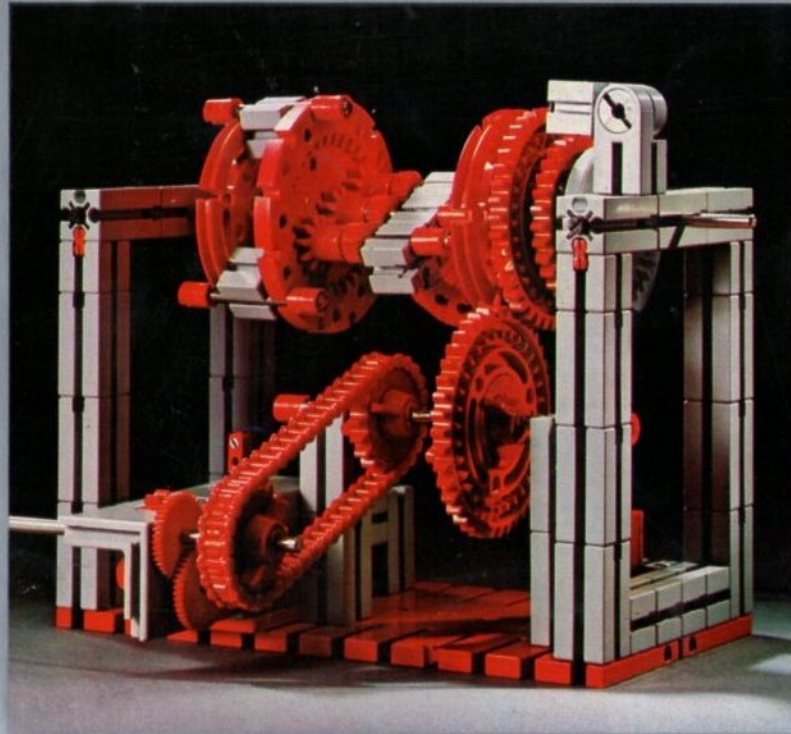


# fischer<sup>®</sup>technik hobby

experimenten en modellen



met hobby 1+2

met motoren aangedreven machines  
tandwielaandrijving · kettingaandrijving

motorvermogen

aanpassen van het toerental

mechanische besturingen

eenvoudige gereedschapswerktuigen

transportbanden

Art. Nr. 6 394087

**hobby 2**  
**deel 1**

# fischertechnik<sup>®</sup>hobby

experimenten en modellen

**met hobby 1 + 2** en rails fischertechnik 058

met motoren aangedreven machines  
tandwielaandrijving  
kettingaandrijving  
motorvermogen  
aanpassen van het toerental  
mechanische besturingen  
eenvoudige gereedschapswerktuigen  
transportbanden

---

**hobby 2**  
**deel 1**



## Voorwoord

Deel 2-1 van de serie »experimenten en modellen« is geschreven voor de bezitters van de dozen hobby 1 en 2. Maar het boek is even interessant voor de bezitters van de bouwdozen 50 – 50/1 – 50/2 – 50/3, die tezamen het speelkader 300 vormen, en de bouwdozen mot. 1 – mot. 2 – mot. 3.

Met deel 1-1 heeft u praktische ervaring op kunnen doen in het bouwen en konstrueren met fischertechnik. Daarnaast bood dit eerste deel een kennismaking met de grondbeginselen van de mechanika.

Ook in dit boek worden een aantal technische principes besproken, hoewel daar zeker niet de nadruk op wordt gelegd. Een grote verscheidenheid aan modellen biedt alle gelegenheid de ervaring met het eerste boek opgedaan, uit te breiden. Op die manier krijgt u de kennis die nodig is voor het zelf ontwerpen van modellen.

De theorie van de werktuigbouw – met een aantal functionele modellen – wordt in de volgende delen van de hobby-2 serie gegeven.

Met de elektromotor kunnen de verschillende modellen worden aangedreven. Voor het juiste gebruik ervan en de aansluitmogelijkheden geeft het eerste hoofdstuk een aantal aanwijzingen. Wie zich hieraan houdt zal lang plezier van z'n motor hebben.

Bij de modellen is bewust voorbij gegaan aan een volkomen natuurgetrouwe weergave. De nadruk ligt op het duidelijk en precies weergeven van de technische principes en functies. Wie daar zin in heeft kan de modellen natuurlijk »echter« maken, waarvoor aanvullingsdozen en verpakkingen verkrijgbaar zijn.

Bepaalde gedeelten van dit boek zijn in een kleinere letter gezet om aan te geven dat het een stuk theorie betreft, dat niet noodzakelijk is voor het werken met en het begrijpen van de modellen.

En nu veel plezier gewenst door

uw



# Inhoudsopgave

	pag.		pag.
de fischertechnik motor	4	tandradbaan	42
platte batterij – batterijhouder – netvoedingsapparaat	4	klimlift	44
inwendige van de motor	7	trapsgewijs schakelmechanisme	46
tafelventilator	8	uren- en minutenwijzer	48
elektrische wagen	10	heimachine met motoraandrijving	50
transmissie met rechte tandwielen	12	roertoestel met planetaire aandrijving	52
wormas aandrijving	14	terugkerende planetaire aandrijving	54
secondenwijzer	16	differentieel	56
schakelmechanisme	18	planetaire aandrijving met inwendig vertand tandwiel	58
schakelmechanisme met achteruit	20		
fischertechnik trapsgewijze transmissie	22	gereedschapswerktuigen	60
keerkoppeling met kegeltandwielen	24	valhamer	61
kroonwiel aandrijving	25	veerhamer	64
uurwerk met seconden- en minutenwijzer	26	persen	66
ellipsen tekenmachine	28	cirkelzaag	68
		beugelzaag	70
centrifuge	30	spil of kaapstander	72
kettingaandrijving	32	transportband	74
kettingen over verscheidene assen	34	schudgoot	76
overbrengen van een groter koppel	35	graafschopmachine	78
motorvermogen	38	overzicht fischertechnik hobby-boeken	80

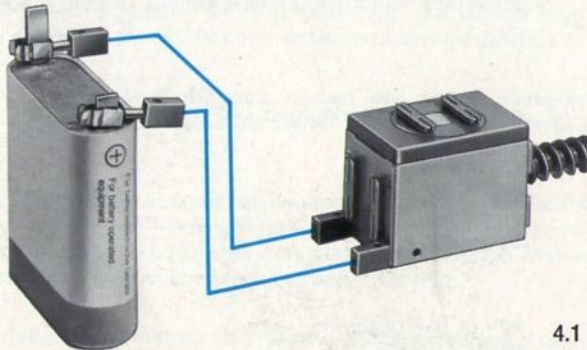
## De fischertechnik motor

### Motor met permanente magneet

De motor van doos hobby 2 heeft een permanente magneet en hij draait alleen op gelijkstroom. Het voordeel van een gelijkstroom-motor is dat we de draairichting gemakkelijk kunnen omkeren. Daarvoor hoeven we alleen de aansluitkabeltjes van plaats te verwisselen op de stroombron. De voedingsspanning ligt tussen de 3 en 8 volt. De volgende aansluitingen zijn mogelijk.

### 4,5 volt platte batterij

Deze batterij is in elke elektriciteitswinkel en huishoudelijke zaak te koop. Met de twee klemkontakten van hobby 2 buigen we de koperen kontakttongen van de batterij om en sluiten we de motor aan zoals in fig. 4.1 is aangegeven.



4.1

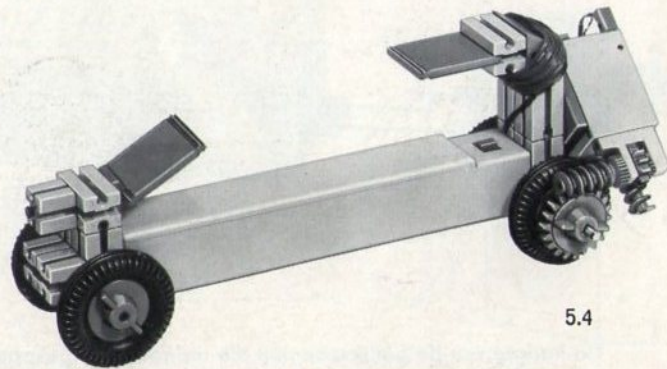
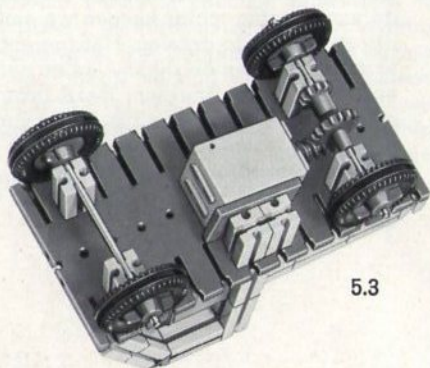
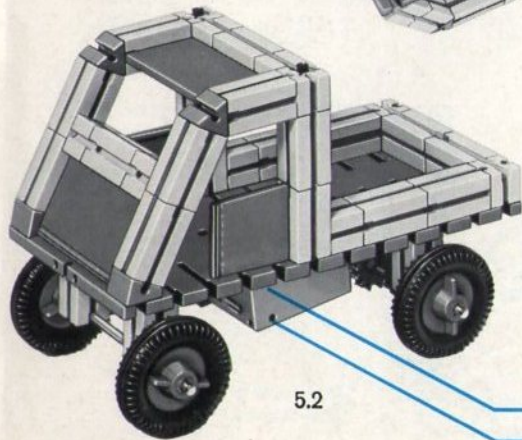
Verwisselen we de aansluitingen op de batterij (of op de motor) dan gaat de motor de andere kant op draaien. Dit is eigenlijk een

nogal primitieve methode die we in het vervolg alleen bij experimenten toepassen.

### Batterijhouder mot. 5

De batterijhouder is een plastic doos waarin 3 staafbatterijtjes van elk 1,5 volt passen. Bij elkaar leveren zij een spanning van 4,5 volt. In de houder is precies aangegeven hoe de batterijtjes achter elkaar moeten liggen. Houd deze volgorde en stand aan, omdat anders de batterijen geen goed contact met elkaar maken en de spanning van 4,5 volt niet wordt geleverd. Lege batterijen halen we onmiddellijk uit de houder om te voorkomen dat ze leeglopen, waardoor de kontaktstrippen zouden kunnen worden aangetast. Ook als we de houder een tijd niet gebruiken, halen we de batterijen er uit en bewaren deze op een droge plaats. Het is dan niet nodig om de veel duurdere »leak-proof« batterijen te kopen.

De batterijhouder als stroombron heeft het voordeel dat we er ook de draairichting van de motor mee kunnen omkeren. Er zit namelijk een poolomkeerschakelaar ingebouwd. Door het knopje van links naar rechts te schuiven laten we de motor linksom of rechtsom draaien. In de middenstand is de stroom uitgeschakeld. Met de batterijhouder en een paar lange kabels kunnen we heel goed een wagen vooruit en achteruit laten rijden. De batterijhouder is overigens ook heel eenvoudig in het voertuig zelf te bouwen (fig. 5.4).



links  
uit  
rechts

openen met muntstuk

5.1

batterijhouder  
fischertechnik mot. 5

5

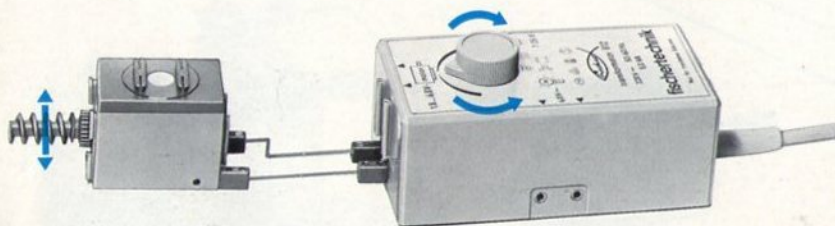
### fischertechnik netvoedingsapparaat

Bij uitgebreide experimenten zijn de batterijen gauw op en ook een model dat langere tijd laten draaien verbruikt veel stroom. Veel voordeliger is het om een netvoedingsapparaat mot. 4 te nemen. Ze zijn te krijgen voor 220 V of 110 V wisselstroom.

### Netvoedingsapparaat mot. 4

De netvoedingsapparaat mot. 4 (fig. 6.1) is een universeel toe te passen stroombron en komt aan alle wensen van de modelbouwers tegemoet.

In de middenstand is de stroom uitgeschakeld. De draairichting van de aangesloten motor kunnen we omkeren door de knop naar links of naar rechts te draaien. Het toerental is eveneens met deze knop te stellen in. Aan de zijkant van de netvoedingsapparaat mot. 4 zitten nog twee aansluitbussen. Deze leveren een wisselstroom van ongeveer 6,8 volt, die wordt gebruikt voor de experimenten met hobby 3 en 4. De ft-motor mogen we er niet op aansluiten omdat deze een gelijkstroommotor is. Door het snelle wisselen van de stroomrichting blijft de motor brommend stilstaan en zal de wikkeling tenslotte doorbranden.



6.1

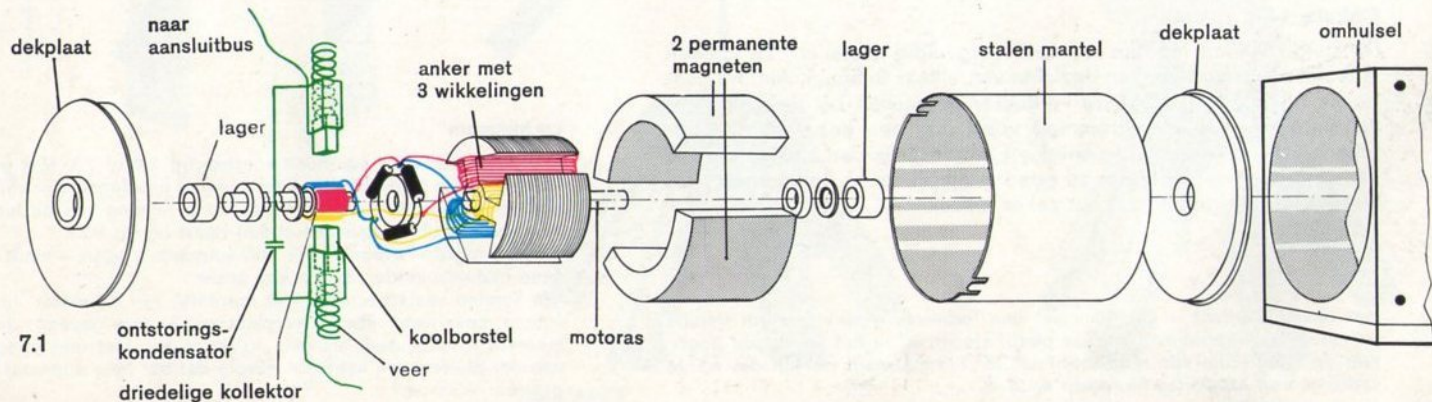
De hoogte van de gelijkspanning die de netvoedingsapparaat levert is met de draaiknop tussen 0 en  $\pm 7$  volt trapsgewijs in te stellen.

De ft-netvoedingsapparaat mot.4 is speciaal ontwikkeld voor en afgestemd op de motoren, elektromechanische en elektronische onderdelen van fischertechnik. Het gebruik van deze netvoedingsapparaat garandeert een goede werking van de verschillende elementen. De netvoedingsapparaat heeft bovendien een automatische schakelaar die de stroomtoevoer uitschakelt bij oververhitting of overbelasting. Sluit nooit een ft-motor of enig ander elektrisch onderdeel rechtstreeks aan op het normale stopcontact. Dat is levensgevaarlijk.

Het onderdeel gaat zondermeer stuk. Experimenten met de spanning van het normale huisnet kunnen een dodelijke afloop hebben, begin er niet aan!

Transformators van elektrische spoortreinen zijn in het algemeen minder geschikt en als ze wisselstroom leveren in het geheel niet bruikbaar.

Figuur 7.2 geeft een beeld van de konstruktie van de motor. De volgende pagina's behandelen modellen die met deze motor worden aangedreven.



7.1



## Tafelventilator

Wanneer ons hoofd bij het leren omloopt dan kan een tafelventilator vlg. fig. 9.1 goede diensten bewijzen. Bij het verplaatsen van de draaiende ventilator moeten we wel oppassen voor de propellor. In de praktijk zijn de vinnen dan ook van zacht materiaal gemaakt, bijvoorbeeld gummi. Een andere oplossing is een beschermkap van ijzerdraad. De propellor zit direkt op de as van het asblok. Het tandwiel daarvan grijpt in de worm van de motor. Op de as is met behulp van een kabeltrommel een bouwsteen 15 met 2 nokken bevestigd. De vinnen steken in bouwstenen 15 met een rode, ronde nok. Met deze konstruktie kunnen we de hoek of schuinstand van de propellor veranderen. (Aanvullingsdoos 027 bevat echte propellers). Draai de vlaknaaf goed aan, anders gaat de ventilator om z'n as tollen (fig. 9.2).

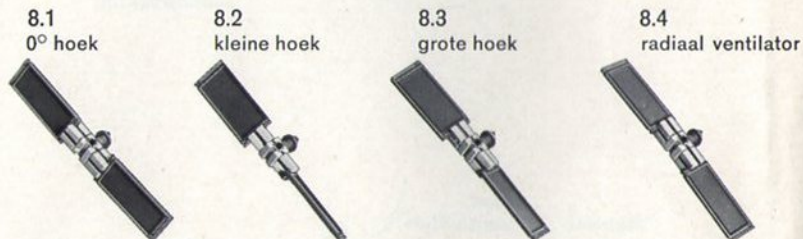
### Onbalans

De beide vinnen moeten we zeer zorgvuldig afstellen. Ze dienen volkomen symmetrisch ten opzichte van elkaar te staan. Anders gaat de as tuimelen en staat de ventilator te dansen op de tafel. Het ventilatorwiel (de kabeltrommel) heeft dan een onbalans. Dit betekent dat het wiel aan de ene kant zwaarder is dan aan de andere kant. Probeer de ventilator zo goed mogelijk uit te balanceren, met wat zoeken en geduld zal dat zeker lukken.

Het beste resultaat – optimum met een technisch woord – wordt bereikt wanneer de zwaartelijnen van de platte stenen 60 in het verlengde liggen met de zwaartelijn van de bouwsteen 15. Tevens moet de lijn die we zo verkrijgen de aandrijfjas loodrecht snijden.

### Stand van de vinnen – Draairichting van de motor

De stand van de vinnen en de draairichting van de motor bepalen in welke richting de lucht wordt aangezogen en weggeblazen. Ook de »vinhelling« (zie fig. 8.1 t/m 8.4) is belangrijk. Bij een hoek van  $0^\circ$  (fig. 8.1) ontstaat praktisch geen luchtstroom in de richting van de as. Zetten we beide vinnen loodrecht (fig. 8.4) dan wordt de lucht niet langs de as gedrukt, maar opzij, van binnen naar buiten. De ventilator werkt dan als radiaalventilator. Meestal wordt een luchtstroom gewenst die langs de as loopt (van voren naar achter of omgekeerd).

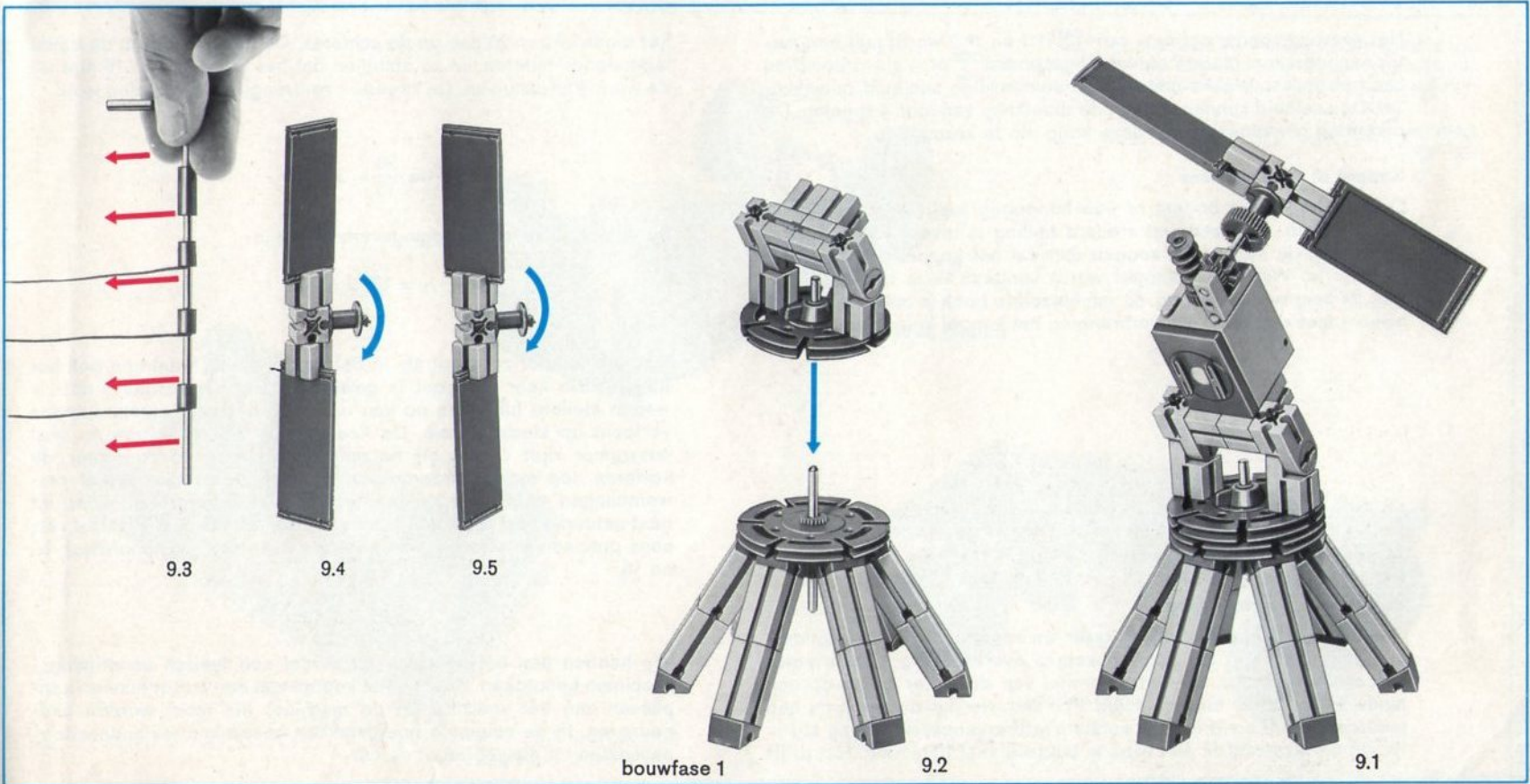


### Luchtstroom

Men kiest daarvoor een hoek volgens fig. 8.2 of 8.3. Met een wollen draad kunnen we de luchtstroom waarnemen en proefondervindelijk de beste hoek bepalen. Welk verband is er tussen de richting van de luchtstroom en de vinstand? Welke figuur (9.4 of 9.5) hoort bij fig. 9.3?

Het antwoord – evenals voor alle volgende vragen – vindt u steeds een of twee pagina's verder, op z'n kop gezet.

We kunnen vaststellen dat het toerental van de motor daalt naarmate de vinnen meer lucht moeten verplaatsen. Anders gezegd: de vinnen werken meer of minder sterk als rem op de motor. Het niet goed vastzetten van één der plattenerven heeft tot gevolg dat het hele apparaat om zijn as gaat draaien. Waarom?



9.3

9.4

9.5

bouwfase 1

9.2

9.1

## Elektrische wagen

Het voertuig zonder opbouw van fig. 11.1 en 11.2 wordt met een motor aangedreven. Met de netvoedingsapparaat mot. 4 als stroombron kan het op een vlakke ondergrond een aardige snelheid ontwikkelen. De snelheid kunnen we met de draaiknop van mot. 4 regelen. De rijrichting is eveneens met deze knop om te keren.

### Koppel of draaimoment

Op een hobbelige bodem of een hoogpolig tapijt rijdt het model minder goed. Ook een wat steilere helling is teveel voor de trekkracht van de motor. We zeggen dan dat het koppel van de motor te klein is. Wat onder koppel wordt verstaan is in hobby 1-1 op pag. 24 besproken. Op pag. 68 van hetzelfde boek is ook uiteengezet hoe we met een tandwieloverbrenging het koppel kunnen vergroten.

### Veranderde overbrenging

We gaan dat in ons model toepassen en bouwen een tandwieloverbrenging (fig. 11.3). De oorspronkelijke overbrenging tussen motor en achteras was  $i = 10$ . Het wormwiel van de motor greep op een tandwiel in met 10 tanden. In fig. 11.3 zien we dat de worm nu een tandwiel  $z = 15$  aandrijft. De eerste overbrengingsverhouding is  $i = 15$ . Op de tussenas zit een tweede tandwiel met 10 tanden. Het drijft

het tandwiel  $z = 20$  aan op de achteras. De afstand tussen de beide lagerstenen moeten we zo afstellen dat het tandwiel  $z = 15$  niet uit de worm kan schuiven. De tweede overbrengingsverhouding is nu

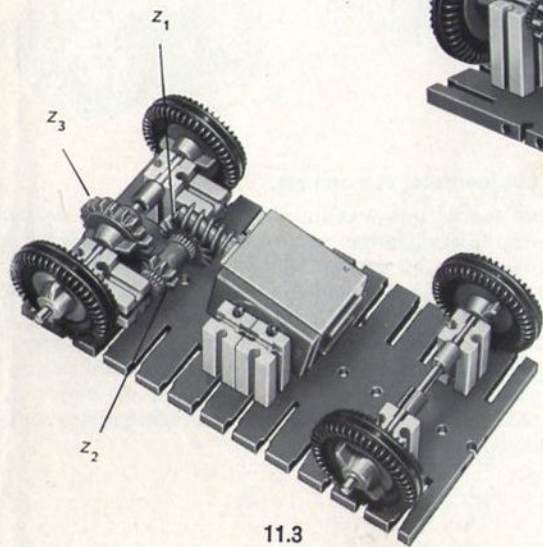
$$i_2 = \frac{z_3}{z_2} = \frac{20}{10} = 2$$

De uiteindelijke overbrengingsverhouding is

$$i = i_1 \cdot i_2 = 15 \cdot 2 = 30$$

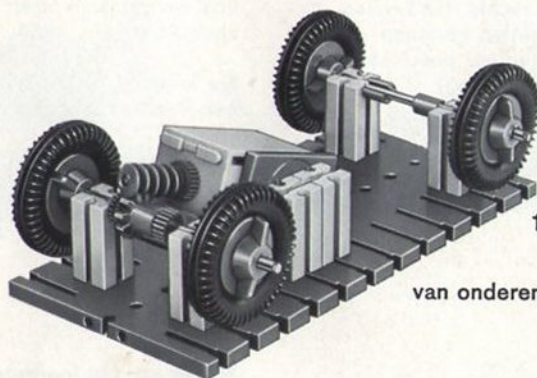
Dat is drie keer zo groot als in het eerste geval, waarmee ook het koppel drie keer zo groot is geworden. Met als resultaat dat de wagen steilere hellingen op kan rijden en betere rijeigenschappen vertoont op slecht terrein. De keerzijde is dat de wagen nu veel langzamer rijdt omdat bij hetzelfde toerental van de motor de achteras nog maar eenderde van het oorspronkelijke aantal omtentelingen maakt. We kunnen het koppel wel vergroten, maar dat gaat natuurlijk wel ten koste van het toerental. Wie het allemaal nog eens precies wil nalezen, verwijzen we naar deel 1-1, hoofdstuk 15 en 16.

We hebben aan de hand van dit model een typisch aandrijvingsprobleem besproken. Hoe we het koppel van een motor kunnen aanpassen aan het voertuig (of de machine) die moet worden aangedreven. In de volgende hoofdstukken bespreken we andere toepassingen op dit gebied.



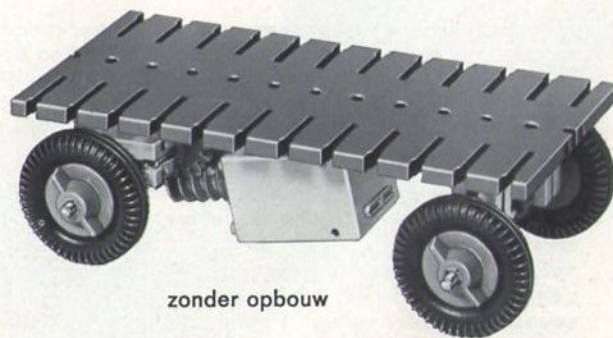
11.3

van onderen gezien



11.2

van onderen gezien



zonder opbouw

11.1

De stuwkracht van de ventilatorvleugel grijpt zijdelings op het draaipunt van het bovendeel aan. Daardoor ontstaat een koppel, dat de draaiing veroorzaakt.

Door de weerstand van de lucht.  
9.5 klopt.

# Trapsgewijze transmissie met rechte tandwielen

Het is de moeite waard om eens te onderzoeken welke overbrengingsverhoudingen we kunnen krijgen met alle rechte tandwielen van de dozen hobby 1 en 2. Onder rechte tandwielen verstaan we hier alle wielen met de tanden op de omtrek. In totaal beschikken we over: 3 tandwielen Z 10 (ook wel rondsels genaamd), 3 tandwielen Z 20, 2 tandwielen Z 30 en 2 tandwielen Z 40.

