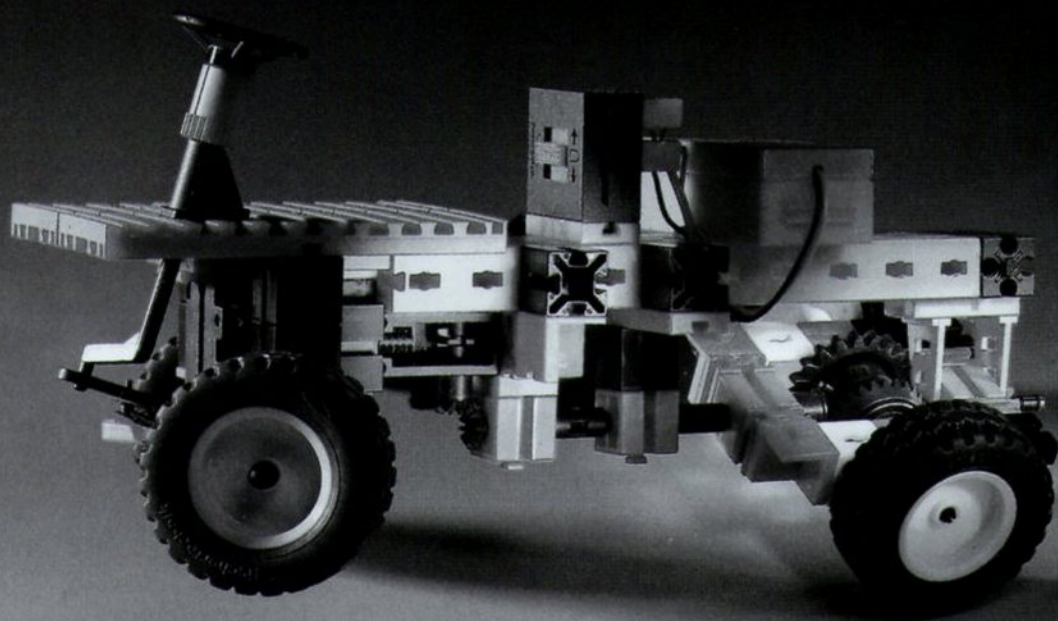


HANDBOOK / MANUEL / MANUAL / MANUALE / HANDBOEK

PROFI
CARTECH



fischertechnik[®] [®]

CARTECH

Experiment Manual
Manuel d'experimentation
Experimenteerboek
Libro de Experimentos
Manuale di esperimenti

English version from page 3 to page 30

Version française de la page 31 à la page 58

Nederlandse text van pagina 59 tot pagina 86

Texto en español de la página 87 a la página 114

Versione italiana dalle pagina 115 alla pagina 144

CARTECH

Experimenteerboek

Nederlandse text

CarTech	7
Voordat je begint	8
Het monteren van de mechanische bouwonderdelen	8
Het monteren van de stekkers	11
Het vervaardigen van de kabels.....	11
Het isolatie strippen van de kabels en het monteren van de stekkers	11
Netvoeding	12
Motor	12
Een beetje elektrotechniek	13
Het opbouwen van de modellen	15
Het geheim van de krachtoverbrenging	17
Aandrijvingen voor tractoren, race- en crossauto's	25
Schakeldrijfwerken	35
Schakeldrijfwerk met 2 versnellingen	36
Voertuig met schakeldrijfwerk	40
Schakeldrijfwerk met achteruitversnelling	45
Voertuig met achteruitversnelling	49
Voertuig met achteruitversnelling en kettingaandrijving	53
Voertuig met schakeldrijfwerk en stuurinrichting	56
Stuurinrichtingen van de voertuigen	61
Voertuig met stuurinrichting met draaibaar onderstel	62
Voertuig met astap-stuurinrichting	65
Voertuig met stuurinrichting op alle wielen	70
Aandrijving van de voertuigen	73
Voertuig met drijvende as en kegelwielaandrijving	74
Voertuig met differentieel	78
Voertuig uitgebreid met MASTER-bouwonderdelen	81
Functiemodel differentieeldrijfwerk	82
Voertuig met achterin geplaatste motor en differentieel drijfwerk	85
Voertuig met schommelas en differentieeldrijfwerk	88
Voertuig met vierwielaandrijving en knikstuurinrichting	91
Inhoud van de doos	95

Verwijzingen naar afbeeldingen hebben altijd betrekking op het Duitse handboek, voor zover de afbeeldingen niet in dit boek staan.

CarTech...

... is de afkorting voor CarTechniek, dus voor alles, wat met autotechniek te maken heeft. Natuurlijk kunnen niet alle gebieden van de autotechniek in een fischertechnik-bouwdoos behandeld worden.

Hier gaat het om de twee belangrijkste punten, aandrijving en stuurinrichting. Je zult drijfwerken met twee versnellingen vooruit of met achteruitversnelling bouwen, de verschillende vormen van stuurinrichting uitproberen, kennismaken met de mogelijkheden van crossvoertuigen met vierwielaandrijving en schommelas en je zult de modellen uittesten. Dit is geen leerboek, zoals je dat van school kent. Het zijn alleen maar suggesties voor eigen experimenten, waarmee je heel eenvoudig kunt uitvinden hoe alles werkt.

Ook wanneer de drijfwerken van auto's met vier of meer versnellingen zijn uitgerust en ook iets anders zijn opgebouwd, werken ze in principe

net zoals je fischertechnik-modellen met slechts twee versnellingen. Drijfwerken worden niet alleen in auto's, maar ook in vele andere machines gebruikt (bijv. in de boormachine, in de wasmachine, op de fiets). Ook een mechanische klok is niets anders dan een speciaal drijfwerk. Overigens waren drijfwerken al in de oudheid de belangrijkste machine-elementen, en in de aantekeningen van Leonardo da Vinci, die leefde aan het einde van de 15e eeuw, vinden we al de principes van de aandrijving, zoals we die tegenwoordig nog altijd toepassen.

Wanneer je de modellen opgebouwd hebt en je hebt begrepen hoe ze werken, kun je ze ook met bouwstenen uit andere fischertechnik bouwdozen combineren (bijv. door een bestuurderscabine uit de Master-bouwdoos uit te breiden) of zelfs eigen modellen ontwerpen (bijv. een hijskraan met een drijfwerk voor de lasthaak).

