



VRIJ TECHNISCH INSTITUUT St. ALOYSIUS
PAPEBRUGSTRAAT8A
8820 TORHOUT

Industriële Wetenschappen

Operationeel maken van de telescoop

Naam leerlingen:

De Roo	Tom
Hardy	Ward
Mergaert	Joris
Samaey	Bart
Steen	Thibault
Tavernier	Axel
Vande Velde	Robin
Vanhoutte	Matthias
Vanthorre	Arne
Van Wassenhove	Gill
Verscheure	Floris

Mentors:

Verhaeghe Dirk
Hemeryck Paul
De Laere Miranda

Inhoud

1	Voorwoord.....	10
2	Doel.....	12
3	Wat zijn de kwaliteitsbepalende factoren voor het beeld	12
3.1	Locatie & temperatuur	13
3.2	Locatie object tegen over de hemel	13
3.3	Instellingen camera/webcam	17
3.4	Beginnen met astrofotografie	17
4	Astronomie	18
4.1	Vakgebieden binnen de astronomie	18
4.2	Wat is precies het verschil tussen <i>astrologie</i> en <i>astronomie</i> ?	19
4.3	Enkele begrippen.....	20
4.3.1	Planeet.....	20
4.3.2	De levenscyclus van een ster:.....	21
4.3.3	De zon	22
4.3.4	De maan.....	23
4.3.5	Planetoïde, astroïde en astroïdengordel.....	24
4.3.6	Roodverschuiving en blauwverschuiving	24
4.3.7	Komeet	25
4.3.8	Meteoroïden.....	25
4.3.9	Meteoor, vallende ster en meteoriet.....	25
4.3.10	Poollicht.....	26
4.3.11	Zwart gat.....	26
4.3.12	Hubble	27
4.3.13	Donkere materie.....	28
4.3.14	Donkere energie	29
4.3.15	Sterrenstelsel.....	30
4.4	Expansie van het heelal	31
4.5	Samenstelling van het heelal.....	33
4.6	Sterrenkaart.....	34
4.7	De planeten	36
5	Soorten kijkers.....	37
5.1	Het menselijk oog.....	37
5.1.1	Inleiding	37

5.1.2	Beschrijving van het oog.....	37
5.1.3	Het accommodatievermogen.....	38
5.1.4	Dieptezicht.....	39
5.1.5	Hoe komt het dat je na een tijdje beter in het donker ziet dan in het begin?	39
5.1.6	De gebreken aan het oog	39
5.2	Spiegelkijker	41
5.2.1	Voordelen van een spiegeltelescoop	44
5.2.2	Nadelen van een spiegeltelescoop.....	44
5.3	Lenzentelescoop.....	45
5.4	Microscop.....	46
6	Soorten spiegels	46
6.1	Wat is licht	46
6.2	De vlakke spiegel	47
6.2.1	Terugkaatsing	47
6.2.2	Hoek van inval	47
6.3	De holle spiegel	48
6.3.1	Kenmerken van de holle spiegel.....	48
6.3.2	Beeldvorming bij holle spiegels	49
6.3.3	Het brandpunt	51
6.4	De bolle spiegel	51
6.5	De parabolische spiegel.....	52
6.5.1	Toepassing met geogebra	54
7	Collimeren van de spiegels	55
7.1	Inleiding	55
7.2	Aankomst in Gent.....	55
7.3	Telescopen van Ugent	55
7.4	Instellen van de spiegels.....	55
7.5	Collimeren van een Newtontelescoop	56
8	Studie van lassympelen	57
8.1	Onze lassympelen.....	57
8.2	Andere lassympelen	59
9	Keuzemogelijkheid aantal kijkbuizen:	61
9.1	Eén kijkbuis:.....	61
9.2	Twee kijkbuizen	63

9.3	Drie kijkbuizen	66
9.4	Besluit	66
10	Soorten montering	67
10.1	Azimutale montering	67
10.2	Parallactische montering	68
10.3	Varianten op de parallactische montering	69
11	Onderstel telescoop	72
11.1	Inleiding	73
11.2	Bestaande ontwerpen	74
11.3	Eigen ontwerpen	77
11.4	Voetstuk	79
11.4.1	Veranderingen tijdens ontwerpen	80
11.4.2	Lassing	80
11.4.3	Tekeningen:	80
11.5	Lagers	81
11.5.1	Soorten lagers	81
11.5.2	Onze lagers	81
11.6	Voetjes	83
11.6.1	Graden instellen voet.	83
11.6.2	Stabiliteit	85
11.7	Hoofdas	86
11.7.1	Tekeningen	87
11.8	Vork	89
11.8.1	Inleiding	89
11.8.2	Tekeningen	89
11.9	Drager	91
11.9.1	Inleiding	91
11.9.2	1 ^{ste} ontwerp:	91
11.9.3	2 ^{de} ontwerp:	95
11.9.4	Tekeningen	97
11.10	Eigenschappen onderstel	99
12	Reductiekast	101
12.1	inleiding	102
12.2	Proefopstelling	104

12.2.1	Doel van de meting.....	104
12.2.2	Benodigdheden	104
12.2.3	Meetopstelling.....	104
12.2.4	Voorberekening.....	105
12.2.5	Meetresultaten.....	106
12.2.6	Berekeningen.....	107
12.2.7	Vaststellingen en besluiten	107
12.3	Maken van alle stukken.....	108
12.4	Gewichtsbesparingen	109
12.5	Theoretische Overbrengingsverhouding	116
12.6	Praktische overbrengingsverhouding.....	118
12.6.1	Inleiding	118
12.6.2	Opstelling.....	118
12.6.3	Meting	119
12.6.4	Schema's.....	120
12.6.5	de frequentieomvormer instellingen	122
12.6.6	Meetresultaten.....	127
12.6.7	Besluit	127
12.6.8	Bijlages.....	128
12.7	Kostprijs berekening.....	131
12.8	Tekeningen	133
13	De koepel.....	135
13.1	Het doel	136
13.2	Onze problemen	136
13.3	Het eerste idee	137
13.4	Het tweede idee	137
13.5	Het derde idee.....	138
13.6	Het vierde idee	138
13.6.1	Het onderstel.....	139
13.6.2	Het verbindingsstuk.....	139
13.6.3	De koepel.....	141
13.6.4	De werking van het deksel	141
13.6.5	Profielen testen.	142
13.7	Waar plaatsen we de koepel?	143

13.8	Kooi van Faraday	143
13.9	Kostenberekening & materialen	144
13.10	Tekeningen	146
14	Elektronica.....	147
14.1	Onderdelen van de elektriciteitskast	148
14.1.1	De microcontroller	148
14.1.2	Voeding.....	149
14.1.3	Beltransformator	150
14.1.4	De spanningsstabilisator.....	151
14.1.5	H-bruggen	152
14.1.6	Problemen en oplossingen	154
14.1.7	Testen van de H-bruggen	155
14.2	Normen in verband met de elektriciteit.....	156
14.2.1	Noodstop	156
14.3	Beveiliging tegen overbelasting	156
14.3.1	Overstroombeveiliging	156
14.3.2	De aardlekschakelaar	157
14.3.3	Adereindhulzen	158
14.3.4	Dikte van de kabels.....	158
14.3.5	Aarding	158
14.4	Flowcode programma	159
14.4.1	De stappenmotor	162
14.4.2	Motor direct draaien	166
14.4.3	twee motoren en vier drukknoppen	166
14.4.4	Controleren van de geprogrammeerde tijd	170
14.5	Kostprijs	171
15	Motor.....	172
15.1	Inleiding	172
15.2	Keuze van de motoren	172
15.3	opbouw van een stappenmotor	172
15.3.1	Meting op de stappenmotor	173
15.4	Soorten stappenmotoren	174
15.4.1	Voordelen	174
15.4.2	Nadelen	174

15.4.3	Toepassingen	174
15.4.4	De werking van een PM-stappenmotor	175
15.4.5	Half step, Full step en microstepping	175
15.5	De PM-stappenmotor	176
15.6	De stappenmotor met variabele reluctance	176
15.7	De hybride stappenmotor	177
15.8	Vergelijkingstabel tussen 3 stappenmotoren	178
15.9	Benaming van de stappenmotoren	178
16	Astrofotografie	179
16.1	Wat is een camera?	179
16.2	Begrippen uit de fotografie	179
16.2.1	De belichtings- of sluitertijd	179
16.2.2	Bulb (fotografie)	179
16.2.3	Diafragma	179
16.2.4	Witbalans/kleurentemperatuur	180
16.2.5	Lichtgevoeligheid (ISO)	180
16.2.6	Barlowlens	180
16.2.7	Zoeker	180
16.2.8	Objectief	180
16.2.9	Pixel	181
16.3	Sensoren	181
16.3.1	Wat is een sensor?	181
16.3.2	Soorten sensoren	182
16.3.3	Software-interpolatie voor kleurweergave	184
16.4	Eerste camera-idee	185
16.5	Tweede camera-idee	187
16.5.1	Een gewone afstandsbediening (niet programmeerbaar)	187
16.5.2	Programmeerbare afstandbediening	187
16.6	Fotograferen vanaf de computer met DSLR (via USB-verbinding)	188
16.7	Webcam of spiegelreflexcamera?	190
16.7.1	Prijs	190
16.7.2	Kwaliteit	190
16.7.3	Besluit	191
16.7.4	Welke webcam?	191

16.8	Bewerken van de gemaakte beelden	192
16.8.1	Software	192
16.9	Volgen van een planeet.....	196
17	De Website www.gip6iw.be	197
17.1	Inleiding	198
17.2	Fillazilla	198
17.2.1	Website gegevens in bezit krijgen	198
17.2.2	Aanpassen website.....	199
17.2.3	Aangepaste website online brengen	199
17.3	Indeling website	200
17.3.1	Opbouw startpagina.....	201
17.3.2	Nieuws	201
17.3.3	GIP's	202
17.3.4	Foto's	203
17.3.5	Zoeken	203
17.3.6	Gastenboek.....	204
17.3.7	Contact	204
17.3.8	Links	204
17.3.9	Archief	204
18	Website Telescoop en koepel	205
18.1	Inleiding	206
18.2	Indeling website	206
18.2.1	startpagina.....	207
18.2.2	Nieuws	208
18.2.3	Groepen.....	208
18.2.4	Foto's	208
18.2.5	Links	208
18.2.6	Contact	208
18.2.7	Tips	208
19	Dankwoord	209
20	Bronvermelding.....	210

1 Voorwoord

We're a very motivated group of students in our last year of industrial sciences. We chose to take charge of the design and construction of the telescope. When Mr. Verhaeghe came up with the idea of further developing and intensifying the telescope that has been started by the class of industrial sciences 2010, we knew that wouldn't be easy. After five years of theory we finally got the chance to apply them in practice. We will also learn to communicate with the people in the workshop, work together with them and with each other. On the basis of what we have learned through the years, we will try to bring our final project to a successful end.

We've decided to split up in smaller groups and each group will have its own task. So we have decided to make four groups: the frame, the electronics, the reduction gear and the dome. At the end, we hope to fit all the parts together.



KLAS 614



De Roo Tom



Hardy Ward



Mergaert Joris



Samaey Bart



Steen Thibault



Tavernier Axel



Vande Velde Robin



Vanhoutte Matthias



Vanthorre Arne



Van Wassenhove Gill



Verscheure Floris

2 Doel

Omdat de spiegels en de twee kijkbuizen reeds gerealiseerd werden door het IW 2010 hadden wij de opdracht gekregen een passend frame te ontwerpen die gebruiksvriendelijk moest zijn en die aan de voorwaarden moest voldoen om elektrisch bestuurd te kunnen worden. Ook moesten er twee reductiekasten kunnen gemonteerd worden op het frame van de telescoop. Omdat het toerental van de motoren veel te groot is om de kijker buizen te kunnen positioneren, hebben we een grote overbrengingsverhouding nodig. dit realiseren we door middel van een reductiekast. Naast deze reductiekasten zou het onderstel ook de mogelijkheid moeten bieden om twee kijkbuizen te dragen. Er werd ons ook gevraagd dat de telescoop makkelijk demonteerbaar zou zijn.(in verband met mobiliteit. Om onze telescoop te beschermen tegen weer en wind moest er een koepel ontworpen worden.

3 Wat zijn de kwaliteitsbepalende factoren voor het beeld

Voor een goed beeld te bekomen is er meer dan een goeie camera nodig. Want er zijn zoveel verschillende factoren die een invloed geven op de kwaliteit van je beeld. Het zicht is daardoor ook één van de grootste problemen bij astronomische waarnemingen vanaf de aarde dit door de atmosferische storingen. De belangrijkste van deze invloedsfactoren zullen wij in dit stuk bespreken en daaruit zullen wij onze besluiten en nog belangrijker, onze beslissingen nemen.

De gebruikelijke maat voor het astronomisch zicht is de diameter van de zichtcirkel, dit is het schijfje dat de telescoop vormt van een voorwerpspunt. Als diameter wordt gewoonlijk de diameter genomen waarop de intensiteit de helft van de maximale waarde heeft.

Deze diameter is een maat voor de best bereikbare hoekresolutie die haalbaar is met een telescoop bij een lange belichtingstijd. Hij komt overeen met de diameter van het onscherpe schijfje dat men ziet wanneer men door de telescoop naar een verre ster kijkt. De grootte van dit schijfje wordt bepaald door de zichtcondities ten tijde van de waarneming.

Let wel op: 'goed' zicht wordt weergegeven door een kleinere getalwaarde, en een 'slecht' zicht door een grotere getalwaarde.

3.1 Locatie & temperatuur

De invloed van de locatie op een goed astronomisch zicht licht vooral aan een stabiele temperatuur op die locatie wat wijst op de invloedsfactor van de temperatuur. Daarom is de nabijheid van grote zeeën of oceanen een lust, want water heeft een grote warmtecapaciteit en dat zorgt voor een stabielere temperatuur. Maar er zijn nog enkele andere belangrijke invloeden van de locatie op het beeld.

Een van die belangrijke dingen aan de locatie is een ijle en droge lucht met zo veel mogelijk wolkeloze nachten. Dit vind men vooral op grotere hoogte, indien mogelijk zelf liefst boven de inversielaag met de wolken.

De geschikte locatie zou ook moeten uit de buurt van veel wind en luchtturbulentie moeten liggen. Want dit kan ook zorgen voor vervorming van je beeld.

De locatie zou ook zo ver mogelijk van de bebouwde wereld liggen. Dit omdat er daar dus minder stof in de lucht zou zitten. Maar ook voor lichtvervuiling die een grote inpakt kan geven op de kwaliteit van je beeld.

Uit deze feiten halen we het besluit dat vooral hooggelegen plaatsen op niet al te dicht bevolkte gebieden, en in niet ver van een oceaan gelegen het meest geschikt zijn om te gebruiken als locatie.

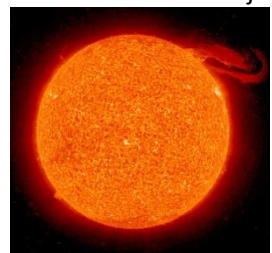
3.2 Locatie object tegen over de hemel

Het doel van onze GIP is natuurlijk het bekijken van hemellichamen. Als we het woord hemellichamen horen denken we natuurlijk aan de meest voor de hand liggende hemellichamen (maan, zon, poolster, mars...). Maar hoe en wanneer kunnen we deze hemellichamen bekijken en wat is er allemaal eigenlijk makkelijk te zien met een telescoop als deze van ons.

Eerste hemellichaam waar we aan denken is natuurlijk de maan. We zien de maan elke nacht en hij bevindt zich ook het dichtst bij de aarde. De maan is via het blote oog zeer goed zichtbaar maar de bedoeling is toch dat we via onze telescoop toch net dat ietsje meer zien.



Tweede voor de hand liggend hemellichaam is de zon. De zon zien wij als de oorzaak van alles en dat is natuurlijk voor ons ook zo. Om de zon te bekijken moeten we zo logisch als het is hem overdag bekijken. Er is natuurlijk een heel groot nadeel aan het bekijken van de zon. Om de zon via een telescoop te bezichtigen moeten we gebruik maken van een zonnefilter. Deze zonnefilters hebben wij niet in bezit en het is ook niet de bedoeling dat we deze op onze telescoop plaatsen. We zullen de zon dus nooit rechtstreeks kunnen bekijken met onze telescoop. Wel is de zon natuurlijk een super belangrijke factor in het bekijken van de maan of van andere planeten in ons zonnestelsel. De zon zorgt er namelijk voor dat zijn licht weerkaatst word op de planeet of maan en onze telescoop of oog binnentreed.



Onze derde hemellichamen die we kunnen bekijken via onze telescoop zijn de planeten in ons zonnestelsel.

- Mars

Met het blote oog is Mars goed te zien. Het is een grote oranje bol. Mars staat het dichtst bij de Aarde in de periode rond de oppositie, terwijl van conjunctie sprake is wanneer de twee planeten zich aan tegenovergestelde kanten van de zon bevinden. Mars is tijdens een conjunctie vanaf Aarde niet zichtbaar omdat hij op het oog dicht bij de zon staat. De gemiddelde synodische periode (de tijd tussen twee opposities of conjuncties van Mars) bedraagt 780 dagen. Vanwege de excentriciteit van de banen van de Aarde en Mars kan die periode 8,5 dagen afwijken.



De magnitude van Mars varieert meer dan die van de andere planeten. Tijdens een conjunctie is de magnitude +1,8, maar tijdens een oppositie kan deze oplopen tot -2,9, helderder dan alle andere planeten op Venus na. Dit verschil in helderheid komt doordat de banen van de Aarde en Mars dicht bij elkaar liggen, waardoor de afstand tussen de twee planeten erg varieert: in conjunctie staat Mars zeven keer zo ver van de Aarde vandaan als in oppositie. Het perihelium van Mars bevindt zich vanaf de Aarde gezien in het sterrenbeeld Waterman, opposities in het perihelium komen tweemaal per 32 jaar voor, met afwisselend 15 of 17 jaar ertussen. Tijdens zulke opposities staat Mars dicht bij de Aarde dan bij "normale" opposities (ongeveer twee keer zo dichtbij als tijdens een oppositie in het aphelium) en daarom is hij dan beter te zien.

Wanneer Mars dicht bij de oppositie komt, zal de planeet vanaf Aarde gezien een tijd lang in omgekeerde richting ten opzichte van de sterren bewegen; men noemt dit de oppositielus (retrograde). De oppositielus van Mars is groter dan die van andere buitenplaneten vanwege de kleinere afstand tot de Aarde.

Met kleine telescopen zijn tijdens de opposities van Mars lichtere en donkerdere gebieden te onderscheiden op de planeet, ook de poolkappen zijn te zien. Met sterkere amateurtelescopen zijn de twee maantjes van Mars ook te volgen.

Tijdens de oppositie van 27 augustus 2003 (om 9:51 uur UT) was Mars ongeveer 55.758.006 km van de Aarde verwijderd. Mars was toen maar drie dagen verwijderd van het perihelium in zijn baan. De laatste keer dat de twee planeten elkaar zo dicht naderden was op 12 september 57.617 v. Chr. in de Oude Steentijd; de volgende keer zal in 2287 zijn. Heel speciaal was dit niet omdat de afstand tot de Aarde maar weinig verschilt met die tijdens andere perihelische opposities. Vanwege veranderingen in de banen van Mars en de Aarde zullen er vaker dit soort momenten komen: tot het jaar 4000 zullen de Aarde en Mars elkaar 22 keer dicht naderen dan in 2003.

- Venus

Doordat Venus een binnenplaneet is, een planeet die zich dichterbij de zon bevindt dan de Aarde, is ze aan de hemel altijd in de buurt van de Zon te vinden, om precies te zijn nooit verder dan 47° bij de zon vandaan. Daardoor is Venus alleen 's avonds na zonsondergang en 's ochtends voor zonsopkomst te zien. Elke 584 dagen haalt Venus de Aarde vanaf de zon gezien in, waarbij ze aan de andere kant van de zon komt te staan en daardoor van Avondster naar Morgenster verandert.



In tegenstelling tot de andere binnenplaneet, Mercurius, die vaak lastig te vinden is, is Venus vanwege haar grote helderheid vaak het opvallendste object aan de hemel. De schijnbare magnitude van de planeet varieert tussen de -3,8 en -4,6. Hoewel met moeite, is het zelfs mogelijk om Venus overdag te zien. Vanwege de grote helderheid wordt Venus vaak als een vliegtuig of zelfs een UFO aangezien. In periodes waarin de planeet goed zichtbaar is stijgt het aantal UFO-meldingen.

Tijdens haar schijnbare omloopbaan om de zon verandert de afstand tot de Aarde aanzienlijk en vertoont Venus net als de maan fases. Wanneer de planeet vanaf de Aarde gezien aan de andere kant van de zon staat is haar verlichte zijde naar de Aarde toe gericht en lijkt ze "vol", maar haar schijnbare diameter is dan op zijn kleinst. Als ze tussen de zon en de Aarde in staat is haar donkere zijde naar de Aarde toe gericht maar is haar schijnbare diameter vanaf de Aarde gezien het grootst. In tegenstelling tot de maan, die tijdens Nieuwe Maan geheel donker is, is van Venus wanneer ze precies tussen de zon en Aarde instaat een ringvormige halo te zien. Dit komt doordat Venus in tegenstelling tot de maan een dichte atmosfeer heeft, waarin door lichtbreking het licht iets verder verspreid wordt dan de verlichte helft van de planeet.

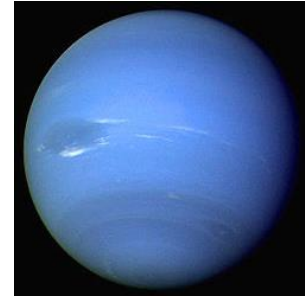
- Uranus

Met het blote oog is Uranus net niet te zien, alleen als hij in oppositie staat, onder zeer gunstige omstandigheden en als bekend is waar gezocht moet worden komt de helderheid in de buurt van de grens van wat nog met het blote oog gezien kan worden. Met een gewone verrekijker is Uranus wel te zien als een zwak "sterretje", maar zelfs met een grote telescoop blijft Uranus niet meer dan een groenachtig schijfje. Uranus was in de oudheid dan ook niet bekend. Het is de eerste planeet die sinds de uitvinding in de 16e eeuw van de telescoop is ontdekt.



- Neptunus

Neptunus is niet met het blote oog te zien, door zijn grote afstand van de zon is hij niet helder genoeg. Met een verrekijker en een zoekkaartje is Neptunus wel te vinden. Om hem als blauw schijfje te kunnen zien is een redelijk grote telescoop vereist. Met een telescoop was de planeet tot 2012 in het sterrenbeeld Steenbok zichtbaar als een blauwgroene schijf die veel gelijkenis met Uranus vertoont.



- Jupiter

Vanaf de Aarde is Jupiter vaak met het blote oog zichtbaar als een helder hemellichaam. Na de zon, de maan en Venus is Jupiter het helderste object aan de hemel. Alleen als Jupiter ten opzichte van de aarde achter de zon staat is het waarnemen er van niet mogelijk.



- Saturnus

Saturnus is met het blote oog zichtbaar als een helder hemellichaam. De ringen zijn niet met het blote oog te zien, met een verrekijker is wel te zien dat Saturnus niet cirkelvormig is. Een kleine telescoop laat de ringen al goed zien. De scheidingen tussen de ringen worden wel gebruikt om de kwaliteit van telescopen te testen. De zichtbaarheid van de ringen varieert overigens met de hoek waaronder wij ze vanaf de aarde zien. Als de aarde precies in het vlak van de ringen staat kijken we precies op de rand en zijn ze zo goed als onzichtbaar.



Poolster

Bijna exact in het verlengde van de lengteas van de aarde staat een ster die we de "Poolster" noemen. Door de ligging van deze ster verplaatst deze ster zich niet gedurende de dag-, of jaarbeweging van de aarde, maar blijft altijd op dezelfde plaats in het Noorden aan de hemel te zien. Het lijkt of alle andere sterren gedurende de dag beweging van de Aarde in cirkels rondom de poolster heen draaien. De poolster is dus ook zeer makkelijk waar te nemen.



3.3 Instellingen camera/webcam

Het fotograferen van hemellichamen lukt al met een gewone digitale camera. Ook van de maan kunt u zo een prima foto maken. Maar wanneer je zult proberen foto's te trekken van bijvoorbeeld mars is het al veel moeilijker. Bij astrofotografie gelden namelijk andere voorwaarden dan het fotograferen van normale objecten als een foto van je klas of een foto tijdens het voetballen. Er komt meer bij kijken. Bij astrofotografie is bijvoorbeeld veel minder licht voorhanden waardoor een langere sluitertijd nodig is. En omdat hemellichamen bewegen ten opzichte van de aarde, dient de apparatuur goed op elkaar afgesteld te zijn. Een goede voorbereiding strekt dan ook tot de aanbevelingen.



3.4 Beginnen met astrofotografie

Bij astrofotografie krijgt u te maken met lange(re) sluitertijden, dit omdat sterren en nevels lichtzwak zijn. Sluitertijden lopen in fracties van een seconde, tot enkele uren op zijn langst. Hoe langer de sluitertijd, hoe groter de lichtinval. Het instellen bij astrofotografie gebeurt over het algemeen handmatig. Hiervoor heeft u een (digitale) spiegelreflexcamera nodig of een betere compactcamera. Hiermee kunt u de gewenste belichtingstijden handmatig instellen.

Omdat Astrofotografie in het begin een kwestie is van trial en error, zult u uw instellingen een aantal maal moeten proberen voordat u een goede foto maakt. Het is dus handiger om digitaal te werken. Bij digitale fotografie ziet u immers direct resultaat. Bovendien kunt u de foto's bewerken met uw pc.

Verder moet je ook proberen om een donkere plek te zoeken. Als wilt astrofotografen in een stad, is het raadzaam eerst een stuk de bebouwde kom uit te fietsen. In België is het dan ook moeilijk om foto's te trekken want we kunnen België zien als één grote stad. Het is beter om foto's te trekken in landen als Polen, Noorwegen,... het is er minder dicht bevolkt en dus ook minder lichtpollutie.

Om te fotograferen van hemellichamen voldoet je camera best aan volgende kwaliteiten:

- de afstand moet handmatig in te stellen zijn op oneindig
- de sluitertijd (belichtingstijd) moet op 'B' gezet kunnen worden; hiermee bepaalt u zelf de duur van de belichting (als u dat niet heeft, zet u uw camera dan op de nachtstand)
- uw camera heeft een statiefaansluiting
- op de ontspanknop moet u een draadontspanner kunnen monteren
- Een webcam heeft ook een heel handige prijs-kwaliteit niveau.

4 Astronomie

Astronomie of sterrenkunde is de wetenschap die zich bezighoudt met de observatie en verklaring van alle voorwerpen en gebeurtenissen buiten de atmosfeer van de aarde.

De afkomst van het woord 'astronomie' vertelt ook al heel veel over de geschiedenis van deze wetenschap. Zo is astronomie wellicht één van de eerste wetenschappen die door de mens werd beoefend. Vrijwel alle oude volkeren hebben zich doorheen de geschiedenis beziggehouden met het bestuderen van de objecten en fenomenen aan de nachtelijke hemel, omdat men deze informatie ook kon gebruiken voor navigatie en landbouw. In veel culturen werden de objecten aan de sterrenhemel ook geassocieerd met goddelijke zaken. De astronomie werd in deze tijden dan ook beperkt tot het waarnemen van objecten die men met het blote oog kon zien. De astronomie zou uiteindelijk een enorme sprong voorwaarts maken toen de mens in de renaissance de telescoop uitvond en hierdoor een beeld kreeg van zijn plaats in het universum. Wat hierop volgde was een aaneenschakeling van ontdekkingen die ervoor zorgden dat astronomie vandaag de dag nog steeds een zeer boeiende en evoluerende wetenschap is. Doorheen de geschiedenis zijn er ook tal van personen geweest die een zeer belangrijke rol hebben gespeeld binnen deze wetenschap.



4.1 Vakgebieden binnen de astronomie

Een belangrijk vakgebied binnen de moderne astronomie is de astrofysica. Dit is een tak binnen de natuurkunde (fysica) die de processen, die zich afspelen in de kosmos, probeert te achterhalen en te verklaren aan de hand van natuurkundige wetten. Dit is dan ook de reden waarom veel astronomen een stevige achtergrond hebben in fysica en wiskunde. Een andere tak binnen de astronomie is de kosmologie. Dit is de wetenschap die de globale structuur en de evolutie van het heelal bestudeert. Zo zijn de oerknal, het uitdijen van het heelal of de studie van donkere materie maar enkele aspecten en inzichten binnen de kosmologie. Astrochemie is dan weer het vakgebied dat onderzoek verricht naar de scheikunde en de chemische reacties die optreden in het universum en de daaruit gevormde verbindingen en ionen. Dit is dan ook het overlappingsgebied tussen scheikunde en astronomie. De wetenschap die zich dan weer bezighoudt met de studie van de planeten, manen en kometen noemt men planetologie. In dit vakgebied combineert men elementen vanuit de astronomie en de aardwetenschappen. Het jongste vakgebied binnen de astronomie is de astrobiologie (ook wel exobiologie genoemd).

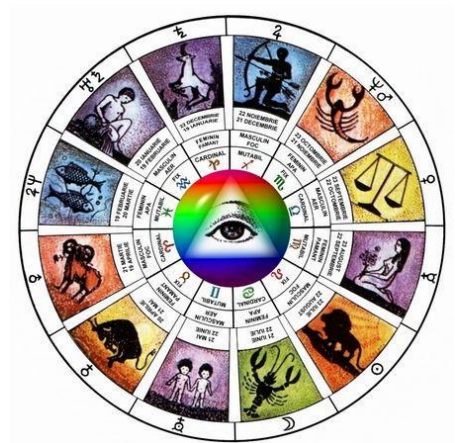


De astrobiologie, die ontstaan is uit de sterrenkunde, biologie, scheikunde en natuurkunde, bestudeert het ontstaan van leven in het universum. Astrobiologen zijn dan ook constant op zoek naar antwoorden op vragen als “waar komt het leven vandaan?” of “hoe evolueren elementaire bouwstenen tot een organisme?”. Kortom: astronomie is dus veel meer dan het waarnemen van de sterren of het volgen van de bewegingen van de planeten.

4.2 Wat is precies het verschil tussen *astrologie* en *astronomie*?

Astronomie is de wetenschap die ook wel *sterrenkunde* genoemd wordt. Een *astronoom* bestudeert het heelal, de melkwegstelsels, de sterrenstelsels, sterren, planeten, manen en dergelijke. Dat gebeurt aan universiteiten, instituten en bijvoorbeeld ook bij ruimtevaartorganisaties.

Astrologie is geen wetenschap, maar een vorm van waarzeggerij. Het is de benaming voor de leer die de samenhang tussen de stand van de hemellichamen (vooral planeten en sterren) en het leven op aarde beschrijft. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om het beschrijven of verklaren van iemands karakter en om het voorspellen van iemands toekomst en van grote wereldgebeurtenissen. Een *astroloog* kan bijvoorbeeld iemands horoscoop lezen aan de hand van zijn sterrenbeeld: zijn levensloop aflezen aan de stand van de sterren.

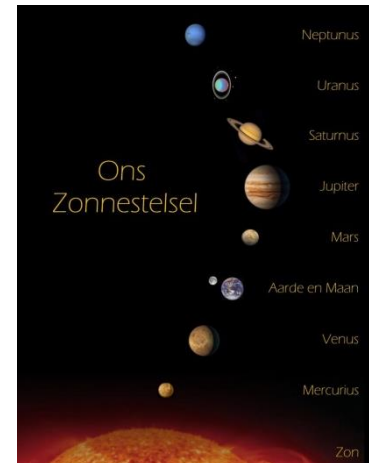


4.3 Enkele begrippen

4.3.1 Planeet

In ons zonnestelsel zijn er meerdere planeten aanwezig namelijk: Mercurius, Venus, Aarde, Mars, Jupiter Saturnus, Uranus en Neptunus. Niet ieder hemellichaam is een planeet, volgens de definitie zijn er drie voorwaarden voor nodig.

1. Bevindt zich in een baan rond de zon.
2. Heeft genoeg massa om met zijn eigen zwaartekracht de interne krachten van zijn eigen lichaam te overwinnen zodat daarmee een evenwicht bewerkstelling wordt (met andere woorden gedraagt zich als een vloeistof en is daardoor nagenoeg rond).
3. Heeft de omgeving van haar baan vrij gemaakt van andere objecten.



Er zijn er twee soorten planeten, namelijk gasplaneten en vaste planeten. De gasplaneten van ons zonnestelsel bevinden zich allemaal in de buitengebieden, voorbij Mars. Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus zijn reusachtig in vergelijking met de rotsplaneten meer in het midden, met een diameter die, in het geval van Jupiter, wel twaalf keer zo groot kan zijn als die van de Aarde. De gasplaneten Jupiter en Saturnus hebben een rotsachtige kern, daar omheen een mantel van vloeibaar metallisch waterstof, die het grootste deel van de planeet uitmaakt, gevolgd door een laag van moleculaire waterstof. Daar rond ligt dan een atmosfeer. De twee andere gasplaneten (Uranus en Neptunus) hebben eveneens een vaste kern maar de mantel van vloeibaar metallische waterstof ontbreekt er.

Bij de vorming van het zonnestelsel zou de afstand tussen de zon en allerlei lichamen die zich aan het vormen waren, een rol spelen. De vaste planeten, Mercurius, Venus, de Aarde en Mars, bewegen allemaal heel dicht om de zon. De samenstelling van bij dit soort planeten is heel anders in vergelijking met gasplaneten. De vijf aardachtige objecten in het binnenste deel van het zonnestelsel zijn opgebouwd uit de zwaarste materialen die in het jonge zonnestelsel rond de zon draaiden: metaal en steen. Over het algemeen ziet de structuur van deze planeten er dan ook redelijk eenvoudig uit: een metalen kern met daarrond een stenen mantel. Daarbovenop ligt de korst, de eigenlijke oppervlakte, die zowat van alles kan bevatten: steen en metaal van de planeet, door middel van vulkanisme aan de oppervlakte gebracht, gassen ontsnapt uit gesteenten, water en ijs.

4.3.2 De levenscyclus van een ster:

Alle sterren worden gevormd uit grote, koude en dichte interstellaire wolken (voornamelijk moleculaire waterstof). Elk gasdeeltje in zo'n wolk trekt andere deeltjes in haar omgeving aan waardoor een deel van de gaswolk samentrekt tot een gasbol. Doordat deze deeltjes steeds dichter op elkaar gaan zitten stijgt de temperatuur. Als de temperatuur in het centrum de 10 miljoen Kelvin overschrijdt, ontstaan er kernreacties (waterstofdeeltjes worden omgevormd tot heliumdeeltjes). De uit kernreacties geproduceerde energie zorgt er tevens voor dat de gasbol niet verder inkrimpt. De massa van de ster bepaalt de lengte van de cyclus, waarbij kleinere sterren langer leven.



Stervormende nevel

In dit kleine deel van de Adelaarsnevel ontstaan nieuwe sterren. De felle lichten zijn hete, jonge sterren. De nevel is een enorme wolk in één van de spiraalarmen van het melkwegstelsel.

Het einde van lichte sterren zoals de zon

Na verloop van tijd raakt de waterstofvoorraad op. De kern krimpt en de kernreacties zetten zich voort in een schil rondom de kern waar nog voldoende waterstof is. De buitenlagen zwellen geleidelijk op en de ster verandert in een rode reus. Ondertussen stijgt de temperatuur in de kern. Wanneer de temperatuur in de kern de 100 miljoen Kelvin heeft bereikt ontstaan er nieuwe kernreacties waarbij helium wordt omgezet in koolstof.

Na de vorming van koolstof in de kern, volgt opnieuw een fase van kernfusie in de schillen rondom de kern. Deze keer ondergaan naburige helium- en waterstoflagen afwisselend kernfusiereacties wat leidt tot een zeer onstabiele toestand waarbij de ster periodiek uitzet en terug inkrimpt.

Uiteindelijk zullen de buitenlagen van de ster worden weggeblazen, waardoor een planetaire nevel wordt gevormd.

Wat er van de ster overblijft, is de kern. De kern bestaat voor een groot deel uit de totale massa van de oorspronkelijke ster, maar omdat ze zo sterk is samengetrokken is zij vaak kleiner dan de Aarde.

Dit noemen we een witte dwerg.

Uiteindelijk zal zij uitdoven totdat we haar niet meer kunnen waarnemen.

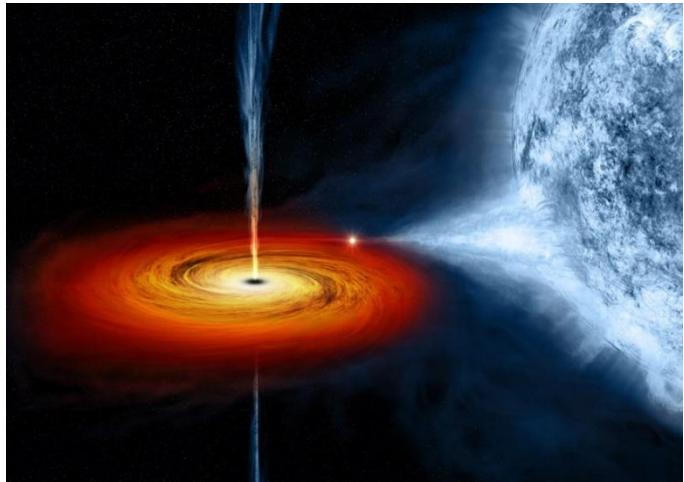


Het einde van zware sterren

Grote sterren met een zon massa van twee of meer stoppen niet met hun fusie bij koolstof. De atomen binnenin de ster fuseren hierna verder tot silicium. Tijdens dit proces is de ster een blauwe superreus of een rode superreus. Vervolgens fuseert ze verder tot ijzer. Hierna houdt het op. IJzerfusie kost energie en is dus geen energiebron. Op het moment dat het ijzer het stermateriaal domineert, implodeert de kern van de ster.

Hierdoor ontstaat een supernova. De implodeerde kern vormt een neutronenster. Neutronensterren zijn nog compacter dan witte dwergen.

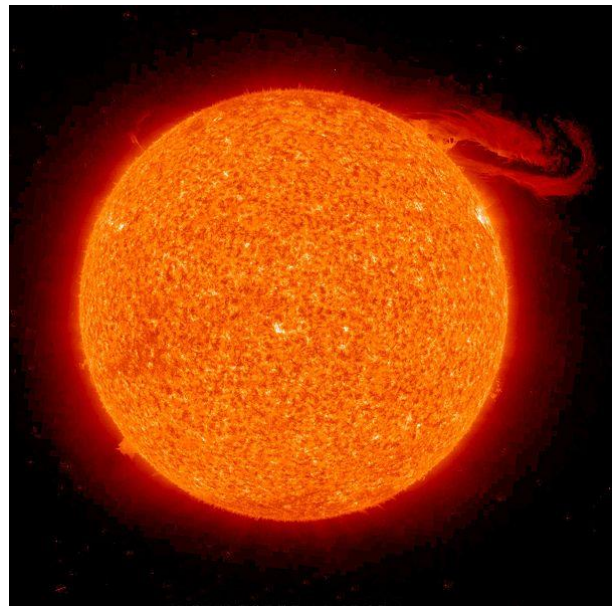
Het restant van een ster met een zon massa van acht of meer kan nog compacter worden. Zo compact, dat zelfs licht er niet uit kan ontsnappen. Er ontstaat een zwart gat.



4.3.3 De zon

De zon is de ster in het planetenstelsel waar de Aarde deel van uit maakt. Vanaf de Aarde gezien, is de zon het helderste object aan de hemel.

De zon is een gele dwerg, een ster uit de middelgrote klasse. Ze is met een massa van ongeveer 1989 quadriljoen ton verreweg het zwaarste object in ons zonnestelsel. De zon bevat 99,86% van de massa van ons volledige zonnestelsel. Deze massa bestaat voornamelijk uit waterstof, in de buitenste lagen ongeveer 70 procent. Het andere veelvoorkomende element is helium, ongeveer 28 procent. In het centrum van de zon, waar door kernfusie waterstof wordt omgezet in helium, is het gehalte aan waterstof vermoedelijk lager (35 procent) en dat aan helium hoger (63 procent).



4.3.4 De maan

Na de Aarde is de maan het hemellichaam waar we het meest van afweten. Al vele duizenden jaren nemen mensen de maan waar en maken ze er tekeningen van. Door het bestuderen van de maanfasen konden Griekse filosofen concluderen dat de Aarde rond is. Galilei ontdekte met zijn primitieve telescoop dat de maan bedekt is met kraters. Bovendien is het tot nu toe de enige wereld buiten de aarde waar al mensen zijn geweest.

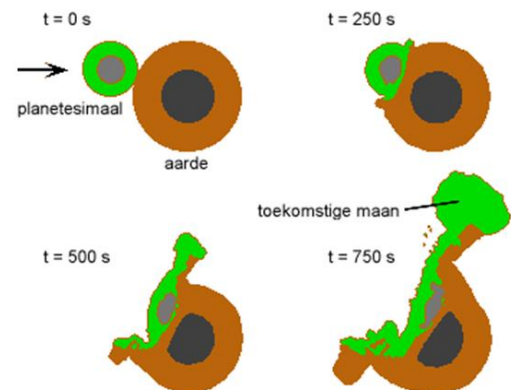


De maan draait in 27 dagen en 7 uur om de aarde, en in ongeveer dezelfde periode om haar eigen as. Daardoor keert zij altijd dezelfde kant naar de aarde. Dit heet een gekoppelde rotatie.

De sterren hebben een bepaalde helderheid. Ze worden ingedeeld in helderheidsgroepen. De helderste sterren hebben magnitude 0. Sterren die 2,5 maal zwakker zijn hebben magnitude 1. Sterren die nog eens 2,5 maal zwakker zijn hebben magnitude 2. Sterren die nog eens 2,5 maal zwakker zijn hebben magnitude 3. De magnitude-indeling loopt van -26 tot +24 (de zon is -26, volle maan is -13 en de poolster +2).

Hoewel manen bij planeten erg veel voorkomen, is onze maan toch een buitenbeentje. Ten eerste heeft geen van de vier andere terrestrische planeten een echte maan (de satellieten van Mars zijn wellicht ingevangen planetoïden). Ten tweede is de maan erg groot in vergelijking met haar planeet. Ten derde lijkt de samenstelling van de maan erg op die van de Aarde, maar is ze toch niet helemaal hetzelfde.

Vroeger waren er drie hypothesen over de vorming van de maan. Sommige wetenschappers dachten dat de maan oorspronkelijk een gewone planeet was, die door de Aarde was gevangen. Anderen vermoedden dat de Aarde en de maan samen waren ontstaan uit dezelfde stofschijf. Een derde mogelijkheid was dat de maan zich bij het ontstaan van de planeten uit de Aarde had losgescheurd onder invloed van de middelpuntvliedende kracht. Deze drie theorieën bleken echter niet meer houdbaar na de maanlandingen.



De theorie die momenteel de meeste aanhangers heeft, stelt dat de Maan is ontstaan nadat een komeet van ongeveer de grootte van Mars tegen de Aarde was gebotst. Ongeveer 4,5 miljard jaar geleden zou er een enorme inslag op de Aarde geweest zijn; deze inslag was een soort van schampschot. Dat zorgde ervoor dat de Aarde niet werd vernietigd, maar enkel een groot deel van haar buitenste mantel kwijtspeelde. Dit materiaal klonterde daarop langzaam samen om de Maan te vormen. Hoe groot de komeet was, waar hij vandaan kwam, onder welke hoek hij insloeg en hoe de inslag exact verliep staat nog ter discussie. Bovenstaande illustratie dient dus enkel als voorbeeld gezien te worden.

4.3.5 Planetoïde, astroïde en astroïdengordel

Rotsachtig lichaam, ook bekend als kleine planeet of planetoïde, dat om de zon draait. Er zijn er ondertussen ruim 300.000 bekend. De meeste bevinden zich in de astroïdengordel tussen Mars en Jupiter. De grootste zijn bijna 1000 km groot, maar de overgrote meerderheid is zo klein als stof. Die laatste zijn met een telescoop niet waarneembaar, maar ze komen veelvuldig als vallende sterren op Aarde. Het materiaal is soms ijs en soms steenachtig, ijzer- of nikkelhoudend.

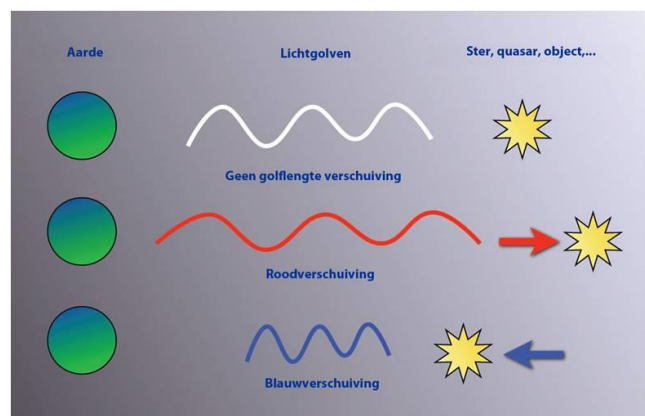


Aanvankelijk kende men alleen de planetoïden van de planetoïdengordel tussen Mars en Jupiter, waar men een planeet verwachtte. Deze planetoïden werden dan ook gezien als de restanten van een vroegere planeet die door een natuurramp uit elkaar gespat was. De totale massa van de planetoïden is echter slechts voldoende voor een lichaam met een diameter van de helft van die van de maan. Later vond men planetoïden die dicht langs de Aarde kwamen, zodat het idee ontstond dat ze ontstaan waren door een inslag op de maan.

Volgens de huidige inzichten bestaan de meeste planetoïden uit materiaal dat sinds de vorming van het Zonnestelsel niet heeft bijgedragen tot de vorming van een planeet vanwege de storende invloed van de aantrekkingskracht van de andere planeten. Andere planetoïden kunnen ingevangen zijn tijdens het passeren van het Zonnestelsel. Door bepaalde kenmerken van planetoïden, zoals het vlak waarin hun baan zich bevindt, denkt men te kunnen vaststellen of een planetoïde oorspronkelijk van het Zonnestelsel is, of ingevangen is uit een ander Zonnestelsel.

4.3.6 Roodverschuiving en blauwverschuiving

De donkere lijnen in het lichtspectrum van een bewegend object verschuiven. Verwijdert een sterrenstelsel zich, dan rekken de golflengten uit (roodverschuiving). Nadert het stelsel, dan worden de golflengten in elkaar gedrukt (blauwverschuivingen)



4.3.7 Komeet

Bij het ontstaan van het zonnestelsel, ongeveer 4.6 miljard jaar geleden werden grote hoeveelheden kometen gevormd. Kometen bestaan voornamelijk uit gruis en ijs. Ze bevinden zich vooral in de buitenste regionen van de zonnestelsel, buiten de omloopbaan van Neptunus. Tijdens de reis door het zonnestelsel, bijvoorbeeld binnen de baan van Mars, verdampt een deel van het ijs door de straling van de zon en verandert in gas. Dat gas wordt van de kern weggeduwd en vormt samen met stof een enorme ronde wolk, de coma geheten. De komeetstaarten bewegen zicht in tegengestelde richting van de zon van de coma af. Ze kunnen vele miljoenen kilometers lang worden.



Komeet Hale-Bopp

Deze komeet werd gezien in 1997. Hij was een 18-tal maanden zichtbaar. Zijn staart was 100 miljoen km lang. Hij keert terug in het jaar 4377.

4.3.8 Meteoroiden

Dit zijn kleinere brokstuk die zich in de ruimte bevinden.

4.3.9 Meteoor, vallende ster en meteoriet

Een meteoor is een stuk ruimtepuin, een brokstuk of stofdeeltje uit de wereldruimte die de aardbaan kruist. Bij binnendringen wordt dit door de wrijvingswarmte verhit, zodat een opgluwend spoor is te zien, ook wel "vallende ster" genoemd. De meeste meteoren verbranden geheel in de dampkring van grotere exemplaren kan een restant op aarde neerkomen. Dat restant noemen we dan een meteoriet.



Meteorietkrater

De Barringerkrater in de Amerikaanse staat Arizona ontstond rond 50.000 jaar geleden toen een massiever ijzer-nikkelmeteoriet met hoge snelheid insloeg.

4.3.10 Poollicht

Het poollicht is een lichtverschijnsel in de aardatmosfeer dat bij duisternis kan worden waargenomen. Men ziet het vooral op hoge geografische breedtes en dat betekent dat het verschijnsel vooral 's winters zichtbaar is. Andere namen zijn noorderlicht (aurora borealis) en zuiderlicht (aurora australis). Als het poollicht zich voordoet, zien we vaak een lichte gloed of is het licht zichtbaar als bewegende bogen, stralenbundels of gordijnen van licht en heel zelden is het zelfs vlammend. Soms staat aan de noordelijke horizon een boog waaruit de lichtstralen als zoeklichten omhoog schieten.

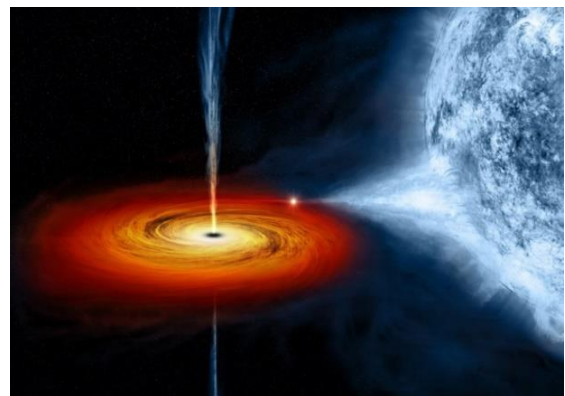


Het poollicht wordt veroorzaakt door de zonnewind. Deze zonnewind is vooral sterk bij uitbarstingen van (plasmawolken) op de zon, waarbij grote hoeveelheden geladen deeltjes het heelal in geslingerd worden. Als gevolg hiervan wordt het poollicht ook beter zichtbaar op de Aarde. Soms kan het dan ook als er voldoende uitbarstingen zijn dat het poollicht tot in Nederland zichtbaar is. Het aardmagnetisch veld zorgt ervoor dat de deeltjesstroom in de omgeving van de aarde wordt afgebogen en in de buurt van de Noord- en Zuidpool met verhoogde snelheid de atmosfeer binnendringt. De van de zon afkomstige deeltjes bevatten veel energie, die in de bovenste kilometers van de atmosfeer door botsingen wordt overgedragen op zuurstof- en stikstofatomen. Die energie komt uiteindelijk weer vrij en wordt op 80 tot 1000 kilometer hoogte uitgestraald in de vorm van het kleurrijke poollicht. Dit laatste werd pas in 1957 ontdekt, tijdens het Internationaal Geofysisch Jaar. De achterliggende theorie werd al eerder ontwikkeld en door metingen bewezen door Noorse ingenieur Kristian Birkeland (1867-1917). Deze theorie werd toen nog niet wetenschappelijk aanvaard. Maar sindsdien is er op grond van satellietmetingen een langzame paradigmaverschuiving gaande naar de plasmakosmologie.

4.3.11 Zwart gat

‘Wat zijn zwarte gaten?’. Volgens de algemene relativiteitstheorie is een zwart gat een gebied rond een zeer compacte massa waaruit niets, zelfs geen licht, kan ontsnappen. Rond een zwart gat is er een denkbeeldig oppervlak dat als grens optreedt: de waarnemingshorizon.

De moeilijkheid met het waarnemen van zwarte gaten in het heelal is dat ze geen licht kunnen uitstralen. Waarneming van deze hemellichamen is daardoor alleen indirect mogelijk, bijvoorbeeld door het gedrag van gas of sterren in de onmiddellijke nabijheid te bestuderen. Gas van een nabije ster wordt naar het zwarte gat getrokken en gaat er een baan omheen beschrijven, daarbij een zogenaamde accretieschijf (aangroeschijf) vormend. Doordat de materie aan de binnenkant van de schijf sneller draait dan de lagen die er wat meer vandaan liggen, ontstaat er wrijving. Deze wrijving veroorzaakt röntgenstraling, ook X-straling genoemd, die men kan waarnemen met een röntgentelescoop.

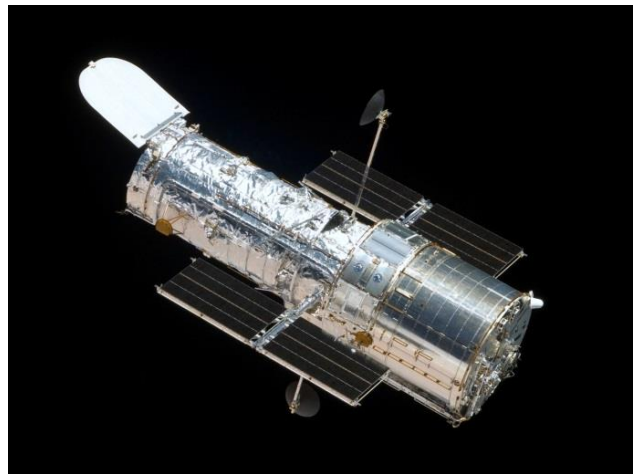


Vele zwarte gaten zijn overblijfselen van supernova-explosies bij het levenseinde van sterren. Sterren die veel zwaarder zijn dan de zon beëindigen hun leven met een zogenaamde supernova-explosie. Zo'n explosie is zo krachtig dat de ster gedurende korte tijd evenveel licht produceert als het hele sterrenstelsel waartoe het behoort. Tijdens dit proces kan de kern imploderen en zo compact worden dat die ontaardt tot een zwart gat. Vele sterrenstelsels, waaronder ons eigen Melkwegstelsel, bevatten in hun kern superzware zwarte gaten van enkele miljoenen zonnemassa's. Het is nog niet duidelijk of sterrenstelsels rond deze zwarte gaten zijn gevormd of dat eerst sterrenstelsels zijn ontstaan en zich daarin zwarte gaten hebben ontwikkeld. Wel zijn de sterrenstelsels die we nu waarnemen het gevolg van het samensmelten van kleinere sterrenstelsels, waardoor deze zwarte gaten konden uitgroeien tot hun huidige proporties.

4.3.12 Hubble

De Hubble-ruimtetelescoop (Hubble Space Telescope of HST) is het beroemdste – en waarschijnlijk het meest succesvolle – ruimteobservatorium ooit. De telescoop van elf ton werd in april 1990 door de Space Shuttle in een baan om de aarde van 570 kilometer hoog geplaatst. De HST draait elke 96 minuten rond onze planeet en heeft tot nu toe ongeveer vijf miljard kilometer gereisd.

Hubble heeft een enorme hoeveelheid wetenschappelijke gegevens teruggestuurd en ongelooflijk gedetailleerde beelden gemaakt van alle soorten objecten in de ruimte. In de herfst van 2009 had hij bijna 900.000 observaties gedaan en meer dan 570.000 foto's genomen van meer dan 29.000 objecten.



De HST is genoemd naar Edwin Hubble (1889–1953), een van de grote pioniers van de moderne astronomie. In zijn binnenste bevinden zich een primaire spiegel van 2,4 meter en vijf wetenschappelijke instrumenten die het heelal in infrarood, zichtbaar of ultraviolet licht bestuderen. Het licht dat door de grote spiegel wordt verzameld, wordt op een kleinere spiegel gereflecteerd en dan naar de instrumenten gestuurd. Dan worden de gegevens via een communicatiesatelliet naar de aarde gestuurd.

4.3.13 Donkere materie

Nu sterrenkundigen een goed beeld hebben van het ontstaan van sterren en planeten, van de levensloop van sterrenstelsels en zelfs van de geboorte van het heelal, zou je bijna het idee krijgen dat de kosmologie geen raadsels meer kent. Dat is echter zeker niet het geval. De twee grootste onopgeloste vraagstukken in de astronomie zijn de samenstelling van de donkere materie en de ware aard van de nog veel mysterieuzere donkere energie.

Donkere materie is materie waarvan het bestaan louter uit de waargenomen zwaartekrachtswerking wordt afgeleid. Al in de jaren dertig werd ontdekt dat clusters van sterrenstelsels zwaarder zijn dan ze eruit zien: als je de massa afleidt uit de gemeten bewegingssnelheden van de afzonderlijke sterrenstelsels, kom je op een veel hogere waarde uit dan wanneer je een schatting maakt op basis van de waargenomen straling van die stelsels. Anders gezegd: er moet veel materie in de cluster voorkomen die geen licht uitstraalt - donkere materie. In de jaren zeventig werd ontdekt dat voor individuele sterrenstelsels hetzelfde geldt.

Een klein deel van die donkere materie is uit gewone atomen opgebouwd. Het zou daarbij kunnen gaan om uitgedoofde dwergsterren, op drift geraakte planeten, koele en ijle gaswolken in de intergalactische ruimte, kleine zwarte gaten of wat dan ook. Maar het overgrote deel van de donkere materie in het heelal moet uit onbekende elementaire deeltjes bestaan. Daar wordt uitgebreid naar gezocht, onder andere in grote deeltjesversnellers, maar tot nu toe is de samenstelling van de donkere materie een onopgelost raadsel.

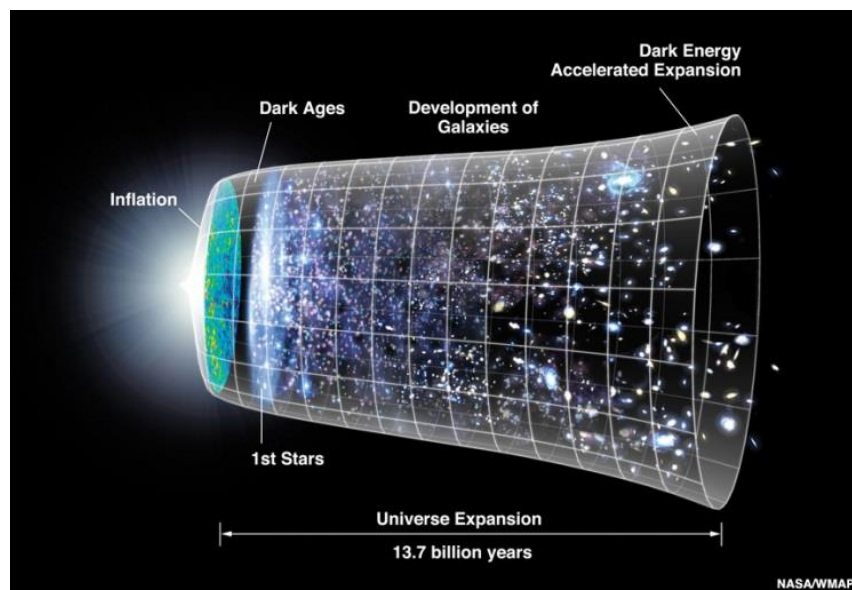
4.3.14 Donkere energie

Alsof dat niet al erg genoeg is, werd in 1998 ontdekt dat er in de kosmos ook mysterieuze donkere energie voorkomt. Metingen aan supernova-explosies in ver verwijderde sterrenstelsels laten zien dat de uitdijingsnelheid van het heelal sinds een paar miljard jaar aan het toenemen is, terwijl je op basis van de onderlinge zwaartekracht van alle sterrenstelsels juist een afname zou verwachten. Deze mysterieuze versnellende uitdijing wordt toegeschreven aan een al even onbegrepen 'vacuümenergie' van de lege ruimte, die zich manifesteert als een afstotende kracht.. Maar ook de ware aard van die donkere energie is een raadsel.

De ontdekking van de donkere energie bood overigens wel een oplossing voor de leeftijds crisis van het heelal: ooit leek het erop dat het heelal jonger was dan de oudste sterren die erin voorkomen, maar als er sprake is van een versnellende uitdijing, is de leeftijd van het heelal hoger dan je zou verwachten op basis van de huidige uitdijingsnelheid, waardoor de leeftijds crisis van het heelal wordt bezworen. De nieuwste metingen wijzen op een leeftijd van 13,7 miljard jaar.

Uit precisie metingen aan de ruimtelijke verdeling van sterrenstelsels, aan de kosmische achtergrondstraling en aan de zwaartekracht lenswerking van clusters is inmiddels een vrij nauwkeurig beeld naar voren gekomen van de materie- en energie-inhoud van de kosmos. Ongeveer 72 procent daarvan komt voor rekening van de donkere energie; slechts 28 procent van de totale inhoud van het heelal bestaat uit materie. Het grootste deel daarvan (24 procent van het totaal) is echter 'niet-baryonische' donkere materie: onbekende elementaire deeltjes die - afgezien van hun zwaartekracht - geen wisselwerking vertonen met 'gewone' materie.

Dat betekent dat slechts vier procent van de totale inhoud van het heelal uit de ons vertrouwde deeltjes is opgebouwd: protonen, neutronen en elektronen. Van die vier procent is overigens ongeveer driekwart ook onzichtbaar. De zichtbare sterren en sterrenstelsels die de afgelopen eeuwen door astronomen zijn bestudeerd, vertegenwoordigen dus slechts één procent van de totale inhoud van het heelal, en van 96 procent van die materie- en energie-inhoud is de ware aard onbekend.



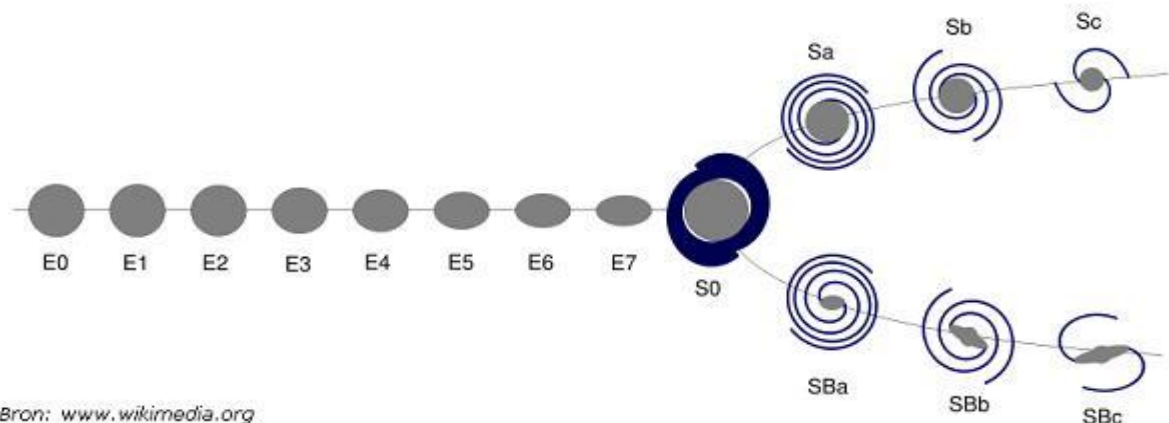
4.3.15 Sterrenstelsel

Het sterrenstelsel waarvan de Melkweg het sterrenstelsel is van de Aarde, is een grote verzameling sterren die zich op relatief geringe onderlinge afstand bevinden. Het systeem wordt bij elkaar gehouden door de eigen zwaartekracht.

De astronoom Edwin Hubble bedacht een systeem om de verschillende vormen van sterrenstelsels in te delen. Het systeem kent drie hoofdgroepen:



- **E:** elliptische stelsels, variaties van E0 voor bolvormig tot E7 voor langgerekt; dezen worden gezien als de oudere vorm, de grondvorm, van sterrenstelsels: er zijn weinig nieuwe sterren, stervorming en gas aanwezig
- **S:** spiraalstelsels, variaties van Sa voor strak gewonden spiraal tot Sc voor los gewonden spiraal; volgens de gebruikelijke theorie worden spiraalvormige stelsels gevormd door de botsing van twee elliptische stelsels
- **SB:** balkspiraalstelsels, variaties van SBa tot SBc, als boven



Bron: www.wikimedia.org

Spiraalarmen

De spiraalarmen van dit type melkwegstelsel echter bestaat voornamelijk uit zogenaamde Populatie I sterren. Deze sterren zijn jonger en metaalrijker dan de sterren in het centrum van melkwegstelsels. Zij zijn vaak jong en heet en op kleurenfoto's zijn de spiraalarmen vaak wittig of blauw gekleurd. In sommige spiraalstelsels is er nog veel stervorming aan de gang in de armen. In deze gebieden vindt men nevels zoals de Orionnevel in ons eigen Melkwegstelsel. Ook vindt men er open sterrenhopen, jonge associaties van sterren die kosmisch gezien kort geleden gevormd zijn en die nog via zwaartekracht met elkaar verbonden zijn. Spiraalarmen kunnen losser dan wel strakker om het centrum gewonden zijn. De strakkere worden wel vroege spiraalstelsels genoemd en de losser gewonden stelsels late. Dit betekent echter niet dat spiraalstelsels per se van de strakkere naar de lossere varianten evolueren.

4.4 Expansie van het heelal

Tientallen jaren hadden astronomen groepen onscherpe objecten geobserveerd. Ze gingen ervan uit dat die 'nevels' een onderdeel van de Melkweg waren. In de jaren 20 bestudeerde Hubble deze nevelen met de hookertescoop op de berg Wilson in Californië. Aan de hand van de gele reuzensterren binnen de nevelen berekende Hubble de afstand. De afstand kon worden bepaald op basis van de helderheid van deze sterren.

Uit Hubble 's berekeningen bleek dat de meeste nevelen zich buiten de Melkweg bevonden. Hubble concludeerde dat het onafhankelijke sterrenstelsels moesten zijn, wat het heelal miljoenen malen groter maakte dan altijd werd gedacht.

Hubble en andere astronomen, vooral de Amerikaan Vesto Slipher, bestudeerden ook de donkere lijnen in het lichtspectrum van deze sterrenstelsels. Slipher ontdekte dat de lijnen aan de rode kant van het spectrum verplaatst waren. Deze roodverschuivingen wezen erop dat sterrenstelsels zich snel van ons vandaan bewogen en dat het heelal uitdijde.

Uiteindelijk kon Hubble een verband leggen tussen de afstand en de roodverschuivingen. Dit verband werd de wet van Hubble genoemd en zegt dat: hoe groter de afstand van het sterrenstelsel is hoe sneller het zich verwijdt.