De beide tandwielen Z 15 en het tandwiel Z 30 met inwendige verandering laten we voorlopig buiten beschouwing. We bouwen nu de transmissie van fig. 13.1.

## Totale overbrengingsverhouding

Uiteindelijk krijgen we dan een verhouding:

$$i_{\text{totaal}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 = \frac{20}{10} \cdot \frac{30}{10} \cdot \frac{30}{10} \cdot \frac{40}{20} \cdot \frac{40}{20} = 72$$

De linker slinger of kruk moeten we dus 72 keer ronddraaien om de rechter kruk een omwenteling te laten maken. Een dergelijke veeltrappige transmissie heeft een reeks van nadelen. De linker kruk moeten we een heel stuk draaien voor de rechter in beweging komt.

## Tandspeling

Dit is het gevolg van de speling tussen de tanden. Elke tand valt in het gat tussen twee tanden van een ander tandwiel. Om klemmen en vastlopen te voorkomen moet er tussen de tanden een beetje speling zitten. Maar als we een aantal tandwielen achter elkaar zetten dan gaat de som van al die tandspelingen een behoorlijke rol spelen. Een ander nadeel is dat in een dergelijk aandrijfwerk grote wrijvingsverliezen optreden. Probeer de rechter kruk maar eens te draaien. Om dat voor elkaar te krijgen moeten de lagers nauwkeurig

worden afgesteld, de assen moeten we exact gelijk richten om ze zo licht mogelijk te laten lopen en alle navens dienen goed te worden vastgedraaid.

Nu krijgen we wel een toerentalverhoging. Als we de rechter kruk een keer ronddraaien dan maakt de linker 72 omwentelingen.

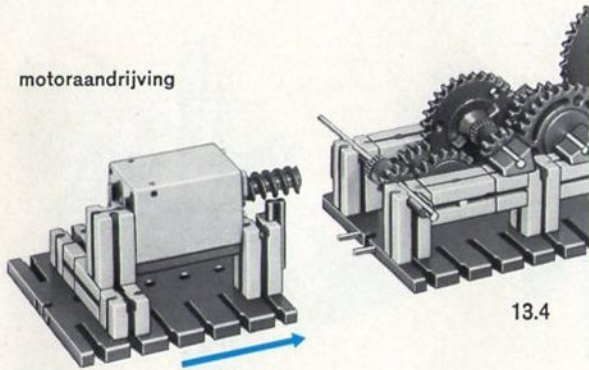
Voor een dergelijke transmissie is veel ruimte nodig en de bouwkosten zijn rijkelijk hoog.

## Meten van het toerental van de motor

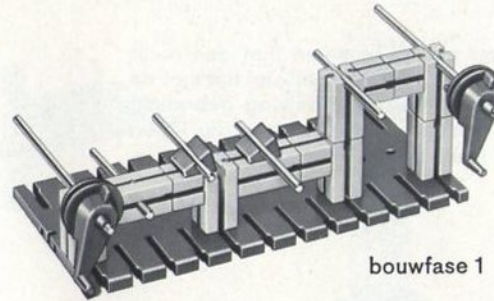
We gaan het model gebruiken om het toerental van de motor te meten (zie fig. 13.4). Daartoe nemen we de tijd op die de rechter kruk nodig heeft om 10 omwentelingen te maken. Als vaste index dient as 30. Laten we aannemen dat we 52 seconden meten. De tijd voor één omwenteling is dan 5,2 seconden. In een minuut maakt de kruk  $60 : 5,2 = 11,5$  omwentelingen. De linker kruk draait dan  $11,5 \cdot 72 = 830$  keer. De wormaandrijving verlaagt het toerental van de motor nogmaals met het tienvoudige. Per minuut zal de motor zelf dus maken:  $10 \cdot 830 = 8300$  toeren. De totale overbrengingsverhouding tussen motor en rechter kruk is  $i = 720$ .

Tenslotte het principe: elke meting van een toerental bestaat uit het tellen van omwentelingen en een tijdmeting.

motoraandrijving

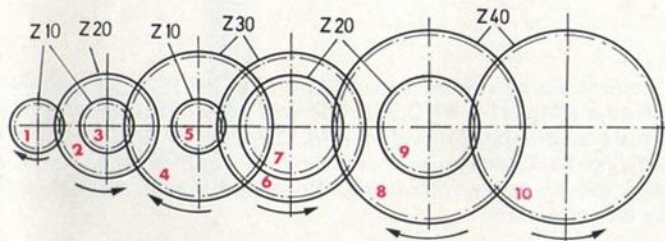


13.4



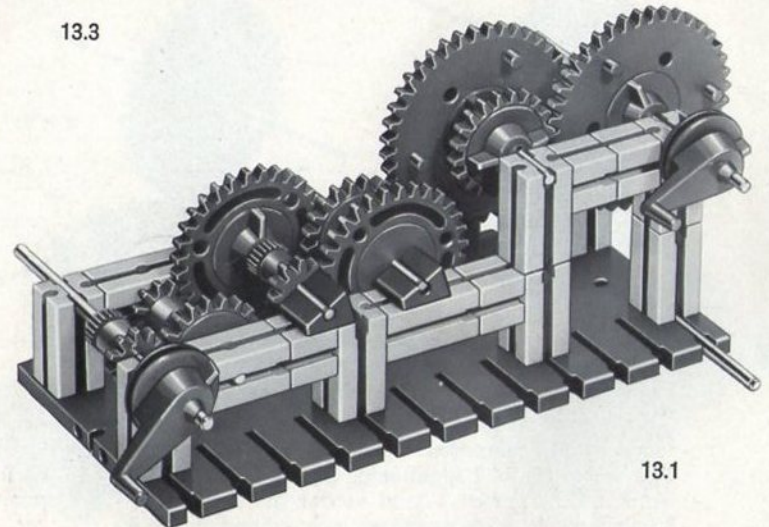
bouwphase 1

13.3



13.2

$$\begin{aligned}
 i_1 &= \frac{n_1}{n_2} & i_2 &= \frac{n_3}{n_4} & i_3 &= \frac{n_5}{n_6} & i_4 &= \frac{n_7}{n_8} & i_5 &= \frac{n_9}{n_{10}} \\
 &= \frac{z_2}{z_1} & &= \frac{z_4}{z_3} & &= \frac{z_6}{z_5} & &= \frac{z_8}{z_7} & &= \frac{z_{10}}{z_9} \\
 &= \frac{20}{10} & &= \frac{30}{10} & &= \frac{30}{10} & &= \frac{40}{20} & &= \frac{40}{20}
 \end{aligned}$$

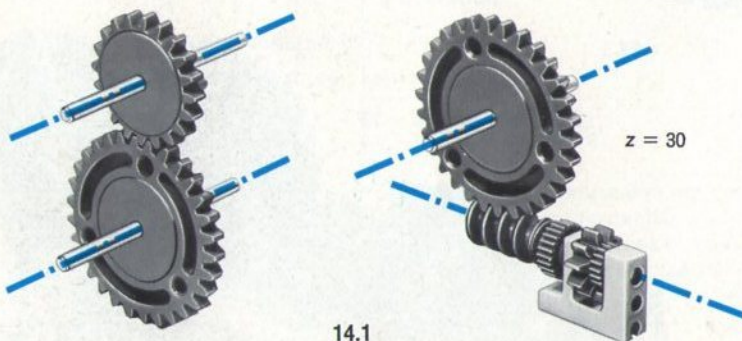


13.1

## Wormasaandrijving

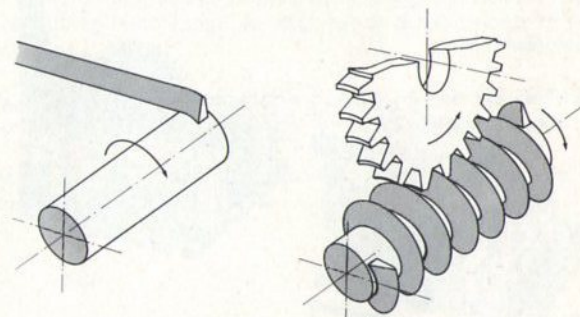
### Wormas en wormwiel

Op de as van de ft-motor zit een worm. Tezamen met een recht tandwiel verkrijgen we een wormaandrijving. Het tandwiel dat met de worm samenwerkt heet het wormwiel. Deze aandrijving gebruiken we wanneer we met twee assen werken die niet evenwijdig lopen (zoals bij de rechte tandwielen) maar haaks op elkaar staan (fig. 14.1).



### Principe

De vertanding op de wormas kunnen we zien als de tand van een tandwiel, die schroefvormig om de as is gewikkeld. Een en ander zien we in fig. 14.2 afgebeeld. Bij elke omwenteling van de worm wordt het wormwiel 1 tand verder gedraaid. Heeft het wormwiel 30 tanden dan is de overbrengingsverhouding  $i = 30$ .



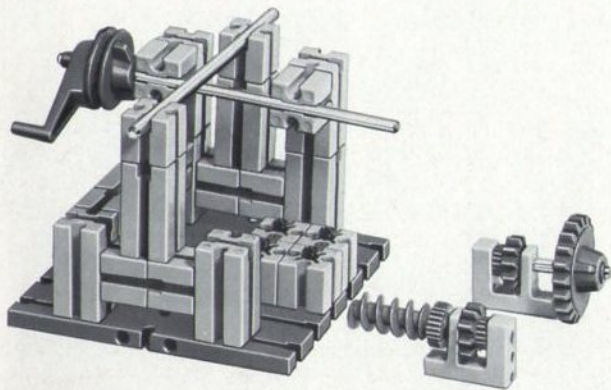
14.2

We bouwen nu een wormasaandrijving naar fig. 15.1. De overbrengingsverhouding is  $i = 80$ . Dit aandrijfwerk neemt veel minder ruimte in dan de tandwielaandrijving van fig. 13.1 met  $i = 72$ . Een wormasaandrijving werkt dus ruimtebesparend en geeft tegelijk een veel hogere overbrengingsverhouding. Bovendien loopt hij bijzonder rustig en geluidsarm.

### Zelfremmend

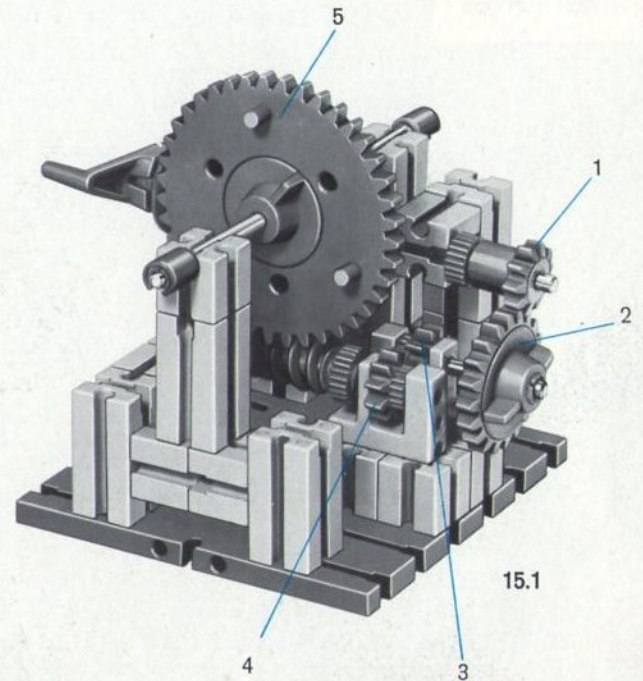
Probeer met de hand het wormwiel te draaien zodat de slinger in beweging komt. Dit lukt niet. De wormas in de uitvoering van de hobbydozen kan wel het wormwiel aandrijven, maar het omgekeerde kan niet. Het wormwiel krijgt de wormas niet aan het draaien. Een dergelijke wormas noemen we zelfremmend.

$$i_{total} = i_1 \times i_2 \times i_3 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4}{z_3} \times z_5 = \frac{20}{10} \times \frac{10}{10} \times 40 = 80$$



boufase 1

15.2



15.1



## Secondenwijzer

Met behulp van de wormas kunnen we grote overbrengingsverhoudingen krijgen. We kunnen hem daarom uitstekend gebruiken voor de aandrijving van de secondenwijzer in een elektrische klok.

We nemen het model van fig. 15.1 en vervangen de kruk door een tandwiel Z 40 en het tandwiel Z 20 door een tandwiel Z 30 (fig. 17.1). Met de draaiknop van mot. 4 kunnen we de motor zo hard laten draaien dat de omloop van de wijzer precies één minuut duurt. De uitvoering van wijzer en wijzerplaat laten we graag aan u over. De wijzerplaat moet in zestig gelijke stukjes zijn verdeeld, elke streep komt overeen met één seconde. Hoe groot is de totaal overbrengingsverhouding? En hoe snel draait de motoras wanneer de secondenwijzer precies in één minuut ronddraait?

### Uitbreidingen

Wie een tweede wormas heeft (bijv. uit de aanvullingsdoos mot. 7) kan een tweede uurwerk bouwen dat de verstreken minuten aangeeft. De overbrengingsverhouding moet zijn  $i_2 = 60$ . Dit kan worden bereikt met een wormas, een tandwiel Z 30 en een daarbijbehorend stel tandwielen  $z_3 = 10$  en  $z_4 = 20$ .

De bouw van een dergelijk model is niet al te moeilijk. Mocht u geen tweede wormas hebben, in een van de volgende hoofdstukken wordt een andere oplossing besproken voor de bouw van een uurwerk.

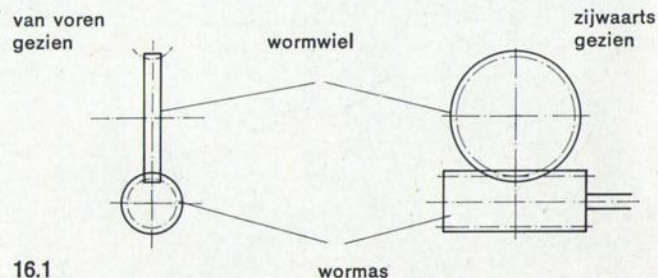
### Synchroonklokken


Elektrische klokken hebben in werkelijkheid of een elektro-magnetisch uurwerk of een aandrijving met een speciale wisselstroommotor. Het is de synchroommotor waarvan het toerental afhankelijk is van de netfrequentie (50 Hz).

Meestal is het basis toerental 3000/min. De klokken zijn bijzonder nauwkeurig omdat het elektriciteitsbedrijf de frequentie van de wisselstroom binnen nauwe grenzen houdt. Voor ons model kunnen we alleen een gelijkstroommotor gebruiken. Het toerental daarvan is afhankelijk van de voedingsspanning en de belasting, in dit geval de soepelheid waarmee het drijfwerk loopt. Daarom hebben we ook een mot. 4 nodig waarmee we de spanning zo in kunnen stellen dat de wijzeras het gewenste toerental krijgt.

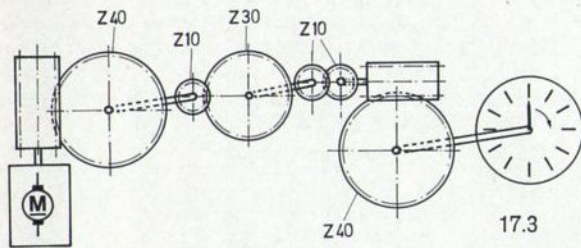
### Symbolen

Wormas en wormwiel worden als volgt getekend:

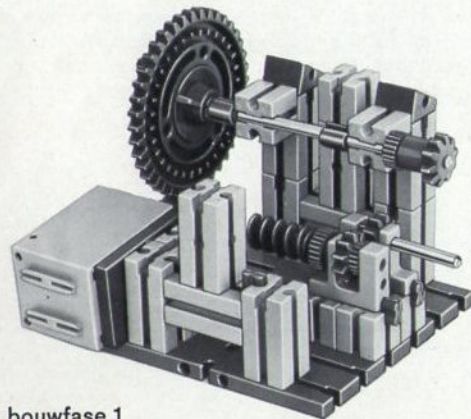


De elektromotor wordt in de elektrotechniek weergegeven door een cirkel met twee dwarsstreepjes: 

Principe



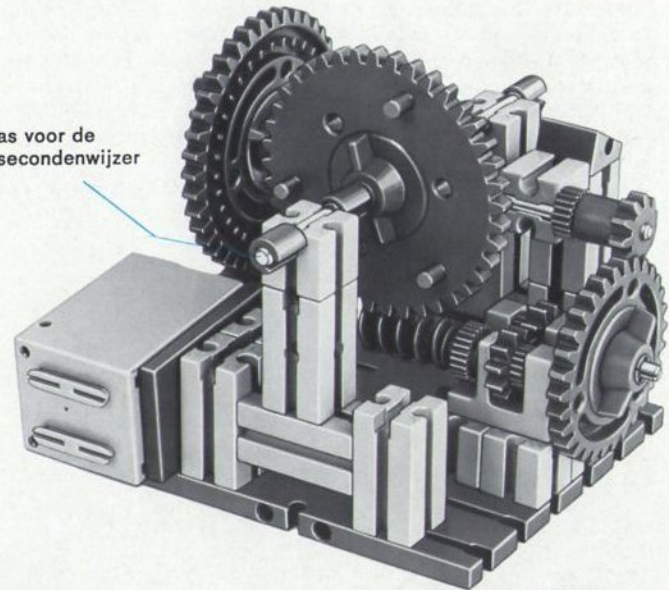
17.3



bouwfase 1

17.2

as voor de  
secondenwijzer



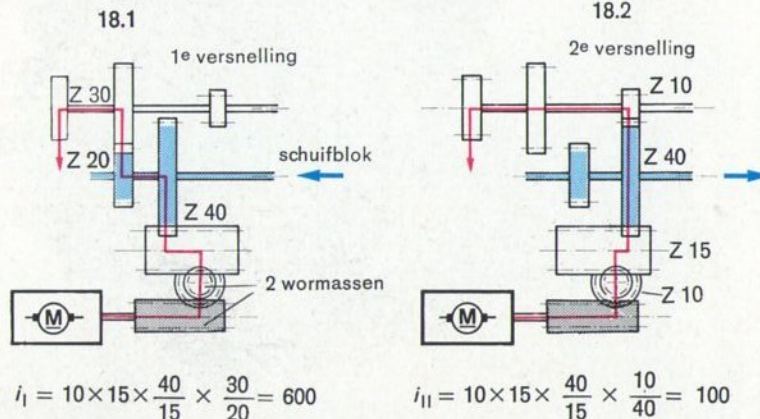
17.1

# Schakelmechanisme

Vele machines (gereedschapswerktuigen, auto's) moeten met een drijfwerk worden aangedreven, dat verstelbare overbrengingsverhoudingen heeft. Dergelijke schakelmechanismen hebben verschillende versnellingen. We kunnen ze met tandwielen maken.

## Verschuifbare tandwielen

Het model (fig. 19.1) heeft een schuifblok dat uit een as bestaat met 2 tandwielen  $z = 20$  en  $z = 40$ . Dit blok kan heen en weer worden geschoven. De as draait steeds even snel. Het grootste tandwiel grijpt namelijk altijd – ook bij het verschuiven – in het brede tandwiel van het ft-differentieel. Het differentieel zelf heeft hier verder geen enkele functie. In de linkerstand (versnelling 1, fig. 18.1) wordt



de kracht door de as van het schuifblok op het tandwiel Z 20 overgebracht, dat het tandwiel Z 30 weer in beweging brengt. Dit laatste tandwiel zit op de uitgangsas, dat is de as die tenslotte de machine (hier niet afgebeeld) aandrijft. In de tweede versnelling (de rechterstand) wordt de krachtoverbrenging weergegeven door de rode lijn in fig. 18.2. Loopt het tandwiel dat op de uitgangsas zit nu langzamer dan in de eerste versnelling?

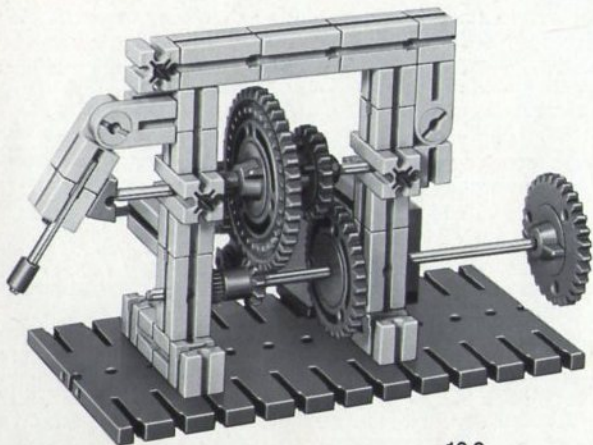
## Overschakelen

De as van het schuifblok stuit in de rechterstand (fig. 19.1) precies met het linkereind tegen de verende scharniersteen links. Schuiven we de as naar links dan gaat dat tegen de veerkracht van de scharniersteen in, die de as steeds naar rechts zal proberen te schuiven. De rechter scharniersteen dient als schakelhefboom en wordt met een muntstuk aangedraaid zodat hij vrij zwaar loopt.

De hoeksteen dient als stuit- en druknok voor de as die met de hefboom heen en weer kan worden geschoven.

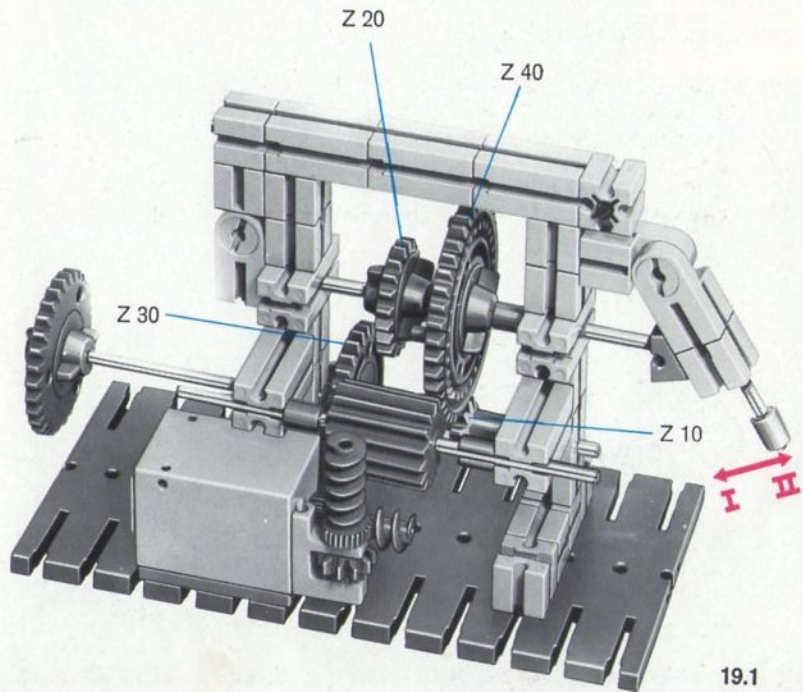
Het schakelen gaat het beste wanneer het mechanisme draait. Als de tandwielen stilstaan kan het gebeuren dat deze juist »tand tegen tand« staan en dan krijgen we ze natuurlijk niet in elkaar.

Anderszijds stoot het draaiende wiel van het schuifblok behoorlijk hard met z'n tanden op het stilstaande wiel van de uitgangsas wanneer er geschakeld wordt terwijl het mechanisme draait. In dit model is het niet belangrijk maar in een versnellingsbak van een auto of de aandrijving van een machine liggen de zaken anders. Dan leidt het tot het bekende kraken en beschadigen van de tandwielen. De oplossing van dit soort problemen wordt in deel 2-3 beschreven aan de hand van de versnellingsbak van een auto.



achteraanzicht

19.2



19.1

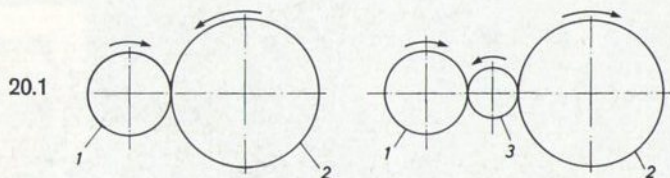
1rot = 4800  
 0080 = 4800 toeren per minuut

## Schakelmechanisme met achteruit

In deel 1-1 is al gebleken dat twee assen in tegenovergestelde richting draaien wanneer hun tandwielen rechtstreeks in elkaar grijpen (fig. 20.1).

### Omkeren met tussenwiel

We kunnen de tweede as in dezelfde richting laten draaien als de eerste door tussen de beide tandwielen een derde wiel (het tussenwiel) te plaatsen. De grootte van het tussenwiel is niet belangrijk voor de overbrengingsverhouding.



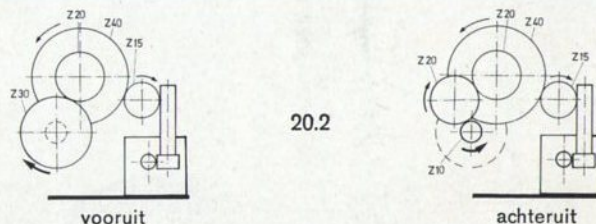
zonder tussenwiel

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

met tussenwiel

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_2}{z_3} = \frac{z_2}{z_1}$$

Ons voorgaande model hebben we iets gewijzigd, er is een tussenwiel bijgekomen zodat we nu niet alleen de overbrengingsverhouding kunnen wijzigen met het schakelen maar ook de draairichting van de uitgangsas kunnen omkeren (fig. 21.1). Figuur 20.2 geeft aan hoe een en ander in z'n werk gaat.



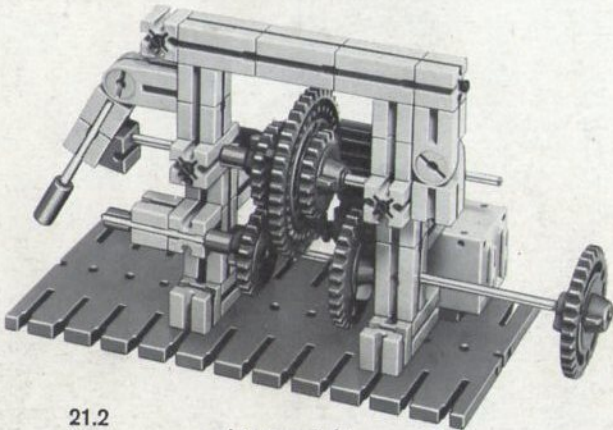
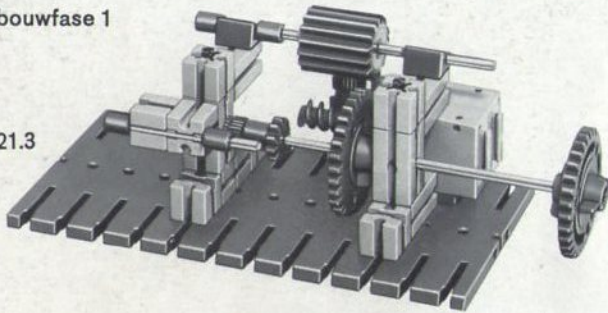
### De vrijloop

Bij het overschakelen mogen de nieuwe tandwielen pas in elkaar grijpen als de oude volkomen los van elkaar zijn. In het model zonden de tandwielen alleen maar vastlopen of blokkeren als aan bovengenoemde voorwaarde niet zou zijn voldaan. Dat komt omdat de krachten maar klein zijn, bij een auto of een machine zou het schakelmechanisme zwaar beschadigd worden. De beide overbrengingsstanden of versnellingen moeten van elkaar gescheiden zijn door een stand van het schuifblok waarbij er geen tandwielen in elkaar grijpen. Deze stand heet de vrijloop of kortweg de vrij. In deze stand staat de aangedreven – of uitgangsas stil. Bepaald zelf de overbrengingsverhoudingen van de vooruit en de achteruit. Teken tevens hoe de kracht wordt overgebracht. Voor elektromotoren is meestal geen achteruit nodig in het schakelmechanisme. De draairichting van de elektromotor kunnen we meestal met een elektrische schakeling omkeren. Bij motoren waar dat niet zo gemakkelijk kan, gebruikt men, om hoge kosten te vermijden, een schakelmechanisme met een tussenwiel. Voorbeelden zijn de verbrandingsmotoren, gas- en waterturbines, windmolens en uurwerken.

De uitgangsaas loopt in de 1e versnelling langzamer dan in de tweede.

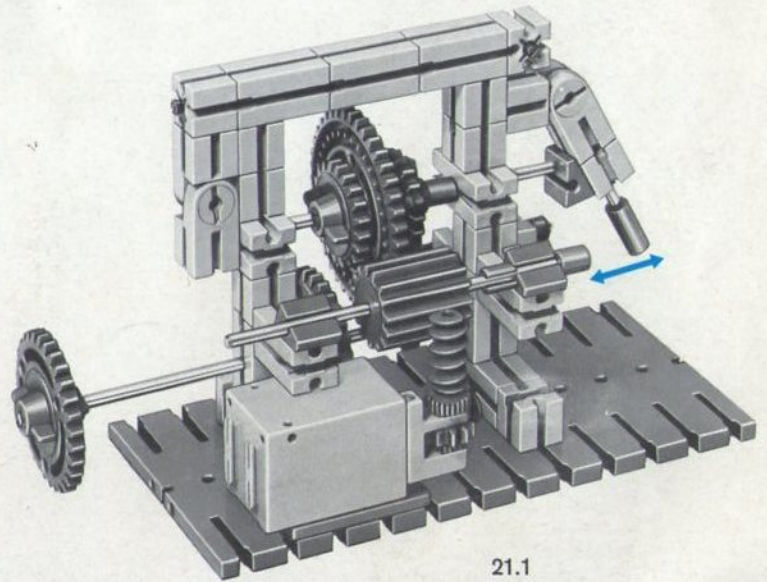
bouwfase 1

21.3



21.2

achteraanzicht



21.1

## fischertechnik trapsgewijze transmissie

De tot nu toe besproken aandrijvingen werken met tandwielen die naar verhouding grote tanden hebben. Het voordeel is dat we in onze modellen de afstanden tussen de assen niet al te nauwkeurig hoeven af te stellen. Een nadeel is dat een model tamelijk groot wordt. In hobby 2 zit een trapsgewijze transmissie die zo op het huis van de motor kan worden geschoven. Deze transmissie heeft het voordeel dat hij weinig ruimte inneemt en bovendien zeer grote overbrengingsverhoudingen biedt. Dat komt omdat de tandwielen een fijne vertanding hebben.