Voordat je begint...

... nog een paar belangrijke "details" en tips, die je absoluut moet doorlezen, voordat je met het opbouwen van je eerste model begint.

Het monteren van de mechanische bouwonderdelen

1. Banden monteren (afbeelding 1)
2. Naaf op de as aandraaien
Naaftang en naafmoer met het tandrad vastschroeven. Vervolgens op de as steken en naafmoer goed aandraaien (afbeelding 2)
3. Montage van stuurblok en stuurklauw (afbeelding 3)
4. Montage van scharnierblokklauw en scharnierbloktong (afbeelding 4)
5. Montage van stuur, tangmoer en stuurkolom

Tangmoer op het stuur vastschroeven, dan op de stuurkolom steken en tangmoer goed aandraaien (afbeelding 5)

6. Montage van de ketting

De ketting monteert je door het in elkaar steken van de afzonderlijke kettingstukken, totdat de vereiste lengte bereikt is. In de handleiding bij de modellen staat steeds vermeld, hoe lang de ketting moet zijn (afbeelding 6)

7. Het sorteren van de verschillende tandraderen (afbeelding 7)

8. Combinatie van tandraderen Z15 met tangmoer en spantang.

Bij de combinatie van twee tandraderen 15 moet je een beetje oppassen. Op beide tandraderen is een markering aangebracht. De tandraderen kunnen alleen dan goed aan elkaar gemonteerd worden, wanneer beide markeringen over elkaar liggen. Leg de beide tandraderen zodanig op elkaar, dat de markering in dezelfde richting wijst. Vervolgens de spantang er door steken en de tangmoer opschroeven (afbeelding 8)

9. Montage van de kruisscharnierkoppeling of cardankoppeling (afbeelding 9)

10. Montage van het differentieeldrijfwerk (afbeelding 10)

Het monteren van de stekkers

Alle kabels worden van stekkers voorzien. Afbeelding 11 laat het opbouwen en het monteren van de stekkers zien.

Kabels vervaardigen

Voor de verbinding tussen netvoeding, motor en schakelaar wordt een twee-aderige kabel gebruikt. De uiteinden van de kabels voorzichtig met een schaar ongeveer 3 cm splitsen en de afzonderlijke aderen iets uit elkaar trekken (afbeelding 12).

Het isolatie strippen van de kabels en het monteren van de stekkers

Voor het isolatie strippen van de kunststof omhulling ongeveer 4 mm van het kabeluiteinde met een mes rondom insnijden. De fijne koperdraadjes mogen daarbij niet beschadigd worden! Aansluitend de kunststofisolatie van

Een beetje elektrotechniek

Alle modellen worden door een elektromotor aangedreven. Daarom moet je iets van elektrotechniek afweten.

Niet alle stoffen geleiden stroom even goed. Bijzonder goed geleiden metalen, zoals bijv. de dunne koperleidingen die bij de fischertechnik bouwdoos gebruikt worden. Maar ook messing, ijzer, lood, tin of de glimmende fischertechnik-metaalassen zijn goede geleiders. Komen twee geleiders bij elkaar, dan kan de stroom ook via het contactpunt gaan (we benutten dat principe bijv. bij stekkers en pluggen).

Andere stoffen geleiden de stroom slecht of helemaal niet. Daarom ook worden de koperen aderen van de kabels tegen toevallige aanraking door middel van kunststof beschermd, want kunststof is een uitgesproken niet geleider of isolator. Ook lucht, glas, droog hout en de meeste

de koperleiding aftrekken. Voor het aanschroeven van de stekker wordt de koperen snoerdraad naar achteren gebogen en vervolgens wordt de stekker opgeschroefd. Hiervoor draai je de schroef van de stekker los, zodat het kabeluiteinde er in kan worden geschoven. Nu draai je de schroef voorzichtig aan, zodat de isolatie niet te zeer wordt samengeperst (afbeelding 13)

Aan een kabelader komen aan beide uiteinden stekkers met dezelfde kleur aan de rode aders rode stekkers en aan de rood-groene aders groene stekkers (afbeelding 14)

niet-metalen stoffen zijn nietgeleiders. Voor de aandrijving van elektrische verbruikers (lampen, elektromagneten, motoren) heeft men een stroombron nodig, bijv. een batterij of een netdeel. De stroombron moet je je voorstellen als een waterpomp die de stroom door de leidingen en de verbruikers drukt. Zoals bij de pomp van een aquarium is een gesloten kringloop nodig, zodat de stroom kan circuleren (afbeelding 17) De stroom gaat over de "heenleiding" naar de verbruiker en via de "terugleiding" weer naar de batterij. Wordt de stroomkring op een bepaald punt onderbroken, dan kan er geen stroom meer circuleren. Bij de CarTech modellen circuleert de stroom gewoonlijk van de batterij via de ompolingsschakelaar naar de motor. Sluit de stekkers van de batterij eens direct op de motor aan en let op de draairichting. Verwissel nu de

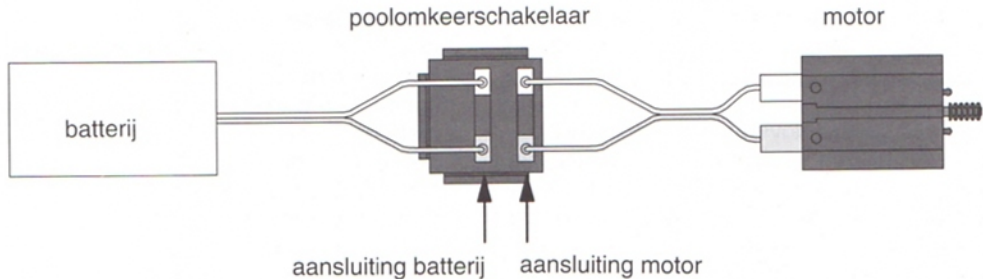
beide stekkers aan de motor nu draait de motor in de andere richting.