Deze wet van Hubble kan met in een formule omgieten namelijk:

$$H_0 = \frac{v}{d}$$

Hierin is

H₀ de Hubbleconstante uitgedrukt in km/s/Mpc,

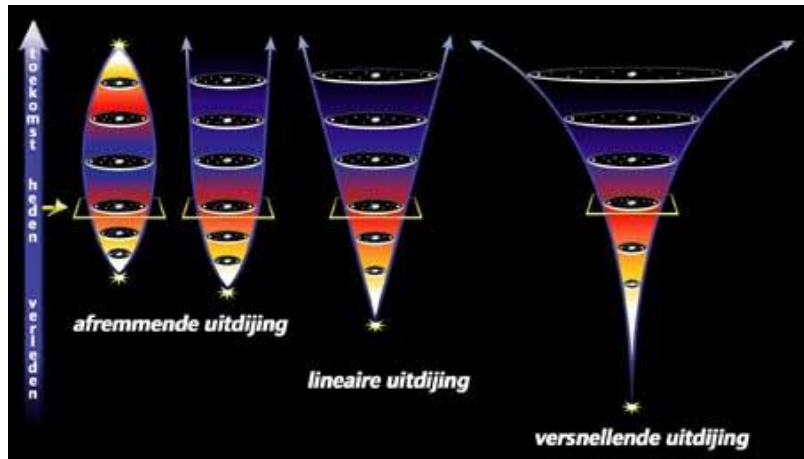
d de afstand tot de aarde in Megaparsec of Mpc (1 Mpc is ongeveer 3,26 miljoen lichtjaar)

v de snelheid (in km/s) waarmee het sterrenstelsel zich van ons verwijdt.

Met deze formule kan met de expansiesnelheid, nu meer bekend als de Hubbleconstante berekenen. De snelheid wordt geschat op 72/km/sec per 3,26 miljoen lichtjaar. Zo maakt Hubble' s werk de weg vrij voor speculaties bv: hoe komt het dat het heelal expandeert, welke mogelijkheden zijn er voor de expansie van het heelal en zelfs over het begin van de expansie, wat uiteindelijk leidde tot de huidige oerknaltheorie.

Wat er uiteindelijk zal gebeuren met het heelal weet momenteel nog niemand. Er zijn 3 soorten uitdijingen mogelijk. De eerste mogelijkheid is dat hij verder zal expanderen, ofwel zal het heelal niet meer expanderen maar gelijk blijven van grote en de laatste mogelijkheid is dan een Big Crush van het heelal. Een inkrimping van het heelal. Momenteel blijkt dat een Big Crush uitgesloten is.

Het wijst er meer en meer op dat het heelal zal blijven expanderen.



EDWIN HUBBLE (ASTRONOOM 1889-1953)

Edwin Hubble hoort tot één van de grootste astronomen in de geschiedenis van de mensheid. De Amerikaanse astronoom kreeg na zijn studies astronomie en rechten en dienstplicht in de Eerste Wereldoorlog een baan bij sterrenwacht Mount Wilson in Californië, waar hij de rest van zijn carrière bleef. Met de Hookertelecoop stelde hij vast dat bepaalde nevelachtige objecten sterrenstelsels waren. Hij bestudeerde hun structuur, classificeerde ze en toonde aan dat ze van ons vandaag bewegen, wat het eerste bewijs voor een uitdijend heelal was. De wet van Hubble, de Hubbleconstante en de ruimtetelescoop zijn naar deze grote astronoom genoemd.

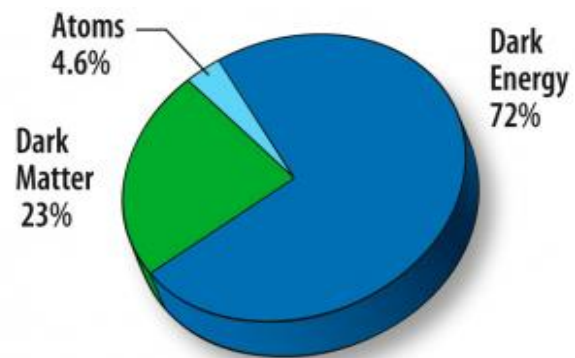


4.5 Samenstelling van het heelal

Sinds enkele decennia weten astronomen dat het heelal uit veel meer bestaat dan de bekende sterren en sterrenstelsels. Uit recent onderzoek wordt duidelijk dat 95 procent van het steeds uitdijend heelal uit twee onbekende elementen bestaat: donkere materie en donkere energie. (zie foto)

Gewone materie vormt de planeten, sterren en melkwegstelsels en ze bestaan allemaal uit atomen. Astronomen noemen dit baryonische materie, en het omvat minder dan vijf procent van het heelal. Het daaropvolgende onderdeel van het heelal, namelijk donkere materie, wordt zo genoemd omdat het geen licht uitstraalt en we niet weten waaruit het bestaat.

De overige 72 procent van het heelal is geen materie maar zogeheten donkere energie waarvan de aard onbekend is. De invloed van donkere energie blijkt groot te zijn want uit recente observaties blijkt dat de zwaartekracht die de expansie zou vertragen plaats maakt voor een afstoting, een soort tegen- of antizwaartekracht. Uit observaties van supernova's blijkt dat het heelal een periode kende van een langzame expansie van een miljard jaar, maar dat de vertraging plotseling veranderde in versnelling. Mogelijk was de dichtheid eerst hoog genoeg om zwaartekracht te laten werken op de verschillende objecten in het heelal. Later nam de afstotende invloed het over. Deze invloed wordt toegeschreven aan een gelijkmatig verdeelde onbekende substantie: de donkere energie.



Uit door WMAP-satelliet (wilkinson Microwave Anisotropy Probe) verzamelde gegevens blijkt dat atomen, de bouwstenen van sterren en planeten, slechts een minuscule proportie van het heelal uitmaken.

“Het heelal bestaat grotendeels uit donkere materie en donkere energie, en we weten van geen van beide wat het is.”

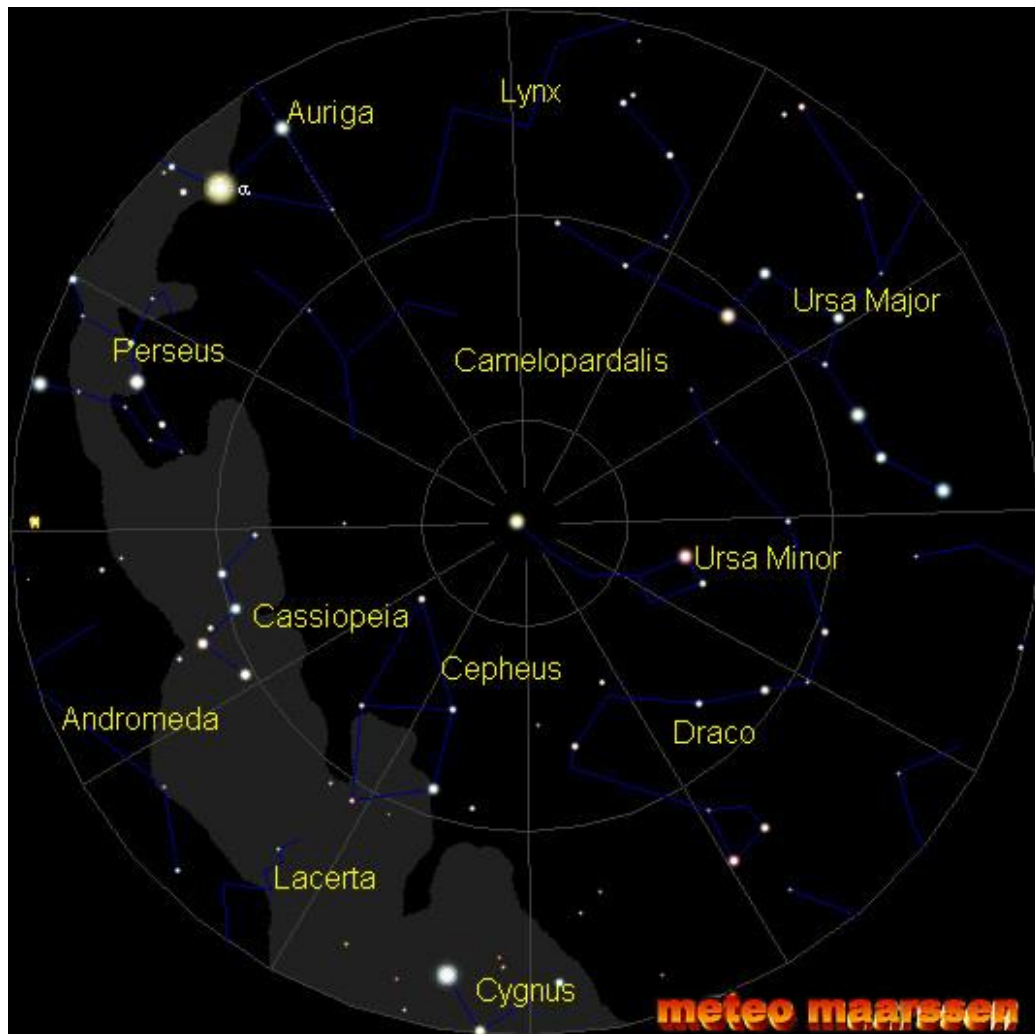
SAUL PERLMUTTER, ASTROFYSICUS, 1999

4.6 Sterrenkaart

Om naar verschillende hemellichamen te kijken met de telescoop is het noodzakelijk om de verschillende sterrenkaarten eens te bespreken zodat we een beter beeld krijgen van waar welk hemellichaam zich bevindt.

We kunnen 4 verschillende sterrenkaarten bespreken:

1. De circumpolair
. Deze sterren kun je dag en nacht als je niet teveel lichtvervuiling hebt omdat deze gaat nooit onder

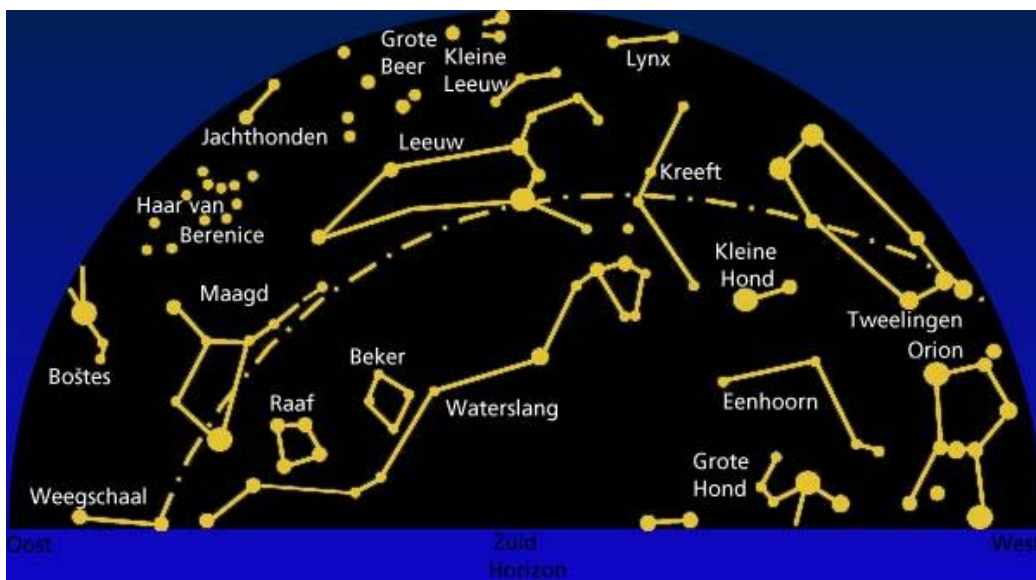


2. Noordelijke halfrond:



De noordelijke en zuidelijke sterrenhemel op 15 februari rond middernacht.

3. Zuidelijke halfrond



De noordelijke en zuidelijke sterrenhemel op 15 februari rond middernacht.

4. Evenaar

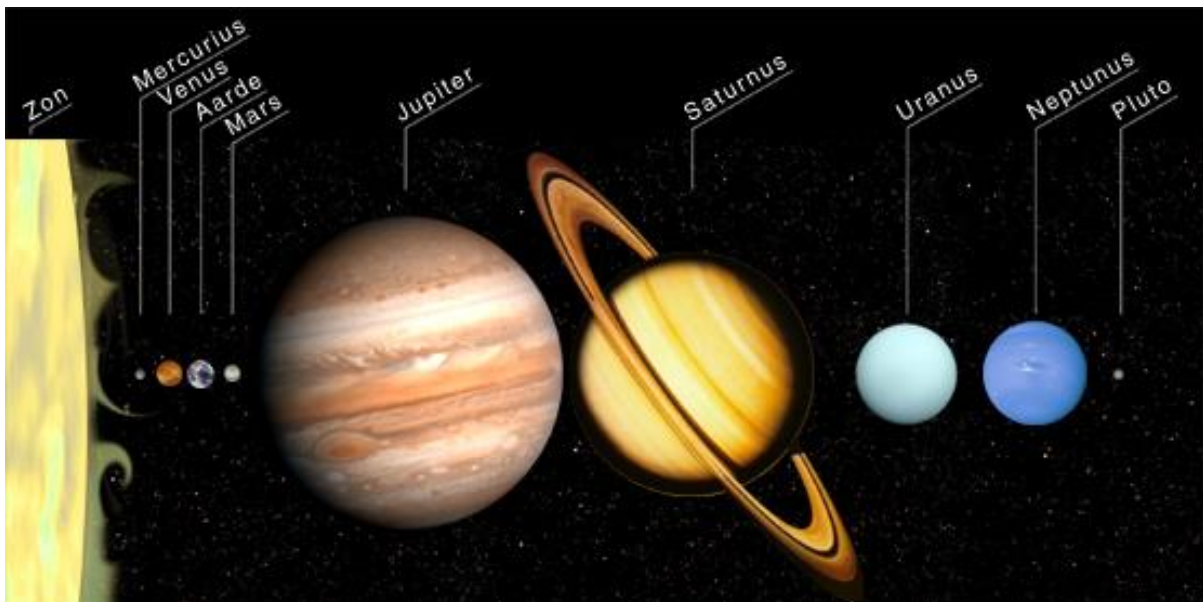
er zijn ook enkele sterren die we niet kunnen zien omdat ze voortdurend gedeeltelijk onder de horizon blijven.

4.7 De planeten

Een planeet is geen gewone ster, hij moet namelijk aan drie voorwaarden voldoen om planeet genoemd te worden:

- Hij moet een baan rond een ster maken
- Het hemellichaam moet genoeg massa hebben om met zijn eigen zwaartekrachten de interne krachten van zijn eigen lichaam te overwinnen zodat een hydrostatisch evenwicht plaatsvind. (de zwaartekracht van die welbepaalde planeet moet dus het gehele massa naar een centrale punt trekken zodat de planeet nagenoeg rond is)
- Het hemellichaam moet zijn baan rond de ster hebben vrijgemaakt van andere objecten.

In ons zonnestelsel tellen we 8 planeten en een zon. (pluto wordt niet langer als planeet gezien)



5 Soorten kijkers

Een telescoop is net als een verrekijker, het menselijk oog of een microscoop, een optisch instrument waarmee verre voorwerpen vergroot kunnen worden waargenomen. De naam komt uit het Grieks en betekent „ver-kijker”. Terwijl een verrekijker bedoeld is om op relatief korte afstanden te kijken, is een telescoop vooral bedoeld voor astronomische waarnemingen, dus op zeer grote afstanden.

5.1 Het menselijk oog

De meeste mensen hebben 5 zintuigen. Het gezichtsvermogen om te zien, het gehoor om te horen, de reuk om te ruiken, de smaak om te proeven en het gevoel om te voelen. Met zintuigen maak je contact met de wereld.

Om te zien heb je twee ogen. Dankzij de ogen kun je mensen en dingen om je heen herkennen, bots je bijvoorbeeld niet tegen een boom op en kun je bijvoorbeeld op tijd opzij springen als er een auto op je af komt. Als je niet kunt zien, dan zouden bijvoorbeeld fietsen of een glas limonade drinken veel moeilijker zijn.

5.1.1 Inleiding

Al eeuwenlang was het oog de enige telescoop waarmee de mens de sterrenhemel kon waarnemen. Het oog komt heel goed overeen met een lenzentelescoop. Zo kan men een link leggen tussen de werking van de refractor en het menselijk oog. Het oog werkt dus natuurlijk door middel van lenzen. Hieronder worden enkele delen besproken over het menselijk oog.

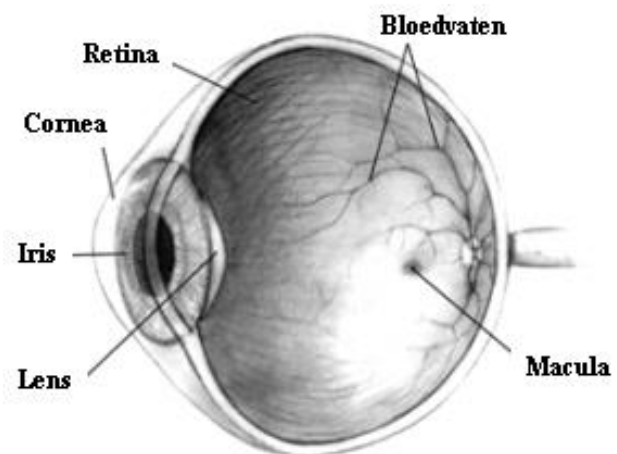
5.1.2 Beschrijving van het oog

Het menselijke oog is net zoals een bol waarvan de gemiddelde diameter zo'n 2,3 centimeter meet. Deze onderdelen komen overeen met de lenzentelescoop ook wel nog refractor genoemd.

- **De lens:** ook wel nog de kristallens genoemd, is een lens die aan beide zijden bol is waarvan de voorzijde sterker gebogen is. Heeft een brekingsindex van 1,454. De lens is 4 mm dik en meet 9 mm in doorsnede.

Bij de refractor is dit deel natuurlijk de lens of indien er meer zijn de lenzen.

- **Het regenboogvlies of iris :** dat is het deel dat de kleur van je ogen bepaalt. Dit kleur is van persoon tot persoon verschillend. Dit onderdeel van het oog regelt de grote van de pupil of ook wel nog oogappel genoemd. Bij de refractor stemt dit deel overeen met het uit- en inzomen van het beeld.



- **Het hoornvlies of de cornea**: is het doorzichtige deel van de buitenkant van het oog waardoor het licht naar binnen valt.
Bij slijpen of bikken raakt de cornea gemakkelijk verwond door wegspringende deeltjes ijzer of steen, die zich soms vasthechten en door een arts moeten worden verwijderd. Om deze reden moet altijd een beschermbril worden gedragen bij dergelijk werk: het is niet alleen pijnlijk om zo'n stukje materiaal in het oog te krijgen, het resulteert zelfs bij een niet-penetrerende verwonding altijd in een waarneembaar littekentje in de cornea waardoor de gezichtsscherpte nadelig kan worden beïnvloed
- **De pupil of oogappel** : is een zwarte ronde vlek, die eigenlijk een opening is. De pupil wordt groter of kleiner door het uitzetten of samentrekken van het regenboogvlies. De normale diameter is 4 mm. De uiterste waarden bedragen 2 en 8,5 mm.
- **Het netvlies of de retina**: is het gevoeligste deel van ons oog, dit deel vangt de lichtprikkels op, en stuurt die beelden via de oogzenuw naar onze hersenen.
Bij de refractor is het netvlies de vangspiegel die door het oculair de beelden naar ons oog stuurt.
- **Bloedvaten** die het oog van de nodige zuurstof en voedingsstoffen voorzien.

Het oog is onderverdeeld in 2 kamers. In de 1ste kamer die tevens ook de kleinste is, zit een waterachtige vloeistof met de wetenschappelijke naam humor aquaeus. Deze vloeistof heeft een brekingsindex van 1,337. De 2de kamer het glasachtig lichaam of corpus vitreum genoemd, heeft ook een brekingsindex van 1,337. Bij de refractor komen deze kamers overeen met de binnenkant van de telescoopbuis.

5.1.3 Het accommodatievermogen

De accommodatie is de verandering van kromming van de ooglenzen om een voorwerp scherp te kunnen zien als we van ver naar dicht kijken en het voorwerp dichtbij staat. Deze aanpassing doet de mens zonder nadenken.

Het accommodatievermogen is omgekeerd evenredig met de leeftijd van de persoon. Jonge mensen of kinderen kunnen vb. met gemak lezen van op een afstand van 15 cm terwijl een oudere of bejaard persoon het blad al heel wat verder moet houden om het even goed te kunnen lezen als het kind.

5.1.4 Dieptezicht

In principe kunnen wij met één oog de wereld om ons heen waarnemen. Onze hersenen geven meestal door ervaring de juiste interpretatie voor afstanden (diepte). Voor een echte dieptewaarneming zijn echter twee ogen onontbeerlijk. De meeste mensen zien met twee ogen, waardoor zij in staat zijn tegelijkertijd twee iets verschoven beelden waar te nemen. Door deze zogenaamde parallax kunnen we de afstand tot datgene wat wij zien schatten: hoe verder iets van ons af staat, des te dichter bij elkaar zal het beeld daarvan op het netvlies van beide ogen worden geprojecteerd. Dit vermogen speelt voornamelijk een rol bij het zien van diepte op korte afstanden. Het is voor mensen die een oog hebben verloren daarom moeilijk om op korte afstand diepte te schatten. Door het bewegen van het hoofd kan een indruk worden gekregen.

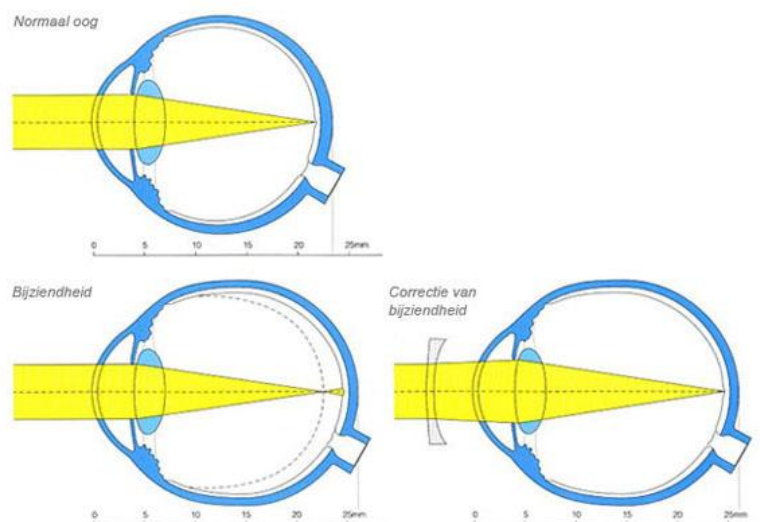
5.1.5 Hoe komt het dat je na een tijdje beter in het donker ziet dan in het begin?

Dit komt omdat de zintuigcellen zich kunnen aanpassen. De prikkelrempel van de zintuigcellen en dan vooral van de staafjes wordt verlaagd. Hierbij komt dat de pigmentkorrels in de pigmentlaag zich terugtrekken waardoor meer staafjes kunnen worden geprikkeld. In de Tweede Wereldoorlog werden de ogen van de bemanning van de bommenwerpers aan het zien in het bijna-donker gewend door ze in een kamer te zetten met rood licht. Het rode licht zorgde ervoor dat de kegeltjes wel werden geprikkeld, de bemanning kon wel dingen zien.

Bij meer licht zal de pupil kleiner worden en zal de scherptediepte toenemen. Bij fotografie speelt het diafragma een belangrijke rol in wat er scherp zal zijn op een foto. Bij een klein diafragma ontstaat er een grote scherptediepte. Dit betekent dat bijna alles op de foto scherp zal zijn. Een kleine opening vraagt om een langere belichtingstijd of veel licht. Kijk maar eens door een heel klein gaatje van 10 centimeter afstand naar deze tekst op het scherm: je ziet de letters scherp, maar wel minder lichtsterk.

5.1.6 De gebreken aan het oog

Bij het oog heb je 3 gebreken bijziend (myopie), ouderdomsverziendheid (presbyopie) en verziend (hypermetropie) dit zijn geen ziektes maar refractiefouten van het oog. Bij alle 3 zijn de afbeeldingen die geprojecteerd worden wel scherp, maar ze worden niet op de juiste plaats geprojecteerd. Dit zijn niet de enige gebreken van het oog, maar wel degene die het meeste voorkomen.

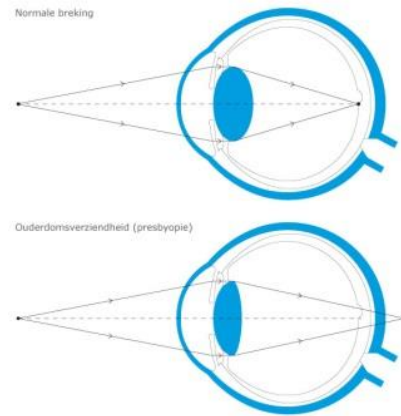


1. Bijziendheid of myopie dit gebeurt wanneer het oog merkbaar langer is, en dat het beeld voor het netvlies geprojecteerd wordt. Dit is meestal erfelijk bepaald.

Bijziend bij de mens kan verholpen worden door middel van een negatieve of divergerende glazen in een bril zodanig dat het beeld op het netvlies terecht komt.

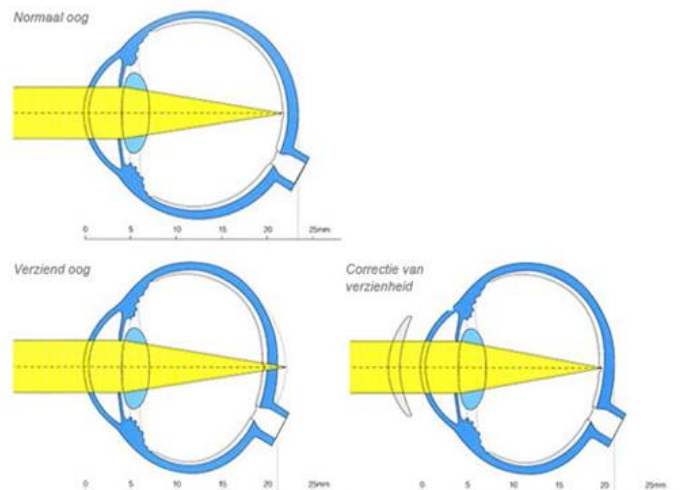
2. Ouderdomsverziendheid of presbyopie heb je wanneer je rond de leeftijd van veertig moeilijkheden krijgt met lezen. De ooglenzen verliest een deel van haar soepelheid en slaagt er niet meer in om nabije voorwerpen scherp te stellen.

De correctie gebeurt met behulp van progressieve glazen, of van leesglazen (of nabijheidsglazen).



3. Verziend of hypermetropie heb je wanneer het oog merkbaar korter is of de brekingskracht van de kristallens verzwakt en dus het beeld achter het netvlies projecteert.

Verziendheid bij de mens wordt verholpen door een bril met positieve of convergerende glazen.



5.2 Spiegelkijker

Er zijn veel verschillende spiegeltelescopen hier noemen we de bekendste op:

- **Newtontelecoop**

De Newtontelecoop heeft een paraboloidische hoofdspiegel met een onder 45° geplaatste vangspiegel die het licht afbuigt naar een opzij van de telescoopbuis geplaatst oculair. Voor amateurs vrij eenvoudig zelf te bouwen. De bekende Habletelescoop is ook een Newtontelecoop, maar deze kan ook zonder vangspiegel worden gebruikt. In dat geval wordt rond het brandpunt de waarnemerscabine geplaatst. Ook een radiotelescoop en een schotelantenne, evenals veel radarantennes, berusten – zij het bij een veel grotere golflengte – op dit principe; ook hier zit de ontvanger in het brandpunt.

Voordelen:

- Newtontlescopen zijn meestal goedkoper dan andere typen van vergelijkbare kwaliteit en opening.
- en hoofdspiegel van goede kwaliteit kan met de hand gemaakt worden door een amateurastronoom.
- Een korte brandpuntsafstand is mogelijk, dat geeft een helder beeld en grote beeldhoek.
- Een lange brandpuntsafstand geeft uitstekende beelden van de planeten.
- Een spiegel heeft geen last van chromatische aberratie (kleurschifting dit optische fout die gemaakt wordt door lenzen(systemen)).
- Het oculair zit bovenaan de kijkerbuis, en dat maakt een korte (en dus stabiele) montering en opstelling mogelijk.
- De zware hoofdspiegel zit onderaan, en dat maakt grote, draagbare kijkers mogelijk.

Nadelen:

- De vangspiegel en de ophanging ervan blokkeren en verstrooien een deel van het invallende licht. Dit vermindert het contrast van het beeld en kan tot artefacten zoals diffractiesternen (afbuigen van een golf langs een ondoordringbaar obstakel) leiden.

- **Herscheltelescoop**

De Herscheltelescoop, genoemd naar de Duits-Britse astronoom William Herschel (1738-1822), is een variant van de Newtontelescoop waarbij de spiegel scheef staat. Hierdoor vormt de vangspiegel en/of de geen obstructie meer voor de stralengang. Deze telescoop kan in zekere zin als voorloper van de Kuttertelescoop worden beschouwd.

N.B.: De hier beschreven Herscheltelescoop is een bepaald type telescoop en dient niet verward te worden met de William Herschel-telescoop in het Observatorium Roque de los Muchachos op de Canarische Eilanden. Deze laatste is van het Cassegrain-type.

- **Gregoriaanse telescoop**

De Schotse wiskundige en astronoom James Gregory (1638-1675) ontwierp midden 17e eeuw een spiegeltelescoop met een holle paraboloïdische hoofdspiegel, die de bundel focusseert vóór de eveneens holle doch ellipsoïdische secundaire spiegel. Zijn eerste pogingen er een te bouwen, mislukten doordat hij geen goede opticiërs kon vinden om de spiegels te laten slijpen. Uiteindelijk werd de eerste door Robert Hooke gebouwd in 1673, waardoor Newton hem in 1668 voor was. Doordat beide spiegels hol zijn, geeft deze constructie een rechtop staand beeld.

- **Dobsontelescoop**

De Dobsontelescoop is in wezen een met zeer eenvoudige middelen geconstrueerde, en dus voor amateurs betaalbare, telescoop, meestal van het Newton-type. Ook de montering is eenvoudig. Hij biedt vooral amateurs de mogelijkheid om vrij grote telescopen te gebruiken. Nadeel is dat dit een speciaal volgsysteem vereist om hemellichamen te volgen voor astrofotografie. Met de huidige naar verhouding goedkope computers en microprocessors is ook dat wel te doen voor een amateur.

- **Kuttertelescoop**

De Kuttertelescoop, ook wel Schiefspiegler genoemd, werd in de jaren vijftig van de twintigste eeuw ontwikkeld door de Duitse werktuigbouwkundig ingenieur en filmregisseur Anton Kutter. Deze telescoop heeft een holle sferische hoofdspiegel en een bolle sferische secundaire spiegel die net naast de optische as is geplaatst; hij is hiermee in feite een afgeleide van de Cassegrainconstructie. Doordat de secundaire spiegel buiten de invallende lichtbundel naar de hoofdspiegel zit, zijn er geen obstructies die de lichtopbrengst verminderen of storende diffractieartefacten veroorzaken. Het oculair bevindt zich ongeveer naast de hoofdspiegel. Door zijn grote brandpuntsafstand en relatief lange openingsverhouding vooral geschikt voor sterke vergrotingen van heldere objecten, zoals de maan en de planeten. Hij is ook veel lichter dan bijvoorbeeld een refractor met dezelfde brandpuntsafstand. Voor amateurs niet eenvoudig zelf te bouwen ondanks diverse beschrijvingen. De toleranties waaronder de spiegels dienen te staan luisteren zeer nauw. Het maken van de spiegels zelf is echter relatief eenvoudig omdat die gewoon sferisch zijn te zijn. De Kuttertelescoop is desondanks niet zo'n populair instrument geworden.

- **Vloeibarespiegeltelescoop**

Een geheel ander principe wordt gevolgd door de vloeibarespiegeltelescoop of vloeibaarmetaaltelescoop. Hier draait een cilindrische bak met een vloeibaar metaal met een constante snelheid rond, waardoor het oppervlak de vorm van een omwentelingsparaboloïde aanneemt. Als telescoop kan deze alleen op het zenit gericht zijn, hetgeen voor bepaalde categorieën van onderzoek geen bezwaar hoeft te zijn. Een voorbeeld is de Large Zenith Telescope.

- **Catadioptrische telescopen**

Combinaties van lenzen en spiegels worden vaak gemakshalve ook spiegeltelescopen genoemd. Eigenlijk is dit een onjuiste benaming. Correkter is om te spreken van catadioptrische telescopen. Er zijn volle-apertuurcorrectoren, die de volledige diameter van de tubus gebruiken (Maksoetov, Schmidt), en subapertuurcorrectoren, die een kleinere diameter hebben (Klevtsov, Argonov).

Een soortgelijk ontwerp is gemaakt door Albert Bouwers voor gebruik als röntgencamera.

- **Houghtontelescoop**

In 1941 werd aan James Houghton (van Kodak) octrooi verleend voor het naar hem genoemde Houghton-spiegelobjectief, dat ook als telescoop gebruikt kan worden. Het bevat alleen sferische oppervlakken en heeft twee of drie correctielenzen die voor de spiegel zitten. Deze corrector lijkt qua werking op de meniscuscorrector van Maksoetov en asferische corrector van Schmidt. Hij is afocaal (heeft per saldo géén brandpunt en heeft dus een sterkte 0) en heeft weinig chromatische aberratie. Wel heeft hij sferische aberratie en coma, maar deze compenseren de overeenkomstige beeldfouten van de spiegel. In tegenstelling tot de correctoren volgens Schmidt en Maksoetov zijn zij eenvoudig te vervaardigen. Deze correctoren kunnen zowel voor Newton telescopen als voor Cassegrainteleoscopen worden gebruikt.

5.2.1 Voordelen van een spiegeltelescoop

- Een spiegel heeft geen last van chromatische aberratie(kleurschifting dit optische fout die gemaakt wordt door lenzen(systemen)), doordat de lichtstralen nergens door materiaal hoeven te gaan. Daardoor is de spiegel geschikt voor een groot golflengtebereik.
- Een spiegel heeft minder oppervlakken die met grote precisie bewerkt hoeven te worden (de afwijking van de ideale vorm mag niet meer dan een fractie van de golflengte van het licht bedragen, in de grootte orde van 100 nm).
- Een grote spiegel buigt iets door ten gevolge van de bewegingen die hij moet maken voor het volgen van het waar te nemen object. Omdat deze vervorming bekend is, kan de spiegelondersteuning er proactief voor compenseren. Men spreekt dan van actieve optiek(wordt gebruikt voor om de vervorming van de spiegels te corrigeren bij het zwenken van de telescoop).
- Bruikbare telescoopspiegels kunnen veel groter gemaakt worden dan lenzen, en een kleine spiegel is goedkoper dan een even grote lens. Dit komt onder andere ook doordat aan glassoorten voor lenzen veel hogere eisen moeten worden gesteld dan aan glas voor spiegels. Ter illustratie: de grootste refractor heeft een objectiefdiameter van ongeveer een meter, terwijl de grootste spiegeltelescopen 10 meter in diameter zijn en er nog grotere in aanbouw zijn.
- Door de gietvorm tijdens het gieten en het afkoelen te laten ronddraaien, zorgt de middelpuntvliedende kracht reeds voor een holle vorm van de spiegel. Daardoor hoeft er veel minder glas weggeslepen te worden, waardoor het slijpen sneller gaat en de productie goedkoper wordt.
- Heel grote spiegels kunnen uit meerdere segmenten opgebouwd worden.

5.2.2 Nadelen van een spiegeltelescoop

- Het brandpunt van een spiegel ligt vóór de spiegel, dus binnen de lichtweg, zodat er speciale constructies nodig zijn.
- Deze speciale constructies blokkeren meestal een deel van het licht en geven daarmee soms extra beeldafwijkingen en contrastverlies.

Een consequentie is ook, dat er soms twee verschillende diameters voor de hoofdspiegel worden opgegeven. De werkelijke diameter – de grootste van de twee – bepaalt het scheidend vermogen. Daarnaast wordt ook wel een soort equivalente diameter opgegeven, die neerkomt op de diameter van een denkbeeldige cirkel die hetzelfde oppervlak heeft als het effectief licht opvangende oppervlak van de spiegel (dus gecorrigeerd voor het geobstrueerde deel van het spiegeloppervlak). Deze equivalente diameter is bepalend voor de lichtsterkte.

De bekende soorten van spiegeltelescopen zijn de Newtontelescoop, de Herscheltelescoop, gregoriaanse telescoop, kuttertelescoop enz.

5.3 Lenzentelescoop

Een lenzentelescoop bestaat uiteraard uit lenzen. De lenzen vangen het licht op en zorgen er voor dat je de hemel mooi en duidelijk kunt observeren. De lenzentelescoop is de meest klassieke telescoop en er bestaan dus ook zeer veel varianten op. Wij bespreken de bekendste variant:

Refractor (telescoop)

Een refractor is een telescoop die door middel van lichtbreking aan een bolle objectieflens aan de voorkant de lichtstralen convergeert.

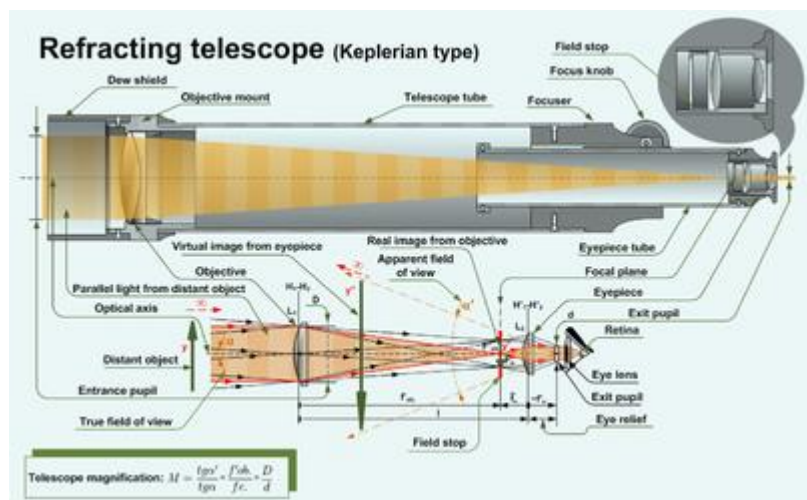
Een lenzenkijker (refractor) heeft een bol objectief dat de lichtstralen in een brandpunt laat samenkomen door lichtbreking. Een ander woord voor lichtbreking is refractie. Meestal hebben de objectieflenzen van deze kijkers een lange brandpuntsafstand waardoor sterke vergrotingen mogelijk zijn. Met deze lenzen kunnen kleine details als oppervlaktestructuren van de maan of planeten goed bestudeerd worden. Ook dubbelsterren zijn goed te zien met dit type telescopen. De grootste lenzenkijker is nog steeds die in de Yerkes-sterrenwacht. De professionele astronoom maakt geen gebruik meer van dit soort telescopen maar voor amateurs zijn ze zeer geschikt. Deze telescoop is gevoelig voor trillingen omdat hij een zeer lange kijkerbuis heeft.



Schematische uitleg

Alle refractoren gebruiken hetzelfde principe. Een objectieflens (1) focuseert het beeld tot een zogenaamd luchtbeeld (een beeld dat niet op een oppervlak is geprojecteerd). Met een oculair (2) (in feite een soort loep) wordt dit luchtbeeld met het menselijk oog (3) bekeken. De vergroting is gelijk aan de brandpuntsafstand van het objectief gedeeld door de brandpuntsafstand van het oculair. De toename in lichtsterkte is gelijk aan de oppervlakte van de intreepupil van het objectief gedeeld door de oppervlakte van de uitreepupil van het oculair (als er geen lichtverliezen optreden door adsorptie of reflectie). In feite beeldt het objectief het voorwerp af in het *beeldvlak*. Als het voorwerp niet oneindig ver weg is, valt het beeldvlak niet met het brandvlak samen, zodat men een onscherp beeld zou zien. Door nu de afstand (7) tussen objectief en oculair te veranderen, kan scherp gesteld worden.

Er zijn vele verschillende configuraties van refractoren om de oriëntatie van het uiteindelijke beeld en aberraties te corrigeren.



5.4 Microscoop

Een microscoop (betekent: nauwkeurig bekijken) is een instrument voor het bestuderen van objecten, die te klein zijn om goed met het blote oog te kunnen worden gezien.

Microscopische technieken worden veel gebruikt voor medisch, biologisch en forensisch onderzoek en bij onderzoek van materialen, om maar een paar toepassingen te noemen..



6 Soorten spiegels

Een spiegel is elk glanzend voorwerp dat het licht op een regelmatige manier terugkaatst. We onderscheiden twee soorten spiegels.

- Bij vlakke spiegels is het spiegeloppervlak een deel van een vlak.
- Bij sferische spiegels is het spiegeloppervlak een deel van een bol of sfeer; we spreken ook van een bolkap. Als de binnenzijde van de bolkap spiegelend is, gaat het om een holle spiegel; is de buitenzijde spiegelend, dan heb je te doen met een bolle spiegel.

6.1 Wat is licht

Licht moet worden beschouwd als de voortplanting in de ruimte van een bijzondere vorm van energie, namelijk stralingsenergie. Volgens de golftheorie van Huygens is deze voortplanting geschiedt onder vorm van sferische golven. Aan een golfbeweging zijn steeds twee essentiële grootheden gebonden, namelijk de frequentie en de golflengte.

Uit deze twee grootheden kunnen we de golfsnelheid bepalen

$$V = \lambda \times f \quad \text{met } f = \text{frequentie en } \lambda = \text{golflengte}$$

6.2 De vlakke spiegel

Een vlakke spiegel is een spiegel met een vlak oppervlak. Het beeld is bij een dergelijk spiegel even groot als het origineel. Dus volgens de golftheorie van Huygens mag men zeggen dat licht een golfbeweging. Dus nu kunnen we de terugkaatsing van licht bestuderen aan de hand van golven. En dit doen we met behulp van een rimpeltand die vlakke golven uitzendt.

6.2.1 Terugkaatsing

Spiegelende en diffuse terugkaatsing

We onderscheiden twee soorten terugkaatsing van licht tegen een oppervlak. Deze zijn spiegelende terugkaatsing en diffuse terugkaatsing.

Bij spiegelende terugkaatsing is het oppervlak zeer glad (spiegel) en kaatsen alle invallende stralen op dezelfde manier terug. Zie de onderstaande linker figuur.

Bij diffuse terugkaatsing is het oppervlak niet zeer glad (bijvoorbeeld bij een muur) en kaatsen de invallende stralen op verschillende manieren terug. Zie de onderstaande rechter figuur.

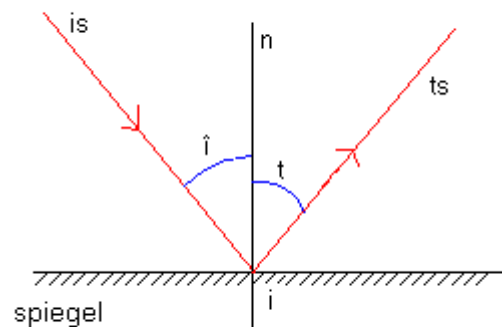
6.2.2 Hoek van inval

Hoek van inval en hoek van terugkaatsing;

spiegelwet Een vlakke spiegel wordt weergegeven door een rechte lijn waarbij de achterkant gearceerd is. Zie de figuur hiernaast.

De “normaal” is de denkbeeldige lijn die loodrecht op de spiegel staat. De normaal wordt getekend als een onderbroken lijn.

Als er een lichtstraal op een spiegel valt dan is de hoek van inval (symbool i) de hoek tussen deze invallende straal en de normaal. De hoek van terugkaatsing (symbool t) is de hoek tussen de teruggekaatste straal en de normaal.



Als een lichtstraal door een spiegel wordt teruggekaatst geldt dat de hoek van inval gelijk is aan de hoek van terugkaatsing. In symbolen: $i = t$ (zie figuur). Deze eigenschap van lichtstralen staat bekend als de “spiegelwet”.

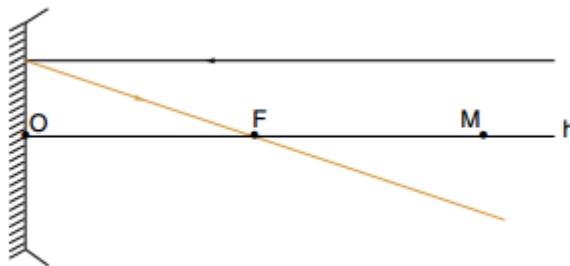
6.3 De holle spiegel

Vooraleer we de parabolische spiegel behandelen moeten we eerst goed weten wat er gebeurt met de lichtstralen in een holle spiegel. Zoals een sfeer heeft een hol vlak een kromtestraal (r) en een kromtemiddelpunt (M). De as die loopt van het kromtemiddelpunt naar de top van het vlak noemen we de optische as of de hoofdas. Elke andere as die door het kromtemiddelpunt loopt, wordt een secundaire- of nevenas genoemd.

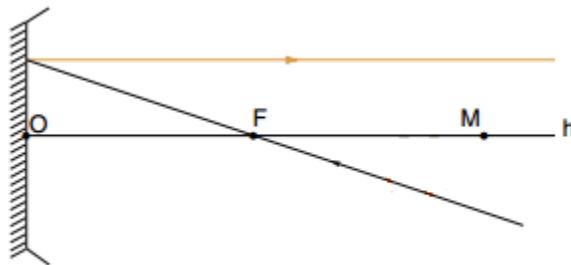
6.3.1 Kenmerken van de holle spiegel

De lichtstralen bij een holle spiegel worden op een speciale manier weerkaatst, dit noemt men de kenmerken van de holle spiegel, hieronder vindt je de drie kenmerken.

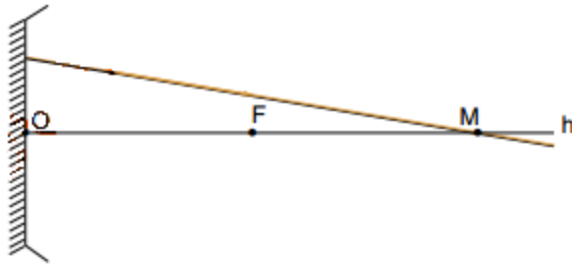
- Een lichtstraal die evenwijdig met de hoofdas invalt, wordt door het brandpunt teruggekaatst.



- Een lichtstraal die door het brandpunt invalt, wordt evenwijdig met de hoofdas teruggekaatst.



- Een lichtstraal die door het krommingsmiddelpunt invalt, wordt door het krommingsmiddelpunt teruggekaatst.



6.3.2 Beeldvorming bij holle spiegels

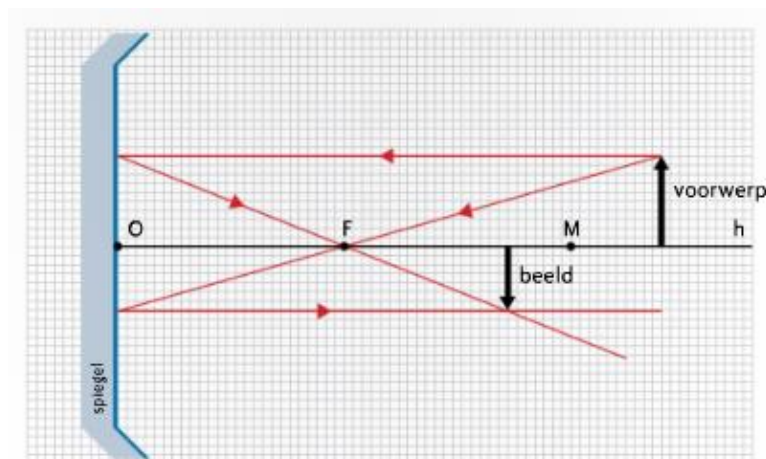
Scheerspiegels zijn holle spiegels. Als je van dichtbij in zo'n spiegel kijkt, zie je een rechtopstaand en vergroot beeld van jezelf.

Bij een uitgebreider onderzoek merk je dat de beeldkenmerken afhankelijk zijn van de afstand tussen het voorwerp en de spiegel en van de kromtestraal van de spiegel. Je kunt dat experimenteel nagaan. Je kunt het beeld ook construeren met behulp van de kenmerkende lichtstralen. We weten immers dat het beeldpunt van een voorwerpspunt gevormd wordt door het snijpunt van de teruggekaatste lichtstralen.

Om de constructie te vereenvoudigen, nemen we als voorwerp een pijl die loodrecht op de hoofdas staat en waarvan de voet op de hoofdas ligt. Het volstaat dan om het beeld van de top van de pijl te construeren.

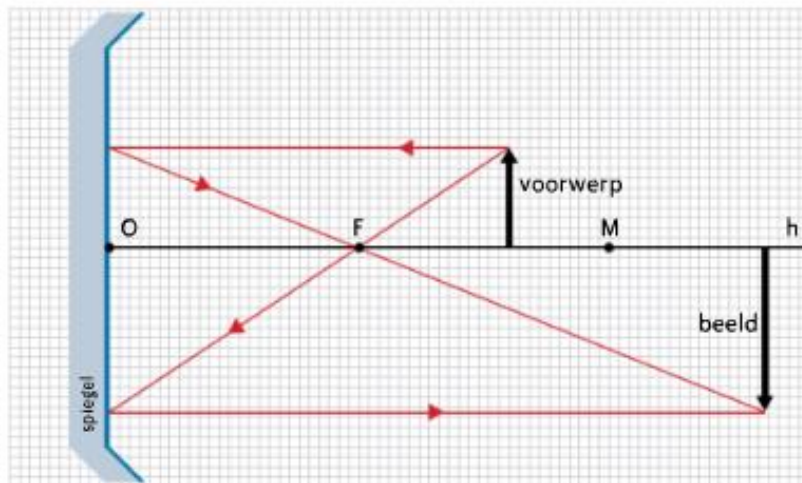
Hieronder staan drie voorbeelden. De afstand tussen het voorwerp en de spiegel noemen we dan de voorwerpsafstand v .

1. De voorwerpsafstand is groter dan de kromtestraal van de spiegel: $v > r$



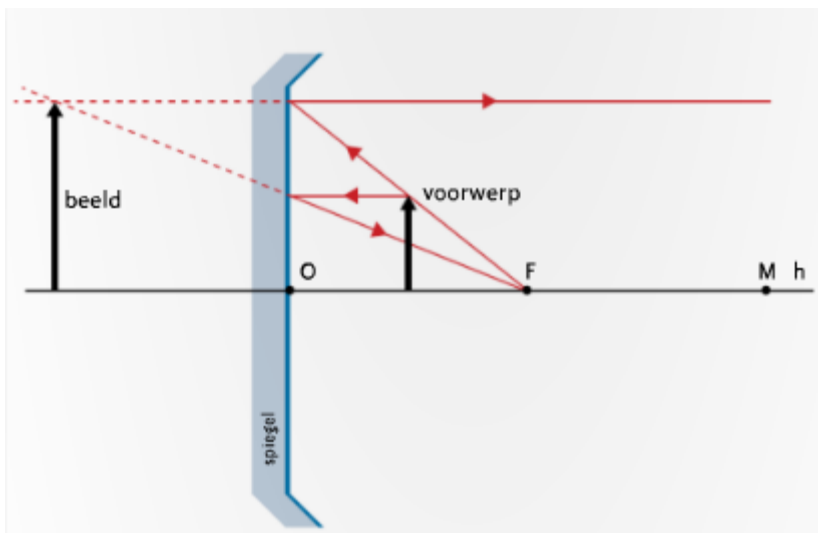
Het beeld is reële, omgekeerd en verkleind.

2. De voorwerpafstand is kleiner dan de kromtestraal maar groter dan de brandpuntafstand: $r > V > f$.



Het beeld is reëel, omgekeerd en vergroot.

3. De voorwerpafstand is kleiner dan de brandpuntafstand: $V < f$.



Het beeld is virtueel, rechtopstaand en vergroot.

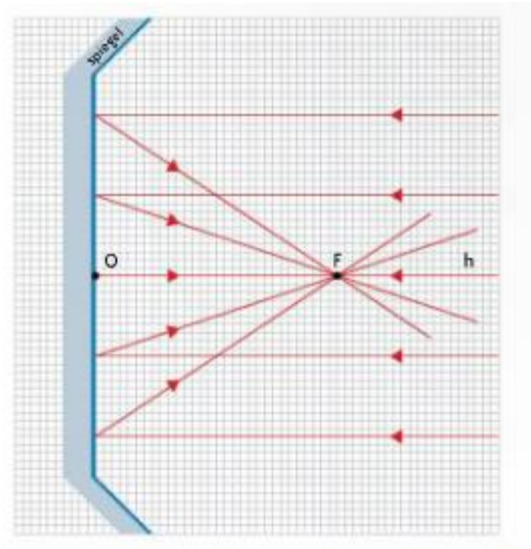
6.3.3 Het brandpunt

Als het voorwerp in het oneindige ligt, zullen de lichtstralen evenwijdig met de hoofdas invallen. De teruggekaatste stralen zullen de optische as snijden in het punt F, dit punt noemen we het brandpunt van de spiegel. Die eigenschap geldt voor zwak gekromde spiegels en lichtstralen die voldoende dicht bij de hoofd as invallen.

Het brandpunt ligt op de hoofdas, zodat $OF = \frac{r}{2}$

(met r = straal)

Die afstand noemen we de brandpuntsafstand f .



6.4 De bolle spiegel

Deze spiegel heeft een bol oppervalk. Dit bol oppervalk zorgt voor een vergroot gezichtsveld, maar heeft dan ook een verkleint beeld. Deze spiegel word soms gebruikt als secundaire spiegel in bepaalde types spiegeltelescopen, zoals de Cassegrain-telescoop. Deze bolle spiegel word ook veel gebruikt voor verkeersspiegels en achteruitkijkspiegels van vrachtwagens.

6.5 De parabolische spiegel

Opstellen vergelijking:

$$d(P, r) = d(P, F)$$

$$f + y = \sqrt{(x - 0)^2 + (y - f)^2}$$

$$(f + y)^2 = \sqrt{(x - 0)^2 + (y - f)^2}^2$$

$$f^2 + 2fy + y^2 = x^2 + y^2 - 2fy + f^2$$

$$4fy = x^2$$

$$y = \frac{x^2}{4f}$$

Eerste afgeleide : om rico t te zoeken:

$$d \frac{x^2}{4f} : y' = \frac{2x}{4f}$$

$$y' = \frac{x}{2f}$$

$$\rightarrow \text{rico t in m} = f(a)' = \frac{a}{2f}$$

↓

$$\text{rico m} = \frac{-2f}{a}$$

↓

$$\tan \alpha = \frac{-2f}{\alpha}$$

Stel \hat{B} : hoek tussen teruggekaatste straal r en x-as

$$\hat{i} = \hat{r} \rightarrow \text{spiegel}$$

$$\alpha + B + 180^\circ - \hat{r} = 180^\circ$$

$$B = \hat{r} - \alpha$$

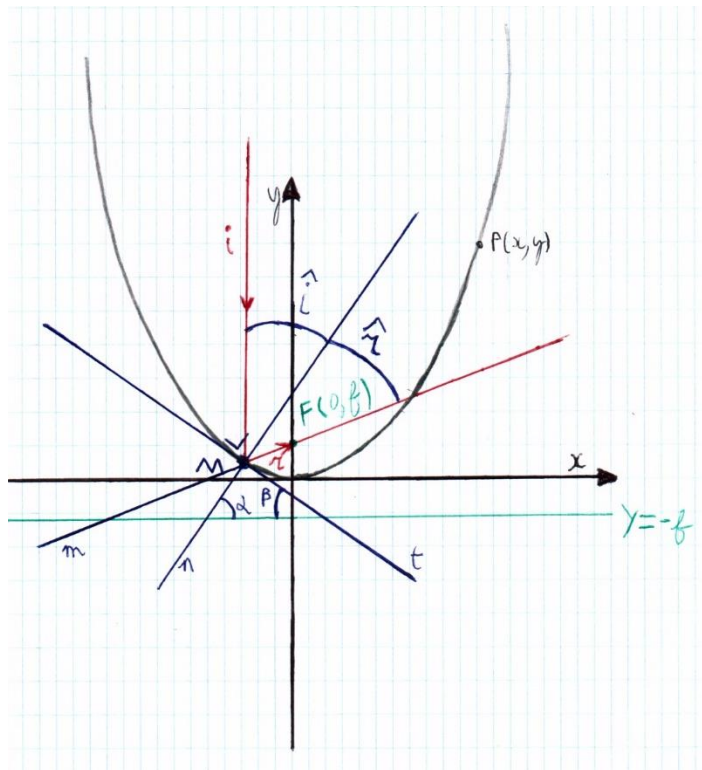
$$\tan B = m r$$

$$m r = \tan(\hat{r} - \alpha)$$

$$\hat{i} + \alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ - \hat{i}$$

$$\text{En : } \hat{r} = \hat{i}$$



$$m_r = \tan(\hat{i} - (90^\circ - \hat{i}))$$

$$= \tan(2\hat{i} - 90^\circ)$$

$$= -\tan(90^\circ - 2\hat{i})$$

$$\Downarrow (\tan(90^\circ - \alpha) = \cotan \alpha)$$

$$= -\cotan(2\hat{i})$$

$$= -\frac{1}{\tan(2\hat{i})}$$

$$\Downarrow \text{T-formule}$$

$$= \frac{1}{\frac{2 \tan \hat{i}}{1 - \tan^2 \hat{i}}}$$

$$= \frac{\tan^2 \hat{i} - 1}{2 \tan \hat{i}} \text{ met } m = \tan \alpha = -\frac{2f}{a}$$

$$\begin{aligned} \hat{i} + \alpha &= 90^\circ \\ \hat{i} &= 90^\circ - \alpha \\ \tan(90^\circ - \alpha) &= \cotan \alpha \end{aligned}$$

$$= \frac{\tan^2(90^\circ - \alpha) - 1}{2 \tan(90^\circ - \alpha)}$$

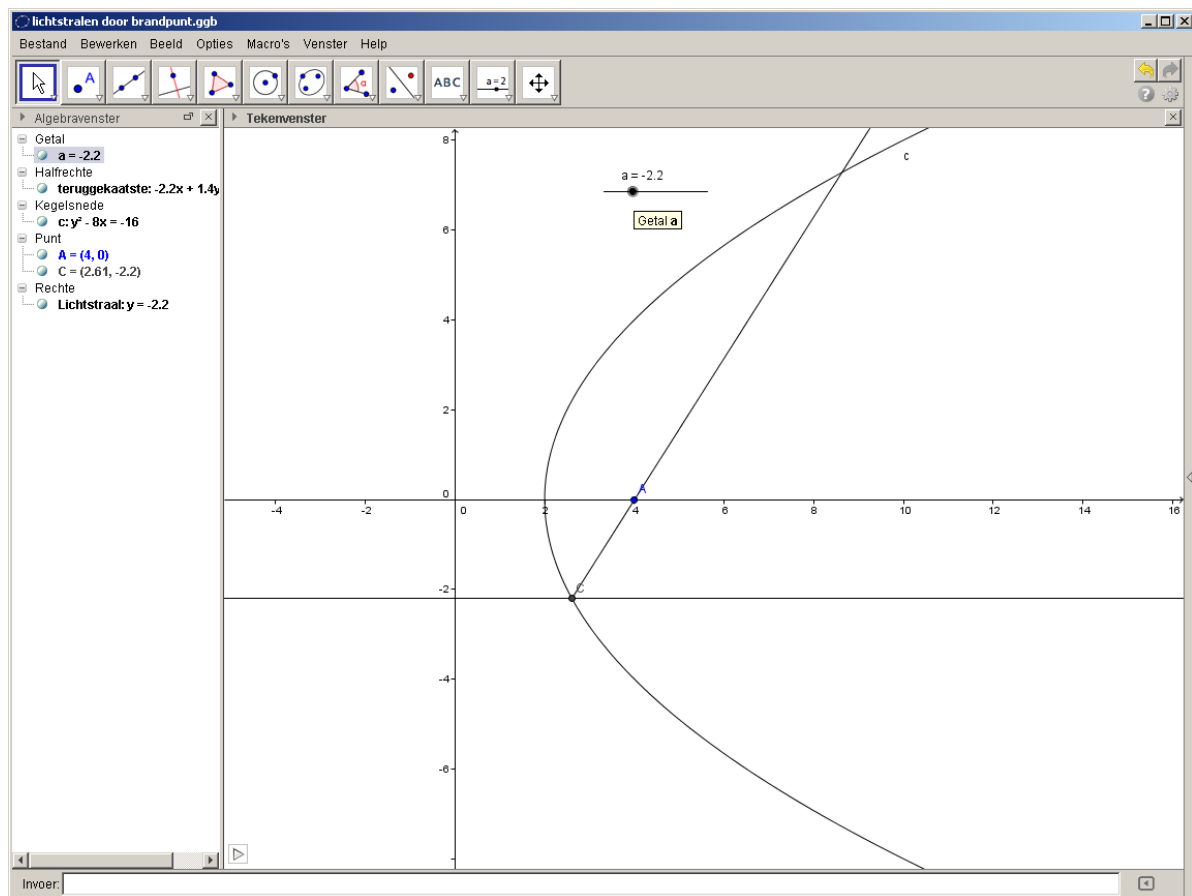
$$= \frac{\cotan^2 \alpha - 1}{2 \cotan \alpha}$$

$$= \frac{\frac{1}{\tan^2 \alpha} - \frac{\tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha}}{\frac{2}{\tan \alpha}}$$

$$= \frac{1 - \tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha} \cdot \frac{\tan \alpha}{2}$$

$$= \frac{1 - \tan^2 \alpha}{2 \tan \alpha}$$

6.5.1 Toepassing met geogebra



We hebben met Geogebra geprobeerd om de parabolische spiegel te simuleren.

Dit lukte zeer goed, maar jammer genoeg konden we de juiste vorm niet terugvinden van de spiegels. Het nameten of iets dergelijks is ook niet van toepassing aangezien je de spiegels niet mag aanraken want dan is er weer een minimale vervorming!

7 Collimeren van de spiegels

7.1 Inleiding

Op 26 maart 2014 zijn we met een aantal leerlingen van 614 en de leerkrachten Dhr. Verhaeghe en Dhr. Hemeryck naar de universiteit van Gent geweest. Daar hebben we naar de afdeling astronomie bezocht, waar gespecialiseerde mensen ons geholpen hebben om de kijkerbuizen terug in orde te brengen zodat ze alle 2 kunnen gemonteerd worden op het onderstel.

7.2 Aankomst in Gent

Na een hartelijke ontvangst hebben we een korte inleiding gekregen. Daarna hebben we spiegels afgegeven om ze op te poetsen. Wij hebben ondertussen enkele andere soorten kleine telescopen gezien. Daarbij mochten we dan enkele nuttige vragen stellen in verband met de elektronica en het toerental.

7.3 Telescopen van Ugent

Terwijl ze bezig waren met het schoonmaken van de spiegels hebben we van een prof van de universiteit een rondleiding gekregen naar de telescopen van de universiteit zelf, die zich op het dak van het blok astronomie bevinden. We hebben twee verschillende telescopen gezien die dan ook worden besproken in de soorten telescopen. Ze toonden ons ook met welke software soorten ze werken en hoe nauwkeurig hun beelden zijn. Aangezien hun telescopen zich ook onder een koepel bevinden kregen wij daar ook bijkomende informatie over.

7.4 Instellen van de spiegels

Na de rondleiding, als de spiegels in orde waren konden we beginnen met de telescopen terug in orde te brengen. Ze hadden terug het brandpunt bepaald zodat we niet de verkeerde spiegel in de 2 verschillende kijkerbuizen plaatsten. Eerst plaatsten we de spiegels in de kijkerbuizen, daarna bevestigden we de oculairlenzen (de lenzen waardoor we gaan kijken met het oog). Daarna begon het instellen van de spiegels zodanig dat het beeld juist inviel. Hieronder vindt u terug in een vereenvoudigde versie in 2 stappen hoe je te werkt moet gaan om de spiegels te collimeren.

7.5 Collimeren van een Newtontelescoop

Collimatie betekent het accuraat uitlijnen van de optische elementen van een telescoop om het beste beeld te kunnen weergeven. Dit wordt meestal alleen gedaan bij Newtontelescopen. Voor het collimeren van de spiegels wordt er nu meestal gebruik gemaakt van een lasercollimator zoals op foto hiernaast. In de stappen staan er telkens nummertjes die verwijzen naar de tekening.

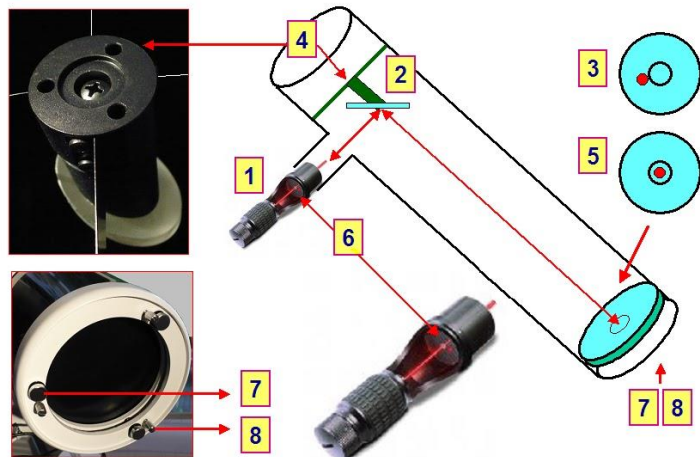


Het collimeren gebeurt in twee logische, opeenvolgende fasen:

1. Het perfect instellen van de kleine vangspiegel (2) onder 45° t.o.v. en perfect op het hart van de holle telescoopspiegel (3,5).
2. Het perfect terugkaatsen van de laserstraal via de (2) naar de collimator (6).