### Modulus

Een maat voor de fijnheid van de vertanding is de zgn. modulus. In fig. 65.1 van deel 1-1 is weergegeven hoe de tanden van twee tandwielen in elkaar grijpen. Het raakpunt ligt steeds op de draaicirkel. De afstand van een tandflank tot de volgende tandflank, gemeten op de rolcirkel, heet de »steek  $t$ «, vergelijk fig. 65.1 deel 1-1. De rolcirkel wordt ook wel steekcirkel genoemd. (In de praktijk wordt vaak een zgn. gekorrigeerde vertanding toegepast, waarbij rolcirkel en steekcirkel niet samenvallen). Duidelijk is dat bij  $z$  tanden de omtrek  $U_0$  van de steekcirkel de grootte  $U_0 = z \cdot t$  heeft. De diameter of middellijn is:

$$d_0 = \frac{U_0}{\pi} = z \cdot \frac{t}{\pi}$$

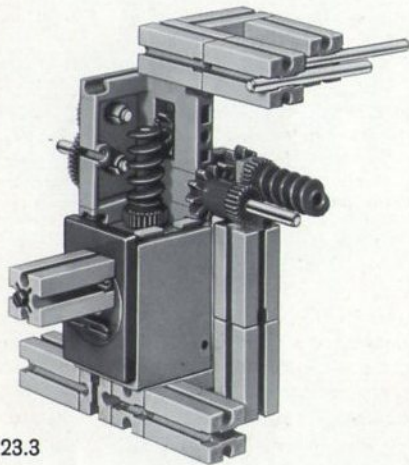
$\frac{t}{\pi} = m$ . De letter  $m$  is het symbool voor de modulus. Zijn waarde wordt in millimeters aangegeven en is in verschillende stappen als norm vastgelegd. De fijnvertande fischertechnik tandwielen hebben een modulus van 0,5 mm, de grote tandwielen een modulus van 1,5 mm.

Tandwielen met hetzelfde aantal tanden maar met een verschillende modulus hebben dus ook een verschillende diameter. Bijvoorbeeld: een tandwiel met 30 tanden en modulus 0,5 heeft een diameter die 1/3 is van een tandwiel met hetzelfde aantal tanden en een modulus 1,5.

Om ruimte te winnen kunnen we de tandwielen met de kleinere modulus gebruiken of beide soorten naast elkaar. Dat kan omdat in onze ft-modellen de krachten waar we mee werken geen doorslaggevende rol spelen. Uiteraard kunnen tandwielen met een grotere modulus ook grotere krachten overbrengen. De tandwielen met modulus 0,5 kunnen ook met de kabeltrommel en de klemring worden gecombineerd. De volgende modellen geven diverse toepassingen.

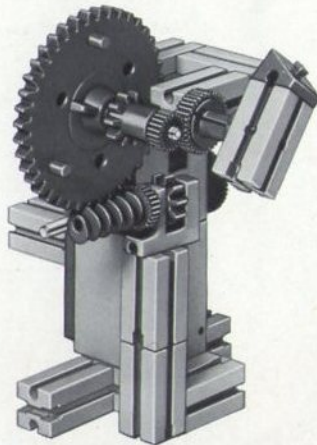
### Als voorbeeld de tijdmetter

Het hiernaast afgebeelde model (fig. 23.1 tot 23.3) is een eenvoudige tijdmetter. De schaal maken we zelf. Op een lage spanning, ingesteld met mot. 4, draait de wijzer in ca. drie minuten rond. De uiteindelijke overbrengingsverhouding  $i$  van de transmissie is ongeveer 240. Het asblok met wormas heeft hetzelfde toerental als de as 110 van de transmissie, terwijl de overbrenging met twee gelijke tandwielen ( $z = 10$ ,  $m = 1,5$ ) gebeurt. Het tandwiel  $z = 40$ ,  $m = 1,5$  drijft via de twee fijnvertande wielen ( $z = 22$  en  $z = 36$ ) de wijzer aan. Hoe groot is de totale overbrenging?



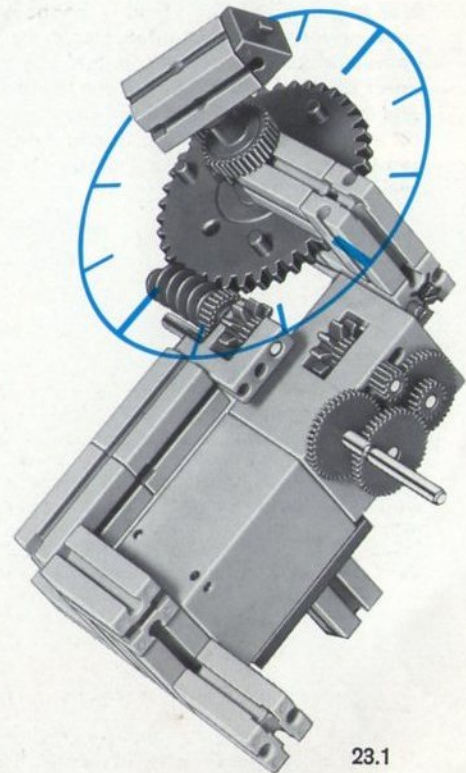
23.3

bouwfase 1



23.2

gezien van links



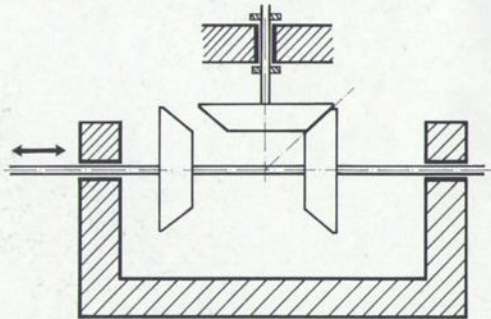
23.1



## Keerkoppeling met Kegeltandwielen

### Principe

Met behulp van drie gelijke kegeltandwielen kunnen we een eenvoudige keerkoppeling bouwen. De draairichting van de aangedreven as is daarmee om te keren. In het model van fig. 24.1 betreft het de richting van een draaischijf. Het toerental verandert door het omkeren niet. De kegeltandwielen hebben hetzelfde aantal tanden, de overbrengingsverhouding van de keerkoppeling zelf is dan ook  $i = 1$ , zowel in de vooruit als in de achteruit.



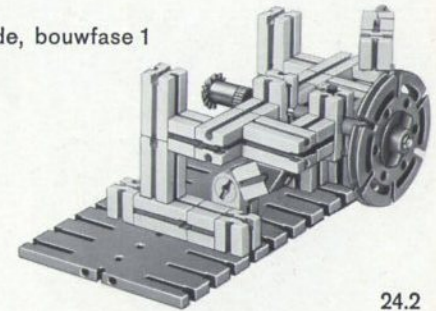
24.1

De beide kegeltandwielen moeten zo op de aandrijfas worden geplaatst dat zij in geen geval tegelijk in het tandwiel grijpen dat moet worden aangedreven. Anders gezegd tussen beide standen moet een vrijloop liggen.

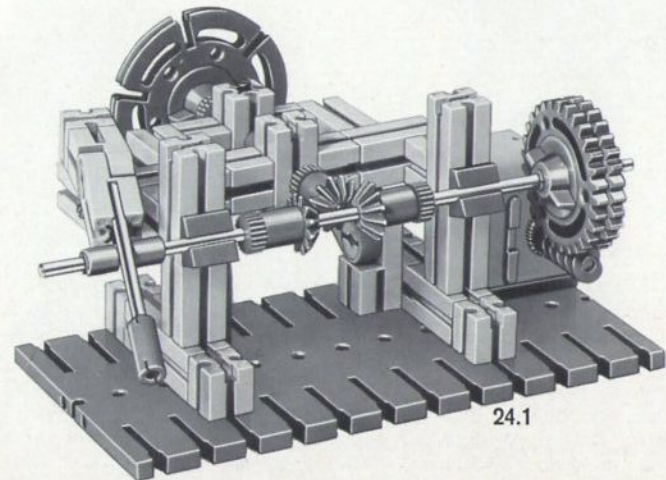
### Schakelpook

De pook om te schakelen zit in een verende scharniersteen, die kan draaien op de rode nok van een bouwsteen nr. 15. Op de wormas van de motor koppelen we twee tandwielen Z 30 naast elkaar. We kunnen de aandrijfas dan rustig heen en weer schuiven zonder dat de koppeling met de motor wordt onderbroken.

achterzijde, bouwfase 1



24.2

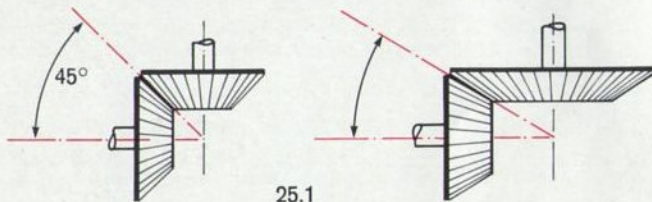


24.1

# Kroonwiel aandrijving

## Principe

Als de overbrenging niet  $i = 1$  moet zijn dan moeten de beide kegeltandwielen een verschillend aantal tanden hebben. Maar dit



25.1

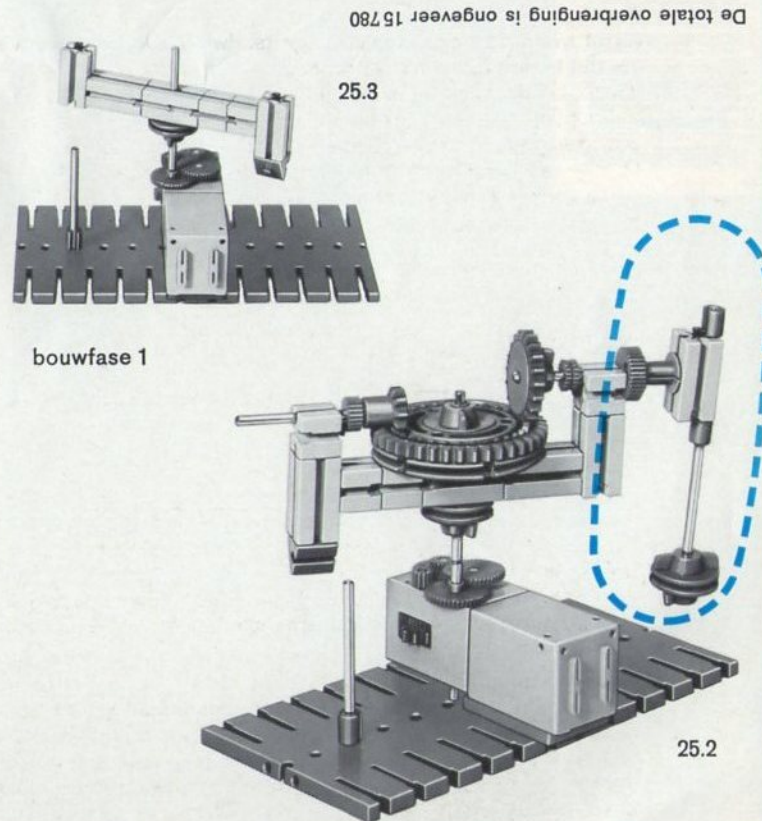
zelfde aantal tanden

ongelijk aantal tanden,  
bijv.  $z = 10$  en  $z = 30$

betekent ook dat de hoeken van de kegels, de conische hoeken, verschillend zijn (zie fig. 25.1).

## Kroonwiel en rondsel

Het grootste wiel heet kroonwiel en het kleinste rondsel. Het ftandwiel  $Z 40$  heeft bovendien nog een vertanding  $z = 32$ . Samen met een rondsel kunnen we er soepel lopende aandrijvingen mee bouwen, hoewel de vertanding niet geheel de juiste vorm heeft. Eerst bouwen we model 25.2 zonder het blauw omcirkelde gedeelte. Dit »onbalansgewicht« geeft een merkwaardige tuimelende beweging. Let goed op wat er gebeurt wanneer we de draairichting omkeren of het »onbalansgewicht« op de andere as zetten.



De totale overbrenging is ongeveer 15780

25.3

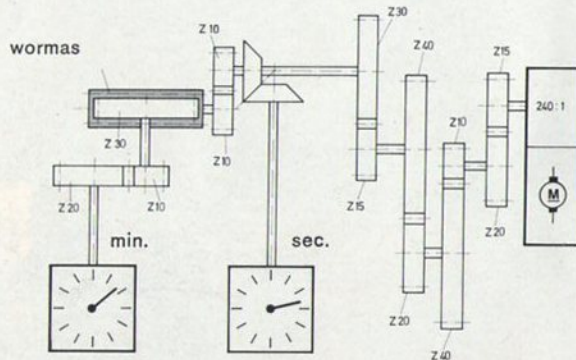
bouwfase 1

25.2

## Uurwerk met seconden- en minutenwijzer

Figuur 27.1 is een model van een elektrisch uurwerk met een aparte wijzer voor de seconden en de minuten. De wijzerplaten kunnen we van karton maken.

### Principe



26.1

De overbrenging van de motoras naar de secondenwijzer is:

$$i_{sec} = 241 \times \frac{20}{15} \times \frac{40}{10} \times \frac{40}{20} \times \frac{30}{15} = 5141$$

Met de draaiknop van mot. 4 stellen we de spanning zo in, dat de secondenwijzer in de goede richting draait en in een minuut een omwenteling maakt. Daar de overbrenging tussen de secondenwijzer en de minutenwijzer  $30 \times 20/10 = 60$  bedraagt, heeft de minutenwijzer precies een omwenteling gemaakt wanneer de as van de secondenwijzer 60 keer in de rondte is geweest. Er is dan een uur voorbij.

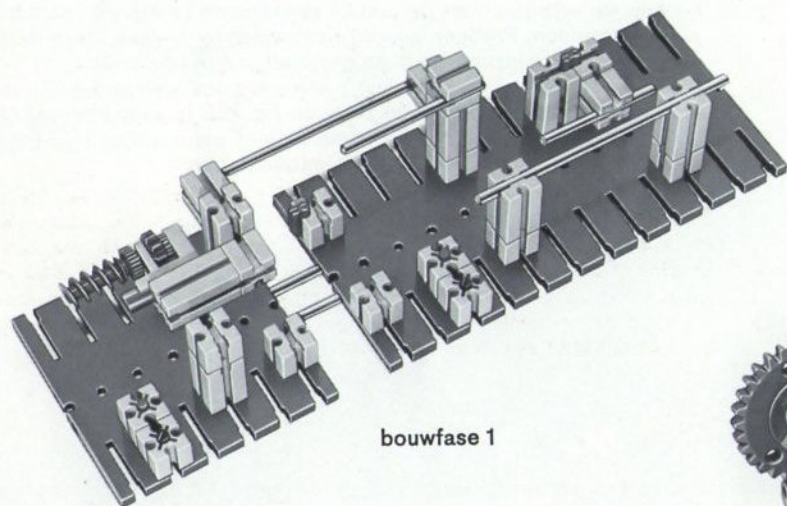
### De bouw van het model

De beide basisplaten verbinden we met elkaar met behulp van 2 assen 30 en 2 verbindingstukken 15.

Zorg er voor dat de tandwielen goed in elkaar grijpen maar houdt er rekening mee dat er iets speling moet blijven. Bij een paar kegeltandwielen is het belangrijk dat de verlengden der hartlijnen van de beide assen elkaar in een punt snijden en niet aan elkaar voorbij gaan.

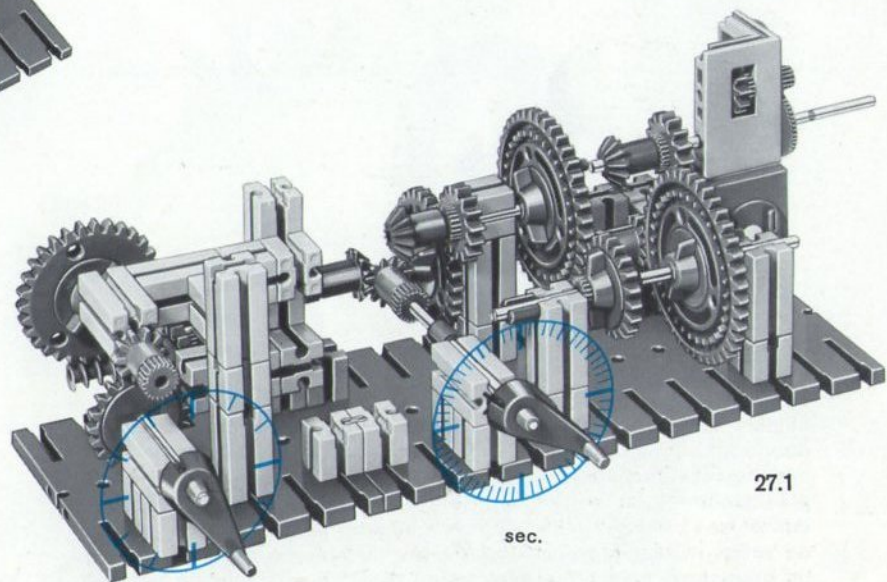
Stel dat de linker wijzer de seconden moet aangeven en de rechter honderdsten van seconden. De rechter wijzer moet dus 1 keer per seconde draaien en de linker een keer per minuut. Door een apart asblok met wormas te kopen (bv. aanvullingsdoos mot. 7) lukt het deze overbrenging tussen motor en de kegeltandwiel-aandrijving zo te konstrueren dat naast seconden en minuten ook honderdsten van seconden worden aangewezen.

De overbrenging tussen motor en de wijzer van de honderdsten is ongeveer 80 en te verkrijgen met de tandwielen Z 40 - Z 20 - Z 40.



bouwfase 1

27.2



27.1

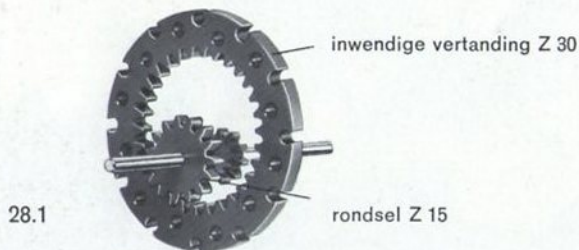
sec.

min.

## Ellipsen tekenmachine

### Inwendige vertanding

In hobby 2 zit een tandwiel met een inwendige vertanding van 30 tanden. De overbrengingsverhouding berekenen we op dezelfde wijze als bij de andere tandwielen. Let er wel op dat de beide tandwielen (fig. 28.1) nu in dezelfde richting draaien.



28.1

rondsel Z 15

Een dergelijke combinatie van tandwielen gebruiken we voor de ellipsen tekenmachine van fig. 28.1. Bij het draaien van de slinger doorloopt het tandwiel Z 15 zijn baan langs de inwendige vertanding van het vaste tandwiel Z 30. We zeggen dat tandwiel Z 15 een planetenbeweging uitvoert. Op de ene arm van het tandwiel zit een stift of een ballpointvulling die een ellips op het papier tekent. Om de vulling wikkelen we sellotape zodat hij precies in de groef van de bouwsteen past. De veerspanning dient zo groot te zijn dat de vulling nog net schrijft. Het tandwiel Z 15 mag in geen geval over een of meer tanden van tandwiel Z 30 heen springen of een ratelend

geluid maken. De grootte van de ellips is te variëren door de schrijfstiftarm te veranderen. De stand van de hoofdas van de ellips kunnen we wijzigen door de arm te verschuiven terwijl we het tandwiel vasthouden. Probeer, zonder het papier te draaien, twee loodrecht op elkaar staande en even grote ellipsen te tekenen. Met dit model kunnen we natuurlijk vele proeven nemen. We kunnen het met een motor aandrijven zoals in fig. 29.6 is aangegeven. Als we de tekenmachine langzaam draaien met als draaipunt een van de poten dan krijgen we bijv. de volgende figuur:

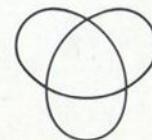


28.2

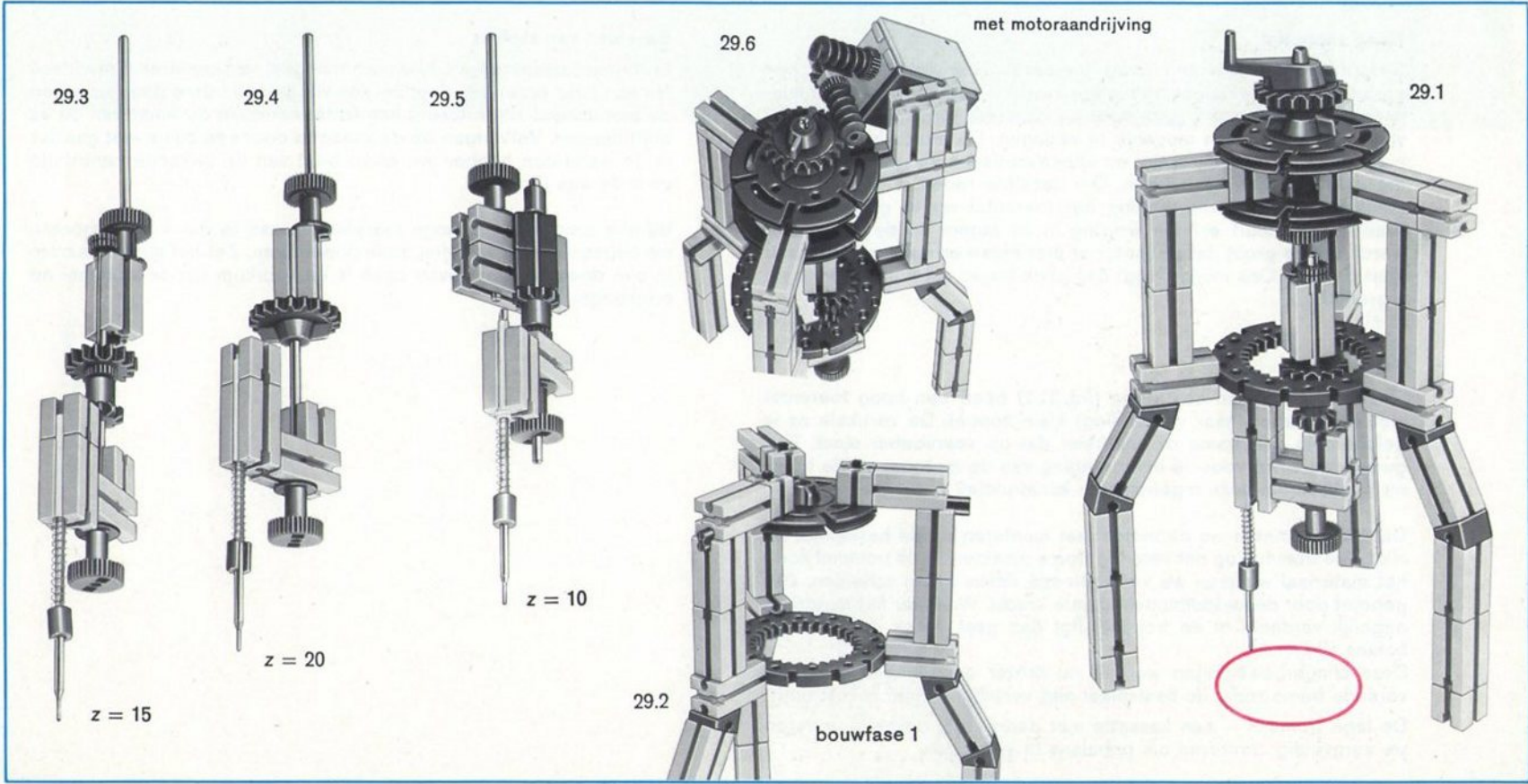
We vervangen het tandwiel Z 15 door een wiel Z 20. De as voor de schrijfarm komt dan in een andere groef van de bouwsteen die als lager dient (zie fig. 29.4). Nu krijgen we driehoekige figuren volgens 28.3. Nemen we daarentegen een tandwiel Z 10 (fig. 29.5) dan ontstaan er elkaar overlappende figuren (28.4).



28.3



28.4



# Centrifuge

## Hoog toerental

Centrifuges hebben een hoog toerental. Hoe hoger dat is hoe groter ook de middelpuntvliedende kracht. Een hoog toerental kunnen we in ons geval krijgen door bij de overbrenging het toerental van de motor zo min mogelijk te verlagen. De motor levert echter maar een klein koppel, zodat we alleen modellen aan kunnen drijven die daar genoeg aan hebben. Om dezelfde reden is het niet verstandig met een overbrenging het toerental op te gaan voeren. Want wat gebeurt er? De wrijving in de lagers en de vertanding wordt dan zo groot dat de motor er niet tegen op kan en langzamer gaat draaien. Ons model krijgt dan geen hoger maar juist een lager toerental.

## Verend frame

Ons model van een centrifuge (fig. 31.1) heeft een hoog toerental met een relatief (naar verhouding) klein koppel. De verticale as is gelagerd in een frame of onderstel dat op veervoeten staat. Een gummiring zorgt voor de overbrenging van de motoras op de trommelas. Waarom deze ingewikkelde constructie?

Dat blijkt wanneer we de motor vast monteren op de basisplaat en alleen de trommel op het verende frame plaatsen. In de trommel komt het materiaal waarvan we verschillende delen willen scheiden. Dat gebeurt door de middelpuntvliedende kracht. Wanneer het materiaal ongelijk verdeeld in de trommel ligt dan gaat de as door de onbalans slingeren.

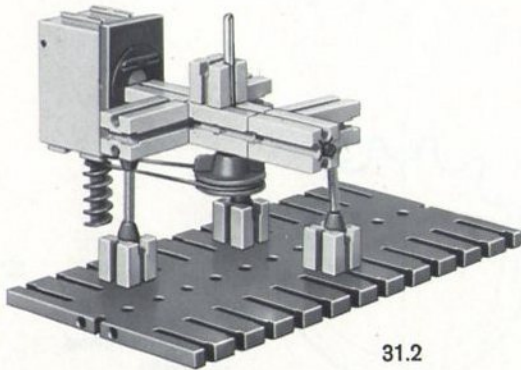
Deze slingerbewegingen worden nu echter opgevangen door het verende frame zodat de basisplaat niet verschuift, maar in rust blijft.

De lege trommel – een cassette met doorzichtig deksel – moeten we zorgvuldig centreren om onbalans te vermijden.

## Scheiden van stoffen

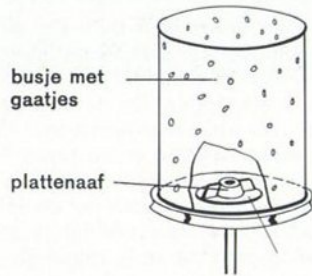
In de cassette doen we bijv. een mengsel van meel en ijzervijzel. Na een paar seconden draaien zien we de zwaardere deeltjes tegen de buitenwand zitten terwijl het lichtere meel in de buurt van de as blijft hangen. Vervangen we de cassette door een busje met gaatjes in de wand dan hebben we een model van de bekende centrifuge voor de was (fig. 31.3).

Bij alle proeven waar hoge toerentallen aan te pas komen moeten we oppassen voor wegvliegende onderdelen. Zet het model daarom in een doos die van boven open is en voorkom dat de trommel op ooghoogte komt.

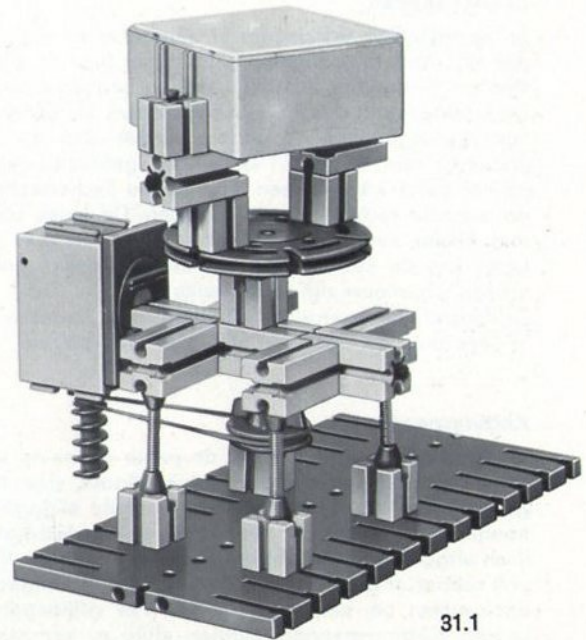


31.2

bouwfase 1



31.3



31.1



## Kettingaandrijving

Voor het overbruggen van grotere afstanden tussen assen kunnen we kettingen gebruiken in plaats van tussentandwielen.

### Zonder slippen

In tegenstelling tot riemen of aandrijfveren werken kettingen zonder slip. Anders gezegd ze glijden niet over de wielen heen.