Het omsteken van de aansluitingen keert dus de draairichting om. Maar dat is toch eigenlijk wel wat omslachtig. Veel praktischer is dan de ompolingsschakelaar, die niet alleen de motor-aansluitingen verwisselt (ompoolt), maar in de

middenstand de motor ook nog uitschakelt.

De ompolingsschakelaar heeft twee paar plugbussen, waarboven "batterij" en „motor“ staat. In de plugbussen "batterij" steek je de beide stekkers van de batterij-aansluiting. In de beide plugbussen "motor" wordt de verbindingkabel naar de motor gestoken (afbeelding 18)

Afbeelding 18



Het opbouwen van de modellen

De modellen zelf worden stap voor stap volgens de bouwplannen opgebouwd. Bij iedere bouwfase worden de bouwonderdelen die er nieuw bijkomen in kleur afgebeeld. Wanneer op een voorafgaand deel opgebouwd wordt, staat deze fase wit afgebeeld. Zoek voor iedere bouwfase eerst de benodigde bouwonderdelen bij elkaar en bouw deze vervolgens in. Met de volgende bouwfase wordt pas begonnen,

wanneer alle onderdelen verwerkt zijn. Let bij de bouwstenen ook op de inbouwsituatie, zodat je bij latere fasen niet tot de ontdekking komt dat je jezelf de weg versperd hebt. Belangrijk is ook, dat alle asverschroevingen, bijv. naven, goed aangedraaid zijn, anders werkt het model niet. De voorbereidingen zijn nu voltooid. Nu kun je de handleiding eens rustig doorbladeren en hier en daar wat doorlezen.

Het geheim van de krachtoverbrenging

Bij veel CarTech-modellen geschiedt de overbrenging van de draai beweging van de motor op de wielen via een ketting zoals je dat van een fiets kent. Wanneer je nu de aandrijving van je fiets eens wat nader bekijkt, valt je misschien bij de ketting en de beide tandraden iets op: waarom is eigenlijk bij een fiets het voorste tandrad groter dan het achterste?

Wanneer je hebt uitgevonden wat er achter deze vraag zit, dan heb je ook al de basisbegrippen van de aandrijvingstechniek gesnapt. Van de krachtoverbrenging met een tandrad naar een versnellingschakeling (bijv. de kettingschakeling

op een fiets) is het dan nog maar een kleine stap. Voordat je het eerste model gaat bouwen, moet je nog eens even nadenken over wat er allemaal bij het aandrijven van een voertuig of een machine komt kijken.

Ten eerste heb je een aandrijvingsdeel nodig. Bij een fiets zijn dat de pedalen, bij het fischertechnik-model is dat een elektromotor.

Vervolgens is een krachtoverbrenging tussen aandrijving en de aangedreven delen vereist, bijv. de ketting bij een fiets of tandraderen bij een auto-drijfwerk.

Ketting- en tandradoverbrenging zul je ook bij de fischertechnik-modellen vinden.

Aan het einde van de krachtoverbrenging bevinden zich dan de aangedreven delen, bijv. de autowielen, een boor, de deur van de lift - kortom alles, wat moet bewegen.

Soms valt de krachtoverbrenging ook helemaal weg, bijv. bij een ventilator, waar de propeller direct op de as van de motor zit. Meestal kan men het hoge toerental van de motor echter niet gebruiken; het moet via een drijfwerk verminderd worden. Daarbij komt meteen een zeer gewenst effect: de kracht van de motor neemt met de vermindering van het toerental toe.

Hoe dat werkt, kun je nu meteen met het eerste model uitproberen. De afzonderlijke bouwfasen vind je op de bladzijden 19-20 van het Duitse handboek. Met dit model kun je uitproberen, hoe verschillende tandraderen bij de ketting-aandrijving werken. Voor het spannen van de ketting tussen grote en kleine tandraderen kun je de linker schroefaslager op de bodemplaat verschuiven. Maar nu aan het werk (de afkorting "tandrad 20" betekent "tandrad met 20 tanden"), en let ook op het toerental van de beide banden:

1e proef: linker tandrad 20, rechter tandrad 20

2e proef: linker tandrad 10, rechter tandrad 10

3e proef: linker tandrad 20, rechter tandrad 10

4e proef: linker tandrad 10, rechter tandrad 20

Hoe werkt het?

Wat ben je te weten gekomen? Bij de eerste en de tweede proef draaien beide banden even snel, hoewel de tandraderen bij de eerste proef twee maal zo veel tanden hebben als bij de tweede proef. Bij de derde proef draait de linker band langzamer dan de rechter, en bij de laatste proef is het omgekeerd, de linker band loopt sneller. Nu moet nog duidelijk gemaakt worden hoeveel sneller of langzamer de linker band loopt.

Dat kun je heel eenvoudig te weten komen. De ketting vormt immers een strakke verbinding; niets kan verschuiven. Wat gebeurt er, wanneer het rechter tandrad 10 tanden en het linker tandrad 20 tanden heeft? Stel, het rechter tandrad draait één keer volledig rond. Dan verplaatst de ketting zich precies 10 tanden verderen aangezien de verbinding strak is, moet dus ook het linker tandrad zich met 10 tanden voortbewegen. Omdat het linker tandrad slechts 20 tanden heeft, draait het slechts een halve omwenteling. Wanneer nu het rechter tandrad nog een omwenteling maakt, dan heeft het linker precies één volle omwenteling volbracht- het draait dus precies half zo snel als het rechter.

Dat kun je ook zelf uitproberen, wanneer je het drijfwerk aan de motor enigszins verschuift (de motor wordt van de aandrijving gescheiden) en je de banden met de hand draait. Om de omwentelingen beter te kunnen tellen, kun je de tandraderen met een klein stukje plakband markeren. (Pas op, dat het plakband niet in de ketting terecht komt!). Wanneer de tandraderen zoals bij de vierde proef zijn geplaatst, is het precies omgekeerd, het linker tandrad draait twee maal zo snel als het rechter (afbeelding 19). Bij de eerste en tweede proef hebben beide banden even snel gedraaid, en bij de beide proeven was ook de snelheid even groot. Het gaat er blijkbaar dus niet om hoeveel tanden de tandraderen hebben, maar daarom, hoe het aantal tanden zich tot elkaar verhoudt. Stel je eens voor, het linker tandrad heeft 40 tanden en het rechter 20 tanden: voor één omwenteling van het linkertandrad moet het rechter twee maal rond draaien - het resultaat is dezelfde verhouding als daarnet.