Stap 1

- Plaats de collimator 32mm in de oculair-ruimte (1) (let er op dat de collimator heel voorzichtig behandeld wordt, omdat het kalibreren van een collimator geen sinecure is).
- Als je de collimator (6) aanzet, wordt de straal via spiegel (2) naar de hoofdspiegel gekaatst. Als je ziet dat de straal niet midden in het rondje (3) komt, zal je dit moeten aanpassen naar (5). Op de tekening is dit enigszins anders gedaan dan wij dit gedaan hebben. Wij hebben gekeken of de spiegel juist zit aan de hand van een laserstraal die op een lasercollimator terugkaatst en te zien is op een soort roos waar je dan het midden moet raken om de spiegel juist te plaatsen. (zie de bovenste foto)
- Dat corrigeren door met het inbussleuteltje dat bij de telescoop hoort, de drie stelschroefjes van de houder (4) zodanig in te stellen, dat je het resultaat (5) krijgt.
- Nu staat de kleine vangspiegelspiegel goed.



Stap 2

- De kans bestaat dat de hoofdspiegel al perfect staat. In dat geval valt de laserstraal weer mooi door het gaatje terug. Bij ons is dit dus in het midden van de roos op lasercollimator.
- Als dit niet het geval is, dan kalibreer je de hoofdspiegel door eerst de langwerpige fixatiebouten (8) wat los te draaien en de 'dikkere' bouten (7) zodanig te corrigeren, dat de straal weer perfect in de collimator (6) terug valt. Bij onze telescoop geldt ongeveer hetzelfde principe. Wij hebben enkel gewerkt met 3 bouten om de spiegel juist te plaatsen.
- Nu draai je de fixatiebouten (8) weer vast en zou alles in orde moeten zijn.

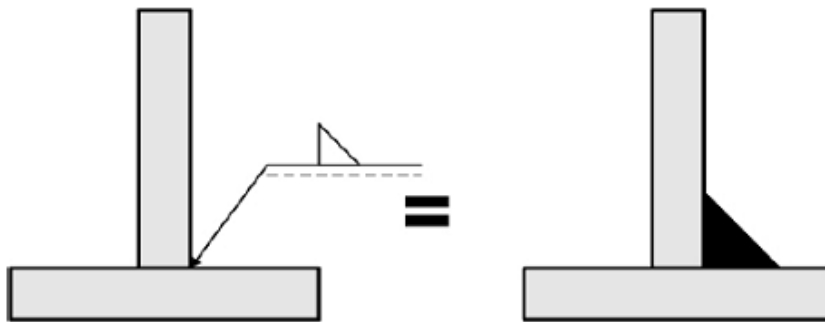
8 Studie van lassymbolen

Lassymbolen zijn erg nuttig als middel om de ontwerpeisen van tekenkamer door te geven naar de werkvloer. Het is van essentieel belang dat de regels van de toegepaste norm correct worden toegepast door het personeel van de tekenkamer. Het is echter eveneens van groot belang dat het personeel op de werkvloer in staat is alle details van de lassymbolen op de juiste wijze te lezen en toe te passen. Dit kan worden bereikt door één norm toe te passen die in het gehele bedrijf wordt gebruikt. Ook moet het personeel van de tekenkamer de behoeften van de "eindgebruiker", in dit geval de lasser, lascoördinator, lasinspecteur en de lasingenieur onderkennen en er rekening mee houden, om kostbare fouten als gevolg van misinterpretatie te voorkomen. Training van alle personeel in het juiste gebruik van lassymbolen speelt eveneens een belangrijke rol in deze communicatie.

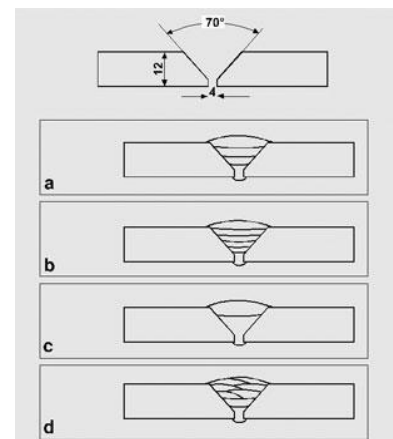
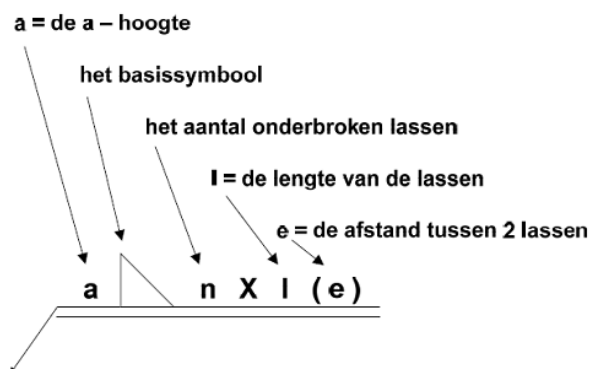
8.1 Onze lassymbolen

In onze constructie bij het zowel het onderstel als de koepel werd er gebruik gemaakt van twee types van lassen. Één van die twee is hoek lassen en de andere de rechte kant las of ook wel I-las genoemd. De hoeklas spreekt voor zich, maar bij de I-las wordt er in het materiaal gesneden om dan achteraf terug samen toe gelast te worden samen met een ander stuk. Hieronder vind je bij de linker figuur het juiste symbool van hoeklassen en de correcte toepassing hierbij op de rechterfiguur.

Bij dit symbolen moeten echter nog verschillende andere zaken worden op weergegeven. Namelijk a



de lashoogte, het basissymbool voor hoeklas is dit de driehoek en voor het tweede type lassing dat wij gebruiken is dit een rechte kant las (\parallel) zie rechter figuur). Vervolgens komt achter dit symbool nog wat informatie betreffende lengte van lassen, en eventuele afstanden van onderbroken lassen. (zie figuur)



Wij typen telkens op het einde van ons lassympool een nummer. Dit nummer verwijst naar de benaming van het lasproces.

In ons geval is het nummer **135**

- **13:** staat voor gasbooglassen met afsmeltende elektrode
- **5:** dan voor het MAG-lassen (massieve draad onder bescherming van een actief gas).

13	Gasbooglassen met afsmeltende elektrode
131	Gasbooglassen met afsmeltende massieve draad onder bescherming van een inert gas (MIG)
135	Gasbooglassen met afsmeltende massieve draad onder bescherming van een actief gas (MAG)
136	Gasbooglassen met gevulde draad onder bescherming van een actief gas (MAG)
137	Gasbooglassen met gevulde draad onder bescherming van een inert gas (MIG)

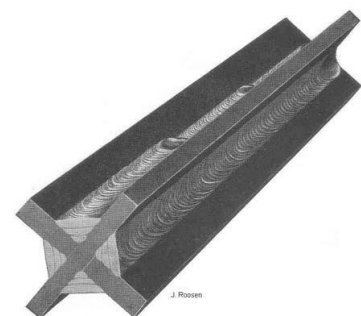
8.2 Andere lassymbolen

Buiten de twee lassingen bestaan er nog vele andere soorten lasnaden dus ook nog vele meer lassymbolen. Hieronder staan afbeeldingen waar de bekendste lasnaden opstaan.

	I – las		×	Gelaste X – naad	
∨	V – las		K	Gelaste K – naad	
✓	HV – las		×	Gelaste, dubbele Y – naad	
Y	U – Las		K	Gelaste K – naad met staande kant	
∇	V – las met steile flanken		Y	Gelaste, dubbele U – naad	
⊔	Tegenlas		∇	Gelaste V – naad met tegenlas	
○	Puntlas		▷	Dubbele hoeklas	
⊗	Weerstandslas				
△	Hoeklas				

Men werkt soms ook met verkorte lassymbolen. In plaats van bijvoorbeeld bij iedere zijde te werken met een nieuw lassymbool voor telkens de zelfde soort lasnaad gebruikt men gewillig eens de rondlas. Dit betekent wanneer men dit symbool (bovenaan de figuur) gebruik wordt is deze soort lasnaad van toepassing rond het gehele oppervlak.

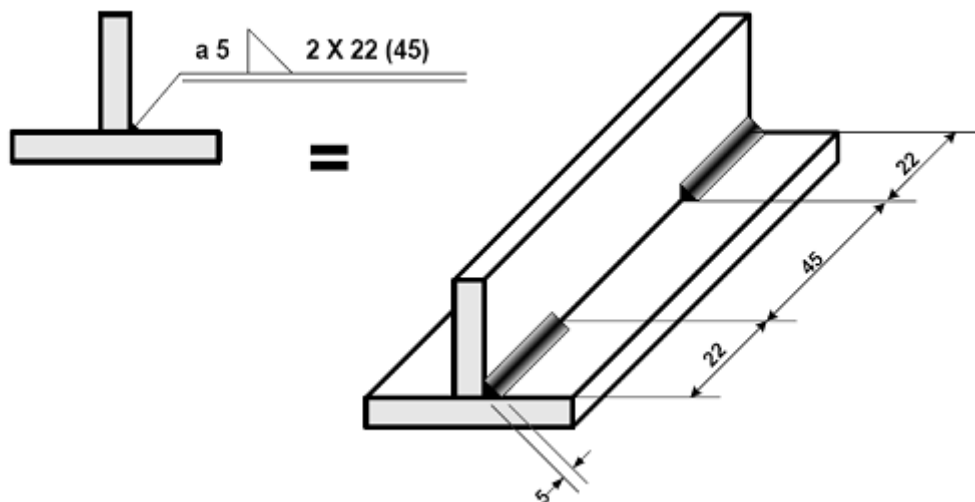
	Rondlas Wanneer een onderdeel helemaal rondom moet gefast worden dan wordt dit aangeduid met een cirkel.	
	Montagelas Een las die niet in de werkplaats, maar op de bouwwerf wordt uitgevoerd om onderdelen te monteren, wordt aangeduid met een vlag.	



Bij een rechte kantlas is er de keuze om het oppervlak vlak, convex of concaaf te maken. Bij ons is bij is telkens de lasnaad vlak gemaakt door middel van schijven. Doordat de lasnaad ook grotendeels in het stuk zelf zit verliest zo de lasnaad niet een deel van zijn sterkte.

	Convex ► lasnaad met een bol oppervlak
	Vlak ► lasnaad met een vlak oppervlak (meestal verkregen na nabewerking)
	Concaaf ► lasnaad met een hol oppervlak

Voorbeeld

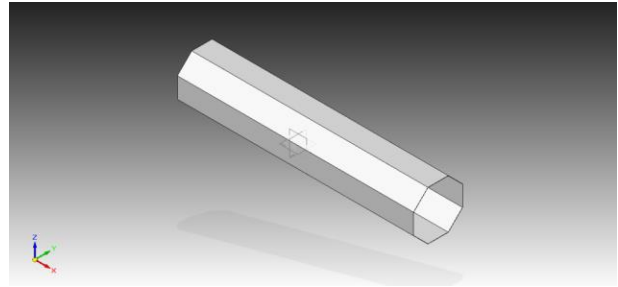


Hierin kan je zien dat het een hoek las is met als las dikte 5 millimeters en telkens 2 stroken van 22 millimeters gelast met een lege ruimte van 45 millimeters.

9 Keuzemogelijkheid aantal kijkbuizen:

Bij het ontwerpen van onze telescoop moet een keuze gemaakt worden omtrent het aantal kijkbuizen dat we willen voorzien.

Tijdens het schooljaar 2010-2011 hebben de leerlingen van het 6^{de} jaar Industriële wetenschappen, drie kijkbuizen gemaakt.



Wij mochten zelf bepalen hoeveel van deze kijkbuizen wij wilden gebruiken om onze telescoop te vervolledigen.

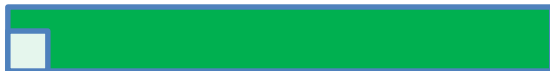
Hiernaast een 3-D afbeelding van één van de kijkbuizen.

Wanneer we gebruik maken van een Newtonkijker moeten we rekening houden met volgende nadelen:

- Door de aanwezigheid van een parabolische spiegel zal een kleine beeldvervorming waarneembaar zijn.
- Wanneer we geen gebruik maken van ventilatoren kan de dauw die optreedt na de nacht de waarneming in meer- of mindere mate beïnvloeden.

9.1 Eén kijkbuis:

VOORDELEN



- ☐ compact
- ☐ makkelijker verplaatsbaar
- ☐ 'eenvoudiger' onderstel
- ☐ goedkoper (1 camera)
- ☐ beelden moeten niet samengevoegd worden

NADELEN

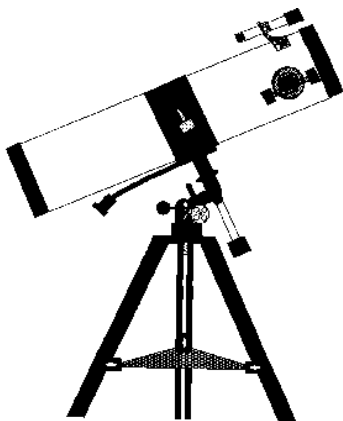


- ☐ beperkt zicht
- ☐ minder scherp beeld
- ☐ minder experimenteel

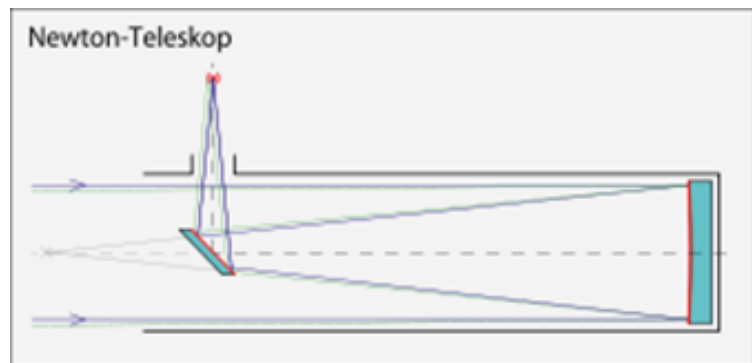
Uit het overzicht blijkt dat er heel wat voordelen zijn bij het gebruik van één kijkbuis. Deze situeren zich voornamelijk in de eenvoud van deze opstelling. Daartegenover staan slechts enkele nadelen maar met een grote impact. Het minder scherp beeld samen met een beperkter zicht maken dit geen ideale keuze.



Enkele jaren terug hebben leerlingen van het KTA Brugge, in samenwerking met de UGent (Universiteit Gent) een telescoop gemaakt. Dit was in het kader van een uniek project, opgestart met de bedoeling het technisch onderwijs te promoten. Met name het onderwijs in de richtingen metaal en mechanica.



Voorbeeld van een Newtonkijker met één kiikbuis.

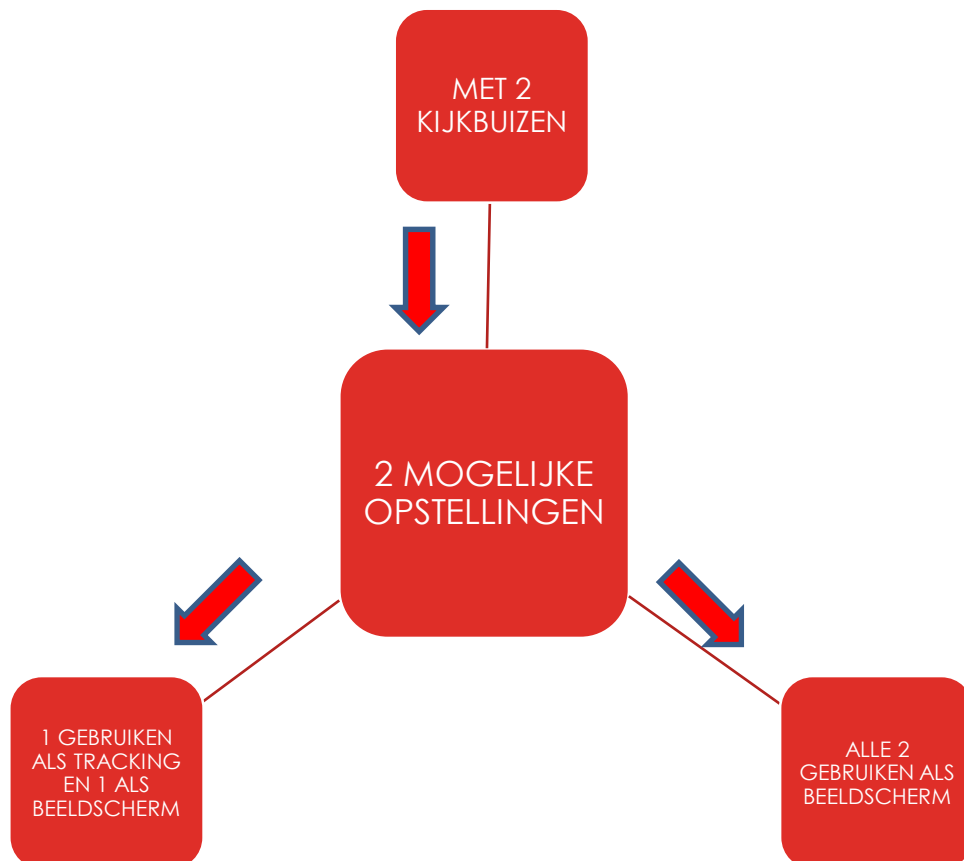


Beeldinval bij een Newtonkijker.

9.2 Twee kijkbuizen

Wanneer gewerkt wordt met 2 kijkbuizen krijgt men verschillende keuzes in de opstelling. Buizen kunnen gebruikt worden als tracking of als beeldscherm.

Er is minimaal 1 kijkbuis nodig als beeldscherm om opnames te kunnen maken. Dit maakt dat er nog 2 mogelijk opstellingen kunnen gemaakt worden.



TRACKING

***Met tracking bedoelen we dat een simpele webcam altijd naar het zelfde object kijkt en zichzelf aanpast wanneer bv. de maan zich verschuift over de hemel. Zodat de andere buis, de kijkbuis steeds een zelfde beeld heeft van dat object en zo betere foto's kan nemen.**

De keuze of gewerkt wordt met een camera of webcam wordt toegelicht onder punt **16.7 Webcam of spiegel reflex camera.**

Software om afbeeldingen van verschillende kijkbuizen samen te brengen tot één gezamenlijk beeld zijn beschikbaar. Dit gaat van professionele programma's met ondersteuning die kunnen aangekocht worden tot eenvoudige downloads op het internet.

We hebben van beide opstelling de voordelen en nadelen afgewogen.

1^{ste} opstelling: 1 GEBRUIKEN ALS TRACKING EN 1 ALS BEELDSCHERM

VOORDELEN



- ☐ betere beeldkwaliteit
- ☐ gemakkelijk verplaatsbaar
- ☐ autocorrectie functie
- ☐ informatie beschikbaar
- ☐ eenvoudige software
- ☐ relatief goedkoop

NADELEN



- ☐ aangepast voetstuk nodig
- ☐ minder compact
- ☐ verschillende brandpunten
- ☐ achtergrond beperkt zichtbaar

Bij deze opstelling zit het grootste obstakel bij de verschillende brandpunten. Dit maakt dat aanpassingen nodig zijn om tot een correct beeld te komen. Deze aanpassingen kunnen elektronisch of mechanisch gebeuren.



Telescoop met de bovenste buis actief als beeldscherm, de onderste gebruikt als tracking.

2^{de} opstelling: ALLE 2 GEBRUIKEN ALS BEELDSCHERM

VOORDELEN



- ☐ breder gezichtsveld
- ☐ grotere resolutie van de beelden

NADELEN



- ☐ aangepast voetstuk nodig
- ☐ minder compact
- ☐ verschillende brandpunten
- ☐ geen autocorrectie

Bij deze opstelling zit het risico voornamelijk in het niet meer zien van het object waarop gefocust wordt doordat er geen automatische correctie gebeurt (tracking). De nodige aanpassingen moeten manueel gebeuren. Positief is zeker het breder gezichtsveld en de hogere resolutie van de bekomen beelden.



Voorbeeld van een telescoop (voor en achteraanzicht) met een zeer grote wendbaarheid waarmee de afbeelding van de Boeing 747 werd genomen.



Afbeelding van een Boeing 747 gemaakt met een telescoop met 2 beeldbuizen op 1,2 km hoogte.



9.3 Drie kijkbuizen

Bij een telescoop met drie kijkbuizen is de meest voor hand liggende keuze om er 2 met beeldschermen en 1 met tracking te voorzien. Deze opstelling maakt dat de meerwaarde van autocorrectie en een goede beeldkwaliteit kunnen gecombineerd worden.

VOORDELEN



- ☐ breed gezichtsveld
- ☐ autocorrectie
- ☐ hoge resolutie van de opnames

NADELEN



- ☐ groot volume
- ☐ gespecialiseerd voetstuk
- ☐ weinig informatie, ervaring
- ☐ grote investering
- ☐ niet tot weinig mobiel

Het is niet moeilijk om overtuigd te geraken van de voordelen van een dergelijke opstelling. Binnen deze GIP is dit uiteraard onmogelijk. De kostprijs, het volume en onvoldoende informatie liggen hiervan aan de basis.

9.4 Besluit

Zoals hierboven reeds aangehaald was een opstelling met 3 kijkbuizen gezien de nadelen geen optie binnen deze GIP. Daarom werd besloten om onze telescoop van 2 kijkbuizen te voorzien. Met als opstelling 1 als beeldscherm en 1 als tracking.

Dit is een logische keuze na het uitgebreid afwegen van de verschillende opstellingen en hun voor- en nadelen. Dit lijkt ons kwalitatief de beste keuze binnen onze mogelijkheden.

10 Soorten montering

Voor een optimaal gebruik van de telescoop is niet enkel de optische kant belangrijk. Een goede telescoopmontering is minstens even belangrijk. Een goede telescoopmontering houdt de telescoop veilig vast, eenvoudig om mee te richten en doet dat zonder veel trillingen. Moderne monteringen hebben zogeheten 'Go-to' mogelijkheden waarmee men sneller objecten kan vinden. Er zijn drie soorten monteringen voor telescopen.

10.1 Azimutale montering

Deze monteringen hebben een verticale hoofdas waar de gehele installatie om kan draaien. Het waarnemingsinstrument zelf kan bovendien in een verticaal vlak draaien tussen de horizon en het zenit (het punt recht boven de waarnemer). Bovendien roteert het beeldveld van het waarnemingsinstrument. Dat wil zeggen dat alle accessoires in het brandpunt van het instrument door middel van een motor mee moeten draaien. Tegenwoordig kunnen deze besturingsproblemen echter met een computer worden opgelost. Ook grote telescoopsystemen hebben azimutale monteringen.

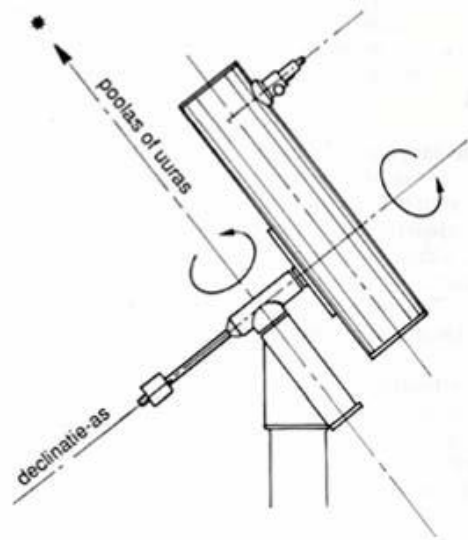
Ook *alt-alt-monteringen* zijn denkbaar. De hoofdas ligt dan horizontaal. Het instrument wordt om deze as naar boven gezwenkt, en om een tweede, verticale, as in horizontale richting gezwenkt. Dit type montering is vooral van theoretisch belang.

Varianten op de azimutale montering:

De Dobsonmontering is een zeer vereenvoudigde versie van de azimutale montering. Hij is in de jaren 1950 ontwikkeld door John Dobson. Doel was het maken van een zo gunstig mogelijke montering voor telescopen met een grote opening. Voor astrofotografische doeleinden is deze montering nauwelijks geschikt. Slechts korte belichtingstijden voor opname van maan en planeten (heldere objecten) lijken hier zinvol. De grootste voordelen zitten in de lage prijs en de compacte constructie, waardoor hij vooral onder amateurs geliefd is.

10.2 Parallactische montering

Om objecten te volgen is een parallactische montering of ook equatoriale montering genoemd, de beste oplossing. Eén van de assen van deze telescoop – de poolas – moet zo worden opgesteld dat deze onder een specifieke hoek staat en zo wijst in de richting van de hemel waar de ster in de loop van de nacht lijkt te draaien. Wanneer je de poolas draait zal de telescoop in dezelfde als de sterren draaien. In dit geval hoeft slechts op één as, namelijk de poolas, te worden bijgestuurd. Wanneer er ook een motor aan deze opstelling wordt toegevoegd kan de telescoop het object automatisch blijven volgen waardoor je handen vrij blijven. In principe is 1 motor op dit systeem voldoende, maar men plaatst beter nog een 2^{de} motor, zodat het beeld steeds mooi gecentreerd is.



Parallactische montering

Voordeel van de parallactische montering

Het voordeel van parallactische montringen t.o.v. azimutale montringen is dat de telescoop, bij een juiste poolafstelling, slechts op één as gecorrigeerd hoeft te worden indien het volgen van sterren gewenst is. Bij de azimutale montring moet je steeds de verticale en horizontale as corrigeren om sterren te kunnen volgen. Voor astrofotografie is de azimutale montring, indien er géén volgmotoren op beide assen is ingebouwd, geen optie.

Nadeel van de parallactische montring

Door de schuine stand van de beide hoofdassen kan de telescoop niet meer zo eenvoudig worden ingesteld, zoals men dat bijvoorbeeld van een fotografisch statief is gewoon is. Vooral in het meridiaan vlak kunnen problemen optreden, Bij het overschrijden van het zuidelijke deel van de meridiaan moet de telescoop bij sommige montringen op een bepaald moment van de Weststand naar Ooststand omzwenken, omdat hij anders tegen de montring aan slaat en/of zijn hoogte, en daarmee de hoogte van het oculair, te laag wordt. Dat leidt tot een onderbreking van de continue waarneming, en ook de belichting van een astrofotografische opname moet worden onderbroken

10.3 Varianten op de parallactische montering

Naast de gewone parallactische montering bestaan er ook een zestal varianten van deze montering. We zullen ze kort even overlopen.

- **Duitse equatoriale montering**

Deze montering wordt vooral gebruikt in de amateurastronomie of voor het waarnemen van zonnevlekken. Hij is naast een telescoop met korte buizen ook bruikbaar voor telescopen met langere kijkbuizen. Hier moet je wel opletten dat wanneer je naar bv. de poolster kijkt je niet met de kijkbuis onder tegen de montering stoot. Bij deze montering moet men gebruik maken van balanceringsgewichten om het zwaartepunt van de bewegende delen in het snijpunt van de assen te laten vallen.



- **Gaffelmontering of vorkmontering**

De telescoop die wij maakten is een voorbeeld van een vorkmontering. De vorkmontering is geschikt voor spiegeltelescopen met een korte bouwlengthe. De gaffelmontering heeft veel mee van de wigmontering met dat verschil dat de gaffelmontering op de parallactische montering staat i.p.v. op de azimutale montering. Hij is ook zeer handig in gebruik t.o.v. andere variëteiten en heeft een relatief laag totaalgewicht. In tegenstelling tot de Duitse equatoriale montering bevindt hier het zwaartepunt van de telescoop wel in het snijpunt van de assen. (let op : bij lange kijkerbuizen met zware spiegels kan het zijn dat je toch gebruik moet maken van tegengewichten)



- **Engelse montering**

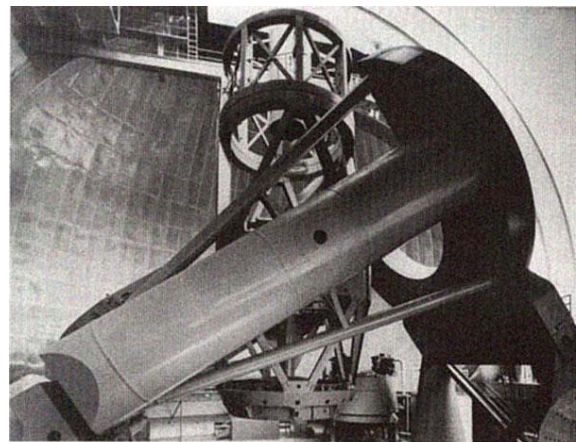
Hier wordt de rechteklimmingsas gelagerd op twee punten. De declinatieas die altijd loodrecht op de rechteklimmingsas staat, snijdt deze as tussen beide lagerpunten. Hier wordt geen gebruik gemaakt van tegengewichten.

- **Kadermontering**

Deze montering werd ontworpen voor zeer zware telescopen. Het grote nadeel van deze montering is dat je de kijkerbuizen niet naar de hemelpool kan richten. De hemelpool ligt vrijwel samen met de poolster en ligt dus in het verlengde van de rotatie-as van de Aarde. Hier wordt wel weer gebruik gemaakt van tegengewichten.

- **Hoefijzermontering**

Dit is eigenlijk een montering die gebaseerd is op de kadermontering maar met het voordeel dat je wel naar de hemelpool kan kijken. Deze montering werd gebruikt in de beroemde Haletelescoop, de telescoop had tot 1976 de grootste spiegels van de hele wereld in bezit. Ook hier hoeft men geen gebruik te maken van tegengewichten.



Mt. Palomar's 200-inch Hale Telescope, pointing to the zenith, as seen from the east side.

- **Steunmontering**

Hier wordt de telescoop op geen enkele richting door onderdelen van de montering in zijn bewegingsmogelijkheden beperkt. Hier maken ze wel gebruik van balanceringsgewichten.



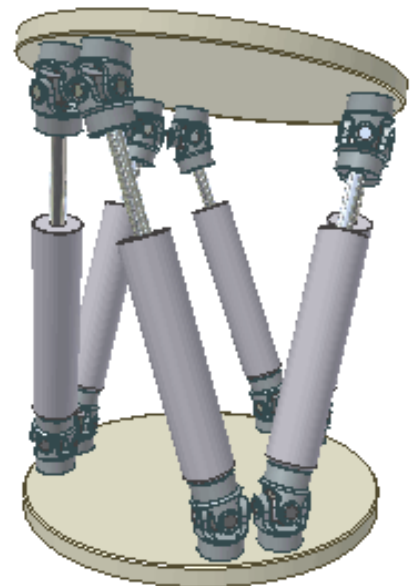
- **Mesu-mount montering**

Deze montering werd uitgevonden in 2008 en werd uitgevonden in Nederland. Het is een zeer stevige montering en is bedoeld om te werken via elektronica om hem te besturen. Hij is zeer gemakkelijk op te bouwen en weer af te breken. Ze noemen hem ook wel de mobiele krachtpatser. De mesu-mount montering heeft een laadvermogen van 130 kg en wordt aangedreven door wrijvingswielen.

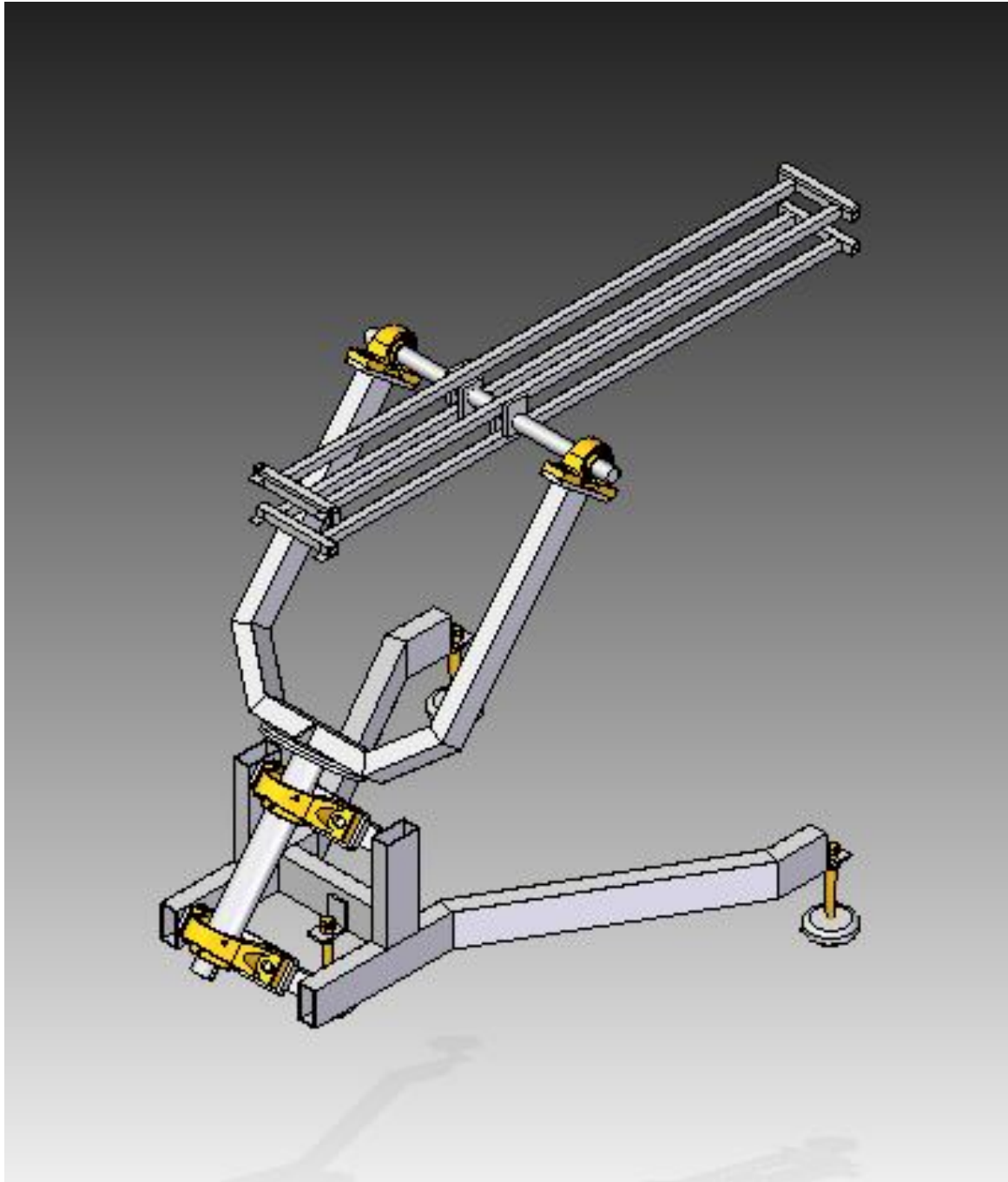


- **Hexapodmontering**

Deze montering wordt bijna nooit gebruikt. De beweging komt uit zes verschillende bewegende cilinders die zorgen voor lengteverandering. Deze constructie is zeer moeilijk te maken en heeft maar een beperkt kijk-oppervlak. Ook is hij enkel geschikt voor kleine lasten. De constructie werkt wel zeer nauwkeurig en wordt daarom gebruikt voor militaire doeleinden (bv het volgen van satellieten). Hij werd ontwikkeld door Krupp in 1999



11 Onderstel telescoop



Arne Vanthorre, Gill VanWassenhove, Thibault Steen en Joris Mergaert 6IW

11.1 Inleiding

Om onze buizen op te stellen naar wens hebben we een voet met enkele belangrijke eigenschappen nodig. Daarvoor hebben we eerst eens nagedacht over wat belangrijke eisen waren voor onze constructie. Daarna hebben we naar enkele voorbeelden gekeken om daaruit te leren en enkele dingen uit over te nemen.

Onze eisen:

- Onze voornaamste eisen waren dat de constructie 2 kijkerbuizen moest kunnen dragen die samen mee draaien maar in hoogte ten opzichte van elkaar een klein beetje bij regelbaar zijn.
- Onze voet moest ook opbergbaar zijn, mobiel zijn en niet te veel wegen. dit alles om makkelijk naar een meer geschikte locatie te kunnen gaan kijken met de telescoop.
- De constructie moest ook geschikt zijn om elektronisch bestuurbaar te zijn. Dus er moest plaats beschikbaar zijn voor de motoren, de reductiekasten en de bekabeling.
- Nog een eis was dat we de gehele constructie konden enkele graden bijregelen zodat de hoofdas onder een andere hoek staat zodat we ook de telescoop op andere plaatsen dan hier in België kunnen laten een ster blijven volgen zonder de hoogte van de telescoop bij te regelen.(meer uitleg en info zie onderdelen 'voetjes' en 'vork' hierover.)
- Zowat het belangrijkste van onze opstelling is dat de speling zo minimaal mogelijk is en zelf niks bedraagt(maar dit is in praktijk onbestaand.). dit is zo belangrijk omdat een kleine beweging hier zoveel verder in de ruimte een zeer grote verandering met zich meebrengt.

Wat volgt in dit onderdeel is dus eerst de 3 voeten dat we bekeken hebben en bestudeerd van anderen. Daarna volgen onze 2 eigen ontwerpen.

11.2 Bestaande ontwerpen

- **1^{STE} Onderstel**

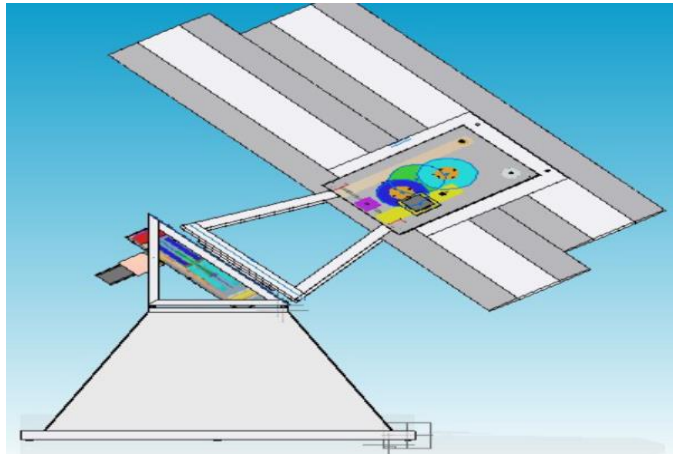
Dit eerste ontwerp is van het 6^{de} IW van het jaar 2010. Het was slechts een vlugge oplossing voor het opzetten van de kijkerbuizen. Het was dus een vrij eenvoudig ontwerp wat niet mobiel was. Er was ook geen mogelijkheid voor elektronische besturing. Er zat ook veel speling op.

Uit deze constructie hebben we niet veel geleerd behalve dat we goed moeten rekening houden met speling.



- **2^{DE} Onderstel**

Deze voet werd ontworpen door de leerlingen van het zesde jaar EM 2011. Het ontwerp bestond uit een afgeknotte kegel met vier zijden als voet. Daarop stond de constructie waar de eerste reductiekast op gemonteerd zou worden. Via een piramidevormig frame werd deze verbonden met de tweede reductiekast waar de kijkerbuizen op gemonteerd zouden worden.



Voordelen:

- het was een degelijk en goed ontwerp
- een sterke constructie
- mogelijkheid tot een elektrische besturing

Nadelen:

- een niet mobiele constructie
- niet inklapbaar
- veel speling (wat een zeer groot nadeel is voor een telescoop)
- zware constructie

Uiteindelijk hebben we dan toch niet voor dit ontwerp gekozen omwille van z'n vele nadelen.

- **3^{DE} Onderstel**

De derde voet werd ontworpen door Ugent en al gerealiseerd door de khbo brugge. Het is een variant van de parallactische constructie; men noemt het een gaffelmontering of vorkmontering. De constructie bestaat uit een voet waarop de reductiekast komt. Op de voet staat de vork waartussen de kijkerbuis(zen) worden geplaatst. Men kan door de vorkmontering gebruik maken van twee kijkerbuizen die naast of boven en onder elkaar staan.

Voordelen:

- goed ontworpen
- sterke constructie
- weinig speling
- elektrische besturing mogelijk

Nadelen:

- niet mobiel
- niet inklapbaar
- zware constructie

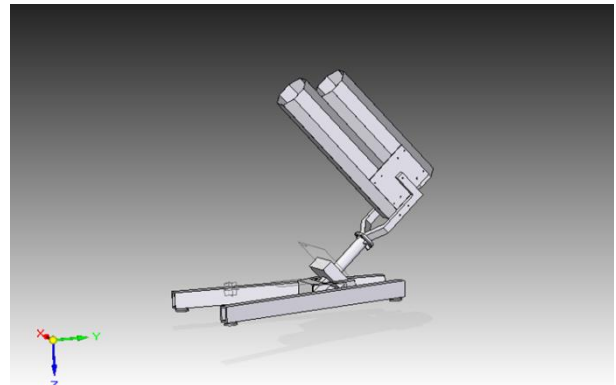


Uiteindelijk hebben we dan toch voor de laatste constructie gekozen omdat hij voor ons het meeste voordelen bood. Het was dus onze taak om de constructie niet alleen na te bootsen maar ook trachten te verbeteren door hem inklapbaar te maken.

11.3 Eigen ontwerpen

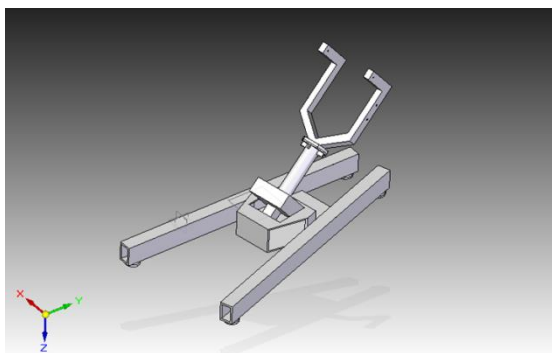
Eerste ontwerp

Ons eerste ontwerp was gebaseerd op eigen ideeën. We bouwden ons eerste ontwerp met de bedoeling dat de voet de reeds gerealiseerde kijkerbuizen kon dragen en ze in evenwicht kon houden. Ook was het de bedoeling om met dit ontwerp een inklapbare voet te maken. Dit heeft als voordeel dat het makkelijk transporteerbaar is en dat we de volledige constructie konden opbergen in een zo klein mogelijk oppervlakte. We ontwierpen dit tijdens de eerste projectweek.



We waren van plan om de voet van de Ugent te gebruiken maar omdat we nog steeds niet in bezit waren van de tekeningen van deze voet probeerden we een eigen ontwerp te maken. De eerste vraag die we ons zelf stelden was: is de constructie stabiel? Na enige berekeningen vonden we de plaats van het zwaartepunt. Zo wisten we precies waar we de voet moesten plaatsen tegenover het zwaartepunt.

De tweede vraag was: kunnen we deze voet zo maken dat we het geheel kunnen inklappen en dus ook eenvoudig vervoeren? Na enig denkwerk zagen we dat dit mogelijk was, maar dit zal ook enkele kleine probleempjes opleveren. Het bleek onmogelijk om de kijkerbuizen in een vork volledig in te klappen. Onze oplossing voor dit probleem was dat we de vork op de twee uiteinden een hoek van 90° zouden meegeven.



Na deze oplossingen zagen we nog een probleem in verband met het inklappen van de buizen. De plaats waar we de as en de vork aan elkaar vastschroefden was cirkelvormig en had een grote straal, waardoor we de buizen niet volledig konden inklappen. De oplossing voor dit probleem vonden we door in deze cirkelvormige doorsnede een inkeping te maken zodat de buizen er mooi konden op rusten.

Al deze problemen ontdekten we tijdens het ontwerpen van de voet. We zagen dat sommige zaken problemen gingen veroorzaken. Dus pasten we de ontwerpen dan ook aan zodat de constructie voldeed aan onze verwachtingen.

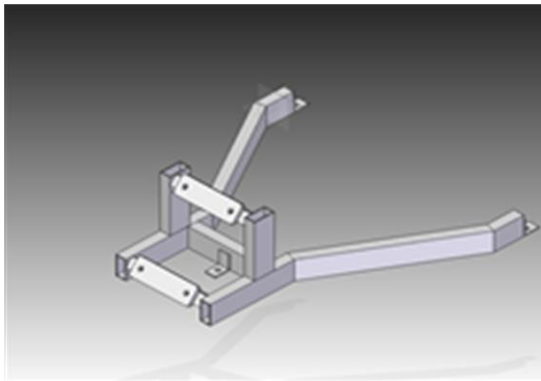
Nadat de volledige constructie ontworpen was, zagen we dat er toch wel veel problemen waren. Zo wisten we niet precies wat we met de reductiekast gingen doen en het geheel leek ook zeer veel te wegen (doordat de as massief was). Deze nadelen waren te groot om deze constructie te maken en het werd volledig van de kaart gegooid nadat Mr. Verhaeghe ons vertelde dat het inklappen van de voet geen prioriteit meer was. Dus zijn we beginnen denken aan een tweede constructie die op al deze problemen een oplossing kon geven.

Ons tweede ontwerp

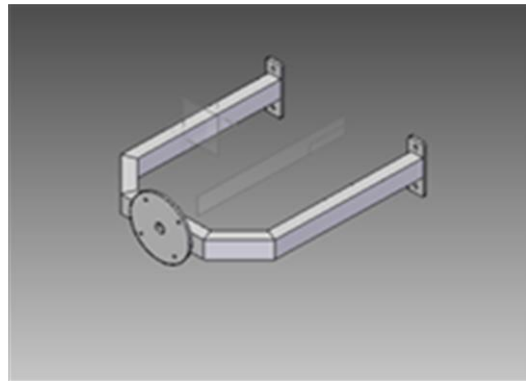
Tijdens het tweede ontwerp hebben we ons steeds minder gefocust op het mobiel maken van het onderstel. We bekeken vooral de praktische kant van het ontwerp aan de hand van de tekeningen van de Ugent (zie 3^{de} onderstel).

Ons tweede ontwerp is tevens ons laatste ontwerp geworden. Naar onze mening was het voldoende nauwkeurig en mobiel zodat we konden overgaan tot de realisatie. Bij de uitvoering zijn we nog op enkele kleine problemen gestoten maar deze waren zeker niet onoverkomelijk.

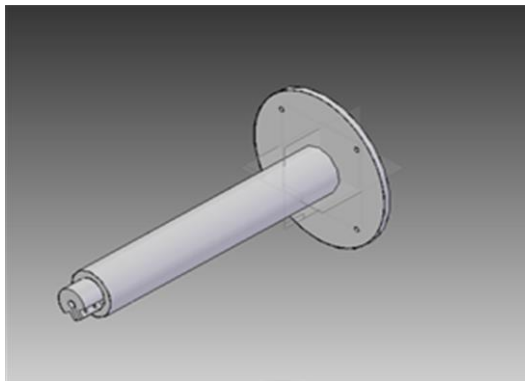
Hieronder vind je foto's van onze onderdelen van het onderstel. Verder vind je de telkens de specifieke naamgeving per onderdeel. Hieronder zal ieder onderdeel uitgebreid besproken worden alsook de problemen die we ondervonden bij de realisatie.



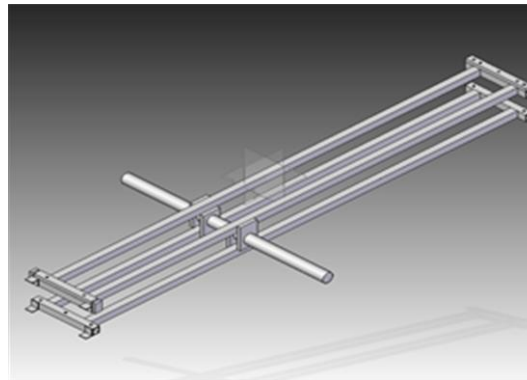
Het voetstuk



De vork



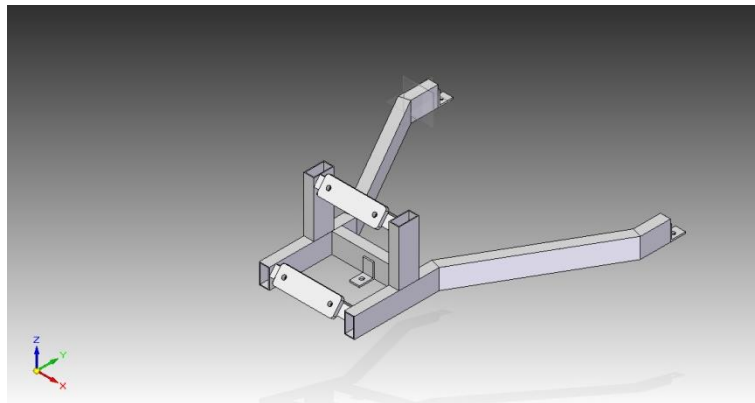
De hoofdas



De drager

11.4 Voetstuk

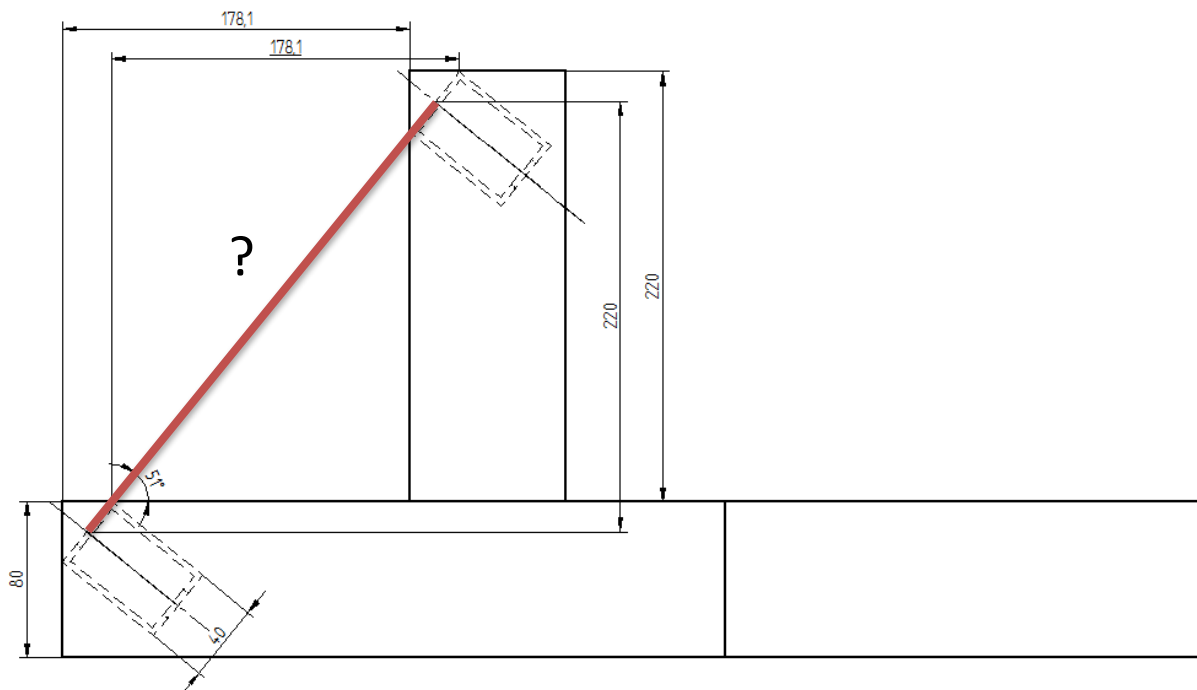
We zijn gestart met het ontwerpen en tekenen van het voetstuk samen met de voetjes. Het idee om een met een vorkmontering te werken was reeds vooraf beslist. Belangrijk hierbij is dat 'de vork' onder een hoek van 51° staat. Voor onze 2^{de} tweede GIP-vergadering was het voetstuk al volledig getekend en alle verschillende onderdelen waren toen gemonteerd met een punt-las. Met andere woorden, door de verschillende onderdelen aan elkaar te 'punten'.



Tijdens het punten was vooral het bekomen van de hoek van 51° een moeilijk onderdeel. We hebben dit opgelost door gebruik te maken van 2 plaatjes waarin op de juiste afstand gaatjes werden gebeurd. Deze dienden als ondersteuning om zo precies mogelijk te kunnen werken.

Met een korte berekening van Pythagoras vonden we dat:

$$\sqrt{178,1^2 + 220^2} = 283,05 \text{ mm}$$

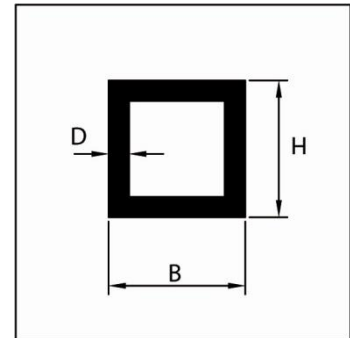


De gaten moesten op een afstand van 283 mm van elkaar zitten. Zo konden van collega's die het lassen voor zich namen, zo precies mogelijk hun werk doen. Achteraf hebben we de opstelling gemeten. Het resultaat was een waarde van 50,95° was als uitstekend kan beoordeeld worden.

11.4.1 Veranderingen tijdens ontwerpen

Tijdens het ontwerpen van het voetstuk zijn er enkele aanpassingen gebeurd namelijk 2:

1. Het eerste is een verandering van profieltype, dit is een keuze die bewust gemaakt is. De verandering kwam er omdat het voetstuk wordt belast en zal ten gevolge van die belasting doorbuigen dit in en verticaal vlak. Loodrecht op zijn lange as.
We kiezen voor een zo groot mogelijke weerstand tegen buigen rond deze as. Hoe hoger het profiel hoe beter.
Vandaar dat we van 60x40x3 naar 80x40x3 gegaan zijn.



2. Onze tweede aanpassing is een verandering in het aantal voetjes.
Ons eerste idee was om vier voetjes te plaatsen op de verschillende uiteinden van het voetstuk. Nadat we dit voorstelden aan de GIP-jury gaven zij ons een tip dat het effen zetten van vier voetjes op de grond onbegonnen werk is. Volgens hen waren drie voetjes veel realistischer. Nadat we achteraf de opmerking met iedereen eens besproken hadden was het voor ons ook over duidelijk dat dit een goed idee was.

11.4.2 Lassing

Uiteraard is ons voetstuk in elkaar gelast. Het voetstuk is gelast door MIG/MAG-lassen. Met twee verschillende types van lasnaden namelijk: een hoeklas (Δ) en een rechte kantlas met aan de boven kant afgevlakt ($\overline{\parallel}$). De afmetingen en plaatsen zijn aangeduid op de eerste tekening hieronder.

11.4.3 Tekeningen:

Hieronder vind u de tekeningen van het voetstuk. De eerste is een tekening waar het stukken lijst is op aangeduid en waarop de verschillende lassing symbolisch zijn op aangeduid. Bij de tweede tekening is een ploftekening getekend. Bij ons is dit minder van toepassing. Ploftekeningen worden het meest gebruikt bij meubelen. Denk maar eens aan een nieuwe kast bij IKEA daar is er altijd een ploftekening bijgestoken. In de derde tekening staat er heel wat belangrijke informatie over de maten van het voetstuk. De tekening die daarop volgend zijn telkens de detailtekening van ieder stuk.

11.5 Lagers

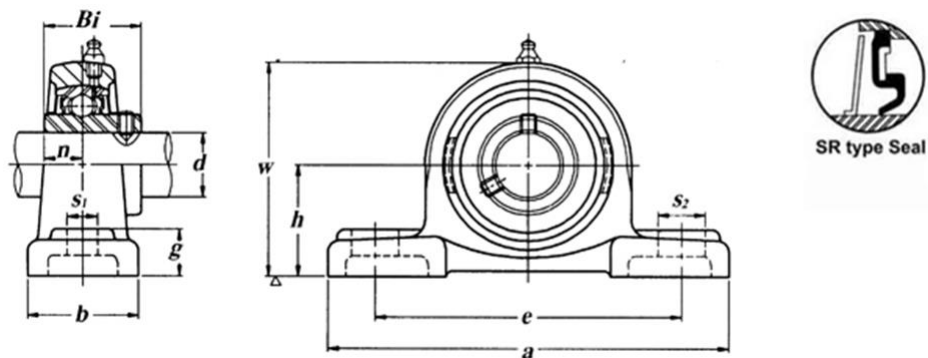
Een wasmachine, een auto, de harde schijf van je computer, een elektromotor, allerlei machines,... Ze hebben allen één ding gemeen: ze maken gebruik van lagers. Alles wat draait en wat liefst zo weinig mogelijk weerstand moet ondervinden, maakt gebruik van lagers. Lagers zijn bedoelt om assen en draaiende delen soepel te laten lopen in andere vaste delen

11.5.1 Soorten lagers

- Glijlager
- Kogellager
- Naaldlager
- Cilinderlager
- Kegellager
- Tonlager
- Taatslager
- ...

11.5.2 Onze lagers

Onze lagers zijn van het type UCP 206 en UCP 212. Hieronder vind je de verschillende waarden van de beide lagers. Waaronder de hoogte, diameter, lengte,....



Part Number	Shaft Diameter (d)		Dimensions (in) or (mm)										Bolt Used		Weight Lbs.
	(in.)	(mm)	h	a	e	b	S2	S1	g	W	Bi	n	(in.)	(mm)	
UCP 212		60	69.8	241	184	70	25	20	25	138	65.1	25.4		M16	
UCP 212-36	2 1/4														
UCP 212-37	2 5/16														
UCP 212-38	2 3/8		2 3/4	9 1/2	7 1/4	2 3/4	1	25/32	1	5 7/16	2.5630	1.000	5/8		10.78
UCP 212-39	2 7/16														
UCP 206-16	1														
UCP 206		30	42.9	165	121	48	21	17	17	84	38.1	15.9		M14	
UCP 206-17	1 1/16														
UCP 206-18	1 1/8														
UCP 206-19	1 3/16		1 11/16	6 1/2	4 3/4	1 7/8	13/16	21/32	21/32	3 5/16	1.5000	0.6260	1/2		2.64

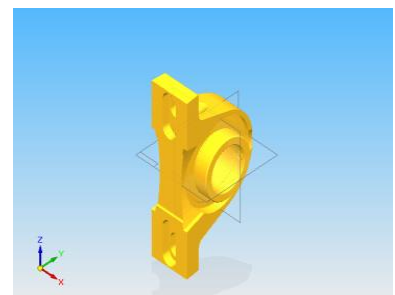
Deze lagers zijn besteld via de firma SKF. SKF staat voor Svenska Kullagerfabriken AB (Zweeds: Zweedse Kogellager Fabriek) is in 1907 opgerichte, van oorsprong Zweedse. Ze maken onder andere kogellagers, asafdichtingen en smeermiddelen produceert. Onder hun vleugels is ook het automerk Volvo ontstaan en opgegroeid.

Momenteel is de SKF de grootste producent van kogellagers ter wereld. Ongeveer 40.000 werknemers werken in ongeveer 100 fabrieken, verspreid over 70 landen. Belangrijke klanten van SKF zijn General Electric, Rolls-Royce plc en Pratt & Whitney. Ook levert het kogellagers voor het Ferrari Formule 1-team. Ook levert het bedrijf kogellagers voor windturbines.



De kostprijs is natuurlijk ook een belangrijk puntje

- Prijs van een UCP 212: 31,38 euro/stuk
- Prijs van een UCP 206: 10,83 euro/stuk



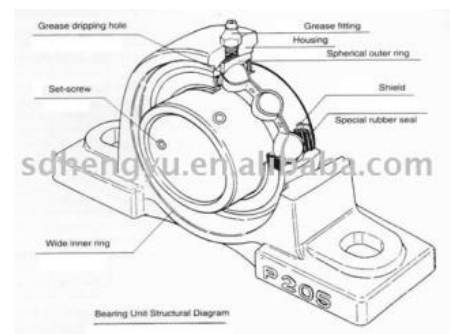
Eigenschappen:

Groefkogellagers hebben diepe ononderbroken loopbanen.

Deze lagers zijn in staat om naast radiale belastingen ook axiale belastingen (in beide richtingen) op te nemen. Weinig wrijving.

Gebruik:

Kleine en middelgrote elektromotoren



Aanpassingen:

We hebben onder de lagers plaatjes gemaakt. Dit hebben we om twee redenen gedaan.

- Ten eerste was dit voor de montage. Het was voor ons een stuk eenvoudiger om op een effen plat vlak te monteren dan op holle buis.
- De tweede reden is vervolgens omdat we de lagers optimaal op het ondervlak wilden laten steunen en zonder die plaatjes was dit niet mogelijk. De gebruikte bouten voor onze lagers bij de montage aan ons voetstuk zijn M12 voor de kleine lagers en M16 voor de grote lagers.

Onze kleinste lagers zijn ook vlak gefreesd door Mr. Verhaeghe. Dit hebben we gedaan omdat we wilden dat er zo klein mogelijk verschil was kwestie van hoogte tussen beide. Stel dat de ene wat hoger was dan de andere, dan stonden onze beide kijkbuizen al scheef. Vandaar dat we beide vlakfreesen.

11.6 Voetjes

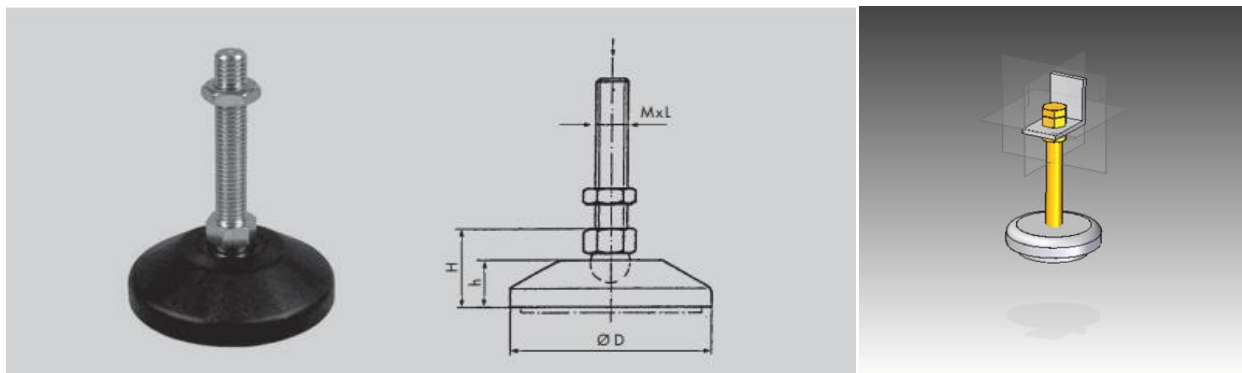
De belangrijke aspecten van de voetjes:

- Mogelijkheid tot bijregelen voor een goede positie.
- Zorgen voor stabiliteit.

11.6.1 Graden instellen voet.

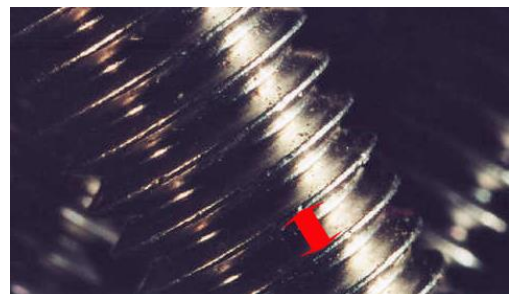
Omdat het niet de bedoeling is om de telescoop bij te regelen in de hoogte om een ster te volgen aan de hemel hebben we de telescoop onder een hoek van 51° geplaatst (de breedteligging van België). Met als voordeel dat we enkel de hoofdas om de telescoop te draaien moeten laten bijregelen. Maar indien we de telescoop ook op andere plaatsen dan in België willen gebruiken zal men die hoek moeten kunnen bijregelen. Omdat ons doel is om in Polen of ten verste Italië de telescoop te kunnen gebruiken moeten we onze hoek 6° kunnen bijregelen.

Om onze voet bij te regelen zullen we gebruikmaken van voetje met een bout waarop de constructie steunt. Door de moeren waarop de constructie steunt te verdraaien zouden we dan kunnen de hoek bij regelen.



We gebruiken bouten en moeren van M8. Dit omdat de voetjes die we ter beschikking hebben gemaakt zijn voor een bout van M8, deze is dus voor de hand liggende keuze want het voldoet zeker ook aan de kracht dat het moet doorstaan. Enkel de lengte moeten we nog bepalen om onze bepaalde hoek bij te kunnen regelen.

Als eerst het gaat om de standaard metrische schroefdraad dus heeft een spoed van 1,5 mm. (spoed = de afstand tussen de tanden van de schroefdraad). Dus als je eenmaal draait aan de moer zakt hij 1,5 mm.



Maar hoe veel veranderd de hoek?

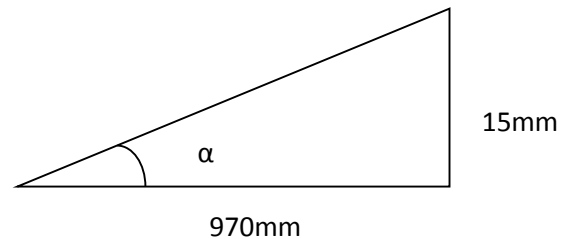
De poten staan 970mm van elkaar verwijderd. Bij 10 toeren draaien veranderd de hoogte met 15 mm.
Dus:

$$\tan \alpha = \frac{15}{970}$$

$$= 0,89^\circ \text{ of } 0^\circ 53' 9''$$

(Hoek voor 10 toeren => delen door 10 voor 1toer)

$$= 0^\circ 5' 19''$$



Uit deze berekening kunnen we afleiden dat we toch zeer nauwkeurig kunnen bijregelen.

Nu moeten we nog weten hoe lang de bout moet zijn om 6° bij te kunnen regelen. We moeten wel rekening houden met:

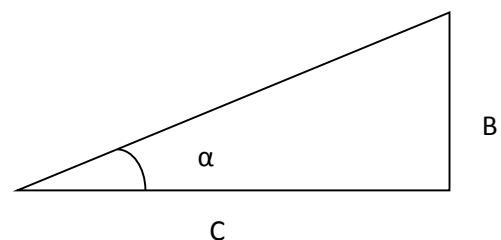
- 2 moeren van 10mm dikte
- De bout moet 15mm in de voet.
- Het hoek ijzer van 6mm dikte.
- Vrije ruimte op de bout die nodig is om de hoek bij te regelen.

Dat laatste berekenen we zo:

$$B = \tan \alpha \times C$$

$$B = 970\text{mm} \times \tan(6^\circ)$$

$$B = 101,95 \text{ mm}$$



Als we nu alle vier die punten bij elkaar op tellen
bekomen we de totale nodige lengte.

$$2 \times 10\text{mm} + 15\text{mm} + 6\text{mm} + 101,95\text{mm} = 142,95$$

De bout die we nodig zouden hebben is 143 mm lang. Maar omdat dit geen courante maat is zullen we een bout nemen die wel beschikbaar is en net iets langer: lengte 160mm zodat we aan al onze eisen kunnen voldoen.

