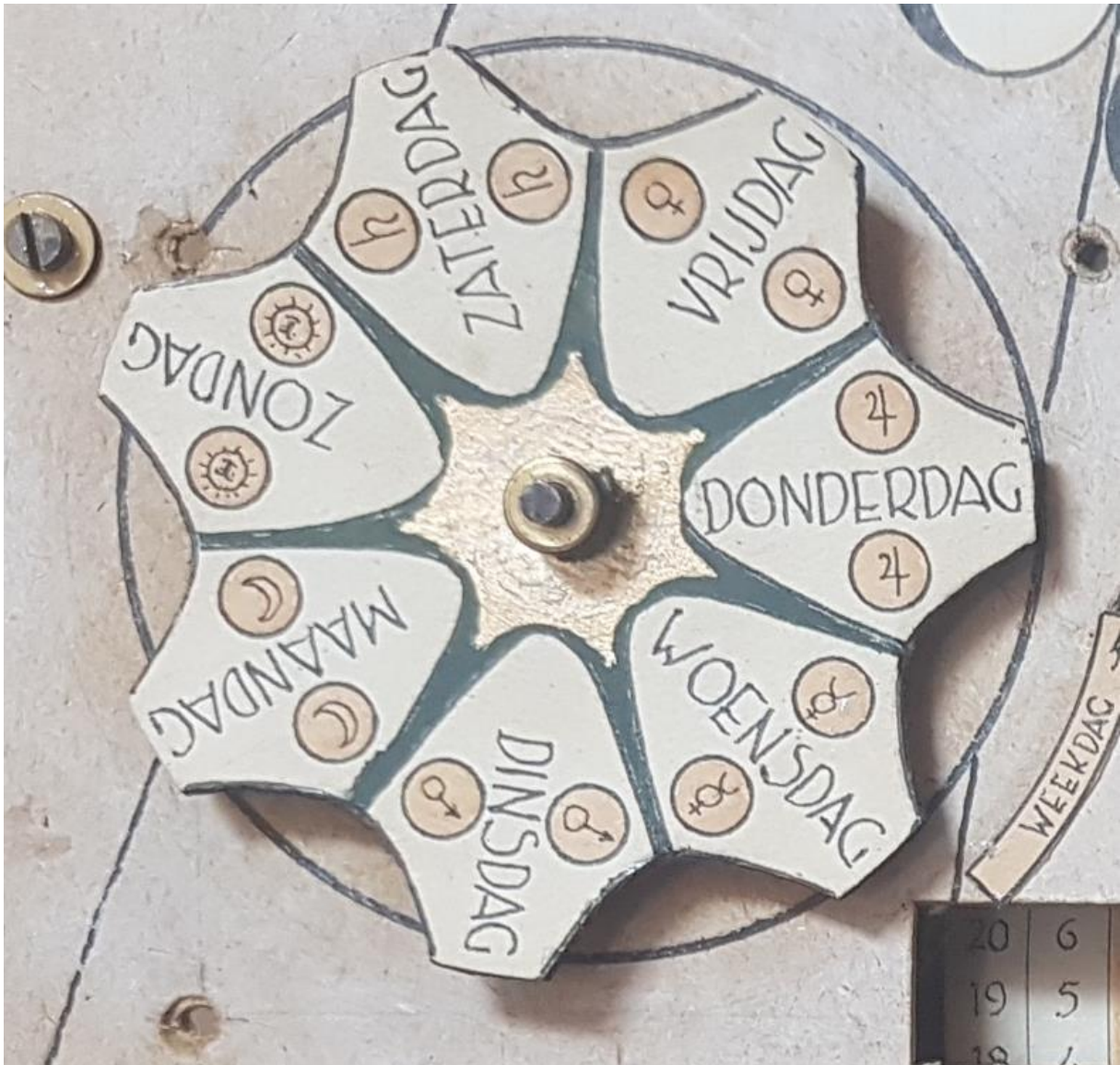


Is de afstand tussen de lichamen het grootst, dan spreekt men van het **apogeum** (bij een **baan** om de aarde) of het **aphelium** (bij een **baan** om de **zon**). Is de afstand het kleinst, dan spreekt men van **perigeum** of **perihelium**. Ook andere benamingen komen voor, afhankelijk van het centrale lichaam.

De kortste afstand van de aarde tot de zon wordt bereikt begin januari. In 2021 op 2 januari 2021. De aarde staat dan in het zgn. "perihelium" op een afstand van ongeveer 147.100.000 km van de zon. Het "aphelium" is de verste afstand tot de zon: die wordt bereikt op 6 juli 2021 en bedraagt ongeveer 152.100.000 km.



7 Weekdagen



De symbolen geven de planeetaanduidingen weer. Voor de astrologen uit de oudheid, die de 'zwerfers' langs het hemelgewelf observeerden, waren de planeten de vertegenwoordigers van de wil van de goden. Zij trachtten zoals met andere vormen van waarzeggerij omens (voortekens) te vinden in de hemel van dingen die op aarde zouden gebeuren. De zon en de maan werden in de oudheid ook voor planeet aangezien.

Deze gebeurtenissen, zoals zons- en maansverduisteringen, conjuncties van planeten, brachten ze dan in verband met het lot van hun land en van hun heerser. Voor moderne astrologen representeren de planeten eerder drijfveren en impulsen van de menselijke psyche⁴.



Zon



Maan



Mercurius



Venus



Mars



Jupiter



Saturnus

⁴ Bron: https://nl.wikipedia.org/wiki/Planeten_in_de_astrologie#Symboliek_van_de_7_klassieke_planeten

8 Maanfase



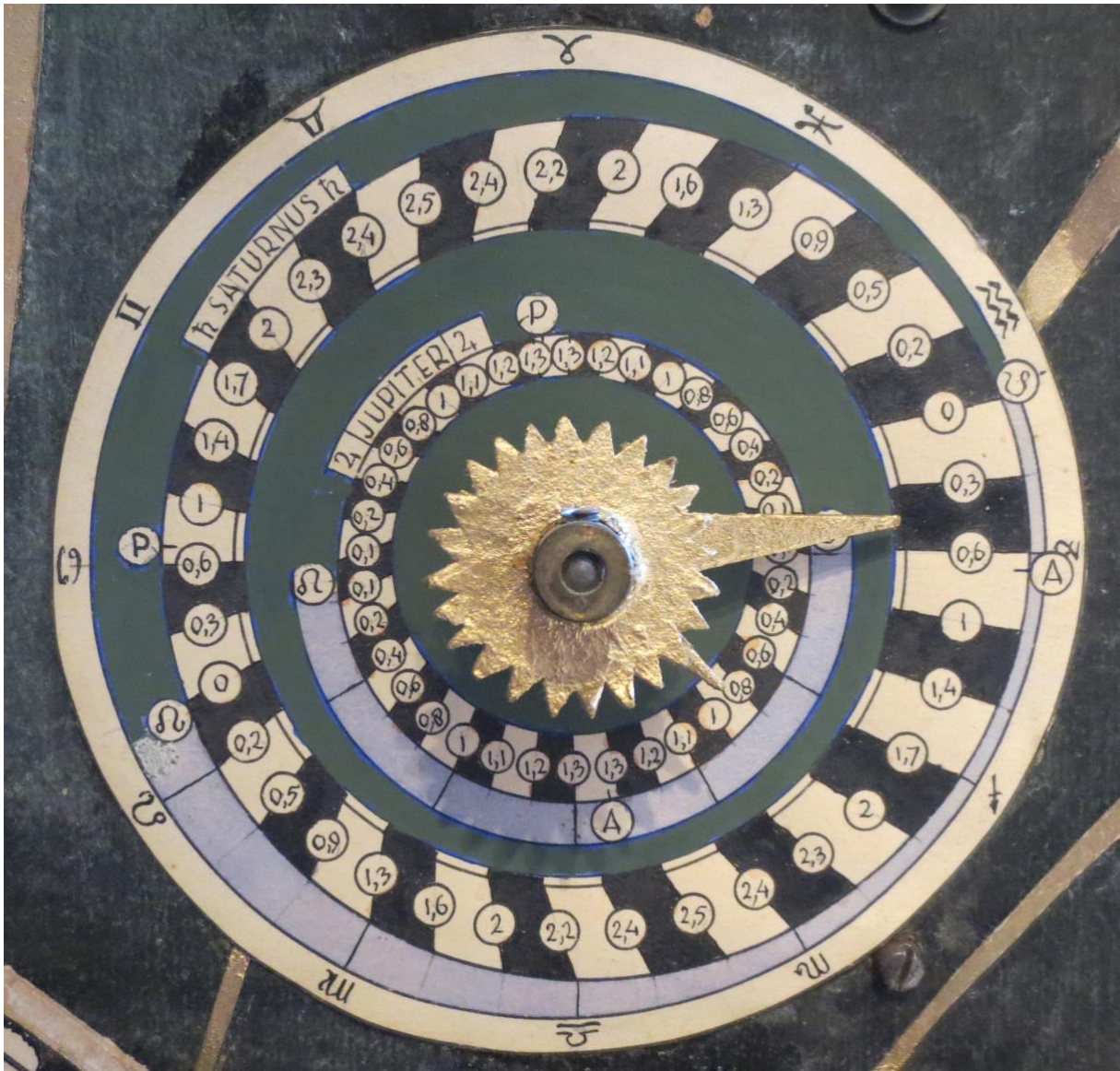
Eén maancyclus ofwel de synodische maand duurt 29,5306 dagen; dit is de tijd die de maan nodig heeft om één ronde om de aarde af te leggen.

Elke maand doorloopt de maan zijn vier fasen of schijngestalten, waarbij hij tussen volle en nieuwe maan toeneemt ('wast') en afneemt.

Ons uitzicht op de maan wordt bepaald door het feit dat de maan geen eigen licht uitstraalt; de zilveren gloed die wij zien wordt veroorzaakt door de weerspiegeling van het zonlicht op het monochrome maanoppervlak. We hebben daarnaast ook te maken met een gril van de zwaartekracht die 'gebonden rotatie' wordt genoemd. Bij dat laatste komt het erop neer dat de maan ongeveer net zolang over één omwenteling rond zijn as doet als over één hele omloopbaan rond de aarde. En dat betekent dat we vanaf de aarde altijd dezelfde kant van de maan zien. Overigens wordt tijdens de omloopbaan van de maan ook zijn achterzijde door de zon beschenen, zodat er strikt genomen geen 'dark side of the moon' bestaat⁵.

⁵ Bron: <https://www.nationalgeographic.nl/wetenschap/2020/10/de-fasen-van-de-maan-uitgelegd>

9 Jupiter en Saturnus



De wijzeraanduidingen betreffen de omlooptijden voor de planeten Jupiter en Saturnus. Om een idee te geven over de omlooptijden per wijzer: Jupiter doet 11,29 jaar over een volledige omwenteling en Saturnus doet 29,46 jaar over een volledige omwenteling!

In de tandwieltrain van Saturnus is ook een 15t/60t paar gevonden. Deze onderdelen zijn pas in 1954 op de markt gekomen. Vermoed wordt, dat dit paar voorheen was opgebouwd uit 2 paren van 25t/50t.

De buitenring stelt de Dierenriem voor.

10 Tijdsvereffening



De **tijdsvereffening** is het verschil tussen de plaatselijke middelbare tijd en de zonnetijd. De zonnetijd is de plaatselijke tijd gemeten met een zonnwijzer.

Twaalf uur 's middags wordt gedefinieerd als het moment waarop de zon de plaatselijke meridiaan passeert. De zon staat dan in het zuiden (of noorden). De tijd tussen twee opeenvolgende passages is een zonnedag. De lengte van een zonnedag varieert echter in de loop van het jaar, de kloktijd tussen de zonnetijd "12 uur" en de volgende zonnetijd "12 uur" is niet precies 24 klokuren.

De mate waarin de kloktijd bij een zonnetijd "12 uur" afwijkt van 12 uur is periodiek veel groter, want dit is de cumulatie van de verschillen van vele dagen, totdat de verschillen van teken wisselen en het gecumuleerde verschil dus weer kleiner wordt.

De middelbare tijd is over een jaar gemiddeld gelijk aan de zonnetijd, maar elk etmaal duurt precies 24 uur. Dankzij de vereffening van de variatie van de zonnetijd kan de middelbare tijd worden weergegeven door gelijkmatig lopende uurwerken.

Het verschil tussen de kloktijd en de plaatselijke middelbare tijd kan aanzienlijk zijn (bijvoorbeeld een uur en 40 minuten in de zomer in het westen van Nederland). Het wordt grotendeels bepaald door de ligging in de tijdzone en de eventuele toepassing van zomertijd. De tijdsvereffening is hierop een variatie.

Bovenstaande tekst is afkomstig van Wikipedia. Kijk ook op pagina 13 en in de bijlage naar wat Maurits over de tijdsvereffening schreef. Daar wordt een en ander veel duidelijker uitgelegd.

11 Sterretijd (modern Nederlands: Sterrentijd)



De wijzers en de nonius zijn na 1963 toegevoegd.

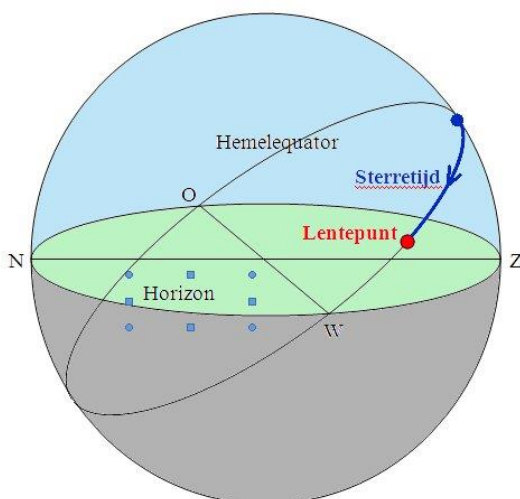
De **sterrentijd** of **siderische tijd** is de uurhoek van het lentepunt. Hij wordt niet alleen bepaald door het tijdstip waarop men hem wil kennen, maar ook door de positie op Aarde waar men zich bevindt. De sterrentijd wordt uitgedrukt in uren, minuten en seconden, maar is in feite een hoek gemeten op een cirkel aan de hemel. Aandrijving via het differentieel

Per 24 uur draait de blauwe as $\frac{1}{2} \times (1/182,5 + 2) = \frac{1}{2} \times (1/182,5 + 365/182,5) = \frac{1}{2} \times 366/182,5 = 366/365 = 1$ op $1,0027397^6$.

Korte wijzer $366/365 = 1$ op $1,0027397$

Lange wijzer: $366/365 \times 48/16 \times 50/25 \times 60/15 = 52.704.000/2.190.000 = 24,065$

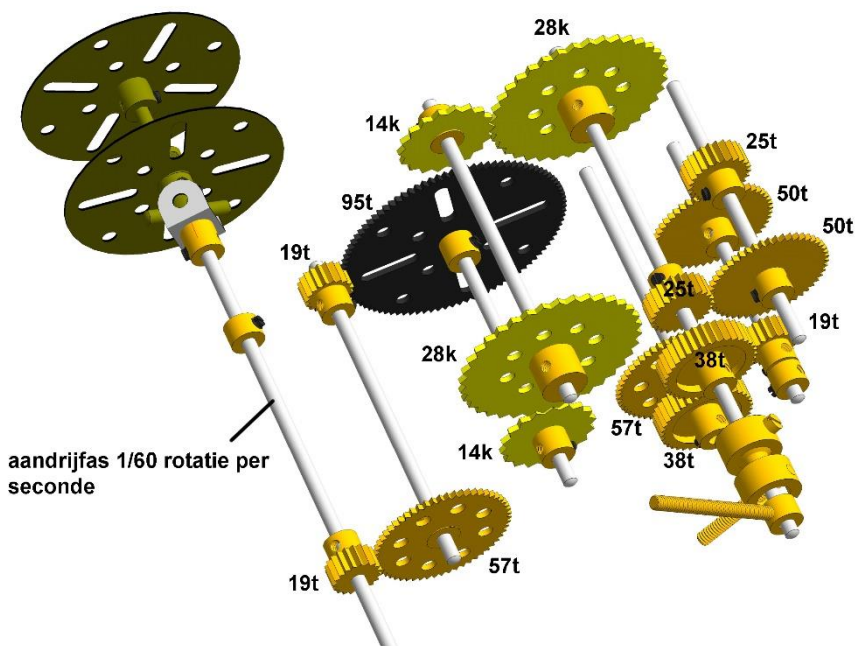
In feite gaat het hier om een onderlinge $1/24$ verhouding.