Met deze kennis kun je nu al beginnen met het berekenen van de drijfwerken. Aangezien bij de krachtoverbrenging het aantal tanden geen rol speelt, maar de verhouding van het aantal tanden tot elkaar, heeft men in de techniek voor dit begrip een vast begrip ingevoerd. Het motor-toerental wordt in een sneller of langzamer toerental omgezet, en daarom noemt men de verhouding van het aantal tanden "overbrengverhouding".

Bij de besproken voorbeelden kun je nu ook meteen de overbrengverhouding uitrekenen:

$$\frac{20}{40} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

Zoals je ziet, blijft het rekenen beperkt tot het maken van een paar breuksommetjes. Nu kun je ook de overbrengverhouding van de vier proeven uitrekenen. Wanneer je nog niet helemaal zeker van je zaak bent, kun je nog even in de volgende tabel „spieken“ (in plaats van de breukstreep hebben we een dubbele punt genomen, zodat het overzichtelijker is).

No: proef	Tanden links band	Tanden rechts aandrijving	Overbrenging
1	20	20	20:20 = 1:1
2	10	10	10:10 = 1:1
3	20	10	20:10 = 2:1
4	10	20	10:20 = 1:2

Drijfwerken voor tractoren, race- en crossauto's

De krachtoverbrenging met ketting en tandraden kun je nu meteen bij de eerste voertuigmodellen in de praktijk brengen. Daarbij zul je ook nog iets over de samenhang tussen overbrengverhouding en de aandrijvingskracht te weten komen, die op de wielen uitwerkt.

In principe is de opbouw van de volgende drie modellen gelijk, ze verschillen alleen voor wat betreft de aandrijving van de wielen. De bouwfases vind je op de bladzijden 27-32 van het Duitse handboek.

Uit de overbrengverhouding kun je ook meteen aflezen, of de aang-edreven (linker) band sneller of langzamer draait dan de band op de (rechter) motoras:

Is de waarde voor de dubbele punt groter dan de waarde er achter, dan wordt het toerental verminderd.

Is de waarde voor de dubbele punt kleiner dan de waarde er achter, dan wordt het toerental verhoogd.

Nu kun je ook de vraag die aan het begin van dit hoofdstuk stond beantwoorden. Bij een fiets is het voorste tandrad bij de pedalen groter, zodat je niet als een idioot hoeft te trappen om vooruit te komen.

Bij het eerste voertuig heeft het tandrad op de motoras 10 tanden, het tandrad aan de as 20 tanden. De overbrengverhouding bedraagt dus 2:1, en het voertuig rijdt langzaam (bijv. een tractor).

Bij het tweede voertuig is het precies omgekeerd, op de motoras zit het tandrad 20 en op de as het tandrad 10. De overbrengverhouding bedraagt 1:2, en het voertuig rijdt vier maal zo snel als het eerste (bijv. een race-auto).

Bij het derde voertuig worden beide assen aangedreven. Op de rechterkant (gezien in de rijrichting) worden twee tandraden 20 gebruikt, op de linkerkant twee tandraden 10.

De overbrengverhouding is aan beide kanten gelijk, en wel 1:1 (crossauto met vierwiel aandrijving). Het voertuig is dus half zo snel als de race-auto en twee maal zo snel als de tractor.

Met deze modellen kun je ook achtereenvolgens uitproberen, hoe ze zich houden op een helling. Hiervoor maak je van een plank of een stuk karton een helling, die door middel van er onder geplaatste bouwblokken of boeken steiler of vlakker te maken is. Als eerste is de tractor aan de beurt. De baan wordt zo steil gemaakt, dat de tractor nog net naar boven kan komen. Het oppervlak van de plank of van het stuk karton mag niet te glad zijn, want anders draaien de banden door. Daarna moet de race-auto laten zien wat hij kan, en tenslotte is de crossauto aan de beurt.

Als je zin hebt, kun je de crossauto nog ombouwen, door op de motorassen aan beide kanten een tandrad 10 te plaatsen en op beide wielassen een tandrad 20 - je hebt dan de overbrengverhouding van de tractor en tegelijkertijd vierwiel aandrijving.

Hoe werkt het?

Wanneer de ondergrond niet te glad was, zou eigenlijk de tractor een aanzienlijk steilere baan aan moeten kunnen dan de race-auto. Dat betekent tevens dat de kracht van de banden ook van de overbrengverhouding afhangt, want de kracht van de motor is immers bij alle modellen gelijk. In de techniek spreekt men dan van het "draaimoment" - bij de natuurkundeles zal dat nog eens uitvoerig ter sprake komen; voor de

fischertechnik-modellen is een eenvoudige stelregel voldoende:

Met de overbrengverhouding verandert in omgekeerde verhouding ook het draaimoment.

Wat betekent dat? Bij de voertuigmodellen hadden we twee gevallen, waarbij het draaimoment veranderd is: bij de tractor werd het motortoerental gehalveerd, en het draaimoment verdubbeld. Omgekeerd was het bij de race-auto. Daar verdubbelde het motortoerental en halveerde het draaimoment. Daarom haalt de tractor ook de steilere helling. Samen-gevat betekent dat het volgende:

Voertuig	Tanden band	Tanden aandrijving	Overbrenging	Draaimoment
Off-Road	20	20	20:20=1:1	1 maal
Off-Road	10	10	10:10=1:1	1 maal
Tractor	20	10	10:10=2:1	2 maal
Race-auto	10	20	10:20=1:2	1/2 maal

Om dezelfde reden is overigens bij de kettingschakeling van een fiets het grootste tandrad op het achterwiel voor hellingen bedoeld (hoog draaimoment, lage snelheid), en het kleinste tandrad is bedoeld voor het snel vooruit komen (laag draaimoment, hoge snelheid).