11.6.2 Stabiliteit

er waren drie dingen waar we rekening mee moesten houden voor de stabiliteit:

- Ze moesten scharnierend zijn zodat ze steeds met het volledige vlak op de grond steunde. (want bij het omhoog schroeven van de voetjes kunnen de voetjes anders schuin komen te staan en zo op één enkel punt rusten.)
- We mochten maar van slechts 3 voetjes gebruik maken omdat je enkel dan absolute stabiliteit kan hebben. Want je kan onmogelijk tot in het oneindige nauwkeurig alle 4 steun punten op 1 vlak krijgen. Wat wel altijd geldt voor drie steunpunten (want een vlak kan gevormd worden uit drie punten, zie analytische wiskunde).
- De 3 voetjes moesten we zo uiterlijk mogelijk plaatsen op onze constructie. Dit om te zorgen dat ons zwaarte punt zo ver mogelijk van de kantelgrens te houden, om zo een goed mogelijke stabiliteit te bekomen.

De gebruikte voetjes konden we hergebruiken. En waren ter beschikking op school dus moesten we deze niet bestellen en is de kostprijs hiervan €0.

11.7 Hoofdas

De hoofdas bestaat uit verschillende delen met als functie:

Stuk 1: Dit is de schijf die de vork en de hoofdas aan elkaar koppelt. Deze schijf zorgt er ook voor dat we makkelijk met bouten de hoofdas en de vork kunnen monteren en demonteren. Wat ons heel wat helpt bij de mobiliteit van de telescoop. Dit is dus een van onze gevraagde eigenschappen van de telescoop dat volbracht is.

Stuk 2: Dit is de buis van de hoofdas. Voor de hoofdas hebben we een buis gebruikt van diameter 60mm met een dikte van 10mm. We hebben voor een buis gekozen met een meer dan voldoende weerstandsmoment tegen buigen en wringen om zo weinig mogelijk vervorming te hebben. We kozen voor een buis omdat dit minder materiaal en dus ook minder gewicht heeft dan een volle as met het zelfde weerstandsmoment tegen buigen en wringen.

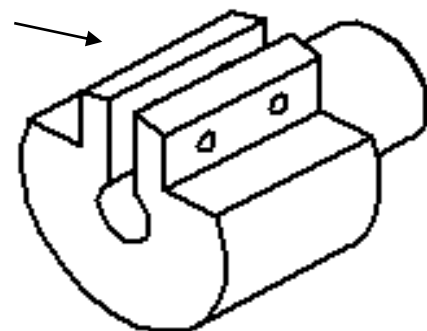
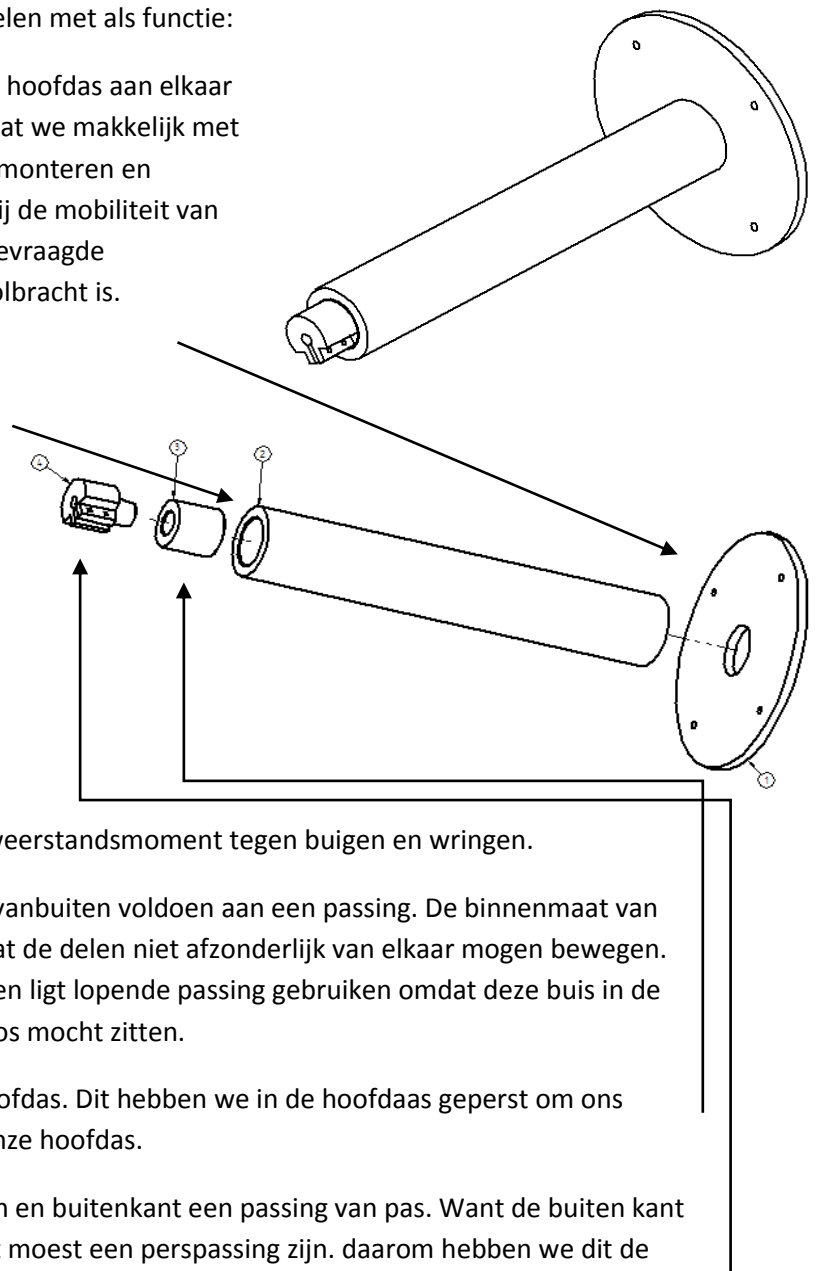
Deze buis moest zowel van binnen als vanbuiten voldoen aan een passing. De binnenmaat van 40 H7 moest een perspassing zijn omdat de delen niet afzonderlijk van elkaar mogen bewegen. Voor de buiten maat 60 moesten we een licht lopende passing gebruiken omdat deze buis in de lagers moest passen maar ook niet te los mocht zitten.

Stuk 3: dit is het binnen stuk van de hoofdas. Dit hebben we in de hoofdas geperst om ons koppelstuk te kunnen monteren aan onze hoofdas.

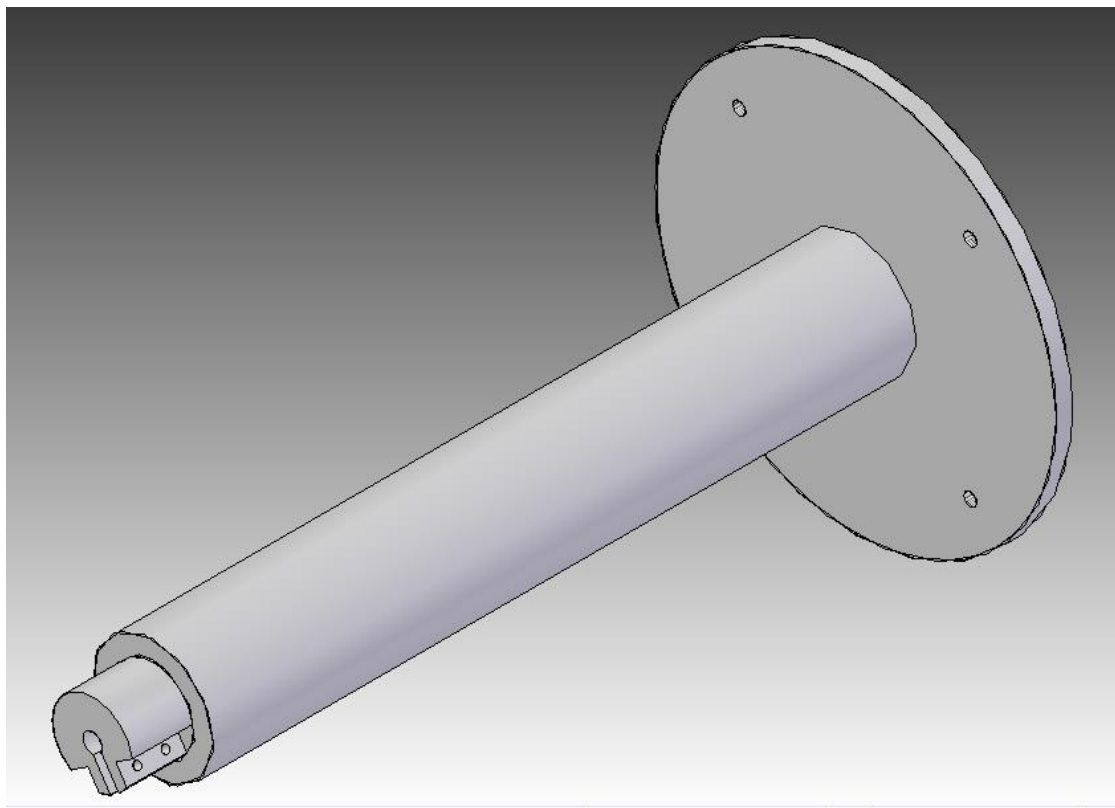
Ook hier kwamen zowel voor de binnen en buitenkant een passing van pas. Want de buiten kant moest in stuk 2, de hoofdas passen. Dit moest een perspassing zijn. daarom hebben we dit de maat 40 n6 gegeven. Voor de binnenkant was er alweer een perspassing nodig, daarom dat de binnen maat 20 H7 kreeg.

Stuk 4: Het koppelstuk. Dit stuk moet de uitgaande as van de reductie kast (10mm) en de hoofdas koppelen. Dit stuk zit met een perspassing vast in de hoofdas. Zodat dit stuk ook niet meer zou afzonderlijk bewegen van de hoofdas. De maat voor de buiten diameter dat in de hoofdas vast zit, is daarom 20 n6.

Koppeling van reductiekast aan koppelstuk. Dit gebeurt door met 2 bouten het asje te klemmen in het gat van 10 H7.



11.7.1 Tekeningen



11.8 Vork

11.8.1 Inleiding

Nadat we het voetstuk ontworpen hadden begonnen we met de vork te ontwerpen.

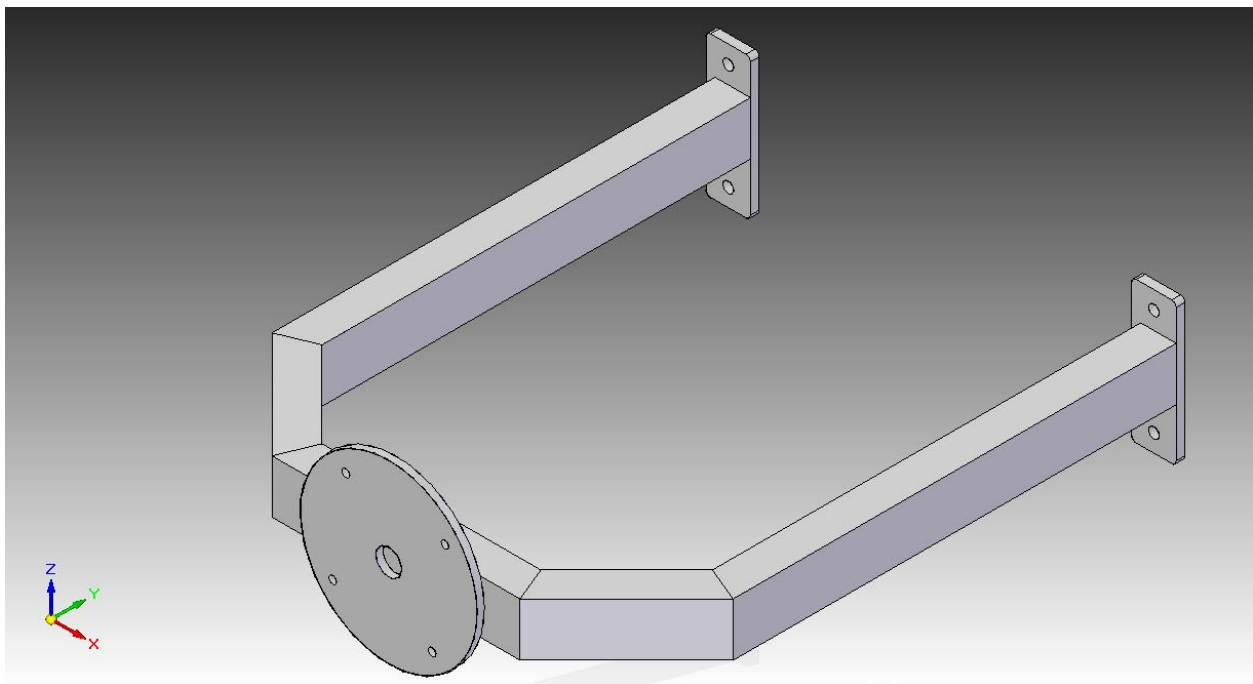
De vork staat onder een hoek van 51 graden. Dit komt doordat we in België op 51 graden noorderbreedte ons bevinden. Wanneer we deze 51 graden niet zouden respecteren zouden we, wanneer we een planeet willen volgen, ons een hele nacht bezig houden met het bijstellen van de telescoop. Dit was voor de werkplaats echt precisiewerk.

Om de vork van het voetstuk te kunnen demonteren werken we met twee schijven die we van elkaar kunnen loskoppelen. Omdat het oppervlak van de buis klein is t.o.v. de schijf werken we met twee driehoeken die zorgen voor stevigheid (zie tekeningen).

Gebruikte lassing:

De vork is gelast volgens een MIG/MAG-lassen. Met twee verschillende types van lasnaden. Een hoeklas () en een rechte kantlas met aan de bovenkant afgevlakt ().

11.8.2 Tekeningen



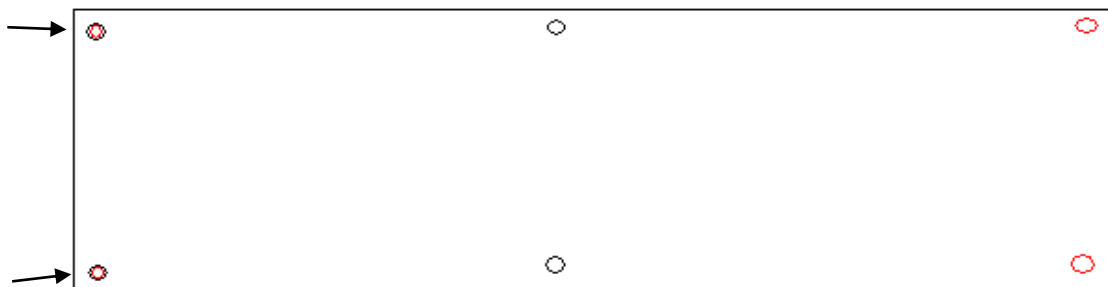
11.9 Drager

11.9.1 Inleiding

De drager is een frame dat als functie heeft de beide buizen te dragen. De drager wordt via een as vastgemaakt aan de vork die op zijn beurt vast zit aan de voet. Deze drager dient vooral om beide buizen op één geheel vast te maken. Via de drager kunnen de buizen zich ook 360° wentelen om de as van de drager. Ook moet de drager de buizen over een verticale en horizontale as kunnen verschuiven. Deze verschuiving is nodig als we zoeken naar een bepaald brandpunt van de telescoop. Via een verticale en horizontale verschuiving kunnen we makkelijk het brandpunt vinden. Als we het hebben over de verschuiving over verticale of horizontale as dan spreken we enkel over een paar millimeter. Om deze millimeters te overbruggen moest onze drager beschikken over enkele innovatieve kwaliteiten. Om deze kwaliteiten te bereiken hebben we in onze groep toch enig denkwerk mogen verrichten.

11.9.2 1^{ste} ontwerp:

Ons eerste ontwerp is een idee die is ontstaan uit het ontwerp die was gemaakt van IW uit 2010/2011. De IW van dat jaar had ook als GIP het maken van een telescoop. Tijdens het maken van de telescoop kwamen ze ook tot de conclusie dat ze een drager nodig hadden die kon verschuiven over enkele millimeters in een horizontale richting en een verticale richting. Hun drager werkte via het systeem met een spies. Dat systeem hadden we dan ook gebruikt in ons eerste ontwerp. Ons eerste ontwerp bestond uit een frame. Het frame werd vastgemaakt aan de kleinste buis via een cirkelvormige plaat die op zijn beurt moest zorgen voor onze horizontale overbrugging. Het systeem was wel nog niet volledig uitgewerkt en het leek ook niet echt te gaan werken. Onze verticale overbrugging was dan weer wel goed bedacht. Het frame werd via 4 schroeven vastgemaakt met een aluminium plaat met een dikte van 2mm. De plaat werd vastgemaakt op 4 verschillende plaatsten aan het frame. De buis werd dan weer vastgemaakt op 4 andere plaatsen.

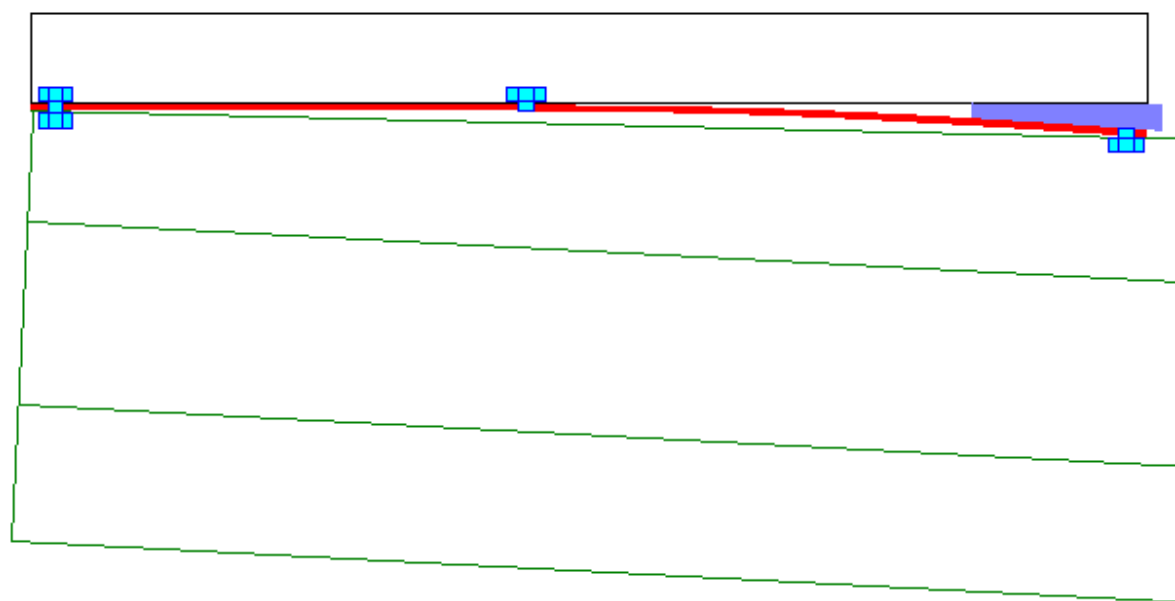
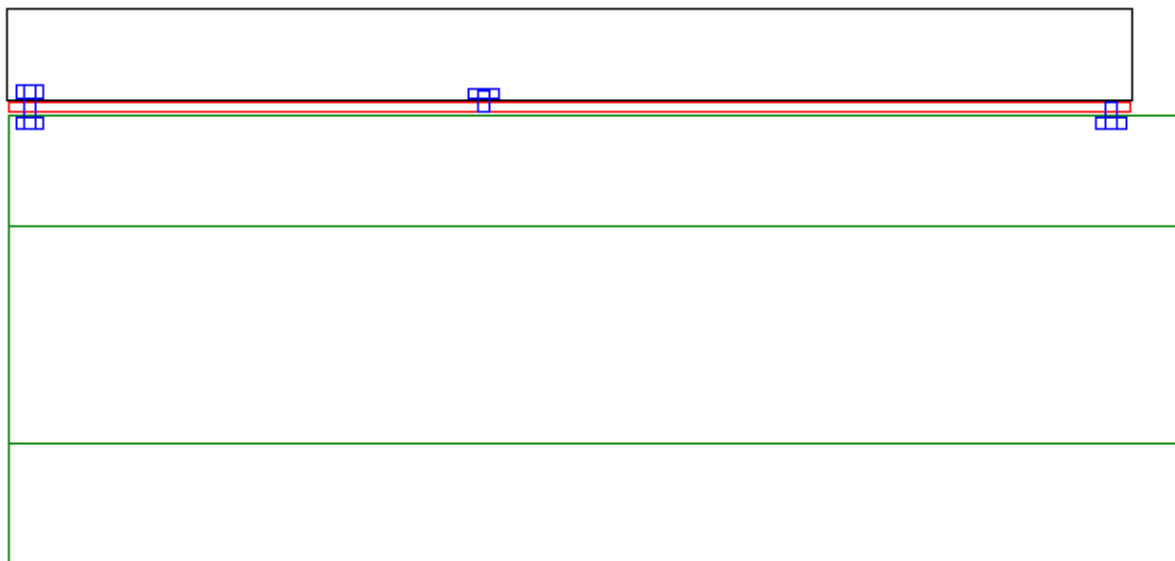


De rode gaten worden vastgemaakt op de grootste buis.

De zwarte gaten worden vastgemaakt op het frame.

De gaten waar de pijl bij staat zijn de plaatsen waar de buis, de aluminium plaat en het frame rechtstreeks op elkaar gemonteerd zijn.

De werking van het systeem met de spies zie je in volgende tekening uitgelegd.



Zwart = het frame van de drager

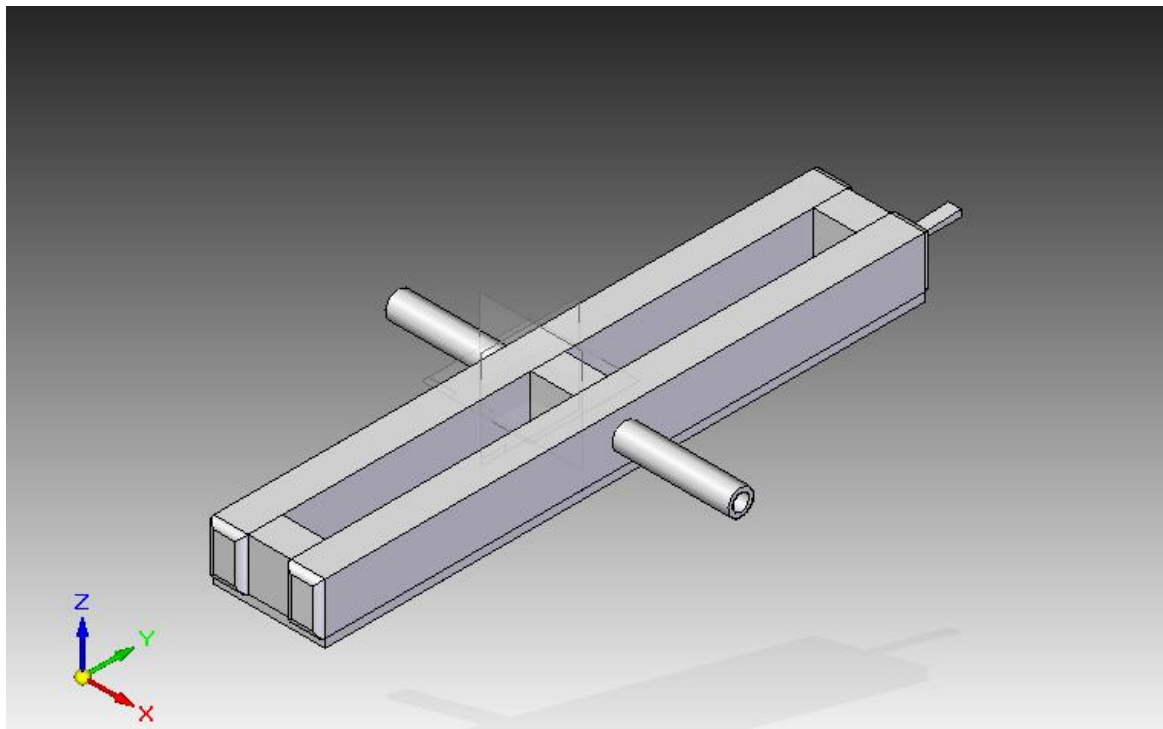
Rood = aluminium plaat van 2 millimeter

Groen = langste kijkerbuis

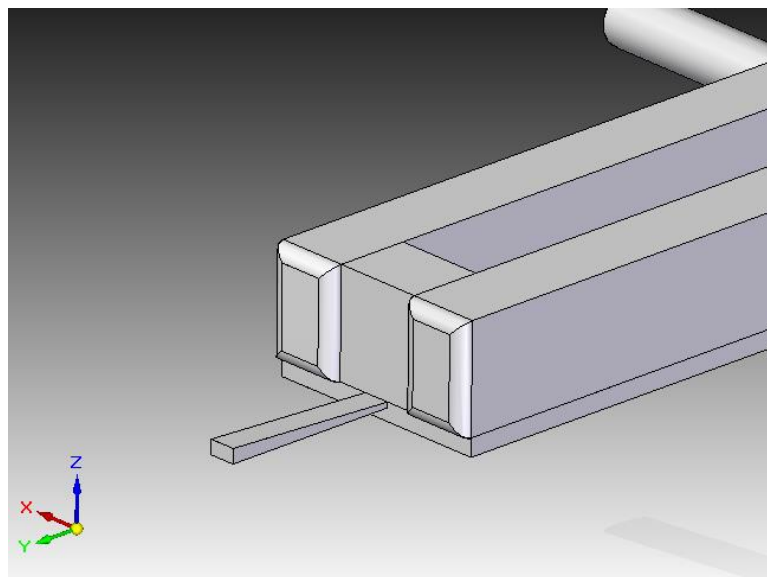
Blauw = schroeven

Paars = spies

We hebben onze eerste drager ook getekend in 3D en we hebben er ook enkele 2D tekeningen.

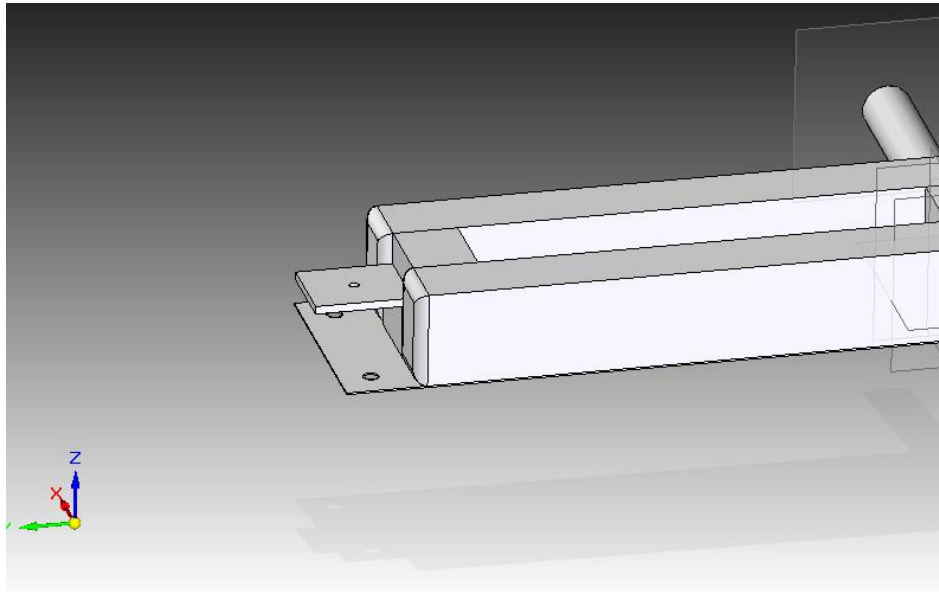


Dit is een foto van hoe het geheel er zou moeten uitzien moesten we dit ontwerp gebruikt hebben voor onze telescoop.



Hier zien we het systeem met de spies. De spie duwt de aluminium plaat weg van het frame.

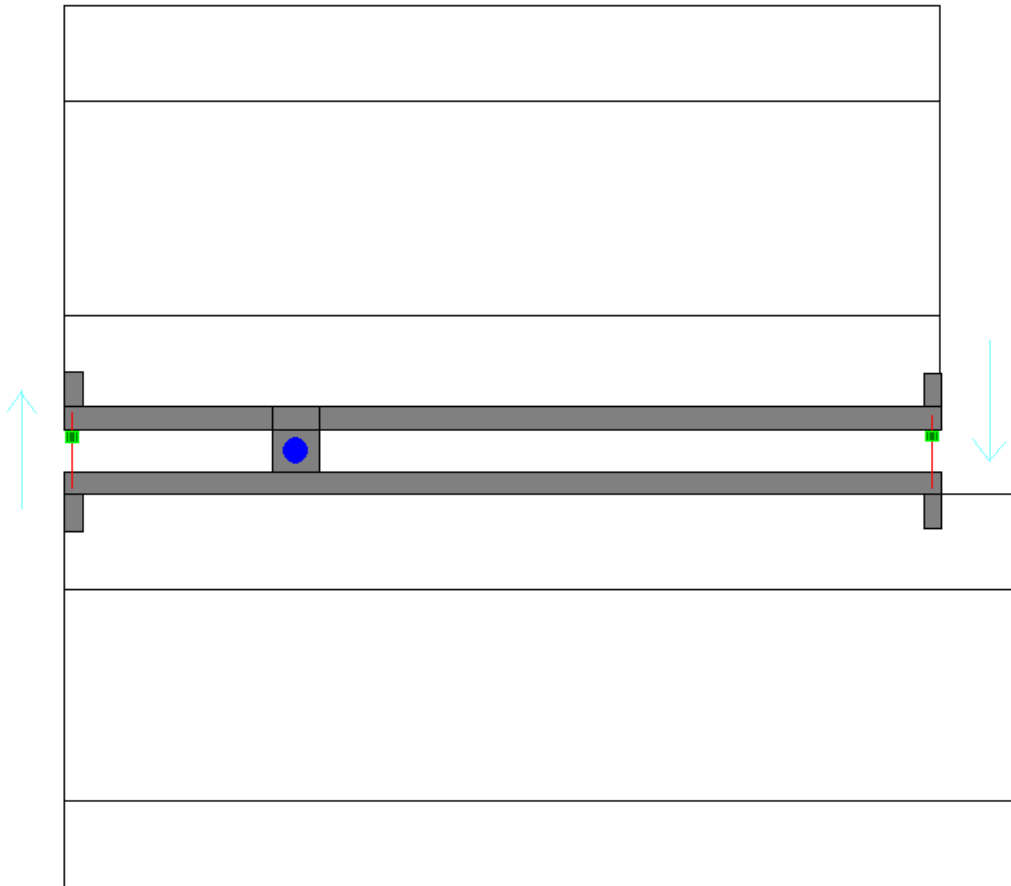
Na enige discussies vonden we het idee van een spies niet haalbaar en zijn we beginnen zoeken naar oplossingen. We gebruikte het zelfde frame en dezelfde aluminium plaat maar we maakten de aluminium plaat net iets langer om er een schroef op te plaatsen en zo de plaat te buigen tot de gewenste afstand is bereikt.



De schroef zou zich bevinden op de plaats van de pijl en zou de aluminium plaat moeten wegduwen van het frame.

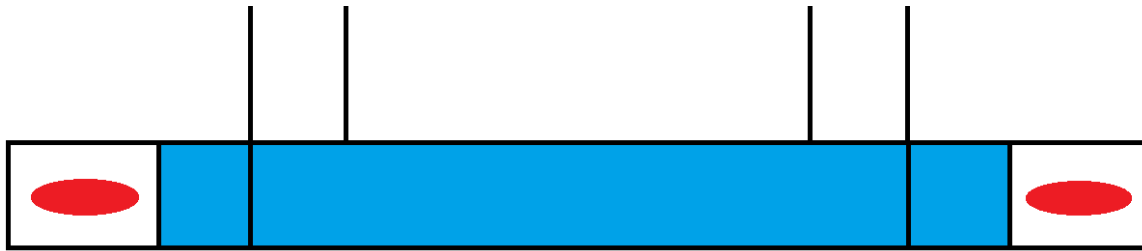
11.9.3 2^{de} ontwerp:

Ons tweede idee is ontstaan omdat we het ontwerp van de eerste drager niet goed genoeg vonden en dan specifiek het ontwerp met de spies. De spies zou veel te moeilijk juist te regelen zijn en de aluminium plaat leek ook vervormbaar te zijn. In ons tweede idee gingen we dus gebruik maken van een drager zonder spies. We dachten aan verschillende oplossingen (schroef, sleuf). Uiteindelijk kozen we er voor om de beide toepassingen te gebruiken in ons tweede ontwerp van de drager. De drager bestond terug uit een frame die via schroeven verticaal kon buigen rond de as. Dit systeem zie je uitgelegd in volgende tekening:



We kunnen via de schroeven (rood) de drager verticaal gaan instellen op de hoogte die wij wensen. Daarvoor moeten we langs 1 kant de moeren (groen) lossen en langs de andere kant hem aanspannen. Voor het instellen van de horizontale beweging gebruikten we een heel ander systeem. Het systeem bestond uit een sleuf die we konden bevestigen op de juiste afstand. Dit systeem wordt uitgelecht in volgende schets.

Bovenaanzicht:

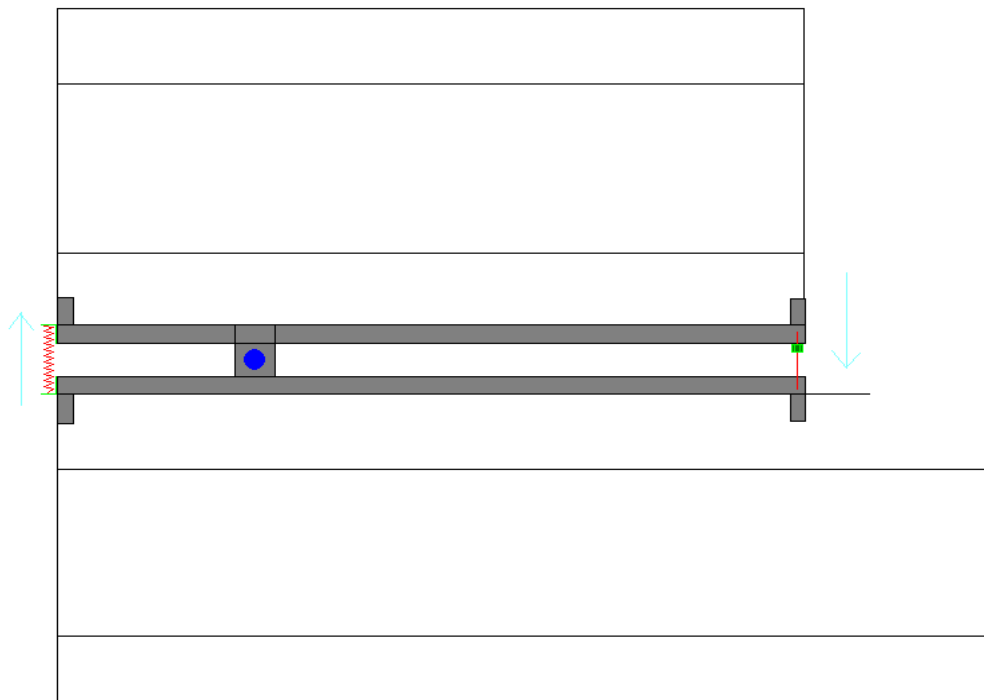


Zijaanzicht:



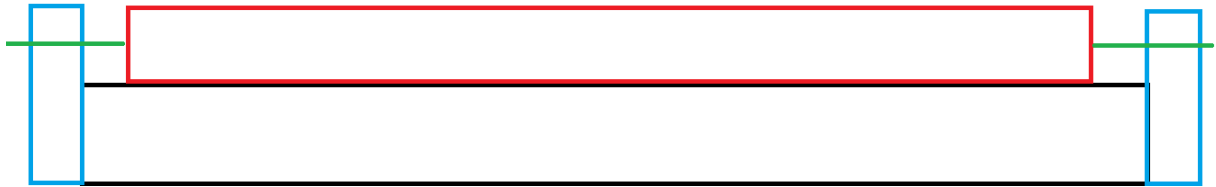
Op het blauw gedeelte ligt de buis en via de rode sleuf gaan we de buis verschuiven over een verticale as. Eens de buizen goed lagen konden we de buizen vast schroeven op die plaats. Dit systeem was voorlopig ons beste systeem maar het had nog enkele grote nadelen. Zo kon je de buizen niet 180° draaien anders vielen ze er gewoon af.

In ons uiteindelijke systeem maakten we gebruik van het systeem met de schroeven maar plaatsten we er nog veren bij om het systeem tegen te werken en het dus eenvoudiger te maken. Het systeem moeten we nu enkel nog aan een kant aanschroeven in plaats dan langs twee kanten. Dit wordt duidelijk in volgende tekening:



Het systeem om de buizen te verschuiven over een horizontale as is wel helemaal aangepast. Het bevat terug een sleuf en schroeven maar het wordt anders toegepast. Dit zie je uitgelegd in volgende schets.

Zijaanzicht:

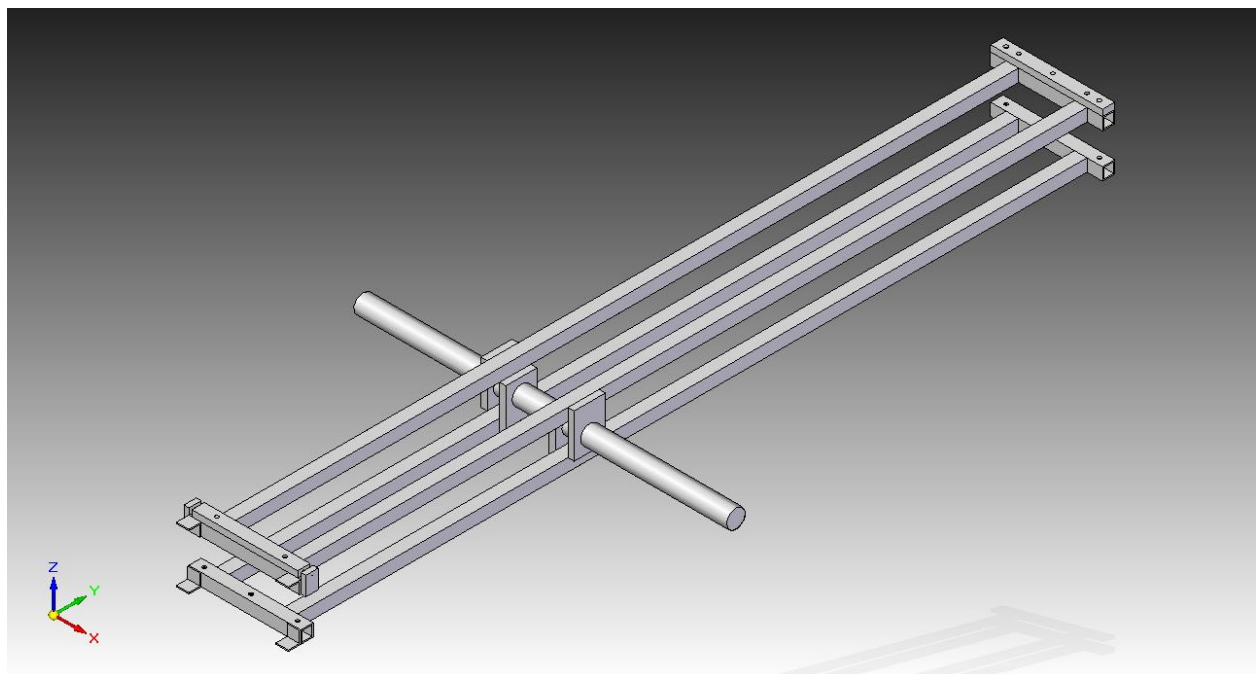


Bovenaanzicht:

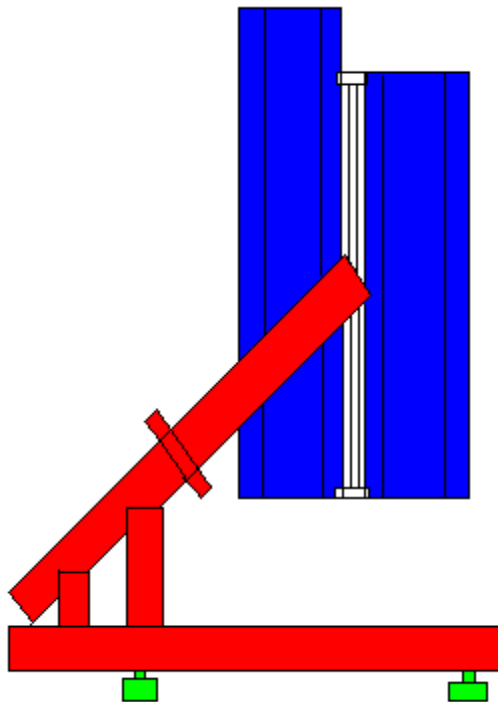


Via de schroeven (groen) verschuiven we het tussenstuk (rood). Het tussenstuk kunnen we dan weer door de sleuf (paars) gaan vastmaken aan het frame van de drager en de buizen.

11.9.4 Tekeningen



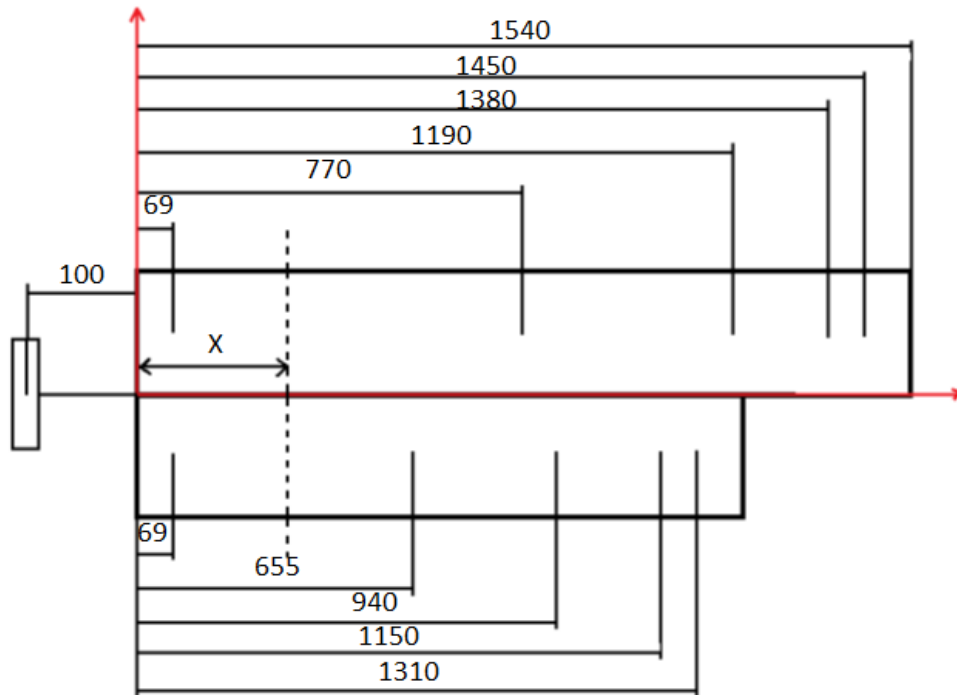
11.10 Eigenschappen onderstel



De maximum hoogte van de gehele telescoop kunnen we vrij makkelijk meten:

- Voor de voeten hebben we 110 mm gemeten
- Voor de voet en de vork hebben we een hoogte van 1160 mm gemeten
- Voor de buizen hebben we het zwaartepunt van de drager minder gedaan dan de volledige lengte van de buizen: $1540 - 500 = 1040$ mm
- Volledige hoogte: $110 + 1160 + 1040 = \mathbf{2310\text{ mm}}$
- Deze hoogte telt natuurlijk enkel als de buizen volledig rechtop staan.
- Om de minimum hoogte te berekenen hebben we hetzelfde principe gebruikt:
- Voor de voeten hebben we 110 mm gemeten
- Voor de voet en de vork hebben we een hoogte van 1160 mm gemeten
- Voor de buizen hebben we rekening gehouden met de drager die 70 mm dik is. Deze dikte moeten we wel delen door twee om de afstand te mogen gebruiken. Ook moeten we rekening houden met de buizen zelf. De buizen zijn 320 mm dik.
- Volledige hoogte: $110 + 1160 + 35 + 320 = \mathbf{1625\text{ mm}}$
- Deze hoogte telt natuurlijk enkel als de buizen volledig plat liggen.
- De breedte van de buizen hebben we ook kunnen meten: **1140 mm**
- De lengte hebben we wederom kunnen meten: **970 mm**
- Lengte kijkerbuizen:
- Grote buis: ± 1540
- Kleine buis: ± 1300

Deze telescoop is gemakkelijk te demonteren door de bouten los te schroeven die de vork en de as samen houdt.



Het gewicht:

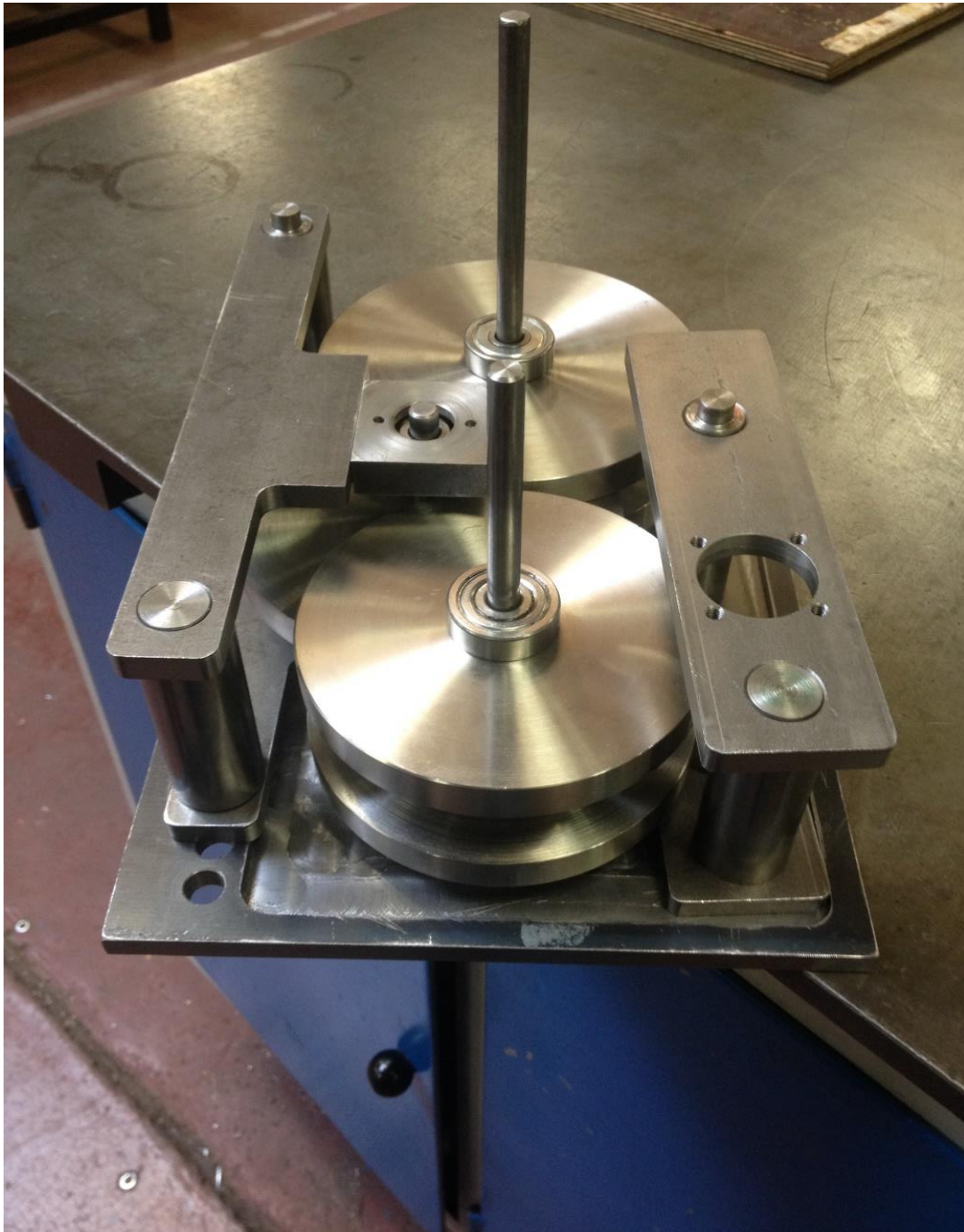
- Grote kijkerbuis bedraagt 8,0 kg
- Kleine kijkerbuis 7,4kg
- De spiegels 6,9 kg die zich op 69 mm bevinden
- Kijkers 0,4 kg die zich op 1190 en 940 mm bevinden
- Camera's 2,4 kg die zich op 1380 en 1150 mm bevinden
- Tot slot de kleine spiegels 0,5 kg die zich op 1450 en 1310 mm bevinden

Als men het zwaartepunt berekent via momenten stelling zonder een tegengewicht ligt het zwaartepunt op 576,6 mm

Als het countergewicht 2 kg bedraagt, bevindt het zwaartepunt zich op 541 mm. Indien het countergewicht 5 kg is, zal het zwaartepunt zich op 494,4 mm bevinden.

Het doel van het countergewicht is: als men een andere camera monteert kan het gebeuren dat de kijkers niet meer mooi in evenwicht hangen. Dit kan men oplossen door een zwaarder countergewicht te nemen of het countergewicht iets naar achteren of naar voren te verschuiven over zijn as.

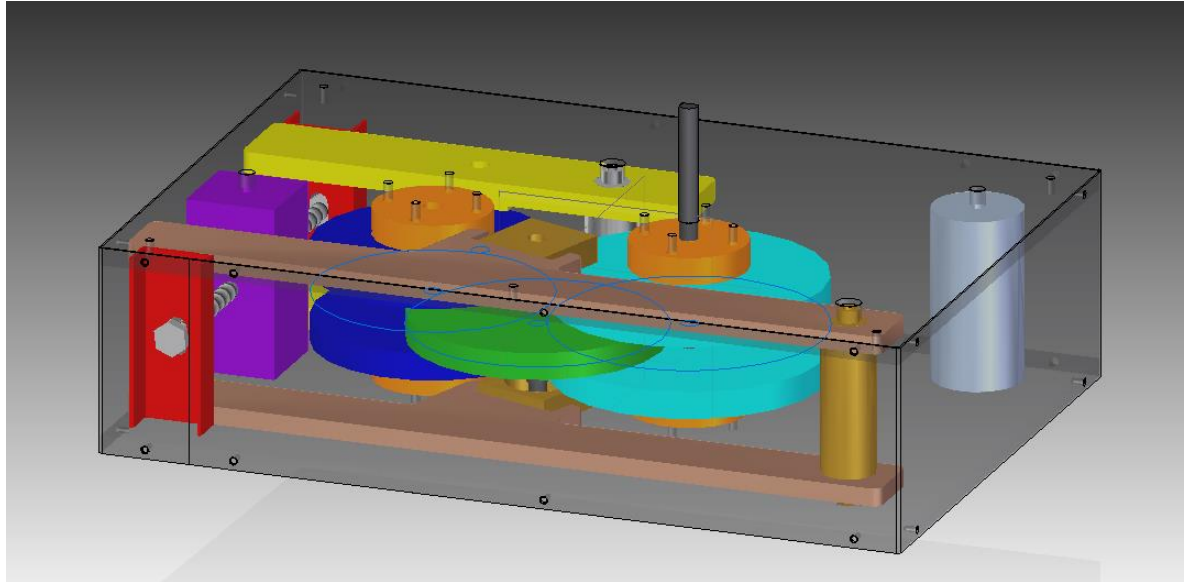
12 Reductiekast



Tom De Roo en Axel Tavernier 6IW

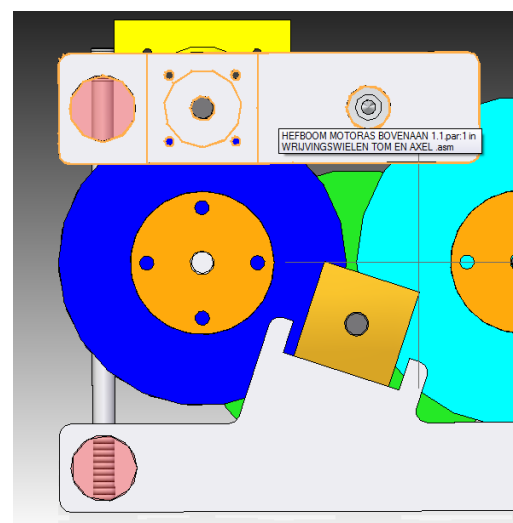
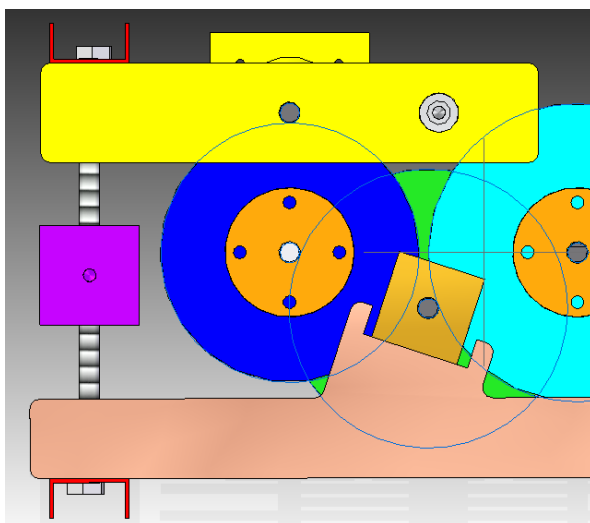
12.1 inleiding

We zijn begonnen met het ontwerp van de reductiekast dat 6EM 2 jaar geleden gemaakt heeft. We hebben de vraag gekregen deze aan te passen en waar mogelijk te verbeteren. Onze vaststelling was dat we hem kleiner en dus ook veel lichter konden maken.



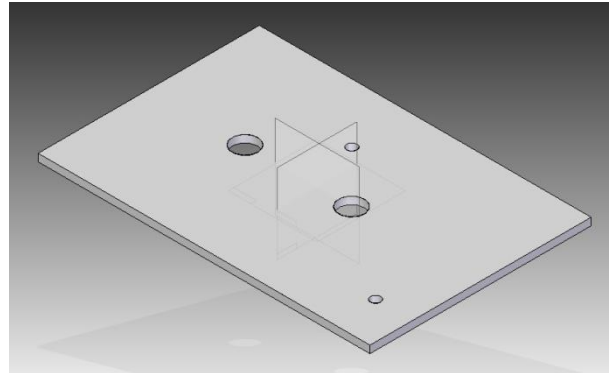
De eerste weken zijn we dus vooral bezig geweest met de tekeningen van de verschillende onderdelen aan te passen en te kijken welke stukken we lichter konden maken of welke stukken zelfs overbodig waren.

Terwijl we dit aan het doen waren hebben we ook enkele vaststellingen gedaan en zijn we op enkele problemen gebotst. Het grootste probleem was het systeem om de wrijvingswielen tegen elkaar te duwen. Dit wordt gedaan door het middelste wrijvingswiel tegen de andere twee te duwen en de drijvende as tegen het eerste wrijvingswiel te duwen met behulp van hefboomen. Maar het probleem bij het oude systeem om de hefboomen aan te spannen was dat het veel plaats innam en er was gevaar voor knik (foto links). Dit hebben we verbeterd door een scharnierend systeem te gebruiken die tussen 2 boven mekaar liggende wrijvingswielen gaat (foto rechts).

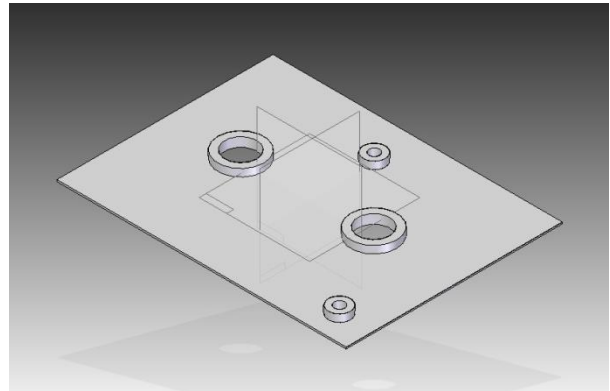


We stelden dan ook nog vast dat de omkasting beter kon. waardoor hij ook lichter werd en beter bestand tegen weersomstandigheden.

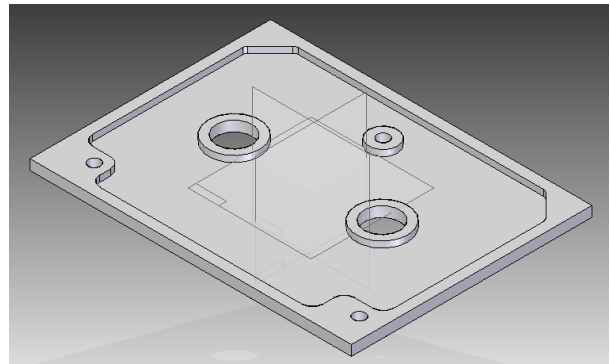
- Ons eerste idee was om de lagers in de bovenste en onderste plaat in te werken waardoor we ook weer gewicht besparen op de plaat zelf en ook de lager huizen die in het oude ontwerp zitten zijn dan overbodig.



- Het tweede idee was om een dunnere plaat te gebruiken en verdikkingen plaatsen waar de lagers moeten komen. Zo zijn de lagers beschermd tegen weersomstandigheden.



- Ons laatste idee was om dan toch een plaat van 10 mm te gebruiken waar we dan al het overbodige materiaal van wegfrezen tot er 4 mm plaat overblijft, zodat er enkel verdikkingen zijn waar de lagers en de steunpunten moeten komen. Het kader rondom zullen we gebruiken om de zijplaten aan te monteren.



Na het zoeken van een geschikt ontwerp hebben we ons bezig gehouden met het zoeken van een materiaal, hiervoor hebben we staal type: S235JR gekozen omdat we dit nog op voorraad hadden in het schoolmagazijn.

12.2 Proefopstelling

12.2.1 Doel van de meting

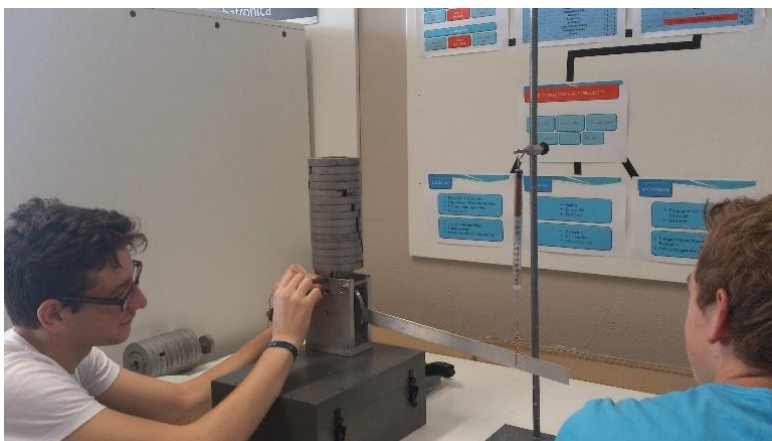
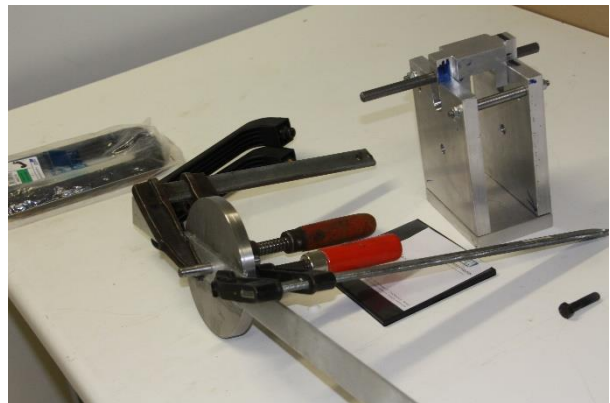
In deze proef is het de bedoeling om met gewichten de drijvende as op de volger te duwen. Vervolgens meten we met een dynamometer en met behulp van een momentarm hoeveel kracht de volger uitoefent als we de drijver bekrachtigen. Daarna zullen we de wrijvingscoëfficiënt bepalen.

12.2.2 Benodigdheden

- Wrijvingswiel van diameter 130 mm
- zelf ontworpen opstelling (zie tekeningen)
- dynamometer
- gewichten van 1 kg
- ijkmassa's
- hefboom
- statief

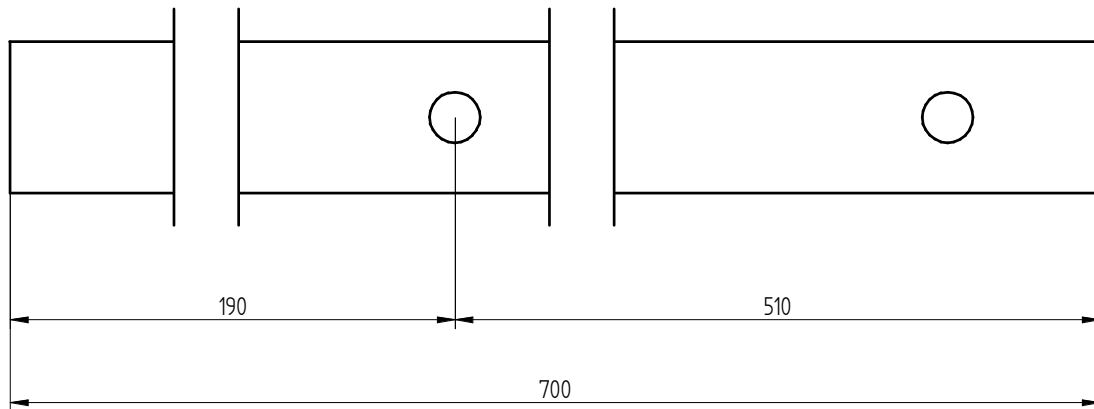
12.2.3 Meetopstelling

We steken het wrijvingswiel in de opstelling. We bevestigen de hefboom met behulp van silicone aan het wrijvingswiel. We duwen de drijvende as tot juist tegen de wrijvingswielen. Daarna zorgen we dat de hefboom perfect horizontaal staat en bevestigen we de dynamometer aan de hefboom. We draaien gelijkmatig aan de drijvende as tot het wrijvingswiel beginnen te slippen. Er wordt telkens 1 kg meer op de drijvende as gelegd. De maximale waarde die de dynamometer aanduidt (net voor de wielen slippen) noteren we.



12.2.4 Voorberekening

Aan de hefboom hebben we een countergewicht gehangen zodat dat we het eigen gewicht kunnen verwaarlozen.



$$M_{51} = l_{51} \cdot g \cdot m_{51}$$

$$= 0,51 \cdot 9,81 \cdot 0,058$$

$$= 0,29 \text{ Nm}$$

$$M_{19} = l_{19} \cdot g \cdot m_{19} = 0,29$$

$$\text{Dus: } m_{19} = \frac{M_{19}}{l \cdot g}$$

$$= \frac{0,29}{0,185 \cdot 9,81}$$

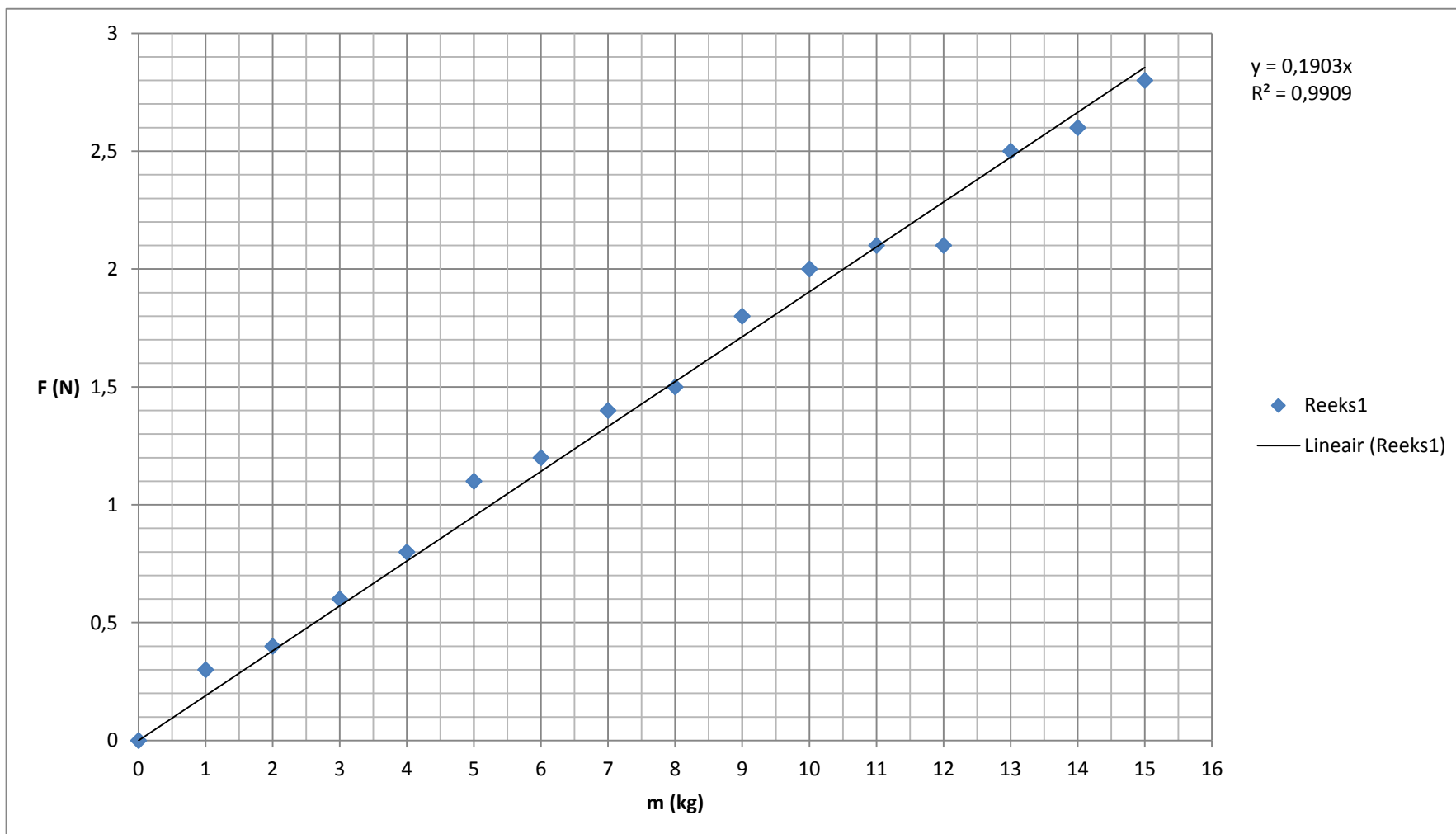
→ 0,185 want het gewicht ligt niet precies op 0,190

$$= 160 \text{ g}$$

Dus moeten we een counter gewicht van 160 g aan de achterkant van de hefboom hangen zodat we het eigen gewicht mogen verwaarlozen.