De sterrentijd is de uurhoek van het lentepunt en wordt langs de hemelequator gemeten vanaf het zuiden over het westen.

⁶ Zie ook de opmerking op pagina 38.

12 Minuten en uren

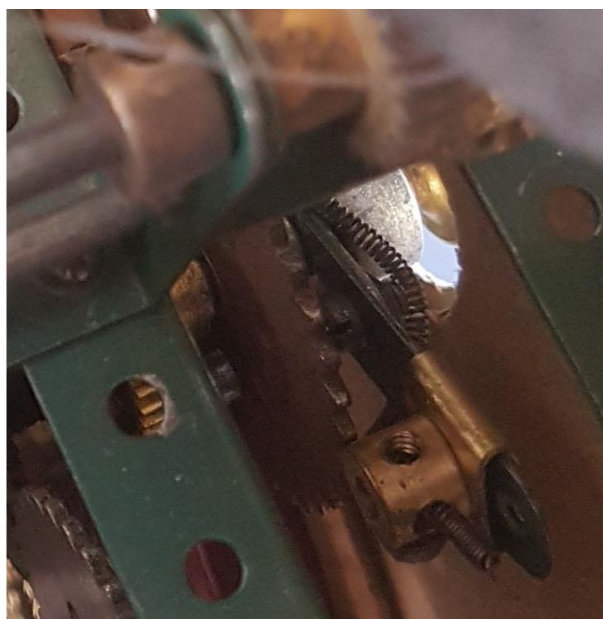


Op een tweetal plaatsen worden de kettingwielen als tandwielen gebruikt. Tegenwoordig kunnen de tandwielen 38t x 76T hiervoor gebruikt worden. Het 76T tandwiel is echter nooit door Meccano geproduceerd, maar wordt als compatible oa door Ashok's uit India aangeboden. Of je gebruikt een 15t/60t paar in combinatie met 2 kettingwielen.



Bij de minuutwijzer zit aan de achterzijde tussen het kettingwiel en een flenswiel een stukje karton, **zie foto links**.

De minutenwijzer kan gedraaid worden, zonder dat de tandwieltrain terug naar de secundewijzer mee gaat draaien. Men spreekt ook wel van een slipkoppeling of frictie koppeling.



Op dezelfde as, maar dan aan de voorzijde ten behoeve van de uurwijzer is een strip dmv een H koppeling aan de uurwijzer gekoppeld, zie **foto hierboven**. Op de strip zitten 2 schuifstukken met een stukje veerkoord. Dit veerkoord zorgt ervoor, dat de schuifstukken naar elkaar toe worden getrokken. In Virtualmec is het veerkoord niet voorhanden. De bus van ieder schuifstuk wordt tegen de tanden van een 36 tands kettingwiel gedrukt. Deze stapsgewijze verzettingsmogelijkheid van de uurwijzer is bedoeld voor de zomer- en wintertijd verzetting. Het desbetreffende kettingwiel heeft 36 tanden, zodat 3 "tikken" dus een uur is. De Zomertijd bestond in 44/45 nog, maar werd in 1946 afgeschaft, om in 1977 weer te worden ingevoerd.

13 24 uur wereltijden



Deze schijf geeft de wereltijd aan en roteert eenmaal om zijn as per 24 uur. Onder de wereltijden zijn een aantal namen van steden opgeschreven in concentrische ringen.

De letters op de schijf staan voor steden:

B staat waarschijnlijk voor Batavia (tegenwoordig Jakarta)

Pe staat waarschijnlijk voor Peking (tegenwoordig Beijing)

Aan de buitenzijde is een urenring zichtbaar met indicaties voor dag en nacht.

14 Hemelstand 52 gr noorderbreedte 4 gr 30 min oosterlengte (tussen Den Haag en Delft)



15 Gulden getal, epacta en maanfase 1 januari



Het gulden getal is een natuurlijk getal tussen 1 en 19 inclusief, dat jaar na jaar met ééntje vermeerderd, maar terug op 1 gezet wordt in een jaar volgend op een jaar waarvan het gulden getal 19 was.

Het gulden getal speelt een rol in de bepaling van de epacta, wat op zijn beurt een rol speelt in de bepaling van de datum van Pasen.

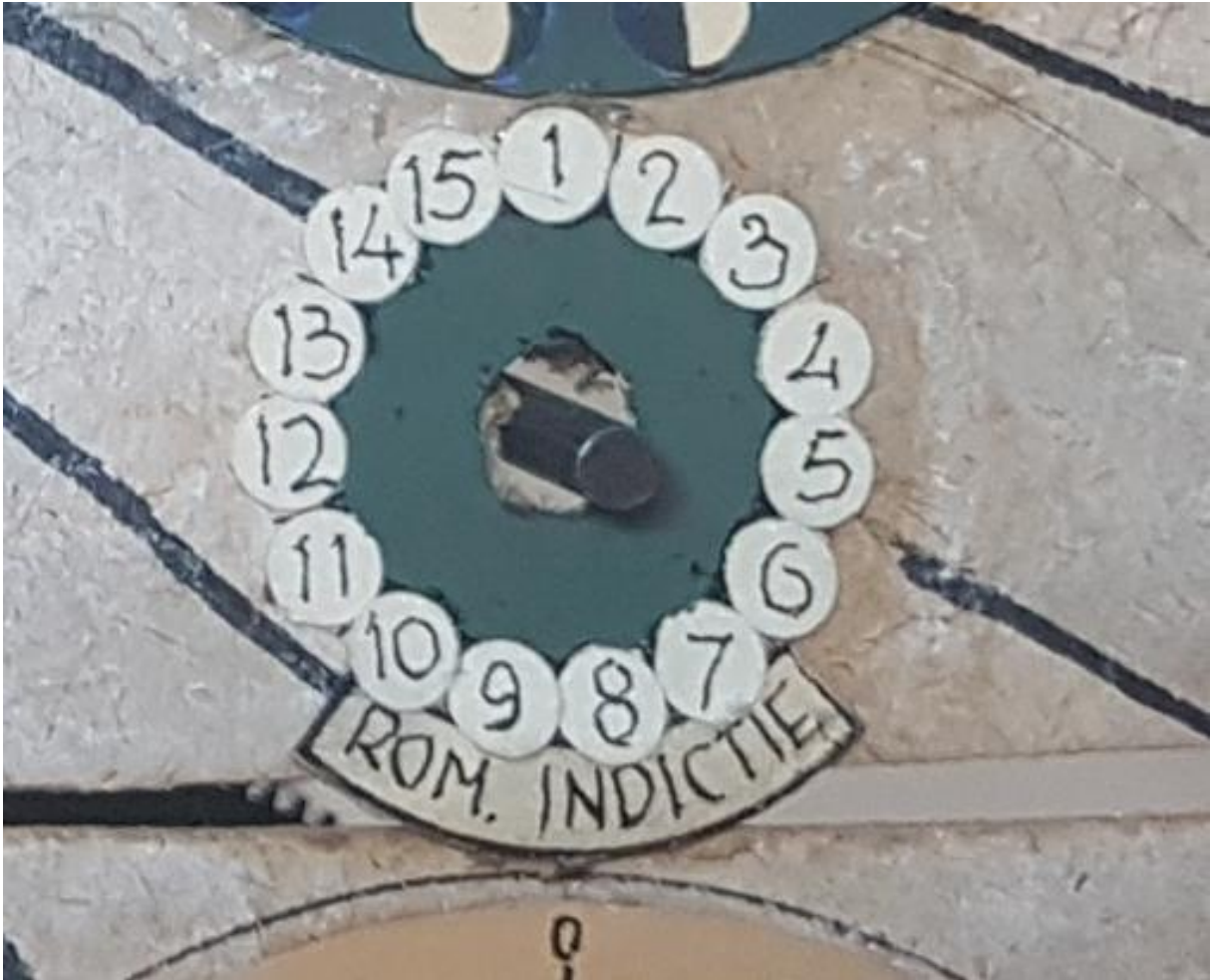
De epacta is een natuurlijk getal tussen 1 en 30 inclusief, dat jaar na jaar meestal met 11 opschuift. Het getal 30 wordt daarbij weer vervangen door 0.

De getallen zijn gebaseerd op de Gregoriaanse kalender, niet op de Juliaanse kalender. Dat u dit wel even in het achterhoofd houdt als u zelf aan het calculeren slaat!

In de tandwieltrain bevinden zich onder andere een 56t/19t paar. Het 56t tandwiel werd in 1916 geïntroduceerd, maar werd vanaf 1921 vervangen door het 57t tandwiel. Het 19t rondsel werd in 1921 geïntroduceerd. Deze wijzer is zeer waarschijnlijk vanaf het begin aanwezig geweest en is ook op de foto uit 1963 (zie de bijlage) te zien.

De tandwieltrain op basis van 24 uur: $1/14 \times 14/73 \times 19/95 \times 1/28 \times 25/50 \times 56/19 = 1/6935$
 $6935/365 = 19$.

16 Romeinse indictie



De wijzer ontbreekt, maar lag op de omkasting tijdens mijn bezoek.

De romeinse indictie werd voor het eerst in de late derde eeuw gebruikt in het door Rome beheerste Egypte, om landbouw- en grondbelasting te berekenen. Tegen het einde van de vijfde eeuw werd de indictie wijd en zijd gebruikt in het Middellandse Zee gebied. Tot op de dag van vandaag wordt de indictie nog gebruikt in bepaalde liturgische kalenders.

In de tandwieltrain bevinden zich onder andere een 56t/15t paar. Het 56t tandwiel werd in 1916 geïntroduceerd, maar werd vanaf 1921 vervangen door het 57t tandwiel. Het 15t rondsel is pas in 1954 op de markt gekomen. Het is waarschijnlijk, dat dit onderdeel (16) tussen 1954 en 1963 is toegevoegd. Op de foto uit 1963 is de Romeinse indictie wel te zien.

De tandwieltrain op basis van 24 uur: $1/14 \times 14/73 \times 19/95 \times 1/28 \times 25/50 \times 56/15 = 1/5475$
 $5475/365 = 15.$

17 Astronomische lengte van het apogeum en het perigeum van de MAANBAAN. Correctie in graden voor de MAANWIJZER (17)



18 begin en einde van de astronomische schemering, 19 astronomische lengte van de zon en de maan (niet gecorrigeerd), 20 astronomische lengte van de zon en de maan (niet gecorrigeerd) en 21 tijd zonsopgang en zonsondergang



De grote schijf, dat wil zeggen de Dierenriem, draait 1 stapje (lees 1 dag) met de klok mee per dag.

De maanwijzer (grijze wijzer) draait tegen de klok in met een ratio van 1:2,0317 ten opzichte van de Dierenriem.

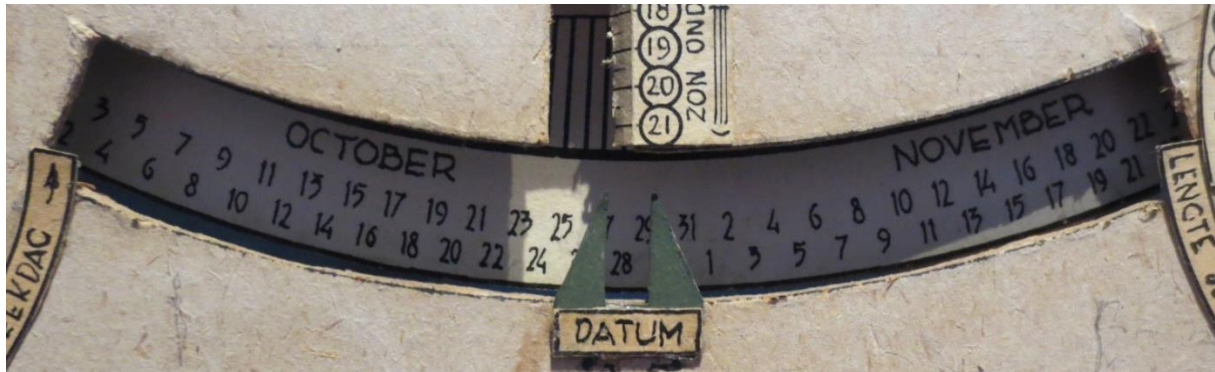
De siderische maand (niet verwarren met de synodische maand!), ofwel de omlooptijd van de maan ten opzichte van de Aarde binnen een vast referentiekader. Deze periode is 27,32166 dagen en wordt bepaald aan de hand van de tijd die de maan nodig heeft om aan de hemelbol een ster opnieuw te passeren⁷.

Deze schijf houdt ook het begin van de ochtendschemering bij evenals het einde van de avond- schemering.

⁷ Bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Maanmaand>

Op de schijf is de Dierenriem⁸ te zien. Aan deze tekens werd een bijzondere betekenis toegekend, omdat zij de achtergrond, het decor vormden waartegen zon, maan en planeten zich schijnbaar voortbewogen. Deze baan, die in werkelijkheid de baan is die de aarde om de zon beschrijft, wordt ecliptica genoemd. Meer informatie zie de weblink in de voetnoot.

22 Maand en maanddagnummer



Deze schijf is nog onderdeel van 18 t/m 21 en geeft de maand en dag weer.

23 Astronomische lengte van de maanddagknopen en de verduisteringshoeken. Astronomische breedte van de Maan



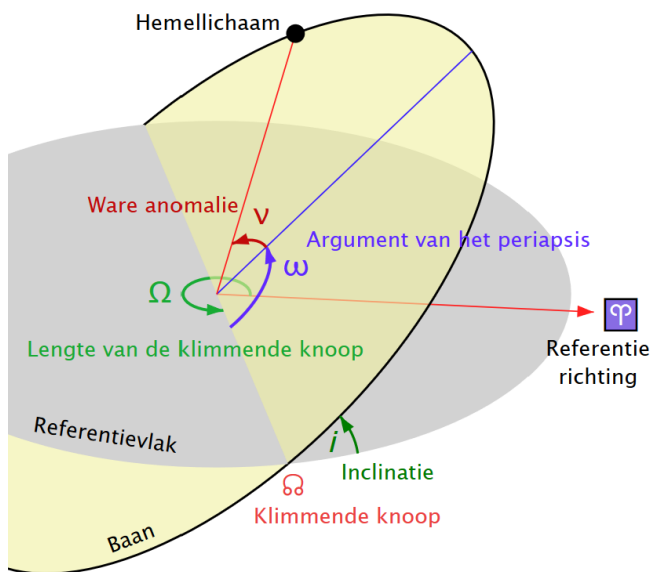
Een **knoop** is in de astronomie een plaats waar de baan van een hemellichaam een referentievlak kruist.

De **klimmende knoop** is de plaats waar het hemellichaam in de baan van "onder" naar "boven" door het referentievlak (Symbool ☊) gaat.

De **dalende knoop** is de plaats waar het hemellichaam van "boven" naar "onder" door het referentievlak (Symbool ☋) gaat.

Het symbool bij de ster geeft Aries (Ram) aan. Ram is het eerste teken van de dierenriem en markeert ook het begin van de lente.

⁸ Zie <https://nl.wikipedia.org/wiki/Dierenriem>



De **knopenlijn** is de lijn die de klimmende en dalende knopen verbindt. De knopenlijn gaat altijd door het centrum (brandpunt) van de baan (waar het hemellichaam omheen beweegt). Gezien vanuit dat centrum staan de knopen recht tegenover elkaar aan de hemel.

24 Gregoriaanse paasdatum

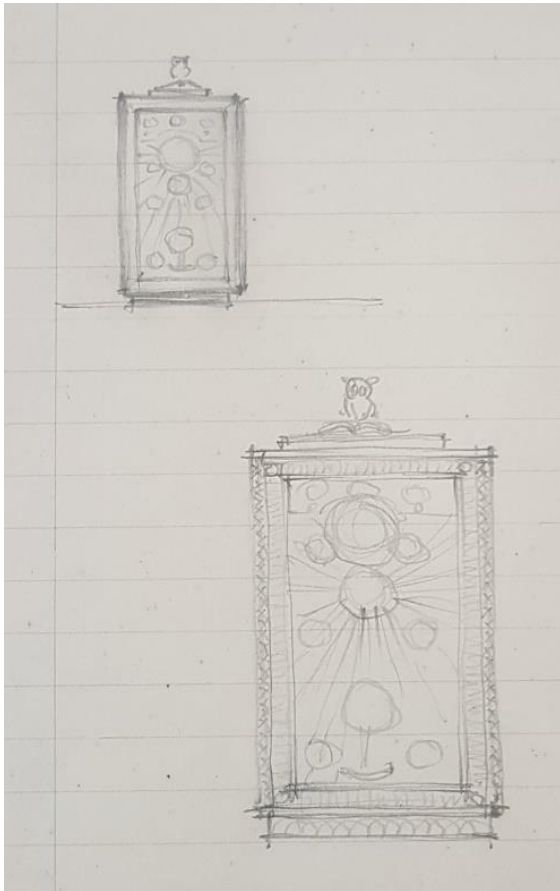


De beweging van de driehoekige datumwijzer in de horizontale brede balk onderin alsmede de cilinder met paasdata beweegt dubbel intermitterend. Dat wil zeggen, dat de beweging met een dubbele vertraging wordt uitgevoerd. Zie voor meer uitleg **afbeelding C** op pagina 38. De toevoeging van de paasdatum in de klok moet na 1974 zijn doorgevoerd. Dit was tevens de laatste toevoeging aan de klok.