Wielen, verbonden door een ketting hebben dezelfde draairichting. De ketting werkt dus als een tussenwiel. Tandwielen alleen geschikt voor kettingen hebben andere tanden dan de tandwielen die in elkaar grijpen. In fig.32.1 is de vorm getekend van het tandwiel dat op het achterwiel van een fiets zit. De fischertechnik ketting kan op de normale rechte tandwielen lopen. De losse schakels kunnen we met elkaar verbinden tot een ketting van elke gewenste lengte. Later kan de ketting weer uit elkaar worden gehaald, waarna de schakels opnieuw zijn te gebruiken.

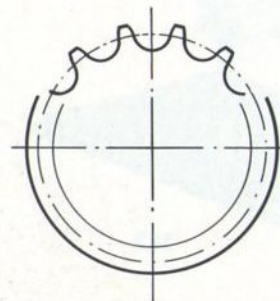
De tandwielen waarover de ketting loopt, moeten in één lijn liggen, anders loopt de ketting er af of gaat hij wringen.

### Kettingspanner

Een ketting moet steeds op de juiste spanning staan om te voorkomen dat hij van de tandwielen afloopt. Een te grote spanning geeft verlies aan kracht en een te grote slijtage. Kettingspanners houden de ketting door veerkracht, een gewicht of met een hydraulisch uitgeoefende kracht op de juiste spanning. Vaak gebruikt men ook rubber of gummi glijstukken. Vooral bij langere kettingen wordt dat gedaan om het slingeren van het vrijhangende deel te voorkomen. Kettingspanners moeten altijd zo gemaakt zijn dat zij een groter deel van de ketting dwingen om het tandwiel te lopen (zie fig. 33.1 en 33.4).

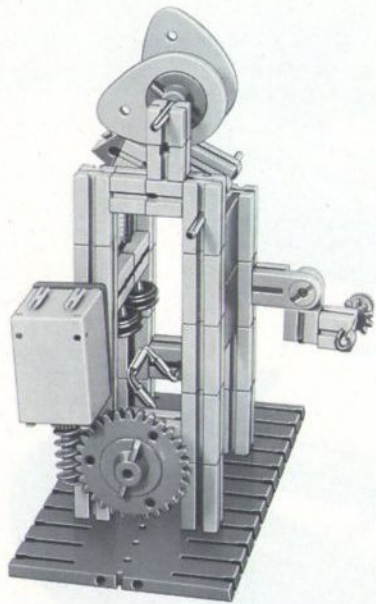
### Aandrijving van de nokkenas van een auto

Figuur 33.1 toont het model van de nokkenas aandrijving voor een verbrandingsmotor met bovenliggende nokkenas. Een ketting is hier het eenvoudigste middel om de afstand tussen krukas en cilinderkop te overbruggen. De ketting wordt gespannen met een glijstuk (op de verende scharniersteen). De nokkenas draait met de klok mee wanneer we van voren tegen het nokkenaswiel kijken. De nokken openen via verende hefboompjes (tuimelaars) de kleppen. De klepveren zorgen er voor dat de kleppen weer dichtgaan. Het kleppenmechanisme van verbrandingsmotoren wordt uitgebreid besproken in deel 2-3 en in volgende delen van de bovenbouw. Als we de kettingspanner weglaten zien we onmiddellijk hoe de aandrijving met horten en stoten begint te werken.

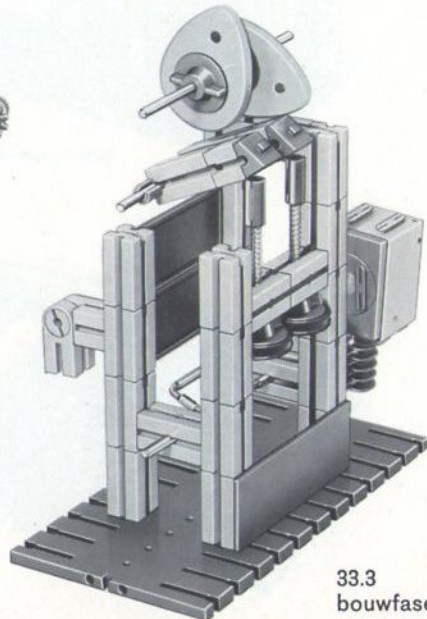


32.1

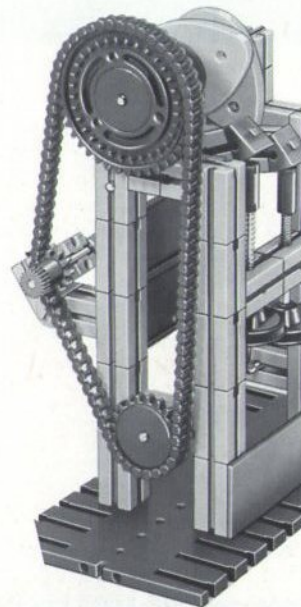
tandvorm voor  
kettingaandrijving,  
15 tanden



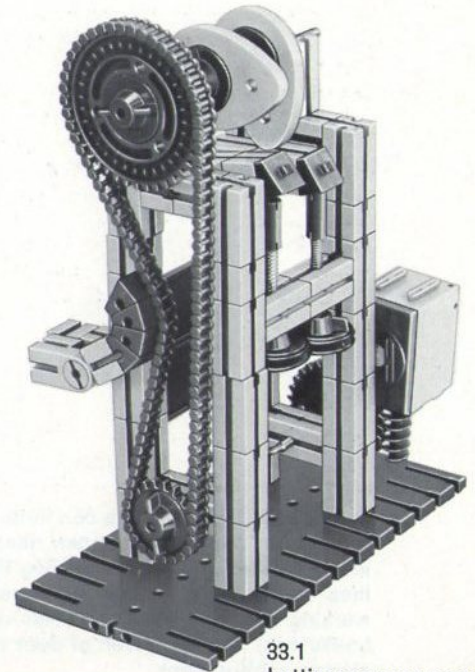
33.2  
achterzijde



33.3  
bouwfase 1



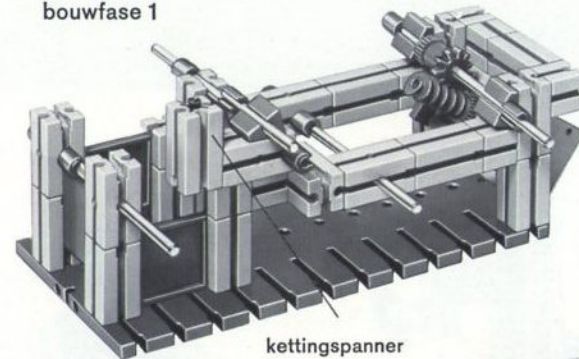
33.4  
kettingspanner  
verkeerd



33.1  
kettingspanner goed

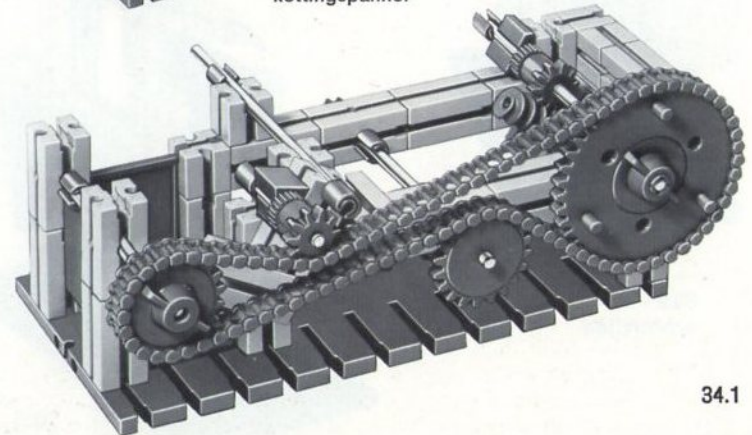
## Kettingen over verscheidene assen

bouwfase 1



34.2

kettingspanner



34.1

In model 34.1 zien we hoe één ketting meer dan twee assen kan aandrijven. De tandwielen mogen daarbij zowel aan de binnenkant als aan de buitenkant van de ketting liggen. Ontwerp een model waarmee u zelf de verschillende mogelijkheden kunt onderzoeken. De werking van een kettingspanner is te regelen door het lager (de hoeksteen) te verschuiven of door zijn gewicht te veranderen (bouwstenen aanbrengen).

# Overbrengen van een groter koppel

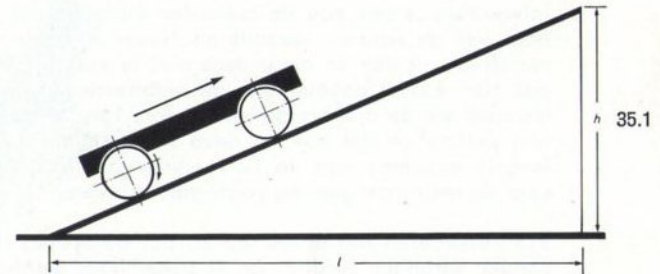
## Koppel en toerental

We weten dat hoe groter de overbrengingsverhouding is tussen de motoras en de wielen, des te groter zal ook het koppel zijn op de wielen van het voertuig.

De snelheid wordt dan ook naar verhouding kleiner. Laten we de wrijvingsverliezen buiten beschouwing dan kunnen we de volgende regel aanhouden. De grootte van het koppel is omgekeerd evenredig met het toerental. Het betekent dat als het toerental drie keer zo laag wordt het koppel drie keer zo groot wordt. Dit is ook het geval bij de wagen van fig. 36.1. Met de los op te schuiven transmissie van  $i_1 = 241$  en de kettingaandrijving  $i_2 = 2$  wordt het koppel van de elektromotor ca. 480 keer zo groot. De snelheid van het model is klein, ca. 190 cm per minuut bij een toerental van 6000/min van de motor. De snelheid volgt uit de formule: snelheid = toerental van het wiel  $\times$  de omtrek ervan.

## Slippen van de wielen

Het model is niet in staat om wat grotere voorwerpen te verschuiven of zware lasten weg te slepen. De wielen gaan dan slippen of doordraaien. We gaan nu het maximale stijgvormogen van het model bepalen op een gladde en op een ruwe ondergrond. We laten ons voertuig op een helling rijden en vergroten die zo lang tot de wielen nog net niet slippen. Bij deze stand van het vlak heeft het model zijn maximale stijgkracht of vermogen bereikt (fig. 35.1).



$$\text{stijgvormogen } p = \frac{h}{l} \times 100 \text{ (in procenten)}$$

## Rupsbanden

We leggen nu de twee rubber rupsbanden uit de doos (fig. 37.1) om de wielen. De rupsbanden richten zich steeds vanzelf naar het profiel van de banden. Bepaal nu opnieuw het maximale stijgvormogen. Het is nu veel groter dan de vorige keer. Zoek ook uit hoe zwaar de last is die het voertuig kan slepen.

## Twee kettingen

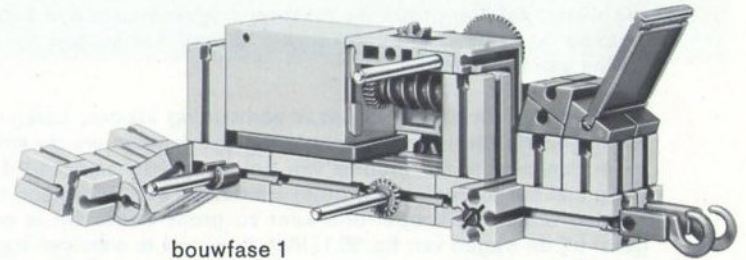
Ook met de laagste spanning van mot. 4 kan de motor nog gemakkelijk een groot stijgvormogen leveren. Om te voorkomen dat de tandwielen op de assen gaan slippen, monteren we twee parallel lopende kettingen (fig. 37.2). Elke naaf hoeft nu nog maar de helft van het benodigde koppel over te brengen. Vooropgesteld dat op alle tandwielen de kracht gelijkmatig aangrijpt.

Interessant is ook hoe de bulldozer werkt, vooral wanneer we de hoek van de schuiver veranderen. Neem in plaats van twee scharnierstenen er één en draai deze niet te vast aan. We kunnen dan ook zien wat er gebeurt met de hefboomwerking van de schuiver wanneer we de dragers op een andere hoogte monteren. We kunnen vaststellen dat ook bij deze konstruktie en overbrenging de laagste spanning van de netvoedingsapparaat nog voldoende is voor de motor om genoeg vermogen te leveren.

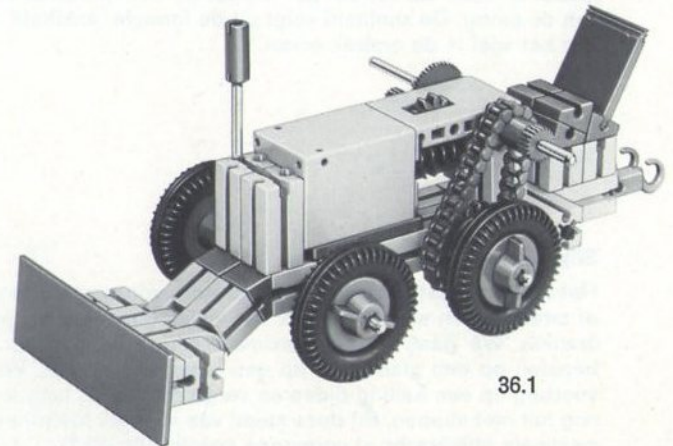
We veranderen het model nu zo dat de wielen rechtstreeks dus zonder kettingen — door de ft transmissie worden aangedreven. Levert de motor nu nog hetzelfde stijgvormogen?

#### **Kettingen als rupsbanden**

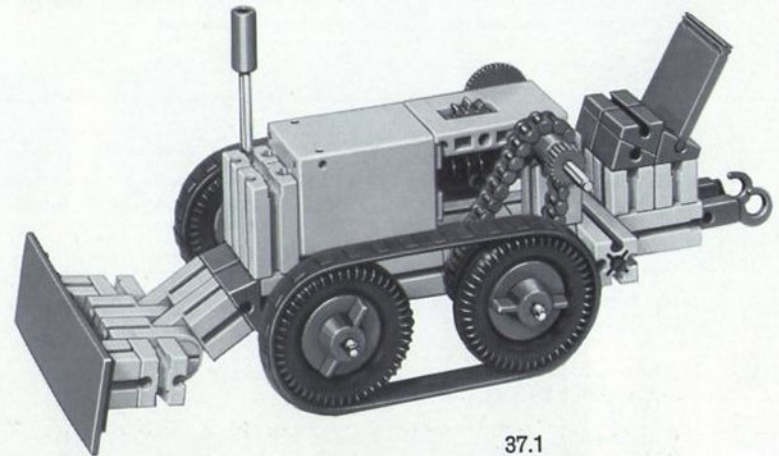
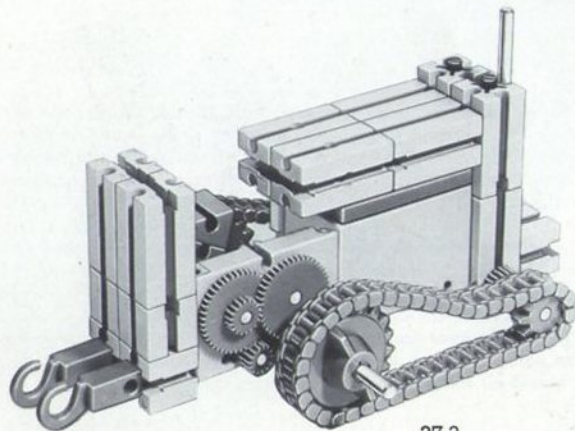
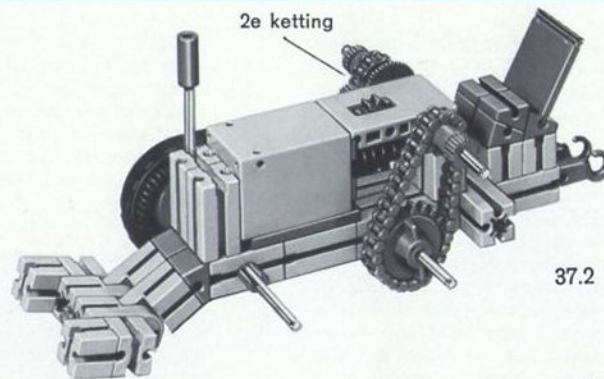
Vervang de rubber rupsbanden door twee kettingen (fig. 37.3).  
Waarom is het stijgvormogen nu veel kleiner?



36.2



36.1



# Motorvermogen

In een hele serie modellen hebben we op de voorgaande pagina's met de fischertechnik motor gewerkt en gesproken over zijn trekkracht. Een volgend interessant punt is het vermogen dat de motor kan afgeven. Daarvoor is niet alleen het koppel van belang.

De werking van het koppel is heel duidelijk te voelen door met de hand de wormas van de motor af te remmen. Een even belangrijke rol speelt het toerental waarbij de motor dit koppel ontwikkelt. Ook een zwakke motor kan een hoog koppel leveren wanneer we de juiste overbrenging kiezen. Zie bijv. het model van de bulldozer. Door de overbrenging gaat echter het toerental in dezelfde mate omlaag als het koppel omhoog gaat. Een motor met een groter vermogen ontwikkelt hetzelfde koppel met een hoger toerental. Tezamen bepalen koppel en toerental het vermogen dat een motor die belast wordt, kan afgeven. Het vermogen neemt in dezelfde mate toe waarmee een van deze beide grootheden toeneemt.

## Koppel

In deel 1-1, pag. 24, is reeds gezegd dat het koppel bestaat uit het produkt van kracht en hefboom:

$$M = F \cdot h \quad (M = \text{Moment})$$

Als we de kracht in grammen (gramkracht) en de hefboom in centimeters uitdrukken dan krijgen we het koppel in: gram  $\times$  centimeter (gcm). Het toerental  $n$  wordt in omwentelingen per minuut gemeten.

## Vermogen

Het motorvermogen  $P$  dat bij belasting wordt afgegeven verkrijgen we met de formule:

$$P = \frac{1}{100\,000} M \cdot n = \frac{1}{100\,000} \cdot F \cdot h \cdot n$$

$F$  drukken we uit in grammen (kracht),  $h$  in centimeters en  $n$  in omwentelingen per minuut. Het vermogen wordt dan gegeven in de eenheid »Watt«.

In het S. I.-eenhedenstelsel zijn de formules eenvoudiger, maar die worden in de praktijk nog niet overal gebruikt. Het nieuwe stelsel wordt uitgebreid besproken in deel 2-3. De werking van het koppel voelen we als we de draaiende wormas proberen tegen te houden. Het meten van een koppel wordt ook inderdaad gedaan met het afremmen van de motor. In feite wordt het koppel gemeten dat nodig is om de motor af te remmen. Om het vermogen te kunnen berekenen moeten we dan nog het bijbehorende toerental bepalen.

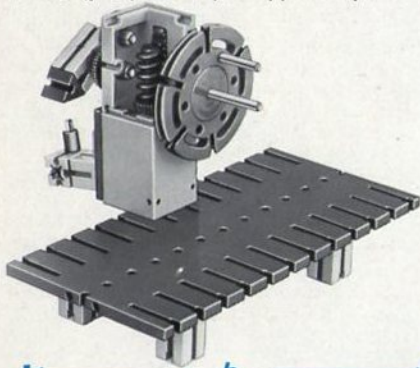
## Het maximale vermogen

Belangrijk is natuurlijk welk vermogen de motor maximaal kan leveren en bij welk toerental dat het geval is. Daarvoor moeten we metingen verrichten waarbij de motor steeds sterker wordt afgeremd. De waarden die we verkrijgen zetten we uit in een zgn. vermogenscurve die precies aangeeft waar het maximum ligt. Ook andere belangrijke gegevens kunnen we uit deze grafiek afleiden.

## Proefopstelling

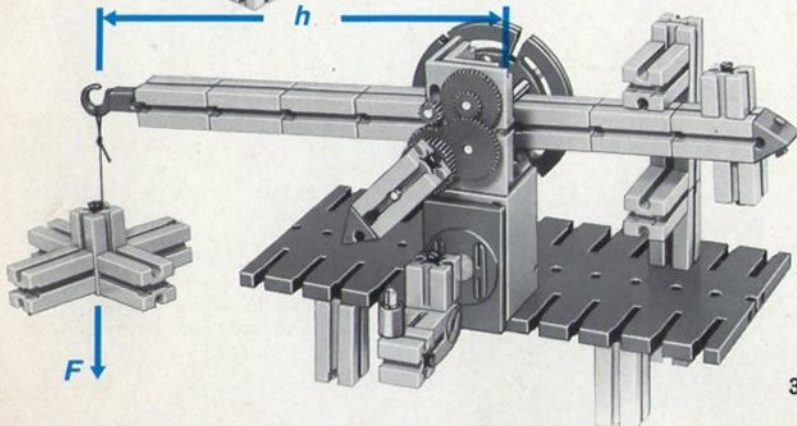
Voor het bepalen van de vermogenscurve van de ft-motor bouwen we een proefopstelling. We onderzoeken daarbij niet de losse motor, maar de motor met de ft-transmissie, overbrenging  $i = 241$ . De figuren 39.1 en 39.2 tonen de konstruktie van het model. We beginnen volgens fig. 39.2 zonder de lange hefboom die om de aangedreven as van de ft-transmissie draait. De schijf is met de spanklem van de vlaknaaf meer of minder klemvast op de as te zetten. Trekken we de platte naaf losjes aan dan zal de schijf een klein koppel overdragen. De schijf is gemakkelijk met de hand vast te houden terwijl de motor door loopt. Zetten we de naaf goed vast dan moeten we een veel grotere kracht uitoefenen om de schijf tegen te houden. Er staat in dit geval een veel groter koppel op de schijf. Wanneer we de schijf vasthouden dan slijpt de as in de naaf. Op deze plaats smeren we wat vaseline omdat hier door het slippen wat warmte ontstaat.

De wrijving tussen rubber en ondergrond is veel groter dan die tussen nylon en de grond.



39.2

bouwfase 1

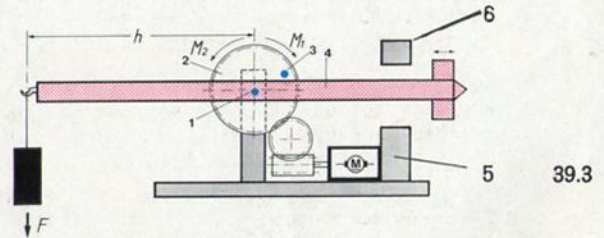


39.1

### Instelbaar koppel

Met het lichter of zwaarder aandraaien van de naaf kunnen we het koppel instellen dat de schijf – en uiteindelijk de motor met de ft transmissie – moet leveren. Waarschijnlijk heeft u ook het volgende opgemerkt. Bij het afremmen van de schijf gaat de motor langzamer lopen, naarmate de naaf vaster is aangedraaid. De technicus zegt: hoe hoger het koppel dat van de motor wordt verlangd, des te lager wordt het toerental. Natuurlijk is het koppel dat bij het afremmen op onze hand werkt, niet te meten met de hand. Daarvoor bouwen we de meetapparatuur volgens het principe van fig. 39.3 en het model van fig. 39.1. In de schets zijn tandwielen getekend, het model werkt met de ft transmissie.

### Principe van de proefopstelling



39.3

Schijf 2 verbinden we losser of strakker met as 1 door het meer of minder aandraaien van de spanklem in de plattenaaf. Sluit de motor zo aan dat de schijf met de wijzers van de klok meedraait. Als we de schijf met een pal of aanslag tegenhouden dan werkt het koppel op dat punt. Om nu dit koppel te kunnen meten is de hefboom 4 op de as 1 bevestigd. Het lager is de boring van een bouwsteen 30. Door de steen 15 op het vrije eind van de hefboom te verschuiven kunnen we deze zo in balans brengen dat hij precies horizontaal staat als de motor niet draait.



In schijf 2 steken we een meenemer 3 (as 30). Deze zou onmiddellijk na het inschakelen van de motor de hefboom meenemen in de richting van de klok. De aanslag 5 verhindert dit, zodat op de meenemer een bepaald koppel werkt. Dit koppel kunnen we meten door een klein slimmigheidje toe te passen.

Een gewicht dat we aan de haak van de hefboom hangen geeft een kracht  $F$  naar beneden. Die kracht veroorzaakt via de hefboom een koppel met armlengte  $h$ . Het werkt in de tegenovergestelde richting van het koppel op de meenemer 3. We hangen nu zoveel bouwstenen aan de haak – terwijl de motor draait – dat de hefboom loskomt van de aanslag 5 zonder dat hij tegen aanslag 6 aan komt. De hefboom slingert nu heen en weer. Dit betekent dat de beide op de hefboom werkende koppels even groot zijn. Het koppel verkregen met de opgehangen bouwstenen kunnen we berekenen met de formule  $M = F \cdot h$ . Het koppel van de motor is daaraan gelijk.

#### Bepaling van het toerental

De bepaling van het toerental van de as 110 in de transmissie geeft geen bijzondere moeilijkheden. Bevestig (zie fig. 39.2) op het andere eind van de as een wijzer, op het motorblok een index en neem de tijd op voor 10 omwentelingen. Het toerental per minuut is dan een kwestie van omrekenen. Stel dat we de rem (de platte naaf) niet al te hard en niet al te slap hebben aangetrokken, in dat geval krijgen we:

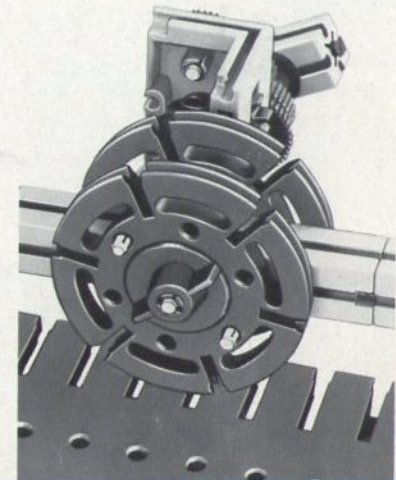
$h = 15,5 \text{ cm}$      $F = 55 \text{ gramkracht (10 bouwstenen 30)}$ ,  
 $t = 17 \text{ seconden voor 10 omwentelingen (komt overeen met 35,3 toeren per minuut)}$ .

In de formule geeft dat het volgende vermogen op het rempunt:

$$P_R = \frac{1}{100000} \times 55 \times 15,5 \times 35,3 = 0,3 \text{ Watt}$$

De aandrijving levert dus bij de belasting, die wordt bepaald door het vastzetten van de naaf, een vermogen van 0,3 Watt. Het toerental van de

aangedreven as is daarbij 35,3/min. De motor zelf heeft een toerental van  $35,3 \times 240 = 8500 \text{ t/min}$ . Trekken we de naaf vaster aan dan daalt het toerental. De hefboom gaat pas weer slingeren als we aan de haak een groter gewicht hebben gehangen. Berekenen we nu opnieuw het vermogen dan krijgen we een andere waarde. De naaf kunnen we niet eindeloos vastdraaien. Voor het verkrijgen van een nog groter koppel kunnen we 2 naven (zie fig. 40.1) gebruiken. Wie heel precies wil werken moet in plaats van één meenemer (as 30) er twee monteren. De reden daarvoor is dat één meenemer door zijn eigen gewicht een aanvullend koppel levert.



40.1

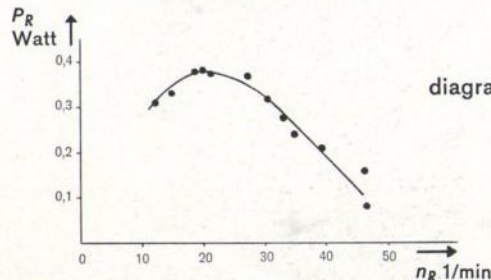
Bepaal voor tien verschillende koppels het bijbehorende vermogen. Figuur 41.1 geeft daarvoor een handige tabel.

41.1

Proef nr	kracht	tijd 10 omwentelingen	berekend koppel	toerental 1/min	vermogen Watt
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Figuur 41.2 geeft de vermogenscurve van een dergelijke motor (gemeten op de uitgangsas van de ft-transmissie). Dit diagram is verkregen met de hiervoor beschreven methode.

Wanneer u de verkregen waarden in het diagram uitzet ontstaat er geen volmaakte curve. De gemeten waarden liggen min of meer om de ideale



41.2

curve heen. Hiervoor zijn verschillende oorzaken aan te wijzen. Het kan ook zijn dat uw motor een wat groter of kleiner vermogen afgeeft dan volgens het diagram het geval zou moeten zijn. Deze verschillen zijn bij de fabricage van kleine motoren onvermijdelijk.

#### Wrijvingsverliezen bij de overbrenging

Het motorvermogen zelf is natuurlijk hoger dan de gemeten waarden. Een deel van het vermogen gaat verloren op de weg van de motoras, via de ft-transmissie naar de rem. Aangenomen mag worden dat in de vertanding en lagers van één paar tandwielen ongeveer 10% van het vermogen verloren gaat en in de wormaandrijving rond de 30%. Het motorvermogen wordt dus door elk paar tandwielen tot 90% van het voorgaande vermogen teruggebracht, de wormas zelf heeft het al tot 70% vermindert.