12.2.5 Meetresultaten

m (kg)	F (N)
0	0,0
1	0,3
2	0,4
3	0,6
4	0,8
5	1,1
6	1,2
7	1,4
8	1,5
9	1,8
10	2,0
11	2,1
12	2,1
13	2,5
14	2,6
15	2,8



12.2.6 Berekeningen

Definitie van de wrijvingscoëfficiënt: de verhouding tussen de wrijvingskracht en de normaalkracht. De normaalkracht F_n is het gewicht dat we op de drijvende as plaatsen.

$$f = \frac{F_w}{F_n} \quad \text{met } F_n = m \cdot g$$

indien $F_w \cdot r < F_d \cdot R$

r = straal groot wrijvingswiel

R = straal belastingshefboom (0,408 m)

F_d = kracht afgelezen op de dynamometer

$$\text{Dus } F_w = \frac{F_d \cdot R}{r}$$

* waarden aflezen van karakteristiek en invullen.

- **Voor m= 1kg**

$$F_n = 1 \cdot 9,81 = 9,81 \text{ N}$$

$$F_w = \frac{0,3 \cdot 0,408}{0,065} = 1,8 \text{ N}$$

$$f = \frac{1,8}{9,81} = 0,18$$

- **voor m = 5 kg**

$$F_n = 5 \cdot 9,81 = 49,05 \text{ N}$$

$$F_w = \frac{1,1 \cdot 0,408}{0,065} = 6,9 \text{ N}$$

$$f = \frac{6,9}{49,05} = 0,14$$

- **voor m = 8 kg**

$$F_n = 8 \cdot 9,81 = 78,48 \text{ N}$$

$$F_w = \frac{1,5 \cdot 0,408}{0,065} = 9,4 \text{ N}$$

$$f = \frac{9,4}{78,48} = 0,12$$

- **voor m = 15 kg**

$$F_n = 15 \cdot 9,81 = 147,15 \text{ N}$$

$$F_w = \frac{2,8 \cdot 0,408}{0,065} = 17,58 \text{ N}$$

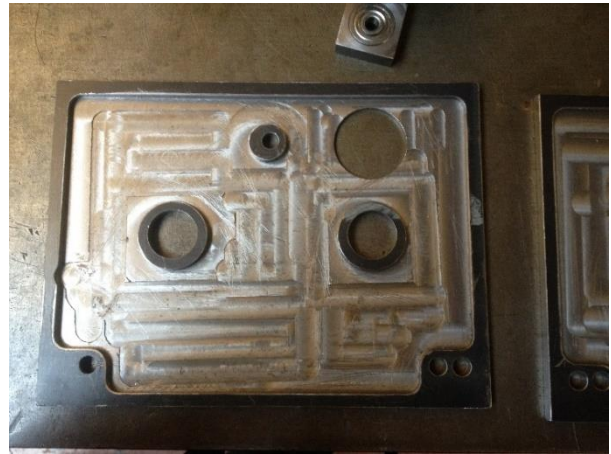
$$f = \frac{17,58}{147,15} = 0,1$$

12.2.7 Vaststellingen en besluiten

- Hoe sneller we draaien hoe meer kracht we aflezen op de dynamometer
- Alle berekende waarden zijn bij benadering dezelfde, en komen overeen met wat we terug vinden in de tabellen.
- We hebben een relatief kleine kracht nodig op de wrijvingswielen tegen elkaar te drukken zodat de drijvende as het volgende wiel zou aandrijven.

12.3 Maken van alle stukken

Bij het maken van de boven en onder plaat hadden we een probleem dat de boringen in de platen tegen over elkaar zeer nauwkeurig moesten zijn. Dit hebben we opgelost door de twee platen op elkaar te monteren en vervolgens alle boringen maken. Bij het samenstellen hebben we ook ondervonden dat we geen rekening hebben gehouden met de lente van de hefboom en de afstand van de boring voor de afstandsbus tot de zijkant, daarom zijn er twee boringen in de rechter onder hoek (zie foto)



In ons ontwerp stond het glijvlak van de hefboom onder een hoek, maar in samenspraak met de werkplaats hebben we dit evenwijdig aan de werkplaats gemaakt. Omdat er moeilijkheden waren bij het slijpen van het glijvlak hebben we de tanden die voorzien waren om de lager huizen op hun plaats te houden weggewerkt omdat de lagers vanzelf op hun plaats blijven.

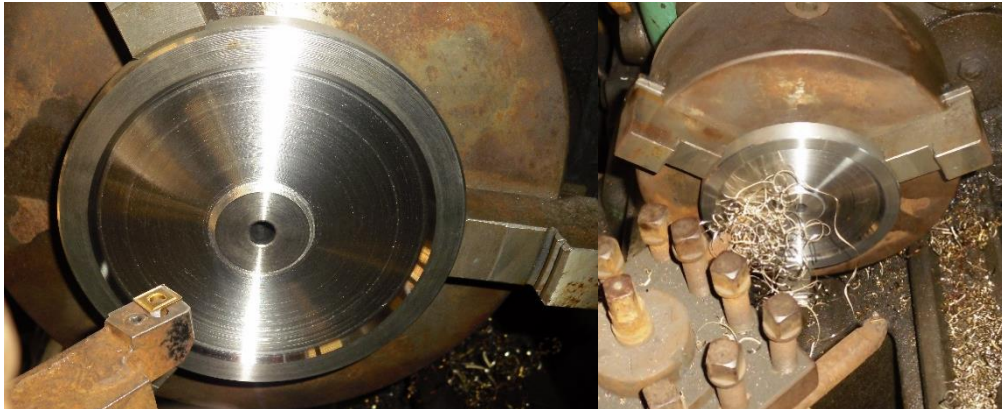


12.4 Gewichtsbesparingen

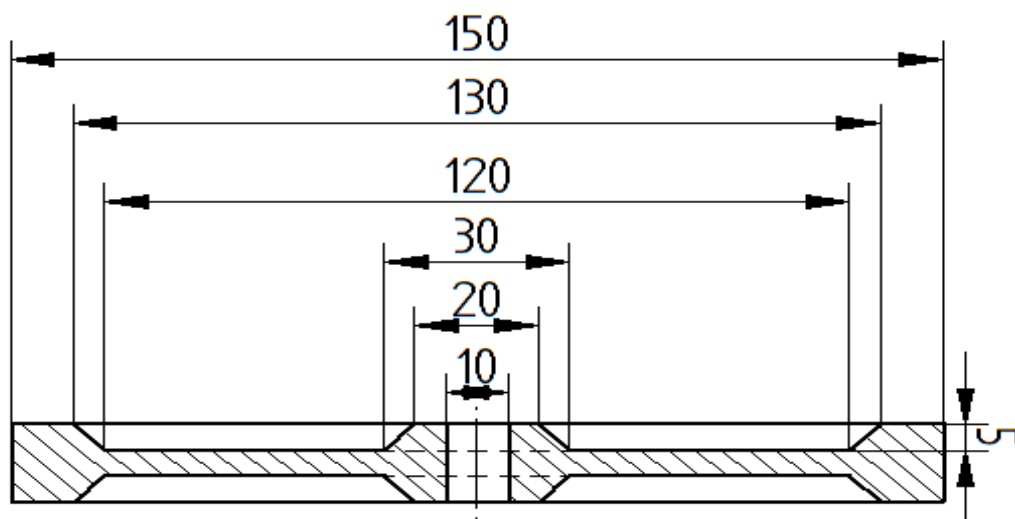
Omdat we vonden dat de reductiekast te veel woog hebben we enkele massabesparingen gedaan. Nu zullen we theoretisch berekenen hoeveel massa we zouden besparen en daarna kijken we of dit klopt met wat er praktisch verwezenlijkt is.

- **De wrijvingswielen**

Bij de wielen is er een stuk uit weggedraaid zoals je kan zien op onderstaande foto's. als voorbeeld nemen we een wiel met diameter 150 mm



Gegeven:



Soortelijke massa RVS = $\rho = 7930 \text{ kg/m}^3$

$d1 = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$

$d5 = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$

$d2 = 130 \text{ mm} = 0,13 \text{ m}$

$d6 = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$

$d3 = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$

$h = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$

$d4 = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m}$

Gevraagd: massabesparing in procent

Oplossing:

- Massa volledige schijf.

- Volume ?

$$V_{\text{vol}} = \pi \cdot r_1^2 \cdot h$$

$$V_{\text{vol}} = \pi \cdot 0,075^2 \cdot 0,015$$

$$V_{\text{vol}} = 0,265 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

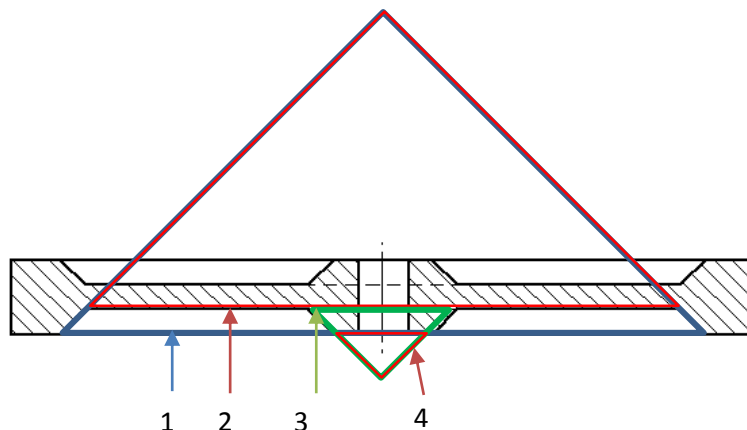
- Massa ?

$$M_{\text{vol}} = V_{\text{vol}} \cdot \rho$$

$$M_{\text{vol}} = 0,265 \cdot 10^{-3} \cdot 7930$$

$$M_{\text{vol}} = 2,102 \text{ kg}$$

- Massa verspaand materiaal



Om het volume van het verspaande materiaal te berekenen zullen we werken met kegels. De

formule om het volume van een kegel te bepalen is: $\frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$

De hoogte van de kegel is gelijk aan de straal van het grondoppervlak vanwege de hoek van 45°

dus wordt de formule $\frac{\pi \cdot r^3}{3}$

- Volume ?

$$V_{\text{versp}} = 2 \cdot (V_1 - V_2) + (V_3 - V_4)$$

$$V_{\text{versp}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot r_2^3}{3} - \frac{\pi \cdot r_3^3}{3} \right) + \left(\frac{\pi \cdot r_4^3}{3} - \frac{\pi \cdot r_5^3}{3} \right)$$

$$V_{\text{versp}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0,065^3}{3} - \frac{\pi \cdot 0,06^3}{3} \right) - \left(\frac{\pi \cdot 0,015^3}{3} - \frac{\pi \cdot 0,01^3}{3} \right)$$

$$V_{\text{versp}} = 2 \cdot (61,392 \cdot 10^{-6}) - (2,487 \cdot 10^{-6})$$

$$V_{\text{versp}} = 117,81 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{boring}} = \pi \cdot r_6^2 \cdot h$$

$$V_{\text{boring}} = \pi \cdot 0,005^2 \cdot 0,015$$

$$V_{\text{boring}} = 1,178 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

- Massa ?

$$M_{\text{versp}} = (V_{\text{versp}} + V_{\text{boring}}) \cdot \rho$$

$$M_{\text{versp}} = (117,81 \cdot 10^{-6} + 1,178 \cdot 10^{-6}) \cdot 7930$$

$$M_{\text{versp}} = 0,944 \text{ kg}$$

- De bespaarde massa procentueel

$$\frac{0,944}{2,102} \cdot 100 = 45 \%$$

Om deze waarde te vergelijken met wat we in de praktijk gerealiseerd hebben, hebben we het werkstuk gewogen voor en na de verspaning.

massa voor : 2100 g

massa na : 1195 g

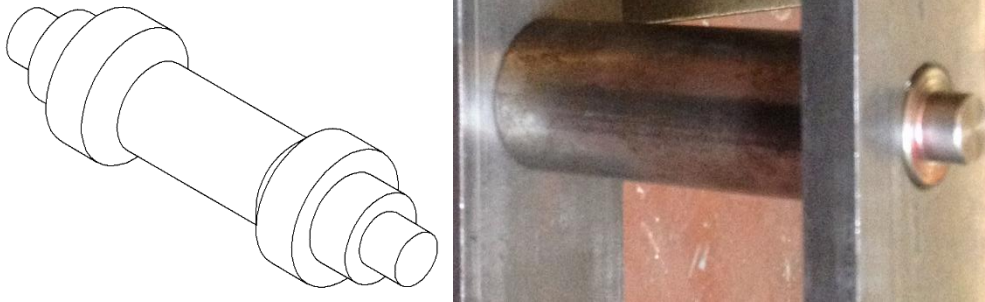
massa verspaning : $2100 - 1195 = 905 \text{ g}$

$$\Rightarrow \frac{905}{2100} \cdot 100 = 43 \%$$

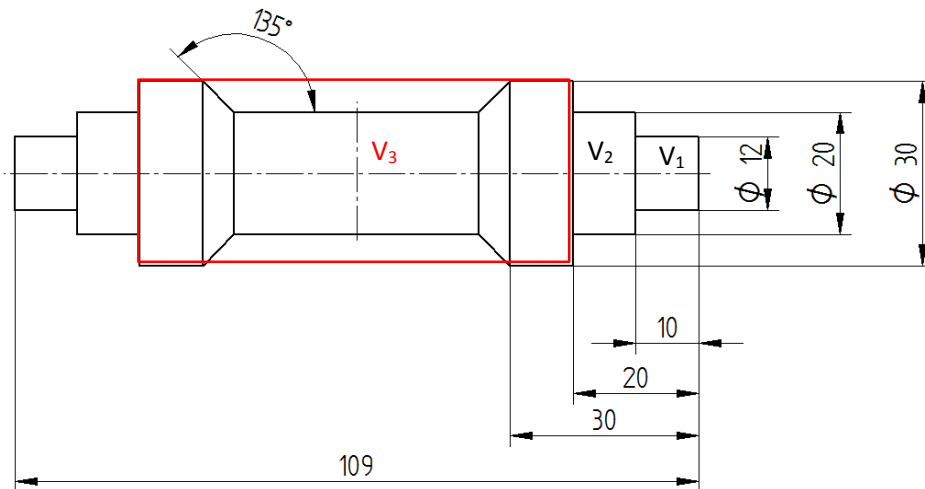
Antwoord: We kunnen dus besluiten dat de theorie en de praktijk hier zeer nauw bij elkaar aansluiten.

- **De afstandsbus**

Bij de afstandsbusen is er ook een stuk uit weggedraaid zoals te zien is op onderstaande afbeeldingen



Gegeven:



$$\rho_{\text{staal}} = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Gevraagd : massabesparing in procent

Oplossing:

- massa volledige as
- volume ?

$$V_{vol} = (2 \cdot V_1) + (2 \cdot V_2) + V_3$$

$$V_{\text{vol}} = (2 \cdot \pi \cdot r_1^2 \cdot h_1) + (2 \cdot \pi \cdot r_2^2 \cdot h_2) + (\pi \cdot r_3^2 \cdot h_3)$$

$$V_{vol} = (2 \cdot \pi \cdot 0,006^2 \cdot 0,01) + (2 \cdot \pi \cdot 0,01^2 \cdot 0,01) + (\pi \cdot 0,015^2 \cdot 0,069)$$

$$V_{vol} = 57,3184 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

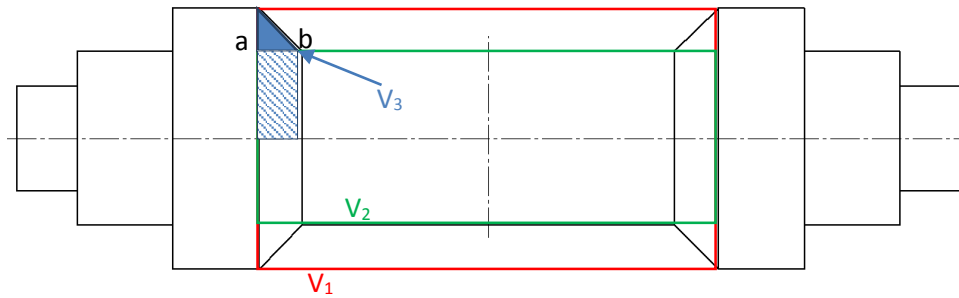
- massa ?

$$m_{vol} = V_{vol} \cdot \rho$$

$$m_{\text{vol}} = 57,3184 \cdot 10^{-6} \cdot 7800$$

$$m_{\text{vol}} = 0,447 \text{ kg}$$

- massa verspaand materiaal



- Volume ?

$$V = V_1 - V_2 - (2 \cdot V_3)$$

$$V_1 = \pi \cdot r_3^2 \cdot h_3$$

$$V_1 = \pi \cdot 0,015^2 \cdot 0,049$$

$$V_1 = 34,6361 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_2 = \pi \cdot r_2^2 \cdot h_2$$

$$V_2 = \pi \cdot 0,01^2 \cdot 0,049$$

$$V_2 = 15,3938 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Volume 3 zullen we bepalen aan de hand van een omwentelingslichaam. De functie die de lijn heeft is $y = -x + 0,0195$. We mogen hier niet vergeten het gearceerde stuk er van af te trekken, omdat we dit in V_2 al in rekening hebben gebracht.

$$V_3 = (\pi \cdot \int_a^b y^2 \cdot dx) - (\pi \cdot r_2^2 \cdot l)$$

$$V_3 = (\pi \cdot \int_{0,0295}^{0,0345} (x - 0,0195)^2 \cdot dx) - (\pi \cdot r_2^2 \cdot l)$$

$$V_3 = (\pi \cdot \int_{0,0295}^{0,0345} (x^2 - 0,039x + 0,00038) \cdot dx) - (\pi \cdot 0,01^2 \cdot 0,005)$$

$$V_3 = \left[\left(\pi \cdot \frac{x^3}{3} \right) - \left(0,039 \cdot \pi \cdot \frac{x^2}{2} \right) + (0,00038 \cdot \pi \cdot x) \right]_0^5 - (\pi \cdot 0,01^2 \cdot 0,005)$$

$$V_3 = 9,163 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$V = V_1 - V_2 - (2 \cdot V_3)$$

$$V = (34,6361 \cdot 10^{-6}) - (15,3938 \cdot 10^{-6}) - (2 \cdot 9,163 \cdot 10^{-7})$$

$$V = 17,4097 \cdot 10^{-6}$$

- Massa ?

$$m = V \cdot \rho$$

$$m = 17,4097 \cdot 10^{-6} \cdot 7800$$

$$m = 0,135 \text{ kg}$$

- De bespaarde massa procentueel

$$\frac{0,135}{0,447} \cdot 100 = 30 \%$$

Om deze waarde te vergelijken met wat we in de praktijk gerealiseerd hebben, hebben we het werkstuk gewogen voor en na de verspaning.

massa voor : 469 g

massa na : 303 g

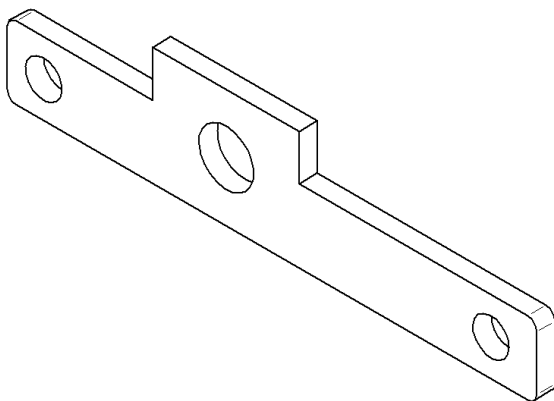
massa verspaning : $469 - 303 = 166$ g

$$\Rightarrow \frac{166}{469} \cdot 100 = 35 \%$$

Antwoord: We kunnen dus besluiten dat de theorie en de praktijk hier een beetje verschillen met elkaar. We vermoeden dat dit ligt aan de afrondingen in de berekening.

Verder hebben we nog enkele besparingen gedaan op de hefboomen zoals je kan zien op onderstaande afbeeldingen.

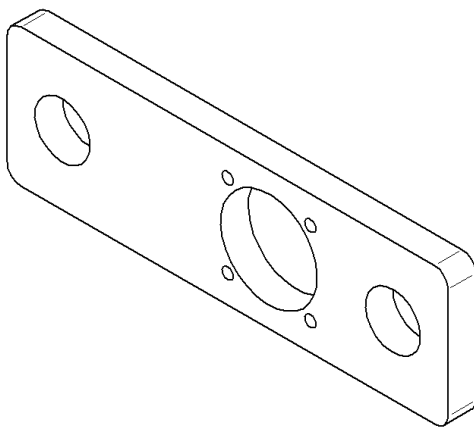
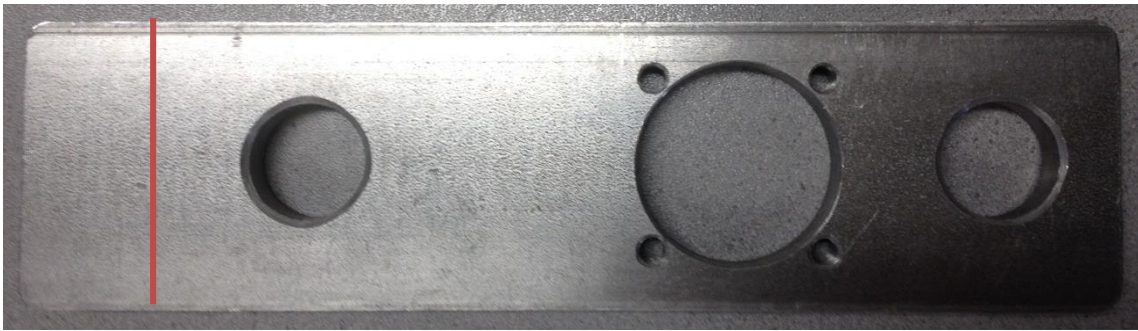
- **Hefboom:**



in deze hefboom hebben we een gat met diameter 30 geboord, hier hebben we ongeveer 55 gram per hefboom bespaard.

wat neerkomt op 220 gram in het totaal.

- **Hefboom motoras:**



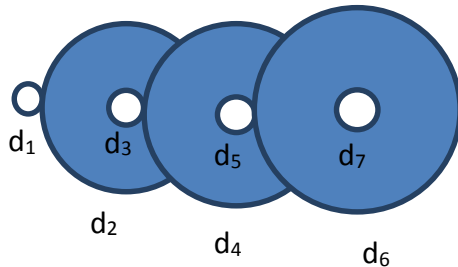
Bij de 2^e hefboom hebben we een stuk afgezaagd die er eigenlijk overbodig was zoals je kan zien op de foto.

Het stuk dat we weggesneden hebben woog 117 gram per hefboom. In totaal komt dit dus neer op 468 gram die we bespaard hebben.

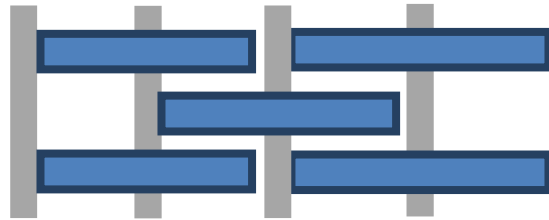
12.5 Theoretische Overbrengingsverhouding

De overbrengingsverhouding is een getal om aan te geven hoeveel een toerental gereduceerd wordt, hieruit kunnen we afleiden hoeveel toeren per minuut de uitgaande as draait als je weet hoe snel de ingaande as draait en hoelang de reductie kast over 1 omwenteling van de uitgaande as doet.

Gegeven:



Vooraanzicht



bovenaanzicht

$$d_1 = d_3 = d_5 = d_7 = 10 \text{ mm}$$

$$d_2 = 130 \text{ mm}$$

$$d_4 = 140 \text{ mm}$$

$$d_6 = 150 \text{ mm}$$

$$n_1 = 50/\text{min} = n_{\text{max}} \text{ van de motor}$$

Gevraagd: overbrengingsverhouding? (i), hoe snel draait de uitgaande as? (n_7)

Oplossing:

Algemeen: $i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$

$$\bullet \quad i = \frac{d_1}{d_2} \cdot \frac{d_3}{d_4} \cdot \frac{d_5}{d_6}$$

$$i = \frac{10}{130} \cdot \frac{10}{140} \cdot \frac{10}{150}$$

$$i = \frac{1}{2730}$$

$$\bullet \quad n_2 ?$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2}$$

$$n_2 = \frac{50 \cdot 10}{130}$$

$$n_2 = 3,85/\text{min} = n_3$$

$$\bullet \quad n_4 ?$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot d_3}{d_4}$$

$$n_4 = \frac{3,85 \cdot 10}{140}$$

$$n_4 = 0,27/\text{min} = n_5$$

$$\bullet \quad n_6 ?$$

$$n_6 = \frac{n_5 \cdot d_5}{d_6}$$

$$n_6 = \frac{0,27 \cdot 10}{150}$$

$$n_6 = 0,018/\text{min} = n_7$$

Antwoord: Hieruit volgt dat de uitgaande as 0,018 toeren per minuut draait. Omdat dit moeilijk voor te stellen is zullen we het in toeren per uur uit drukken

$$\rightarrow 0,018 \cdot 60 = 1,08/\text{uur}$$

Hoelang doet de as over 1 volledige toer ?

$$t = \frac{1}{1,08} = 0,926 \text{ uur} = 55,56 \text{ min} = 55 \text{ min } 33,33 \text{ sec}$$

Om een object in de ruimte te kunnen volgen (bv. de maan) moet de uitgaande as slechts 1 toer in 23 uur 56 min 4 sec = 23,934 uur draaien. dus nu gaan we omgekeerd te werk als op de vorige bladzijde om het toerental van de ingaande as te bepalen om de maan te kunnen volgen.

Gegeven:

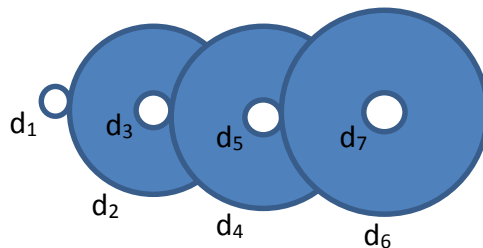
$$d_1 = d_3 = d_5 = d_7 = 10 \text{ mm}$$

$$d_2 = 130 \text{ mm}$$

$$d_4 = 140 \text{ mm}$$

$$d_6 = 150 \text{ mm}$$

$$n_7 = 0,042/\text{uur} = n_6$$



Gevraagd: met welk toerental moet de ingaande as draaien om de uitgaande as 1 toer per 23,934 uur te laten draaien.

Oplossing:

Algemeen: $\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$

• $n_5 ?$

$$n_5 = \frac{n_6 \cdot d_6}{d_5}$$

$$n_5 = \frac{0,042 \cdot 150}{10}$$

$$n_5 = 0,627/\text{uur} = n_4$$

• $n_3 ?$

$$n_3 = \frac{n_4 \cdot d_4}{d_3}$$

$$n_3 = \frac{0,627 \cdot 140}{10}$$

$$n_3 = 8,774/\text{uur} = n_2$$

• $n_1 ?$

$$n_1 = \frac{n_2 \cdot d_2}{d_1}$$

$$n_1 = \frac{8,774 \cdot 130}{10}$$

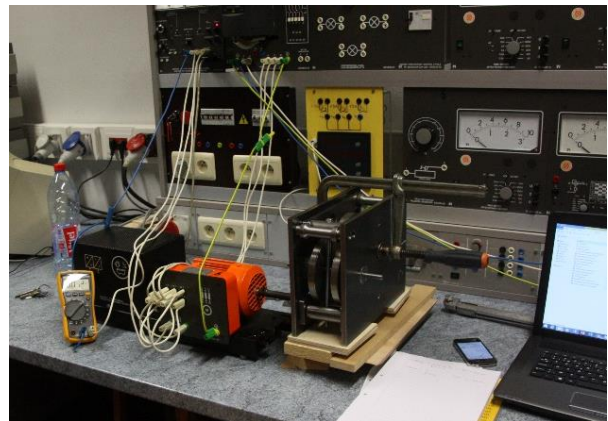
$$n_1 = 114/\text{uur} = 1,901/\text{min}$$

Antwoord: de ingaande as moet 1,901 toeren per minuut draaien om de uitgaande as 1 toer per 23,901 toer te laten draaien

12.6 Praktische overbrengingsverhouding

12.6.1 Inleiding

Na onze berekeningen zullen we kijken of dit ook klopt in werkelijkheid. Dit doen we aan de hand van een meetopstelling die je kan zien op de foto hiernaast

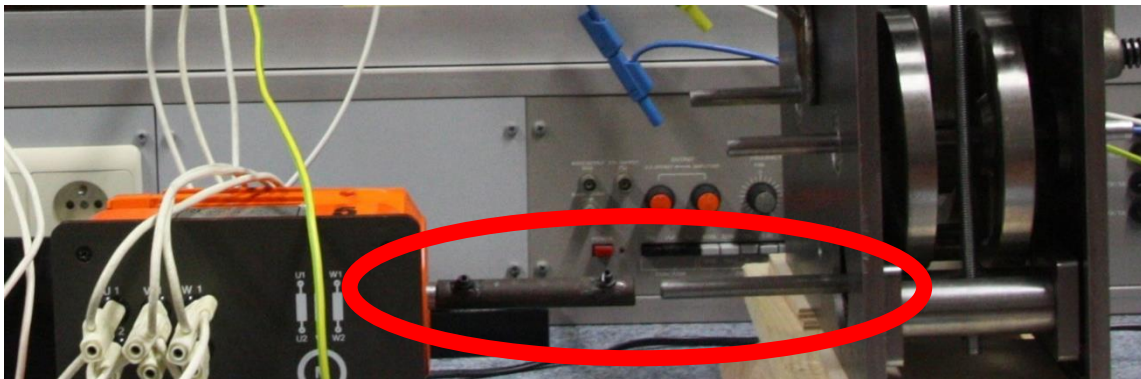


12.6.2 Opstelling

De opstelling bestaat uit:

- De reductiekast
- een frequentieomvormer
- een driefasige asynchrone motor
- remsturing (S03212-5S)
- magneetpoederrem (SE2662-1R)
- Frequentieomvormer (S03534-1U)
- 3N, 230 V bron
- Snoeren
- Digitale multimeter (fluke 111)
- Koppelstuk

Met het koppelstuk bevestigen we de motor aan de reductiekast (zie foto)



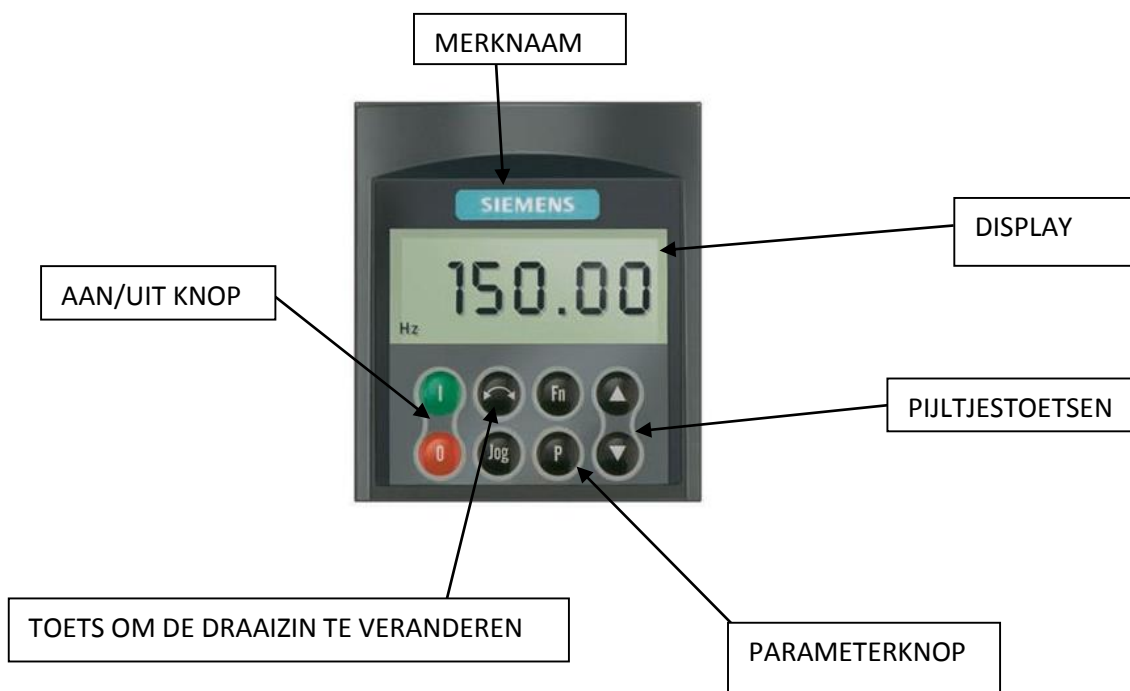
12.6.3 Meting

van de groep elektronica kregen we de gegevens van de motor die zal gebruikt worden om de telescoop aan te sturen. Zij vertelden ons dat het maximum toerental van de motor 50 toeren per minuut is. Dus lieten we de labomotor ook aan 50 toeren per minuut draaien. Dit konden we nauwkeurig regelen aan de hand van de frequentie-omvormer en een multimeter. Eens het toerental van de ingaande as correct was hebben we gemeten hoe lang het duurde voor de uitgaande as om een volledige toer te maken. dit zullen we drie maal doen.

- Wat is een frequentieomvormer ?

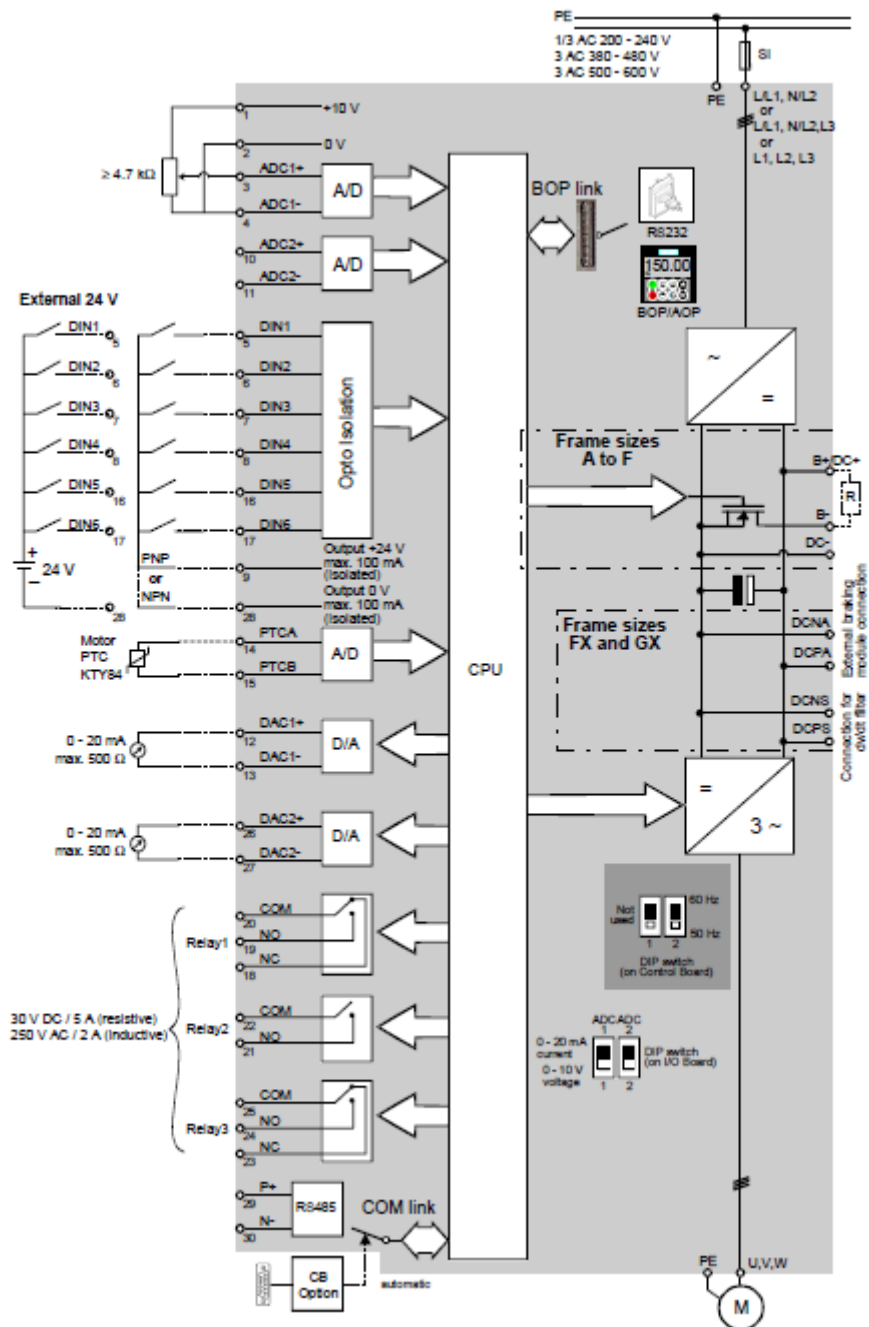
Een frequentieregelaar of frequentieomvormer is een elektronische schakeling die in staat is de frequentie van een aangeboden signaal te veranderen terwijl de spanning mee varieert en het koppel behouden blijft. Frequentieregelaars worden meestal gebruikt om de snelheid van een driefasige asynchrone motor te regelen door de frequentie van het draaiveld te veranderen. Ook als aanloopinrichting kan de regelaar toegepast worden.

- Hoe ziet een frequentieomvormer er uit ?

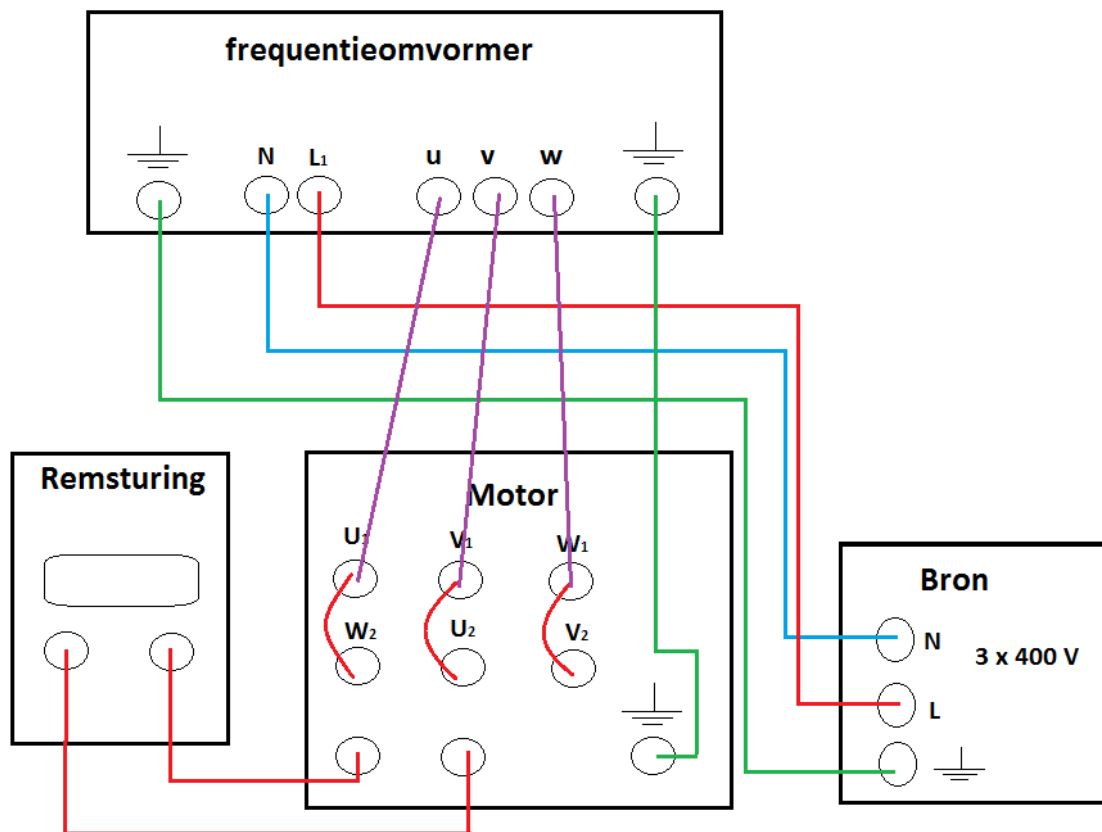


12.6.4 Schema's

- Elektrisch schema:



- Praktisch schema:



KENPLAAT GEGEVENS VAN DE ASYNCHRONE MOTOR:

Nominale spanning: 220 V

Nominale stroom: 0,78 A

Nominale arbeidsfactor: 0,79

Nominaal toerental: 2600/min

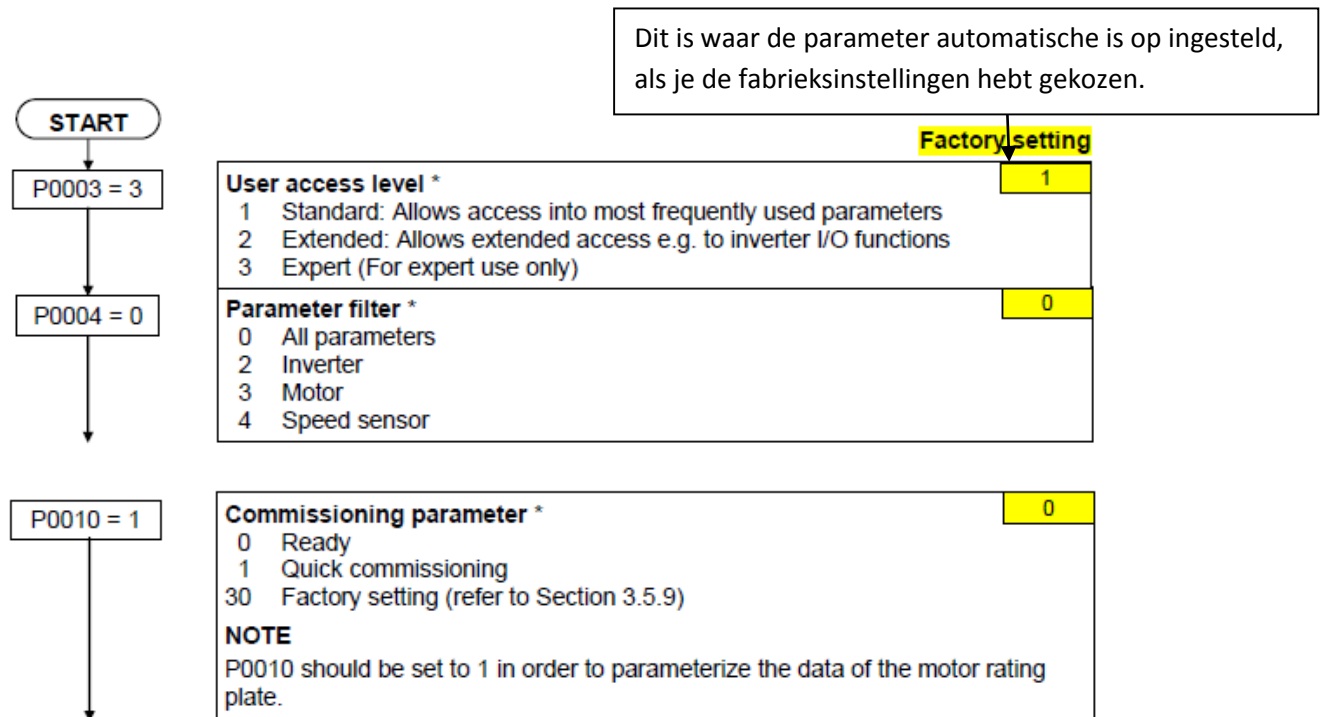
Nominaal vermogen: 0,12 kW

Nominale frequentie: 50.00 Hz

12.6.5 de frequentieomvormer instellingen

we willen het toerental van de motor kunnen bedienen aan de hand van de pijltjestoetsen op de frequentieomvormer.

eerst zetten we de frequentieomvormer terug naar de fabrieksinstellingen.



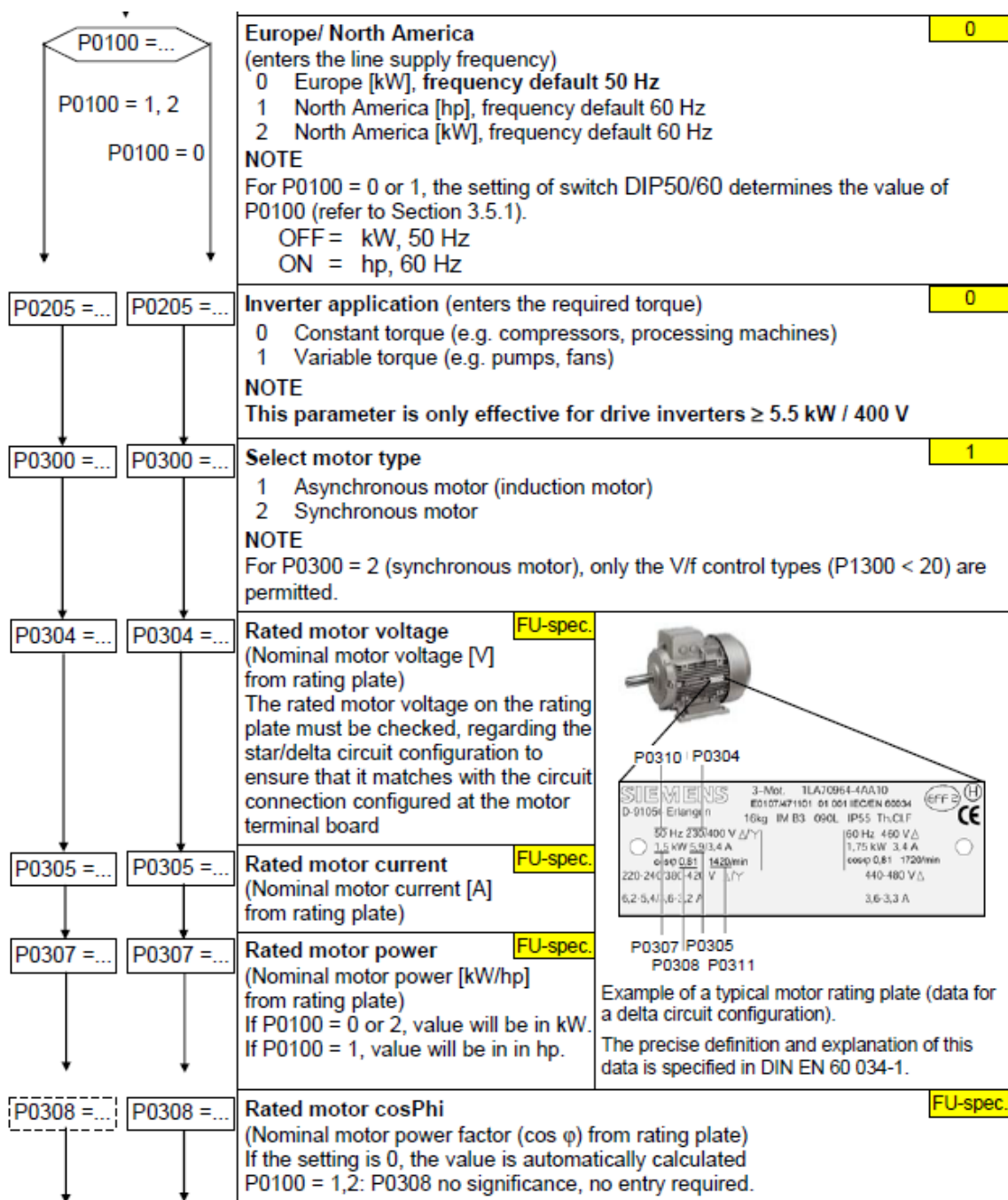
Door op de parameterknop te drukken, konden wij de parameters instellen naar gelang onze wensen. Zo hebben wij volgende instellingen gedaan:

P0003 = 3 want we moeten aan zoveel mogelijk parameters kunnen

P0004 = 0 want we moeten alle parameters kunnen instellen

P0010 = 1 want deze parameter zorgt ervoor dat we enkel de gegevens van de kenplaat van de motor hoeven in te geven

De volgende parameters zijn i.v.m. de instellingen van de nominale waarden van de motor. Deze blijven het gehele labo ongewijzigd. De waarden vind je terug bij de kenplaatgegevens.

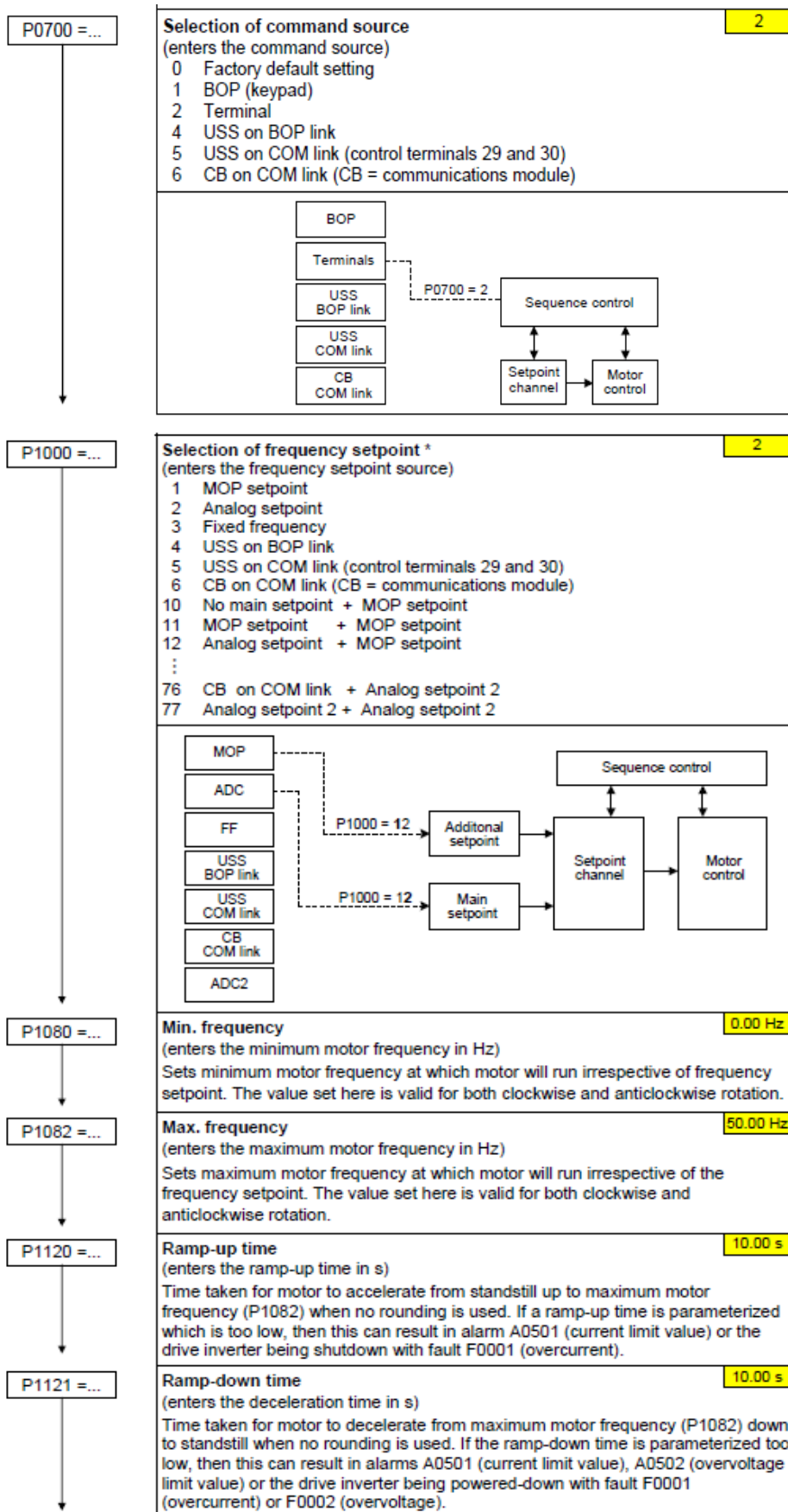


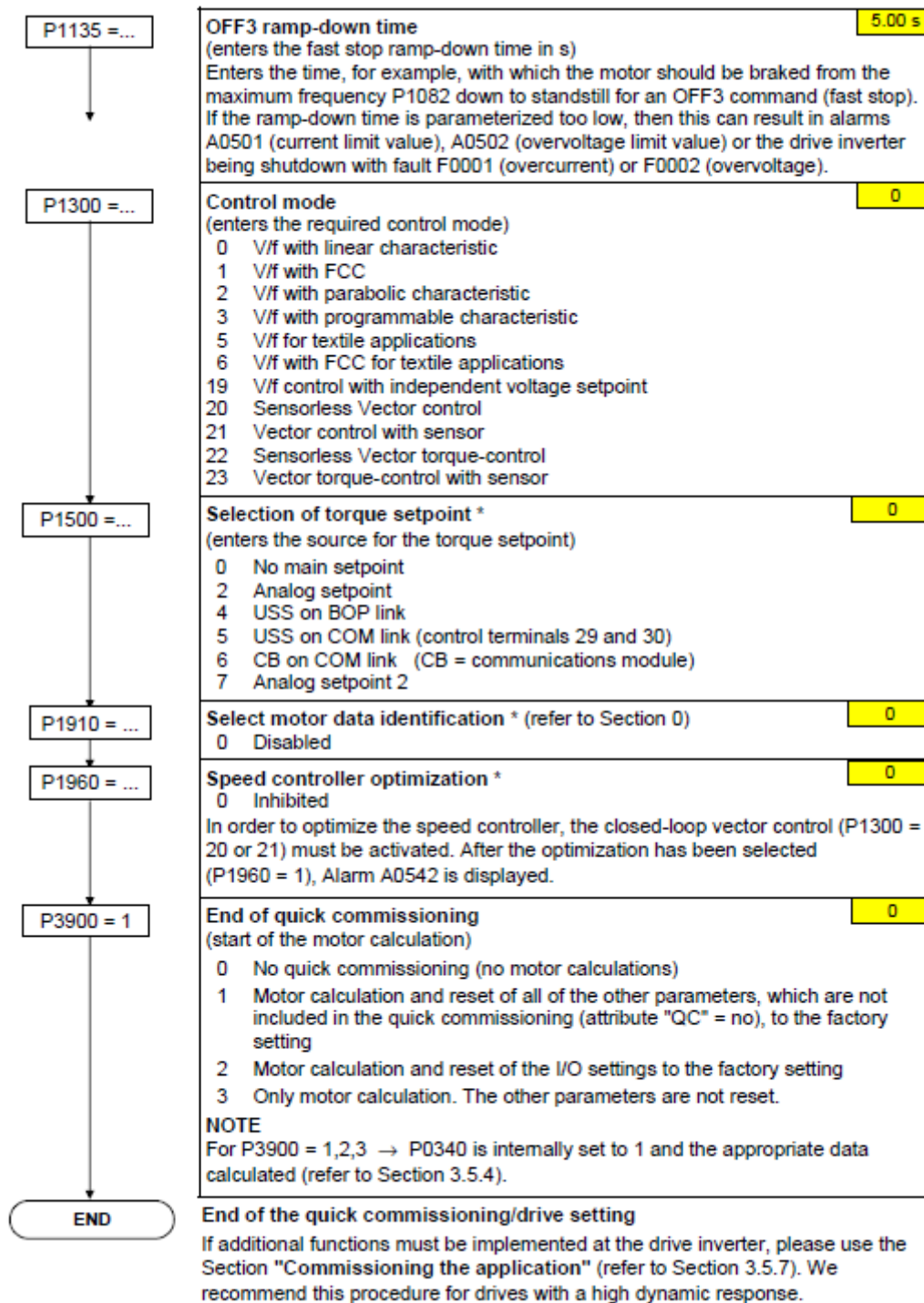
P0310 = ...	Rated motor frequency 50.00 Hz (Nominal motor frequency in [Hz] from rating plate) Pole pair number recalculated automatically if parameter is changed.
P0311 = ...	Rated motor speed FU-spec. (Nominal motor speed in [rpm] from rating plate) Setting 0 causes internal calculation of value. NOTE An entry <u>must</u> be made for closed-loop Vector control, V/f control with FCC and for slip compensation.
P0320 = ...	Motor magnetizing current 0.0 (this is entered as a % referred to P0305) Motor magnetizing current as a % relative to P0305 (rated motor current). With P0320 = 0, the motor magnetizing current is calculated using P0340 = 1 or using P3900 = 1 - 3 (end of the quick commissioning) – and is displayed in parameter r0331.
P0335 = ...	Motor cooling 0 (Selects motor cooling system used) 0 Self-cooled: Using shaft mounted fan attached to motor 1 Force-cooled: Using separately powered cooling fan 2 Self-cooled and internal fan 3 Force-cooled and internal fan
P0640 = ...	Motor overload factor 150 % (Motor overload factor in [%] relative to P0305) This defines the limit of the maximum output current as a % of the rated motor current (P0305). This parameter is set, using P0205 for constant torque, to 150 %, and for variable torque, to 110 %.

Door op de parameterknop te drukken, konden wij de parameters instellen naar gelang onze instellingen. Zo hebben wij volgende instellingen gedaan:

- P0100 = 0** want wij bevinden ons in Europa
- P0205 = 0** want het koppel moet behouden blijven
- P0300 = 1** want we werken met een asynchrone motor
- P0304 = 220** want de nominale spanning van de motor is 220 V
- P0305 = 0,78** want de nominale stroom van de motor is 0,78 A
- P0307 = 0,12** want de nominale vermogen van de motor is 0,12 kW
- P0308 = 0,79** want de nominale arbeidsfactor van de motor is 0,79
- P0310 = 50** want de nominale frequentie van de motor is 50 Hz
- P0311 = 2600** want het nominale toerental van de motor is 2600 /min
- P0320 = 0.0** want dit is de standaard instelling die we opgegeven kregen
- P0335 = 0** want het is een zelf koelende motor
- P0640 = 150** want dit is de standaardinstelling die we opgegeven kregen

Nu beginnen we aan de instellingen om de motor te kunnen bedienen via de pijltjes toets.





P0700 = 1 want we moeten de keypad gebruiken

P1000 = 1 want dit is de benaming die ze hier gebruiken voor de pijltjestoetsen

P1080 = 0.0 want we kunnen niet lager dan 0.0 Hz gaan.

P1082 = 50.0 want dit is de maximale frequentie die we opgegeven kregen

P1120 = 10.0 want dit is de aanlooptijd

P1121 = 10.0 want dit is de uitlooptijd

P1135 = 5.0 want dit is uitlooptijd in geval van nood

P1300 = 0 want dit is de standaard instelling die we opgegeven kregen

P1500 = 0 want dit is de standaard instelling die we opgegeven kregen

P1910 = 0 want dit is de standaard instelling die we opgegeven kregen

P1960 = 0 want dit is de standaard instelling die we opgegeven kregen

P3900 = 1 want zo zet de frequentieomvormer de waarden van de motor nog eens op punt en maakt hij de frequentieomvormer gereed om te gebruiken

Nu kunnen we het toerental van de motor wijzigen met de pijltjestoetsen op de keypad. We hebben ook een startfrequentie die momenteel ingesteld staat op 5.00 Hz.

12.6.6 Meetresultaten

- meting 1
tijd om de as 90° te laten draaien = 13 min 5,14 sec
➔ voor een volledige toer is er 52 min 20,56 sec
- meting 2
tijd om de as 90° te laten draaien = 14 min 2,60 sec
➔ voor een volledige toer is er 56 min 10,40 sec
- meting 3
tijd om de as 90° te laten draaien = 14 min 3,40 sec
➔ voor een volledige toer is er 56 min 15,60 sec

12.6.7 Besluit

het resultaat van de meting komt heel sterk overeen met wat we op voorhand berekend hadden. De afwijkingen kunnen liggen aan de foutmarge van de remsturing of de frequentieomvormer. De motor draait dus ruim snel genoeg om de telescoop een volledige toer per dag te laten draaien.

12.6.8 Bijlages

Bijlage 1:

De wrijvingscoëfficiënt is een (dimensieloos) getal dat de mate van wrijving tussen twee oppervlakken aangeeft.

Experimenteel is gebleken dat in een groot bereik de wrijvingskracht evenredig is met de normaalkracht, de kracht waarmee de oppervlakken tegen elkaar gedrukt worden. De wrijvingscoëfficiënt is de evenredigheidsfactor.

Er wordt onderscheid gemaakt in statische wrijvingscoëfficiënt en dynamische wrijvingscoëfficiënt. De statische wrijvingscoëfficiënt is de verhouding tussen de maximaal optredende wrijvingskracht voordat de oppervlakken ten opzichte van elkaar gaan bewegen en de normaalkracht. De dynamische wrijvingscoëfficiënt is de verhouding tussen de wrijvingskracht en de normaalkracht als de oppervlakken ten opzichte van elkaar bewegen.

$$F_w \leq \mu_s F_N \text{ als er geen onderlinge beweging is en } F_w = \mu_d F_N \text{ indien wel.}$$

met

- F_w : de wrijvingskracht;
- F_N : de kracht loodrecht op het oppervlak (de *normaalkracht*);
- μ_s : de statische wrijvingscoëfficiënt.
- μ_d : de dynamische wrijvingscoëfficiënt.

De waarde van de wrijvingscoëfficiënt hangt af van de gebruikte materialen.

Bijvoorbeeld, metaal op ijs heeft een zeer lage wrijvingscoëfficiënt als er druk uitgeoefend wordt omdat het ijs smelt onder hoge druk. De oppervlakken glijden gemakkelijk over elkaar heen omdat zich altijd een vloeistoflaagje tussen het metaal en het ijsoppervlak bevindt; daarom kan een schaatser zo hard gaan. Rubber op steen, daarentegen, heeft een hoge wrijvingscoëfficiënt (rubber schoenen op stoeptegels glijden niet gemakkelijk). De grootte van het wrijvingsoppervlak geen invloed heeft op de wrijvingskracht, voor zover een verandering in wrijvingsoppervlak geen verandering veroorzaakt in de totale kracht loodrecht op het oppervlak.

De waarde van de dynamische wrijvingscoëfficiënt is meestal afhankelijk van de snelheid waarmee de massa over de ondergrond schuift. Doorgaans neemt de wrijvingskracht (bij benadering evenredig) met de snelheid af:

$$\mu_d(v) = \mu_d^0 - c_\mu v$$

waarin:

- μ_d^0 = dynamische wrijvingscoëfficiënt bij klein snelheidsverschil
- c_μ = evenredigheidscoëfficiënt

Statische (μ_s) en dynamische (μ_d) wrijvingscoëfficiënt			
Correlerende stoffen	μ_s	μ_d	Opmerking
Staal op staal	0,74	0,57	
Staal op ijs	0,030	0,015	
Aluminium op staal	0,61	0,47	
Koper op staal	0,53	0,36	
IJzer op zink	0,85	0,85	
Glas op glas	0,94	0,40	
Rubber op beton	1,0	0,80	droog wegdek
Rubber op beton	0,80	0,80	nat wegdek
Rubber op beton	0,20 - 0,40	0,80	glad wegdek (sneeuw en ijs)
Rubber op asfalt	0,80	0,80	droog wegdek
Rubber op asfalt	0,50 - 0,70	0,80	nat wegdek
Rubber op ijs	0,10	0,15	
Rubber op metaal	1,35	1,42	

Bijlage 2:

Rolweerstand is de weerstand die een rond voorwerp, zoals een wiel, een kogel en een cilinder, ondervindt als het rolt over een oppervlak. De oorzaak van rolweerstand is voornamelijk gelegen in de vervorming van zowel het voorwerp als het oppervlak. Daarnaast spelen ook andere factoren een rol, waaronder de adhesie tussen het voorwerp en het oppervlak.

De rolweerstand van een stalen wiel over een spoorrails bij een trein is aanzienlijk lager dan de rolweerstand van een rubber autoband over asfalt. Dit komt doordat het rubber van de band meer vervormt en er bij een rubberen band door deze vervorming een groter contactoppervlak ontstaat met de weg. Dit contactoppervlak is bepalend voor de rolweerstand.

Net als bij wrijving is de kracht ten gevolge van de rolweerstand min of meer evenredig met de normaalkracht op het oppervlak. De evenredigheidsconstante wordt *rolweerstandscoefficiënt* genoemd.

De formule voor de rolweerstand wordt als volgt weergegeven:

$$F_r = \mu_r \cdot m \cdot g$$

F_r = Rolweerstand (N)

μ_r = wrijvingscoëfficiënt

m = voertuigmassa (kg)

Let wel dat de vorm van dit contactoppervlak ook een rol speelt bij de bepaling van de rolweerstand. Dat komt tot uiting bij bijvoorbeeld fietsbanden: brede (fiets)banden hebben minder rolweerstand dan smalle, mits ze even hard opgepompt zijn en van vergelijkbare constructie zijn. De vervorming die bij de brede band optreedt is meer in de breedte dan bij de smalle band waar de vervorming meer in de draairichting plaatsvindt. En deze laatste is juist meer bepalend voor de rolweerstand.