Wees waakzaam, want gij kent dag noch uur. Mattheüs 25:13

Aanvullende wetenswaardigheden rondom het ontstaan van de klok



Ontwerpschetsen, waarschijnlijk rond 1944 gemaakt. Was de Meccano klok reeds in de maak of zijn eerst onderstaande schetsen gemaakt?

De lijnen, die naar het centrum wijzen zijn reeds aangegeven.

Het zou ook kunnen zijn, dat de schetsen ontwerpstudies zijn voor een nieuwe klokkast. In het laatste geval zijn de schetsen waarschijnlijk in de jaren 60 gemaakt.

Hoe lang bestaat gelinieerd papier al?



1944-1945

MENTAL ASSISTANCE IN PASSIVE RESISTANCE :

•MECCANO•

NEVER AND NOWHERE DISAPPOINTS YOU !

IN 1944, WHEN I WAS HIDING FOR GERMAN "RAZZIA'S", THE IDEA OF A DEVICE HELPING ASTRONOMICAL OBSERVATIONS CAME INTO EXISTENCE. FORCED TO STAY AT HOME (IN THE HAGUE) I BEGAN SEVERAL STUDIES, INCLUDING ASTRONOMY.

NO TABLES OF CELESTIAL EVENTS WERE AVAILABLE. TO AVOID DIFFICULT CALCULATIONS A "PREDICTING" INSTRUMENT BECAME NECESSARY.

DUE TO THE RISK OF DISCOVERY AND ARREST DURING "RAZZIA'S" THE INSTRUMENT, ITS MAKER AND BELONGINGS SHOULD BE ABLE TO "FADE AWAY" THROUGH A LITTLE TRAPDOOR, RESTRICTING THE MAXIMAL DIMENSIONS. BESIDES THE LIMITED SUPPLY OF MECCANO-PARTS OBLIGED TO THE MOST SIMPLE SOLUTIONS OF THE MECHANISM.

NEVERTHELESS THE "CLOCK WITH 24 DIALS" SATISFIED COMPLETELY, AS IT IS STILL DOING TODAY.

THIS ASTRONOMICAL CLOCK HAS BEEN RUNNING FOR 45 YEARS CONTINUALLY.

M. P. D. SIJNJA
M.G.N., N.M.M.G.
EDE - HOLLAND

Tekst door Maurits Sijnja, opgetekend rond 1990

Interessant detail is, dat Maurits naast MGN lid ook een connectie had met het NMMG oftewel het [North Midlands Meccano Guild](#) (Nottingham). Deze club bestaat nog steeds. Het vervolg van dit document vindt u in de bijlage.

Tekst door Marco Sijnja

Over de overwegingen die mijn vader had om de klok zo te bouwen als hij deed, kan ik weinig zeggen. Wel over wat de omstandigheden waren tijdens het bouwen van de klok: dat was in de hongerwinter, in Den Haag, op de Laan van Meerdervoort 791. Mijn vader woonde nog thuis: zijn vader haalde het eind van de oorlog niet, hij overleed thuis, op 28 maart.



Maurits Sijnja begin jaren 40

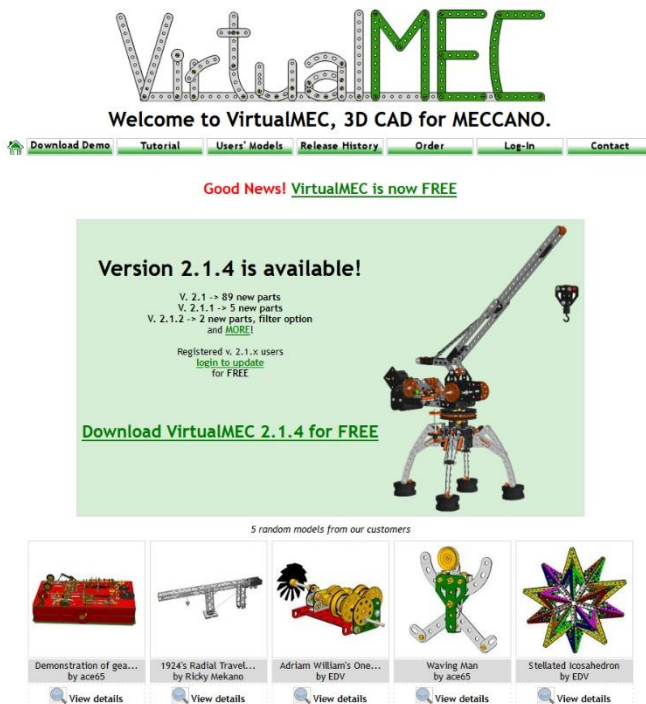
Dat de klok zo'n primitieve kast heeft wordt door velen wel charmant gevonden, maar het is dus een gevolg van de omstandigheden. Hout werd gebruikt om de kachel mee te laten branden, en niet om klokkasten van te bouwen. Mijn vader zei wel eens dat hij een veel mooiere kast had willen maken, of laten maken, als de omstandigheden anders waren geweest.

Later maakte hij wel plannen voor een andere kast, maar het kwam er niet van. Nu over de klok zelf. Die is gebouwd met de inhoud van Meccano nr. 6, een groene platte kist. Er is in de loop van de jaren wel iets aan veranderd; alle wijzers waren vroeger zilverkleuring, maar ze zijn later goudkleurig gemaakt.

Een grote toevoeging was het mechaniek voor de aanwijzing van de paasdatum. Verder bevat de klok een aantal kartonnen tandwielen, die nodig waren omdat soms de juiste verhouding niet met meccano tandwielen te maken was. Slijten doen ze eigenlijk niet, daarvoor zijn de krachten te klein en de snelheden te laag.

Het Meccano model als 3D model

Aan de hand van een serie foto's is de astronomische klok in Virtual Meccano gezet. Als gesproken wordt over het 3D model wordt bedoeld het 3D Virtual Meccano model. Het 3D model is tevens het bouwplan. In dit artikel worden alleen nog een paar noodzakelijke details vermeld om de werking van de klok te verduidelijken en die niet of moeilijk via het 3D model achterhaald kunnen worden.



Om het 3D model te kunnen bekijken heeft u het programma Virtual Meccano nodig. Dit programma is tegenwoordig gratis te downloaden op de volgende website:

<http://www.virtualmec.com/default.aspx>

Indien dit document ook als pdf beschikbaar komt, dan hoeft u slechts met de linkermuisknop van uw computer de link hierboven aan te klikken. U komt dan op de website terecht van Virtual Meccano om versie 2.1.4 te downloaden. Let wel, het programma draait alleen onder Microsoft Windows, dus niet onder Apple.

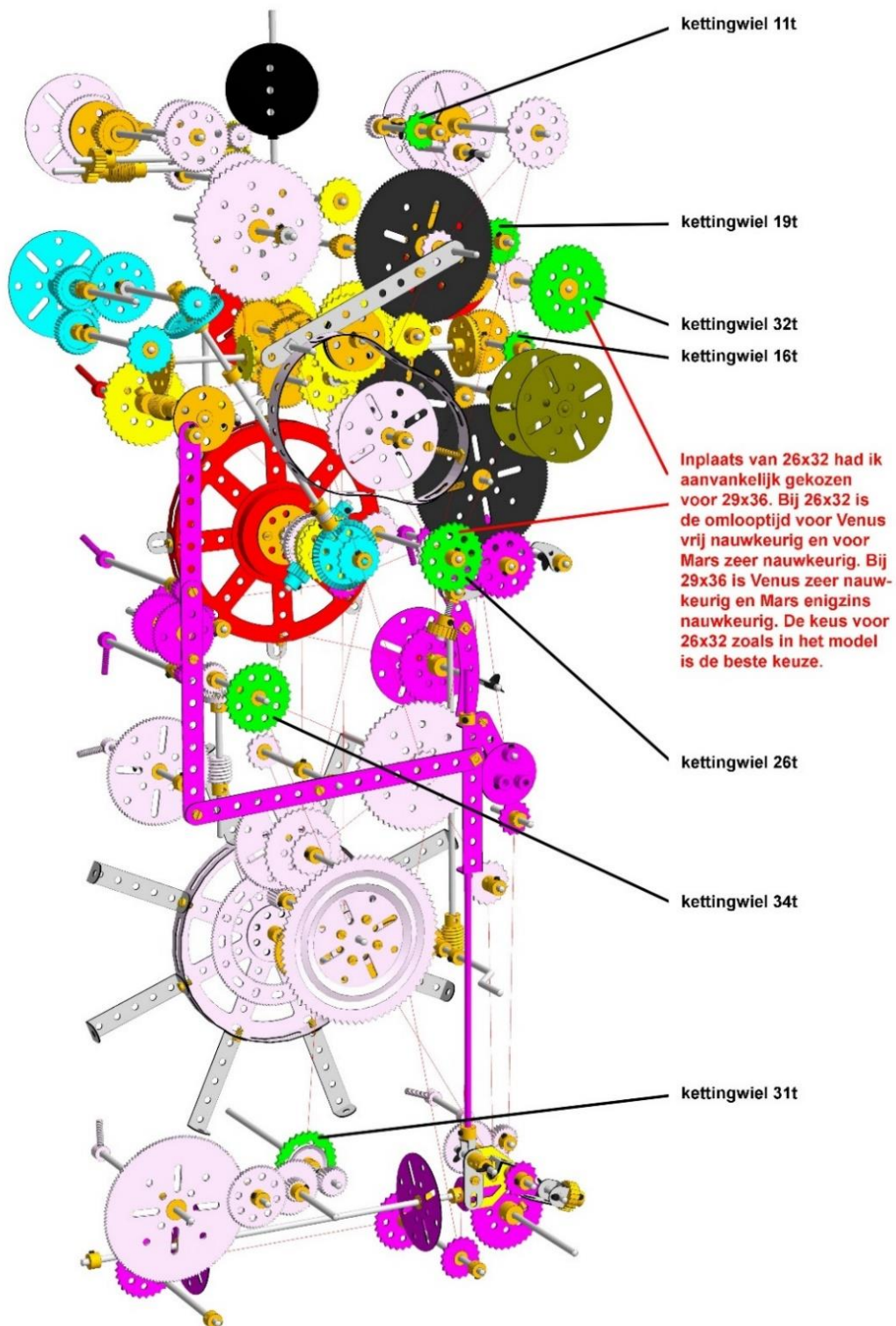
Op de site van Virtual Meccano kunt u ook het 3D model van de astronomische klok vinden. U klikt op **Users' models** en zoekt onder het tabblad **nickname** naar de naam **Meccano kinematics**. Daarna klikt u op **filter**. U ziet dan alle uploads van **Meccano kinematics**. Als u op de groene pijl drukt kunt u het betreffende model (.mdl file) downloaden.

Belangrijke opmerking: Om het model te bekijken dient u eerst het programma Virtual Meccano te openen. Vanuit het programma kunt u het 3D model van de astronomische klok openen en bekijken. Vanuit de verkener dubbelklikken op de .mdl file heeft dus geen zin.

Voor de liefhebber en de meer ervaren Virtual Meccano gebruiker heeft de auteur van deze modelbeschrijving de meeste engagements gedefinieerd. Een aantal functionaliteiten worden helaas niet goed of helemaal niet door Virtual Meccano ondersteund. Dit is het geval bij het differentieel en bij de assen waar de H koppelingen zijn gebruikt. Wel zijn de verhoudingen tussen de kettingwielen gecontroleerd.

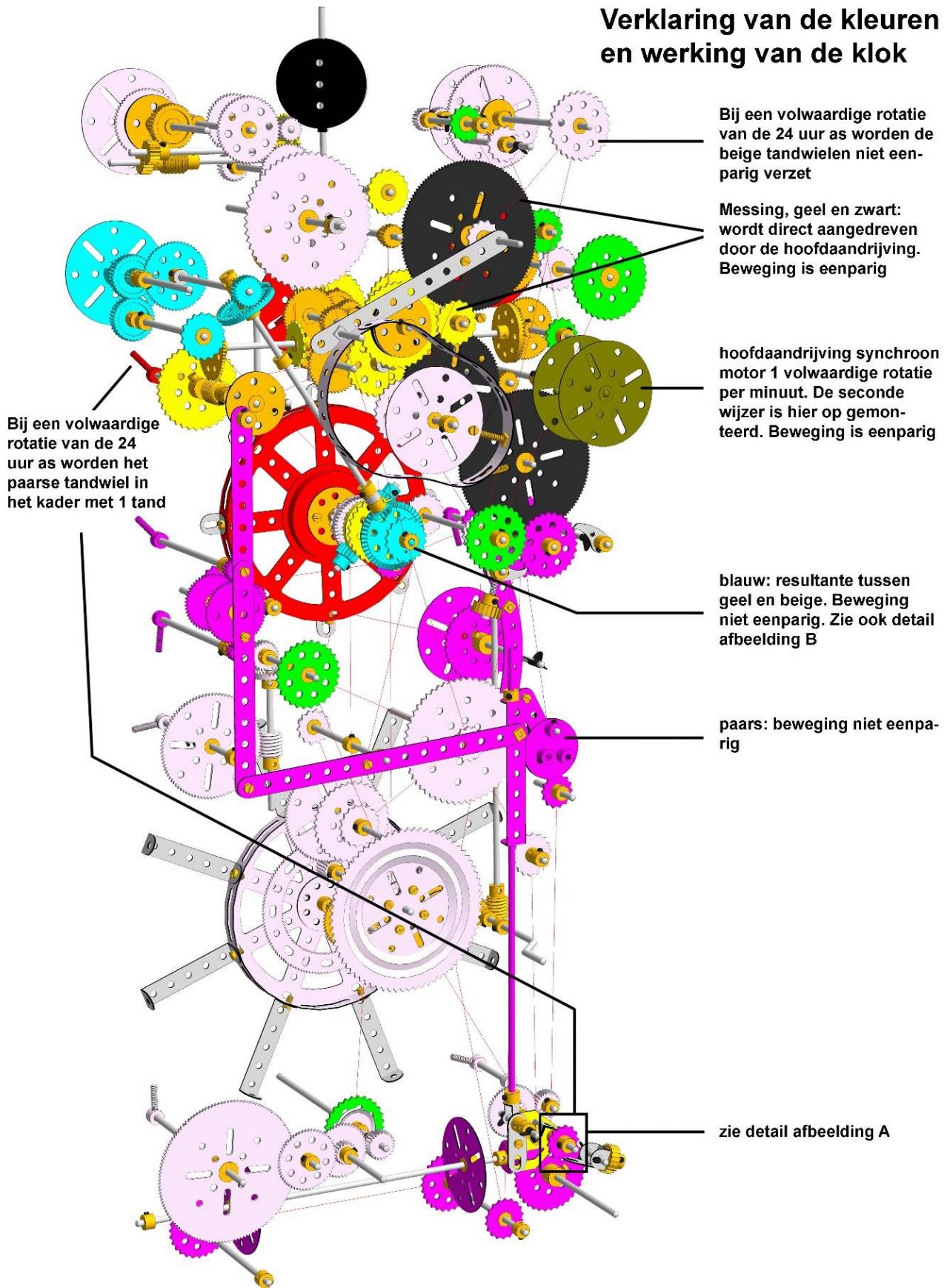
Door 2 met elkaar in verbinding staande kettingwielen te selecteren (selecteer 2 kettingwielen, tik op het *parts* tabblad en vervolgens op *engage*. Er opent zich een nieuwe dialoog box met informatie omtrent de verhoudingen). Deze heb ik voor wat betreft de groene kettingwielen aangepast conform het Meccano model.