Schakeldrijfwerken

De ketting was bij de tot dusver opgebouwde voertuigmodellen noodzakelijk om de afstand tussen motoras en wielas te overbruggen. Een autodrijfwerk, dat via een schakelingspook in werking wordt gesteld, moet daarentegen zo weinig mogelijk plaats innemen. Daarom laat men hier de tandraden direct in elkaar grijpen. Aan de overbrengverhouding en aan het draaimoment verandert niets (de ketting is immers een strakke verbinding). Het in elkaar grijpen van tandraden kon je al bij het U-drijfwerk aan de motor zien.

Waarvoor heeft men eigenlijk een drijfwerk nodig, men kan per slot van rekening het toerental van de automotor via het gaspedaal regelen? De meeste motoren hebben niet in ieder

toerentalbereik dezelfde kracht (dat geldt overigens ook voor elektromotoren). Men probeert daarom via een drijfwerk te bewerkstelligen, dat de motor steeds in het gunstigste toerentalbereik loopt. Het drijfwerk maakt het dan mogelijk, de snelheid in een volgend bereik aan het gunstigste motortoerentalbereik aan te passen.

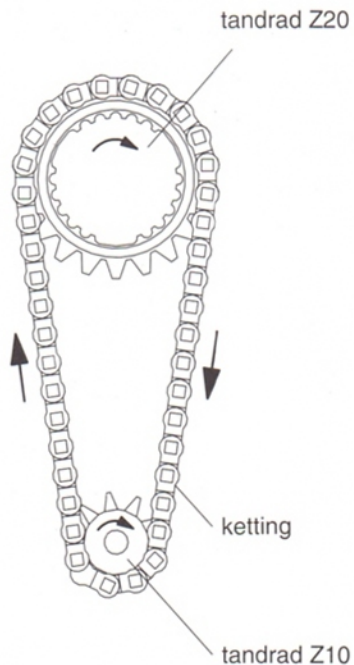
Tevens is bij een auto in dit toerentalbereik het energieverbruik (energie die uit benzine gewonnen wordt) het gunstigste. Bovendien heeft een auto voor het optrekken veel kracht nodig, want de hele massa van de auto moet immers eerst in beweging gebracht worden. Rijdt de auto dan met gelijkmatige snelheid, dan moeten alleen nog de lucht weerstand en de wrijvingsweerstand van de wielen overwonnen worden.

Schakeldrijfwerk met 2 versnellingen

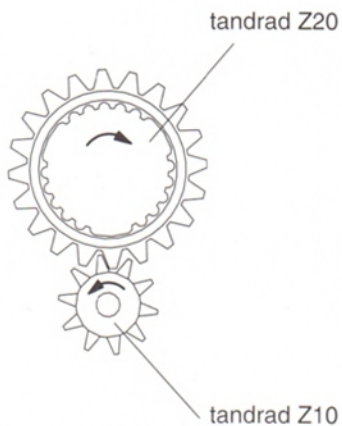
Ook schakeldrijfwerken kun je goed met fischertechnik bouwen. Om het niet te moeilijk te maken, blijft het bij je modellen bij twee versnellingen. Op afbeelding 20 zie je het principe van de tandwielreductie tegenover de kettingaandrijving; hier is ten opzichte van de krachtoverbrenging tot nu toe alleen de ketting weggefallen. Is het je overigens opgevallen, dat het wiel van het voertuig bij de tandradoverbrenging tegen de richting van de motoras draait? Dit probleem kan echter met de ompolingsschakelaar opgelost worden.

Om een drijfwerk te kunnen bouwen, moet alleen nog een mechanische constructie gevonden worden, die het mogelijk maakt, de tandraden beurtelings in elkaar te laten grijpen, en op deze wijze bijv. van "snel" op "langzaam" om te schakelen. Je vindt dit precies in het volgende model, dus je kunt met het opbouwen beginnen. De afstand van de beide tandradparen op de as moet zo gekozen worden, dat bij een verandering van versnelling een zo laag mogelijke nullast

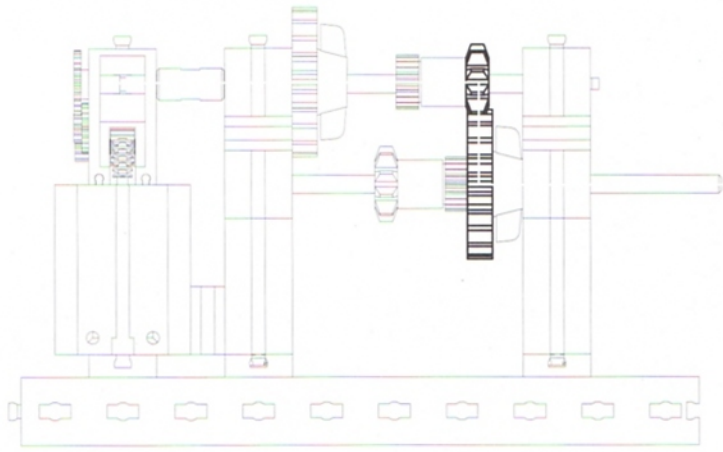
(= onbelaste werking) ontstaat. De tanden kunnen dan beter in elkaar grijpen. Voor de bouwfasen zie de bladzijden 37-38 van het Duitse handboek.



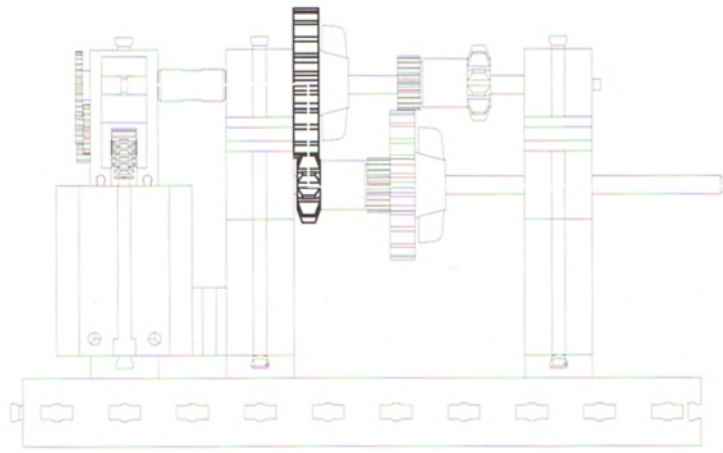
Afbeelding 20



eerste versnelling



tweede versnelling



Probeer nu eens uit hoe het drijfwerk werkt. Om het drijfwerk goed te laten lopen moet de motor lopen, want bij een stilstaande motor dekken de tanden van de in elkaar grijpende tandraden niet altijd - en dan kun je niet schakelen. Bij een lopende motor glijden de tanden door de afschuining aan de rand makkelijk in elkaar.