Kleine wielen zullen een grotere rolweerstand hebben dan grote wielen onder dezelfde gebruiksomstandigheden (de wielen zijn even breed, dezelfde materialen en constructie en dezelfde belasting). Dit komt doordat de kleinere diameter verder in het wegoppervlak wordt gedrukt. In het extreem: veronderstel het kleine wiel wordt steeds kleiner, dan zal de belasting op de weg vergelijkbaar worden met een puntbelasting welke zeer grote vervorming veroorzaakt, en dus zeer grote rolweerstand.

12.7 Kostprijs berekening

we zullen de prijzen van de stukken eerst soort per soort berekenen daarna zullen we ze optellen om een idee te krijgen van de totale kostprijs van de reductiekast.

Ook het verspanen zullen we in rekening brengen. De zaagsnede is 2 mm

De aanspanassen (2 stuks) 210 mm lang

$$\text{Draad M8: } (3,24 \text{ euro/m}) \cdot ((2 \cdot 0,210 \text{ m}) + 0,004) = 1,37 \text{ euro}$$

De afstandsbussen (6 stuks) 109 mm lang en de **cilinders voor in de hefboom** (4 stuks) 89 mm lang

$$\text{As } \varnothing 30 : (8,51 \text{ euro/m}) \cdot (((6 \cdot 0,109 \text{ m}) + (4 \cdot 0,089 \text{ m})) + 0,018) = 8,75 \text{ euro}$$

De lagerhuizen (4 stuks) 45 mm lang

$$\text{Plat 50/15 : } (15,18 \text{ euro/m}) \cdot ((4 \cdot 0,045 \text{ m}) + 0,006) = 2,82 \text{ euro}$$

De assen : (van elk 2 stuks) 89, 110, 136 en 156 mm lang

$$\text{As } \varnothing 10 : (0,987 \text{ euro/stuk}) \cdot ((2 \cdot 0,089) + (2 \cdot 0,11) + (2 \cdot 0,136) + (2 \cdot 0,156) + 0,014) = 0,98 \text{ euro}$$

De hefbomen voor de motoras (4 stuks) 160 mm lang

$$\text{Plat 50/10 : } (4,48 \text{ euro/m}) \cdot ((4 \cdot 0,16 \text{ m}) + 0,006 \text{ m}) = 2,89 \text{ euro}$$

De wrijvingswielen

Om de prijs van de wielen te bepalen hebben we de prijs opgezocht op metalpoint.nl

De wielen van 150 mm (4 stuks) kosten 24,43 euro/stuk

De wielen van 140 mm (2 stuks) kosten 22,91 euro/stuk

De wielen van 130 mm (4 stuks) kosten 21,48 euro/stuk

$$(4 \cdot 24,43) + (2 \cdot 22,91) + (4 \cdot 21,48) = 229,46 \text{ euro}$$

De kogellagers (16 stuks)

$$16 \cdot 4,95 \text{ euro/stuk} = 79,2 \text{ euro}$$

De boven- en onderplaat (4 stuks) 314 bij 235 mm en de **hefbomen** (4 stuks) 55 bij 265 mm :

Deze komen uit een plaat van 2m² die 134,4 euro kost wij zullen nu berekenen hoeveel we hiervan gebruikt hebben.

$$A_{\text{tot}} = (4 \cdot 0,314 \cdot 0,235) + (4 \cdot 0,055 \cdot 0,265) + 0,0065 = 0,360 \text{ m}^2$$

Verhouding :

$$\frac{0,360}{2} \cdot 100 = 18 \%$$

$$\Rightarrow 24,19 \text{ euro}$$

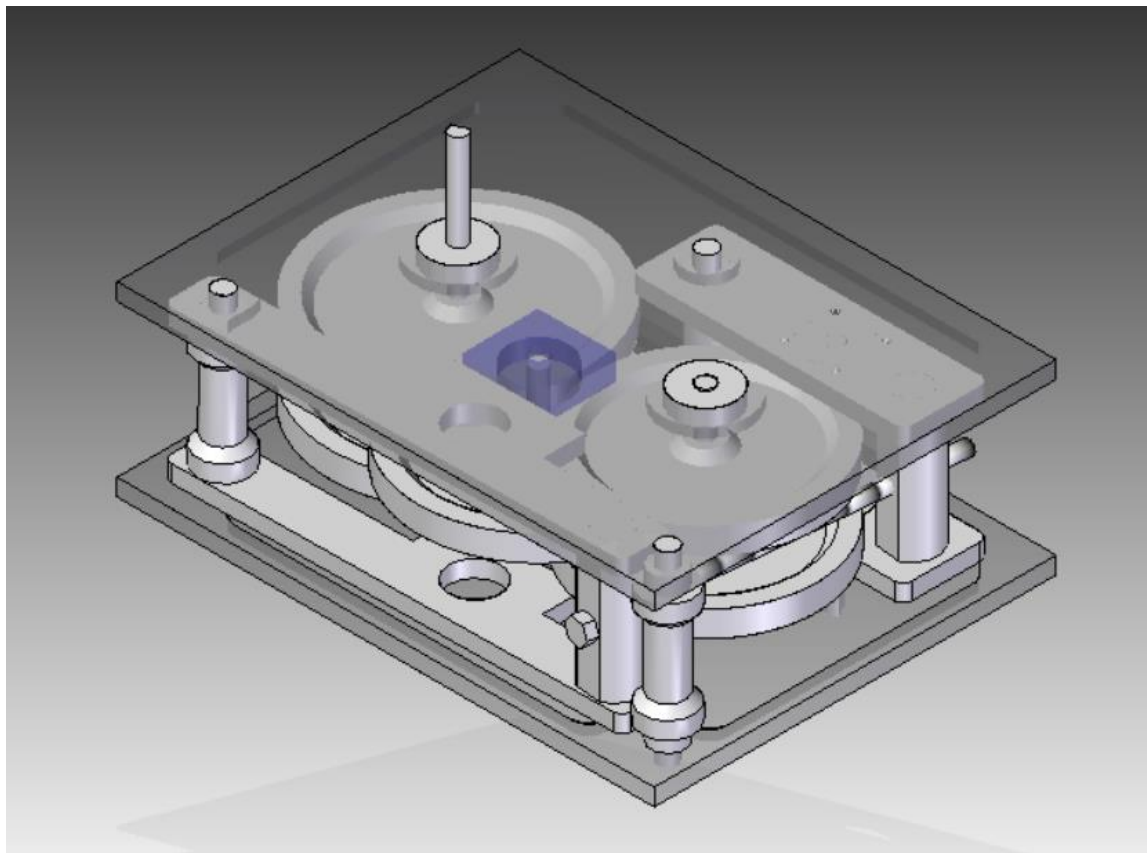
Voor het verspanen van de wielen werd 15 euro aangerekend.

Totale kostprijs voor de twee reductiekasten:

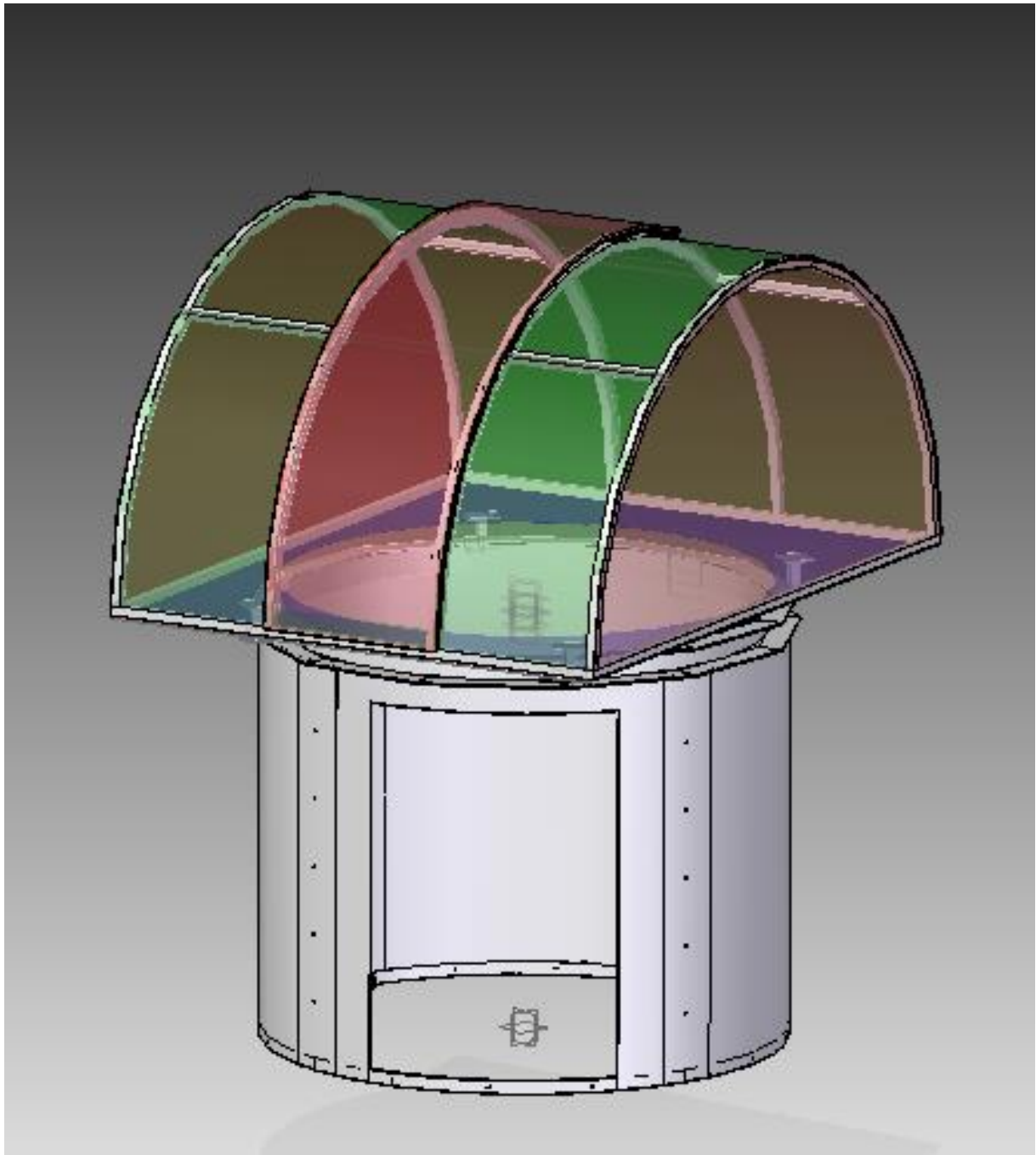
$$1,37 \text{ euro} + 8,75 \text{ euro} + 2,82 \text{ euro} + 0,98 \text{ euro} + 2,89 \text{ euro} + 229,46 \text{ euro} + 79,2 \text{ euro} + 24,19 \text{ euro} + 15 \text{ euro} = \mathbf{364,66 \text{ euro}}$$

12.8 Tekeningen

bij het tekenen hebben we de meeste tekening van het origineel ontwerp kunnen gebruiken mits wat kleine aanpassingen dit verliep met relatief weinig problemen. De boven- en onderplaat, de afstandsbussen en het aanspansysteem hebben we zelf ontworpen. Alleen bij de samenstelling hebben we enkele problemen gehad maar deze hebben we opgelost in samenwerking met M. De Laere.



13 De koepel

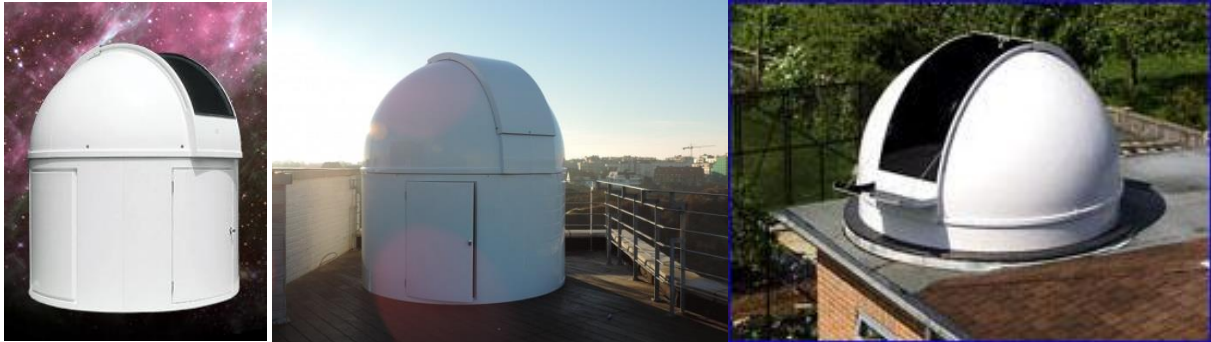


Floris Verscheure 6IW

13.1 Het doel

Het maken van een koepel die onze telescoop in de eerste plaats opbergt en beschermt tegen de weerslementen (neerslag, wind ...). De koepel moet ook kunnen meedraaien als de telescoop verdraait. De koepelopening mag nooit de kijkbuizen hinderen.

Enkele voorbeelden:



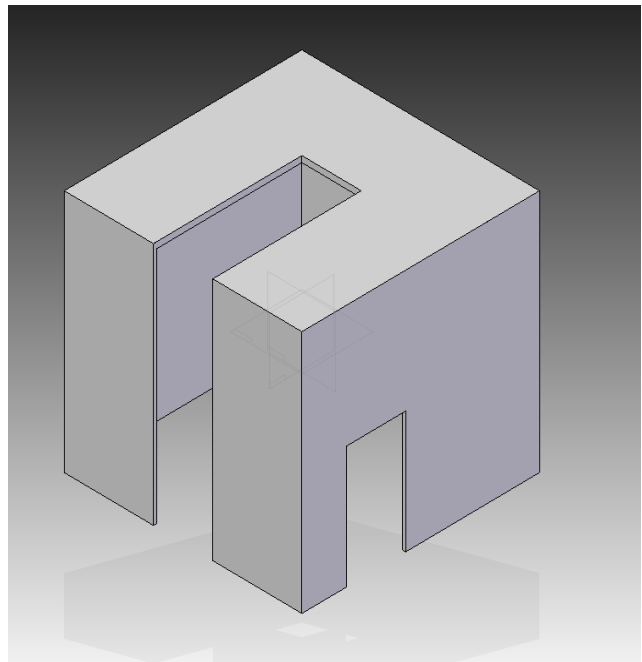
Google afbeeldingen "koepels voor een telescoop"

13.2 Onze problemen

- Hoe maken we de koepel met onderstel?
- Uit welk materiaal maken we dit?
- Waar plaatsen we de koepel?
- Hoe verbinden we het bovenstel met het onderstel?
- Hoe laten we het bovenstel van het onderstel afzonderlijk bewegen?
- Hoe werkt de opening in de koepel?
- Voldoet de koepel aan de kooi van Faraday?

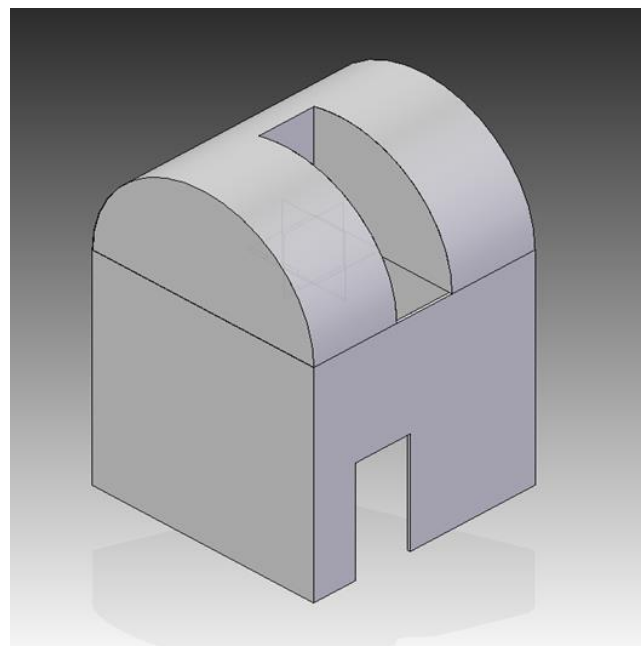
13.3 Het eerste idee

Het eerste idee is een heel simpel complex. De koepel en het onderstel bestaan uit één geheel. Deze koepel is gemakkelijk te maken maar er zijn veel nadelen aan. De koepel en het onderstel kunnen niet afzonderlijk bewegen waardoor het geheel helemaal moet meedraaien. De deuropening draait dus ook mee, waardoor je nooit weet aan welke kant je naar buiten zal gaan. Er zijn ook enkele voordelen namelijk: dit geheel is simpel te bouwen en binnenin is er plaats genoeg. De voordelen wegen niet op tegen de nadelen waardoor dit idee vlug vervangen wordt door een volgende.

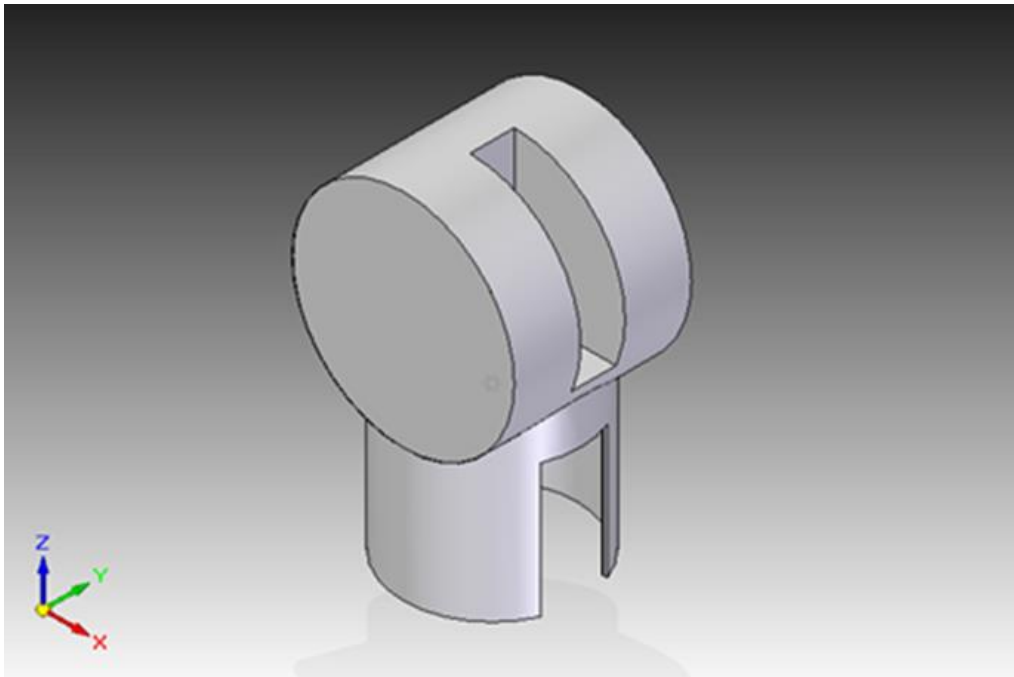


13.4 Het tweede idee

Het tweede idee is een vooruitgang op het eerste. Dit complex is opgedeeld in 2 delen; we hebben het onderstel waarin we kunnen binnengaan en dan via een opening in het dak naar het bovenstel kunnen. In het bovenstel bevindt zich de telescoop om naar de sterren te kijken. Het grote voordeel aan dit ontwerp is dat het onderstel en het bovenstel afzonderlijk kunnen bewegen. Een groot nadeel is dat dit een hoog complex zou worden. Dit ontwerp wordt vervangen door het derde idee.



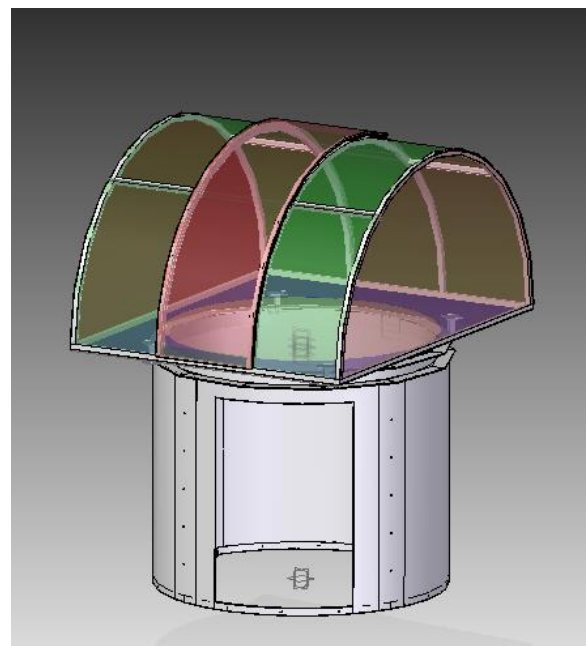
13.5 Het derde idee



Het derde idee is een recht opstaande cilinder met een liggende cilinder erbovenop. Dit geheel ziet er modern uit. Dit ontwerp komt al meer in de richting die we willen. Hier stellen we wel de vraag hoe we het onderstel en het bovenstel scheiden van elkaar waardoor we het bovenstel afzonderlijk kunnen laten bewegen. Dit zouden we best boven de deuropening doen. De reden hier is dat er zich daar een cirkelvormige doorsnede bevindt. De opening in de koepel zouden we opzij schuiven. Dit ontwerp hebben we nog iets verder uitgewerkt tot een vierde idee.

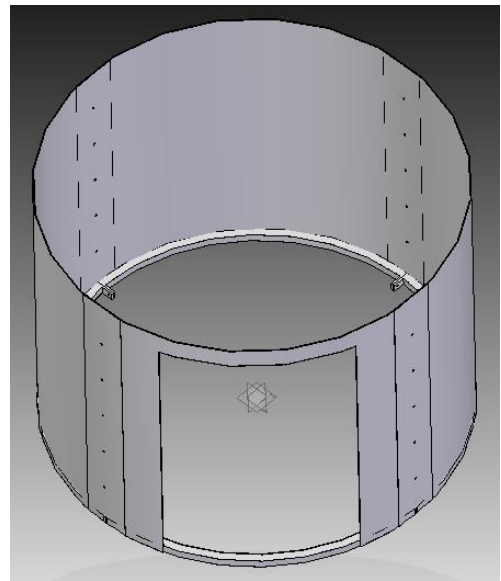
13.6 Het vierde idee

Het vierde idee is een rechtopstaande cilinder met een halve cilinder erboven op. Dit geheel heeft als voordeel dat het onderstel en de koepel afzonderlijk kunnen bewegen, het geheel een stevig basisframe heeft en alles sterk gebouwd is. Doordat het sterk gebouwd is, heeft het ook als nadeel dat alles in zijn geheel veel zal wegen. De kostprijs zal hier wel tamelijk hoog oplopen.



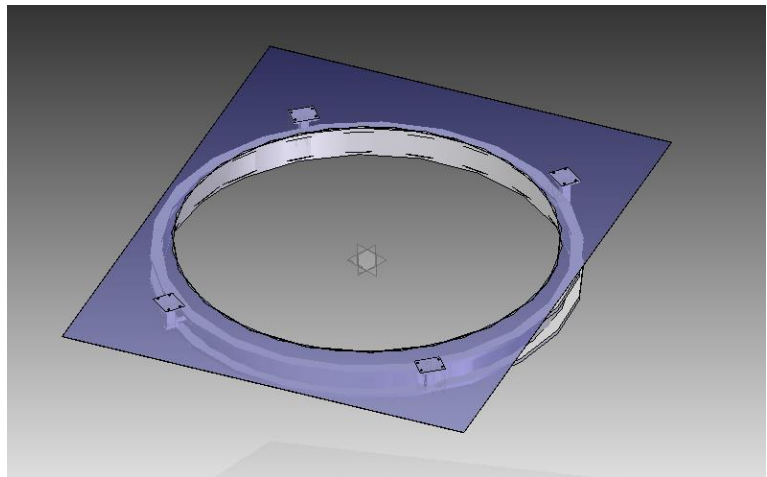
13.6.1 Het onderstel

We hebben voor een cilindrisch onderstel gekozen dat verdeeld is in 4 stukken. Elke wand is 103° breed en de boringen bevinden zich om de 90° . Doordat de plaat 103° breed is, hebben we een overlapping van de twee platen. De profielen die zich helemaal onderaan bevinden, zijn stukken van $4 \times 90^\circ$ met op het einde een voetje inbegrepen. Deze voetjes worden tegen elkaar geplaatst en worden door middel van bouten en moeren aan elkaar bevestigd. De wanden en de profielen worden aan elkaar gelast.

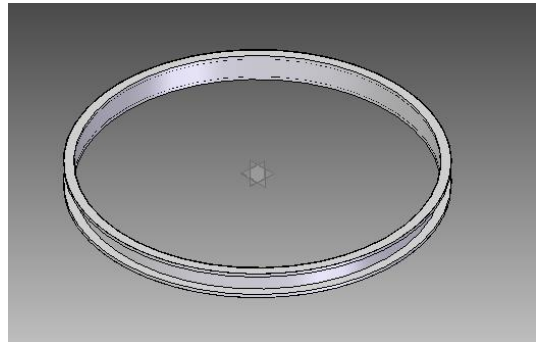


13.6.2 Het verbindingsstuk

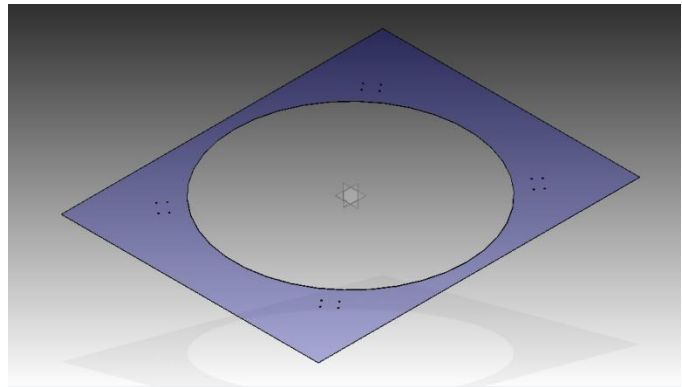
Het verbindingsstuk is gemaakt uit een plaat waaraan zich vier profielen bevinden met telkens een wieltje. Deze wieltjes lopen in een rail die vast hangt aan het onderstel. De koepel bevindt zich op de plaat (zie de figuur). Door dit systeem (wielen die lopen in een rail) kunnen we de koepel van het onderstel doen bewegen. Dit kunnen we zowel handmatig doen of door middel van een motor. Indien we de koepel motorisch willen laten bewegen, bevestigen we de motor aan de binnenkant van de “rail waar wielen in lopen” met staafjes op de as. In de plaat maken we inkepingen waar deze staafjes perfect in passen. Als de motor draait, duwt het staafje in de inkeping. Wanneer het staafje uit de inkeping draait, neemt het het volgende staafje over in een nieuwe inkeping die op de juiste afstand is gemaakt. Zo laten we de koepel motorisch meedraaien.



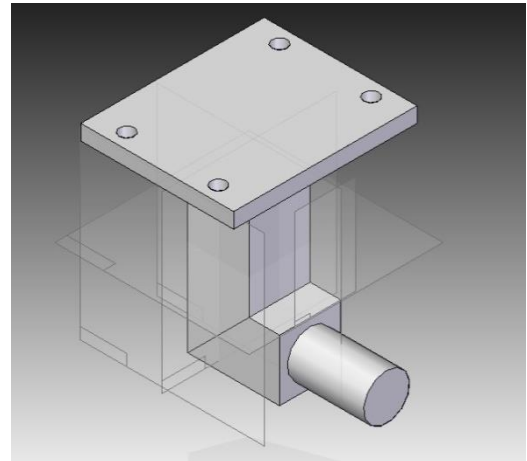
Je kunt je de vraag stellen waarom dit geen platliggende rail is. Dit is namelijk een recht staand U- profiel (zie tekening). De reden is simpel te verklaren. Stel dat dit een liggend U -profiel zou zijn en er komt een plotse windstoot of er is een hevige windvlaag, dan kan het gebeuren dat de koepel uit deze rail omhoog komt. Om dit te vermijden, kiezen we voor een rechtstaand U -profiel. De wind kan de koepel de lucht inblazen maar de wieltjes stoten tegen de bovenkant van het U-profiel waardoor de koepel niet weg kan waaien en kan blijven draaien. Na de windstoot zakt de koepel terug naar zijn oorspronkelijke plaats.



De telescoop kan in principe rusten op deze plaat, maar we hebben er voor gekozen om een groot gat te maken in deze plaat. Stel, men zet de telescoop op deze plaat zonder een opening, dan is de telescoop zeer gevoelig voor trillingen. Daardoor krijgen we wazige beelden. We zullen de telescoop op betonnen palen zetten met fundering. Hiermee willen we de trilling zo klein mogelijk houden.



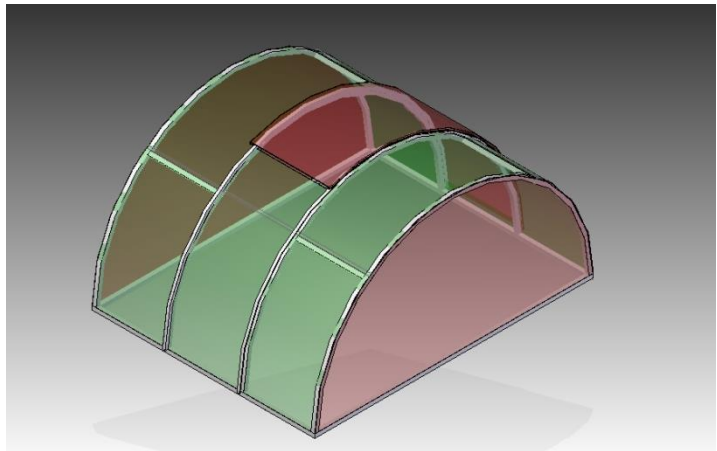
De rechthoekige plaat met de vier gaatjes wordt bevestigd door middel van bouten en moeren aan de plaat hierboven langs de onderkant waar men ook vier gaatjes bijeen ziet. Op de as wordt een wiel bevestigd. Dit wiel kan lopen in de rail. Dit wordt op vier plaatsen herhaald.



13.6.3 De koepel

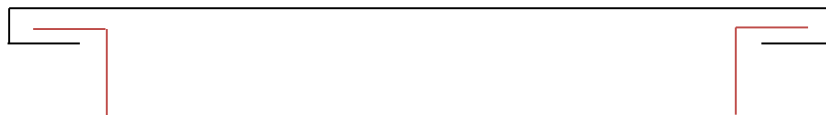
De koepel wordt op de plaat gelast. De koepel heeft een straal van 1250 mm.

Je kunt je de vraag stellen waarom de opening niet loodrecht stopt bovenaan de koepel. Dit is te verklaren: stel we willen loodrecht naar boven kijken, dan zal maar één van de twee buizen naar buiten kunnen kijken doordat de koepel de kijkerbuis bedekt. Daarom is de opening verder gemaakt waardoor alle twee de buizen naar boven kunnen kijken in loodrechte stand.



13.6.4 De werking van het deksel

Het principe.



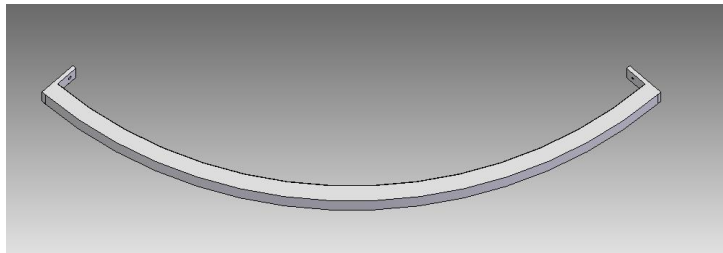
De twee binnenste profielen worden gemonteerd (gelast) op de koepel. Het buitenste profiel stelt het deksel voor. Er is een beetje plaats voorzien tussen de delen zodat ze over elkaar kunnen geleiden. Dit deksel heeft als voordeel dat de regen niet naar binnen kan en de wind het deksel niet kan doen wegwaaien. Wanneer we naar buiten willen kijken, schuiven we het deksel helemaal naar boven in de twee profielen.

13.6.5 Profielen testen.

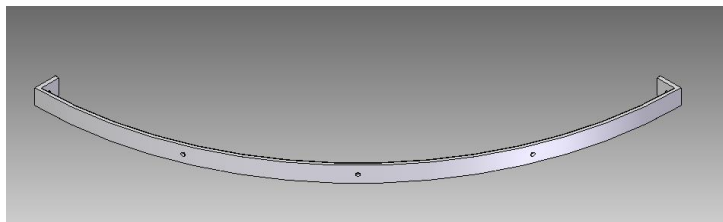
We wisten niet zeker of we dit profiel konden rollen zonder dat het beschadigd ging worden. We hebben de proef op de som genomen. Na het rollen van het profiel stelden we vast dat het niet gelukt was. Het profiel scheurde.

Dit hebben we opgelost door een vol profiel te nemen van 8 mm breed en 45 mm hoog. Dit is juist op dezelfde manier gemaakt als het oorspronkelijke idee. We hebben nu gekozen om dit niet meer aan elkaar te lassen (zijplaten en basis onderstel) maar dit door middel van bouten en moeren aan elkaar te bevestigen. Om de $22,5^\circ$ bevindt zich een boring van 10 mm. De bevestiging van de vier profielen “basis onderstel” is op dezelfde manier als het oorspronkelijke idee.

Van

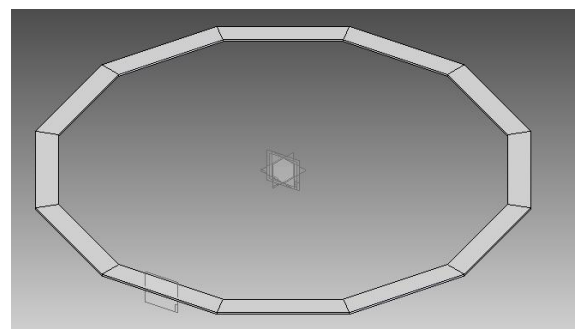
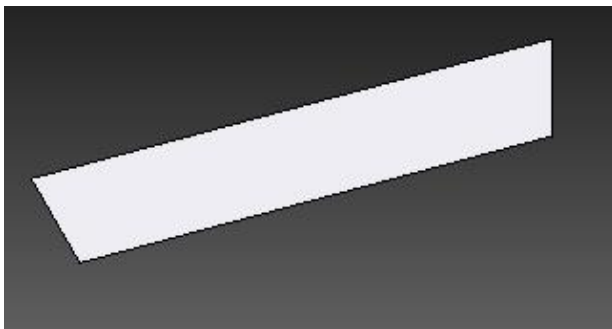


Naar

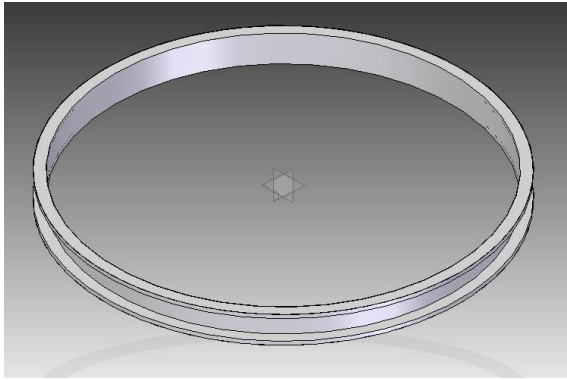


Het stuk “rail voor wielen” bestaat uit een U-profiel dat in een cirkel wordt gerold. Dit profiel hebben we ook onder de rolbank gelegd voor een proef op de som. Bij het testen van dit profiel werd vastgesteld dat dit profiel scheurde.

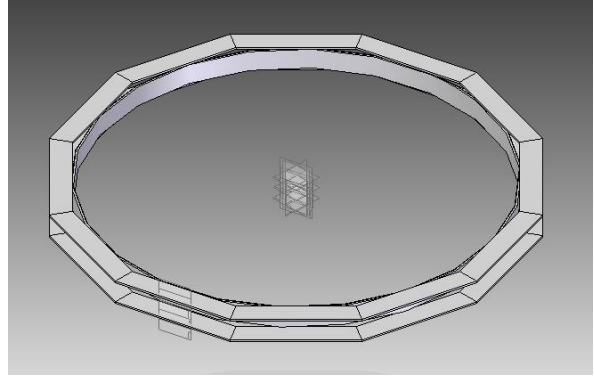
Dit hebben we opgelost door dit in verschillende stukken te maken. We hebben gekozen om een zo goede mogelijke cirkel te maken met behulp van trapeziums .



Van



Naar



Nu kun je je de vraag stellen hoe groot de afstand is tussen de ring en trapeziumvormige stukjes. Dit is namelijk 24,8 mm. Nu moeten we een wielkje nemen dat breder is dan die tussenafstand waardoor het wielkje niet wordt gehinderd.

13.7 Waar plaatsen we de koepel?

We hebben het idee om de koepel op het dak te plaatsen van het VTI in Torhout. Op blok nul lijkt ons dat niet ideaal maar op blok A (elektriciteit) zouden we eventueel dakpannen kunnen wegnemen en een betonnen vloer gieten waarop we onze koepel monteren. De helling van dit dak is 38°.

13.8 Kooi van Faraday

Ik kreeg de vraag of de koepel voldoet aan de “kooi van Faraday”. Stel men staat in de koepel en leunt tegen het ijzerwerk van de koepel. De bliksem valt toevallig in op de koepel. Zal de persoon dan geëlektrocuteerd worden? Het antwoord hierop is “nee”, want de lading bevindt zich alleen maar aan de buitenzijde van de koepel waardoor de persoon langs binnen niets zal voelen.

13.9 Kostenberekening & materialen

Staalplaat:

- Omtrek koepel: $2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 1,25 = 7,85$ (volledige cirkel)
 $\frac{7,85}{2} = 3,93$ m (halve cirkel = koepel)
- Oppervlakte koepel: $b \times h = 2 \times 3,93 = \mathbf{7,86 \text{ m}^2}$
- Oppervlakte rustplaat: $2 \times 2,5 = \mathbf{5 \text{ m}^2}$
- Oppervlakte zijplaat: $\pi \times r \times r = \pi \times 1,25 \times 1,25 = \mathbf{4,91 \text{ m}^2}$ (de twee halve zijplaten maken samen een cirkel)
- Omtrek onderstel: $2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 0,95 = 5,97$ m
+ nog 52° overlapping $\frac{360^\circ}{52^\circ} = 6,9 \pm 7$ dus $\frac{5,97}{7} = 0,85$ m

Totale omtrek is gelijk aan 6,82 m

- Oppervlakte onderstel: $6,82 \times 1,50 = \mathbf{10,23 \text{ m}^2}$
- Omtrek deksel: $2 \times \pi \times 1,275 = 8,01$
 $\frac{8,01}{360^\circ} = 0,022$
 $0,022 \times 111^\circ = 2,44$ m
- Oppervlakte deksel: $2,44 \times 0,782 = \mathbf{1,91 \text{ m}^2}$



Samen: 29,91 m²

Kostprijs: $\frac{124,4 \text{ €}}{2 \text{ m}^2}$ dus $\frac{29,91}{2} = 14,96$

$14,96 \times 124,4 = 1861,02 \text{ €}$

Gewicht: $7,800 \text{ kg/m}^2 \times 29,91 \text{ m}^2 = 233,3 \text{ kg}$

Stalen profielen:

- Profiel koepel 35 x 35 x 3
$$\left. \begin{array}{l} 2 \times 2 \text{ m} \\ 2 \times 2,5 \text{ m} \\ 4 \times 3,93 \text{ m} \\ 4 \times 0,61 \text{ m} \end{array} \right\} = 27,16 \text{ m}$$



- Profiel onderstel 40 x 40 x 3

Verbindingsstuk: $4 \times 0,15 = 0,60 \text{ m}$

Kostprijs: $35 \times 35 \times 3 = 10,13 \text{ €/m} = 27,16 \times 10,13 = 275,13 \text{ €}$

Gewicht: $2,860 \text{ kg/m} = 27,16 \times 2,860 = 77,68 \text{ kg}$

Kostprijs: $40 \times 40 \times 3 = 11,02 \text{ €/m} = 0,60 \times 11,02 = 6,61 \text{ €}$

Gewicht: $3,330 \text{ kg/m} = 0,60 \times 3,330 = 2 \text{ kg}$

- Stalen hoek profiel 25 x 25 x 3

$2 \times 2,23 = 4,46 \text{ m}$

Kostprijs: $\frac{5,60 \text{ €}}{2\text{m}}$ dus $\frac{4,46}{2} = 2,23 \text{ m}$

$2,23 \times 5,60 = 12,49 \text{ €}$

Gewicht: $\frac{2,32 \text{ kg}}{2\text{m}} = 2,23 \times 2,32 = 5,17 \text{ kg}$

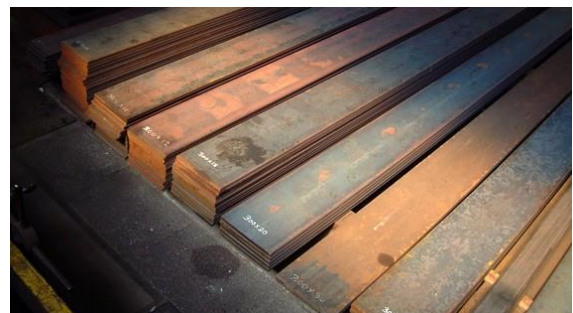
Stalen strippen

- Profiel onderstel 45 x 8
 $2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 0,95 = 5,97 \text{ m}$ (volledige cirkel)

$\frac{5,97}{2 \text{ (prijs per 2 meter)}} = 2,99 \text{ m}$

Kostprijs: $2,99 \text{ m} \times \frac{14,17 \text{ €}}{2\text{m}} = 42,37 \text{ €}$

Gewicht: $2,99 \text{ m} \times \frac{5,86 \text{ kg}}{2\text{m}} = 17,52 \text{ kg}$



- Profiel rail op wielen 90 x 8

$$1-12 \text{ ring : } 2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 0,88 = 5,53 \text{ m (volledige cirkel)}$$

$$\frac{5,53}{2 \text{ (prijs per 2 meter)}} = \mathbf{2,77 \text{ m}}$$

$$1-12: 0,52 \text{ mm} \times 24 \text{ (aantal stukjes)} = 12,48$$

$$\frac{12,48}{2 \text{ (prijs per 2 meter)}} = \mathbf{6,24 \text{ m}}$$

$$\text{Kostprijs: } (2,77 + 6,24) \times \frac{28,32\text{€}}{2\text{m}} = 255,16 \text{ €}$$

$$\text{Gewicht: } (2,77 + 6,24) \times \frac{11,71 \text{ kg}}{2\text{m}} = 105,51 \text{ kg}$$

Alles samen:

$$\text{kostprijs} = 1861,02 + 275,13 + 6,61 + 12,49 + 42,37 + 255,16 = 2452,78 \text{ €}$$

$$\text{Gewicht} = 233,3 + 77,68 + 2 + 5,17 + 17,52 + 105,51 = 441,18 \text{ kg}$$

De totale kostprijs van de koepel is ± 2452,78€ .

Het totale gewicht van de koepel is ± 441,18 kg.

13.10 Tekeningen

14 Elektronica



Matthias Vanhoutte, Ward Hardy, Bart Samaey en Robin Vande Velde 6IW

14.1 Onderdelen van de elektriciteitskast

14.1.1 De microcontroller

- **wat is een microcontroller ?**

Een microcontroller is een processor die in staat is om elektronische systemen te besturen. Het is een flexibel onderdeel om via software te programmeren. Microcontrollers hebben het grote voordeel dat je geen andere onderdelen meer nodig hebt om een volledige werkende besturing in elkaar te steken. Daardoor wordt de kostprijs gedrukt en heb je minder ruimte nodig.



- **Toepassingen van een microcontroller**

Een microcontroller is een onderdeel dat in meer zit dan alleen maar een computer. Hij zit in bijvoorbeeld een televisie, een videorecorder, een magnetron en nog veel meer.

- **Keuze van onze microcontroller.**

Onze microcontroller is een ECIO40P. Deze was reeds aanwezig in de kast die vorig jaar deels werd samengesteld.

Wij hebben geen grote problemen ondervonden die ons ertoe zouden dwingen om een andere soort microcontroller te gaan zoeken. Dus houden we de ECIO40P ook in onze kast.

- **Eigenschappen van de ECIO40P.**

De ECIO40P beschikt over 31 stuurbare pinnen, 2 GND pinnen, 2 pinnen voor de voeding (VDD_OUT & VDD_IN) en 5 pinnen die niet zijn aangesloten. Elke van deze stuurbare pin kan via de software, in ons geval Flowcode, gestuurd worden.



De microcontroller werkt op een voedingsspanning van 5V of via een USB-kabel die aangesloten is op bijvoorbeeld een computer. Via de jumper kan je bepalen of je de microcontroller gaat voeden via de USB kabel of via de 5V.

14.1.2 Voeding

- **Wat is een voeding?**

Het is een onderdeel van een elektrische schakeling of een elektrisch apparaat dat de elektrische energie van de beschikbare bron omzet naar een geschikte spanning en frequentie voor de schakeling of het apparaat.

- **Onze voedingen.**

In onze kast beschikken wij over 2 verschillende voedingen. We zullen hier kort hun eigenschappen en doeleinden bespreken.

Voeding 1:

bevindt zich in de kast. Het is een AC-DC voeding die de koeling van de H-bruggen en de spanningsstabilisator voedt met 12V DC. Onze voeding is een PHOENIX CONTACT - STEP - PS.

Minimale AC ingangsspanning	85V
Maximale AC ingangsspanning	264V
Aantal uitgangen	1
Uitgangsspanning	12V
Uitgangsstroom	3A
Vermogen op uitgang	$P = U \times I$ = 12x3 = 36W



Voeding 2:

bevindt zich aan de kast met de H-bruggen. Het is een AC-DC voeding die op de PWM+ klem van de H-bruggen is aangesloten met 6V DC. Normaal moeten we op 5V DC werken, maar omdat we met een te groot verlies zitten op de H-bruggen zijn we genoodzaakt om 6V DC te gebruiken.

Wij gebruiken een LS-50-5 van het merk TDK-Lambda. Deze voeding moet zo dicht mogelijk bij de motoren staan om zo weinig mogelijk spanningsverlies te hebben.

Minimale AC ingangsspanning	88V
Maximale AC ingangsspanning	264V
Hoeveelheid uitgangen	1
Uitgangsspanning	5V
Uitgangsstroom	10A
Vermogen op uitgang	50W



14.1.3 Beltransformator

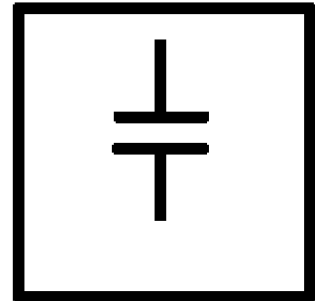
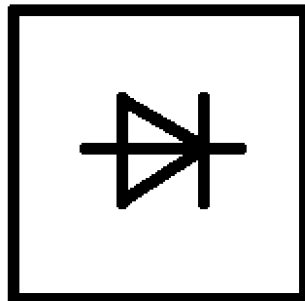
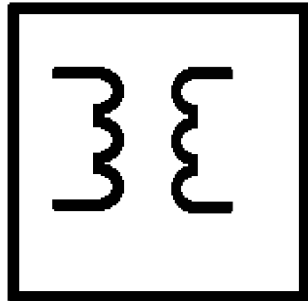
Onze Beltransformator is aangesloten op het net (230V AC) en heeft 3 verschillende uitgangsmogelijkheden. De beltransformator voedt de ethernet relaykaart om verbinding via internet mogelijk te maken.

Primaire spanning	230V
Secundaire spanning : 1	4V
Secundaire spanning : 2	8V
Secundaire spanning : 3	12V
Secundaire stroomsterkte : 1	1A
Secundaire stroomsterkte : 2	1A
Secundaire stroomsterkte : 3	0,67A



14.1.4 De spanningsstabilisator

De spanningsstabilisator of de gestabiliseerde voeding is een component die een niet constante spanning gaat omzetten in een mooie constante spanning of een stabiele spanning.



In het klassieke voedingsprincipe hebben we een transformator, een gelijkrichter en een afvlakking. Omdat de spanning die uit dit systeem komt nog niet helemaal vlak is, zetten we een spanningsstabilisator in de kring.

14.1.5 H-bruggen

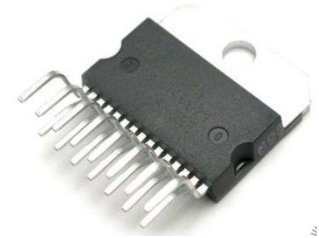
Doel van een H-brug

Een H-brug kan gebruikt worden om de polariteit van 2, al dan niet, verschillende terminals te wisselen. In ons geval kunnen we dit gebruiken om de richting van een gelijkstroommotor, in dit geval een stappenmotor, om te wisselen. Met een H-brug kan men ook de motor remmen (zie 1.4.3.3 : de remmende functie van een H-brug).

keuze van de H-bruggen

wij hebben de keuze gemaakt om de L298 H-bruggen te gaan gebruiken. Bij de keuze van de H-bruggen is het van groot belang welke stroom deze maximaal kan schakelen. Bij onze H-bruggen gaat de maximale stroomwaarde tot 2A.

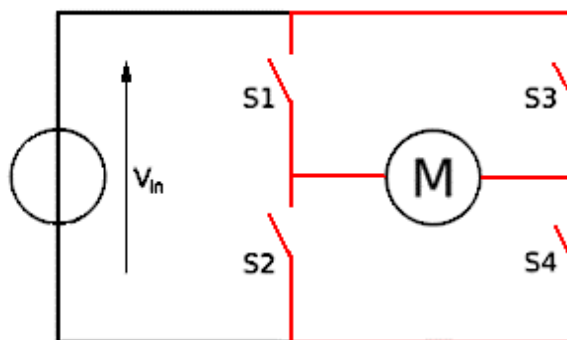
De keuze van de H-bruggen is essentieel om de motoren geschikt te kunnen gebruiken.



Werking van een H-brug

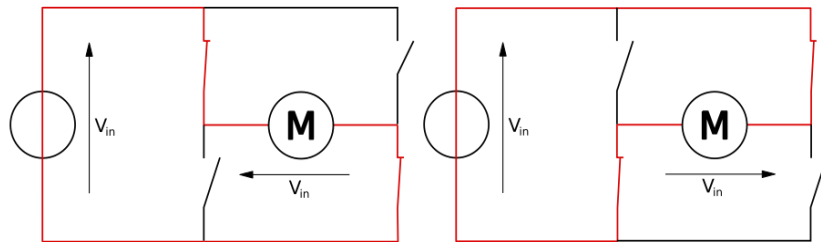
- Snelle blik op een H-brug

het elektrisch schema geeft een snel beeld weer hoe een H-brug er vanbinnen uit ziet. De H-brug bestaat uit 4 schakelaars die geschakeld zijn rond de motor. De manier waarop die schakelaars zijn geschakeld zorgt ervoor in welke zin de motor draait, hij al dan niet geremd zal worden of er kortsluiting zal ontstaan in de kring.



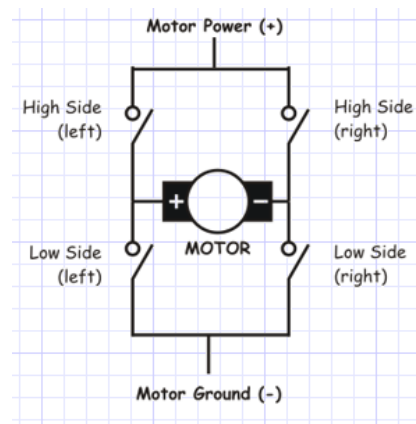
De draaizin van de motor bepalen met een H-brug

De 2 manieren hoe de H-brug kan geschakeld worden met het doel om de motor in 2 verschillende richtingen te kunnen doen draaien. Dit wordt mooi weergegeven in het onderstaande schema. De gelijkstroombron geeft een spanning V_{in} . Als de schakelaar links boven en rechts onder gesloten worden, dan staat de spanning naar links over de motor op de tekening. Als de schakelaars rechts boven en links onder gesloten zijn dan staat de spanning naar rechts over de motor. Hierdoor zal de motor in 2 verschillende richtingen beginnen draaien.



De remmende functie van een H-brug

Zoals eerder vermeld kan een H-brug ook gebruikt worden om een gelijkstroommotor, in ons geval een stappenmotor, te remmen. Op de schematische voorstelling zien we de H-brug op een andere manier. Als we schakelaar Low Side (right) en Low Side (left) tegelijkertijd schakelen, dan zorgt de H-brug voor een remmende werking.

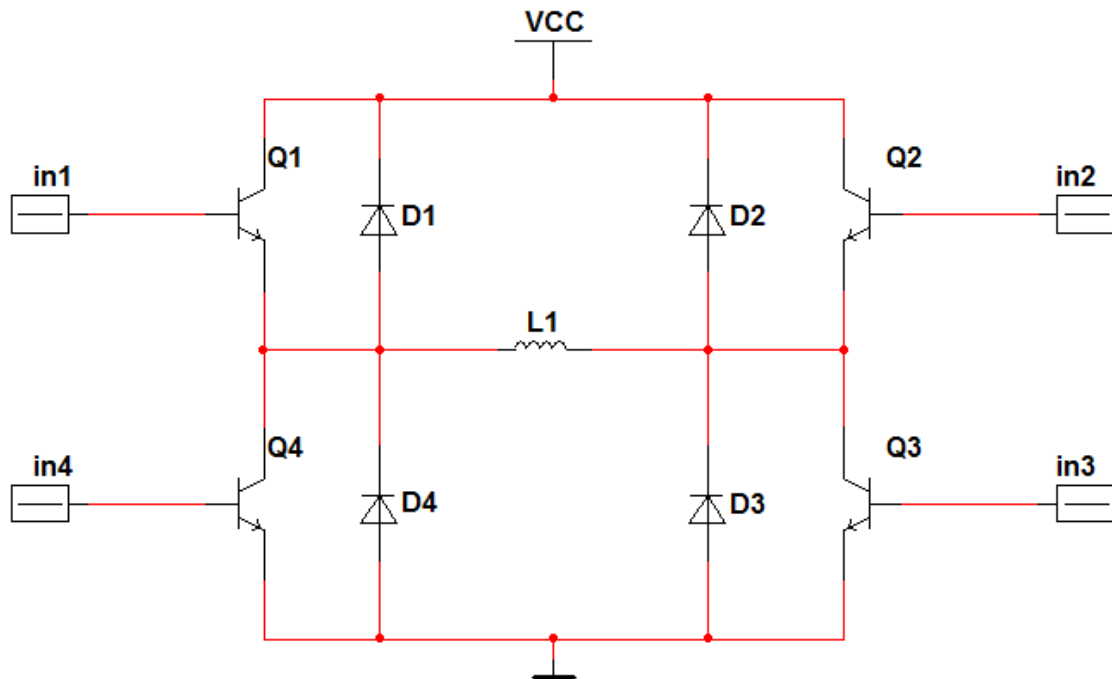


Werking van de remmende functie

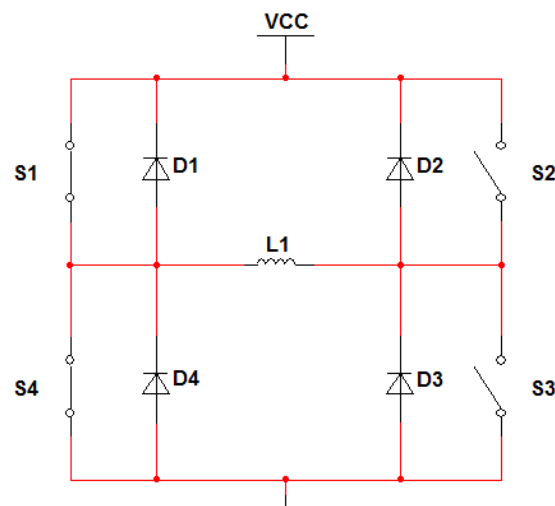
Wanneer er een Noordpool langs 1 van de wikkelingen van de stappenmotoren intreedt en je wil de rotor waarop de Noordpool gemonteerd zit doen remmen, dan moet je ervoor zorgen dat er in die wikkelingen zich ook een Noordpool vormt. Dit kan alleen gebeuren als er een magnetisch veld ontstaat en daarvoor is er een stroom nodig. Om ervoor te zorgen dat er een stroom door de wikkeling vloeit moet er een gesloten kring zijn waardoor er over de kring een inductiespanning ontstaat. Daarom moeten we de klemmen, op de figuur beschreven als, Low Side (left) en Low Side (right) sluiten.

14.1.6 Problemen en oplossingen

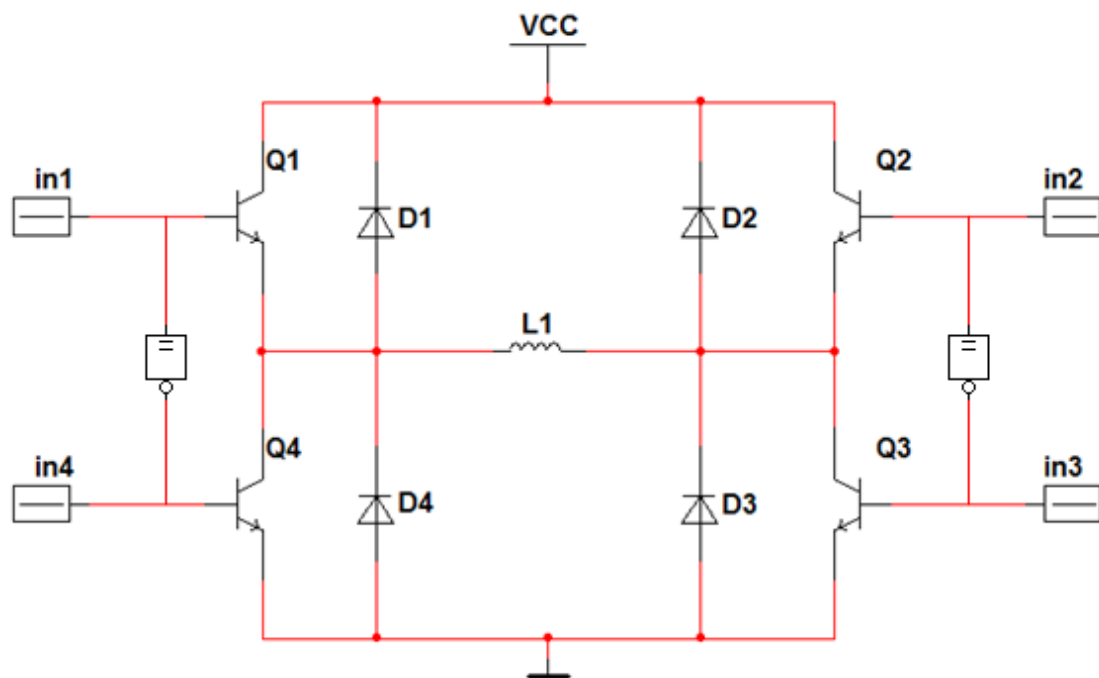
De stappenmotor is een zware inductieve last. Als de stappenmotor plotseling niet meer bekrachtigd wordt, dan zal er een grote tegenspanning ontstaan. Om de inductiespanning te beperken zijn er 4 dioden aanwezig (D1,D2,D3 en D4)



De onderstaande tekening geeft de H-brug weer wanneer S1 en S4 tegelijkertijd gesloten zijn. Zo treedt er dus kortsluiting op in de kring. Dit probleem kunnen we oplossen door een NIET-poort (of een NOT-gate) te gaan plaatsen.



Door een simpele NIET-poort te plaatsen kunnen we vermijden dat de transistors Q1 & Q4 of Q2 & Q3 tegelijkertijd kunnen geschakeld worden.



14.1.7 Testen van de H-bruggen

14.2 Normen in verband met de elektriciteit

14.2.1 Noodstop

De noodstop is belangrijk voor de veiligheid van de persoon die met de machine werkt en van de machine of elektrische schakeling zelf. De noodstop is een rode vuistslagbediening op een gele achtergrond. Om de noodstop te ontgrendelen moet je aan de rode knop te draaien.

De noodstop zal in het programma verwerkt worden. Voorlopig hebben wij die tussen de netspanning en de zekering geplaatst buiten de kast. Om de componenten te beschermen tegen piekspanningen door het aan en uit schakelen van hun bron, moet de noodstop in het Flowcode programma verwerkt worden.



14.3 Beveiliging tegen overbelasting

14.3.1 Overstroombeveiliging

De overstroombeveiliging, kortweg een automaat, beschermt je elektrische installatie tegen te hoge stromen.

- Als er in een korte tijd een heel grote stroom door de leidingen vloeit (kortsluiting) gebeurt het uitschakelen door **de magnetische beveiliging**. Door de hoge stroom zal er in een spoel een magnetisch veld ontstaan, waardoor de spoel een pin naar het uitschakelmechanisme toetrekt en zo de gebruiker van het net haalt.
- De 2^{de} beveiliging beschermt je elektrische installatie tegen overbelasting. We noemen dit **de thermische beveiliging**. Een bimetaal staat in serie geschakeld met de gebruiker. Als er langdurig een kleine overstroom door de leidingen vloeit, dan zal het bimetaal opwarmen waardoor het plooit. Dit zal, net zoals bij de magnetische beveiliging, tegen het uitschakelmechanisme duwen en zo de gebruiker van het net halen.

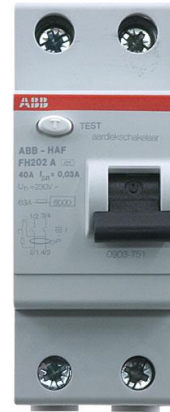


De automaat beschermt je elektrische schakeling niet tegen verliesstromen of aardverliezen. De overstroom die ontstaat is niet altijd groot genoeg om gebruikte veiligheden te laten uitschakelen. Daarvoor zorgt de aardlekschakelaar.

14.3.2 De aardlekschakelaar

De aardlekschakelaar, ook wel verliesstroomschakelaar of aardwachter genoemd, die automatisch de elektrische installatie spanningsloos maakt vanaf het moment dat er een lekstroom van een bepaalde grootte ontstaat.

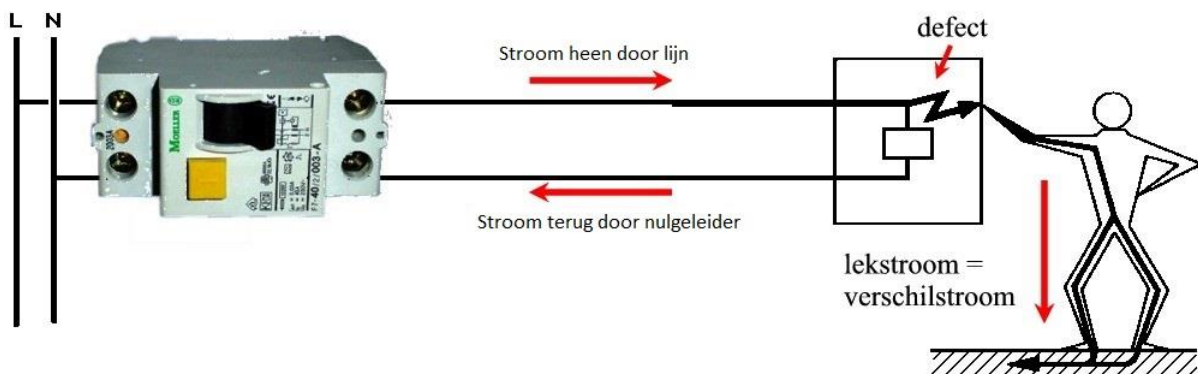
Het doel van de aardwachter is om elektrocutie en brand lekstromen te voorkomen.



- **De lekstroom**

Een lekstroom is een stroom die ontsnapt uit je elektrische schakeling. Bij geaarde toestellen zal de lekstroom rechtstreeks naar de aarde wegvloeien. Maar als het toestel door een defecte behuizing onder spanning komt te staan en een persoon raakt die machine aan, zal de lekstroom wegvloeien door het lichaam van de persoon met kans op dodelijke gevolgen. Een lekstroom valt te ontdekken wanneer de stroom die in de installatie gaat groter is dan de stroom die uit de installatie gaat.

Op dat principe is de werking van de aardwachter ook gemaakt. De aardwachter bestaat uit een relais waarbij de lijn en de nul allebei een wikkeling bezitten die in dezelfde zin zijn gewikkeld. Als er geen lekstroom is, zijn de 2 stromen die door de 2 wikkelingen vloeien aan elkaar gelijk waardoor ze in tegenfase zijn en de kern niet gemagnetiseerd wordt. Wanneer er door kortsluiting een stroom weg vloeit naar de aarde bijvoorbeeld, dan zijn die 2 stromen niet meer aan elkaar gelijk, waardoor de resulterende magnetisatie een palletje naar zich toe trekt en een schakelaar de kring doet onderbreken.



Eenmaal de aardlekschakelaar de kring heeft onderbroken, moet de schakelaar terug manueel gesloten worden. Dit kan alleen maar als de lekstroom verdwenen is.

14.3.3 Adereindhulzen

Voor de veiligheid en om ervoor te zorgen dat de verbinding tussen snoer en het aangrijpingspunt goed is, plaatsten we op ieder uiteinde van de kabels een adereindhuls van gepaste diameter. Dit zorgt er ook voor dat de kabels makkelijk kunnen in- en uitgehaald worden vanuit hun aangrijpingspunt en niet kapot gaan wanneer men dit doet. Een adereindhuls moet enkel geplaatst worden aan soepele kabels met samengeslagen aders.



14.3.4 Dikte van de kabels

We hebben ervoor gezorgd bij het realiseren van de kast dat de kabels van een juiste diameter zijn, zodat we later geen problemen kunnen krijgen met bijvoorbeeld gesmolten kabels.

Rekening houdende met het feit dat

- de dikte van de kabels bepalend is voor de hoeveelheid toegelaten stroom;
- de isolatiewaarde van de mantel bepaalt de maximaal toegelaten spanning;
- als de kabel buigzaam moet zijn, de kern uit meerdere samengeslagen geleiders moet bestaan.