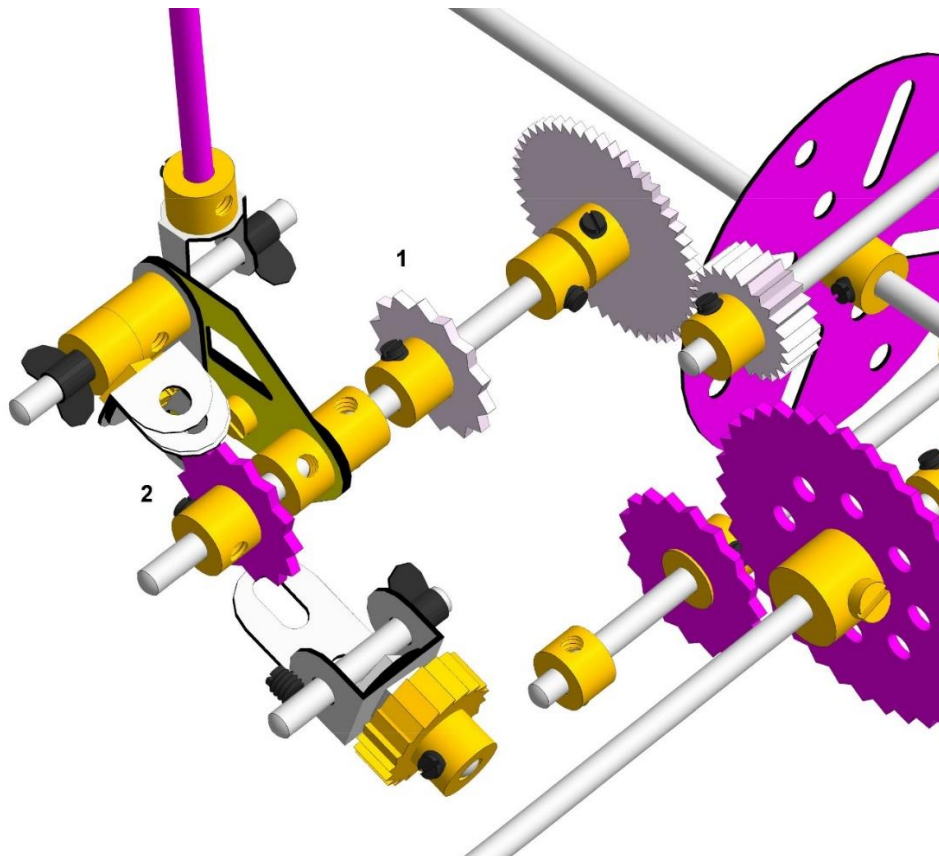
Het hele mechaniek, bestaande uit een stelsel van tandwielen en kettingwielen is doorgerekend. Zoals eerder door Marco aangegeven zijn een paar tandwielen handgemaakt ter verkrijging van de juiste verhoudingen. Op de volgende 2 afbeeldingen krijgt u een indruk van het mechaniek + verklaring van de kleuren. Omwille van het overzicht is het frame weggelaten.



Achterzijde klok

Verklaring van de kleuren en werking van de klok





Afbeelding A

Bij een volwaardige rotatie van de 24 uur wereldtijd as wordt het paarse kettingwiel bij 2 met 1 tandje door middel van het paarse arm mechaniek verzet. Als gevolg hiervan draait het witbeige kettingwiel bij 1 ook met 1 tandje.

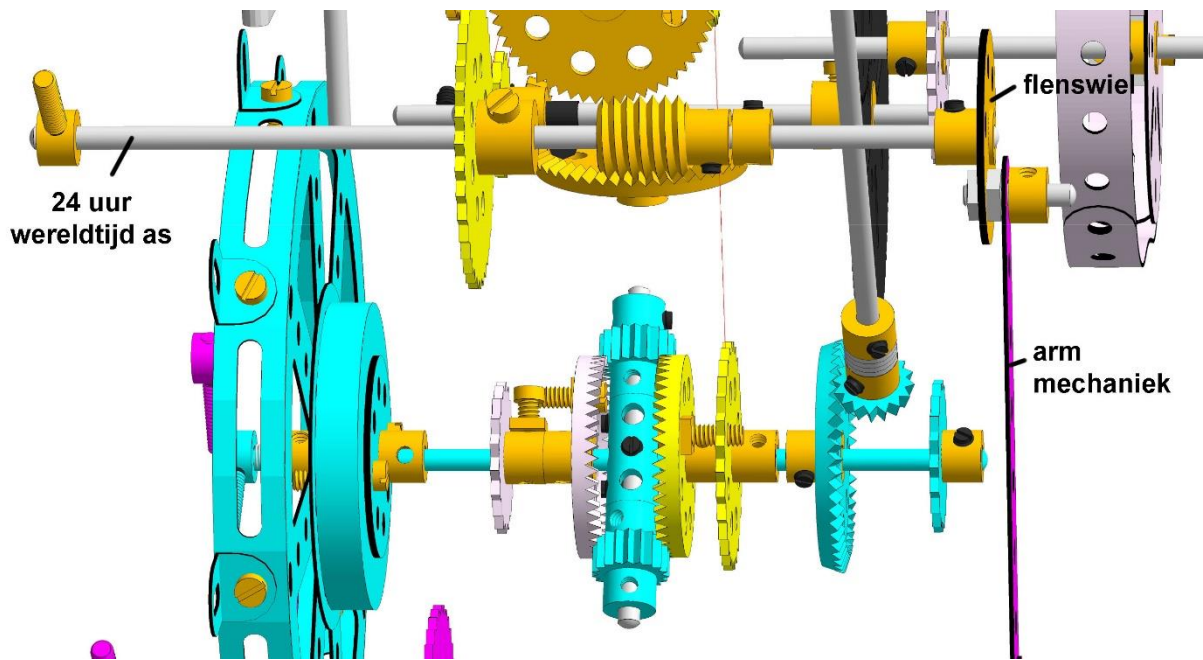
Kettingwiel 1 staat direct, dan wel indirect in verbinding met alle witbeige kettingwielen en dus ook met de witbeige satelliet van het differentieel (**afbeelding B**). Dit betekent, dat alle wijzeraanduidingen waar de witbeige kettingwielen in voorkomen **stapsgewijs dan wel intermitterend** (niet eenparig) bewegen.

Voor een astronomische klok maakt het in dit geval ook niet zoveel uit. De bewegingen waar het hier om gaat gaan dermate traag, dat je het verschil tussen eenparig en niet eenparig niet kunt zien. Sterker nog: bij sommige bewegingen is een intermitterende beweging juist gewenst, zoals bij de schijf met de Dierenriem. Op deze schijf wordt ook de dagdatum bijgehouden en dan wil je liever dat de wijzigingen van vandaag op morgen in een relatief korte tijd wordt doorgevoerd en niet dat de beweging 24 uur in beslag neemt.

Deze benadering brengt evenwel met zich mee, dat van alle planeetbanen alleen **Venus** en **Jupiter** rechtstreeks door de synchronomotor worden aangedreven en dus eenparig draaien, terwijl de overige planeetbanen stapsgewijs draaien.

Het valt enigszins buiten het bestek van dit artikel, maar als je de klok versneld wilt laten lopen om zodoende de relatie tussen de bewegingen aanschouwelijk te maken, dan zou ik opteren voor een rechtstreekse aandrijving van de planeten zonder tussenkomst van het arm mechaniek. Zo is het bij planetaria gebruikelijk om de snelheid met een factor vanaf pakweg 50000 tot 1 miljoen te versnellen om de onderlinge bewegingen aanschouwelijk te maken. Zie bijvoorbeeld volgende YouTube video:

<https://www.youtube.com/watch?v=MOU7VK2eYaq&t=74s>



Afbeelding B

Het differentieel bestaat uit de beige satelliet links, de gele satelliet rechts en het blauwe zonniewiel. Kijkend van rechts naar links, dan draaien de satellieten en het zonniewiel met de klok mee. Aan de voorzijde draait de schijf dus tegen de klok in.

De satellieten draaien vrij om de blauwe as. De beige satelliet wordt indirect via de 24 uur wereldtijd as aangedreven en draait niet eenparig. De gele satelliet wordt indirect door de synchronomotor aangedreven en draait eenparig.

Iedere satelliet geeft de beweging voor de helft door aan het blauwe zonniewiel. Met andere woorden: het blauwe zonniewiel vormt het resultaat van de beide satelliet draaiingen, welke laatste 2 ieder met een bepaalde snelheid draaien.

De beige satelliet draait intermitterend met een ratio (gebaseerd op een 24 uurs cyclus) van: $1/73 \times 19/95 \times 2 = 2/365 = 1/182,5$. Het getal 73 stelt het 73 tands Meccano kettingwiel (nr 168b) voor⁹. De gele satelliet draait eenparig met een ratio (gebaseerd op een 24 uurs cyclus) van: 2

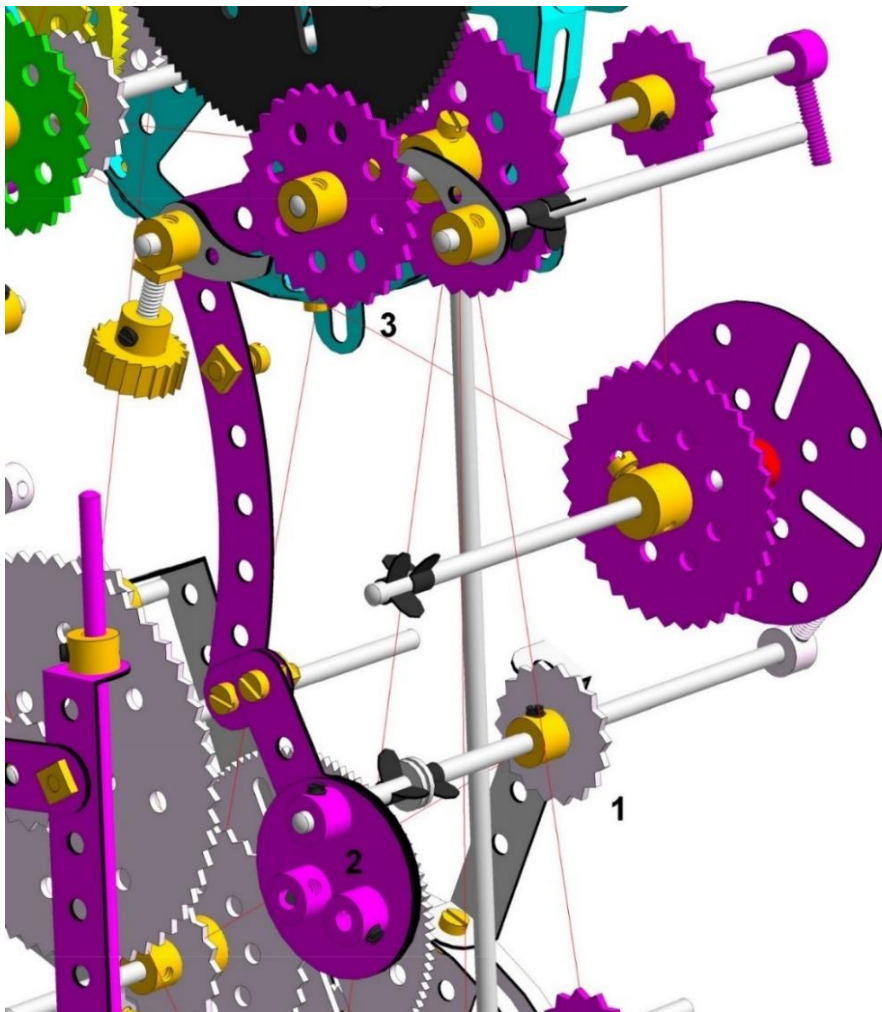
⁹ Het 73 tands kettingwiel kwam in 1931 op de markt en zat alleen in kist 7 (grootste kist tot 1932) en kist 10 (latere jaren 30). De oudste referentie, die ik ben tegengekomen waarin wordt gerefereerd naar de mogelijkheid om dit onderdeel voor astronomische klokken te gebruiken is een artikel van Bert Love, gepubliceerd in het februari nummer van MM uit 1970. In de Meccano uitgave van 1935 genaamd **Meccano Parts and how to use them** komt onderdeel nr 168b ook aan de orde. Voor zover ik heb kunnen nagaan is dit de enige publicatie waarin wordt medegedeeld, dat 168b een 73 tands kettingwiel betreft. Op pagina 16 van dezelfde uitgave uit 1935 wordt medegedeeld, dat meer mogelijkheden omtrent dit onderdeel in sectie N besproken zullen worden, maar het betreffende boekje gaat niet verder dan sectie M! Hier wordt de auteur van dit artikel natuurlijk wel een beetje moedeloos van . . .

Ik heb ook een nederlandstalige referentie gevonden uit 1931, die qua inhoud sterke overeenkomsten vertoont met de engelse uit 1935. In de nederlandse versie komt sectie N wel voor, maar in feite komt deze sectie overeen met sectie G uit de engelse versie van 1935. Bovendien wordt in laatstgenoemde versie met geen woord gerept over de 73 tanden van het kettingwiel.

Hier de formule voor het differentieel:

$\frac{1}{2} \times (\text{ratio beige satelliet} + \text{ratio gele satelliet}) = \frac{1}{2} \times (1/182,5 + 2) = \frac{1}{2} \times (1/182,5 + 365/182,5)$
 $= \frac{1}{2} \times 366/182,5 = 366/365$. De blauwe component draait met een ratio van 1,0027 ten opzichte van een 24 uren cyclus. Het betreft hier een astronomische plaats correctie van de hemelstand (14) en een tijdcorrectie van de sterrentijd (11).

Opmerking: volgens de auteur van deze modelbeschrijving zou het resultaat 365,25/365 moeten zijn. Dit kan bewerkstelligd worden door het kettingwielpaar 14k/28k, waarbij het 14k kettingwiel nu vastzit aan de beige satelliet met elkaar om te wisselen. De vergelijking wordt dan: $\frac{1}{2} \times (1/730 + 2) = \frac{1}{2} \times (1/730 + 1460/730) = \frac{1}{2} \times 1461/730 = 1461/1460 = 365,25/365$.

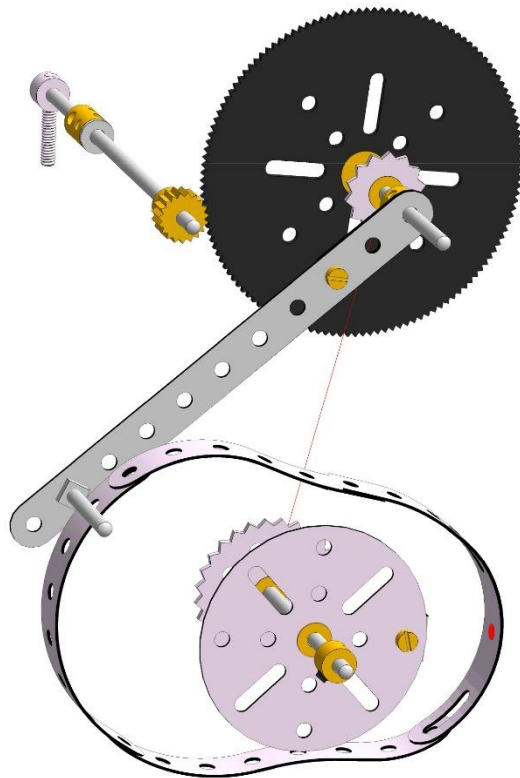


Afbeelding C

De paarse kettingwielen zetten ook een stapje ineens, maar hier gebeurt iets bijzonders, zie **afbeelding C**.

Het paars gekleurde kettingwiel systeem wordt aangedreven door het beige gekleurde kettingwiel bij 1. Deze aandrijving is al intermitterend. Het beige kettingwiel bij 1 drijft het excentriek bij 2 aan en dat leidt wederom tot een intermitterende beweging bij 3. Dus eigenlijk is hier sprake van een dubbel intermitterende beweging.

De uitgangsas aldaar drijft onder andere de paasdatum aan. Het resultaat zal zijn, dat de beweging op de uitgangsas pas op het laatste moment doorgevoerd zal worden. Bij deze as is het dus juist logisch om een intermitterende beweging toe te passen. Een intrigerend mechaniek, dat je in Meccano maar weinig tegenkomt.



De tijdsvereffening (zie **10**) wordt bepaald door een handmatig vervaardigd camprofiel, gemonteerd op een flenswiel. In de bijlage is een nauwkeurige tekening van dit profiel opgenomen.