Staat de schakelpook in de richting van de motor, dan grijpt een tandrad 20 op de aandrijvingsas (dat is, zoals je weet, de as die door de motor wordt aangedreven) in een tandrad 10 op de afdrijvingsas (dat is de as met de velg aan het einde). De overbrengverhouding bedraagt nu

Voertuig met schakeldrijfwerk

Bij het inbouwen in een voertuig wordt het drijfwerk zo plaatsbesparend en zo vlak mogelijk geplaatst, zoals je in het volgende model op de bladzijden 41-43 van het Duitse handboek kunt zien. Het voertuig heeft twee versnellingen, een snelle versnelling met een overbrenging van

$$10:20 = 1:2$$

en een langzame versnelling met de omgekeerde verhouding van

$$20:10 = 2:1$$

In de snelle versnelling rijdt het voertuig dus vier

$$10:20 = 1:2,$$

de velg draait dus met dubbel motortoerental (2e versnelling). Nu de schakelpook in de tegen-gestelde richting duwen. Nu grijpt het tandrad 10 op de aandrijvingsas in het tandrad 20 op de afdrijvingsas. De overbrengverhouding is nu omgekeerd, hij bedraagt nu

$$20:10 = 2:1,$$

de velg draait nu met half motortoerental (1e versnelling).


























maal zo snel als in de langzame versnelling. Van de motor naar het drijfwerk is nog een overbrenging aanwezig, die echter eveneens bij beide versnellingen werkt. Op de motoras zijn naast elkaar twee tandraden 15 aangebracht, die de motorkracht op een tandrad 20 van het drijfwerk overbrengen. De overbrengverhouding is dientengevolge

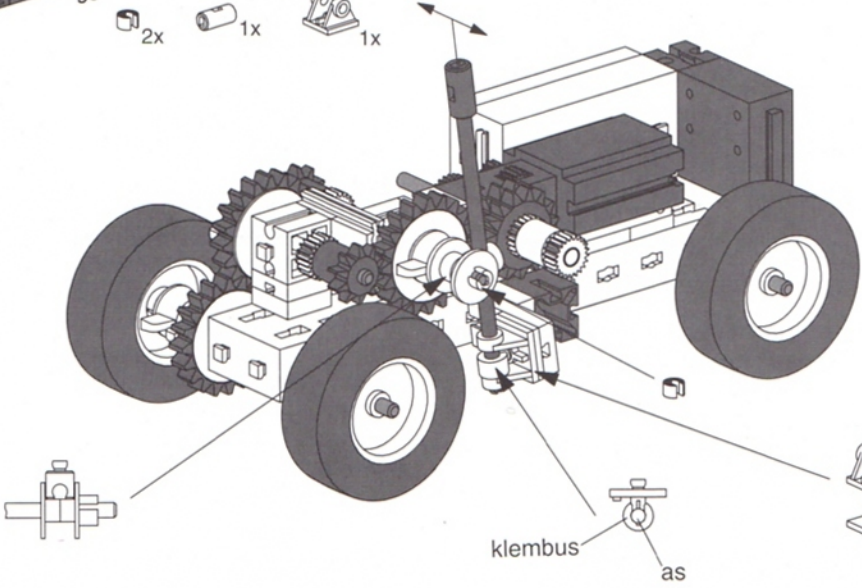
$$20:15 = 4:3$$

Daardoor wordt het voertuig dus in zijn totaliteit iets langzamer dan met het stationaire drijfwerk.

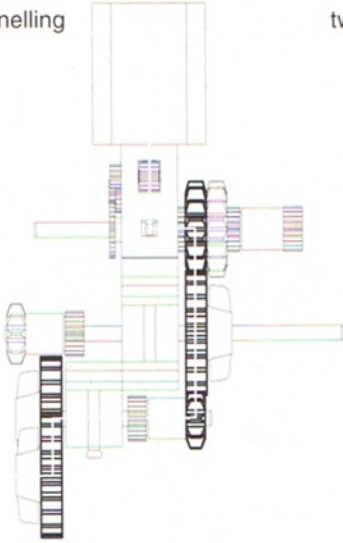
5

|
90mm

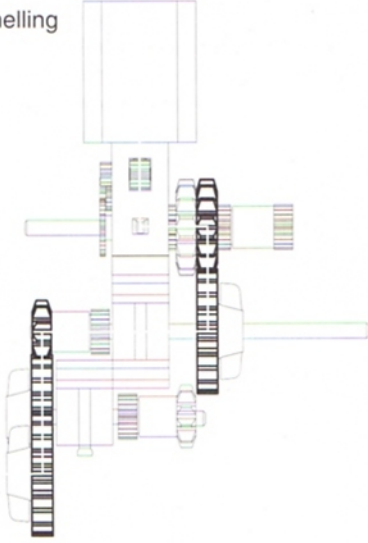
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x
-  1x



eerste versnelling



tweede versnelling



Hoe werkt het?

Er waren bij het laatste model twee achter elkaar geschakelde overbrengingen, en het zou nu toch interessant zijn om te weten, welke overbrengverhouding tussen motoras en wielas bestaat. Enkele stelregels, die je steeds bij het berekenen van de tot dusver gebouwde modellen hebt toegepast, worden nu belangrijk. Deze stelregels voor het berekenen van de overbrengverhouding luiden:

Het aantal tanden van het aangedreven tandrad staat boven de breukstreep.

Het aantal tanden van het aandrijvende tandrad staat onder de breukstreep.

Bij het achter elkaar schakelen van overbrengingen wordt ook de berekening achter elkaar uitgevoerd. Dat wordt het snelst duidelijk wanneer de hele berekening met breukstrepen opgeschreven wordt; eerst voor wat betreft de langzame versnelling:

$$\frac{20}{15} \cdot \frac{10}{20} = \frac{20}{15} \cdot \frac{10}{20} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3}$$

Schakeldrijfwerk met achteruitversnelling

Bij een auto heeft het drijfwerk nog een andere functie. Aangezien de automotor in tegenstelling tot de elektromotor niet eenvoudig omgepoold kan worden, maar altijd slechts in één richting loopt, moet men een mogelijkheid hebben, de draairichting van de wielen om te keren (om bij het achteruit inparkeren de auto te moeten duwen zou toch wat te omslachtig zijn!)