Omgekeerd moet het aandrijvend vermogen voor elk paar tandwielen 1/0,9 resp. 1/0,7 maal zo groot zijn als het vermogen op de uitgangsas. In ons geval hebben we het vermogen op de rem  $P_R$  gemeten, dat is op de uitgangsas van de ft-transmissie. Het motorvermogen berekenen we met de formule:

$$P_M \approx \frac{P_R}{0,9 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,7} \approx \frac{P_R}{0,51} \approx 2 P_R$$

Waaruit blijkt dat in het model de motor ongeveer het dubbele vermogen levert van wat er op de uitgangsas ter beschikking komt. In het voorbeeld hadden we een uitgangsvermogen van 0,3 Watt berekend. De motor zelf levert bij een toerental van 8500/min ongeveer 0,6 Watt. Hoe hoog is op grond van uw metingen het maximale vermogen dat de motor kan afgeven? Bij welk toerental?

#### Invloed van de voedingsspanning

Van elke motor zal het vermogen snel teruglopen wanneer we de spanning verlagen. Dit is gemakkelijk met een paar proeven en metingen na te gaan.

## Tandradbaan

Tandwielen en tandstangen worden bijv. gebruikt voor bergbanen en laadinstallaties wanneer normale wielen door de steile helling zouden gaan slippen. In dat geval wordt de tandstang vast gemonteerd en de lengte er van kan kilometers bedragen. Een groot aantal delen – precies als rails – worden dan achter elkaar gezet.

Een tandstang is in feite niets anders dan een vertanding op een platte staaf inplaats van op de omtrek van een wiel. Wiskundig zouden we kunnen zeggen dat een tandstang een stuk is uit een tandwiel met een oneindige diameter. Een tandwiel dat over een tandstang loopt kan niet slippen. Tandstangen worden daarom vooral gebruikt wanneer het om de overbrenging van grote krachten gaat of wanneer er in geen geval een slip mag optreden.

### Dubbele rails van ft-058

In fig. 43.1 zien we het model van een tandradbaan. Op de vlakke grond rijdt de wagen met de aandrijving op normale wielen. Het nemen van de helling gebeurt met een tandwieloverbrenging. Het model heeft 4 ft dubbele rails (uit 2 aanvullingsdozen 058). In de plaats daarvan kunnen we ook met metalen strippen werken of iets dergelijks. Wie van plakwerk houdt kan de rails uit stevig karton maken en lijmen.

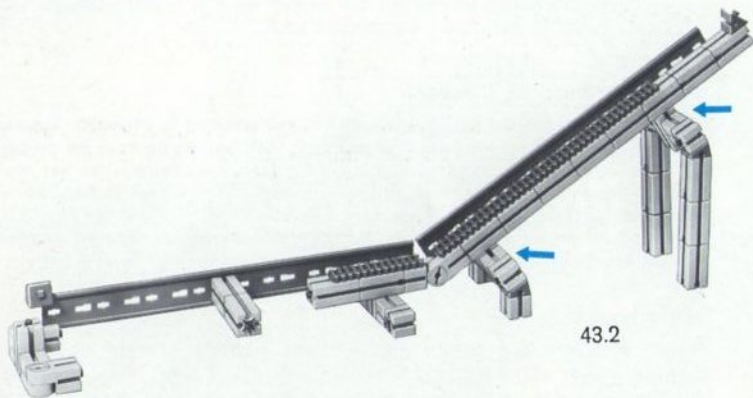
### De bouw van het model

Belangrijke punten zijn: het gewicht van het wagentje moet gelijkmatig over de vier wielen zijn verdeeld en de schuine baan moet goed op de vier steunpilaren rusten. De foto's laten de opbouw van het model zien. De rails kunnen we zo afstellen (op de plaatsen met een pijl aangegeven) dat het tandwiel bij de overgang van de rechte baan op de schuine, niet uit de tandstang wipt. De afstand tussen de laatste tand van de horizontale tandstang en de eerste tand van de schuine tandstang is dan ook erg belangrijk. Waarom?

### Zwaartepunt van de wagen

Zoek uit waar het zwaartepunt van de wagen ligt. Draai het voertuig  $180^\circ$  en probeer met het aanbrengen van een tegenwicht te verhinderen dat het tandwiel uit de tandstang loopt. Wie genoeg bouwstenen heeft kan het model nog veel groter maken en aan het eind van de helling weer een rechte rijbaan konstrueren.

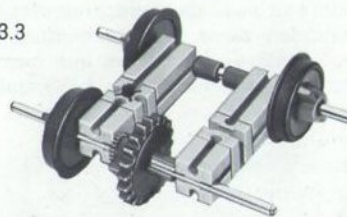
ft-rails,  
twee aanvullingsdozen 058



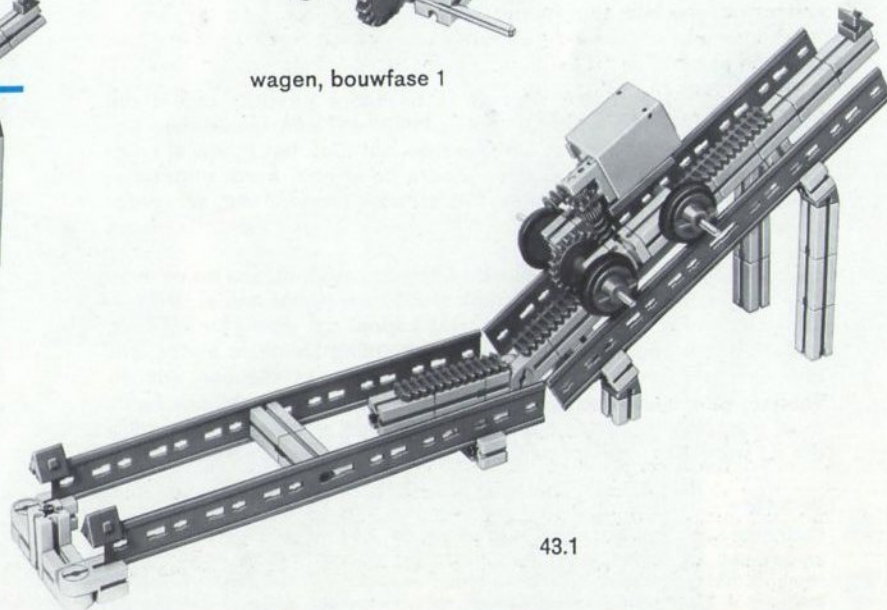
43.2

bouwfase 1

43.3



wagen, bouwfase 1



43.1

# Klimlift

Bij de klimlift zit de motor in de liftkooi. Vaak blijft het niet bij een simpele kooi die van de ene naar de andere verdieping klimt. Op tentoonstellingen bouwt men soms hele restaurants die omhoog klimmen langs een mast zodat de bezoekers een geweldig uitzicht krijgen over het gehele tentoonstellingsterrein. Vanzelfsprekend is de lift ook geschikt voor het transport van goederen.

De tandstang hoeft natuurlijk niet persé vertikaal te staan. Hij kan net zo goed schuin gericht zijn.

## Zelfremmend

De aandrijving met een wormas is bijzonder geschikt omdat die zelfremmend is. De wormas kan namelijk wel een tandwiel in beweging brengen, maar het omgekeerde lukt niet: het tandwiel krijgt de wormas niet aan het draaien. Zodra de stroom wordt uitgeschakeld blijft de liftkooi onmiddellijk stilstaan zonder dat er verder geremd hoeft te worden.

Figuur 45.1 toont het model van de liftkooi waarbij tussen de wormas en de tandstang alleen een tandwiel Z 10 zit. In het model is daarvoor het asblok met as gebruikt. Het koppel dat de motor bij deze directe overbrenging levert is naar verhouding klein. De motor redt het maar net om langs de tandstang omhoog te klimmen. Als de voeding door batterijen wordt geleverd lukt het waarschijnlijk helemaal niet. Naar beneden gaat het zelfs bij de allerlaagste spanning die de trafo levert omdat dan het eigen gewicht meewerkt.

## Vermogen

Overigens, ook met dit model kunnen we het een en ander over het vermogen van de motor te weten komen. Bij de rechtlijnige beweging is namelijk het vermogen  $P$  gelijk aan het produkt van de kracht  $F$  en de snelheid  $v$ . De kracht  $F$  is het gewicht van de liftkooi inclusief dat van de

motor. Dit gewicht verkrijgen we door meting. De snelheid halen we uit de weg  $s$  die de kooi aflegt en de tijd  $t$  die daarvoor nodig is. De formule daarvoor luidt  $v = \frac{s}{t}$

$$v = \frac{s}{t}$$

Het vermogen is  $P = F \cdot \frac{s}{t}$

Als we  $P$  in watts willen uitdrukken dan nemen we  $F$  in krachtgrammen,  $s$  in centimeters en  $t$  in seconden. De formule luidt:

$$P = \frac{9,81}{100\,000} \cdot F \cdot \frac{s}{t} \approx \frac{1}{10\,000} F \cdot \frac{s}{t}$$

Dit is het vermogen dat nodig is om de liftkooi omhoog te brengen. Tussen tandwiel en tandstang ontstaat veel wrijving, ook tussen de kooi en de zuil valt wrijving niet te vermijden. We kunnen daarom aannemen dat het rendement hoogstens 0,7 is. Het rendement van de wormas stellen we – zie de voorgaande pagina's – weer op 0,7.

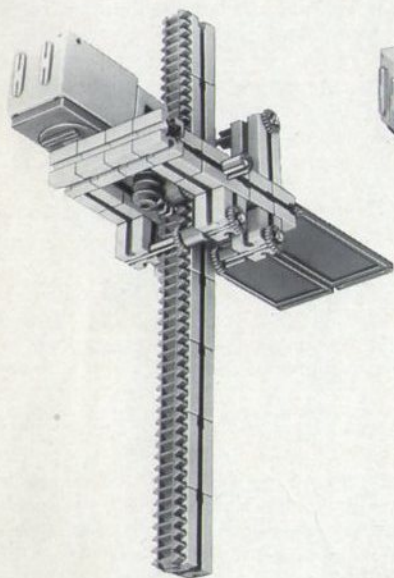
De motor zal in werkelijkheid dan het dubbele vermogen moeten leveren van wat strikt noodzakelijk is voor het omhoog brengen van de kooi zelf.

## Hoger koppel

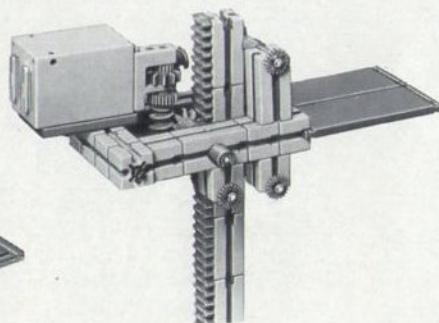
Figuur 45.3 en 45.4 tonen een liftkooi waarbij tussen motor en tandstang een extra wormasoverbrenging met  $i = 10$  is ingebouwd. Het tandwiel dat op de tandstang loopt heeft nu een tien keer zo groot koppel als eerst. De kooi gaat in verhouding langzamer, maar de motor kan nu de arbeid veel gemakkelijker verrichten.

## De bouw van het model

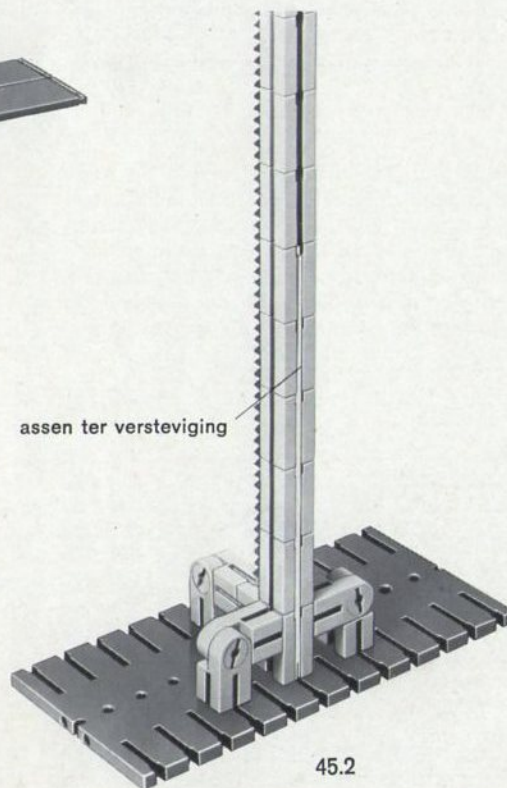
De kooi loopt alleen geluidloos over de tandstang als het tandwiel niet tot op de bodem van de tandstang komt. Als dat wel gebeurt dan horen we een ratelend geluid. De juiste afstelling doen we met de drie geleiders (assen 60). We moeten er voor zorgen dat bij een lege liftkooi tussen tandwiel en tandstang een kleine speling zit.



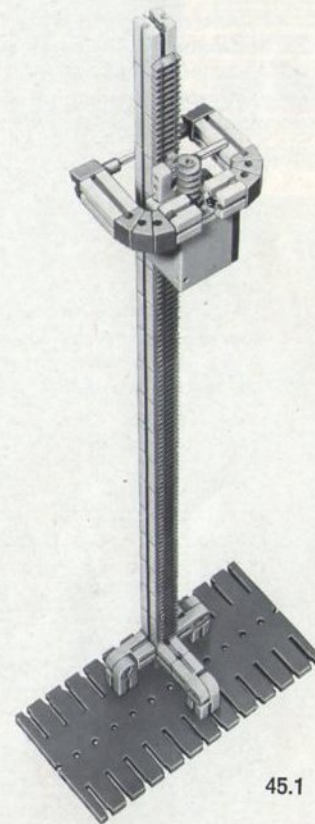
45.4



45.3



45.2



45.1

Omdat anders het tandwiel niet pakt.

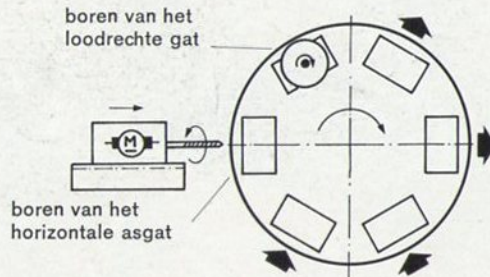
## Trapsgewijs schakelmechanisme

In vele automatische productieprocessen worden onderdelen of hele apparaten stapsgewijs door het proces gevoerd. Een voorbeeld is ons model van een draaitafel waarop onderdelen kunnen worden vastgezet. Automatisch moeten in de onderdelen, steeds op dezelfde plaats, gaten worden geboord.

### Draaitafel

De gaten in de bouwstenen 30 van fischertechnik zouden op een dergelijke tafel kunnen worden geboord. Het model heeft 6 stations, elk met een kleminrichting voor een steen. Als de tafel stilstaat plaatst iemand steeds twee nieuwe stenen in de stations of neemt twee afgewerkte stenen uit twee andere stations. Op het 5e station boort de machine automatisch een horizontaal gat in de bouwsteen en op het 6e station zorgt een andere boormachine voor het verticale asgat (fig. 46.1).

### Principe



46.1

Het principe van een dergelijke, half-automatisch werkende machine wordt in het model van fig. 47.1 weergegeven. De motor draait konstant. Via een transmissie (welke overbrenging?) wordt een schijf met een dunne opstaande pen aangedreven. Hiervoor nemen we de segment- of nokkenschijf. De pen grijpt bij elke omwenteling van de segmentschijf in een uitsparing van de draaischijf. De afstand tussen de beide assen moet daarvoor nauwkeurig worden afgesteld.

Elke keer wordt de draaischijf  $1/6$  omwenteling meegenomen door de segmentschijf. Als deze laatste 6 omwentelingen heeft gemaakt dan is de draaischijf precies één keer rond geweest. De overbrengingsverhouding is dus  $i = 6$ . In tegenstelling met een tandwieloverbrenging draait de schijf hier niet konstant, maar stap voor stap of trapsgewijs. Als de pen uit de groef is dan staat de draaischijf stil tot de pen in de volgende groef valt.

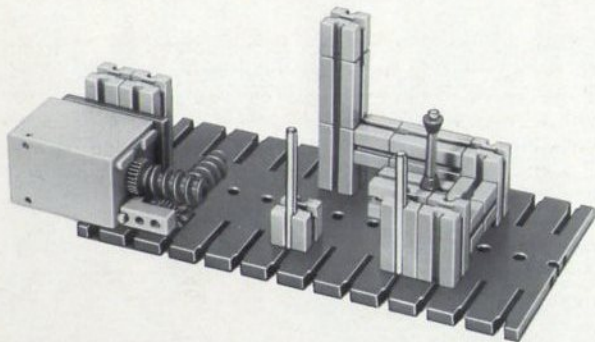
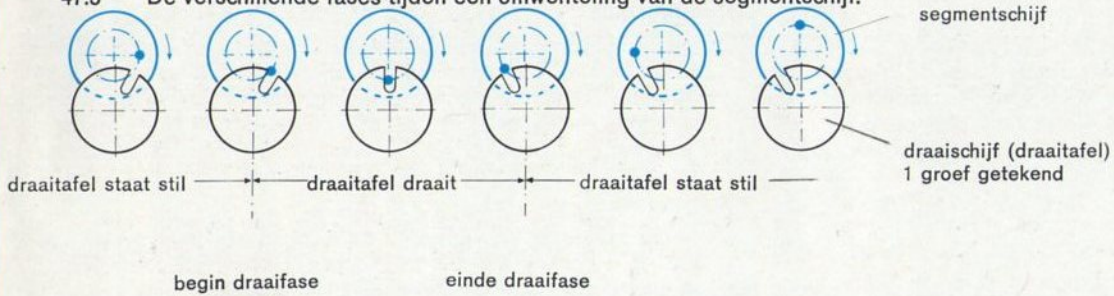
### Rustpal

Staat de draaischijf eenmaal stil dan mag hij niet meer verschuiven omdat dan de pen niet in de volgende groef terecht komt. Om de schijf in de juiste stand te houden is een rustpal nodig, die niet te licht en niet te zwaar mag worden afgesteld. De ft-veervoet is daarvoor uitstekend geschikt. Het voetje aan het vrije eind draait gewoon mee wanneer de draaischijf door de pen wordt voortbewogen.

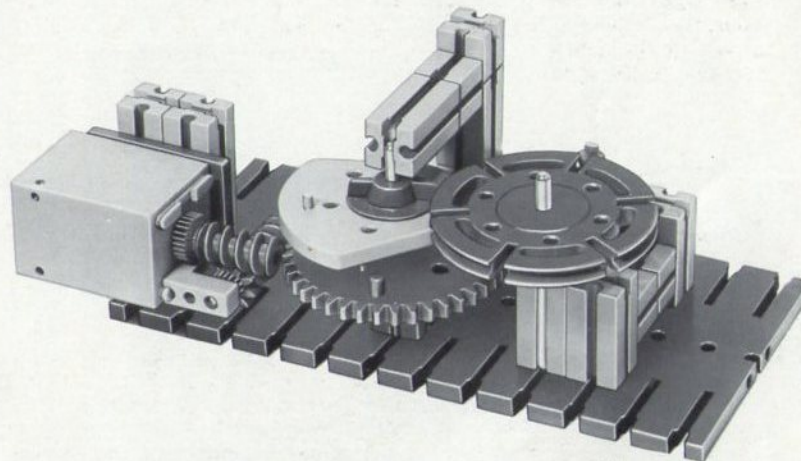
Als we de machine continu laten draaien dan dient op de pen van de segmentschijf een hulsje te worden geschoven. De glijdende beweging wordt daarmee vervangen door een draaiende met veel minder wrijving.

Met een tweede motor en meer bouwstenen kunnen we ook de op en neer gaande boormachine bouwen.

47.3 De verschillende fases tijdens één omwenteling van de segmentschijf.



47.2



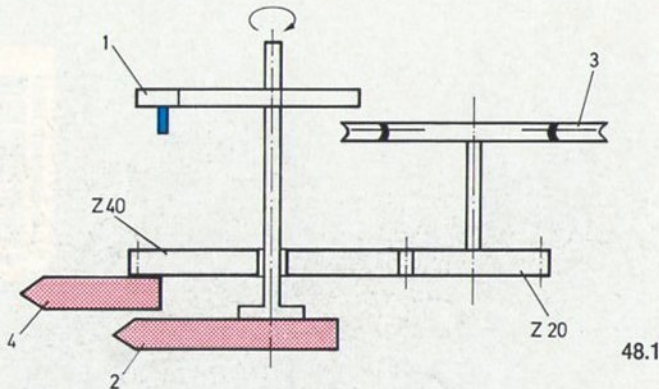
47.1



# Uren-en minutenwijzer

## Trapsgewijze schakelmechanisme

Een klok, waarvan de wijzers zich niet gelijkmatig bewegen, maar schoksgewijs, werkt eveneens volgens het principe van de trapsgewijze transmissie. In het model van fig. 49.1 wordt de segmentschijf 1 met de op dezelfde as bevestigde wijzer 2 direct aangedreven. Deze wijzer draait doorlopend, anders gezegd met een konstante snelheid. Fig. 48.1 laat het principe zien.



48.1

De nok van de segmentschijf drijft de draaischijf 3 aan, die op een hulpas zit. De aandrijving gaat in etappes met een overbrengingsverhouding van  $i = 6$ . Op de hulpas zit een tandrad Z 20 dat het tandwiel Z 40 aandrijft. Dit laatste tandwiel zit los op de hoofdas en draagt tevens de korte wijzer (4).

## Overbrenging

De totale overbrengingsverhouding tussen grote en kleine wijzer is  $i_{tot} = 12$ . De kleine wijzer schuift bij elke omwenteling van de grote één etappe (1/12 van een omwenteling) verder. Let er op dat het verspringen steeds gebeurt op het moment dat de grote wijzer de nul passeert.

## Wijzerplaat

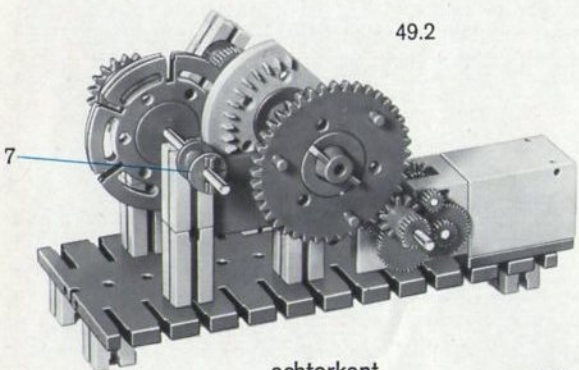
De vormgeving van de wijzers en de wijzerplaat laten we graag aan u over. Eén punt is daarbij van belang. Het uurwerk loopt alleen goed wanneer de nok van de segmentschijf steeds precies en zonder stoten in een groef van de draaischijf valt. De schijf mag dan ook niet doordraaien of verschuiven nadat de nok een groef heeft verlaten. Daarom is op de hulpas een ft-kabeltrommel bevestigd (7).

## Rem

De kabeltrommel wordt aan één kant vastgehouden en werkt zo als rem. Vanzelf verschuiven is daardoor uitgesloten, terwijl aan de andere kant toch de trapsgewijze voortgang net niet wordt verhinderd. Vraag: welke weg heeft de grote wijzer afgelegd als de kleine wijzer één etappe is opgeschoven (in % van één omwenteling)?

Met de tandwielen van hobby 2 kunnen we geen aandrijving bouwen waarbij de hoofdas slechts één omwenteling per uur maakt. Een dergelijke overbrenging wordt later wel behandeld.

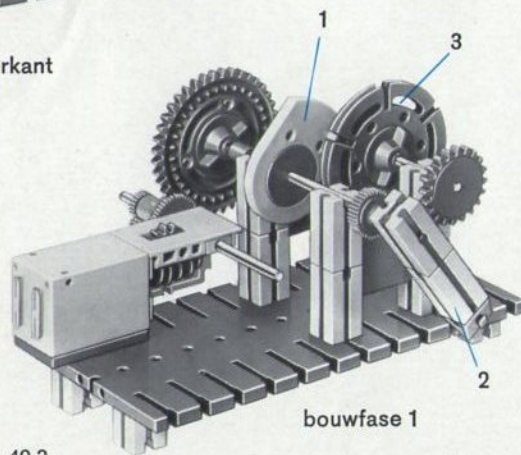
$f = 10 \times 40 = 400$



49.2

7

achterkant



1

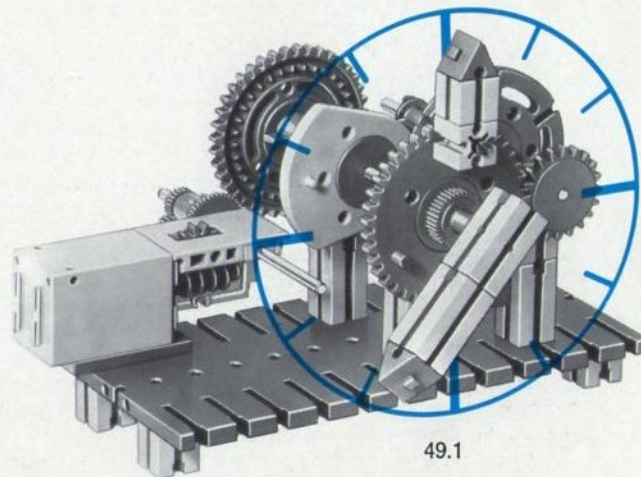
3

2

bouwfase 1

49.3

zonder urenwijzer



49.1

## Heimachine met motoraandrijving

Heimachines worden gebruikt voor het in de grond slaan van houten palen als fundering van een huis. Verder ook wel voor het slaan van stalen damwanden bij de aanleg van waterwerken.

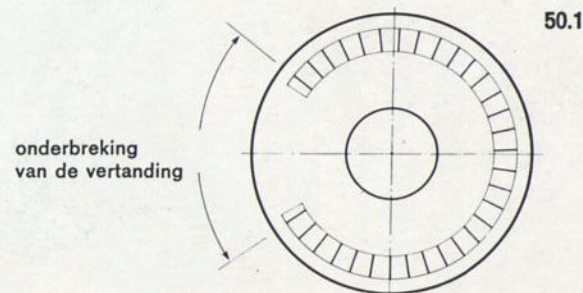
### Heiblok

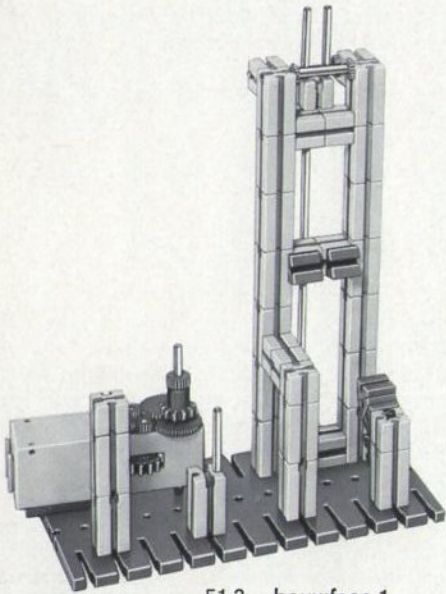
Een belangrijk onderdeel is natuurlijk het heiblok. Heel vroeger werd het met de hand omhoog gehesen. Tot voor kort ging het met een stoommachine en tegenwoordig met perslucht. Door het blok snel los te laten glijdt het tussen geleiders met grote snelheid naar beneden, bovenop de kop van de heipaal. Op deze wijze wordt de paal letterlijk stukje voor stukje de grond ingestampd.

### De bouw van het model

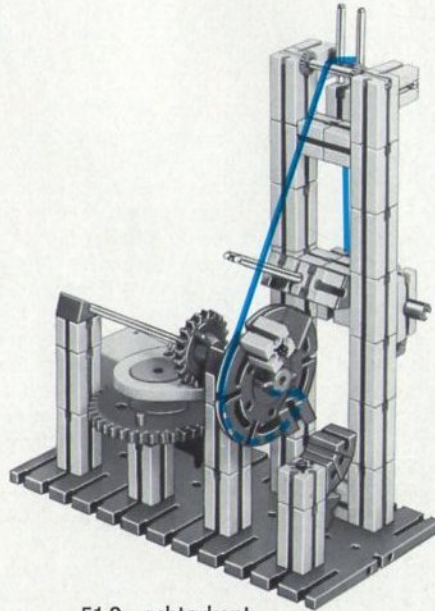
In fig. 51.1 zien we het model van een heimachine die met een motor wordt aangedreven. Met een touw dat over een draaischijf loopt wordt het blok omhoog gehesen. De hijskabel moet zo lang zijn dat hij niet gespannen staat als het blok op een paal rust die geheel in de grond is gedreven. De lagers voor de as met de draaischijf stellen we zeer zorgvuldig af daar de schijf heel licht moet lopen. De aandrijving van de as werkt met een kroontandwiel met onvolledige vertanding (fig. 50.1). We gebruiken hiervoor een segmentschijf. Twee ft-assen dienen als kabelgeleiders om er voor te zorgen dat het touw steeds goed blijft lopen. Een tegengewicht aan de zijkant van de kabeltrommel (fig. 51.2) brengt deze weer in zijn uitgangsstand terug. De heipaal mag daarbij niet langer dan 60 mm zijn. Bevestig het touw precies in het midden van de snaargroef.

Met dit model kun je echt heien, palen tot 60 mm lengte kunnen er mee in het zand worden geslagen. De kroonwielen die speciaal voor dit soort machines worden gemaakt, hebben in werkelijkheid een vertanding met een onderbreking van niet meer dan 10–15% (fig. 50.1).