De camvolger rust op het camprofiel en is gekoppeld aan het 133t tandwiel. Deze is op zijn beurt weer gekoppeld aan de wijzer, die de tijdsvereffening aangeeft. Het kleine beige kettingwiel loopt los op de as (idler).

Het camprofiel roteert met een ratio van 1 op 365.



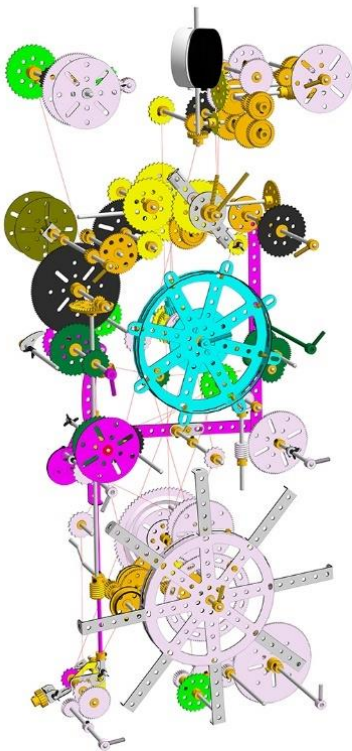
De camvolger rust op het camprofiel. Het eigen gewicht van de camvolger was waarschijnlijk niet toereikend om voldoende druk op het camprofiel te houden. Daarom is een extra gewichtje toegevoegd in de vorm van een Meccano as van pakweg 7,5 cm. Dit gewichtje is via een poelie (**zie foto links**) dmv een touwtje verbonden aan de korte askoppeling.

Overige wetenswaardigheden over de klok

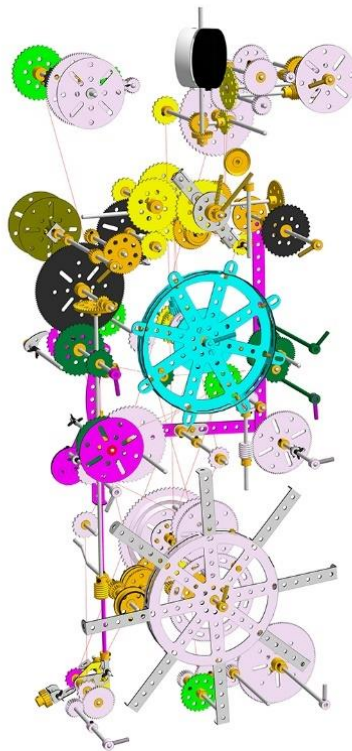
Aan de hand van originele productie werktekeningen van Meccano¹⁰ zijn een aantal productie jaren van tandwielen op een rij gezet.

In 1916 werd het 56t tandwiel geïntroduceerd om te combineren met het 20t rondsel uit 1904. Hiermee krijg je een ietwat ongelukkige ratio waarmee het onmogelijk wordt om bijvoorbeeld complexere modellen te maken, zoals klokken. Op enig moment heeft Meccano zich dit ook gerealiseerd en daarom werd in 1921 besloten om de combinatie 20/56 te vervangen door 19/57. Het 56t tandwiel komt eenmaal voor in de klok. Rondsel 25t werd samen met het 50t tandwiel in 1927 geïntroduceerd. De tandwielen 95t en 133t werden in 1931 geïntroduceerd. Het 15t rondsel (nr. 26c) en het 60t tandwiel (nr. 27d) zijn in 1953 geïntroduceerd en kwamen in de loop van 1954 op de markt. Rondsel 15t is 3 maal toegepast en het 60t tandwiel is tweemaal toegepast.

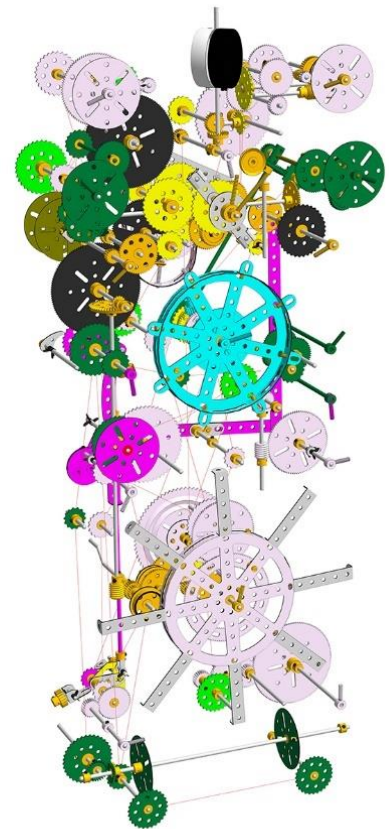
Op basis van het bovenstaande kunnen bepaalde door de maker aangebrachte wijzigingen dan wel uitbreidingen enigszins gedateerd worden.



voor 1954



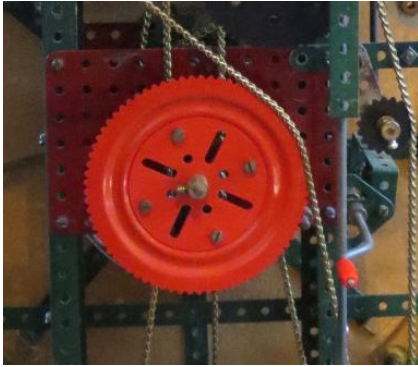
tussen 1954 en 1963



na 1963

“Oorspronkelijk was in plaats van het huidige synchroonuurwerk een elektrische wekker op de seconde as (3) aangesloten. Deze wekker had als nadeel, dat hij af en toe onverwacht afging, en ook dat hij na stroomuitval handmatig gestart moest worden. In beide gevallen moest de kap van de klok af, wat ik (Marco) herhaaldelijk midden in de nacht heb staan doen. Het huidige uurwerk is het derde, of misschien al het vierde”.

¹⁰ Zie de fantastische website van Timothy Edwards onder <https://www.meccanoindex.co.uk/Drawings/Parts.php?id=1628189423>



Meccano 73 tands kettingwiel, nr 168b

Voor wat betreft het 73 tands kettingwiel (nr 168b of 168 complete set) kan nog vermeld worden, dat dit onderdeel alleen in kist 7 zat bij de introductie in 1931. In de handleiding uit 1931 (welke ook in kist 6 zat) passeren een aantal modellen de revue, die met kist 7 gebouwd kunnen worden, maar in geen enkel model wordt onderdeel 168 laat staan 168b toegepast.

Wel kwam ik een engelstalige handleiding uit 1935 tegen met onderdeel 168b, alwaar wordt aangegeven, dat het hier om een 73 tands kettingwiel gaat. Er wordt echter geen enkele link gelegd met de verhouding 1:365.

De oudste verwijzing van onderdeel 168b met een link naar de verhouding 1:365 kom ik tegen in de februari uitgave van 1970 van Meccano Magazine. Daar wordt door de schrijver Bert Love aangegeven, dat met behulp van dit onderdeel de verhouding 1:365 gemaakt kan worden. Hiermee is overigens niet gezegd, dat er geen oudere Meccano uitgaven bestaan, waar de link van onderdeel 168b met 365 wordt gelegd, maar uw auteur heeft die bij het ter perse gaan van deze publicatie niet gevonden.

Terug naar de astronomische klok. Aangenomen mag worden, dat Maurits vanaf het begin van de bouw van zijn klok bekend was met het 73t kettingwiel en de noodzaak van het gebruik ervan moet hebben ingezien. Toch is niet aannemelijk, dat hij in 1945 dit onderdeel bezat. Het 73 tands kettingwiel op de foto is namelijk van de late jaren 50 (hoe weet ik dit toch allemaal?).

Uw auteur vermoedt, dat Maurits het 73t kettingwiel eerst handmatig heeft gemaakt, om het later te vervangen door 168b. Een document inzake het ontwerp van kettingwielen van de hand van Maurits ondersteunt dit vermoeden. **Zie foto hieronder**

34	143,93	45,815	44,615	48,615	
39	165,10	52,55	51,35	55,35	1
46	110,07	35,04	33,84	37,84	20,16 4,6 2,16
32	135,47	43,12	41,92	45,92	
48	203,20	64,68	63,48	67,48	1
73	309,03	98,37	97,17	101,17	1

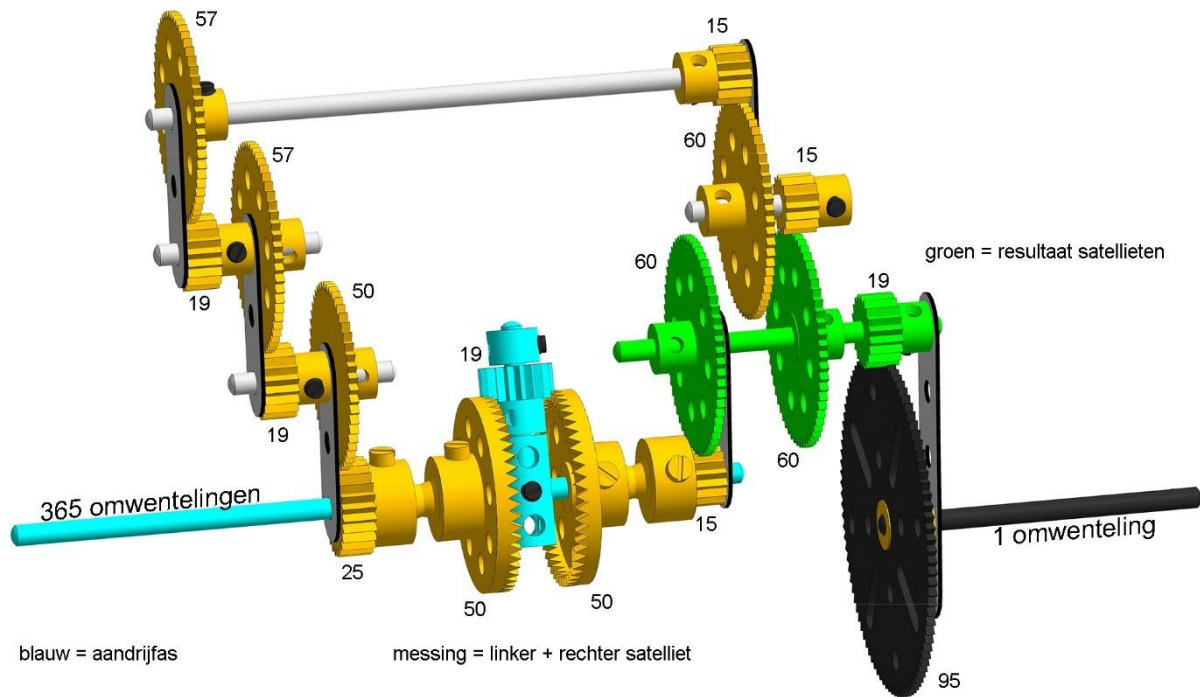
1) Ketting: 6 schakels per inch; omtrek (over d_k !) = $\frac{t}{6} \cdot 25,4 \text{ mm}$; $\rightarrow d_k = \frac{\text{omtrek}}{\pi}$

2) Kettingdikte: 0,5 mm
dus $d_i = (d_k - 1,2) \text{ mm}$

3) Tandhoogte: 2 mm
dus $d_{\text{ext}} = (d_i + 4) \text{ mm}$

13,475
20,885
34,360
2
36,36

Wie om wat voor reden dan ook geen gebruik wenst te maken van kettingwielen, zal onder andere een oplossing moeten vinden voor de overbrenging 1:365. Een mogelijke oplossing wordt hieronder beschreven.



Hier de beschrijving van mijn benadering:

1:365 kan omschreven worden als $1:73 \times 1:5$ immers 73×5 maakt 365.

73 kan voorgesteld worden als $292/4$ ofwel $288/4 + 4/4$

Volgens de formule voor het differentieel:

$$73 = \frac{1}{2} \times (\text{ratio satelliet links} + \text{ratio satelliet rechts}) = \frac{1}{2} \times (288/2 + 4/2)$$

Hierbij kan 4 voorgesteld worden als een overbrenging van 60:15. Het getal 288 kan voorgesteld worden als $2 \times 3 \times 3 \times 4 \times 4$ ofwel een overbrenging van: $50:25 \times 57:19 \times 57:19 \times 60:15 \times 60:15$. Het resultaat van de satellieten is een overbrenging van 1:73. Als laatste wordt op de uitgang van de groene as een 19t rondsel gemonteerd en gekoppeld aan een 95t tandwiel. Dit geeft de gewenste overbrenging 1:365.

Het geheel kunt u visueel terugvinden in de afbeelding **hierboven**. De kennis inzake de formule voor een differentieel is afkomstig uit een handleiding van het FAC system¹¹ uit 1959. Bij mijn weten is er nooit sprake geweest van enige kennisuitwisseling tussen Meccano en FAC system¹². Een oplossing als hierboven omschreven is voor zover uw auteur kan nagaan ook nooit door Meccano beschreven.

¹¹ Meer informatie over FAC system: <http://meccanokinematics.net/fac/models/>

¹² FAC system bestaat nog steeds, zie http://www.facsystem.se/default_eng.asp

Bijlagen

Calculaties planeten

calculaties 6 planeten in relatie tot het siderische jaar (aardjaar)
31-7-2021

AARD JAREN
(Internekt)

mercurius

$$\frac{1}{57} \cdot \frac{50}{57} \cdot \frac{16k}{19k} \cdot \frac{50}{57} = \frac{40.000}{3518667} = \frac{1}{87,9666} \Rightarrow \frac{87,9666}{365} = \underline{\underline{0,24 \text{ AJ}}}$$

Venus

$$\frac{1}{14k} \cdot \frac{19k}{73k} \cdot \frac{19}{95} \cdot \frac{36k}{18k} = \frac{29k}{36k} = \frac{277.701}{62914320} = \frac{1}{226,55} \Rightarrow \frac{226,55}{365} = \underline{\underline{0,62 \text{ AJ}}}$$

AARDE

$$\frac{1}{28k} = \frac{134064}{48933360} = \frac{1}{365} \Rightarrow \underline{\underline{1 \text{ AJ}}}$$

MARS

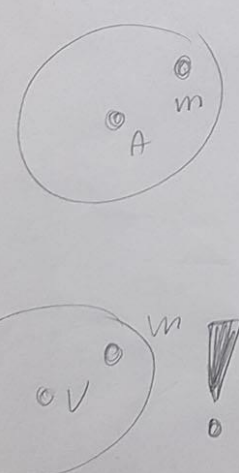
$$\frac{1}{11} \cdot \frac{18}{95} = \frac{1}{692,2} \Rightarrow \frac{692,2}{365} = \underline{\underline{1,896 \text{ AJ}}}$$

Jupiter

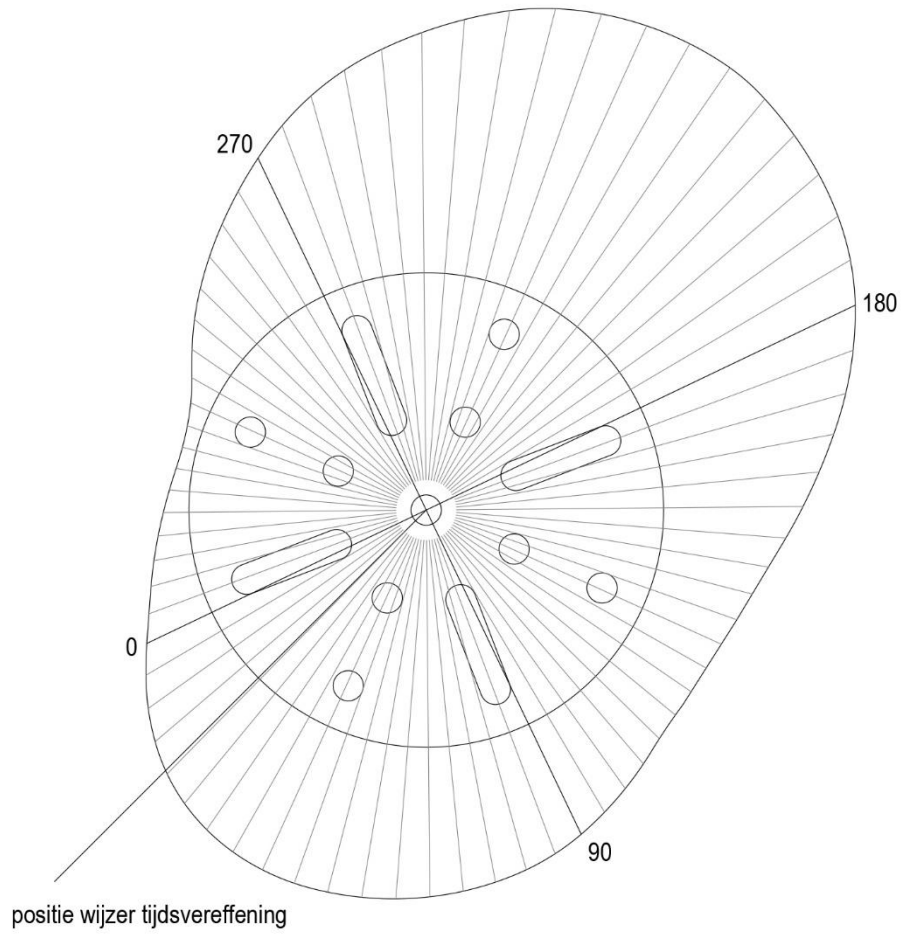
$$\frac{1}{57} \cdot \frac{14k}{28k} \cdot \frac{1}{38} = \frac{1}{60648} = \frac{1}{4332} \Rightarrow \frac{4332}{365} = \underline{\underline{11,868 \text{ AJ}}}$$