Het drijfwerk is dus een toerental- en een draairichtingsomzetter

Bij het drijfwerk met vooruit- en achteruitversnelling (afbeelding 21) moet bij één van de beide draairichtingen een vrij lopend tandrad extra op een tussenas aangebracht worden, want twee tandraden keren de draairichting om, bij drie tandraden hebben aandrijvings- en

En nu hetzelfde voor wat betreft de snelle versnelling:

$$\frac{20}{15} \cdot \frac{20}{10} = \frac{20}{15} \cdot \frac{10}{10} = \frac{400}{150} = \frac{8}{3}$$

Nu nog de proef: in de langzame versnelling leiden drie omwentelingen van de motoras tot twee wielomwentelingen; in de snelle versnelling worden uit eveneens drie omwentelingen van de motoras acht wielomwentelingen, dus precies vier maal zo veel - en dat komt overeen met wat we in het begin gezien hebben. De drijf-werk-professional ziet onmiddellijk:

Bij het achter elkaar schakelen van overbrengingen worden de afzonderlijke overbrengverhoudingen met elkaar vermenigvuldigd.

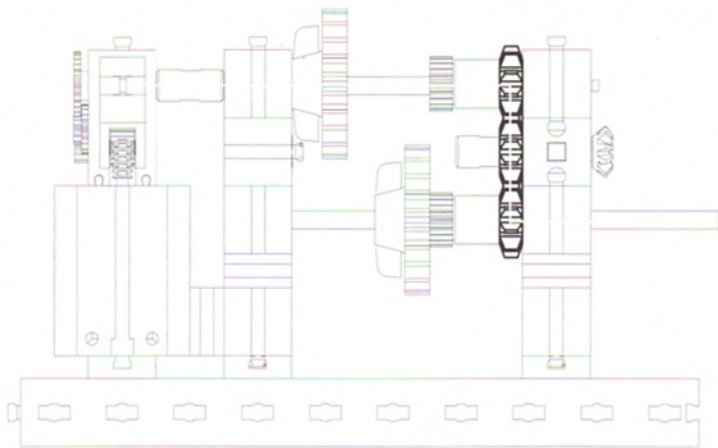
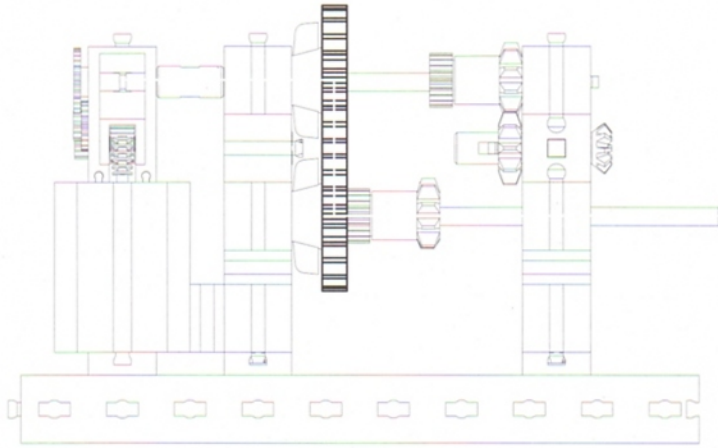
Eén overbrenging hebben we bij de berekening achtergehouden: de overbrenging 20:20 van het drijfwerk naar het wiel. Aangezien hierbij de overbrengverhouding 1:1 is, wordt de totale uitkomst niet beïnvloed.

afdrijvingsas dezelfde draairichting. Dit geldt natuurlijk ook voor meer dan drie tandraden:

even aantal tandraden: draairichting wordt omgekeerd

oneven aantal tandraden: draairichting blijft hetzelfde

Om de afstand van aandrijvings- en afdrijvingsas gelijk te laten blijven, worden voor de ene draairichting drie tandraden 10 en voor de andere draairichting twee tandraden 20 genomen. Nu kun je de versnellingsbak (met vooruit- en achteruitversnelling) opbouwen. Hiervoor is een tussenas nodig, zodat ten eerste drie tandraden en ten tweede twee tandraden betrokken zijn. Bij de drie tandraden blijft de



Voertuig met achteruitversnelling

De bouwfasen vind je op de bladzijden 50-52 van het Duitse handboek. Je eerste voertuig met achteruitversnelling had achterwielaandrijving (de ompolingschakelaar en de batterij zitten vooraan). Wanneer je van achteren op het model kijkt, is de vooruitversnelling in werking gesteld wanneer de schakelpook naar rechts wijst (mocht het model toch achteruit rijden, gewoon de ompolingschakelaar in de andere richting zetten). Het drijfwerk is hier weliswaar iets anders opgebouwd, het werkt echter precies zo als bij het vorige model. Bij de vooruitversnelling bestaat het drijfwerk uit de beide tandraden 20 (je hoeft nog niet te letten op de tandraden op de motor- en wielas). Twee tandraden maken de krachtoverbrenging mogelijk, de draairichting van de motoras wordt dus omgekeerd. Wanneer je nu de schakelpook naar links duwt vindt de krachtoverbrenging plaats via drie tandraden 10 op de linker drijfwerkkant - de draairichting van de motor blijft behouden.