14.3.5 Aarding

Wij hebben alle onderdelen met een metalen behuizing hebben geaard. Ook de profielen waarop alles gemonteerd zit, zijn verbonden met de aarding. Een aarding is een klassieke geel groene kabel. De aardingsklem bevindt zich bovenaan de kast. De aarding van het stopcontact is dan natuurlijk ook verbonden met dit knooppunt.



Als er bijvoorbeeld een spanning door een defect op een DIN-profiel terecht komt, zal er een stroom vloeien door de aardingskabel. Als er te veel stroom wegvloeit (lekstroom) zal de aardwachter (zie 13.2.4) de gebruiker, in dit geval de kast, van het net halen.

14.4 Flowcode programma

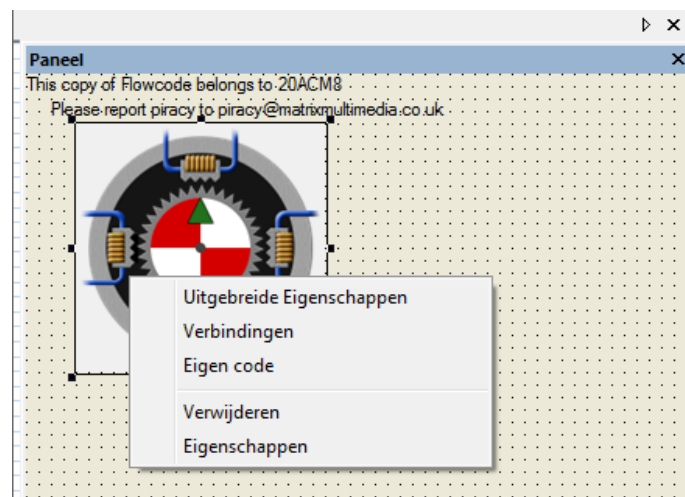
Het programma dat we zullen schrijven voor de microcontrollers kan gebeuren met verschillende software: C, Flowcode ... Wij zullen gebruik maken van Flowcode om dit het gratis te downloaden is en gebruikt wordt op school.

Belangrijke weetjes

- Nadat je de software (in ons geval Flowcode) hebt geïnstalleerd, moet je ook nog de nodige drivers voor de microcontroller installeren.
- Voor je begint moet je al je componenten selecteren. Die verschijnen dan in een apart onderdeel van het programma waar je diverse instellingen kan doen.

Zoals onder andere op welke aansluiting/pin je die component hebt aangesloten!

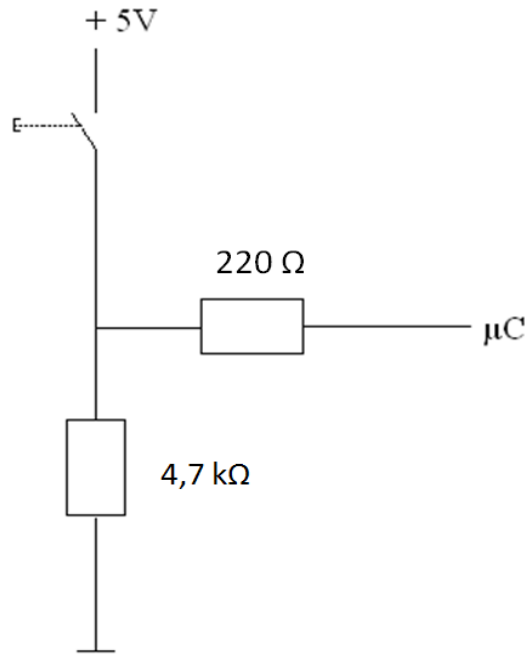
Op de foto hieronder zie je een voorbeeld van een stappenmotor in Flowcode.



- Bij het opstarten of vernieuwen van een systeem i.v.m. microcontrollers maak je best een tabel met alle in- en uitgangen zodat dat je weet hoeveel stuurbare pinnen je nodig hebt! Wij hebben dit maar laat gemaakt en dit verlicht echt het denk- en werkvermogen.

I/O tabbel			
Ingangen		Uitgangen	
N°	Omschrijving		Omschrijving
1	Schakelaar omhoog	14	Pin 1 Motor 1
2	> Ethernet Relay Card	15	Pin 2 Motor 1
3	Schakelaar omlaag	16	Pin 3 Motor 1
4	> Ethernet Relay Card	17	Pin 4 Motor 1
5	Schakelaar Wijzerzin	18	Pin 1 Motor 2
6	> Ethernet Relay Card	19	Pin 2 Motor 2
7	Schakelaar Tegenwijzerzin	20	Pin 3 Motor 2
8	> Ethernet Relay Card	21	Pin 4 Motor 2
9	Schakelaar Volgen Planeet		
10	> Ethernet Relay Card		
11	Eindeloopschakelaar 1		
12	Eindeloopschakelaar 2		
13	Noodstop		

- De eindeloopschakelaars worden gebruikt zodanig dat de bedrading op de hoofdas niet continu zouden kunnen ronddraaien. We zouden een schakelaar plaatsen op het beginpunt waar de telescoop de planeet begint te volgen en de andere op het einde. Doordat er een schakelaar op het einde geplaatst wordt kunnen we voorkomen dat hij blijft ronddraaien. Verder kunnen we ook voor het gemak zorgen dat indien hij op het eindpunt is dat hij automatisch terugkeert naar het beginpunt tot de schakelaar 1 -die op het beginpunt geplaatst is – bediend wordt.
- Als we programmeerden met een drukknop en een stappenmotor zodanig dat de motor pas draait als we op de drukknop drukken, dan werkte het niet. Na een lange tijd zoeken en rondvragen konden we dit probleem oplossen door een schakeling van weerstanden te maken. op de volgende pagina vind je een schema en verdere uitleg.

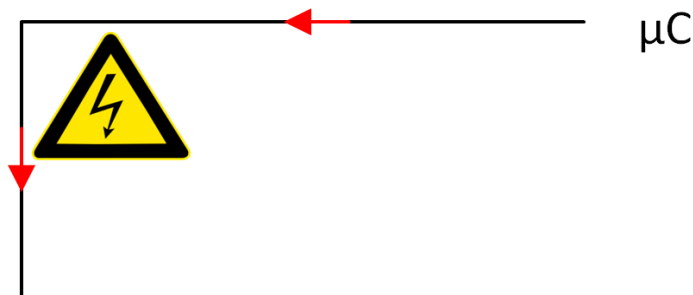


Als we direct van de drukknop naar de microcontroller zouden schakelen dan weet je nooit welke waarde de microcontroller inleest als de drukknop niet bediend is (dit kan 0,1 of 0,2 of nog veel andere waarden hebben). Daarom sluiten we deze aan de massa, maar omdat we dan een kortsluiting veroorzaken sluiten we er een weerstand (die groter is dan de weerstand tussen de microcontroller en het knooppunt) tussen die ervoor zorgt dat we geen kortsluiting veroorzaken en indien de drukknop bediend is, dat de stroom naar de microcontroller vloeit en niet direct door de weerstand naar de massa.

De kleinste weerstand zorgt ervoor dat we geen kortsluiting kunnen maken als we een ingang programmeren als uitgang.

Schema indien er geen weerstand staat en je toch programmeert als uitgang.

Hieronder kun je dus zien dat als er geen verbruiker tussen geschakeld is en je dus een kortsluiting veroorzaakt (bij het programmeren van een uitgang i.p.v. een ingang), door er een weerstand tussen te plaatsen is dit al opgelost.



14.4.1 De stappenmotor

Op het internet vonden we een mooie Franstalige tekst die mooi beschreef hoe je moet werken in Flowcode. Dus ook hoe we moeten gebruik maken van een stappenmotor.

Hieronder vind je onze vertaling gevolgd door de Franse versie.

Gebruiksaanwijzing

Eigenschappen van de component STEPPER (stappenmotor, submenu mechatronica)

Deze component laat toe stappenmotoren te laten draaien door middel van routines die geïntegreerd zijn in Flowcode. Hij laat meerdere types van stappenmotoren direct aan te sturen, (unipolair en bipolair) in meerdere werkingmethoden.

Nota :

De stappenmotoren kunnen niet rechtstreeks aangesloten worden op de pinnen van de microcontroller. Het is dus noodzakelijk om een vermogeninterface in de schakeling op te nemen. Het kan dus gebeuren dat er veel aanpassingen moeten in het stroomschema afhankelijk van bepaalde specificaties van de interface.

Volledige stappen per toer

Geeft het aantal stappen op dat nodig is om de motor een volledige toer te laten verdraaien. De waarde 48 stemt bijvoorbeeld overeen met een staphoek van 7,5 graden ($360/7,5 = 48$).

Werkingsmodes (drivemodes)

- Volle stap 2 fasen tegelijk (Full steps) : laat toe om de motor bij zijn maximum koppel te gebruiken.
- Volle stap 1 fase apart (Wave) : er wordt slechts 1 fase gevoed. Dit kan gebruikt worden bij toepassingen met beperkt vermogen.
- Halve stap (Half step) : verdubbelt het aantal stappen per toer door afwisselend fullstep en wave toe te passen.

Fasevolgordetabel (Phase Patterns) : toont de volgorde van de toestand van de pinnen van de microcontroller de motorfasen aansturen.

Verbindingen:

Laat toe het motortype te specificeren van de stappenmotor die bestuurd wordt door de component Stepper.

- Bipolair (Bipolar) : dit motortype heeft 2 mogelijke fasen. Dit betekent dat je de stroomzin door de fasen, dus de spanning over de fasen moet omkeren om de motor correct aan te sturen. Daarvoor gebruiken we meestal een enkelvoudige voeding gecombineerd met een vermogeninterface met dubbele H-brug.
- Unipolair (Unipolar) : Dit motortype heeft 2 motorfasen met middenaftakking, dus 4 halve motorfasen. De middenaftakking (common) wordt ofwel aan de pluspool van de voeding aangesloten (geval unipolair-ve), ofwel aan de minpool van de voeding (geval unipair+ve).

De simulatie tonen (Simulation Show) : Laat toe de animatie van de component in het beeld te tonen.

➤ **Verbindingen**

Ken de 4 klemmen van de motorfasen (A,B,C,D) toe aan de stuurgaten van de microcontroller via de interface.

➤ **Routines van de component**

Er zijn vier routines gedefinieerd, waardoor de component eenvoudig gebruikt wordt.

- IncrementStep() : De huidige positie van de motor met 1 stap verhogen.
- DecrementStep() : De huidige positie van de motor met 1 stap verlagen (inverse draaizin).
- EnableMotor() : De motorwerking toelaten.
- DisableMotor() : De motorwerking verhinderen (verhindert de opwarming van de motor)

FLOWCODE V4.3 Notice d'utilisation Propriétés du composant STEPPER (Moteur pas à pas, sous-menu Mechatronics)

Ce composant permet la mise en oeuvre de moteurs pas à pas en utilisant des routines intégrées dans Flowcode. Il permet de gérer directement plusieurs types de moteurs pas à pas (unipolaire ou bipolaire) et aussi plusieurs modes de fonctionnement de ces moteurs.

Nota : les moteurs pas à pas ne peuvent pas être commandés directement par les broches du microcontrôleur, il est donc nécessaire d'insérer un circuit d'interface de puissance. L'algorithme peut donc avoir à prendre en compte certaines spécificités de cette interface.

Propriétés Étendues

Full steps/rev 48

Drive mode

Phase Patterns

	A	B	C	D
Half Step	0	1	0	0
Full Step (2-2)	1	0	1	0
Wave (1-1)	2	0	1	1
	3	1	0	1

Connection

Bipolar Unipolar +ve Unipolar -ve

Show Simulation

Pas entiers par tour (*Full steps/rev*) :

Définit le nombre de pas nécessaires pour que le moteur effectue un tour complet.

La valeur par défaut 48 correspond à un angle de pas de 7,5 degrés ($360 / 7,5 = 48$).

Mode de commande (*Drive Mode*) :

Tois modes sont utilisables :

Pas entier 2 bobines en simultané (*Full step*) : permet d'exploiter le moteur avec son couple maximum.

Pas entier 1 bobine (*Wave*) : alimentation d'une bobine à la fois. Peut être utilisé pour les applications de puissance inférieure.

Demi-pas (*Half Step*) : double le nombre de pas par tour en alternant entre « Pas entier 2 bobines » et « Pas entier 1 bobine ».

Tableau de séquence (*Phase Patterns*) : montre la séquence des états des broches de sortie du microcontrôleur pilotant les bobinages du moteur.

Connexions : Permet de spécifier le type de moteur pas à pas contrôlé via le composant « Moteur pas à pas ».

Bipolaire (*Bipolar*) : ce type de moteur comporte 2 bobines. Cela signifie que pour contrôler correctement le moteur, il faut inverser le courant dans les bobines donc les tensions. Pour ce faire on utilise généralement une alimentation simple associée à un circuit d'interface de puissance avec double pont en H.

Unipolaire (*Unipolar*) : ce type de moteur comporte 2 bobines à point milieu donc 4 demi-bobines. Le point milieu des bobines (common) est relié soit au potentiel + de l'alimentation (cas *unipolar -ve*), soit au potentiel - de l'alimentation (cas *unipolar +ve*)

Afficher la simulation (*Simulation Show*) : permet d'afficher l'animation du composant dans le panneau.

Connexions :

Spécifier l'affectation des 4 extrémités de bobines du moteur (A, B, C, D) aux broches de pilotage du microcontrôleur via le circuit d'interface.

Routines composant :

Quatre routines composant sont préécrites et permettent donc d'utiliser très facilement ce composant :

IncrementStep() : Incrémente d'un pas la position courante du moteur.

DecrementStep() : Décrémente d'un pas la position courante du moteur (inversion du sens).

EnableMotor() : Autorise le fonctionnement du moteur.

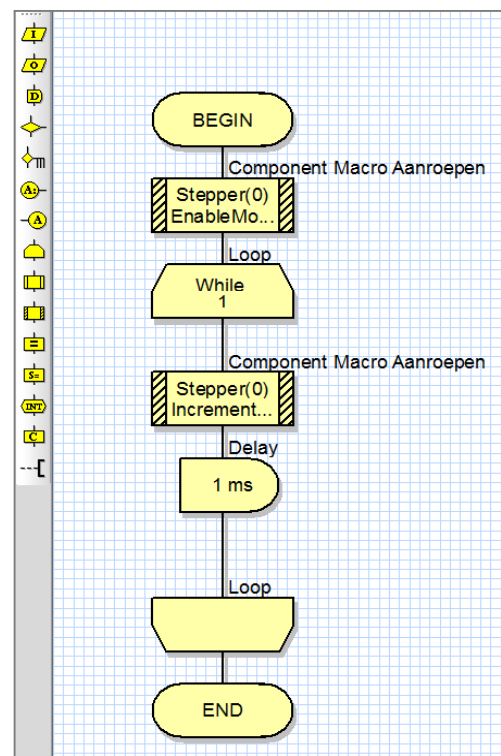
DisableMotor() : Désactive le fonctionnement du moteur (évite de faire chauffer le moteur avec le rotor fixe)

14.4.2 Motor direct draaien

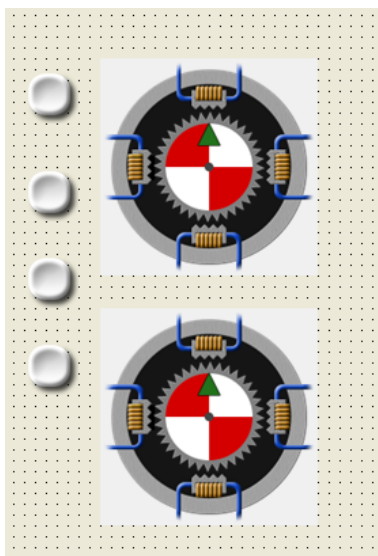
Nadat je de verbindingen van de stappenmotor juist hebt ingesteld, kun je de motor doen draaien met behulp van dit programma.

In dit programma begin je met de motor aanspreekbaar te maken ('EnableMotor').

Daarna open je een lus ('Loop') zodanig dat datgene wat in de lus staat heel erg veel keer per seconde herhaald wordt. Wat er nu zoveel keer herhaald wordt, is een stap in wijzerzin maken, maar met een tijd van 1 ms tussen. Zonder die tijd wisselt het magnetisch veld zo snel dat de permanente magneet niet kan volgen.

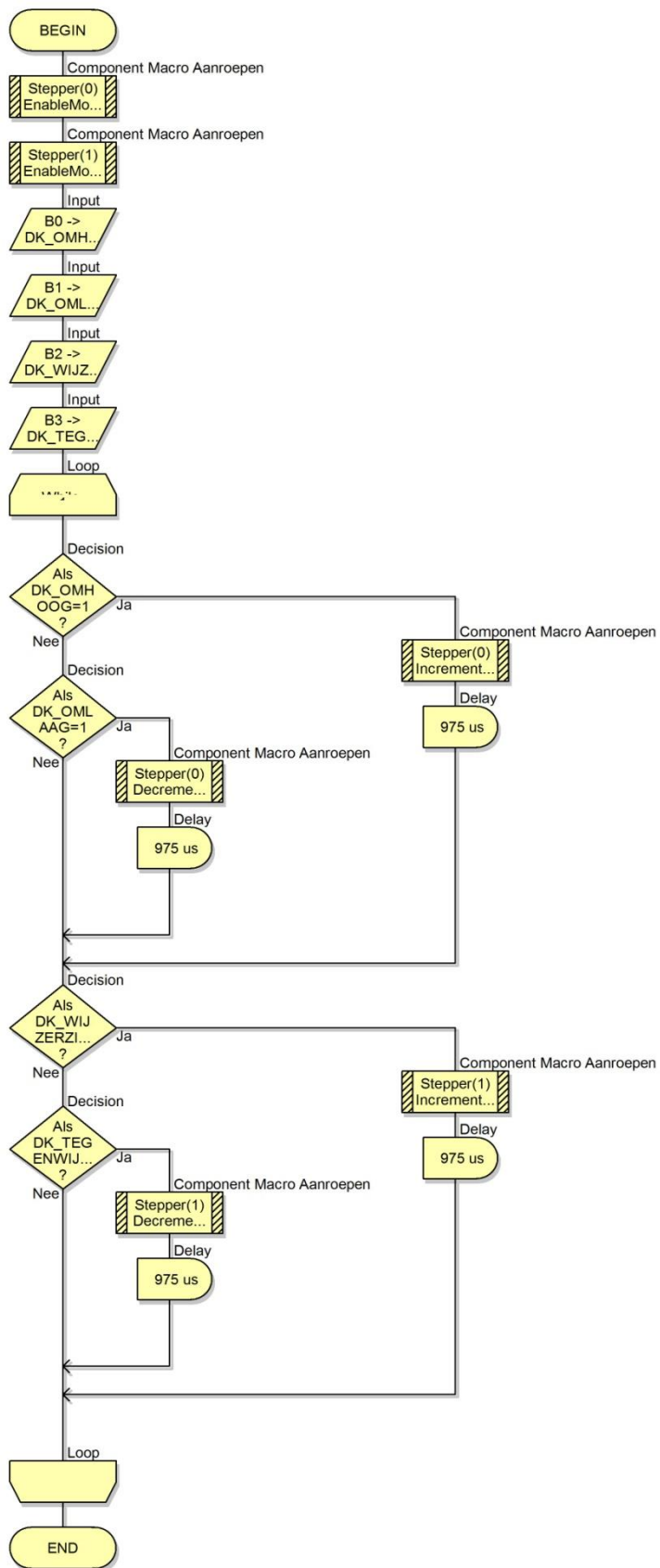


14.4.3 twee motoren en vier drukknoppen



Dit moet je in je paneel plaatsen zodat je de pinnen juist kan instellen.

Voorlopig werken we met industriële drukknoppen, vandaar de vier drukknoppen.



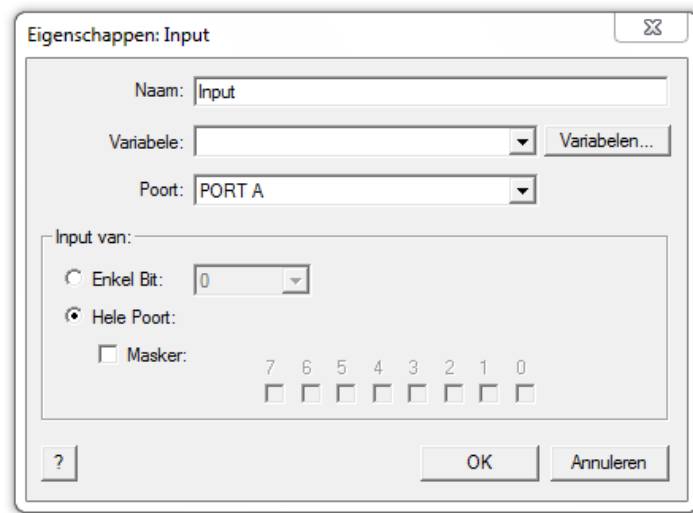
Nu zullen we je zo goed mogelijk proberen uit te leggen hoe het programmeren werkt.

We beginnen met de motoren die we zullen gebruiken aanspreekbaar (Enable) te maken.

Een eerste fout van ons was dat we onze drukknoppen niet hadden geprogrammeerd, dit is dus de volgende stap.

We plaatsen een ingangsblokje en programmeren dan welke pin en geven het dan een 'virtuele naam' d.m.v. een variabele. Deze variabele zorgt er voor dat je kan programmeren welke waarden de geprogrammeerde pin kan aannemen.

Hieronder zie je wat je krijgt bij de eigenschappen van een input.

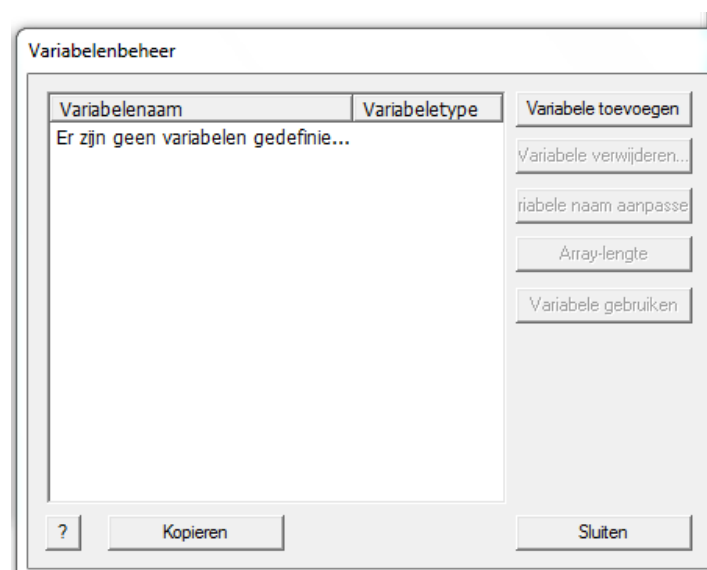


Zo zie je onder meer op welke poort je deze kan aansluiten en op welke bit.

Bijvoorbeeld B1, is poort B enkel bit 1.

Onze drukknoppen kunnen uiteraard meerdere waarden aannemen, namelijk hoog of laag.

Vandaar dat we deze programmeren als een variabele. Om een variabele aan te maken of te selecteren moet je op variabele klikken, wat iedereen wel weet waarschijnlijk, dan krijg je een nieuw kader, namelijk 'Variabelenbeheer.'



Om een variabele toe te voegen selecteer je dus 'Variabele toevoegen'.
Je wordt doorverwezen naar onderstaand scherm.

Hier kun je de naam ingeven van je variabele bijvoorbeeld: DRUKKNOP1,TELLER,...
Het type van de variabele is afhankelijk van welke waarde hij kan aannemen.

TYPES VAN GEHELE GETALLEN				
OMSCHRIJVING	TYPE	ONDERGRENS	BOVENGRENS	BITS
Boolean	Bool	0	1	1
Byte	Byte	0	255	8
Word	Word	0	65535	16
Dubbel word	Dword	0	4294967295	32
Signed short integer	Sint	-128	127	8
Unsigned short integer	Usint	0	255	8
Integer	Int	-32768	32767	16
Unsigned integer	Uint	0	65535	16
Signed dubbel integer	Dint	-2147483648	2147483647	32
Unsigned dubbel integer	Udint	0	4294967295	32

Je moet dus op voorhand weten welke waarden je variabele allemaal kunnen hebben voordat je hier een keuze kan maken!

Nadat je alle ingangen hebt gedefinieerd beginnen we met een lus die de microcontroller steeds blijft herhalen aan een tempo van 48 000 000 Hz. Dus 48 000 000 keer per seconde.

Natuurlijk zal dit niet altijd zo precies zijn, Dit zal niet altijd zo precies zijn, want dit is afhankelijk van de programmaduur. Als je wil dat de microcontroller dit programma snel kan doorlopen en grote programma's aankan dan moet je een microcontroller nemen die een groot geheugen (Programmageheugen en datageheugen) heeft.

Verder werken we met 'Decisions' (beslissingen) die de processor moet maken, bij een bepaalde voorwaarde die je opgeeft.

Zo gebruik je voor een schakelaar bijvoorbeeld 'als Drukknop Omhoog = 1' (Drukknop Omhoog is de naam van een variabele die je gegeven hebt in het begin bij het definiëren van de ingangen) dan kun je programmeren wat er moet gebeuren indien dit voldaan is of niet voldaan is.

We gebruiken een beslissing om de keuze van de draaizin van de motor te bepalen.

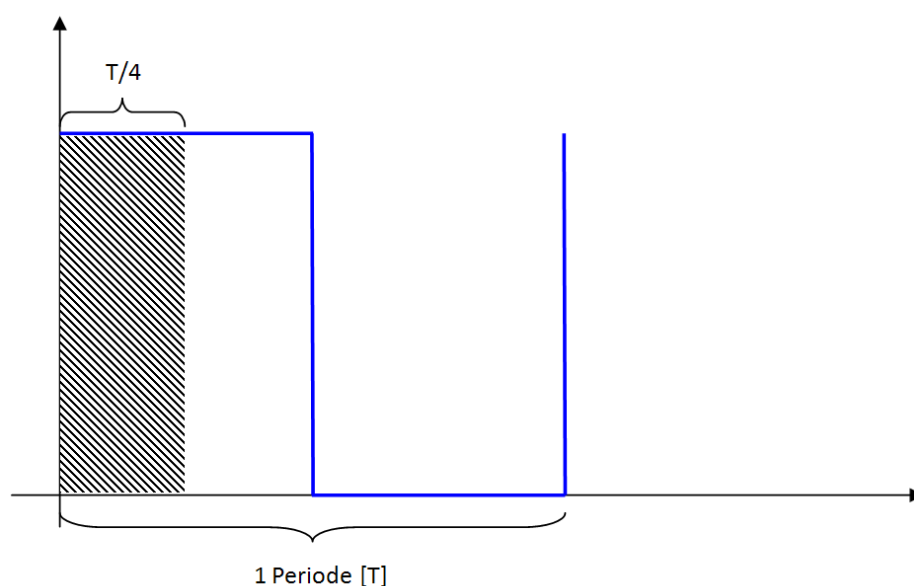
14.4.4 Controleren van de geprogrammeerde tijd

Als we een delay instellen willen we er ook zeker van zijn dat deze tijd in de werkelijkheid overeenkomt en er geen afwijkingen voorkomen. Dit hebben we gecontroleerd door de motor constant te laten draaien en een delay van 1 ms tussen het nemen van een volgende stap te plaatsen (14.4.2 Motor direct draaien).

Daarna hebben we de frequentie gemeten op de uitgang van de H-brug of de ingang van de motor, wat hetzelfde is.

Dit was namelijk 238,7 Hz.

De periode is gelijk aan het omgekeerde van de frequentie en komt dus overeen met 0,004189 seconden. Als we dit delen door vier komen dus op 1 ms uit wat dus overeenstemt de werkelijke waarde.



14.5 Kostprijs

TOESTEL	AANTAL	PRIJS/STUK (EUR/stuk)	TOTAAL (EUR)
Automaat type: Schneider IC60a C4A	1	20,00	20,00
Elektrische opbouwkast type: Vynckier Fix-O-Rail 72 modules	1	86,00	86,00
H-Brug type: L298	2	3,65	7,30
Microcontroller ECIO 28P	1	22,08	22,08
Microcontroller ECIO 40P	1	26,99	26,99
Netvoeding type: TDK-Lambda LS50-5	1	19,24	19,24
Phoenix Contact Step power type: PSU, 12V, 3A	1	60,59	60,59
Stappenmotor type: PK264AE-SG36	2	131,24	262,48
Transformator Moeller type: TR-G3/8	1	29,82	29,82
Velleman Ethernet Relay Card type: VM201	1	145,00	145,00
		TOTAAL BEDRAG:	€ 679,50 incl. BTW

15 Motor

15.1 Inleiding

Voor het volgen van een ster met onze telescoop gebruiken we motoren. De keuze en sturing van die motoren is van cruciaal belang om de ster exact te kunnen volgen.

15.2 Keuze van de motoren

	stappenmotor	servomotor	DC motor
aansturing	H-brug aangestuurd door controller	pulsen uit controller	H-brug aangestuurd door controller
aantal draden	4 tot 8 aansluitdraden	3 draden	2 draden
kracht	Groot	Groot	Gemiddeld
Precisie	zeer goed	goed	slecht

Uit de tabel kunnen we besluiten dat de stappenmotor de ideale motor is om een telescoop te besturen. Hij heeft een grote kracht en werkt heel precies.

15.3 opbouw van een stappenmotor

De stappenmotor bestaat uit een rotor en een stator.

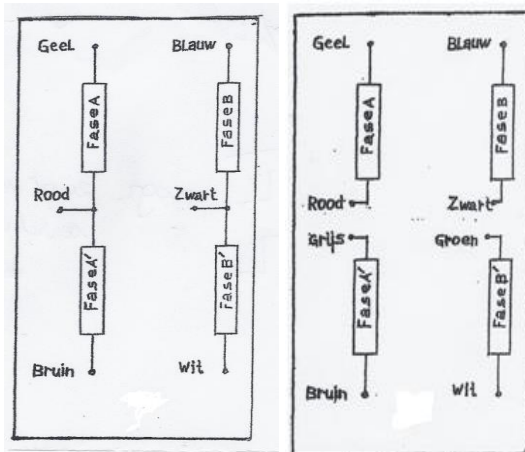
- De rotor bestaat uit permanente magneten.
- De stator bestaat uit elektromagneten (spoelen).

Hoe meer polen de stappenmotor bezit, hoe nauwkeurig hij stappen kan zetten.

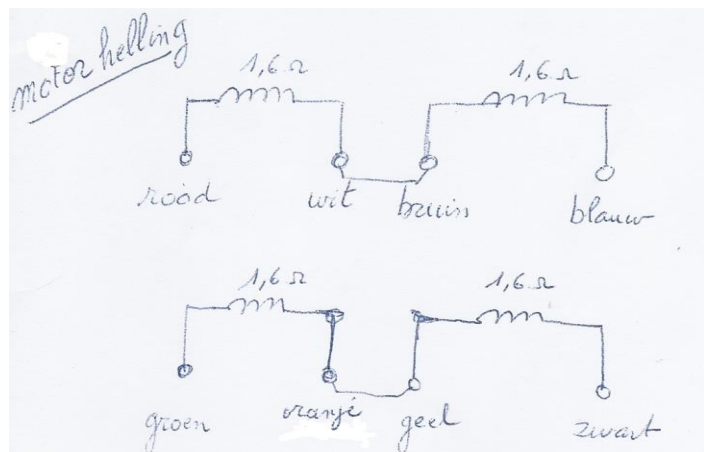
15.3.1 Meting op de stappenmotor

- **Hoe liggen de spoelen?**

Dit was niet echt een proef maar een uitmeting van de stappenmotor hoe de spoelen liggen. Zo weten ook hoe de fasen gelegen zijn van de motor. We sluiten onze stappenmotor bipolair aan dit wil zeggen dat we geen onderbreking hebben in de fasen. Op figuur 1 kan je dit zien, er is geen onderbreking in de fase. Er is wel een middenaftakking bij de 2 fasen. Zo kun je gebruik maken van een halve fase als je dit wilt. Hierdoor verlies je wel de helft aan koppel. Op figuur 2 zie je duidelijk een onderbreking in de 2 fasen. Zo zou de motor unipolair geschakeld zijn. Maar dit gebruiken we niet. Bij onze motor liggen de fasen tussen: groen en zwart, rood en blauw



Bipolaire motorfasen



Fases onze motor

- **Controleren of de spoelen nog werken naar behoren**

Toen we onze verschillende programmatjes die we geprogrammeerd hebben met FlowCode en die probeerden te testen op de stappenmotor. Via de simulatie van FlowCode werkte ons zelfgeschreven programmatje perfect maar het werkte nooit op de onze stappenmotoren. Dus we gingen er vanuit dat er iets mis was met de stappenmotor dus waarschijnlijk de met spoelen die erin zaten. We hebben de reductie van de motoren gehaald en eens uitgemeten via een analoge RMS-meter. Maar na de metingen bleek dat er niets mis was met de spoelen en de stappenmotoren nog in orde waren. Het probleem wat we hadden lag dus ergens anders aan.



RMS-meter

15.4 Soorten stappenmotoren

Om de werking van een stappenmotor uit te leggen, delen we ze op in 3 types.

- De stappenmotor met permanentmagnetische rotor
- De stappenmotor met variabele reluctantie.
- De hybride stappenmotor (combinatie van zowel de stappenmotor met permanente magneten als met variabele reluctantie).



15.4.1 Voordelen

- De afmetingen van een stappenmotoren zijn meestal niet groot.
- Er is geen terugkoppeling nodig, zoals dat bij servomotoren wel nodig is.
- Het belangrijkste voordeel is dat de stappenmotor heel precies kan werken. Hij wordt gebruikt bij bijvoorbeeld een XY-Tafel of bij een loopkat, waarbij de positie van de rotor heel nauwkeurig moet kunnen worden bepaald.
- De reactiesnelheid is heel klein op commando's.
- De stappenmotor kan blijven staan in een stap en toch bekrachtigd worden. Hij wordt geblokkeerd in zijn stap en kan ook niet verdraaid worden.
- De stappenmotor heeft een hoog koppel en presteert goed op lage snelheid.

15.4.2 Nadelen

- Het koppel blijft lager dan dat van een DC/AC-motor.
- Om de stappenmotor op een hoog toerental te krijgen is er veel moeite nodig.

15.4.3 Toepassingen

De stappenmotor wordt gebruikt wanneer er een precieze beweging nodig is van de rotor. Zoals bijvoorbeeld XY-Tafels, allerlei positioneringssystemen, medische machines en natuurlijk telescopen.

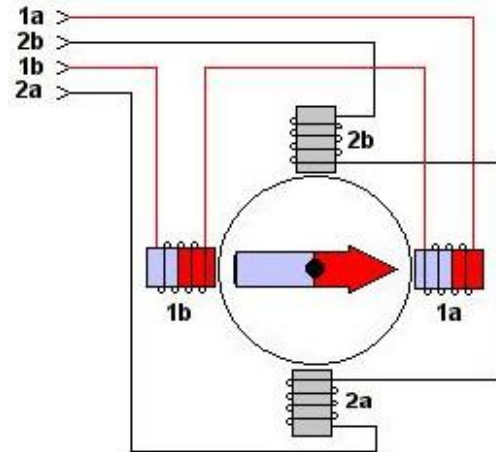


15.4.4 De werking van een PM-stappenmotor

- Het principe:

Als er door een wikkeling die rond een zacht ijzeren kern is gewikkeld een stroom wordt gestuurd, ontstaat er een magnetisch veld.

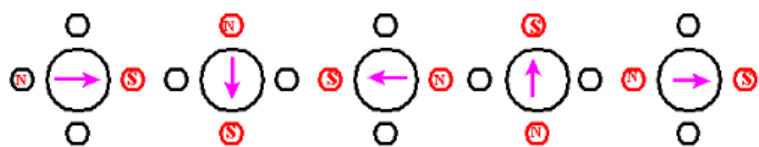
De rotor bestaat uit permanente magneten en de stator uit een aantal spoelen. Als je de rotor wil laten draaien moet je de spoelen in een bepaalde volgorde gaan aansturen. Dat gebeurt door een elektronische schakeling. Die elektrische schakeling stuurt impulsen naar de juiste statorspoel op het juiste moment. Iedere keer dat een impuls naar een bepaalde spoel gestuurd wordt, ontstaat er een magnetisch veld waardoor de permanente magneten op de rotor zullen worden aangetrokken. De rotor zal zich verplaatsen onder een bepaalde hoek. Bij andere motoren draait de rotor continu, bij een stappenmotor is dit niet het geval. De rotor van een stappenmotor draait stapsgewijs.



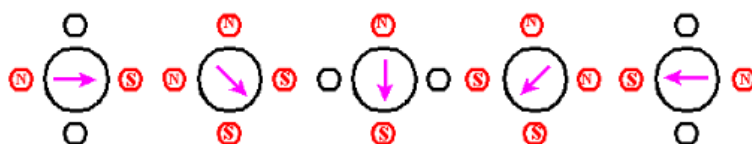
15.4.5 Half step, Full step en microstepping

Halfstep, full step en microstepping zijn de manieren waarop je de stappenmotor kan laten draaien.

- Bij full step zorgt de volgorde van bekrachtiging ervoor dat, op de figuur de rotor 90° verdraait bij 1 stap.
- Bij half step nemen we tussen elke stap nog eens een tussenstap door, op de figuur voorgesteld, 2 Zuidpolen en 2 Noordpolen te maken. Waardoor er 1 gemeenschappelijk noordpool en 1 gemeenschappelijk Zuidpool ontstaan tussen de 2 wikkelingen in. Daardoor zal de rotor zich maar een halve stap verdraaien.
- Microstepping is een manier om een stappenmotor te sturen door middel van de stroom die door de wikkeling gestuurd wordt constant te veranderen. Door dat toe te passen zorg je ervoor dat 1 enkele stap wordt onderverdeeld in verschillende kleinere stappen.



Volledige stap 90°

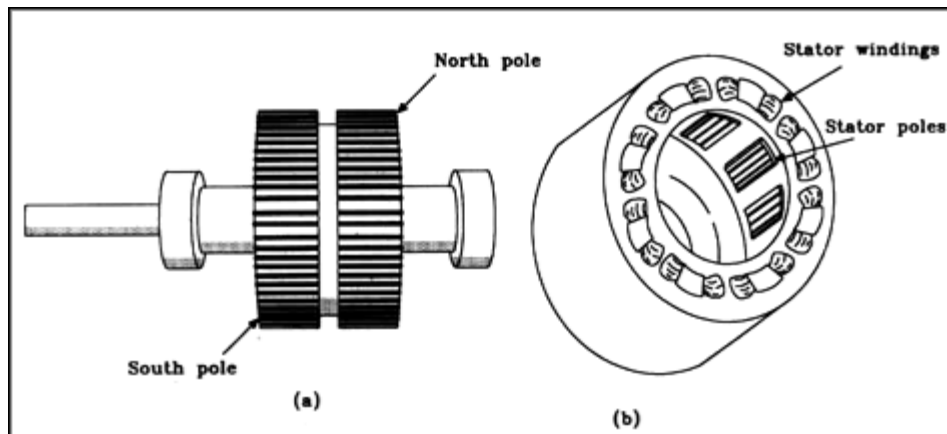


Halve stap 45°

15.5 De PM-stappenmotor

Samenstelling

De rotor van de PM-stappenmotor bestaat uit permanente magneten en er zijn minimum 2 wikkelingen aanwezig in de stator. Om de staphoek van de motor te toen verkleinen waardoor de stappenmotor nauwkeuriger kan werken, moeten er zoveel mogelijk poolparen aanwezig zijn op de rotor. Als men de stator voorziet van tanden zal het startkoppel van de motor groter worden.



Werking

Door de spoelen te gaan bekrachtigen worden ze een Noord- of een Zuidpool. Omdat de rotor uit permanente magneten bestaat, willen zij altijd wijzen naar hun dichtstbijzijnde tegenpool.

Door de elektromagneten op de stator op de juiste manier te gaan sturen begint de rotor stap per stap te draaien.

15.6 De stappenmotor met variabele reluctance

Samenstelling

Bij de stappenmotor met variabele reluctance, of kort gezegd VR-stappenmotor bezit de rotor uitspringende weekijzeren polen. De stator met de bekrachtigingswikkelingen is gelamelleerd.

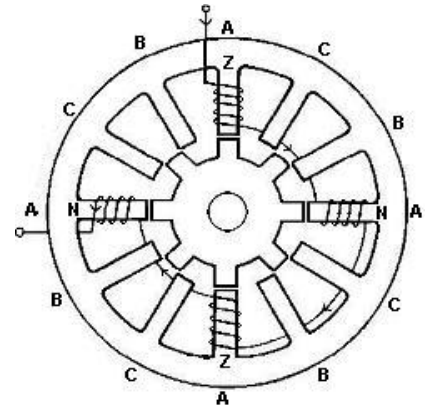
De VR-stappenmotor kan opgedeeld worden in 2 types.

- De VR-stappenmotor met enkelvoudige stator bezit slechts 1 stator waarbij het aantal polen van de stator niet gelijk is aan het aantal tanden van de rotor.
- De VR-stappenmotor met meervoudige stator bezit wel meerdere stators. Bij bijvoorbeeld een drievoudige stator zijn er 3 stators $1/3$ poolsteek van elkaar verschoven. Elke stator bevat 1 enkele fasewikkeling. Het aantal polen van de stator is wel gelijk aan het aantal tanden van de rotor.

Werking

- **Werking van een enkelvoudige VR-stappenmotor**

In de figuur staan er maar 2 fasen getekend om het duidelijk te houden. Natuurlijk bezitten C en B ook fasen. Nu zijn de 2 fasen van A bekrachtigd. Elk vormen ze een Noord- en Zuidpool waardoor de tanden van de rotor die zich op dat moment het dichtst bij de bekrachtigde spoelen bevinden zullen worden aangetrokken door hun magnetisch veld. Als je de rotor nu wil 1 stap wijzerzin laten draaien, dan moet je de 2 fasen van C gaan bekrachtigen. Op hun beurt zullen ze een Noord- en Zuidpool vormen en de tanden die het dichtst bij de bekrachtigde spoelen liggen aantrekken.



Schematische voorstelling van een VR-stappenmotor rotor/stator

- **Werking van een meervoudige VR-stappenmotor**

Zoals eerder gezegd bezit de meervoudige VR-stappenmotor meerdere stators. Waarbij op elke stator 1 fase bevestigd is. Maar ook meerdere rotors, maar die zijn wel op 1 as gemonteerd. Het aantal polen van de rotor is gelijk aan het aantal polen van de stator. In grote lijnen is de werking hetzelfde als van een enkelvoudige VR-stappenmotor. Het enige verschil is dat de spoelen die je één voor één bekrachtigt nu op een aparte stator liggen. De tanden van de rotor blijven, zoals bij de enkelvoudige VR-stappenmotor aangetrokken worden door de dichtstbijzijnde bekrachtigde spoelen.

15.7 De hybride stappenmotor

Samenstelling:

De hybride stappenmotor is een verzameling van zowel de VR-stappenmotor als de stappenmotor met permanente magneten. Net zoals bij de VR-stappenmotor vind je op de rotor uitspringende tanden. Ook vinden we permanente magneten terug die dan weer gelijkenissen vertonen met de permanent magneet stappenmotor. Het hangt af van type tot type of die permanent magneet zich in de rotor of stator bevindt. Bij alle twee versterkt hij wel het magnetisch veld.

Werking:

Het draaien van de rotor rust op hetzelfde principe als dat van de VR-stappenmotor. Het reluctantie-principe, waarbij de rotor de gunstigste plaats inneemt waarbij er een minimale energie voor nodig is.

15.8 Vergelijkingstabel tussen 3 stappenmotoren

	Permanente Magneet	Variabele Reluctantie	Hybride
Kost	laag	gemiddeld	hoog
Max. snelheid	laag	hoog	hoog
Max. koppel	laag	gemiddeld	hoog
Inertie rotor	hoog	laag	gemiddeld
Beschikbare staphoeken °	6 7,5 9 11,25 15 18	1,8 7,5 15	0,9 1,8 2 3,6
Precisie hoeken	laag	gemiddeld	hoog

Voor onze telescoop hebben wij de PM-stappenmotor gebruikt.

15.9 Benaming van de stappenmotoren

De benaming van een stappenmotor is niet willekeurig gekozen. Op figuur 26 wordt getoond vanwaar de benaming van een specifieke stappenmotor komt.

Voor de PK 264 AE-SG 10 gaat dit als volgt.

- De 'PK' staat voor de serienaam, de PK serie.
- De '2' in het nummer 264 geeft weer dat het een 2-fasige motor is.
- De '6' in het nummer 264 geeft de grote van het frame weer.
- De '4' in het nummer 264 geeft de lengte van het frame weer.
- De 'A' staat voor een as waar er aan beide kanten van de motor of een as waarbij er maar aan één kant van de motor iets kan op gemonteerd worden.
- De 'E' staat voor het aantal lijnen, in dit geval zijn het er 8.
- De 'SG' toont het type van as die aan de rotor bevestigd is.
- De '36' staat voor hoeveel overbrenging er op de motor zit.

Wij bezitten een PK 264 AE-SG36.

Dus het enige verschil met onze motor en met de motor die net beschreven werd, is dat onze motor een overbrenging heeft van 1:36 in plaats van 1:10.

16 Astrofotografie

16.1 Wat is een camera?

Voor we spreken over camera's moeten we toch eerst weten wat een camera precies is en doet.

Wel camera is een gesloten ruimte waarin een lens voorwerpen op een wand afbeeldt.

In de ruimte is het volledig duister.

Er is enkel een kleine opening in de wand.

Als er voldoende licht door de opening schijnt, op de wand, dan pas kunnen we beelden van de buitenwereld waarnemen.

Het begin van de camera kwam met de 'camera obscura', Latijn voor : *donkere kamer*.

16.2 Begrippen uit de fotografie

16.2.1 De belichtings- of sluitertijd

Het is de tijdsduur die beschrijft hoe lang een lichtgevoelige plaat of ander lichtgevoelig element wordt blootgesteld aan een bepaalde hoeveelheid licht. Met lichtgevoelig element kan bijvoorbeeld fotografische film of een chip met fotogevoelige halfgeleiders (digitale camera) bedoeld worden zoals die in een fototoestel worden gebruikt.

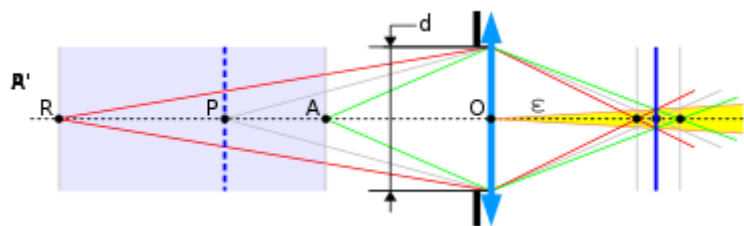
Bij astrofotografie is dit soms langer dan 30 minuten.

16.2.2 Bulb (fotografie)

Bulb - op een fotocamera aangeduid met de letter "B" - is een sluitertijd-instelling. Wanneer deze instelling gebruikt wordt, zal de sluiters geopend blijven zolang de ontspanknop is ingedrukt.

Dus hiermee is de belichtingstijd makkelijk zelf te bepalen.

16.2.3 Diafragma



De invloed van het diafragma op de scherptediepte

In de optica is een diafragma een (meestal ronde of veelhoekige) opening in de lichtbaan van een lens of objectief die een bepaalde hoeveelheid licht door kan laten of tegenhouden. Het midden van het diafragma valt samen met de optische as van de binnenvallende lichtbundel in het instrument of objectief.

Veel fototoestellen hebben een verstelbaar diafragma waardoor de hoeveelheid invallend licht kan worden veranderd. De belichting kan verder worden beïnvloed door het wijzigen van de belichtingstijd met behulp van de sluiters.

De iris is het diafragma van het menselijke oog.

Hierbij kun je bijvoorbeeld ook de achtergrond van een foto onscherp maken.

16.2.4 Witbalans/kleurentemperatuur

Het idee achter witbalans is dat je de kleuren in de foto corrigeert rekening houdend met het licht waarin de foto werd genomen. Niet alle types licht leveren namelijk dezelfde types kleurverdeling op in het lichtspectrum. Wij zien dat niet altijd, omdat onze hersenen de verschillende kleuren automatisch compenseren (we weten dat een vel papier wit is, dus we zien het ook als wit), maar een camera is hier veel gevoeliger voor. Hierdoor kan het gebeuren dat ondanks dat wij wit TL licht zien de camera een blauwe waas op de foto tovert. Gloeilampen produceren vooral licht in het rode en gele deel van het spectrum en daarom krijg je gele/oranje foto's als je binnen zonder flits fotografeert. Met de witbalans stellen we in welke delen van de foto echt wit zijn en dus wat de neutrale kleur is.

16.2.5 Lichtgevoeligheid (ISO)

Dit geeft aan hoe snel de sensor reageert op het licht dat door de lens op de sensor valt.

16.2.6 Barlowlens

Een barlowlens is een soort voorzetlens. De lens wordt op de telescoop geplaatst en op de barlowlens plaatst men een webcam of fototoestel.

De lens wordt gebruikt om de brandpuntafstand van de telescoop aan te passen. Door deze aanpassing zal de vergroting van het object dat bekeken wordt, groter worden. Deze vergroting staat aangegeven op de lens zelf en is vaak 2x of 3x.

16.2.7 Zoeker

De zoeker van een camera is een hulpmiddel, om te bepalen wat er gefotografeerd of gefilmd wordt.

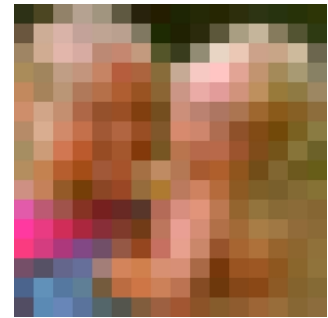
16.2.8 Objectief

Een objectief is het onderdeel van een optisch instrument, zoals een fototoestel, een microscoop of een telescoop, dat dient om een object af te beelden. Het objectief wordt op het te bekijken of te fotograferen object gericht. Het ontstane beeld kan op verschillende wijzen verder worden verwerkt. In een camera wordt het beeld rechtstreeks opgenomen op een lichtgevoelige film of plaat, of op een elektronische beeldsensor. In een telescoop, een microscoop en vergelijkbare instrumenten wordt het beeld door een oculair bekeken.

16.2.9 Pixel

Een pixel is een kleurpunt in een afbeelding. Ze zijn altijd gerangschikt in een bepaald patroon of raster. Door pixels van verschillende kleuren te combineren ontstaat een afbeelding, deze pixels uit de afbeelding bestaan uit een percentage rood, groen en blauw. De pixels zijn normaal als beeldelement niet zichtbaar. Enkel als je gaat vergroten/zoomen dan kunnen ze zichtbaar worden.

Dit is een voorbeeld van een te grote uitvergroting, waarbij de pixels zichtbaar worden.



16.3 Sensoren

16.3.1 Wat is een sensor?

Een sensor heeft als synoniem: voeler.

Sensoren kunnen we vergelijken met de zintuigen bij de mens.

De meeste sensoren zijn elektrisch of mechanisch uitgevoerd, softwarematige en 'virtuele' sensoren zijn ook mogelijk.

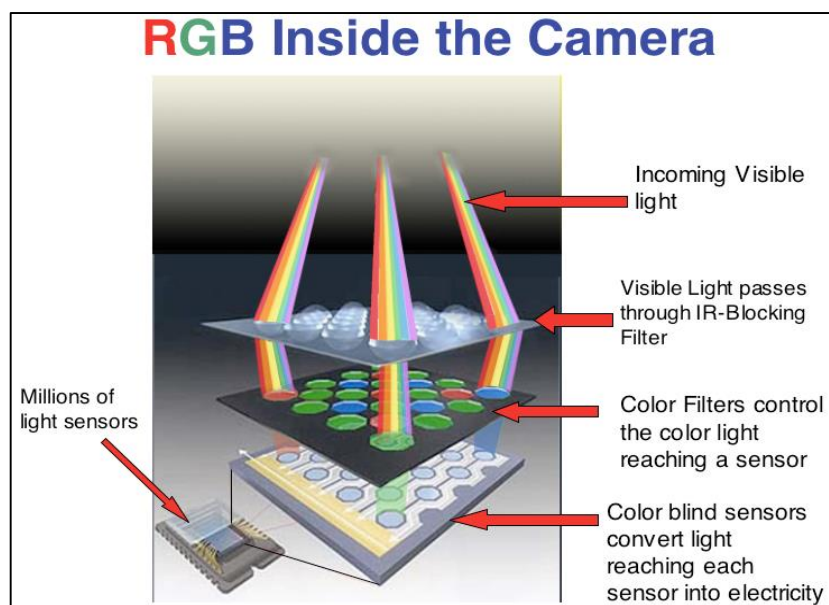
Een sensor meet een natuurkundige grootheid.

De grootheden liggen onder andere in de volgende domeinen: straling, druk, temperatuur, magnetisme, chemie.

Sensoren zetten de gemeten grootheid om in een gestandaardiseerd 0/4-20 mA of 0/2-10 V stuursignaal voor verdere bewerking, bijvoorbeeld via een analoog-digitaalomzetter naar een PLC (programmable logical controller) of DCS (distributed control system).

Sensoren kunnen worden gemaakt op basis van dezelfde technologie als microprocessoren en geheugens in PC's (chiptechnologie), maar ook met andere technologieën.

Het is deze technologie die ons zal helpen!



16.3.2 Soorten sensoren

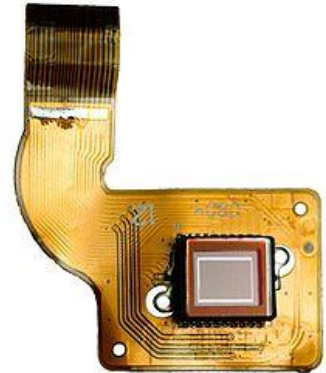
Uit de bespreking van wat een sensor is, is wel duidelijk dat er heel veel sensoren bestaan. De sensoren die ons interesseren zijn de beeldsensoren.

- **Beeldsensor volgens Wikipedia**

Beeldsensor is de algemene term voor een elektronische component die uit meerdere lichtgevoelige elementen bestaat en waarmee beelden elektronisch vastgelegd kunnen worden. De meest gebruikte beeldsensoren zijn de CCD-chip en de CMOS-chip; een minder gebruikte is de Foveon-sensor.

Vóór de komst van de micro-elektronica werden ook elektronenbuizen zoals de Plumbicon vooral als beeldsensor gebruikt voor met name televisie-opnamen.

Beeldsensoren worden toegepast in allerlei soorten camera's, zowel voor video als voor **digitale fotografie**. Ook bijvoorbeeld in een optische muis zit een kleine beeldsensor die de beweging over de ondergrond detecteert.



- **CCD-sensor**

CCD's zijn vooral bekend als de chip die een fotografisch beeld kan omzetten in een elektrisch signaal. Hierbij wordt gebruikgemaakt van door fotonen gegenereerde elektronen die in de condensatortjes verzameld worden. De chip bevat hier verscheidene rijen CCD's die onderling ook weer gekoppeld zijn.

Door elektrische spanningen op een bepaalde manier aan te brengen kunnen er in sommige condensatortjes elektronen verzameld worden en in sommige niet. De condensatoren die geen lading kunnen verzamelen dienen om condensatoren die wel lading kunnen verzamelen elektrisch van te scheiden. De condensatortjes die aan licht blootgesteld worden verzamelen een bepaalde lading elektronen afhankelijk van de hoeveelheid licht. Zij vormen beeldpunten of pixels en bepalen met het lenzenstelsel de resolutie (het scheidend vermogen) van de CCD.

De lading wordt naar het uitleescircuit getransporteerd door de spanningen op de condensatoren op een slimme manier te schakelen. Voor oude, analoge videocamera's werd dit signaal zonder veel nabewerking rechtstreeks als videosignaal afgeleverd, voor digitale foto- en videocamera's wordt het eerst gedigitaliseerd.

Voordelen :

- Veel lichtgevoeliger dan CMOS
- Veel gebruikt bij astronomie

Nadelen :

- Bijverschijnsel van de condensatoren

Een bijverschijnsel van het principe van de CCD is hier wel dat als een heldere ster in beeld staat deze tijdens het transport van het beeld ook nog de condensatortjes ontladst, wat dan als een lichte streep in het uiteindelijke beeld te zien is.

- **CMOS-sensor**

CMOS is een halfgeleidertechniek die gebruikmaakt van metaaloxide-veldeffecttransistoren met zowel N- als P-typegeleiding. Door deze complementaire schakeling zijn circuits ofwel met de negatieve ofwel met de positieve voedingsspanning verbonden, terwijl de tegenoverliggende transistor niet geleidt, waardoor de schakeling vrijwel geen stroom verbruikt als er niet geschakeld wordt.

Toepassing bij fotografie:

Vooraf om het lage stroomgebruik wordt CMOS-technologie gebruikt voor beeldsensoren. Hierin is het de grootste concurrent van de CCD.

Veel van de bewerkingen die bij een CCD achteraf nodig zijn, kunnen in CMOS-chips op de chip zelf worden uitgevoerd, zoals versterking, ruisreductie en interpolatie.

Waar bij een CCD de lading aan het eind van de hele reeks pixels omgezet wordt naar een spanning, gebeurt dit bij CMOS op elke pixel apart. In consumentenapparatuur, zeker waar een zo laag mogelijk stroomgebruik wenselijk is, worden steeds vaker CMOS-sensoren toegepast. Ze zijn ook veel goedkoper te produceren en daarom worden ze ook steeds vaker in digitale spiegelreflexcamera's toegepast.

Voordelen :

- Laag stroomverbruik
- Veel bewerkingen kunnen gebeuren door het RAM-geheugen.
- Goedkoper dan CCD
- De uitlezing gebeurt DIRECT door elke pixel een spanning te geven
- Minder lichtgevoelig

Nadelen:

- Minder verdere ontwikkeling

- **Verschillen CCD – CMOS**

Beiden zetten ze elektromagnetische straling om in elektrische ladingen.

De CMOS is flexibeler omdat deze meerdere transistoren per pixelcel heeft.

Tegenover de CCD: hier wordt de lading zelf over de chip uitgelezen op een hoek van het array. Een analoog-digitaalomzetter zet elke pixelwaarde om in een digitale waarde.

De CCD heeft een hogere nauwkeurigheid, lichtgevoeligheid en –hoeveelheid!

Er is een hogere kwaliteit en minder ruis aanwezig bij de CCD tegenover de CMOS.

Twee goeie punten voor de CMOS zijn dan weer dat hij minder gevoelig is (door meerder transistoren per pixelcel). Maar hij is ook GOEDKOPER.

Wat een mindere kant is aan de CCD, is dat hij honderdmaal meer vermogen vraagt dan de CMOS.

Zoals eerder vermeld bestaat de CCD langer, dus de ontwikkeling staat verder, waardoor de kwaliteit hoger ligt.

Door de verschillen in de fabricageprocessen zijn er aanmerkelijke verschillen tussen CCD- en CMOS-sensoren.

CCD-sensoren worden op een speciale manier gemaakt, met als doel de lading zonder vervorming over de chip te transporteren. Dit proces leidt tot sensoren van zeer hoge kwaliteit in de zin van nauwkeurigheid van de lichthoeveelheid en -gevoeligheid. CMOS-chips daarentegen worden in traditionele fabricageprocessen gemaakt, dezelfde als waarin de meeste microprocessoren worden gemaakt.

CMOS-sensoren zijn echter de laatste tijd in **opkomst** en inmiddels in de meeste fotografie toepassingen even goed of beter dan CCD-sensoren. CMOS-camera's zijn meestal minder duur, verbruiken minder energie en de batterijen gaan daardoor langer mee. Tegenwoordig zijn er CMOS-sensoren met de grootte van het kleinbeeld formaat, 24 x 36 mm met een heel groot aantal pixels.

16.3.3 Software-interpolatie voor kleurweergave

Er is echter één probleem: de fotodiodes op de CMOS en CCD kunnen geen kleuren onderscheiden. Dit probleem wordt opgelost door een speciale filter op de CCD te plaatsen.

Dit filter verdeelt de fotodiodes in drie groepen, één groep die de kleur *rood* meet, één groep voor *groen* en één groep voor *blauw*.

Zo ontstaan er dus eigenlijk drie afbeeldingen die met een proces van combineren tot één afbeelding worden gemaakt.

Dit proces wordt ook wel **software-interpolatie** genoemd.

16.4 Eerste camera-idee

We hebben eerst wat informatie gezocht op astrofora en websites waar er telescopen en onderdelen verkocht worden.

Toen kwamen we bij de volgende camera's. Ze waren gemakkelijk te plaatsen en we hadden toen al direct software die we konden testen.

1. Meade elektronisch PC oculair (CCD-sensor)



Algemeen		
	Type	CCD-camera
	Merk	Bresser
	Megapixel	0,3
	Aansluiting PC	USB 2.0
	Resolutie	640 x 480 pixels
Optiek		
	Aansluiting op de telescoop	1,25 inch

€ 87,90 met software (photomizer SE)

Gratis verzendingskosten (www.telescoop-expert.be)

2. Celestron NexImage 5 Solar System Imager (CMOS- sensor)



Algemeen		
	Type	CMOS-camera
	Merk	Celestron
	Garantie	2 jaar
	Megapixel	5
	Aansluiting PC	USB 2.0
	Pixelgrootte	2,2 µm
	Resolutie	2592 × 1944 pixels
Optiek		
	Aansluiting op de telescoop	12,25 inch

Voordelen:

- 9 resolutiestanden
 - variërend van 640x480 tot 2592x1944
 - Laagste resolutie : 6,23 tot 52,37 frames per seconde
 - Hoogste resolutie 0,71 tot 5,99 frames per seconde.
- Aanpasbare sluiertijd
 - van 1/10.000 seconde tot 30 seconden

Een van de beschrijvingen van de software:

Zo kunt u met de software heel eenvoudig het contrast, de belichtingstijd, het aantal frames etc. instellen. U bent nu in staat om videobeelden te bekijken en op te slaan.

Deze camera zag er interessant uit aangezien 5 MP toch mooi is voor een kleine camera.

Wat ons ook nog aansprak was de resolutie en pixelgrootte.

De garantie en software die we kregen, waren natuurlijk ook handig meegenomen.

Besluit

Na enig onderzoekwerk en besprekingen zijn deze camera's niet geschikt aangezien je voor astrofotografie sluiertijden nodig hebt van 30 minuten en meer.

Met andere woorden zijn de eerste ideeën/camera's niet nuttig.

16.5 Tweede camera-idee

Het tweede idee is om een spiegelreflexcamera te gebruiken om te fotograferen.

Er valt hier niet over te twijfelen dat we zullen moeten werken met een afstandsbediening om een foto te nemen. Want de minste trillingen zijn genoeg voor een onduidelijk beeld!

Dan kwamen we tot twee keuzes.

16.5.1 Een gewone afstandsbediening (niet programmeerbaar)

Canon RS-60E3 Afstandsbediening

Compacte kabel-afstandsbediening. Handig om beelden van onderwerpen te nemen die moeilijk te bereiken zijn of om trilling voor close-up's te minimaliseren.

Dit zouden we bijvoorbeeld kunnen bedienen met een cilinder die uitschuift en zo de afstandsbediening bedient. De belichtingstijd wordt dan geregeld door de tijd dat de cilinder op de knop van de afstandbediening drukt. Natuurlijk moet de camera in 'BULB' ingesteld zijn.



16.5.2 Programmeerbare afstandbediening

De tweede mogelijkheid is om gebruik te maken van een programmeerbare afstandsbediening.

Dit heeft als voordeel dat je zeer nauwkeurig de sluiertijd kan instellen. Verder kun je deze functie ook instellen tot net geen 100 uur, wat toch wel lang is!

TIMER REMOTE CONTROL

Multi-function timer remote control.

ideal for time-lapse videos!

*The Besel TM Multi-function timer remote control provides a simple trigger function and can activate the **bulb function on cameras**. It also functions as a timer remote and can be programmed to function as an intervalometer.*

The Besel TM is a remote control with an 90 cm cord and a self-timer, interval timer, long-exposure timer, and exposure-count setting feature. The timer can set anywhere from 1 sec. to 99 hrs., 59min., 59 sec. The maximum number of exposure is 399. Perfect for time-lapse videos!



Besluit

Onze doelstelling is eigenlijk om beelden te kunnen maken van op afstand. Maar we zijn op de goede weg.