Saturnus

$$\frac{1}{19k} \cdot \frac{14k}{58k} \cdot \frac{14k}{56k} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{11}{57} \cdot \frac{15}{60} = \frac{1}{10752} \Rightarrow \frac{10752}{365} = \underline{\underline{29,46 \text{ AJ}}}$$



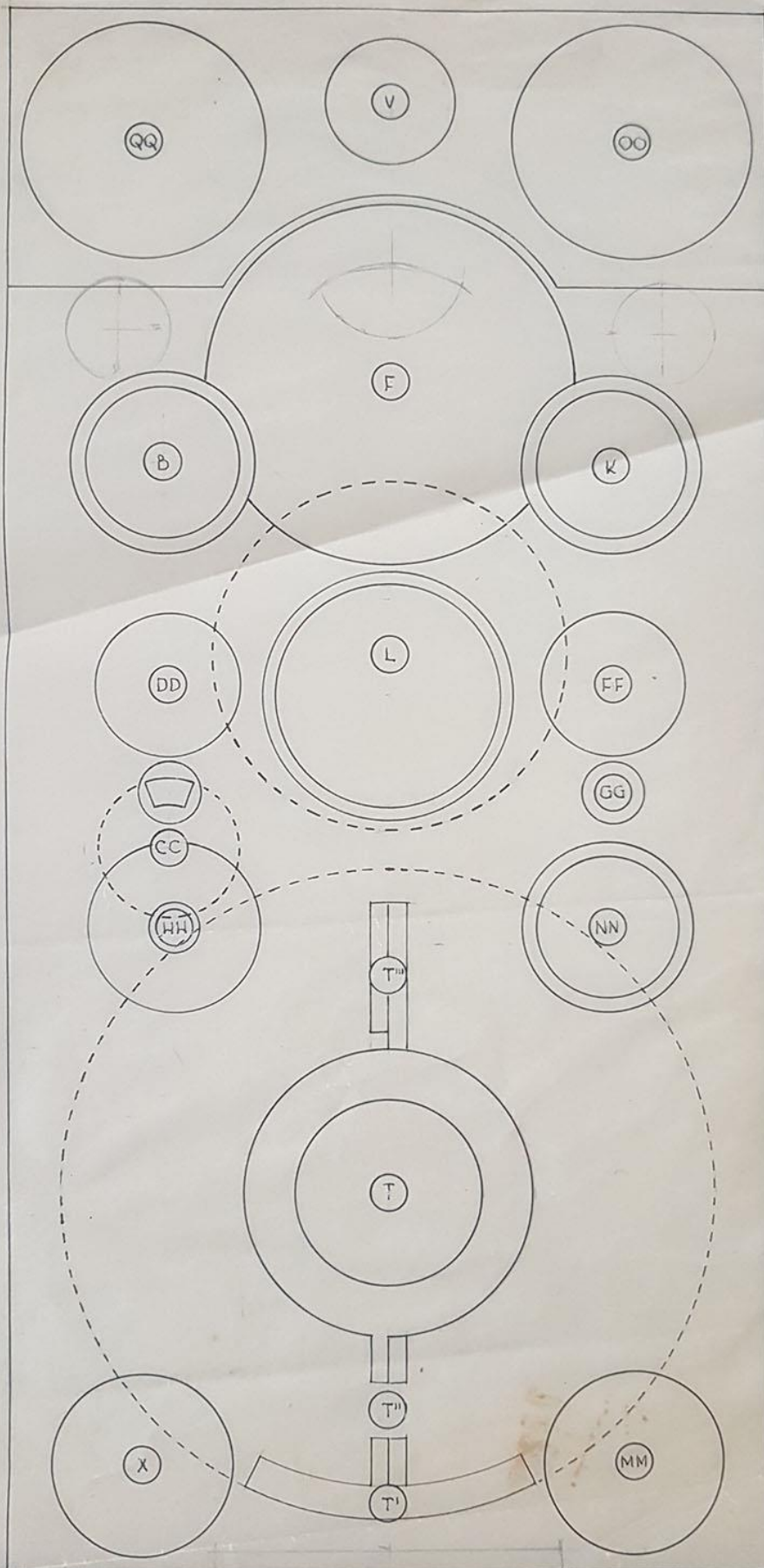
Camwiel ten behoeve van de tijdsvereffening (schaal 1:1)



Camwiel (niet op schaal).

Overzicht paasdata. Dit blad moet in cilindervorm onder in de klok worden geplaatst. Het gele kader is zichtbaar op de foto onder **24**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 FE	20	6	30M	13	6	20	13	30M	20	6	30M	20	6	23M	13	6	20	13	30M	1 FE
2 D	19	5	29M	12	5	19	12	29M	19	12	29M	19	5	29M	12	5	19	12	29M	2 D
3 C	18	4	28M	18	4	25	11	4	18	11	28M	18	4	28M	11	4	18	11	28M	3 C
4 B	17	10	27M	17	3	24	10	3	17	10	27M	17	3	27M	17	3	24	10	3	4 B
5 AG	15	8	25M	15	1	22	8	1	22	8	1	15	8	25M	15	1	22	8	1	5 AG
6 F	21	7	24M	14	7	21	14	31M	21	7	31M	14	7	24M	14	31M	21	14	31M	6 F
7 E	20	6	30M	13	6	20	13	30M	20	6	30M	20	6	23M	13	6	20	13	30M	7 E
8 D	19	5	29M	12	5	19	12	29M	19	12	29M	19	5	29M	12	5	19	12	29M	8 D
9 CB	17	10	27M	17	3	24	10	3	17	10	27M	17	3	27M	17	3	24	10	3	9 CB
10 A	16	9	26M	16	2	23	9	2	23	9	26M	16	9	26M	16	2	23	9	2	10 A
11 G	15	8	25M	15	1	22	8	1	22	8	1	15	8	25M	15	1	22	8	1	11 G
12 F	21	7	24M	14	7	21	14	31M	21	7	31M	14	7	24M	14	31M	21	14	31M	12 F
13 ED	19	5	29M	12	5	19	12	29M	19	12	29M	19	5	29M	12	5	19	12	29M	13 ED
14 C	18	4	28M	18	4	25	11	4	18	11	28M	18	4	28M	11	4	18	11	28M	14 C
15 B	17	10	27M	17	3	24	10	3	17	10	27M	17	3	27M	17	3	24	10	3	15 B
16 A	16	9	26M	16	2	23	9	2	23	9	26M	16	9	26M	16	2	23	9	2	16 A
17 GF	21	7	24M	14	7	21	14	31M	21	7	31M	14	7	24M	14	31M	21	14	31M	17 GF
18 E	20	6	30M	13	6	20	13	30M	20	6	30M	20	6	23M	13	6	20	13	30M	18 E
19 D	19	5	29M	12	5	19	12	29M	19	12	29M	19	5	29M	12	5	19	12	29M	19 D
20 C	18	4	28M	18	4	25	11	4	18	11	28M	18	4	28M	11	4	18	11	28M	20 C
21 BA	16	9	26M	16	2	23	9	2	23	9	26M	16	9	26M	16	2	23	9	2	21 BA
22 G	15	8	25M	15	1	22	8	1	22	8	1	15	8	25M	15	1	22	8	1	22 G
23 F	21	7	24M	14	7	21	14	31M	21	7	31M	14	7	24M	14	31M	21	14	31M	23 F
24 E	20	6	30M	13	6	20	13	30M	20	6	30M	20	6	23M	13	6	20	13	30M	24 E
25 DC	18	4	28M	18	4	25	11	4	18	11	28M	18	4	28M	11	4	18	11	28M	25 DC
26 B	17	10	27M	17	3	24	10	3	17	10	27M	17	3	27M	17	3	24	10	3	26 B
27 A	16	9	26M	16	2	23	9	2	23	9	26M	16	9	26M	16	2	23	9	2	27 A
28 G	15	8	25M	15	1	22	8	1	22	8	1	15	8	25M	15	1	22	8	1	28 G



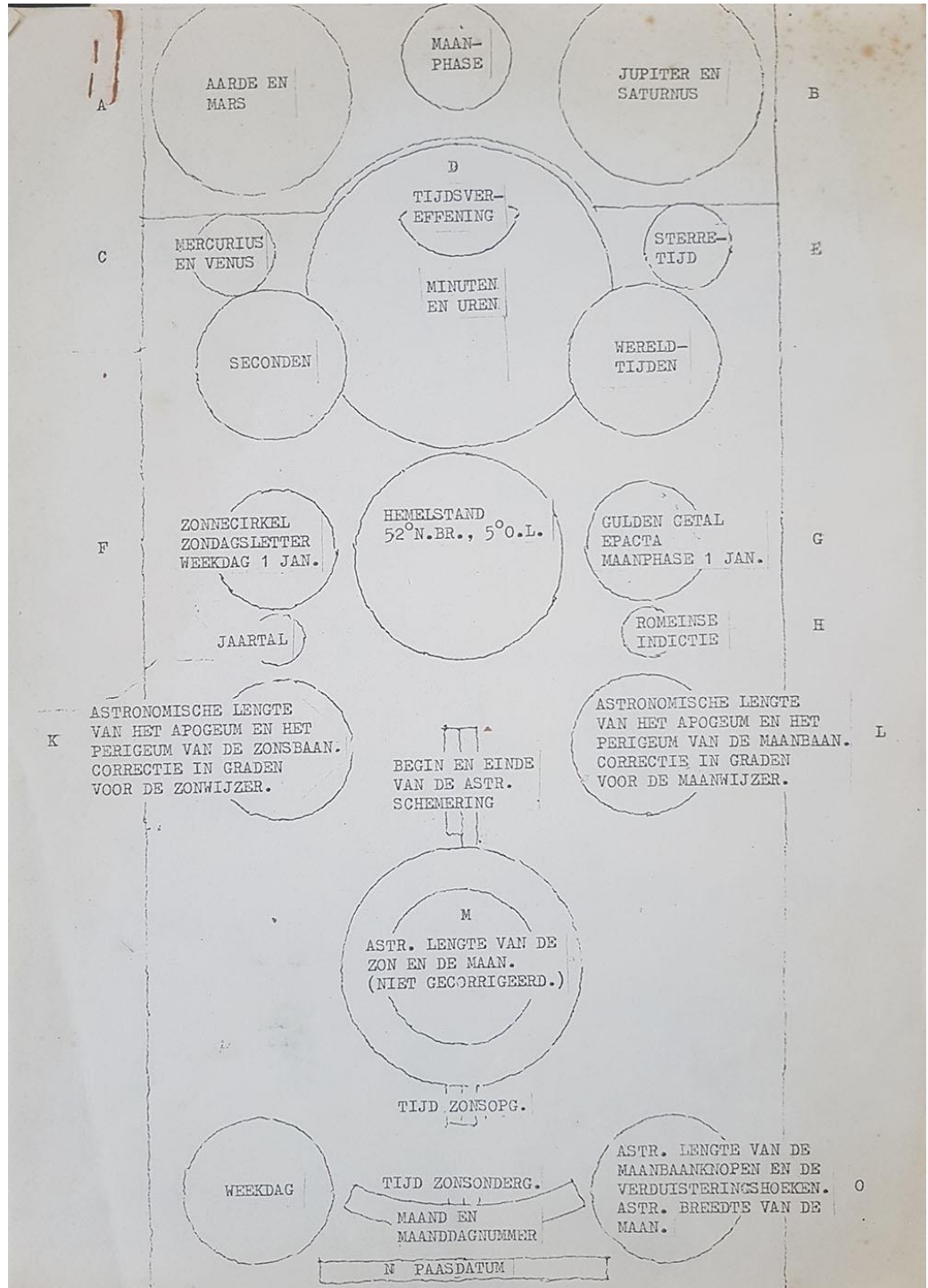
TUJD:
 B: Seconden
 F: Minuten en Uren (M.E.Z.T.)
 K: Wereldtijden
KALENDER:
 X: Weekdag
 T': Maand en datum
 CC: Jaartal
 DD: Zonnecirkel en Zondagsletter
 FF: Gulden Getal en Epacta
 GG: Rom. Indictie
ZON:
 T: Middelbare Geocentrische Lengte
 HH: Lengte v. Peri- en Apoogeum; correcties voor Zonwijzer (T) in °
 T'': Tijd van Opkomst en Ondergang
 T''': Begin en Einde Astr. Schemering
MAAN:
 T: Middelbare Geocentrische Lengte
 NN: Lengte Peri- en Apoogeum; correcties voor Maanwijzer (T) in °
 MM: Lengte v. Maanbaan; Geoc. Maanbreedte
 Eclipsen v. Zon en Maan
 V: Maanphase
PLANETEN:
 QQ: Heliocentrische Lengte en Breedte Venus en Mars
 OO: Heliocentrische Lengte en Breedte Jupiter en Saturnus
HEMELSTAND:
 L: voor 52° NB en 4° 30' S
 Sterretijd

Op de kalktekening (**vorige pagina**) is een voorstelling gemaakt van de voorkant van de klok. Wat opvalt is, dat de volgende wijzerplaten ontbreken: 1) Mercurius, Venus 2) sterrentijd 3) tijdsvereffening en 4) paasdatum

Interessant detail is, dat de ontbrekende wijzers wel al in potloodvorm op tekening zijn aangegeven. Deze prent moet dan ook gezien worden als voorbereiding op komende wijzigingen. De aanduiding QQ stelt Venus en Mars voor. Later is dit gewijzigd in Aarde Mars. De Romeinse indicie is reeds aanwezig.

Gezien het bovenstaande moet deze prent na 1963 zijn gemaakt.

Foto rechts:
Voorkant. Hier staan alle aanduidingen inmiddels op. Deze prent moet zijn opgemaakt tussen 1963 en 1990.



D. TIJDSVEREFFENING.Ware Zonnetijd. (W.T.)

De zon doorloopt in een jaar de z.g. dierenriem of ecliptica, die een hoek van $23\frac{1}{2}^{\circ}$ maakt met de hemelaequator. Door deze - bovendien niet regelmatige - zonsbeweging zijn de tijdstippen van b.v. 12^u 's middags, wanneer de zon in het zuiden staat, niet steeds 24 uur van elkaar verwijderd. Eenvoudige zonnewijzers wijzen deze tijd aan. (W.T. = Ware Tijd)

Middelbare Tijd. (M.T.)

Onze dagelijkse 24 uursindeling is daarom gebaseerd op een denkbeeldige zon, die de hemelaequator éénparig doorloopt in een jaar. Het is 12 uur M.T., als deze denkbeeldige zon in het zuiden staat.

Alle "dagen" zijn zodoende even lang.

Midden Europeesche Tijd. (M.E.T.)

Tegenwoordig is om praktische redenen de plaatselijke M.T. in onbruik geraakt en werkt men met z.g. zonetijden. Ons land ligt in de Midden-Europeesche Zone en daarom is nu onze tijd gelijk aan de Midden-Europeesche -, die 39 minuten van onze plaatselijke verschilt.

Tijdsvereffening. (E.)

Het verschil tussen W.T. en M.T. op een bepaalde dag noemt men de Tijdsvereffening voor die dag. Dus: $E = W.T. - M.T.$ Omdat bovendien $M.T. = M.E.T. - 39^m$, volgt daaruit dat $M.E.T. = W.T. - E + 39^m$.

Omdat het uurwerk E aangeeft, kan het, indien gewenst, met behulp van een zonnewijzer op elke (zonnige!) dag met de M.E.T. gelijkgesteld worden.