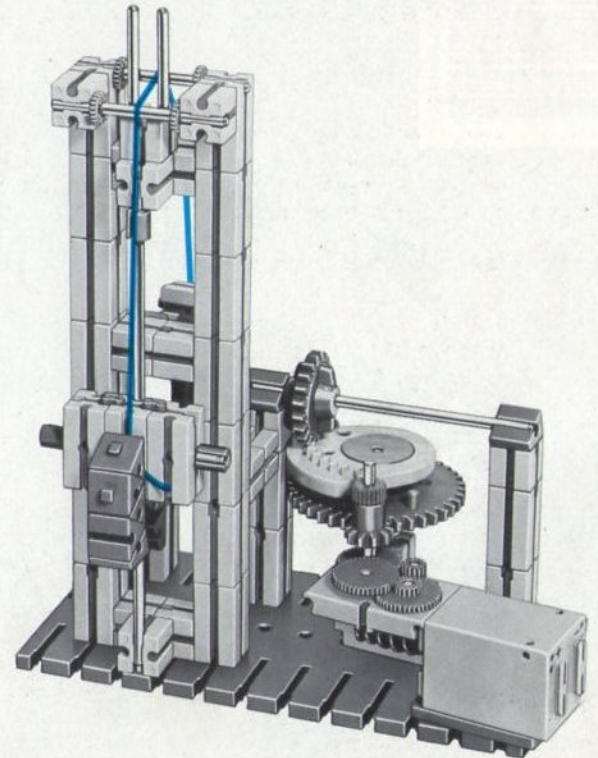




51.3 bouwfase 1



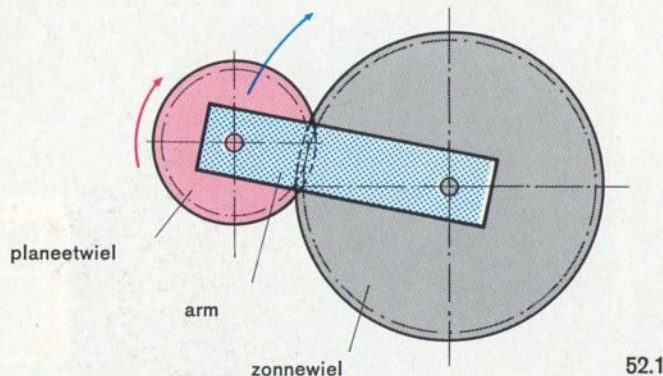
51.2 achterkant



51.1

## Roertoestel met planetaire aandrijving

Een zgn. »open« planetaire aandrijving bestaat uit een draaibaar gelagerd wiel dat om een vaststaand wiel loopt. Anders gezegd:



een planeetwiel is een wiel dat niet alleen om zijn eigen as draait, maar tevens met as en al om een ander wiel. Het is te vergelijken met de aarde die om de zon draait. Vandaar ook de naam.

Figuur 52.1 maakt een en ander in één oogopslag duidelijk.

De verbinding tussen beide assen noemen we arm. We kunnen bij deze constructie zowel wrijvingswielen als tandwielen gebruiken. De planetaire aandrijving vormt de kern van het model van een roer- of mengtoestel naar fig. 53.1.

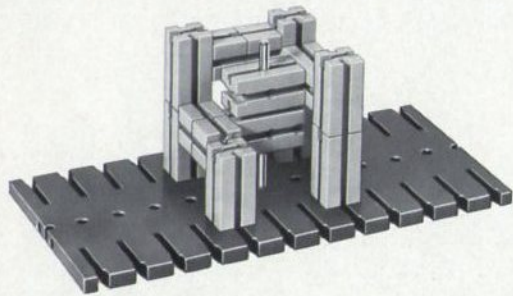
Het planeetwiel (of omloopwiel) zit hier direkt op de hoofdas van de ft-transmissie. De arm bestaat uit enkele bouwstenen, de motor en de transmissie. Om de werking van de planetaire aan-

drijving te onderzoeken laten we de mengvleugels weg, die in het model direkt door het wormwiel worden aangedreven.

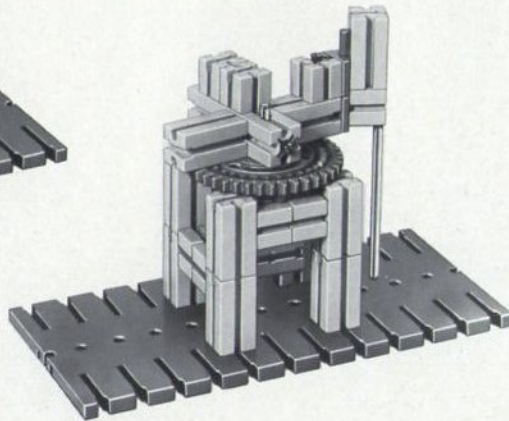
Hoeveel omwentelingen maakt het planeetwiel om de arm één omwenteling te laten maken? De arm draait des te sneller om het zonniewiel naarmate de middellijn van het planeetwiel groter is. Vooropgesteld dat de toerentallen van de verschillende planeetwielen gelijk zijn. U kunt dit controleren door in plaats van een tandwiel met tien tanden er één te nemen met 20 tanden. Onderzoek ook wat er gebeurt als we het vaststaande tandwiel Z 40 vervangen door een tandwiel Z 30. Maakt de arm dan in een minuut meer of minder omwentelingen? Ook hier weer uitgaande van hetzelfde toerental voor het planeetwiel. Als we de voedingsapparaat met 4 vervangen door een batterijhouder dan vermijden we een probleem met de stroomdraden. (hobby 3 bespreekt hoe we de stroom ook via sleepringen kunnen toevoeren).

Het vaststaande wiel kan de vertanding aan de omtrek hebben, maar evengoed is een tandwiel met inwendige vertanding te gebruiken.

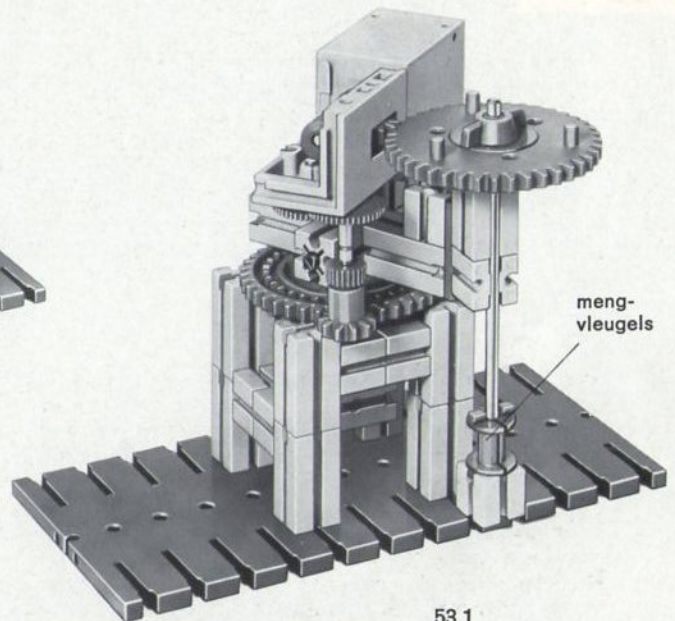
Een toepassing daarvan hebben we al gezien bij de ellipsen tekenmachine. Wie het interessant vindt kan ook dit roertoestel konstrueren met een tandwiel met inwendige vertanding.



53.2 bouwfase 1



53.3 bouwfase 2



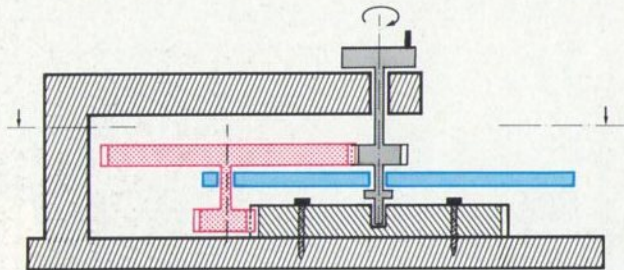
53.1

meng-  
vleugels

## Terugkerende planetaire aandrijving

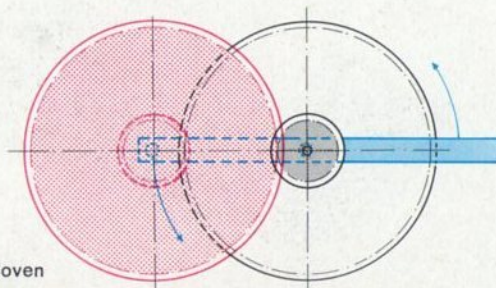
Het model van het roertoestel heeft een heel vervelend nadeel: de motor blijft niet op zijn plaats. De stroomtoevoer met kabeltjes is dan ook lastig en vraagt om aparte voorzieningen. In de volgende constructie is de motor vast ingebouwd. Hiervoor zijn twee extra tandwielen nodig. Eerst bouwen we het model van fig. 54.2 om te zien

hoe een en ander werkt. De terugkerende planetaire aandrijving komt overeen met het principe van fig. 54.1. Ga na hoe vaak we de slinger moeten draaien om de arm één keer om het vaste wiel te laten lopen. Volgens dit principe kunt u een roertoestel bouwen met een vaste motor, waarbij de menger zelf wel een omloop maakt.

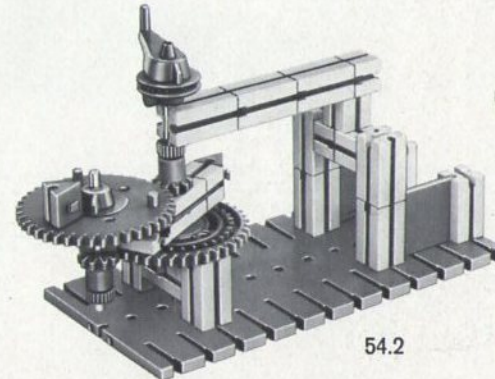


van rechts gezien

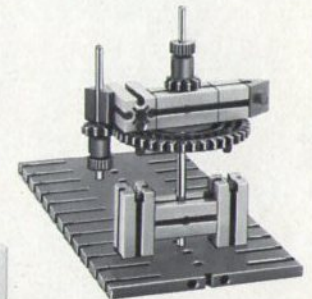
54.1



zijkant van boven

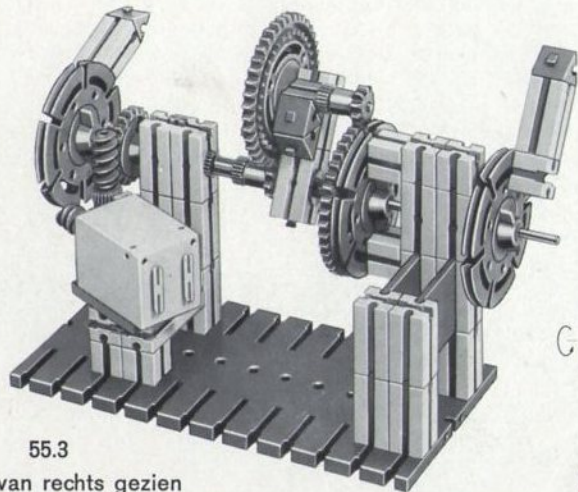


54.2

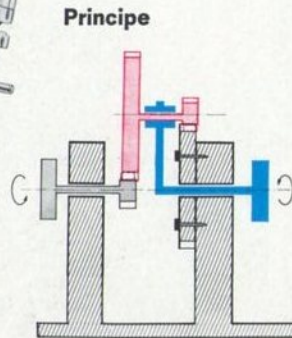


54.3  
bouwfase 1

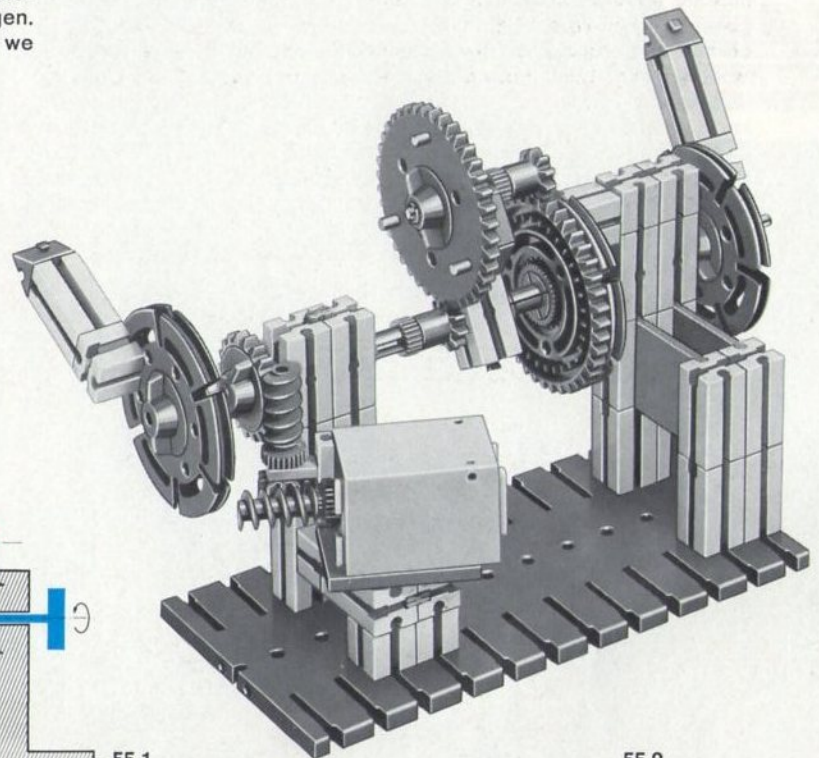
De juiste uitkomst voor de overbrenging tussen aandrijving en arm is 15. Een van de volgende delen in de serie »Experimenten en modellen« boeken gaat in op de details van dit soort berekeningen. Het principe van de planetaire terugkerende aandrijving zien we ook in fig. 55.2 en 55.3.



55.3  
van rechts gezien



55.1

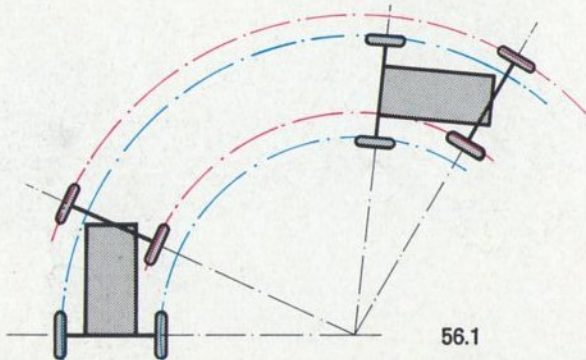


55.2



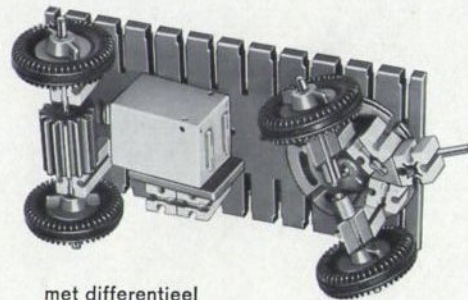
## Het differentieel

Het wagentje van fig. 11.1 is niet bestuurbaar. We voorzien het daarom van een draaibare vooras zoals in fig. 57.1 en 57.2 is aangegeven. Deze constructie heet een zwenk constructie. Voor onze proefnemingen brengen we op de stuurinrichting een pal aan (verende scharniersteen). De wielen maken een zekere uitslag. De hoek daarvan kunnen we aflezen op een schaal. Deze plakken we op de korte zijkant van de basisplaat. De as 30 dient als wijzer en klemmen we met een stukje papier in de bouwsteen. Nu blijkt dat naarmate de stuuruitslag groter wordt (een scherpere bocht) de wagen zwaarder gaat lopen. Op z'n minst begint een van de wielen te slippen. In fig. 56.1 zien we hoe dat komt. De wielen aan de buitenkant moeten een veel grotere weg afleggen dan die aan de binnenkant van de bocht.



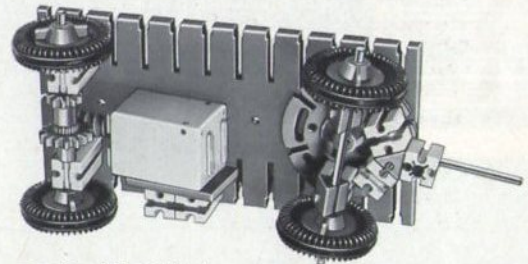
Bovendien zitten de wielen vast op een doorlopende as. Dat betekent dat ze gelijke afstanden moeten afleggen omdat hun toerentallen gelijk zijn. In een bocht kan dat niet en dus moeten de wielen slippen. Dit probleem is voor de voorwielen heel simpel op te lossen. De wielen krijgen gescheiden assen (fig. 57.3). Voor de achterwielen bouwen we een differentieel-aandrijving. Daarmee kunnen beide wielen onafhankelijk van elkaar worden aangedreven. Binnen- en buitenbocht kunnen dan zonder slippen worden genomen. Elk wiel krijgt het juiste toerental om zijn weg af te leggen. De werking van het differentieel wordt in deel 2-7 uitvoerig besproken. We volstaan nu met aan te geven hoe het differentieel in een constructie kan worden toegepast (fig. 57.4). De tandwielmantel van het differentieel heeft hier evenveel tanden als het aandrijvend tandwiel, beide draaien dus even snel. De beide uitgangsassens zullen gelijk op draaien met de mantel zolang ze niet worden afgeremd of wanneer zij even hard worden afgeremd. Houden we een van de assen vast dan draait de andere dubbel zo snel. Met behulp van een wijzer op een van de assen is dit gemakkelijk na te gaan. Wie dit soort proeven interessant vindt kan bijvoorbeeld voor vier verschillende wieluitslagen de laagste spanning bepalen die nodig is (stand van de knop op de voedingsapparaat) om de bocht door te komen. Doe dit voor:

1. voor en achter doorlopende assen; 2. voor gescheiden vooras;
3. achter differentieel, en gescheiden vooras.



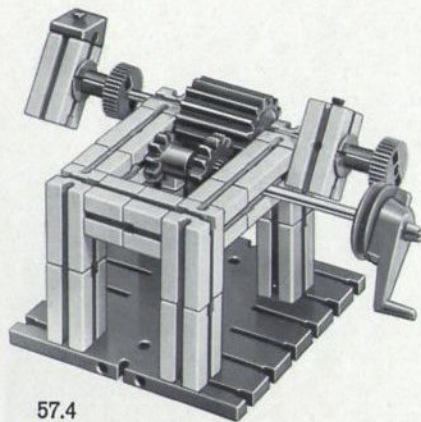
met differentieel

57.3

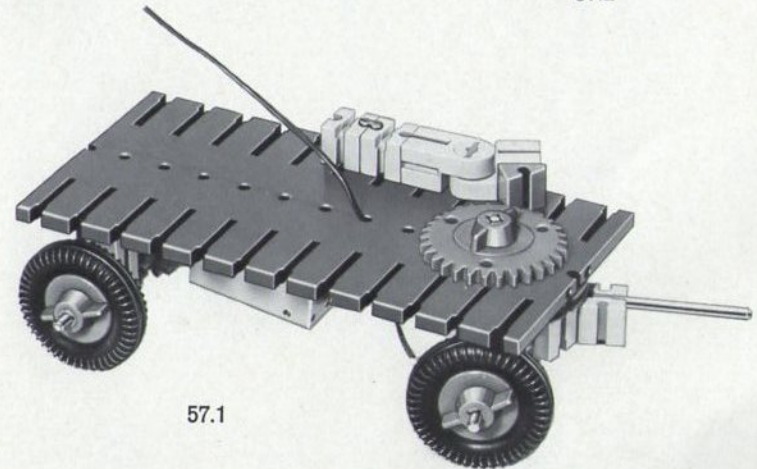


zonder differentieel

57.2



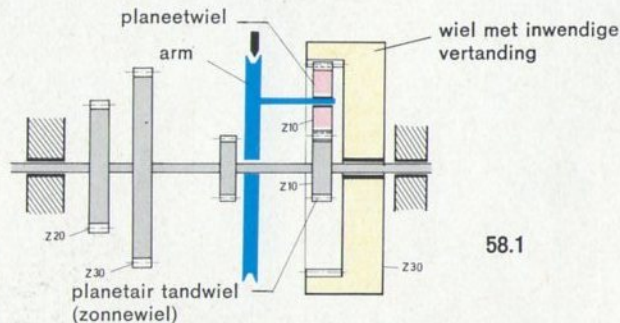
57.4



57.1

## Planetaire aandrijving met inwendig vertand wiel

De bouw van het model volgens fig. 59.1 geeft een eerste inzicht in de mogelijkheden van de planetaire aandrijving. Het model dient alleen voor het nemen van een aantal proeven.



58.1

Het model bouwen we aan de hand van de principeschets (58.1). Figuur 59.2 geeft aanwijzingen voor de opbouw van het wiel met inwendige vertanding, in fig. 59.3 zien we hoe de arm wordt gemaakt en in fig. 59.4 de montage van het tweede motorlager. Als hoofdas nemen we een as 200. Het kussenblok voor de (blauw aangegeven) arm is een tandwiel Z 40. In fig. 58.1 is het derde tandwiel Z 10 weggelaten omdat het in het model alleen dient voor een betere geleiding van het inwendig vertande wiel. De platte naven van de ft-draaischijven, resp. voor het inwendig vertande wiel en de arm, mogen niet worden vastgezet. Beide wielen moeten vrij op de hoofdas kunnen draaien. Neem hiervoor twee lichtlopende platte naven. Alle andere tandwielen moeten goed op de hoofdas worden vastgezet.

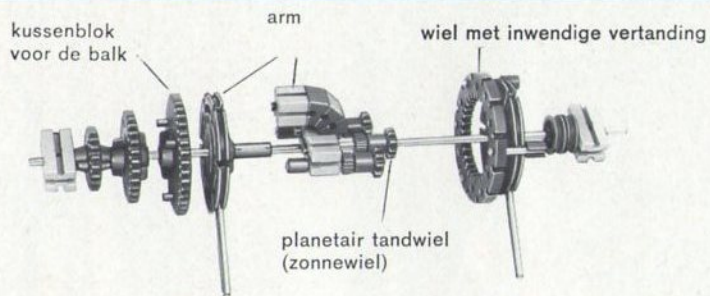
De ketting en de verende kettingspanner (verende scharniersteen) laten we eerst nog even weg. Werkt de kettingspanner op de juiste manier? (zie pag. 32). De drie van buiten toegankelijke onderdelen, voorzien van wijzers, zijn:

- zonnewiel (tandwiel Z 10) met hoofdas
- arm met planeetwiel Z 10
- tandwiel met inwendige vertanding Z 30

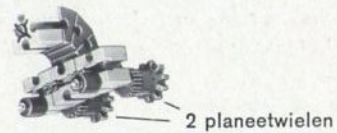
Neem een volgorde aan die begint met een van deze drie onderdelen en bepaal dan de overbrengingsverhouding tussen de beide andere eenheden. We houden het zonnewiel vast en zien dan dat als we de arm driemaal om zijn as draaien het tandwiel met inwendige vertanding vier omwentelingen maakt. De overbrengingsverhouding  $i_{\text{arm-inw.v.t}} = 3/4 = 0,75$ . Laten we nu het inwendig vertande wiel de arm aandrijven dan krijgen we  $i_{\text{inw.v.t-arm}} = 4/3 = 1,33$ .

Een bijzonderheid zien we nog als we de arm vasthouden en de overbrenging tussen het zonnewiel en het tandwiel met inwendige vertanding gaan bepalen. De tandwielen draaien in tegengestelde richting. Bij de overbrengingsverhouding geven we dit aan met een min-teken. Zo is bijv. als de arm wordt vastgehouden:  $i_{\text{arm-inw.v.t}} = -3$ . In het model kunnen we vanaf de uitgangsas van de trapsgewijze transmissie het zonnewiel naar keuze met de overbrenging 1,5 of 0,66 aandrijven. Dit gebeurt door de ketting over het andere paar tandwielen te leggen. Ook de arm kunnen we met de motor aandrijven. Draai de naaf in tandwiel Z 40 los, koppel dit wiel met de arm door een as 30 in twee asgaten te schuiven.

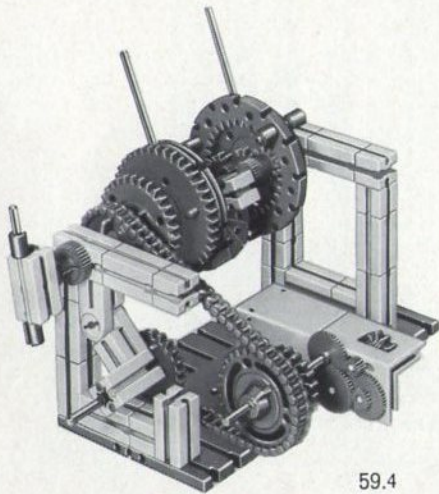
Tenslotte monteren we schijven die voor de vergrendeling zorgen. Tandwiel Z 30 dient als kussenblok.



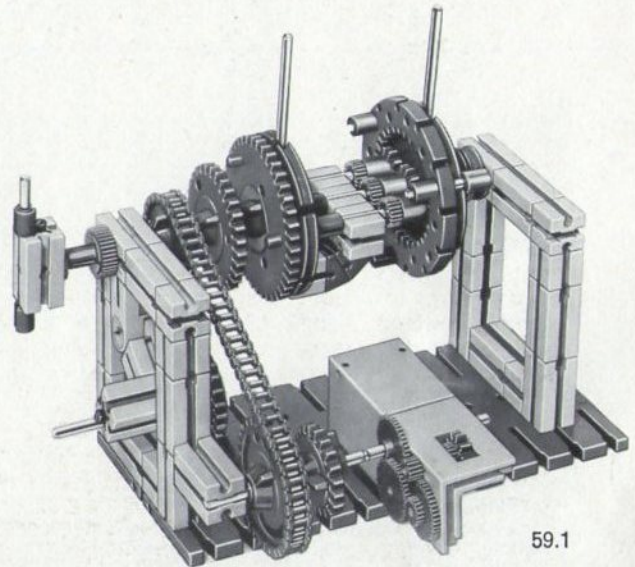
59.2



59.3



59.4



59.1

## Gereedschapswerktuigen

Met gereedschapswerktuigen worden werkstukken in een bepaalde vorm gebracht. Vergeleken met het bekende handgereedschap als hamer, beitels, vijl enz. hebben deze machines het voordeel van een groter vermogen, een grotere precisie en dat ze economischer werken.

### Vervormen, scheiden, verbinden

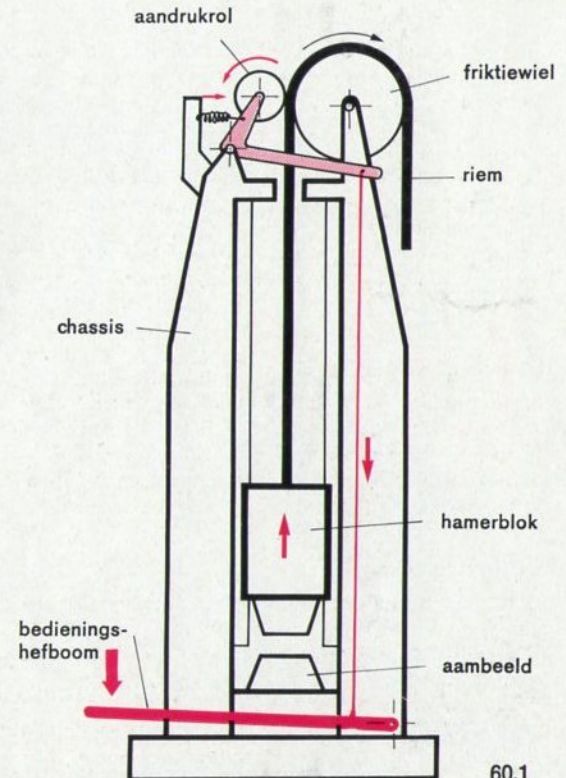
Men onderscheidt deze machines naar hun functies als volgt:

- machines om te vervormen zoals smeedhamers, persen en walsen
- machines om te scheiden zoals zagen, schaafbanken, stans-, frees-, boor-, knip- en slijpmachines
- machines om onderdelen te **verbinden** zoals niet- en lasmachines, naaimachines, spinnerijmachines enz.

Machines die een werkstuk op maat maken door er spanen af te halen heten ook wel verspanende machines, de andere uiteraard niet-verspanende. Met de onderdelen van konstruktiedozen is het in het algemeen niet mogelijk om een echt werkend gereedschapswerktuig te maken. Voor de vervorming zijn namelijk veel te grote krachten nodig. In dit boek geven we bewust geen model van een draaibank waarbij in feite alleen een as draait. Het gaat ons om de interessante bewerkingen zoals stampen, pletten en dergelijke. Met de beugelzaagmachine kunnen dunne stukjes hout worden gezaagd.

### Smeedhamer

Ijzer of een ander metaal wordt meestal gesmeed als het heet is. De juiste vorm ontstaat door slaan of druk. De volgende metalen kunnen worden gesmeed: staal, aluminium met z'n legeringen, verder koper, messing, brons enz. Niet echter het normale gietijzer. Als gereedschapswerktuigen voor het smeden zijn in gebruik hamers en persen. Smeedhamers zijn naar verhouding goedkoop en werken snel. Daar staat tegenover dat de kort op elkaar volgende klappen niet tot in de kern van het materiaal doordringen. Bovendien maakt een smeedhamer nogal wat lawaai en veroorzaakt hij vervelende trillingen.