16.6 Fotograferen vanaf de computer met DSLR (via USB-verbinding)

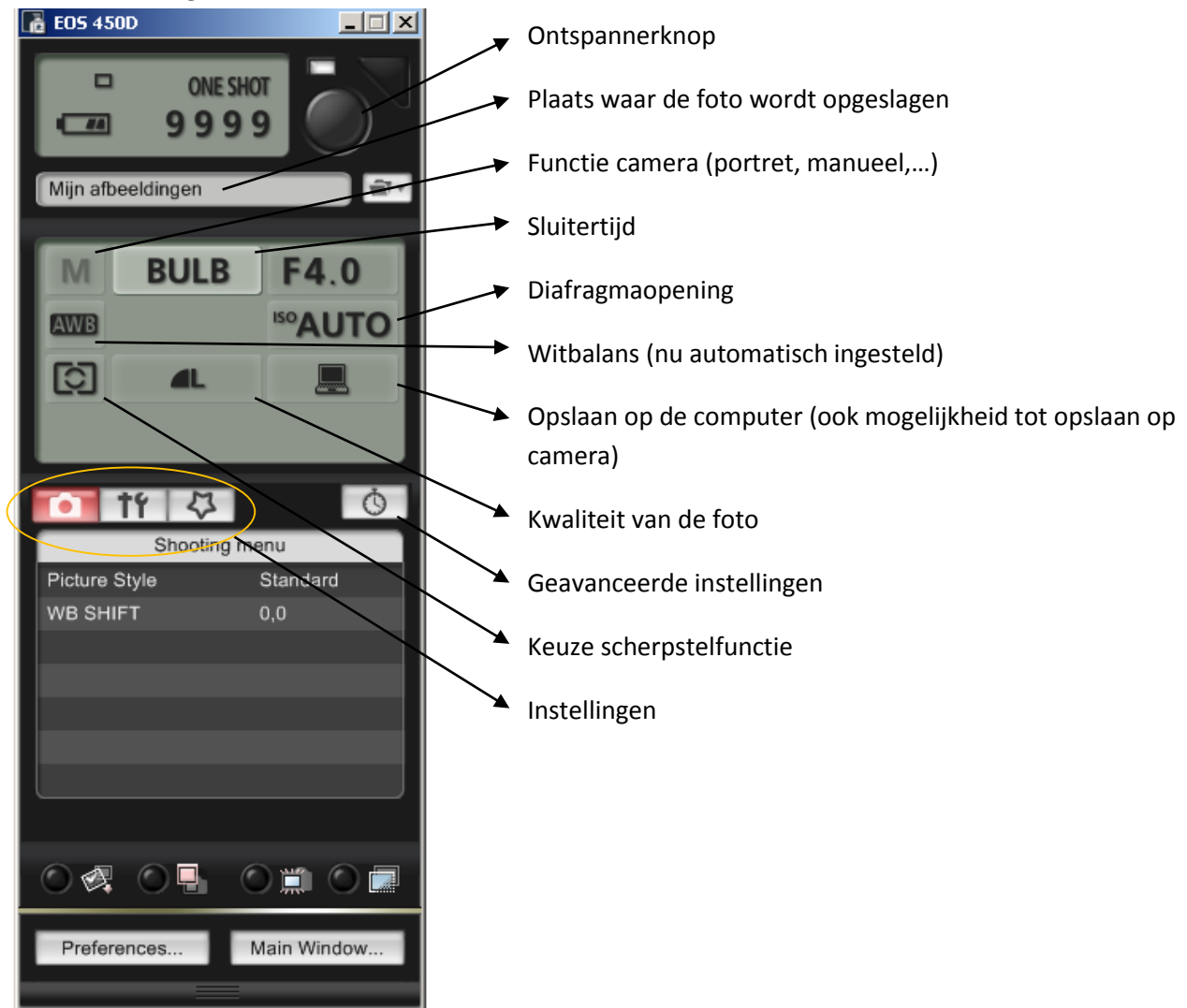
Fotograferen is een hobby van een leerling uit onze klas, dus dit is een zeer interessant onderwerp.

Dus is dit ook niet vreemd dat we enkele camera's hebben om mee te experimenteren.

Bij de aankoop van de camera zitten altijd standaard enkele programma's en eentje hiervan is om via de computer te fotograferen, wel met USB-verbinding natuurlijk.

Het programma dat ik voorlopig gebruik is 'EOS Utility'.

Even wat uitleg hierover.



Geavanceerde instellingen

EOS 450D

ONE SHOT
9999

Mijn afbeeldingen

M BULB F3.5
AWB ISO AUTO

Shooting menu

Picture Style	Standard
WB SHIFT	0,0

Preferences... Main Window...

Timer shooting settings

Keep the following for prolonged shooting using interval timer shooting.
Use household AC outlets for the camera and PC.
Release the PC's power-saving function.

Delay setting
Delay time (00:00 - 99:59) 00 : 00

☒ Interval timer shooting
Shooting interval (00:05 - 99:59) 00 : 10
Shots (minimum 2) 10

Bulb Shooting
Exposure time (00:05 - 99:59) 00 : 05

Start Cancel

Na de ingestelde tijd wordt er **1 foto** genomen.

Om de ingestelde tijd een foto nemen. Dit wordt herhaald tot het aantal ingestelde foto's.

Dit is de 'BULB-functie'.
Hiermee kunnen we de belichtingstijd bepalen.

De camera verbinden met WIFI is de dag van vandaag ook mogelijk, maar dit kost teveel.

16.7 Webcam of spiegelreflexcamera?

Als je zelf iets wil aanschaffen dan vergelijk je volgens mij ook verschillende producten.

Bij het vergelijken baseren we ons op enkele aandachtspunten:

- Prijs
- Kwaliteit
- Eventueel grootte
- Duurzaamheid
- ...

Dit zal bij het kiezen van een webcam of spiegelreflexcamera ook van toepassing zijn!

We zullen deze punten dus even wat nader bestuderen.

16.7.1 Prijs

Wij hebben wel allemaal het tijdperk van chatten en het gebruik van een webcam meegemaakt en weten dus ook dat deze geen grote kosten zullen meebrengen. Maar we zullen toch nader moeten onderzoeken of we voor astrofotografie geen speciale webcam nodig hebben.

Dit is dus niet zo.

We zullen nog de belangrijkste punten bespreken.

M.a.w. een webcam is goedkoop. Tweedehands +/- 25 euro, nieuw +/- 60 euro.

Voor een DSLR (digitale spiegelreflexcamera) die goede planeetopnames kan maken, ga je snel boven een kostprijs van 400 € !

Daarnaast zal je voor beide nog een adapter moeten aanschaffen om de webcam/DSLR aan je telescoop te bevestigen.

Deze adapter zal rond de 30 euro kosten.



Een adapter om de webcam aan te sluiten op de telescoop. Deze adapter schroef je in plaats van het lensje op de webcam. Het andere uiteinde van de adapter bevat een schroefdraad waar je filters in kunt draaien.

16.7.2 Kwaliteit

Door de filmmogelijkheden is de webcam ideaal voor hoge kwaliteit planeet- en maanopnames. Je kan in de vorm van een filmpje in totaal veel meer afbeeldingen maken dan met een normale camera. Later kan je uit deze afbeeldingen/film de beste beelden selecteren en samenvoegen tot een nieuwe afbeelding van betere kwaliteit met behulp van software!

Hoe je dit moet doen komt later ook nog aan bod.

Het voordeel van deze duurdere camera's is dat ze meer beelden per seconde kunnen filmen (tot wel 60 fps*) en deze beelden zonder kwaliteitsverlies naar de computer transporteren.

Een webcam is zonder aanzienlijk kwaliteitsverlies eigenlijk gelimiteerd tot 5 à 10 fps.

Voor astrofotografie moet je minstens 5fps hebben wat dus met een webcam geen probleem is.

Een expert die zijn ervaring deelt op het internet neemt het maximale fps (10) van zijn webcam omdat hij dan in een zo kort mogelijke tijd zo veel mogelijk beelden heeft.

*= Frames per second, dit zijn het aantal beelden die gemaakt kunnen worden in 1 seconde.

16.7.3 Besluit

We zullen gebruik maken van een webcam door de prijs-kwaliteitvergelijking. Je kan voor een lage prijs toch nog mooie resultaten bekomen.

16.7.4 Welke webcam?

De webcam moet aan enkele voorwaarden voldoen:

De belangrijkste voorwaarde is de lichtgevoeligheid, want de meeste opnames zullen erg lichtzwak zijn.

Een CCD-sensor is ook een zeer groot pluspunt want deze zijn heel lichtgevoelig, maar wel iets duurder.

Enkele populaire Webcam's:

- Philips Toucam Pro I
- Philips Toucam Pro II
- Philips SPC 900NC



Phillips TouCam I



Phillips SPC900NC



Phillips TouCam II

Het enige nadeel aan deze webcams is dat ze enkel nog tweedehands verkrijgbaar zijn.

Een nieuwe webcam kun je uiteraard ook gebruiken. Maar de nieuwe hebben een inwendige beeldbewerking en bij de oudere kun je dit manueel instellen op de computer zoals je zelf wil!

16.8 Bewerken van de gemaakte beelden

16.8.1 Software

Er bestaan heel veel programma's die hiervoor dienen.

Wij hebben gebruik gemaakt van 'Registax5' omdat dit een gratis versie is en gemakkelijk in gebruik. Zelf hebben we het uiteraard ook eens getest - met een telelens en een DSLR met film-functie - met een onnozel filmpje en we kwamen tot een mooie foto!

Het resultaat is niet optimaal omdat we dit filmpje genomen hebben op een bewolkte nacht.



Hieronder vind je welke stappen je moet ondernemen om tot een goed resultaat te komen (bron: astroforum.nl).

Opnames bewerken

De gemaakte filmpjes moeten natuurlijk ook samengevoegd worden tot een enkele afbeelding. Het programma wat veel mensen hiervoor gebruiken is Registax V5. Dit is een gratis programma waarmee je filmpjes van zowel de Maan als de planeten kunt samenvoegen(stacken), en bewerken. Het valt buiten de strekking van dit artikel om alle verschillende instellingen uit te leggen (op de website van Registax kan je een uitgebreide handleiding downloaden, een aanrader!), maar aan de hand van een voorbeeld zal ik vertellen hoe je in ieder geval met dit programma aan de slag kunt gaan.

Stacken

Stel we hebben een filmpje gemaakt van de planeet Mars met een SPC900NC kleuren-webcam. Door in Registax te klikken op Select en vervolgens het filmpje te selecteren wordt het geopend. Omdat Mars waarschijnlijk niet altijd op exact dezelfde plaats staat in het filmpje, gaat Registax eerst bepalen waar Mars telkens in het filmpje staat. Dit gebeurt in Registax in het Align tabblad. Tijdens dit alignen probeert Registax ook een idee te krijgen welke beelden meer detail bevatten dan andere beelden.

Er zijn verschillende methodes aan de hand waarvan Registax bepaalt of een afbeelding beter is dan een ander. Zelf gebruik ik altijd de methode Gradient (onder Quality estimator). Bij Lowest quality kan je aangeven tot welke kwaliteit van de afbeelding Registax moet mee gaan nemen voor het stacken, na het alignen kan je deze optie overrulen door handmatig de schuifbalk onderin beeld te verplaatsen. In eerste instantie is een waarde van 85 een goede waarde voor deze Lowest quality. Nu moet je een Alignmentboxsize uitkiezen die zo groot is dat deze net over de planeetbol valt. Bij planeetopnames is een enkelvoudige alignment de beste optie (Default single, onder method). Klik vervolgens in het midden van de planeetbol en hierna op de knop 'Align'. Registax gaat nu het hele filmpje langs om te bepalen waar in het beeld de planeet steeds staat. Als dit alignen niet goed gaat, omdat hij de planeet

uit het oog verliest, dan kan je onder *General options* kijken of *Track object* en *Predict track* wel aan staan. Aan het eind van de rit heeft Registax alle frames uit het filmpje op volgorde van goed naar slecht geordend. Door de schuifbalk onderin beeld te verplaatsen kan je bepalen hoeveel frames je wilt stacken. Zelf selecteer ik meestal minimaal de beste 400 beelden, maar vaak zelfs tot aan 1000 of meer (van in totaal ongeveer 2000 beelden). Dit hangt natuurlijk sterk af van de seeing, bij goede seeing zijn bijna alle frames van dezelfde kwaliteit, en dus bruikbaar. Bij slechtere seeing zul je of genoeg moeten nemen met slechtere frames, of met minder frames. Als je een keuze hebt gemaakt over hoeveel frames je wilt gaan stacken dan kan je op het knopje *limit* gaan drukken.

Registax brengt je nu naar het *Optimize* tabblad. Hier wordt het alignen geperfectioneerd; de beelden worden nog beter over elkaar heen gelegd. Het beste kan Registax dit doen aan de hand van een goede referentieafbeelding, kies hiertoe onder *Create a reference frame* voor ongeveer 100 frames to stack en klik vervolgens op *create*. Registax voegt nu de beste 100 frames samen tot een nieuwe afbeelding. Hierna kom je voor het eerst in het *Wavelet* tabblad terecht, en voordat je de referentieafbeelding verder gaat gebruiken kan je hem vaak beter iets verscherpen. Zorg ervoor dat je de afbeelding in ieder geval nu nog niet te scherp maakt; voor wat wazige afbeeldingen volstaat het vaak om het derde wavelets balkje naar 20 te slepen voor scherpere opnames van de maan kan je beter het tweede balkje iets naar rechts verslepen. Die wavelet instellingen zijn overigens erg afhankelijk van de gebruikte vergroting en de seeing, en zijn dus eigenlijk altijd anders. Als je de afbeelding iets scherper hebt gemaakt klik je op *Continue* en kom je weer in het *Optimize* tabblad uit. Zorg ervoor dat *Single run optimizer* uit staat en klik vervolgens op *Optimize & Stack*.

Even tussendoor, Registax heeft erg veel mogelijkheden, en de beschreven methode is dus zeker niet de enige. Tot nu toe heb ik getracht andere methodes te volgen, en om eerlijk te zijn heb ik er al heel veel geprobeerd. Misschien dat met bepaalde instellingen net een iets betere afbeelding mogelijk is, maar informatie die er niet is kan je ook niet tevoorschijn halen, en het effect van goede focus of collimatie is dan ook veel groter dan bijvoorbeeld het gebruik van een techniek als *Resampling of Drizzling* in Registax. Wat verreweg het belangrijkste is, is hoeveel frames er uiteindelijk gestacked gaan worden, en hoe hard je aan de wavelets balkjes gaat trekken om de afbeelding scherper te maken. En zo zijn er nog een aantal zaken, die ik nu zal behandelen.

Kleur bewerken

Als het goed is, is Registax nu klaar met het stacken van de frames en ben je weer in het *Wavelet* tabblad uitgekomen. In het geval van een kleurenopname met de kleuren-webcam is nu de tijd gekomen om de verschillende kleuren goed op elkaar af te stellen. Door atmosferische dispersie liggen de kleurkanalen namelijk niet netjes over elkaar heen. Klik hiertoe een keer op het midden van de planeet (om Registax te laten weten dat hij daar naar moet kijken) en klik vervolgens op *RGB Align* en op *Estimate*. Vervolgens kan je naar smaak met de wavelets instellingen gaan spelen. Links in beeld zijn 6 wavelets balken zichtbaar, die van boven naar onder hun uitwerking hebben op steeds grover detail. Met de eerste wavelets balk worden dus heel fijne details verscherpt en zeker als je weinig frames hebt gestacked wordt hierdoor ook de aanwezige ruis meer verscherpt dan bij bijvoorbeeld het derde wavelets balkje. Het effect van al deze balkjes is eigenlijk niet te voorspellen en is afhankelijk van de scherpste van de afbeelding (wat vaak weer samenhangt met de vergroting en de seeing, maar ook van bijvoorbeeld de instellingen op de webcam). Bij de maanfoto enkele pagina's terug heb ik bijvoorbeeld enkel het eerste wavelets balkje wat verschoven tot 10, maar bij de meeste planeetopnames op hoge vergroting zit ik vaak met het tweede of het derde wavelets balkje te werken en dan tot waardes van wel 40 of 50.

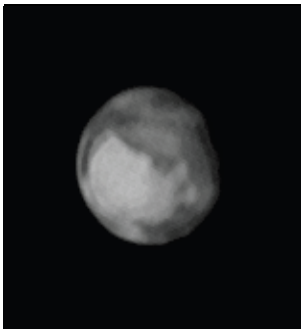
Om zoveel mogelijk detail de laten zien moet het histogram van de afbeelding vaak ook nog gestretcht worden. Dit kan je in Registax doen door naar *Wavelet options* te gaan, en daar te klikken op *Histogram* en op *RGB Balance*. In *RGB Balance* kan je de kleurkanalen corrigeren, maar dit doe ik meestal na afloop in een programma als *The GIMP* (gratis) of *Photoshop* (duur) omdat ik er dan meer controle over heb. Je kunt het venster van *RGB Balance* nu echter wel prima gebruiken om te kijken

of je niet teveel aan het histogram stretched. In het venster Histogram wordt namelijk enkel het histogram van de groene kleur weergegeven. Aan de lage kant van het histogram moet je in de regel niet aankomen, en de lo instelling kan je dus op 0 laten staan. De hoge kant moet je zover terugbrengen dat alle kleuren in de grafiekjes in RGB Balance in het geheel zichtbaar zijn (zodanig dat ongeveer 5% aan de rechterkant van de grafiek nog geheel wit is).

Opslaan

De volgende stap is om op Do All te klikken en daarna op Save Image. Geef de afbeelding een zinnige naam en sla de afbeelding op als een 16-bit PNG of 16-bit TIFF bestand. Het PNG bestandsformaat gebruikt lossless compressie (er wordt dus geen enkele beeldinformatie weggegooid, maar het bestand wordt wel kleiner). Als je al tevreden bent met de afbeelding, en ze wilt plaatsten op het web, dan kan je het bestand ook opslaan als een JPG bestand. Vanwege de lossy compressietechniek is dit bestandsformaat echter niet echt geschikt om de afbeelding later nog weer te gaan bewerken, er wordt namelijk wel beeldinformatie aangepast en weggegooid.

Soms ontstaan er in Registax na het toepassen van de wavelets artefacts; vervelende nep details die duidelijk niet op de planeetbol thuishoren. De meest voorkomende hiervan is het onion ring effect, dit zijn lijnvormige artefacts die op de planeetbol zelf aan de rand van de planeet voorkomen.



Onion rings bij een zwart/wit opname van Mars. Voornamelijk aan de rand van de planeet zijn lijnvormige structuren zichtbaar die niet op de planeet thuishoren. Onion rings zijn het gevolg van een gebrek aan contrast in de opnames.

Dit onion ring effect heeft vooral te maken met een gebrek aan contrast in een bepaalde regio van de planeet. Zelf heb ik het idee dat het vaker voorkomt onder slechte seeing en bij net niet helemaal scherpe afbeeldingen, ook afbeeldingen die te donker zijn vertonen vaker onion rings.

Als je een Luminance afbeelding wilt bewerken in Registax (bijvoorbeeld een IR-pass opname van Mars) dan kan je alle bovenstaande stappen ook volgen, met dit verschil dat je onder Align – Color uitvinkt (als Registax dit nog niet zelf door had) en dat er uiteraard geen RGB Align moet worden gedaan, want er zijn geen verschillende kleurkanalen. Verder zijn de stappen exact gelijk. Een opname van de maan kan ook op dezelfde manier bewerkt worden, alleen moet je nu een of meerdere alignment boxen plaatsen op duidelijk zichtbare punten op de maan (heldere rand van een krater, of gewoon kleine kraters). In de Registax handleiding en op de website van Registax is hierover meer te vinden.

Verdere bewerking

Vaak is het nog mogelijk en raadzaam om met een extern fotobewerkingsprogramma als The GIMP of Photoshop de afbeelding nog verder te bewerken. Zelf gebruik ik altijd het programma Photoshop, maar in principe kan je met het gratis programma The GIMP alle bewerkingen ook uitvoeren. Hoe je precies met deze programma's moet werken ga ik hier niet behandelen. Er zijn veel tutorials op internet te vinden om je op weg te helpen.

Over het algemeen is het erg moeilijk om de 'juiste' kleurbalans te verkrijgen, zeker als de instellingen op de webcam al niet goed waren. In Photoshop kan je de kleurbalans nauwkeuriger corrigeren dan in Registax. Zelf probeer ik de kleuren zo te krijgen dat ze min of meer overeenkomen met een opname waarvan ik vind dat die een mooie kleurbalans heeft. Vaak is dat een opname van een andere astrofotograaf. Werken met een fotobewerkingsprogramma leer je eigenlijk alleen door het te doen, daarbij krijg je steeds meer 'gevoel' voor contrast en kleuren, en wordt het steeds gemakkelijker om tot een gewenst resultaat te komen. Daarom wil ik het laten bij een aantal tips voor het bewerken van afbeeldingen:

- Gooi geen informatie uit de afbeeldingen weg. Bij planeetopnames houdt dit eigenlijk in dat je geen overbelichte gebieden mag krijgen en dat de planeetrand geleidelijk naar zwart of bijna zwart toe gaat. Alle informatie moet dus netjes passen in het histogram.*
- Als je weet dat een gebiedje in je afbeelding een bepaalde kleur heeft (bijvoorbeeld een witte poolkap van Mars), hou dan in de gaten of dat in je bewerking ook zo is.*
- Vergelijk je opname met opnames van anderen waarvan je weet dat ze 'goed' zijn qua kleur en contrast. Kijk tijdens het bewerken naar het verschil tussen de opnames, maar hou ook goed je eigen originele opname in de gaten.*
- Bewerk met mate. Ga niet 30x aan de hue, saturation, curves en levels zitten. Met de levels optie alleen kom je vaak al een heel eind. Dit geldt ook voor filters die de afbeelding verscherpen, hou het plaatje liever iets 'zacht' dan te sterk bewerkt.*
- Bewaar het origineel van de afbeelding zodat als je later niet tevreden bent je altijd opnieuw kan beginnen. Dat kan natuurlijk ook voor de originele video's gelden, alleen neemt dat wel erg veel hardeschijfruimte in beslag.*
- Neem een pauze nadat je denkt klaar te zijn met de opname. Een paar uur later kijk je vaak heel anders naar de opname; waar je eerst dacht een mooi gebalanceerde opname te hebben gemaakt blijkt nu bijvoorbeeld dat hij toch wel erg sterk bewerkt is en dat de kleuren ook niet helemaal goed zijn. In mijn enthousiasme vergeet ik dit nog wel eens.*
Dit zijn zo maar enkele tips die je op weg kunnen helpen bij het verder bewerken van de opname in een fotobewerkingsprogramma. Het belangrijkste is hierbij eigenlijk dat je er veel mee moet werken om er echt mee vertrouwd te raken. Naarmate je langer bezig bent, ontwikkel je ook een beter gevoel voor kleuren en contrast, en heb je sneller subtiele bewerkingsverschillen door.

16.9 Volgen van een planeet

Om een planeet te volgen zijn er verschillende mogelijkheden. Zo kun je gebruik maken van een volgmotor. Het enige nadeel hieraan is dat ze niet zo goedkoop zijn en niet zo makkelijk te monteren zijn op onze 'elektrische uitvoering'.

Dus dan zullen we zoals UGent ons ook heeft aanbevolen geen gebruik maken kunnen van een volgmotor maar met het volgende.

De planeten maken 1 omwenteling per dag rond onze aarde. Dus om een planeet te volgen moet de motor er voor zorgen dat de as waar de kijkerbuizen op gemonteerd zijn, 1 omwenteling per dag maakt.



17 De Website www.gip6iw.be



Bart Samaey 6IW

17.1 Inleiding

Zoals vorige jaren hebben we besloten om verder te werken aan de website. Dit was ook onze eerste keer dat we dit gedaan hebben. Daarvoor hebben we gebruik gemaakt van documentatie van vorige jaren en ook oud-leerling Tom Hollevoet kwam uitleg geven over het onderhouden van de website. De website is een gehuurde webruimte bij One.com waar je kan inloggen op de site om de sitegegevens, die jij hebt gemaakt op te vragen. De belangrijke dingen die wij wilden vermelden was nieuws, foto's en documentatie. We hebben dit gedaan met 2 personen die elk de hoofdwebsite en eigen website van 614 (2013-2014) hebben ontworpen.

www.gip6iw.be is de hoofdwebsite die elk jaar bij gewerkt wordt door leerlingen van 614. Op deze website staan alle GIP's van de afgelopen jaren. Op deze site komen de belangrijke punten aanbod: waarover de GIP's gaan en welke leerlingen zich daarvoor hebben ingezet. In de volgende teksten zal deze website kort worden uitgelegd en wat de belangrijke punten zijn voor aanpassen van de website naar nieuwe, komende GIP's.

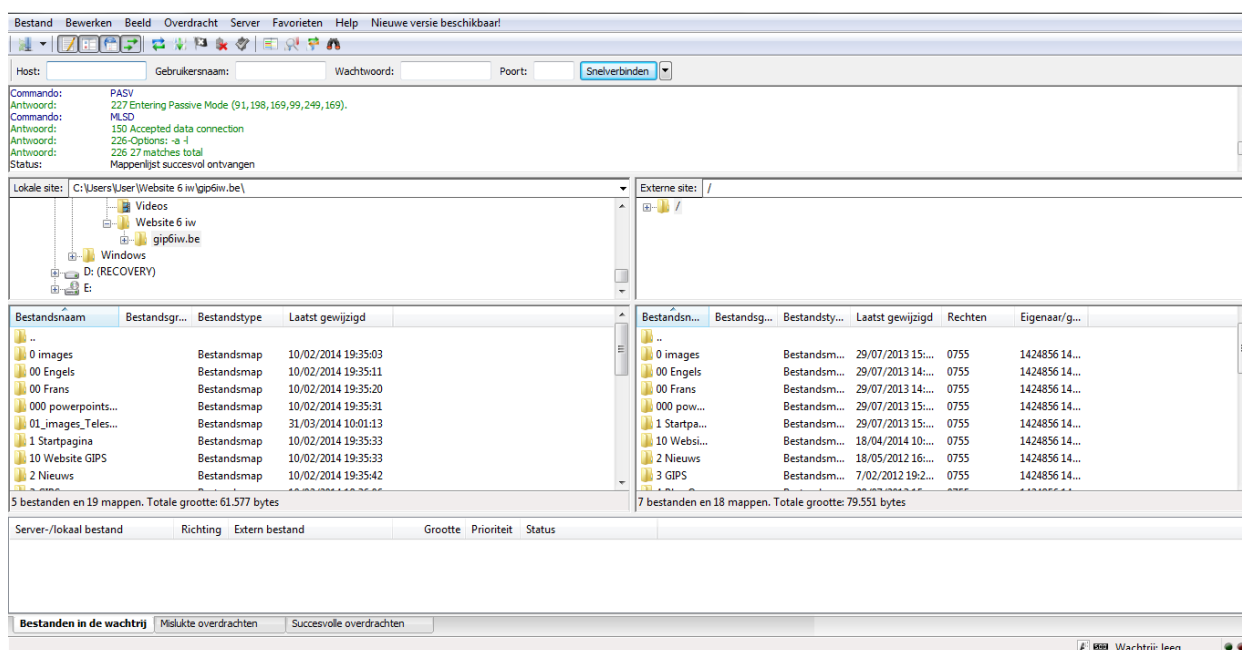
17.2 Fillazilla

<https://filezilla-project.org/>

Dit programma heb je nodig voor het aanpassen van de website files en is volledig gratis te verkrijgen.

17.2.1 Website gegevens in bezit krijgen

Download het programma via de bovenstaande link. Installeer het programma op je pc/laptop. Start het programma daarna op en vul de inloggegevens in. Die gegevens worden verkregen van de heer Verhaeghe. In de rechterkolom onderaan zie je dan alle files van de website die je moet downloaden in een aparte map op eigen pc/laptop. Nadat alle files gedownload zijn is het mogelijk om de website aan te passen.

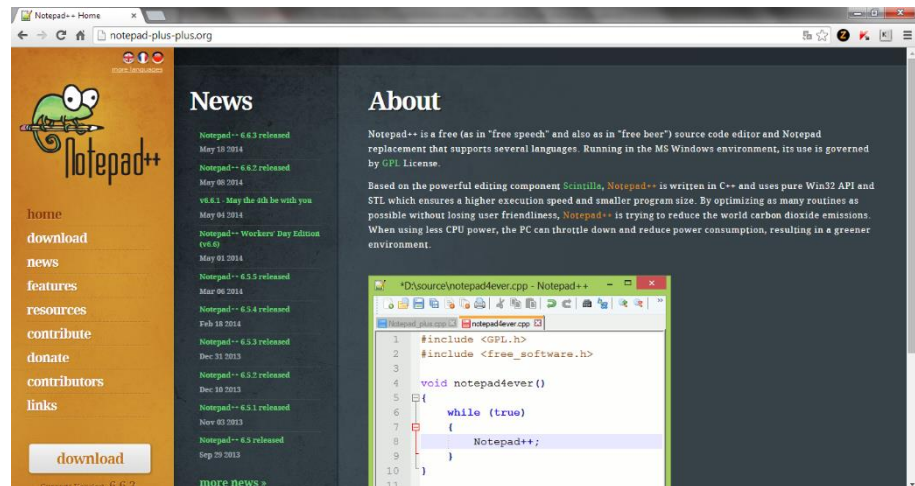


17.2.2 Aanpassen website

Nu is het mogelijk om de website aan te passen in offline modus. Elke aanpassing gebeurt binnen de mappen die je hebt gedownload. Al de bewerkingen die je doet zijn enkel en alleen door jou te zien omdat je website aanpast wordt in offline modus(je hebt geen internetconnectie nodig om aan de website te werken). Om de website gemakkelijk aan te passen heb je nog een programmaatje nodig. Wij hebben hiervoor Notepad++ voor gebruikt. Hiermee kan je gemakkelijk html (taal om de website te schrijven) aanpassen.

Telkens als je iets nieuws hebt geschreven moet je het eerst opslaan en dan kun je dit simuleren door het html bestand te openen in een internetbrowser.

www.notepad-plus-plus.org/



CSS-bestanden : In css kan niets ongedaan gemaakt worden! Enkel aan werken als je perfect weet wat je doet.

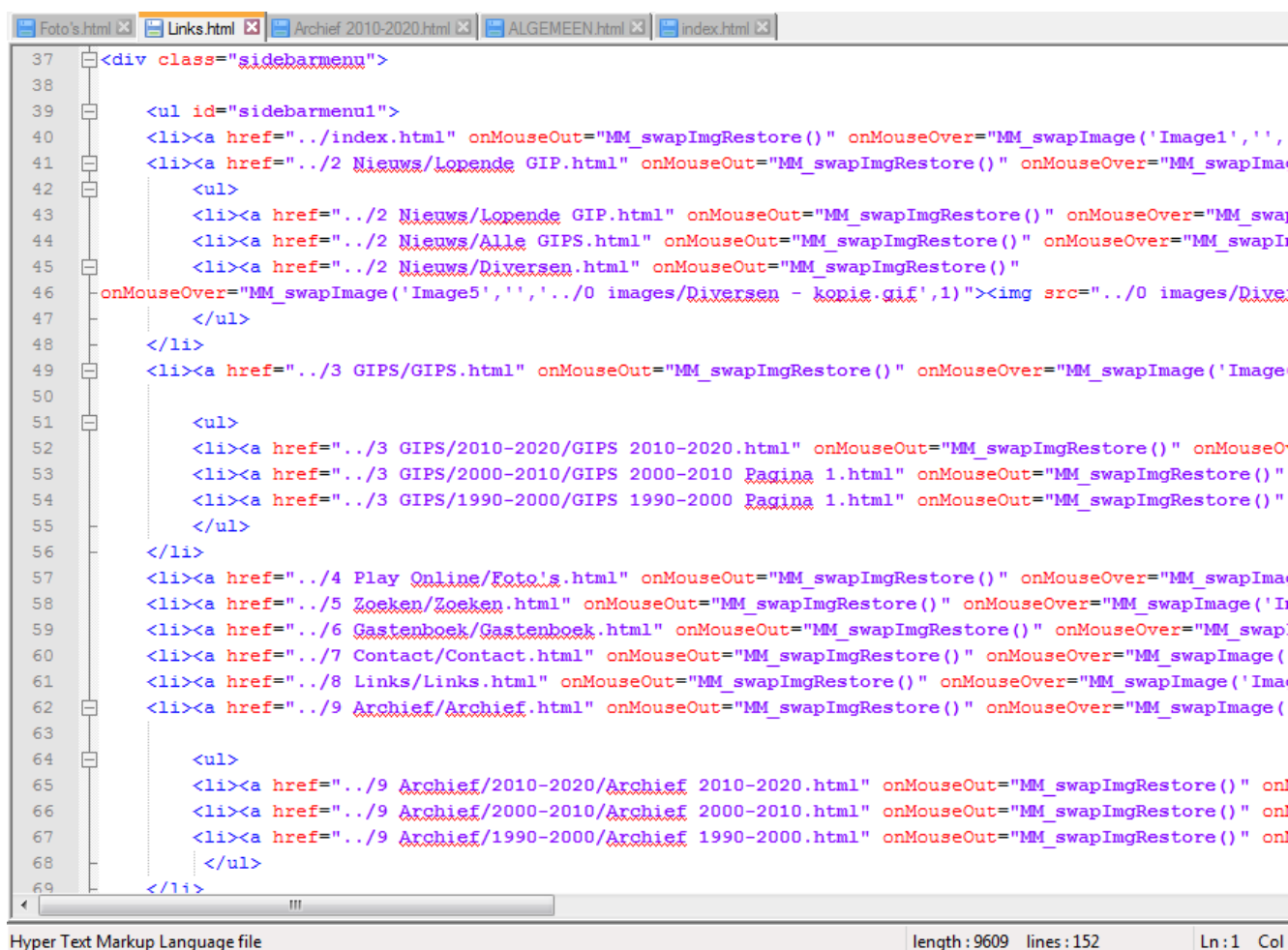
17.2.3 Aangepaste website online brengen

Als alle aanpassingen zijn gebeurd en alles in orde is met de website in offline modus mag je terug naar FileZilla en dan doe je net het omgekeerde: je load nu alles gegevens terug op en je overschrijft de vorige bestanden. Vanaf dan kan iedereen alles zien wat er is aangepast. Dit doe je het best wanneer bijna alles af is en je ook zeker weet dat het juist is, want vanaf dan kan iedereen alles zien!

17.3 Indeling website

De website is ingedeeld in verschillende onderdelen zoals je hier onder kunt zien. De onderdelen moeten niet aangepast worden. Voor elk onderdeel is het nodig een uitgebreide code te schrijven; zoals je op foto hieronder kunt zien. Die code maakt het mogelijk dat je telkens de panelen kunt aanklikken en er naar toe kunt gaan.

- *Startpagina
- *Nieuws
- *GIP's
- *Foto's
- *Zoeken
- *Gastenboek
- *Contact
- *Links
- *Archief



```
37 <div class="sidebarmenu">
38
39 <ul id="sidebarmenu1">
40 <li><a href="../index.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapImage('Image1','','
41 <li><a href="..2 Nieuws/lopende GIP.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapIma
42 <ul>
43 <li><a href="..2 Nieuws/lopende GIP.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swap
44 <li><a href="..2 Nieuws/Alle GIPS.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapI
45 <li><a href="..2 Nieuws/Diversen.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()"
46 onMouseOver="MM_swapImage('Image5','','../0 images/Diversen - kopie.gif',1)">
52 <li><a href="..3 GIPS/2010-2020/GIPS 2010-2020.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseO
53 <li><a href="..3 GIPS/2000-2010/GIPS 2000-2010 Pagina 1.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()"
54 <li><a href="..3 GIPS/1990-2000/GIPS 1990-2000 Pagina 1.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()"
55 </ul>
56 </li>
57 <li><a href="..4 Play Online/Foto's.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapIma
58 <li><a href="..5 Zoeken/Zoeken.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapImage('I
59 <li><a href="..6 Gastenboek/Gastenboek.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swap
60 <li><a href="..7 Contact/Contact.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapImage(
61 <li><a href="..8 Links/Links.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapImage('Ima
62 <li><a href="..9 Archief/Archief.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onMouseOver="MM_swapImage(
63
64 <ul>
65 <li><a href="..9 Archief/2010-2020/Archief 2010-2020.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onl
66 <li><a href="..9 Archief/2000-2010/Archief 2000-2010.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onl
67 <li><a href="..9 Archief/1990-2000/Archief 1990-2000.html" onMouseOut="MM_swapImgRestore()" onl
68 </ul>
69 </li>
```

Hyper Text Markup Language file length: 9609 lines: 152 Ln: 1 Col

17.3.1 Opbouw startpagina

In startpagina zal je de volgende dingen moeten aanpassen. De introductietekst blijft staan. Je zult de link moeten aanpassen die in kader 1 staat. Om naar je aangepaste gip site te gaan. Dit moet je aanpassen in zowel het Algemeen.html als in het index.html bestand dit doe je door een rechtermuisklik op het bestand en dan notepad ++ te openen. Dit geldt voor alle volgende bewerkingen.

```
115 | <a href="10 Website GIPS\2013-2014 Telescoop en Koepel\index.html">Telescoop en Koepel</a>
116 |
```

Het volgende dat je zult moeten aanpassen is de slideshow die op de startpagina staat en die elk jaar van nieuwe foto's moet worden voorzien. Het enige dat je zult moeten doen is de src="" ,alt="" en title="" veranderen naar jou GIP. De screen veranderen doe je door eerst de foto's op te slaan binnen de grote map van de GIP6iw onder Foto's_GIP_614_slide_show. Als je dan een foto wilt tonen, moet je eerst verwijzen naar de map waar de Foto's zijn opgeslagen en dan een slash en de naam van die foto typen. Zie voorbeeld hieronder.

```
117 | <!-- Start visualslideshow.com BODY section -->
118 | <br />
119 | <br />
120 | <div id="show" class="slideshow">
121 |   <div class="slideshow-images"> <a href="">
123 | <!-- End visualslideshow.com BODY section -->
124 |
```

17.3.2 Nieuws

Het nieuws is opgesplitst in 3 delen. 'Diversen' is het onderdeel waar enkel gebeurtenissen worden verteld die niets te maken hebben met de GIP maar in verband staan met het schoolse gebeuren zoals de evacuatie. Dat is niet het belangrijkste. De twee andere zijn 'Lopende GIP' en 'Alle GIPS'. Dit zijn de twee dat je zult moeten aanpassen. Lopende GIPS zal je moeten aanpassen naar jouw GIP-nieuws. Daarvoor zal je eerst alles moeten kopiëren wat er staat vanaf <div id="tekst"> tot en met </div> en dit breng je naar Alle GIPS. Zie voor plakken verder in dit onderdeel

```
72 | <div id="tekst">
73 |   <p></p>
74 |   <p></p>
75 |   <table width="100%" height="15" border="1" cellpadding="10" bordercolor="#000000">
76 |     <tr>
77 |       <td height="15" width="100" align="center" bgcolor="#000066"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">10/05/2
78 |       <td height="15" width="2" align="center" bgcolor=""></td>
79 |       <td height="15" width="550" align="center" bgcolor="#000066"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">Opendeurda
80 |     </tr>
81 |   </table>
82 |   <p></p>
83 |   Opendeurdaag VTI Torhout
84 |   <p></p>
85 |   <p></p>
86 |   <table width="100%" height="15" border="1" cellpadding="10" bordercolor="#000000">
87 |     <tr>
88 |       <td height="15" width="100" align="center" bgcolor="#000066"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">05/2014
89 |       <td height="15" width="2" align="center" bgcolor=""></td>
90 |       <td height="15" width="550" align="center" bgcolor="#000066"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">De website
91 |     </tr>
92 |   </table>
93 |   <p></p>
94 |   De website is upgedate!<br />
95 |   Nu zullen alle belangrijke vernieuwingen en vooruitgangen van de Telescoop te zien zijn op het web.</p>
96 |
97 |
98 | </div>
99 |
```

Om nu zelf tekst te typen zal je als volgt te werk moeten gaan. Om de datum aan te passen moet je gewoon de zwarte datum die er staat aanpassen. Dit geldt zelfs voor de titel. De tekst die je wilt typen moet je tussen <p></p> en <p></p> plaatsen, zoals je ziet op de foto. Daar kan je dan alle tekst plaatsen.

```

76 <tr>
77 <td height="15" width="100" align="center" bgcolor="#000066"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">10/05/2
78 <td height="15" width="2" align="center" bgcolor=""></td>
79 <td height="15" width="550" align="center" bgcolor="#000066"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">Opendeurda
80 </tr>
81 </table>
82 <p></p>
83 Opendeurdag VTI Torhout
84 <p></p>
85 <p></p>

```

Om nu de tekst die heb gekopieerd samen met de vakken waarin de tekst zich bevind te plakken doe je dit als volgt. Om alle nieuws te behouden van alle jaren kopiëren we telkens de tekst van Lopende GIP in het begin van het jaar naar Alle GIPS. Je plakt dit tussen <div id="tekst"> en de eerste <p> </p> dat je kunt zien op de foto hieronder.

```

73 <div id="tekst">
74 <p> </p>
75 <table width="100%" height="15" border="0" cellpadding="10" bordercolor="#000000">
76 <tr>
77 <td height="15" width="100" align="center" bgcolor="#000066"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">05/2012
78 <td height="15" width="2" align="center" bgcolor=""></td>
79 <td height="15" width="550" align="center" bgcolor="#000066"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><font size="4" color="#FFFFFF">De ARKey w
80 </tr>
81 </table>
82 <p></p>
83 <p></p>
84 Het principe van de ARKey werkt!<br />
85 Nu alleen nog details verbeteren en toepassen op de volledige ARKey.</p>
86 <center>
87 <iframe width="480" height="360" src="http://www.youtube.com/embed/VZbiuK0p0Cw" frameborder="0" allowfullscreen></iframe>
88 </center>
89 <p></p>
90 <p></p>

```

17.3.3 GIP's

Het eerste dat je moet aanpassen is in de map 2010-2020. Daar zoek naar GIPS 2010-2020.html en open dit met notepad ++. Om nu je eigen vak te maken in GIPS 2010-2020 moet je het stukje kopiëren van <p></p> tot en met <p><p> (op de foto is dit alles van boven naar onder toe). Als alles is gekopieerd moet je de zwarte titels terug aanpassen en de src="" terug aanpassen naar de klasfoto van het jaar waarin je je bevindt. De klasfoto stop je onder de afbeeldingen GIPS 2010-2020. Om de klasfoto dus op je website te krijgen moet je het zelfde doen als bij vorige om een foto in te voegen. Eerst de naam van de map waarin de afbeelding instaat en dan slash naam van de foto. Ter info: Je moet altijd beginnen met de benaming van je foto ten opzichte van je html-bestand. Als het html-bestand in dezelfde map als die van de afbeelding staat dan moet je enkel de naam van de afbeelding geven en niet meer de map.

```

77 <p></p>
78 .....
79
80 <table class="GIP" cellpadding="10" width="637" height="170" align="center" background="..\Standaard GIPbalk 637.png">
81 <tr><td width="210" align="center" rowspan="5" colspan="1"><p align="center" style="margin-top: 0; margin-bottom: 0"></td>
84 </tr>
85 <tr>
86 <td rowspan="1" colspan="1" width="250" align="Left" valign="middle"></td>
87 <td rowspan="1" colspan="1" align="Left" valign="middle" ><font size="2"><b>2013-2014</b></font></td>
88 </tr>
89 <tr>
90 <td rowspan="1" colspan="3" height="20" ><a href="GIPS 2010-2020/2013-2014 Telescoop en Koepel.html"><font size="5"><B>Telescoop en koepel</B></font></td>
91 </tr>
92 <tr>
93 <td rowspan="1" colspan="3" height="39"></td>
94 </tr>
95 </table>
96 <p><p>
97
98 <tr>
99 <td rowspan="1" colspan="3" height="39"></td>
100 </tr>
101 <p><p>

```

Daarna moet je een link maken naar de pagina die je zelf zult aanmaken voor je klas. Om de link te maken zie je hierboven in de foto href="GIPS 2010-2020/2013-2014 Telescoop en Koepel.html"> die moet je ook veranderen naar de eigen link die je gaat maken. Dus je maakt nu ook in de map het "GIPS 2010-2020" html bestand aan. Hoe je daar aan begint is heel gemakkelijk: je kopieert een html-bestand van de vorige jaren en plakt dit vlak onder die html. Nu krijg je een html waar je alles kunt aanpassen naar jou klas. Als eerste geef het html bestand dat je gekopieerd hebt een nieuwe naam, die naar jou GIP onderwerp verwijst. Daarna doe je het bestand open en pas je dit aan. In dat bestand zal je de titels moeten aanpassen en terug de klasfoto veranderen. Voor het gemak sla je de klasfoto best gewoon op in je html: dan moet je enkel de benaming geven van je afbeelding. Alle leden van de klas moet er ook in geplaatst worden: dit doe je door de oude namen weg te doen en gewoon de nieuwe er in te schrijven.

```

71 <p><p>
72 <div style="background-color:#050a36"><font size="20" color="#FF9900"><center><B>Telescoop en Koepel</B></center></font></div>
73 <table width="100%" height="425" border="1" cellpadding="10" bordercolor="#000000">
74
75 <tr>
76 <td align="center" rowspan="1" colspan="2"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom: 0">
79 <td height="20" rowspan="1" colspan="2" align="center"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><B>Schooljaar 2013-2014</B></p></td></tr>
80
81
82 <tr>
83 <td height="20" width="325" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><B>Klas:</B> 614</p></td>
84 <td height="20" width="325" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><B>Mentor:</B> Mr. D. Verhaeghe</p></td></tr>
85
86
87 <tr>
88 <td height="50" rowspan="1" colspan="2" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><b>Documentatie:</b><br /><a href="http://www.f
89 <a href="#" title="(nog) geen GIP-boek beschikbaar" target="_blank">GIP-boek</a><br /><a href="../../10 Website GIPS/2011-2012 ARKey/Index.html" title="w
90 </tr>
91
92 <tr>
93 <td height="50" rowspan="1" colspan="2" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0">info (nog) niet beschikbaar, mocht dit jouw GIP
94 </tr>
95
96 <tr>
97 <td height="50" rowspan="1" colspan="2" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><B>Leden:</B> De Roo Tom, Hardy Ward, Mergaert
98 </tr>
99
100
101 <tr>
102 <td height="50" rowspan="1" colspan="2" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><B>Filmpje:</B><br />
103 <iframe width="640" height="480" src="http://www.youtube.com/embed/VZbiuK0p0Cw" frameborder="0" allowfullscreen"></iframe>
104 </tr></td></tr>

```

17.3.4 Foto's

'Foto's' is meestal iets dat bijgehouden op het einde van het jaar om er dan in een keer alle foto's op te plaatsen. Om je eigen vak aan te maken in foto's moet je gewoon <tr> tot en met volgende </tr> kopiëren en je plakt dit vlak boven <tr> en dan heb je een eigen vak. Daar verander je het jaartal en maak je de link met het flickr-account waar alle foto's staan; zie voorbeeld hieronder. De link wordt geplaatst in href="..."

```

78 <tr>
79 <td height="20" width="100" align="center"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0">2013-2014</p></td>
80 <td height="20" width="550" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><a href="Foto's_GIP_614_slide_show">Telescoop en koepel</a>
81 </tr>
82
83 <tr>
84 <td height="20" width="100" align="center"><p align="center" style="margin-top:0; margin-bottom:0">2011-2012</p></td>
85 <td height="20" width="550" align="center"><p align="left" style="margin-top:0; margin-bottom:0"><a href="http://www.flickr.com/photos/gip6iw/sets/721576281
86 </tr>
87

```

17.3.5 Zoeken

De zoekfunctie moet er niet aangepast worden. Wij hebben zelf ook niets aangepast aan dit onderdeel.

17.3.6 Gastenboek

Aan het gastenboek moet, zoals de zoekfunctie, niets aangepast worden.

17.3.7 Contact

Alles bij contacten is nog in orde. Bij de contact moet er niets aangepast worden, want voorlopig heb je nog altijd les van dezelfde leerkrachten.

17.3.8 Links

Aan de links moet er voorlopig niets meer aangepast worden.

17.3.9 Archief

Hier heb je de mogelijkheid om je gipboek digitaal te presenteren. Dit jaar hebben wij dit niet gedaan. Er is wel verwijzing naar waar u het gipboek kunt verkrijgen.

18 Website Telescoop en koepel

**TECHNISCH TALENT
KRIJGT TOEKOMST**
mechanica/elektriciteit - hout - auto

VTI Torhout Sint-Aloysius
Papebrugstraat 8a, 8820 Torhout
Telefoon: 050/ 23 15 15
Fax: 050 23 15 25
Facebook: VTI-Torhout
E-mail: vti@sint-rembert.be

Telescoop en koepel

[Startpagina](#)
[Nieuws](#)
[Groepen](#)
[Foto's](#)
[Links](#)
[Contact](#)

WELKOM

Wij zijn 11 leerlingen van het zesde Industriële Wetenschappen uit het VTI van Torhout. Ieder jaar maakt onze richting in z'n laatste jaar een geïntegreerde proef (GIP). Dit jaar bouwen we verder op de telescoop die 6IW al heeft gemaakt in het schooljaar 2010-2011. We maken er ook een besturing en een bijhorende koepel bij.

Leerlingen: Tom Deroo, Ward Hardy, Joris Mergaert, Bart Samaey, Thibault Steen, Axel Tavernier, Robin Vande Velde, Matthias Vanhoutte, Ame Vanthorre, Gill Vanwassenhove en Floris Verscheure.
Klaturaris: Dehr. Verhaeghe



VTI SINT-ALOYSIUS TORHOUT 2013-2014

Robin Vande Velde 6IW

18.1 Inleiding

Dit deel van de site hebben we eerder eenvoudig gehouden. Het geeft iets meer informatie over onze GIP over de Telescoop die we hebben gemaakt en is niet uitgebreid. Dit is een hoofdzakelijk gekopieerd van de aangepaste GIP-site over de Arkey van een paar jaar geleden. Die heb ik aangepast aan ons thema, zoals de achtergrond, etc. Hierbij volgt wat we hebben aangepast en wat we behouden hebben.

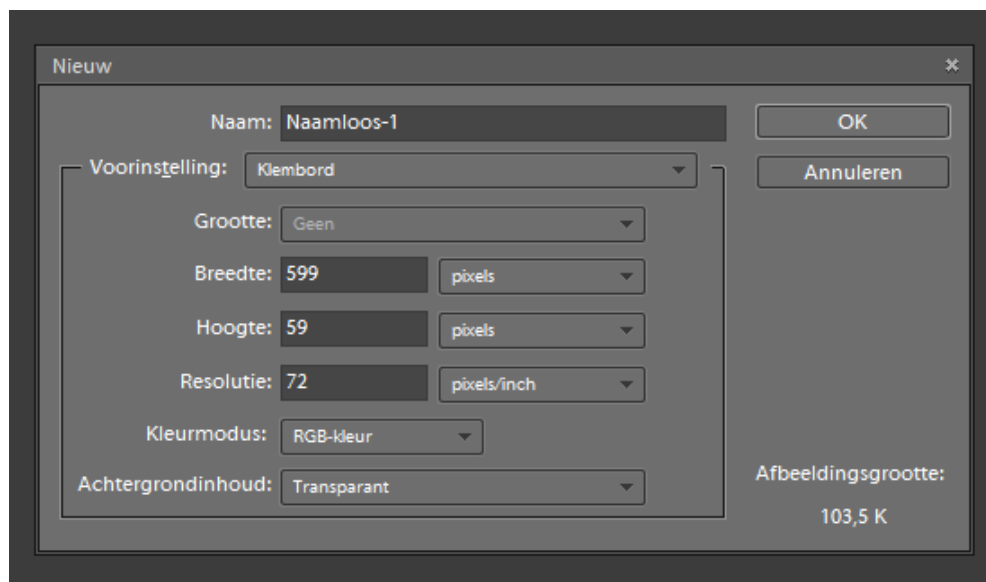
18.2 Indeling website

Eerst heb ik de background veranderd. Die bestaat eigenlijk uit 1 klein tekening/foto die dan vele keren word herhaald. Dit is de code hiervan:

```
94  
95 ☐ <body background="images/achtergrond sterren.bmp">  
96
```

En dit moet je natuurlijk aanpassen op al je paginas, die je zou willen hebben.

Ik heb als titel van de site geen tekst aangepast maar ik heb een foto ingevoegd. Deze foto is gewoon een tekst waarbij de zogezegde 'witte' achtergrond is wegwerkt. Als je dit niet doet krijg je een witte



achtergrond achter je titel en kan je de achtergrond niet zien. De witte achtergrond verwijderen doe je het best met het programma PhotoShop. Of je kan ook een nieuw bestand aanmaken via photoshop en als begin een transparante achtergrond te kiezen.

Hierbij zorg je ook dat het op elke pagina staat als je dit wenst.

Ik heb de knoppen ook aangepast omdat de knoppen bij de site van de Arkey waren net als piano toetsen wat bij hun GIP paste. Ik heb de knoppen dus via photoshop aangepast. Eerst heb ik ze helemaal wit gekleurd en daarna een pictogram van een telescoop erop geplaatst. En heb ik ook een kleine aanpassing gedaan wanneer de knop is ingedrukt. Dan word de kleur rond de tekst blauw. Al de foto's of figuren die je op je site wilt zetten zet je het best in een aparte map. Zoals hier staan die in de map 'Images'. Dus bij de startpagina (index.html) moet de knop van startpagina ingedrukt zijn en de rest van de knoppen moeten de gewone knop zijn.

Index.html :

```
114 <div id="knoppen">
115 
116 <a href="nieuws.html"></a>
117 <a href="groepen.html" ></a>
118 <a href="fotos.html"></a>
119 <a href="links.html"></a>
120 <a href="contact.html"></a>
121
122
123
124 </div>
```

En bij nieuws.html:

```
183 <div id="knoppen">
184 <a href="index.html"></a>
185 
186 <a href="groepen.html" ></a>
187 <a href="fotos.html"></a>
188 <a href="links.html"></a>
189 <a href="contact.html"></a>
190
191 </div>
```

Je moet er ook voor zorgen dat je de bestandsnamen perfect juist gelinkt zijn. Hou dus ook zeker rekening met de **hoofdletters**.

18.2.1 startpagina

Bij de startpagina heb ik een inleiding getypt over de GIP. En heb er ook onze klasfoto bij geplaatst
Alle gegevens of foto's die je in de site zet moet je in het division van container zetten. Dit is eigenlijk het middenstuk van de site. Zo ziet de tekst eruit:

```
104 <div id="container">
105 <h1 align="center" style="font-size:25px; font-style:normal; font:'Comic Sans MS';">WELKOM </h1>
106 <p style="padding-left:20px; padding-right:20px; font-size:18px;"> Wij zijn 11 leerlingen van het zesde
107 Industriële Wetenschappen uit het VTI van Torhout.
108 Ieder jaar maakt onze richting in z'n laatste jaar een geïntegreerde proef (GIP).
109 Dit jaar bouwen we verder op de telescoop die 6IW al heeft gemaakt in het schooljaar 2010-2011.
110 We maken er ook een besturing en een bijhorende koepel bij. <br> <br>
111 Leerlingen: Tom Deroo, Ward Hardy, Joris Mergaert, Bart Samaey, Thibault Steen, Axel Tavernier, Robin Vande Velde,
112 Matthias Vanhoutte, Arne Vanthorre, Gill Vanwassenhove en Floris Verscheure.<br>
113 -Klaster: Dehr. Verhaeghe </p>
```

Dit teken
 betekent een line break. Dit wil zeggen dat je de tekst die erna komt naar de volgende regel gaat. Als je een dubbele line break gebruikt met een spatie ertussen verkrijgt je een nieuwe alinea.

Om de klasfoto in te voegen:

```
114 
```


18.2.2 Nieuws

Dit deel van de site gebruik je om belangrijke dingen mee te delen in verband met de GIP. Voor de datum gebruik ik gewoon een figuur met daarop de datum. Dit pas je weer aan in photoshop of in paint.

```
156 
157 <p style="padding-left:20px; padding-right:20px; font-size:18px;"> Op onze eerste schoolc
```

18.2.3 Groepen

Dit deel is om meer info te hebben over hoe de groepen ingedeeld waren. Dit is gewoon weer tekst invoegen en/of een foto.

18.2.4 Foto's

Hier verzamel je al je foto's die je op je site wilt zetten. Dit doe je het best met visuals slide show. Dit is al uitgelegd bij de algemene GIP site.

18.2.5 Links

Op dit deel heb ik de link van de school gezet en ook de link van de Facebook pagina van de school. Als knop neem je gewoon weer een foto die je bewerkt en daarna geef je een area in waar je klikt op welke site je terechtkomt.

Als je niet weet hoe je dit moet doen kopieer je dit deel best van 1 van de vorige GIP-sites.

18.2.6 Contact

Bij contact vind je de contactgegevens over onze GIP. Dit houdt dus in: het adres en gegevens van het VTI en de leerkrachten die er bij betrokken zijn. Om dit aantrekkelijk te maken en niet moeilijk maak je dit best in een figuur en zet je die figuur gewoon op dit deel.

18.2.7 Tips

Nuttige tips kunnen zijn dat je mensen vraagt die ofwel aan de website hebben gewerkt of iets kennen van webdesign, om eens uitleg te komen geven. Dit is ook niet de enige GIP die verslag heeft gemaakt over de website. Neem dus ook gerust een kijkje in de andere GIP boeken.

19 Dankwoord

We willen vooral al de mensen bedanken van Universiteit Gent die geholpen hebben bij het monteren van de spiegels in de kijkerbuizen. En het verlenen van alle tekeningen l.v.m. het onderstel. Daarnaast bedanken we ook onze leerkrachten voor het vervoer.

Bovendien bedanken wij Dhr D. Vanhauwaert bedanken voor alle hulp bij het lassen van ons onderstel. En voor alle informatie die hij ons gegeven heeft omtrent de verschillende soorten lassymbolen.

Onze dank gaat ui naar Dhr Verhaeghe voor het helpen van alle berekeningen me ons onderstel. Verder zouden we ook Dhr Seys willen bedanken voor het bestellen van onze lagers en ons de nodige informatie erover te geven. Als het slijpwerk van de hefbomen (reductiekast). Ook willen Mvr De Laere willen danken voor het controleren van al onze tekeningen op mogelijke fouten. Zowel van het onderstel, reductiekast als de koepel.

Graag zouden wij Dhr Vandierendock danken voor al het freeswerk van de reductiekast.

Ook danken wij Dhr Hemeryck en Dhr Werbrouck voor alle hulp en informatie aan de elektrische kast.

Wij willen vooral een dankwoord toe schrijven aan Tom Hollevoet voor de uitleg.

Ten laatste bedanken wij Dhr. Jonckheere, Mevr Olevier en Dhr. Vereecke bedanken voor de hulp in verband met het uittypen van ons GIP dossier.

20 Bronvermelding

4 Astronomie:

<http://www.spacepage.be/artikelen/sterrenkunde/algemene-info/wat-is-astronomie>
<https://onzetaal.nl/taaladvies/advies/astrologie-astronomie>
<http://www.encyclo.nl/zoek.php?woord=meteoor>
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Planeto%C3%AFde>
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Zon>
<http://onszonnestelsel.nl/de-levenscyclus-van-een-ster/>
http://www.urania.be/astronomie/sterrenkunde/zonnestelsel/terrestrische_planeten
<http://www.sterrenkunde.nl/index/encyclopedie/hst.html>
http://www.astronomie.nl/#!/encyclopedie/inleiding-sterrenkunde/_detail/external_gli/donkere-materie-en-donkere-energie/
<http://www.astroforum.nl/astrowiki/index.php/Sterrenstelsels>
<http://www.urania.be/astronomie/sterrenkunde/zonnestelsel/aarde/maan>
<http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=782355>

5 Soorten kijkers

<http://www.natuurkunde.nl/artikelen/view.do?supportId=782355>
http://nl.wikipedia.org/wiki/Menselijk_oog
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Spiegeltelescoop>
<http://www.sterrenkijker.nl/lensofspiegel.html>

Gip-boek telescoop 2010-2011 (614)

6 Soorten spiegels

<http://secundair.deboeck.com/resource/extra/9789045523828/KW1A-proef.pdf>
<http://everyoneweb.com/WA/DataFilesSmartdoc/BundeltjeKarelExamenFysicaVersieaPDF.pdf>
<http://users.telenet.be/amateurastronomie/telescopen.html>

7 Colimeren van lenzen

<http://www.spacepage.be/artikelen/waarnemen/telescopen-en-accessoires/collimeren-van-een-telescoop>
<http://skywatcher-telescoopervaringen.blogspot.be/2011/02/collimeren-van-telescoopspiegels.html>

8 Studie van lassymbolen

http://home.scarlet.be/elo_afd.em/6EM/Lassymbolen%20bij%20technisch%20tekenen.htm
[http://www.vanotools.nl/infosite/pages/Techniek%20&%20know%20how/Technische%20informatie%20Lassymbolen%20\(2\)%20.html](http://www.vanotools.nl/infosite/pages/Techniek%20&%20know%20how/Technische%20informatie%20Lassymbolen%20(2)%20.html)
http://www.nil.nl/public/cms/lists/upload/54_lassymbolen_1.pdf
http://www.nil.nl/public/cms/lists/upload/55_lassymbolen_2.pdf

9 Keuzemogelijkheid aantal kijkbuizen

<http://users.telenet.be/amateurastronomie/telescopen.html>

<http://www.ktabrugge.be/telescoop>

<http://www.rcopticalsystems.com/telescopes/20military.html>

10 Soorten monteringen

[http://nl.wikipedia.org/wiki/Montering_\(telescoop\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Montering_(telescoop))

<http://www.sterrenkijker.nl/montering.html>

<http://www.cynosura.nl/telescoopmonteringen/>

<http://users.telenet.be/amateurastronomie/telescopen.html>

11 Onderstel telescoop

<http://www.mechanismen.be/mechanismen/lagers/lagertechnologie2.pdf>

<http://www.mechanismen.be/mechanismen/lagers/lagertechnologie2.pdf>

12 Reductie

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Wrijvingsco%C3%ABffici%C3%ABnt>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Rolweerstand>

cursus mechanica 6^e jaar – Dhr. Verhaeghe

13 Koepel

http://staalprijzen.nl/images/stories/archief/2012/20120217/20120217_bruto_prijslijst_staalprijzen_plaat.pdf

http://staalprijzen.nl/images/stories/archief/2012/20120411/20120411_bruto_prijslijst_staalprijzen_koker.pdf

<http://www.ijzershop.nl/161-hoekprofiel>

<http://www.ijzershop.nl/158-strip>

14 Elektronica en 15 Motoren

<http://www.fraxeon.com/nl/werking-en-aansluiting-van-stappenmotoren>
<http://www.youtube.com/watch?v=bngx2dKI5jU&list=PL498A46719C7F9B1D>
<http://www.rtcoostvlaanderen.be/media/docs/Beckhoff-PLC/Cursus%20Stappenmotor.pdf>
[http://wiki.edu-lab.nl/\(S\(cdlxz255y2pvtr55ngprx455\)\)/Print.aspx?Page=Stappenmotor-en-Servomotor](http://wiki.edu-lab.nl/(S(cdlxz255y2pvtr55ngprx455))/Print.aspx?Page=Stappenmotor-en-Servomotor)
http://dspace.howest.be/bitstream/10046/770/1/Thesis_ISMA.pdf
<http://www.rtcoostvlaanderen.be/media/docs/BeckhoffPLC/Cursus%20Stappenmotor.pdf>
<http://www.tisj.com/ian.claesen/index/frame%20rechts/Cursus/Elektriciteit/Stappenmotoren/cursus.pdf>
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Aardlekschakelaar#Werking>
<http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/tutorial/h-bridge/index.html>
<http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/tutorial/h-bridge/bjt-circuit.html>
<http://www.cmst.be/student/scripties/2006/verplancke.pdf>
<http://www.newark.com/tdk-lambda/ls505/unknown/dp/08N3007>
<http://www.conrad.com/ce/en/product/511817/TDK-Lambda-LS-50-5-50W-AC-DC-Enclosed-Power-Supply-Chassis-Mount-5Vdc-10A?ref=searchDetail>
<https://shop.rexel.nl/beveiligingscomponenten/eaton-moeller/272481/eaton-moeller-beltransformator-tr-240vac-4-8-12vac-1-1-0-67a-breedte-36mm/product/818683;jsessionid=53D208EB3AB4B4203602381668974BE8.hybris1>
[cursus 'Elektriciteit 3'](#)
http://www.elomax.nl/site/hc11/cursus/hc11cursusles1_2.html

- **Ventilator**

http://www.jmcproducts.com/wp-content/uploads/2012/02/08002B0004_A.pdf

De JMC FAN, 80x25 MM 12V, DC hebben we in de schakeling opgenomen om koeling te voorzien aan de H-bruggen. Alle specificaties van deze Fan zijn te vinden in tabellen op het datablad. We hadden een Fan met goede airflow nodig. Van deze Fan bedraagt dit 54,1 cfm (cubic foot/minute) of 1,53 kubieke meter per minuut.

- **Inbouwnetvoeding**

<http://www.conrad.be/ce/nl/product/511817/Inbouwnetvoeding-5-VDC-10-A-50-W-TDK-Lambda-LS50-5?ref=searchDetail>

Deze databladen we hebben gebruikt om te weten wat de waarden van de in- en uitgangsstroom en spanning van deze netvoeding bedraagt. De belangrijkste waarde was deze van de uitgangsstroom, want deze moest groot genoeg zijn om de stappenmotoren te bekrachtigen.

Stappenmotor PK264AE-SG36

http://www.orientalmotor.com/products/pdfs/2012-2013/A/usa_st_pk_motor_only_overview.pdf

paginas A-278 tot en met A-281

Op deze datablader hebben we de gegevens gebruikt van de bipolaire (parallel) stappenmotor. Deze gegevens zijn gebruikt voor berekeningen van de reductie en om de minimale fasespanning te bepalen. Als er gegevens worden gebruikt van stappenmotor in de loop van de gipboek kunt u telkens kijken in de datablader van waar die gebruikte gegevens komen.

- **Microcontroller**

<http://www.matrixmultimedia.com/datasheets/ECIO-60-2.pdf>

De datablader hebben we gebruikt om de pinconfiguratie van de ecio40P microcontroller op te zoeken zodat we weten hoe elke pin moet geprogrammeerd worden; zodat pinnen van de microcontroller niet zouden programmeren als uitgang of als we een ingang gebruiken. Alle belangrijke gegevens van de ecio40P zijn te vinden op pagina 3 van de datablader.

- **H-Brug**

https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf

Deze pagina's hebben we gebruikt om te weten hoeveel warmte er in de H-Brug ontwikkeld wordt. Dit hebben we gedaan met behulp van het aantal watt dat de H-brug verbruikt en deze zijn te vinden in de gegevenstabellen op pagina 2. Aangezien de temperatuur hoog opliep hebben een ventilator geïnstalleerd. We hebben deze datablader ook gebruikt om de opbouw van de H-brug te begrijpen.

- **Ethernet Relay Card**

https://www.velleman.eu/downloads/0/modules/usermanual_vm201.pdf

Via deze interface is het mogelijk om de stappenmotoren te doen draaien via internet dit met behulp van een router. Daarvoor hadden we wel eerst password en een IP adres nodig. In de datablader kun je in een korte en handige manier alle functies leren en begrijpen, en vind je ook op welke verschillende manieren de card gebruikt kan worden.

16 Astrofotografie

www.teleschoopexpert.nl

www.astroforum.be

www.ebay.be

www.google.be (afbeeldingen)

diverse boeken uit bibliotheek

hobbyisten astronomie (blogs ed.)