E. STERRETIJD.

In de astronomie wordt deze tijd, door het z.g. Lentepunt aangegeven, gebruikt. Het lentepunt is het punt van de ecliptica, waar de zon op 21-22 Maart staat, één van de twee snijpunten van de ecliptica en de hemelaequator. Het is 0 uur plaatselijke sterretijd, wanneer het lentepunt in het zuiden staat. Aangezien de denkbeeldige "middelbare" zon dagelijks bijna 4 minuten bij de sterren achterblijft, is de "sterredag", in 24 uren ingedeeld, dezelfde tijd korter dan een middelbare zonnedag.

F,G,N. ZONDAGSLETTER, EPACTA EN PAASDATUM.Zondagsletter. Zonnecirkel.

De 1^o Januari van elk jaar heeft de dagletter A. Is 1 Januari van een bepaald jaar Zondag, dan heeft dat jaar de Zondagsletter A. Is 1 Jan. Zaterdag, dan is de Zondagsletter B, bij 1 Jan. Vrijdag is de Zondagsletter C enz.

Weet men voor een jaar de Zondagsletter, dan zijn de data van alle Zondagen van dat jaar bekend.

Door de schrikkeljaren keert de Zondagsletter niet na 7 jaar op dezelfde plaats terug, maar na 28 jaar. Deze periode heet de Zonnecirkel.

Epacta. Gulden Getal.

Het aantal gehele dagen, wat de maan "oud" is op 1 Januari, noemt men de Epacta voor dat jaar. De maximale "ouderdom" van de maan is $29\frac{1}{2}$ dag, zodat de Epacta van 0 tot 29 kan variëren.

Kent men voor een bepaald jaar de Epacta, dan weet men alle data van de dagen met volle maan ("ouderdom" 14 dagen) van dat jaar.

Na 19 jaar keert dezelfde epactawaarde voor 1 Januari terug. Het nummer van deze cyclus heet het Gulden Getal van het betreffende jaar.

Paasdatum.

De datum voor de Paaszondag is bepaald door de eerste Zondag, na volle maan op of na 21 Maart. De Paasdag van elk jaar is dus te bepalen met de Zondagsletter en de Epacta van dat jaar.

JULIAANSE DATUM.H. Romeinse Indictie.

Dit was oorspronkelijk een door de Romeinen ingestelde fiscale periode van 15 jaar.

Juliaanse periode.

In 1583 onderzocht Joseph Scaliger wanneer de Zonnecirkel, het Gulden Getal en de Romeinse Indictie tegelijk 1 waren. Dit gebeurt om de 29 . 19 . 15 = 7980 jaar en had o.m. plaats gehad in 4713 v. Chr.

De periode van 7980 jaar werd de Juliaanse (naar Josephs vader Julius S.) periode genoemd.

Juliaanse Datum.

De astronoom Herschel stelde ten dienste van de astronomie een doorlopende dagnummering voor zonder weekdag, maand en jaartal, te beginnen op 1 Jan. 4713 v. Chr. Deze dagnummering werd de Juliaanse Datum genoemd.

1 Jan. 4713 v. Chr. was dus: J. D. 1, 1 Jan. 1985 zal J. D. 2446066 zijn. De Juliaanse dagnummering is voor astronomische toepassingen zeer geschikt gebleken.

PLAATSBEPALING OP DE HEMELBOL. TIJDEN VAN OP- EN ONDERGANG.K,L, Geocentrische lengte en breedte.

M,O. De voor de zon en de maan gebruikte hoekcoördinaten gaan van het aardmiddenpunt uit. (Geocentrisch.)

De breedte is de hoek in graden tussen de rechte lijn aarde - hemellichaam en de rechthoekige projectie van de eerstgenoemde rechte op het eclipticavlak. Voor de zon is de breedte altijd 0° , voor de maan variërend van -5° tot $+5^{\circ}$.

De lengte is de hoek in graden tussen de bovengenoemde projectie en de rechte aarde - lentepunt. (0° - 360° .)

A,B, Heliocentrische lengte en breedte.

C. Voor dit coördinatenstelsel is de zon het middenpunt. (Heliocentrisch.) Verder is dit stelsel gelijk aan het geocentrische -.

Op het uurwerk zijn de heliocentrische coördinaten voor de zes planeten gebruikt.

Relatie tussen de geo- en heliocentrische coördinaten. Op- en ondergangstijden van de hemellichamen.

De geocentrische coördinaten zijn rechtstreeks op een globe of alhidade te gebruiken om voor een bepaalde dag voor een hemellichaam de op- en ondergangstijden te bepalen en dus de zichtbaarheid te beoordelen.

Meetkundig zijn de heliocentrische coördinaten eenvoudig tot geocentrische - te herleiden.

A,B, SCHAAL VAN DE PLANEETBANEN.

C. Deze is voor Mercurius, Venus, Aarde en Mars $1 : 5 \cdot 10^{12}$ en voor Jupiter en Saturnus $1 : 30 \cdot 10^{12}$.

DE WIJZERS BEWEGEN EENPARIG. DE PLANETEN, ZON EN MAAN NIET.

Voor de planeten wordt de onregelmatigheid van de bewegingen op de wijzerplaten zelf gecorrigeerd. Voor de zon en de maan zijn de correcties aangegeven op de wijzerplaten voor de naaste en verste punten van zon- en maanbaan tot de aarde. (Het verste punt = apogeum, het naaste punt = perigeum.)

Deze oplossingen zijn gekozen, om het mechanisme zo eenvoudig en compact mogelijk te houden!

Lunar- and Solar eclipses

M,0
L.

MAANS- EN ZONSVERDUISTERINGEN.

Wanneer de volle - of de nieuwe maan zich op of in de nabijheid van de maanbaanknopenlijn (d.i. de snijlijn van het maanbaanvlak en de ecliptica) bevindt, dan wordt de maan resp. de zon verduisterd.

Op de wijzerplaat voor de maanbaanknopenlijn blijft de laatste verticaal staan, terwijl het eclipticavlak draait. Dit vergemakkelijkt het aflezen van de hoek tussen de knopenlijn en de lijn maan-aarde bij volle of nieuwe maan, die immers ook verticaal staat.

Wanneer de zon- en de maanwijzers, met inachtneming van de correcties, in elkaars verlengde staan, is het volle maan.

Is dan echter de hoek tussen de knopenlijn en de lijn maan-aarde kleiner of gelijk aan de helft van

1-1, dan wordt de maan volledig verduisterd, $-3^{\circ}35' - 3^{\circ}30'$

tussen 21-2
tussen 32-23
tussen 43-34

2-2, " kan " " " " zijn, 1) $-7^{\circ}19' - +7^{\circ}19'$
3-3, " wordt " " gedeeltelijk " en $-7^{\circ}47' - +7^{\circ}47'$
4-4, " kan " " " " " zijn, 1) $< 13^{\circ}21'$

Wanneer de zon- en de maanwijzers, met inachtneming van de correcties, hetzelfde punt aanwijzen, is het nieuwe maan.

Is dan de hoek tussen de knopenlijn en de lijn maan-aarde kleiner of gelijk aan de helft van

43-34
54-25
65-16

3-3, dan wordt de zon volledig verduisterd, $-7^{\circ}46' - +7^{\circ}46'$
4-4, " kan " " " " " zijn, 2) $-13^{\circ}19' - +13^{\circ}19'$
5-5, " wordt " " gedeeltelijk " en $-13^{\circ}33' - +13^{\circ}33'$
6-6, " kan " " " " " zijn, 2) $-19^{\circ}44' - +19^{\circ}44'$

- 1) Maansverduistering, wanneer de maan dan ook in de nabijheid van het perigeum staat.
- 2) Zonsverduistering, wanneer de maan dan ook in de nabijheid van het perigeum staat.

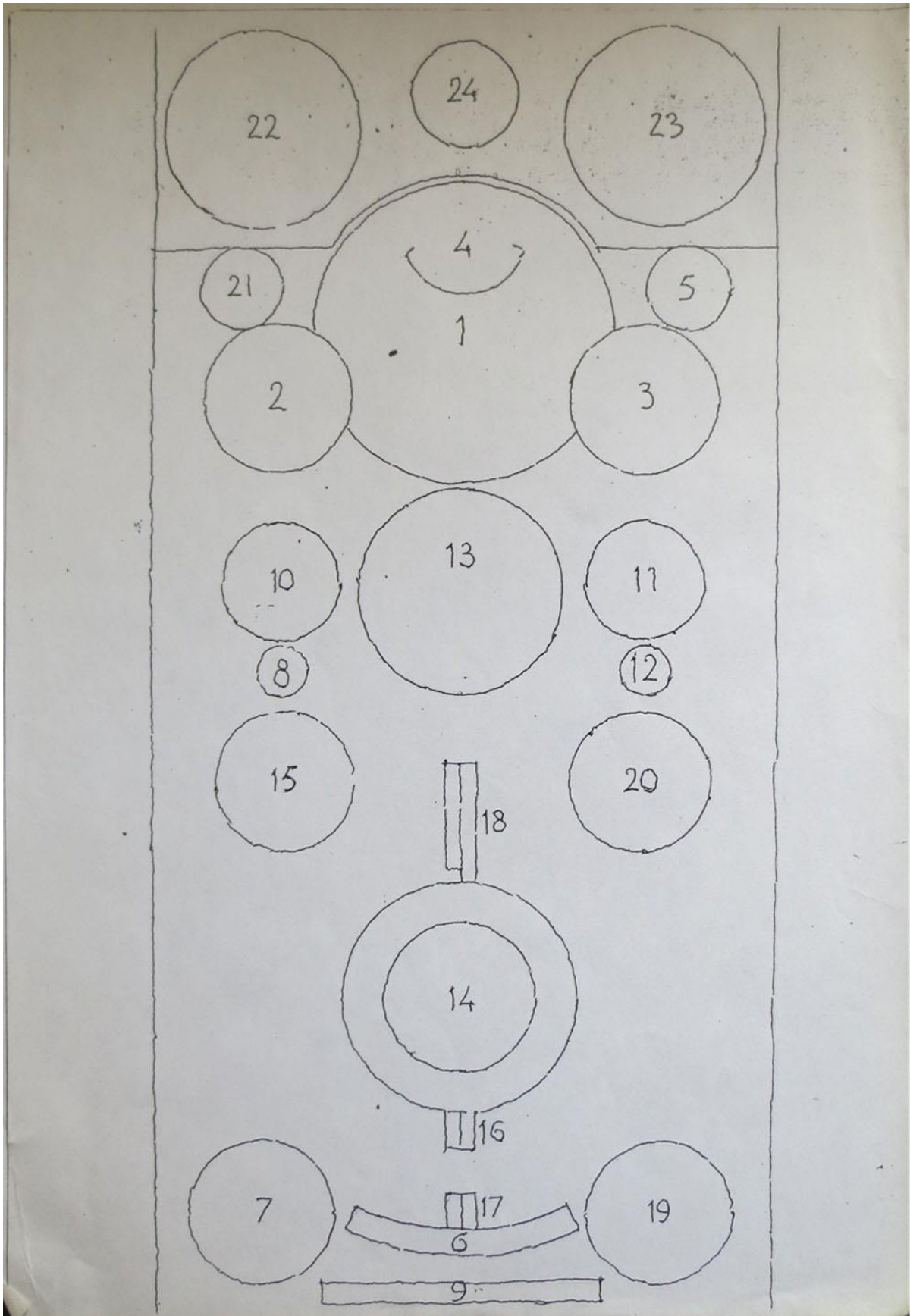
BEREIKTE NAUWKEURIGHEID. Accuracy attained.

	Sidereal	Omloopstijden		Afwijking in % per omloop:	Deviation	
		in dagen: $\frac{1}{2}$ tropisch jaar	uurwerk		Lengteafwijking in graden na na 100 jaar:	voor
E	Sterredag	0,99727	0,99727	0,0000		
M	Maan (syn.)	29,53059	29,53125	-0,0022		9,95
L	A-P Maan	3232,6	3232,2	+0,0124	0,50	
O	Knopenl. Maan	6793,5	6793,7	-0,00289		0,06 0,06
C	Mercurius	87,96858	87,96668	+0,0022	3,30	
C	Venus	224,70065	224,76442	-0,00284	0,0363	16,63
A	Aarde	365,24220	365,24250	+0,0004	0,001	
A	Mars	686,98038	686,79514	+0,0270	5,17	
B	Jupiter	4332,5759	4332,0000	+0,0133	0,475048	
B	Saturnus	10759,194	10759,364	-0,0016		0,02

Ter vergelijking: de minuutwijzer van een uurwerk doorloopt in één minuut 6 graden.

365,25636 365,25

0,00174



Deze en de volgende 3 pagina's vormen een geheel met de tekst op pagina 31 en betreffen een schrijven ten behoeve van het NMMG.

47 INDICATIONS ON 24 DIALS:

- 1 CENTRAL EUROPEAN TIME (HOURS AND MINUTES)
- 2 " " " (SECONDS)
- 3 TIME IN ALL PARTS OF THE WORLD
- 4 EQUATION
- 5 SIDEREAL TIME
- 6 MONTH-DAY AND MONTH
- 7 WEEK-DAY
- 8 YEAR-NUMBER
- 9 GREGORIAN EASTER-DATE
- 10 SOLAR CYCLE
- DOMINICAL LETTER
- DAY OF THE WEEK FOR 1ST JANUARY
- 11 GOLDEN NUMBER
- EPACT
- PHASE OF THE MOON FOR 1ST JANUARY
- 12 ROMAN INDICTION
- 13 POSITION OF THE "FIXED" STARS
- 14 AVERAGE G.A. LENGTH OF SUN AND MOON. *)
CONJUNCTION OF SUN AND MOON WITH 5 MAIN STARS OF
THE ZODIAC.
VISIBILITY OF THE MOON.
SEASONS.
- 15 G.A. LENGTH OF PERIGEE AND APOGEE OF THE SUN-ORBIT *)
CORRECTION IN DEGREES FOR THE SUN-HAND (14)
- 16 TIME OF SUNRISE

*) { A = ASTRONOMICAL
G = GEOCENTRICAL
H = HELIOCENTRICAL

- 17 TIME OF SUNSET
- 18 TIME OF BEGINNING AND END OF ASTRONOMICAL TWILIGHT
- 19 G.A. LATITUDE OF THE MOON ^{x)}
 POSITION OF THE DRAGON-LINE (G.A. LENGTH OF Ω - Υ) ^{x)}
 SOLAR- AND LUNAR ECLIPSES
- 20 G.A. LENGTH OF PERIGEE AND APOGEE OF THE MOON-ORBIT ^{x)}
 CORRECTION IN DEGREES FOR THE MOON-HAND (14)
- 21 MERCURY AND VENUS } H, A. LENGTH AND LATITUDE ^{x)}
- 22 EARTH AND MARS } AND
- 23 JUPITER AND SATURN } SITUATION IN THE ORBIT
- 24 PHASE OF THE MOON

		REVOLUTION (SIDEREAL-, EXCEPT FOR THE MOON: SYNODICAL-) IN DAYS OF THE TROPICAL YEAR		DEVIATION OF REVOLUTION IN %	DEVIATION OF REVOLUTION IN DEGREES AFTER 10 YEARS	
		REAL	CLOCK		FAST	SLOW
SIDEREAL DAY		0,99727	0,99727	0,0000		
	SYNOD. REV.	29,53059	29,53125	-0,0022		0,9952
MOON	A-P. LINE	3232,6	3232,2	+0,0124	0,0503	
	DRAGON-LINE	6793,5	6793,65	-0,0022		0,0043
MERCURY		87,96858	87,96668	+0,0022	0,3228	
VENUS		224,70065	224,76442	-0,0284		1,6607
EARTH (AND SUN)		365,25636	365,25000	+0,0017	0,0627	
MARS		686,98038	686,79514	+0,0270	0,5161	
JUPITER		4332,5739	4332,0000	+0,0133	0,0403	
SATURN		10759,194	10759,364	-0,0016		0,0019

MOON: SYNOD. REV.:

$$29^d 12^h 45^m = 42525^m = 3^5 \cdot 7 \cdot 25^m$$

A-P:

$$\frac{365,25}{365} \cdot 34 \cdot 95 = 3232,143^d$$

Q-28:

$$\frac{365,25}{5} \cdot \frac{31k}{14k} \cdot 2,3 \cdot 7 = 6793,6498^d$$

MERCURIUS:

$$\frac{57}{1} \cdot \frac{57}{50} \cdot \frac{19k}{16k} \cdot \frac{57}{50} = 87,96665^d$$