Het model (fig. 62.1) geeft een verouderde bouwwijze weer van een smeedhamer die met een riem werkt. Van dit model – dat natuurlijk niet echt werkt – is het mechanisme interessant. Figuur 60.1 laat het principe zien. Aan het hamerblok zit een riem die over een friktie-of wrijvingswiel loopt. Een motor houdt dit wiel permanent aan het draaien. Met een hefboom wordt de aandrukrol bediend. Als we de hefboom naar beneden duwen dan perst de aandrukrol de riem tegen het friktiewiel. Dit neemt de riem mee zodat het hamerblok omhoog wordt gehesen. In de hoogste stand zorgt een loskoppelaar er voor dat de aandrukrol automatisch teruggaat. Het hamerblok valt dan op het werkstuk dat op het aambeeld ligt.

### **De bouw van het model**

Belangrijk is dat de bouwstenen 15 van het hamerblok gemakkelijk heen en weer gaan in de assen, die we daartoe lichtjes met vaseline invetten. Wanneer u geen leren riempje heeft dan neemt u de ft-ketting. Het friktiewiel bestaat uit twee naast elkaar geplaatste flenswielen op platte naven.

### **Wrijvingsvoering**

Bij het gebruik van een leren riempje is de wrijving met de gummiringen van de flenswielen precies goed. Als we de ketting gebruiken is de wrijving te sterk, in dat geval plakken we sellotape op de gummiringen.

Een andere mogelijkheid is de ketting over de aandrukrol te leggen (fig. 62.2). In dat geval stemt het model niet met de werkelijkheid overeen. Bij een echte smeedhamer mag het vrije eind van de ketting natuurlijk niet aan deze kant naar beneden komen. De man die de hefboom bedient zou de ketting op z'n hoofd kunnen krijgen.

Het aambeeld waarop het werkstuk wordt gelegd heet ook wel aambeeldbed.

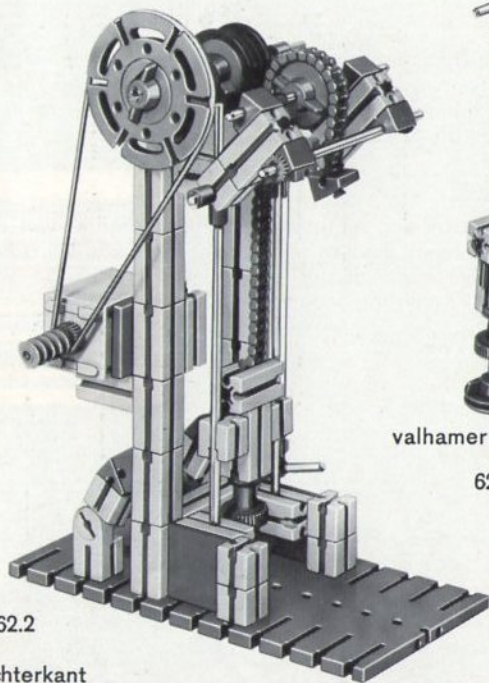
De aandrukrol wordt met een hefboom en een kabel bediend. Een aparte loskoppelaar is in het model overbodig.

### **Aandrijving**

De aandrijving van het friktiewiel gebeurt met de motor en het ft-aandrijvings snoer. Het model werkt goed. Als we de hefboom naar beneden drukken gaat het hamerblok omhoog, laten we de hefboom los dan valt het blok naar beneden.

### **Het aantal slagen**

Het aantal slagen wordt o.a. bepaald door het toerental van de motor en ligt tamelijk hoog. Bij een goed gekonstrueerde valhamer kan dit zo'n 50 slagen per minuut zijn.

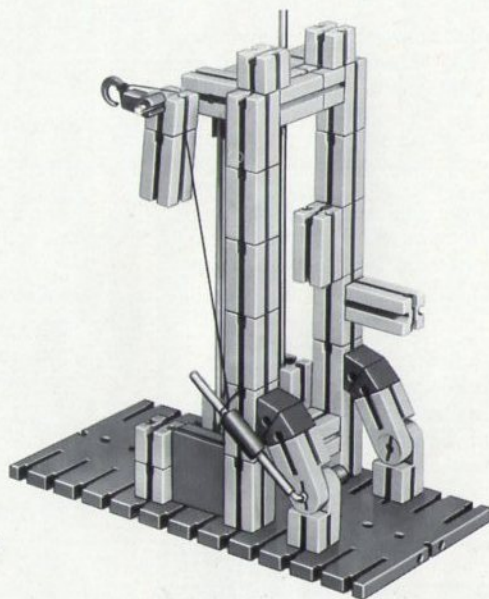


62.2  
achterkant  
(ketting over de aandrukrol)



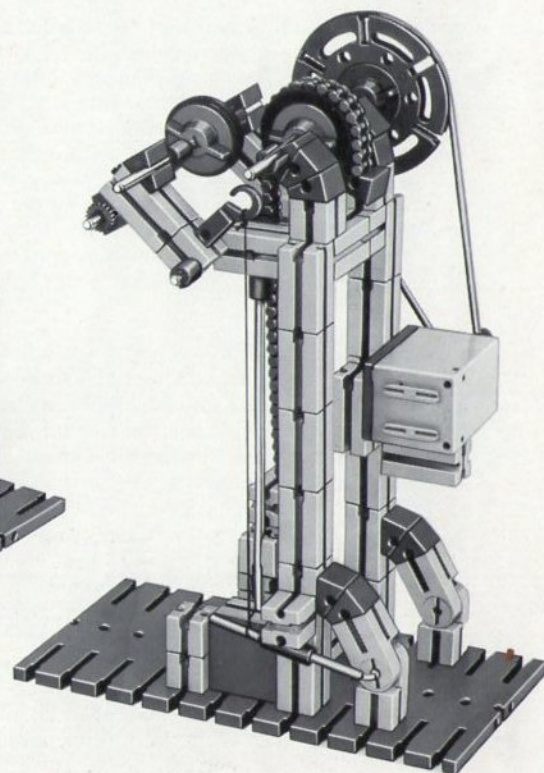
valhamer met ketting

62.4



bouwfase 1

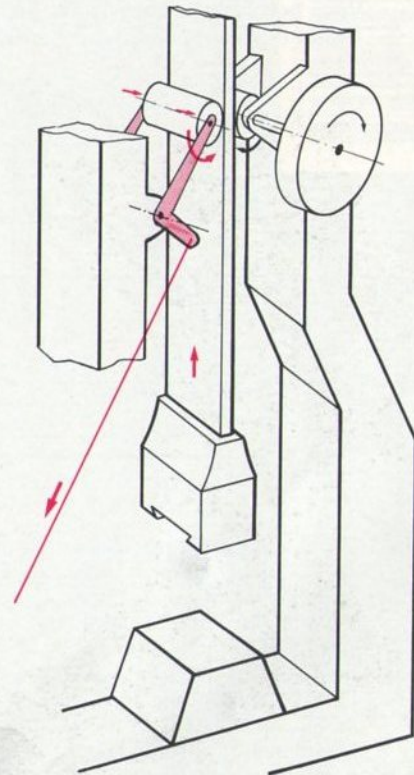
62.3



62.1

Een andere, vroeger veel gebruikte valhamer werkte met een plank i.p.v. een leren riem. Aan de onderkant van de plank of het bord zat het hamerblok. Nevenstaande figuur laat het principe zien. De levensduur van een dergelijke plank (of van de leren riem) was meestal 1–3 dagen. Probeer zelf een model te bouwen aan de hand van de tekening. Als plank gebruiken we bijv. de ft. dubbele rails (aanvullingsdoos 38) zoals die ook bij de tandradbaan zijn toegepast. Een stukje triplex of karton is ook geschikt. De loskoppeling van de aandrukrol op het moment dat het plank in de hoogste stand is gebracht, kan ook automatisch gebeuren via het aambeeld. Probeer hiervoor een oplossing te vinden.

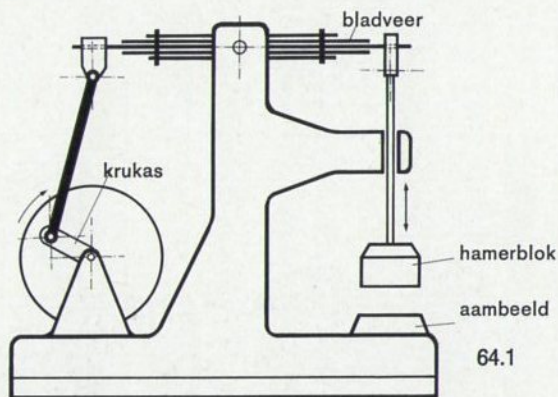
63.1





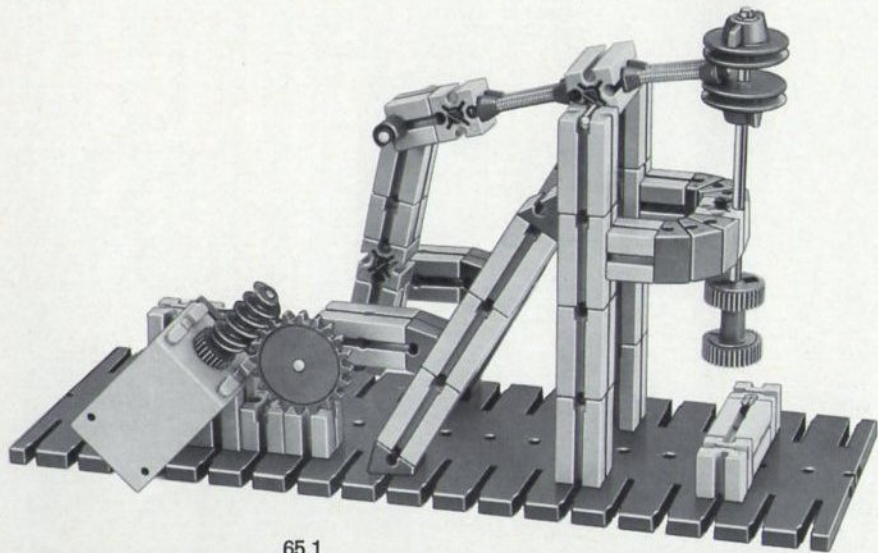
## Veerhamer

Voor het lichtere smeedwerk gebruikt men gaarne een zgn. veerhamer (fig. 64.1).

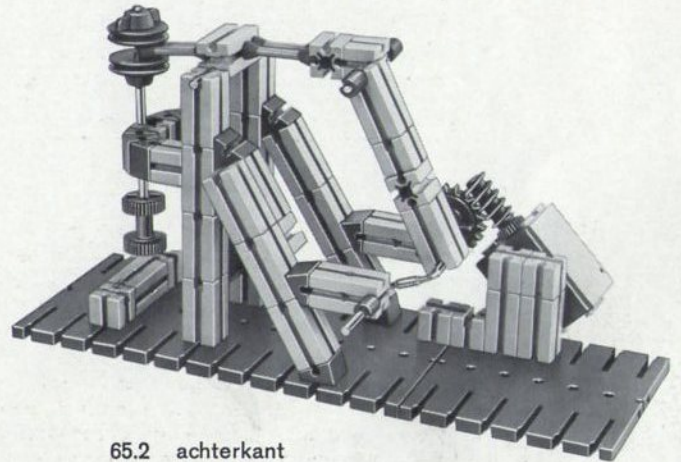


langzaam draait. Bij een hoger toerental veren de veervoeten verder door zodat het hamerblok door zijn traagheid op het werkstuk slaat. Hetgeen bij een hoger toerental duidelijk is te horen. De moderne smeedhamers werken met perslucht of met stroom.

De hamer gaat loodrecht op en neer in een geleiding en wordt via de veren door een krukas aangedreven. De veren vangen tevens de terugslagen van de hamer op zodat ze niet op de krukas inwerken. Bij een zeer laag toerental zal het hamerblok het werkstuk op het aambeeld niet meer raken. Als het toerental hoger wordt dan gaan de veren sterker heen en weer en krijgt de hamer een grotere uitslag. Het werkstuk wordt dan in de gewenste vorm geslagen. Het model van fig. 65.1 werkt met ft-veervoeten in plaats van bladveren. De veervoeten moeten voldoende heen en weer kunnen gaan tussen de platte naven. Evenals bij een echte veerhamer mag het hamerblok het werkstuk (bouwsteen 30) niet raken als de machine heel



65.1

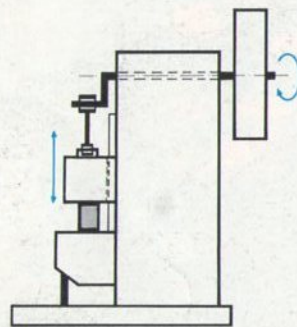


65.2 achterkant

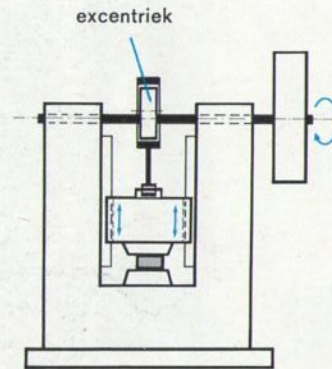
# Persen

Persen worden gebruikt voor werkzaamheden als smeden, stanzen, trekken, buigen, pregen enz. Smeedpersen brengen het materiaal tot in de kern volkomen gelijkmatig in de gewenste vorm. De smeedpers is wel veel duurder en meestal werkt hij ook langzamer. In fig. 66.1 tot 66.4 zijn verschillende types afgebeeld. Het model van fig. 67.1 heeft een kruk op het uiteinde van de aandrijvingsas. De kruk drijft een stansvorm op en neer om bijv. plaatjes uit metaal te ponsen. Met een draaischijf, een kruk en een drijfstang met gewicht

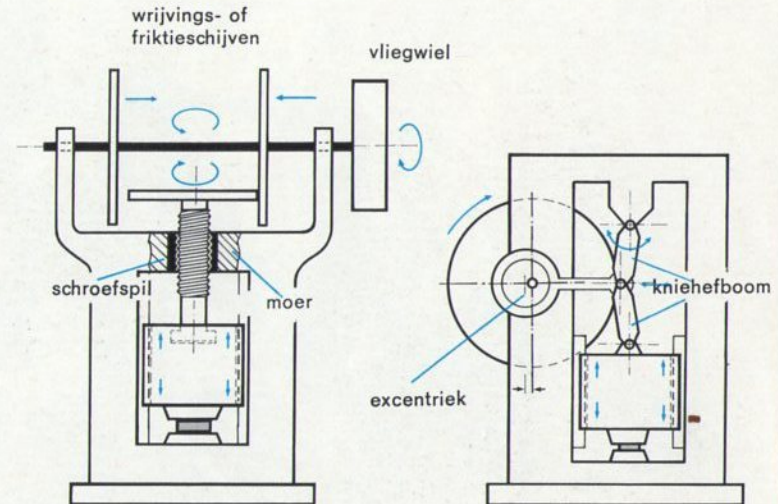
wordt de roterende beweging van de as omgezet in een op en neer gaande beweging van het stansblok. Om grotere krachten te kunnen uitoefenen wordt tegenwoordig vaak de voorkeur gegeven aan hydraulische persen.



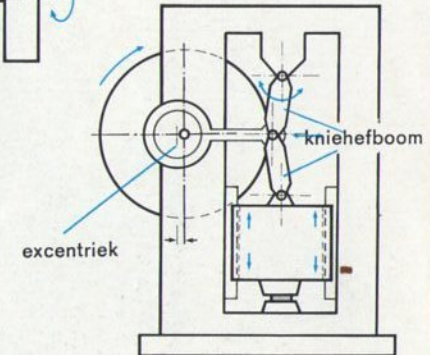
66.1 krukpers



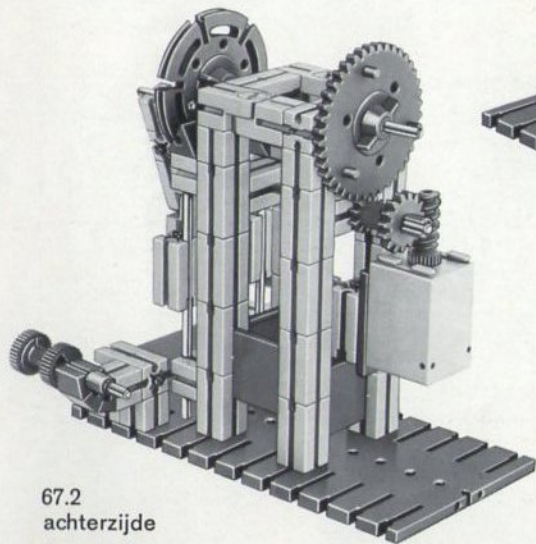
66.2 krukpers excentriek



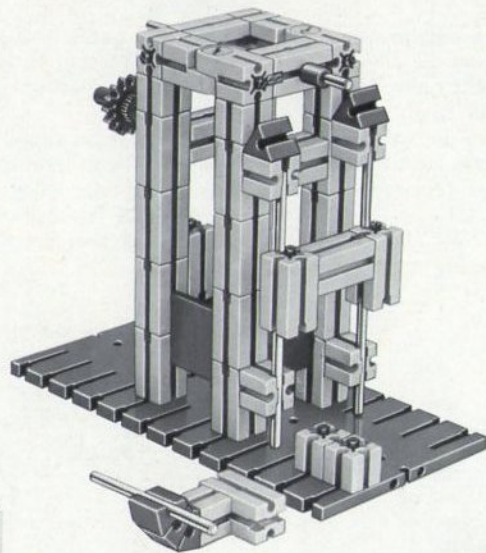
66.3 schroefpers met friktie



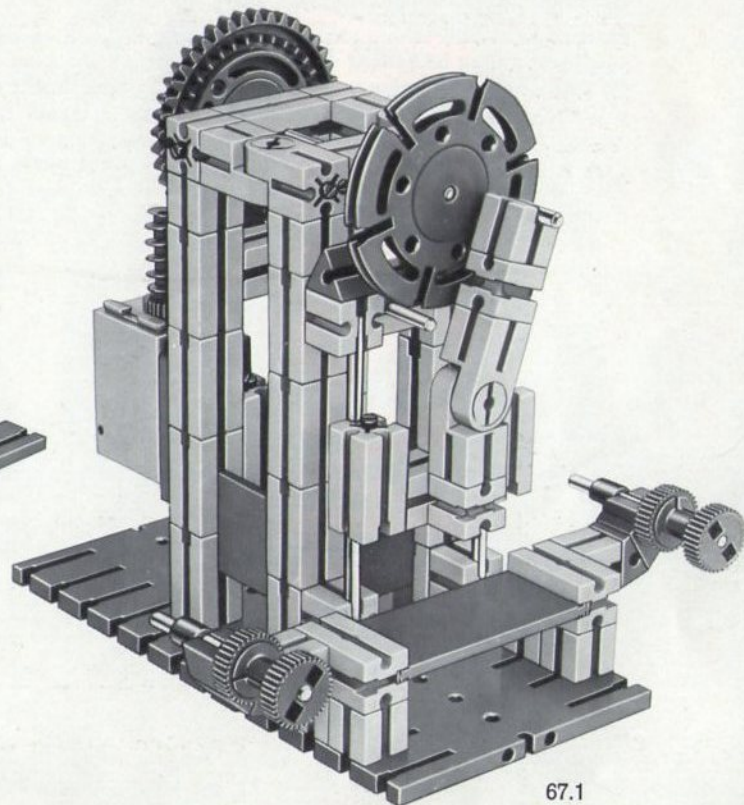
66.4 kniehefboomers



67.2  
achterzijde



67.3  
bouwfase 1

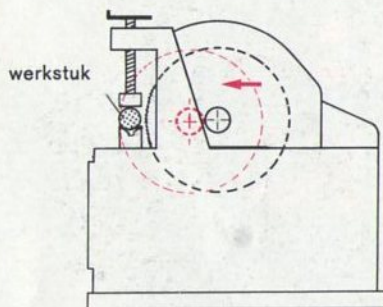


67.1

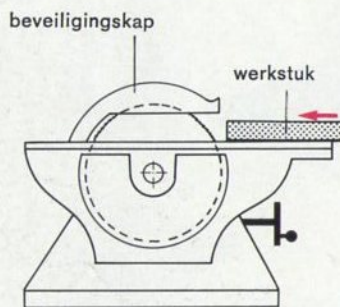
# Zaagmachines

## Werkstuk vast of te verschuiven

Figuur 68.1 is een schets van een cirkelzaag met een verschuifbaar zaagblad. Figuur 68.2 toont de normale cirkelzaag zoals we die allemaal wel kennen: met een vast zaagblad. Dit type wordt gebruikt voor het snel doorzagen van allerlei materiaal (zoals rondijzer, profielijzer en buizen) dat daarna op andere machines verder wordt bewerkt. Het fijngetande zaagblad, gemaakt van de beste kwaliteit staal, doorstaat hoge temperaturen en gaat in een paar seconden dwars door dikke ijzeren stangen.



68.1 cirkelzaag  
zaagblad beweegbaar  
werkstuk vast

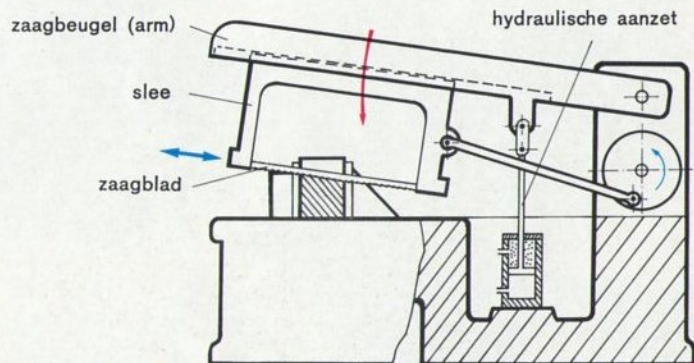


68.2 cirkelzaag  
zaagblad vast  
werkstuk verschuifbaar over de tafel

## Cirkelzaag

Figuur 69.1 geeft het model van een dergelijke cirkelzaag. Hij is natuurlijk niet echt te gebruiken. Interessant is de constructie van de zogeheten aanzet, die het zaagblad tegen het werkstuk aanschuift.

Aandrijfmotor en zaagblad zitten op een slee met een tandstang. Hierin grijpt een tandwiel dat met een hefboom is verbonden. Door de hefboom naar links te trekken gaat de slee naar voren en wordt het zaagblad tegen het werkstuk aangebracht. Veren op de geleiders van de slee zorgen ervoor dat deze weer in de beginstand terugglijdt.

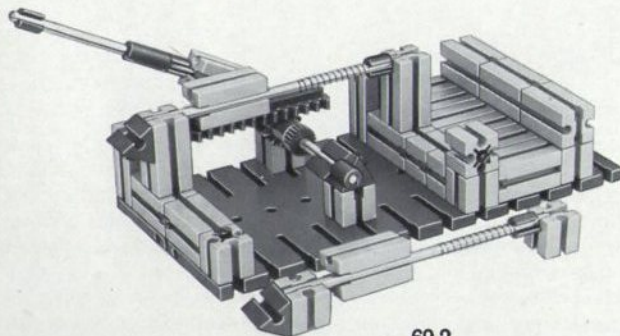


68.3 beugelzaag

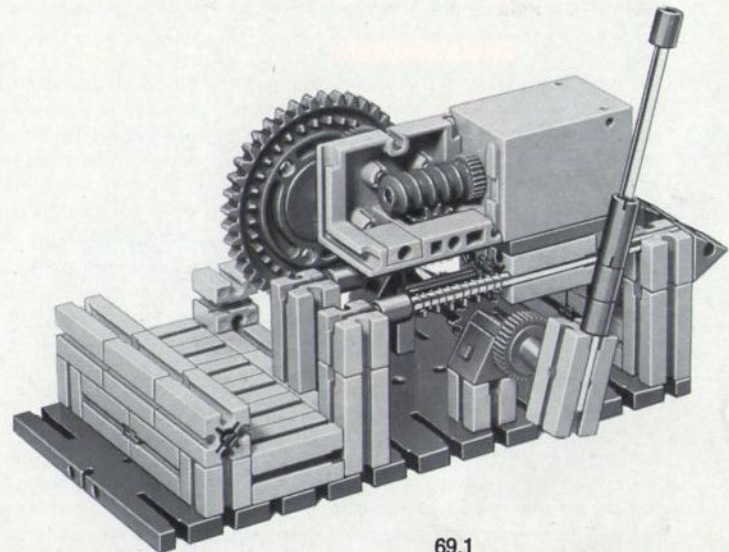
Het toerental van het zaagblad is te laag, met een andere overbrenging is dit te verhogen.  
Grote cirkelzagen hebben meestal een hydraulische inrichting voor het aandrukken van het zaagblad op het werkstuk.

### Beugelzaag

Figuur 68.3 geeft het principe van de beugelzaag, een model staat op pag. 71.



69.2  
bouwfase 1



69.1

# Beugelzaag

## Krukmechanisme

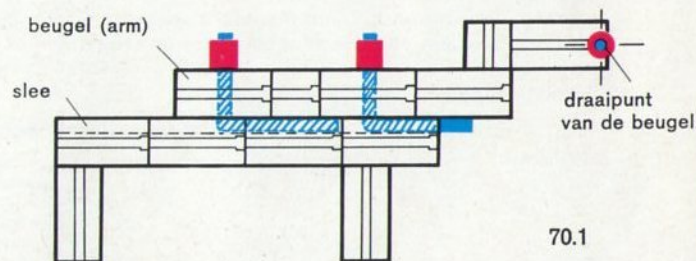
Ook hier zien we weer een toepassing van het »wiel-schuif-kruk« principe. De draaiende beweging van een wiel wordt met een kruk omgezet in een heen en weer gaande beweging. In dit geval van het zaagblad (fig. 68.3). Een wormaandrijving zorgt in het model voor de noodzakelijke vermindering van het toerental en de overeenkomstige verhoging van het koppel, resp. de kracht op de zaag. Dit model kan dunne houten latjes doorzagen. Daarvoor spannen we een figuurzaagje op de aangegeven manier in de beugel.

## Zaagblad

Het zaagje wordt met twee verbindingstukken 15 in de bouwsteen 30 vastgehouden. Door het uit elkaar schuiven van de stenen 30 in de pijlrichting spannen we de zaag. Let daarbij op de juiste stand van de tanden. De zaag werkt namelijk met »trekkende snede« dat betekent dat het hout wordt gezaagd als de beugel wordt teruggetrokken door de drijfstang. Bij het naar voren gaan van de beugel grijpen de tanden niet in het hout maar glijden zij door de snede die net is gemaakt.

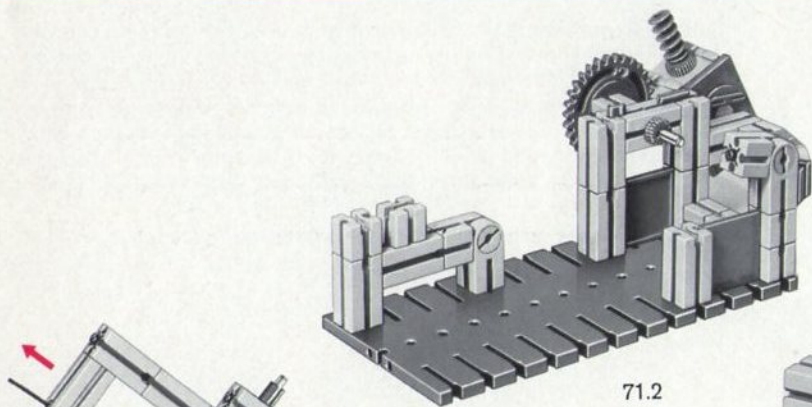
## Aanzet

Het eigen gewicht van de beugel levert de kracht die nodig is voor de aanzet. Echte zaagmachines werken met een apart, verschuifbaar gewicht of met een hydraulisch apparaat. Ook de slag of weg die de zaag heen-en-weer aflegt bij één omwenteling van de kruk kan bij echte machines worden afgesteld om bij dunnere werkstukken tijd te besparen.

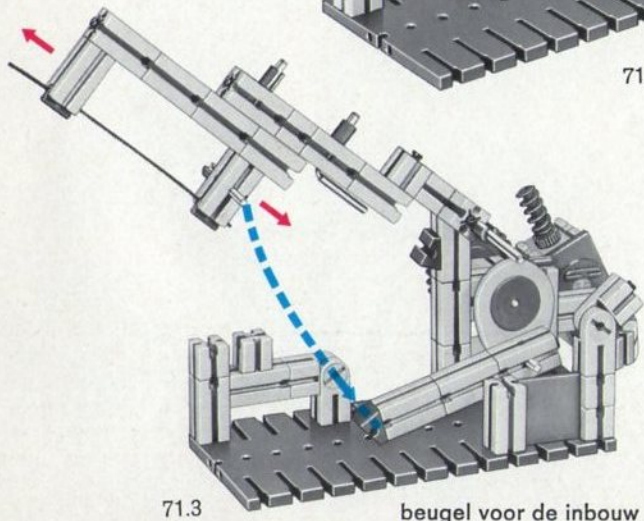


## De bouw van het model

Assen en geleidingsleuven van de slee smeren we licht met vaseline in. De arm draait om een as 110. Als de machine draait kan de arm met beugel en zaag op het werkstuk worden gezet. Een aanslag voorkomt dat de arm met de slee na het doorzagen van het materiaal naar beneden zou vallen. In hobby deel 3-2 wordt een beugelzaag beschreven die bij het omhoog brengen van de arm automatisch start en na het doorzagen van het materiaal vanzelf afslaat. Beugelzagen zijn door hun geringe werksnelheid geschikt voor diverse werkplaatsen, ze zijn eenvoudig te bedienen en werken bedrijfszeker.