VENUS:

$$365,25 \cdot \frac{16k}{26k} = 224,76923^d$$

MARS:

$$224,76923 \cdot \frac{11}{18} \cdot 5 = 686,79487^d$$

JUPITER:

$$57 \cdot 2 \cdot 38 = 4332^d$$

SATURN:

$$\frac{365,25}{365} \cdot 14 \cdot 3 \cdot 2^8 = 10759,364^d$$

SCALE OF THE PLANET-ORBITS

MERCURIUS, VENUS, EARTH, MARS $1 : 5 \times 10^{12}$

JUPITER, SATURN $1 : 30 \times 10^{12}$

MOON ECLIPSES (F.M.) (S-E-M)

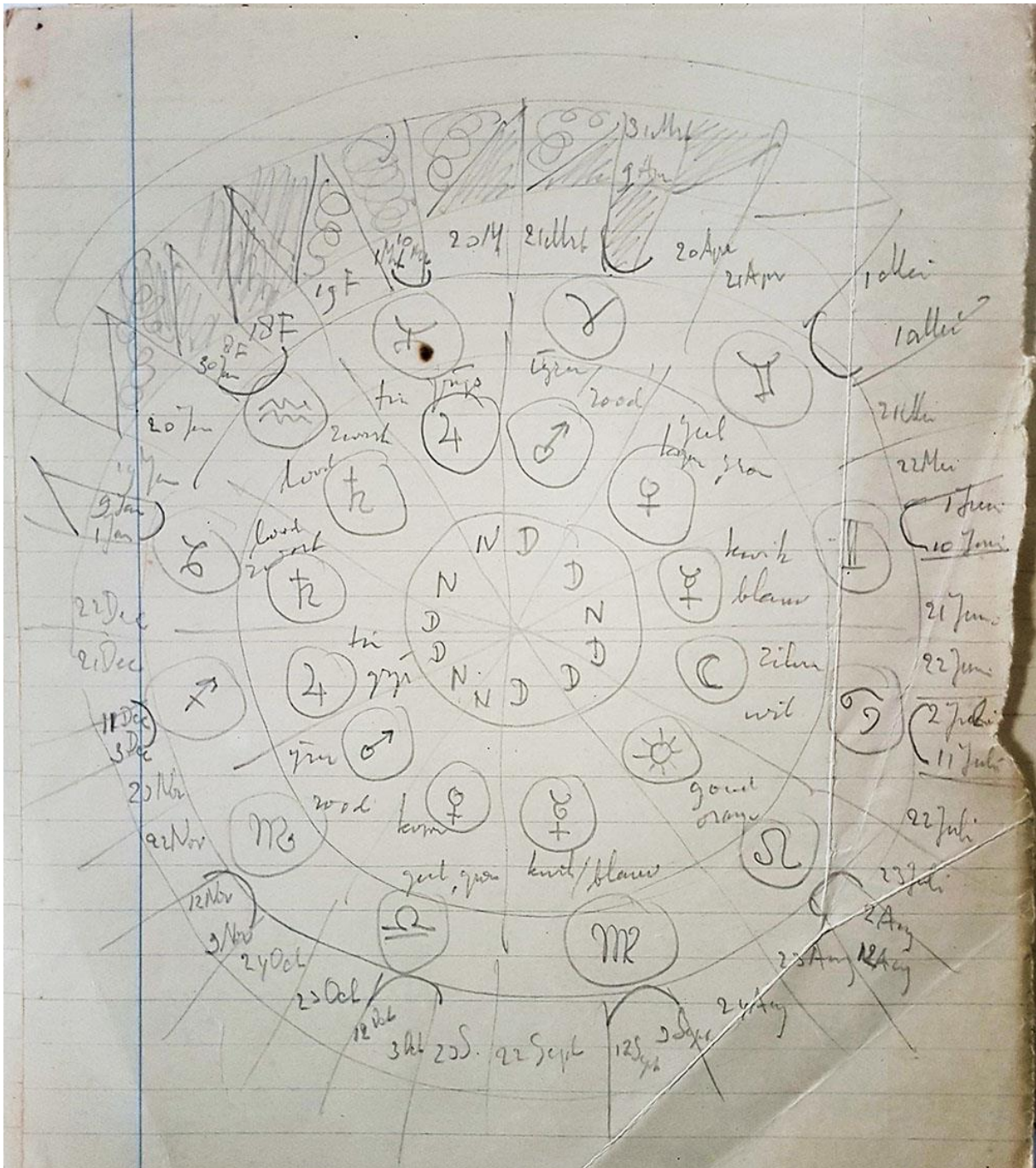
TOTALLY: $\leq 3^\circ 30'$ (1-1), POSSIBLE T: $\leq 7^\circ 19'$ (2-2)

PARTIALLY: $\leq 7^\circ 47'$ (3-3), " P: $\leq 13^\circ 21'$ (4-4)

SUN ECLIPSES (N.M.) (E-M-S)

TOTALLY: $\leq 7^\circ 46'$ (3-3), POSSIBLE T: $\leq 13^\circ 19'$ (4-4)

PARTIALLY: $\leq 13^\circ 33'$ (5-5), " P: $\leq 19^\circ 44'$ (6-6)



Ontwerpschets van de persoonlijkheidstypen van de dierenriem¹³. De dierenriem bestaat uit 12 sterrenbeelden. Verdelen we elk sterrenbeeld van 30 graden in drie gelijke delen, dan levert dit 36 decanaten van elk 10 graden op. De symbolen van de heersers van elk decanaat staan op de binnencirkel.

In de ontwerpschets staan ook nog de aanduidingen D en N. Betekenis hiervan is onduidelijk. In de astronomische klok lijkt deze verdeling, behoudens de Dierenriem, niet terug te komen, zie **18 t/m 21**.

¹³ Zie ook: <https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/astrologie/197150-decanaten-de-36-persoonlijkheidstypen-van-de-dierenriem.html>

Datablad inzake paasdata voor de jaren 1983 tot en met 2038. Zondagsletter, Epacta en de paasdatum

1983	B	16	3 apr.	2011	B	25	24 apr.
1984	AG	27	22 apr.	2012	AG	6	8 apr.
1985	F	8	7 apr.	2013	F	17	31 mrt.
1986	E	19	30 mrt	2014	E	29	20 apr.
1987	D	0	19 apr.	2015	D	10	5 apr.
1988	CB	11	3 apr.	2016	CB	21	27 mrt
1989	A	22	26 mrt	2017	A	2	16 apr.
1990	G	3	15 apr.	2018	G	13	1 apr.
1991	F	14	31 mrt	2019	F	24	21 apr.
1992	ED	25	19 apr.	2020	ED	5	12 apr.
1993	C	6	11 apr.	2021	C	16	4 apr.
1994	B	17	3 apr.	2022	B	27	17 apr.
1995	A	29	16 apr.	2023	A	8	9 apr.
1996	GF	10	7 apr.	2024	GF	19	31 mrt
1997	E	21	30 mrt	2025	E	0	20 apr.
1998	D	2	12 apr.	2026	D	11	5 apr.
1999	C	13	4 apr.	2027	C	22	28 mrt
2000	BA	24	23 apr.	2028	BA	3	16 apr.
2001	G	5	15 apr.	2029	G	14	1 apr.
2002	F	16	31 mrt	2030	F	25	21 apr.
2003	E	27	20 apr.	2031	E	6	13 apr.
2004	DC	8	11 apr.	2032	DC	17	28 mrt
2005	B	19	27 mrt	2033	B	29	17 apr.
2006	A	0	16 apr.	2034	A	10	9 apr.
2007	G	11	8 apr.	2035	G	21	25 mrt
2008	FE	22	23 mrt	2036	FE	2	13 apr.
2009	D	3	12 apr.	2037	D	13	5 apr.
2010	C	14	4 apr.	2038	C	24	25 apr.





Detail (digitaal ingekleurd) van een foto uit 1963.

De wijzerplaten voor Mercurius en Venus (2) ontbreken nog.

Dit geldt ook voor de wijzerplaat, die de sterrentijd (11) aangeeft.

Verder ontbreken nog de wijzer voor de tijdsverffening (10) en de paasdatum (24).

Hoewel het nauwelijks te zien is zijn de wijzerplaten voor het gulden getal (15) en de romeinse indictie (16) wel aanwezig.

Deze foto was van groot belang om de ontwikkelingen van de klok te kunnen dateren. Zie ook pagina 40.

In het model komen een zevental kettingwielen voor, die in verband met een afwijkend tand aantal niet door Meccano geleverd worden. Hieronder worden de ontwerpuitgangspunten beschreven, gebaseerd op een originele werktekening¹⁴ van Meccano.

Ketting 6 (t) schakels per inch

Aantal schakels = t

omtrek $O = t/6 \times 25,4 = 2 \times \pi \times r = dk \times \pi$

Kettingwioldiameter met kettingdikte: $dk = 2 \times r$

Kettingdikte = 0,036 inch = 0,91 mm (**Let op:** Maurits Sijnja gaat uit van 0,5mm kettingdikte)

Kettingwioldiameter gecorrigeerd (d_i) > $d_i = (dk - 0,91)$ mm (**Let op:** Maurits Sijnja ging uit van 0,5mm kettingdikte)

Tandhoogte = 0,078 inch x 25,4 = 1,98 mm

Buitendiameter ketting wiel $bd = d_i + (2 \times 1,98)$ mm

Kettingwioldikte: 1/16 inch x 25,4 = 1,6 mm (afgerond)

Rekenvoorbeeld voor een kettingwiel van **36 tanden**: $bd = 51,92$ mm (2.044 inch = vgl Meccano)

Volgens eigen berekening:

36 tanden: $36/6 \times 25,4 = 152,4 = 2 \times \pi \times r > r = 24,25$ mm > $dk = 48,50$ mm > $d_i = (48,50 - 0,91) = 47,59$ > $bd = 47,59 + 3,96 = 51,55$ mm

56 tanden: $56/6 \times 25,4 = 237,06 = 2 \times \pi \times r > r = 37,73$ mm > $dk = 75,46$ mm > $d_i = (75,46 - 0,91) = 74,55$ > $bd = 74,55 + 3,96 = 78,51$ mm (79,20 vgl Meccano)

Kettingwielen zoals toegepast in het model:

11 tanden: $11/6 \times 25,4 = 46,57 = 2 \times \pi \times r > r = 7,41$ mm > $dk = 14,82$ mm > $d_i = (14,82 - 0,91) = 13,91$ > $bd = 13,91 + 3,96 = 17,87$ mm

16 tanden: $16/6 \times 25,4 = 67,73 = 2 \times \pi \times r > r = 10,78$ mm > $dk = 21,56$ mm > $d_i = (21,56 - 0,91) = 20,65$ > $bd = 20,65 + 3,96 = 24,61$ mm

19 tanden: $19/6 \times 25,4 = 80,43 = 2 \times \pi \times r > r = 12,80$ mm > $dk = 25,60$ mm > $d_i = (25,60 - 0,91) = 24,69$ > $bd = 24,69 + 3,96 = 28,65$ mm

26 tanden: $26/6 \times 25,4 = 110,07 = 2 \times \pi \times r > r = 17,52$ mm > $dk = 35,04$ mm > $d_i = (35,04 - 0,91) = 34,13$ > $bd = 34,13 + 3,96 = 38,09$ mm

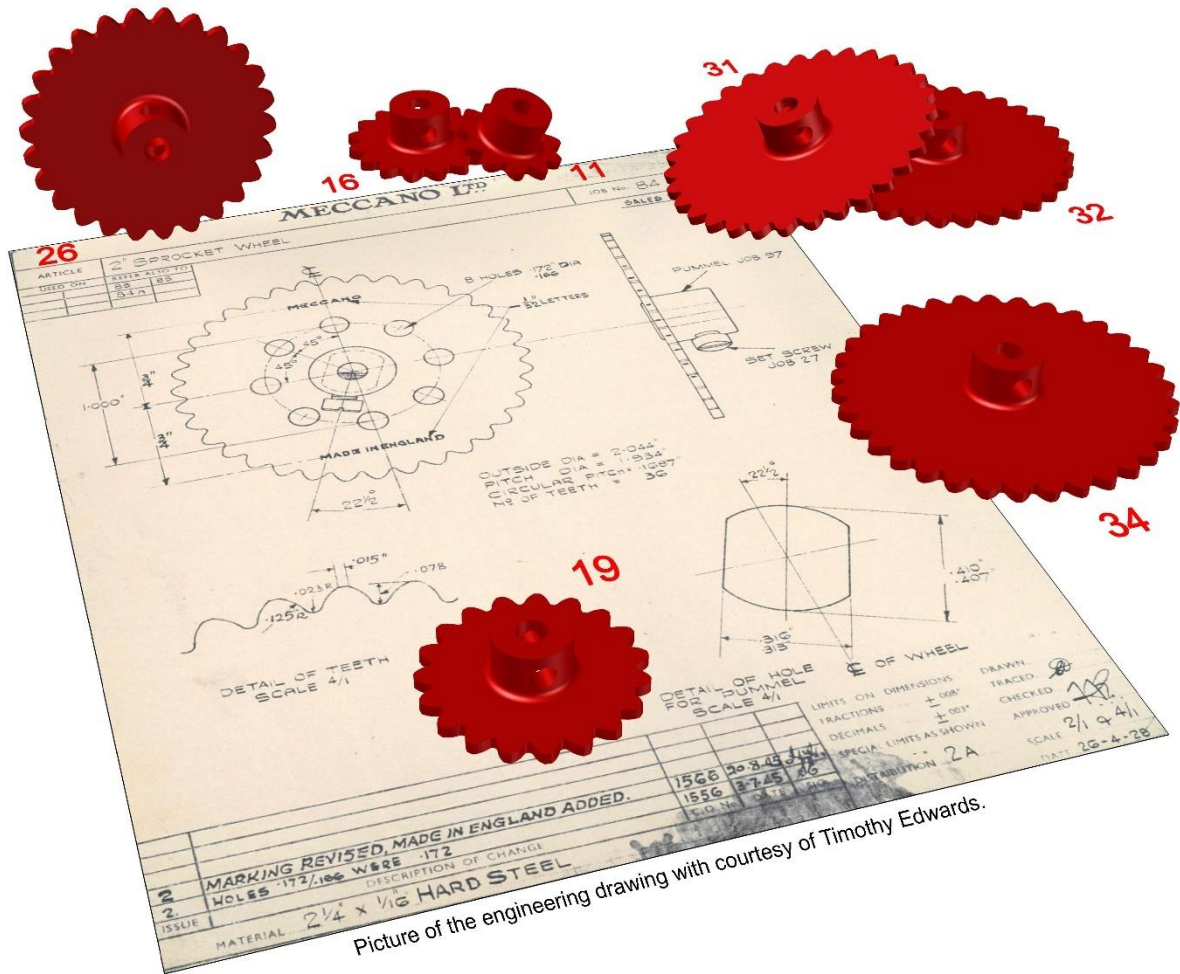
31 tanden: $31/6 \times 25,4 = 131,23 = 2 \times \pi \times r > r = 20,89$ mm > $dk = 41,78$ mm > $d_i = (41,78 - 0,91) = 40,87$ > $bd = 40,87 + 3,96 = 44,83$ mm

32 tanden: $32/6 \times 25,4 = 135,47 = 2 \times \pi \times r > r = 21,56$ mm > $dk = 43,12$ mm > $d_i = (43,12 - 0,91) = 42,21$ > $bd = 42,21 + 3,96 = 46,17$ mm

34 tanden: $34/6 \times 25,4 = 143,93 = 2 \times \pi \times r > r = 22,91$ mm > $dk = 45,81$ mm > $d_i = (45,81 - 0,91) = 44,90$ > $bd = 44,90 + 3,96 = 48,86$ mm

Op basis van deze gegevens kunt u nu uw eigen kettingwielen maken.

¹⁴ Zie <https://www.meccanoindex.co.uk/Drawings/Scans/00084.jpg>



Picture of the engineering drawing with courtesy of Timothy Edwards.

U kunt de kettingwielen ook laten printen door het team van [Meccano kinematics](https://www.meccano-kinematics.com/). Uitvoering in ABS, schroefdraad 5/32 BSW (British Standard Whitworth).

Meccano Monumenten

Meccano modellen gezocht

Wellicht kent u Meccano modellen, die meer aandacht verdienen in de vorm van een modelbeschrijving? Het moet om modellen gaan, die nimmer zijn beschreven of gepubliceerd en die vanwege hun aard en/of hun complexiteit interessant kunnen zijn voor de Meccano gemeenschap.

Neem contact op met de auteur van Meccano Monumenten, indien u een model kunt aandragen.