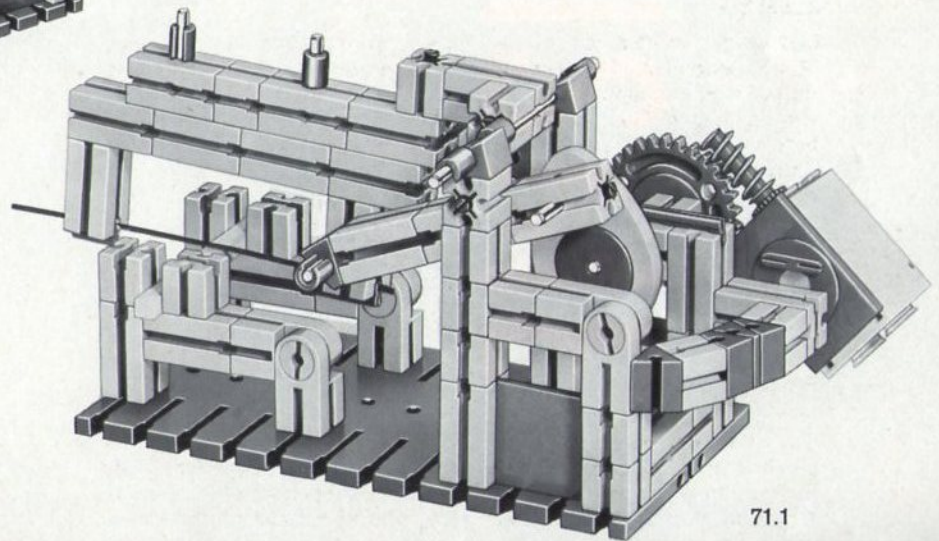


71.2

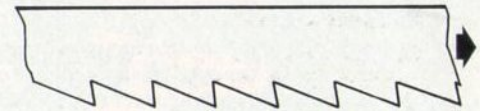


71.3

beugel voor de inbouw



71.1



richting van de zaag  
bij »trekkende snede«

71.4



# Spil

## Algemeen

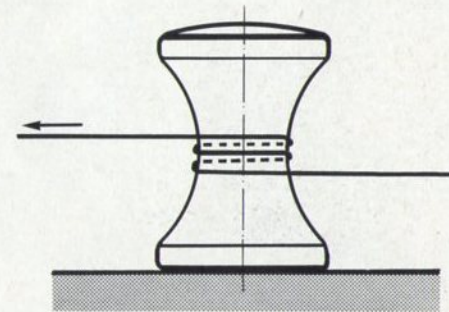
Onder transport- en hijssystemen worden een groot aantal machines verstaan zoals kranen, liften, kabelbanen en dergelijke. Met hun balken, profielen en kraanarmen zijn het typisch staalkonstruties die we bijzonder goed met de doos hobby S kunnen nabouwen. Voor hen die alleen hobby 1 en 2 hebben geven we hier een aantal modellen die met deze beide dozen zijn te maken.

## Spil of kaapstander

In havens gebruikt men de spil of kaapstander waarmee één man een spoorwagon of een schip kan verplaatsen. De kaapstander is een loodrecht op de grond staande kabeltrommel, aangedreven door een motor die onder de grond zit. Aan de spoorwagon of het schip wordt een kabel vastgemaakt, die daarna een aantal slagen om de kaapstander gaat. Het andere eind van de kabel houdt de man in zijn handen. Zolang hij het touw slap laat hangen, gebeurt er

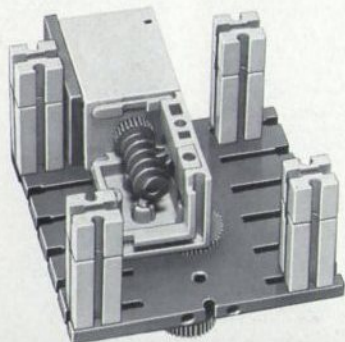
niets. Spil en touw slippen. Trekt de man het touw strak dan worden de windingen door de wrijving meegenomen en het touw dat aan het vaartuig of de wagon vastzit wordt opgewonden. Aan de andere kant wordt het touw langer en de man krijgt de indruk alsof hij het schip naar zich toetrekt. Zodra hij namelijk het touw iets laat vieren vermindert onmiddellijk de trekkracht. Hij kan dus heel soepel met harder of zachter trekken de gang van een groot gevaarte regelen.

In werkelijkheid is het natuurlijk de motor van de kaapstander die zijn kracht tot een veelvoud versterkt. De kabeltrommel heeft een concave (holle) vorm waardoor het touw gemakkelijker valt te hanteren.

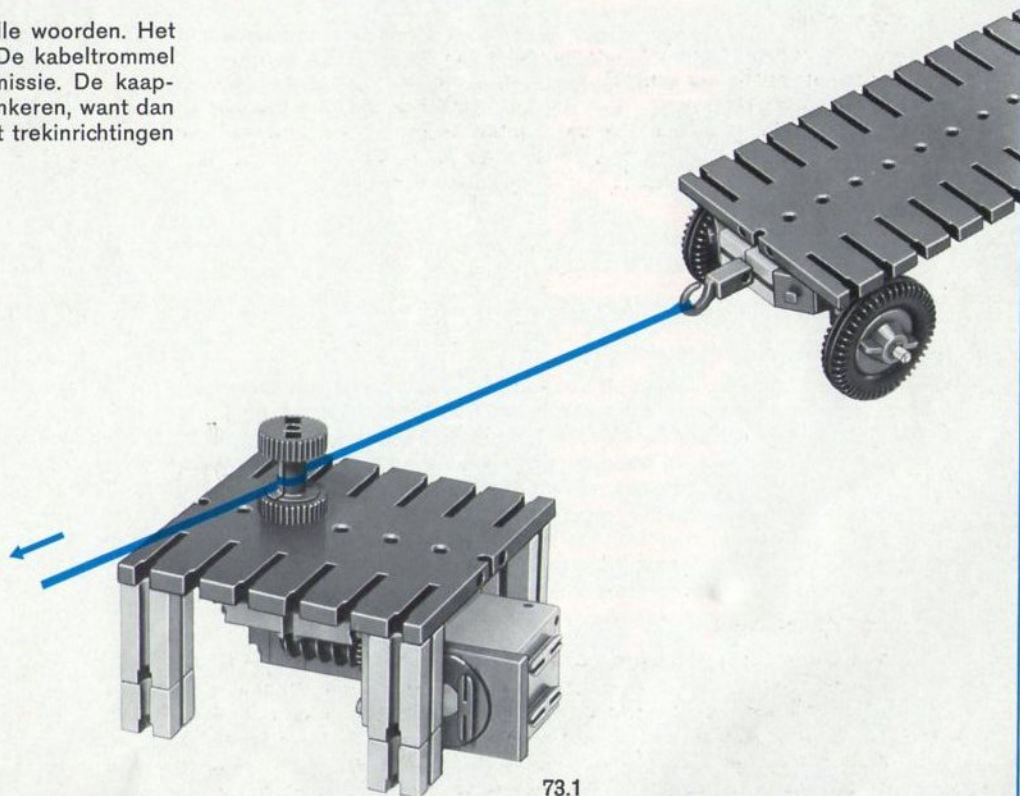


72.1

Het model van fig. 73.1 zegt eigenlijk meer dan alle woorden. Het toont in een oogopslag hoe één en ander werkt. De kabeltrommel zit direkt op de 50 mm lange as van de ft-transmissie. De kaap-stander met zijn aandrijving moeten we stevig verankeren, want dan kunnen we vrij grote trekkrachten krijgen. Dit soort trekinrichtingen vinden we ook wel op vrachtwagens en tractoren.



73.2 onderaanzicht



73.1

# Transportband

In fig. 75.1 zien we het model van een verplaatsbare transportband, ook wel jacobsladder genoemd. Dit type hijsinstallatie kan een ononderbroken stroom goederen omhoogbrengen of verplaatsen in tegenstelling tot liften en kranen die afwisselend bewegen en stoppen.

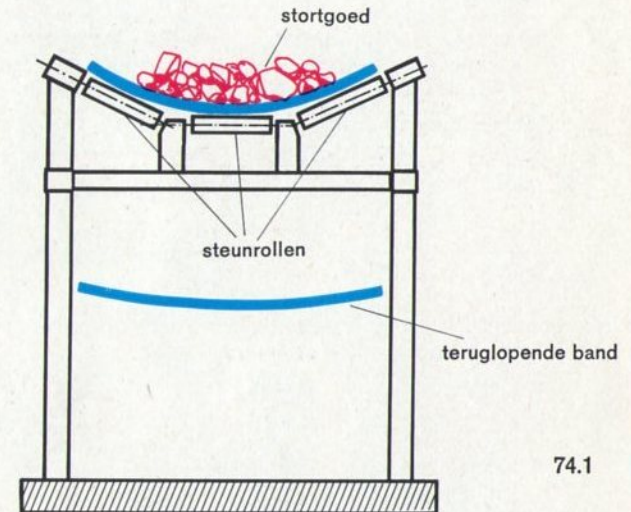
## De bouw van het model

De hoofdbalken bestaan uit bouwstenen 30 waar voor de versteviging assen in de gleuven zijn geschoven. De motor drijft via de traps-gewijze transmissie de klemring van een kabeltrommel aan, die op de aandrijfas van de band zit. Op deze as zitten twee flenswielen met eventueel daartussen een kleine ft-wielband ter ondersteuning. Als transportband nemen we een band van stevige stof op de juiste lengte. De uiteinden worden overlappend aan elkaar genaaid of geniet. De lengte kiezen we zo, dat we de band door het verschuiven van bouwsteen 15 (dient als lager voor de bovenste rol) meer of minder kunnen spannen.

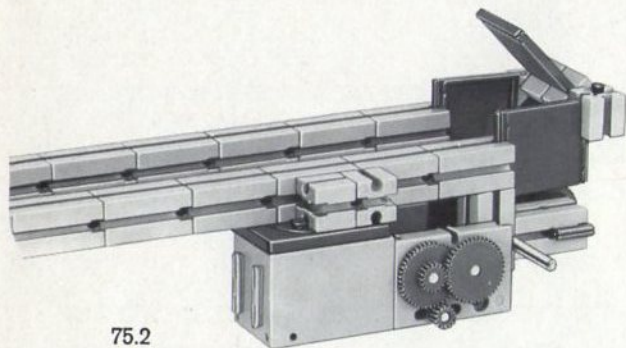
Een band die zware goederen moet transporteren dienen we met meer steunrollen uit te rusten. De diameter daarvan dient zo klein te zijn dat zij de aan de onderkant teruglopende band niet raken.

Wanneer het om zgn. stortgoed als kolen of zand gaat dan krijgen we de ondersteuning als in fig. 74.1. Dit wordt een transportgoot genoemd.

## doorsnede transportgoot

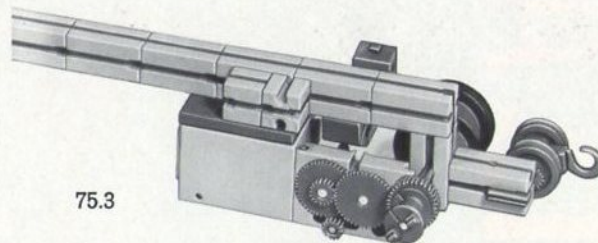


Figuur 75.1 toont een lopende band waarvan we de schuine stand van het magazijn kunnen veranderen. Dit magazijn wordt gebouwd van bouwstenen met ronde nokken en platte stenen. We kunnen het aan de kant van de band zo met bouwstenen afsluiten dat er een nauwe spleet ontstaat. Vanuit het magazijn kan het materiaal dan precies in de gewenste hoeveelheid worden getransporteerd.



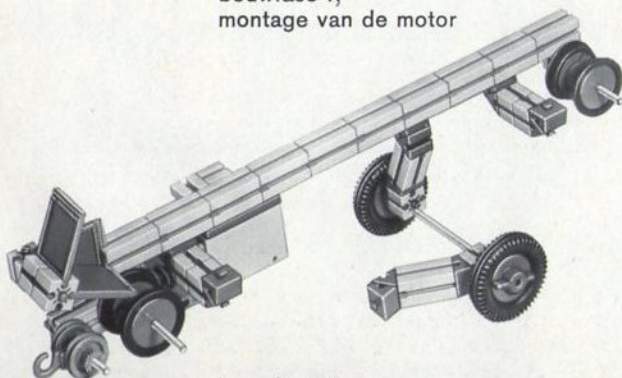
75.2

bouwfase 1,  
montage van de motor



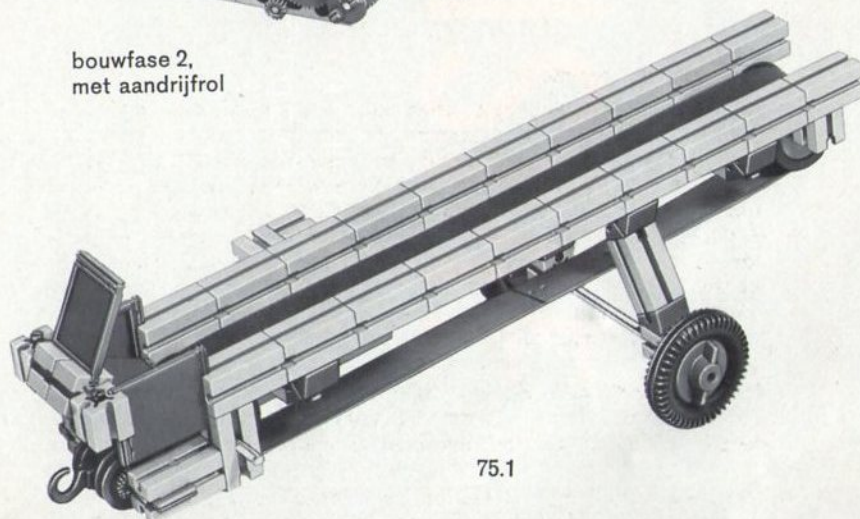
75.3

bouwfase 2,  
met aandrijfrol



75.4

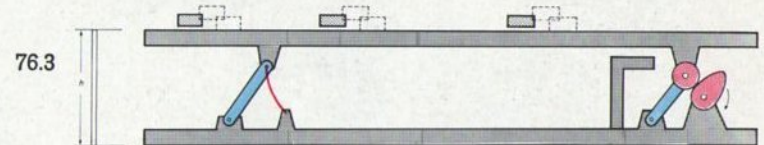
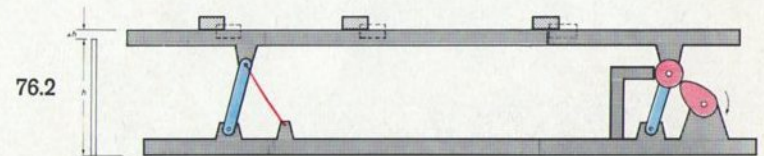
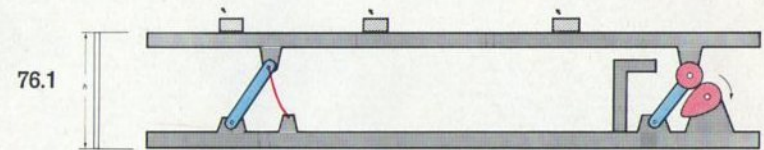
bouwfase 3,  
voorkant hoofdbalk weggenomen



75.1

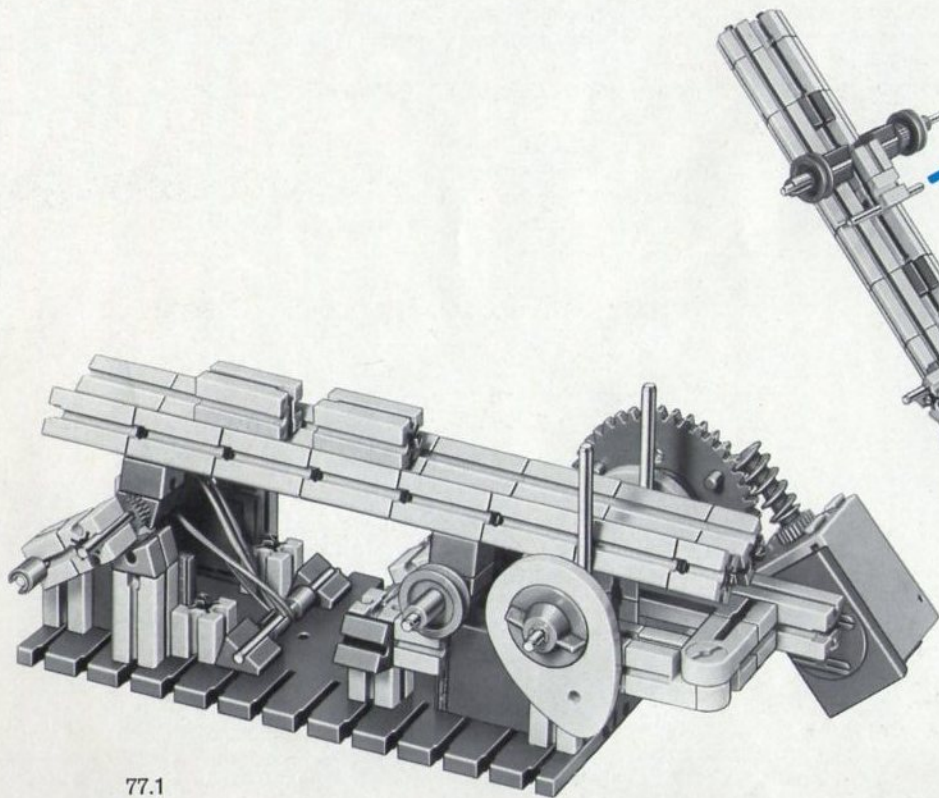
## Schudgoot

Schudgoten worden gebruikt voor het transport van stortgoederen en van stukgoederen. De verplaatsing geschiedt langs een horizontale, een iets schuine of ook wel langs een spiraalvormige baan. De aandrijving zorgt voor een trillende beweging van de transportgoot die het materiaal of het stukgoed schuin naar voren werpt (zie fig. 76.1 en 76.2). Voordat het weer in de goot valt is deze teruggeschoven (zie fig. 76.3). Dit proces herhaalt zich voortdurend zodat een doos of een ander voorwerp met kleine sprongetjes vooruit schuift.

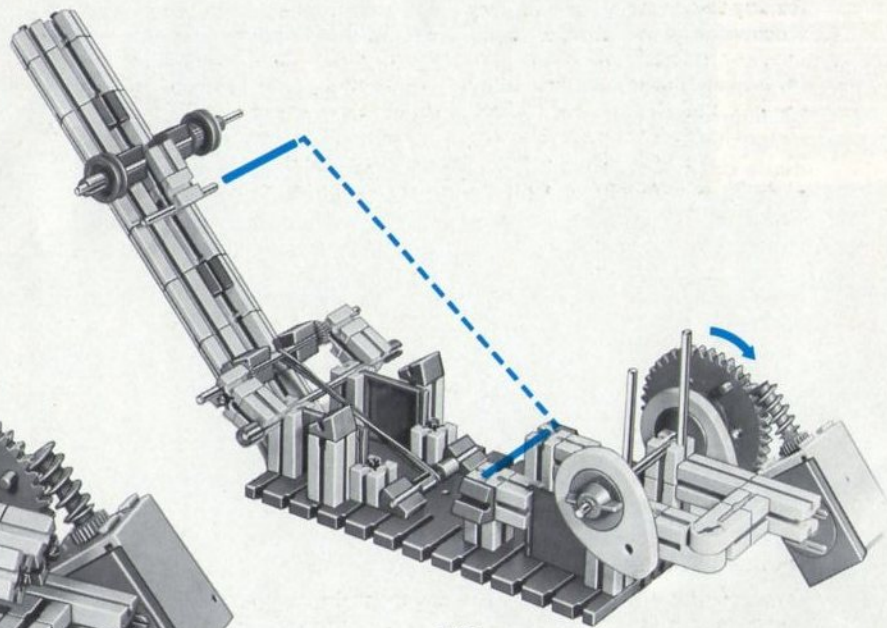


### De bouw van het model

In het model van fig. 77.1 wordt de transportgoot door een nokken-aandrijving heen en weer bewogen, wat een versnelling naar links geeft. De gummiring en zijn eigen gewicht brengen de goot weer naar rechts onder. De aanslag is in het model niet strikt noodzakelijk. Het hele proces is vrij ingewikkeld, de beweging hangt o.a. af van het toerental van de nokkenschijf. De voortgang van de goederen kunnen we versnellen door de goot iets schuin te zetten zonder dat de onderdelen vanzelf gaan glijden. In een volgend deel zal dieper op dit soort transportbanden worden ingegaan.



77.1



77.2

schudgoot omhooggeklapt na het  
wegnemen van de achterste scharnieras

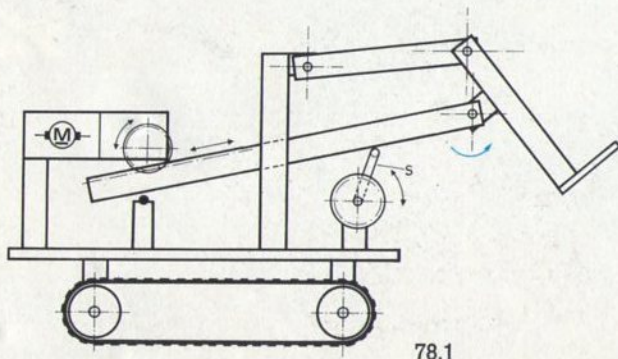
## Graafschopmachine

Dit voertuig dient voor het graven van bouwputten en het laden van vrachtwagens. Het wordt ook wel als een lichte bulldozer gebruikt.

### De bouw van het model

De figuren 79.1 t/m 79.3 wijzen de weg vanzelf bij de bouw van het model. Wie niet meer dan 2 scharnierstenen heeft kan voor het derde scharnier een verende scharniersteen nemen. Deze plaatsen we zo dat de veer werkt als in fig. 78.1 is getekend. De scharnierstenen moeten soepel draaiend worden afgesteld. Belangrijk is ook dat het tandwiel dat in de tandstang grijpt wat speling heeft. Dit is nodig omdat alleen bij een bepaalde hoek van de standstang het tegenlager (waar de tandstang op rust) precies op de juiste plaats staat.

### Principe



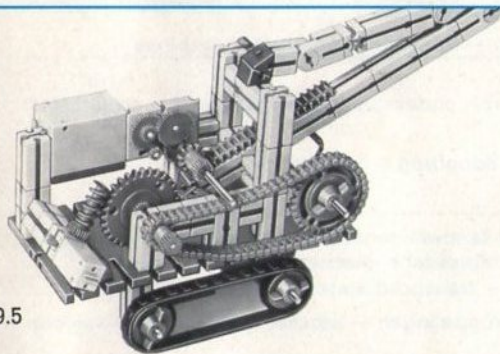
De hoogte van de steun S en de afstand waarover de tandstang naar voren of naar achteren is geschoven bepalen de stand van de schop.

De steun S is in het model een krukas uit de hobbydoos. De as wordt met een grendel geblokkeerd. Probeer zelf de uiterste standen van de schop te tekenen. Andere standen zijn te verkrijgen door de lengte van de verschillende hefbomen te veranderen.

### Uitbreidingsmogelijkheden

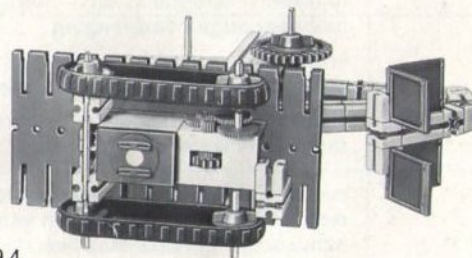
Het eenvoudige model kunnen we uitbreiden met een tweede motor en een ft-transmissie. Deze dienen dan om de rupsbanden aan te drijven. Figuur 79.4 laat de montage van de motor zien. De motor is met een verbindingsstuk 15 bevestigd aan de transmissie. Aan de andere kant is de motor op twee bouwstenen 15 geschoven die eveneens met verbindingsstukken 15 zijn vastgezet.

Figuur 79.5 toont hoe we met een minimotor en een asblok met wormas de tandstang elektrisch heen en weer kunnen laten gaan. De draairichting van de motor moeten we daarvoor om kunnen keren (zie deel 3-1).



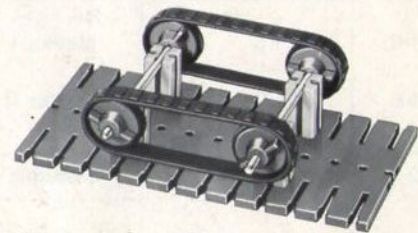
79.5

met minimotor



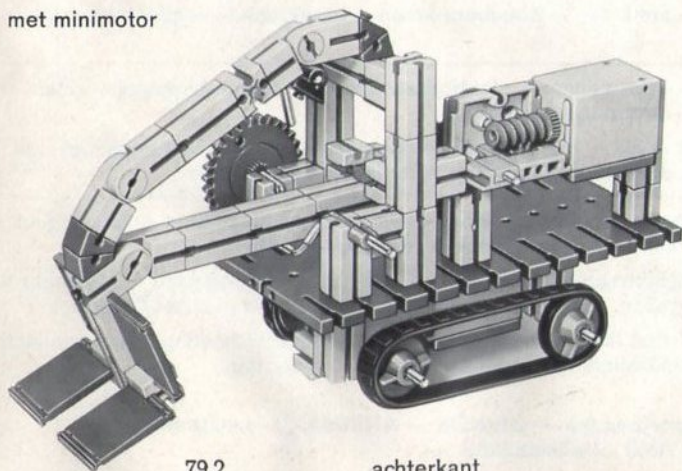
79.4

onderkant, met 2e motor



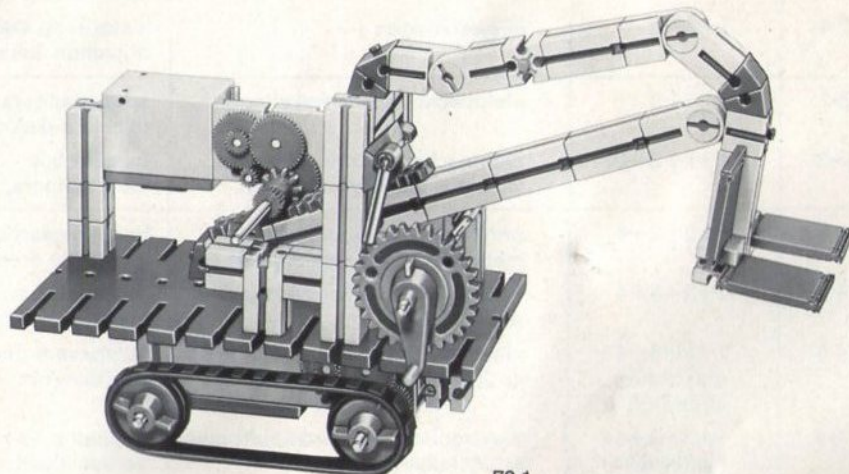
onderkant, zonder motor

79.3



79.2

achterkant



79.1



## Overzicht hobbyboeken De volgende delen zijn leverbaar of in voorbereiding

Deel	voor hobby		inhoud
1-1	1	werktuigbouw I	krachten – hefboom – balans – katrol – lier – blokkeren – schakelmechanisme – tandwielaandrijving – drijfriemen – hijswerktuigen
1-2	1	besturingen I	remmen – energieopslag – uurwerken – transportapparatuur – turbines – niet eenparige overbrenging
1-3	1+S	statika I	krachten – evenwicht – vrijheidsgraden – ondersteunen van lichamen – zwaartepunt – ophaalbrug, draaibrug en basculebrug
1-5	1+S	statika II	stabiliteit vakwerkbouw – balkbrug – boogbrug – hangbrug – torens en masten – kabelkraan
2-1	1+2	werktuigbouw II	met motoren aangedreven machines – tandwielaandrijving – kettingaandrijving – motorvermogen – aanpassen van het toerental – mechanische besturingen – eenvoudige gereedschapswerktuigen – transportbanden
2-2	1+2	werktuigbouw III	vaste, beweegbare en scharnierende koppelingen – schakelkoppelingen – vrijloop – klinkmachine – liften – telwerken
2-4	1+2+S	hijswerktuigen I	historische kranen – armkraan – draaibare kraan – brugkraan – verplaatsbare kraan – drijvende kraan
3-1	1+2+3	elektrische basisschakelingen	schakelapparatuur – magnetisme – elektromagnetisme – thermobimetaal – relais – relaisschakelingen – programmadrager
3-2	1+2+S+3	elektrische besturing en logische basisschakelingen	tuimelrelais – polair relais – flipflop – beveiligingsschakelaar – besturing van een tablettenpers, boorautomaat, portaalkraan – logische schakelingen
4-1	1+2+3+4	principes van de besturing met elektronika bouwstenen	besturingsschakelingen – lichtstraalonderbrekers – alarminstallaties – beveiliging van mens en machine – signaalversterker – temperatuurwaker
4-2	1+2+3+4	elektronisch bestuurd machines en installaties I	automatiseren met lichtstraalonderbrekers – vasthouden van impulsen – besturing met geluid – min/max regeling – vertragingsschakeling – pulsgever – toongenerator
4-3	1+2+3+4+ elektronika bouwstenen	elektronisch bestuurd machines en installaties II	pulsgevers gestuurd met licht, warmte of geluid – digitale tijdmeting – automatisch positioneren – signaaldefinities – codes – flipflop – monoflop
4-4	1+2+3+4+ elektronika bouwstenen	elektronisch bestuurd machines en installaties III	besturing van transportbanden – OR/NOR – AND/NAND – ruitenwissers – verkeerslicht – dyn. AND – telinstallatie