Hoe is het met de overbrengverhouding? Je zou natuurlijk kunnen beginnen met rekenen, zoals je dat al gezien hebt. Maar met wat denkwerk kun je het jezelf gemakkelijker maken. Bij het stationaire drijfwerk in het vorige model kon je

reeds constateren, dat de overbrengverhouding bij het drijfwerk zelf niet verandert. Bij het uitrekenen van de overbrenging moet dus alleen nog op twee punten gelet worden:

Overbrenging tussen motoras en drijfwerk

Overbrenging tussen drijfwerk en wiel

Dat is eenvoudig vast te stellen:

Drijfwerk

15 tanden - 20 tanden

Drijfwerk - wiel

10 tanden - 20 tanden

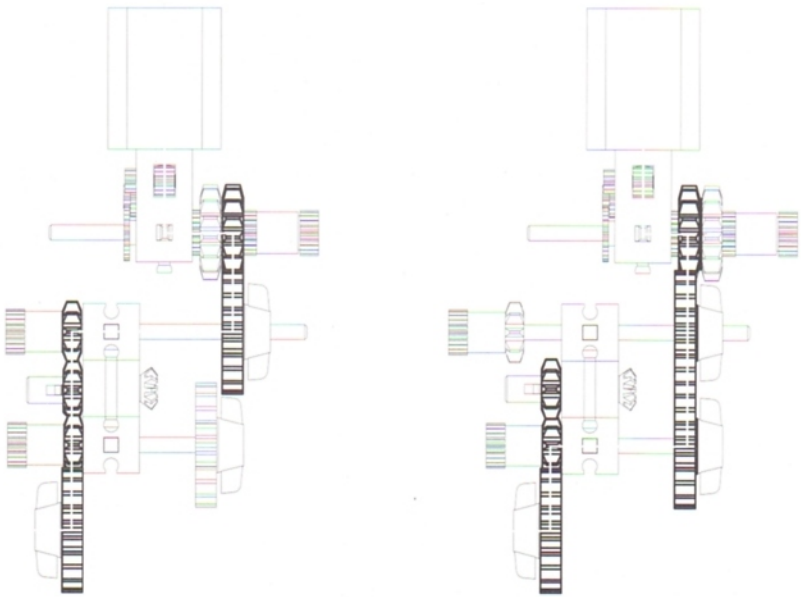
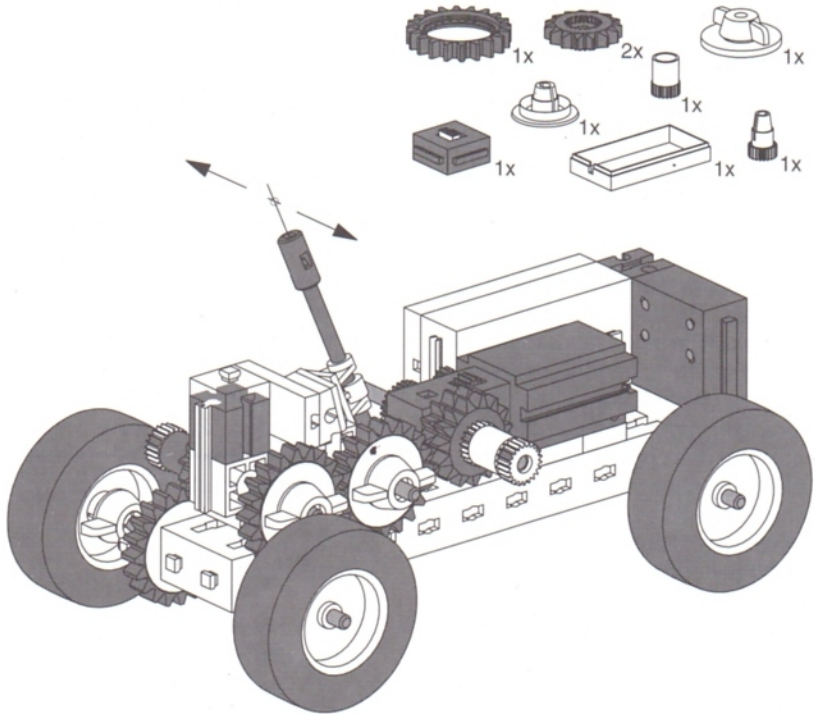
Daaruit resulteert de overbrengverhouding:

$$20 \cdot 20 = 400 = 8$$

$$15 \cdot 10 = 150 = 3$$

Bij acht motoromwentelingen draait het wiel dus slechts drie maal.

5



Voertuig met achteruitversnelling en kettingaandrijving

Bij het tweede voertuig met achteruitversnelling hebben de beide versnellingen nog een afzonderlijke overbrenging, want ook een echte auto rijdt in de achteruitversnelling niet zo snel als in de vooruitversnelling. Ook dit voertuig is met achterwielaandrijving uitgerust. Wanneer je het model van achteren bekijkt, is de vooruitversnelling in werking gesteld wanneer de schakelpook naar rechts wijst (mocht het model toch achteruit rijden, gewoon de ompolings-schakelaar in de andere richting duwen).

De bouwfasen vind je op de bladzijden 54-55 van het Duitse handboek. De vier tandraderen aan de linkerkant van het voertuig zijn nu bestemd voor de krachtoverbrenging. Hoe ziet de overbrengverhouding er nu uit (er wordt altijd van de motoras uitgegaan)?

$$\frac{20}{10} \cdot \frac{15}{15} \cdot \frac{20}{3000} = \frac{6000}{3000} = 2$$

Het wiel draait dus half zo snel als de motoras. Bij de achteruitversnelling (schakelpook naar links) ziet de overbrenging er iets anders uit. Nu vindt de krachtoverbrenging plaats via de tandraderen en de ketting aan de rechterkant van het voertuig. Door de kettingoverbrenging is de draairichting nu precies andersom. De overbrengverhouding ziet er nu als volgt uit:

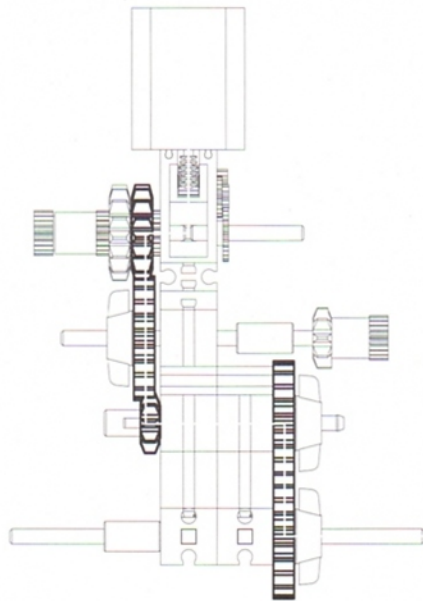
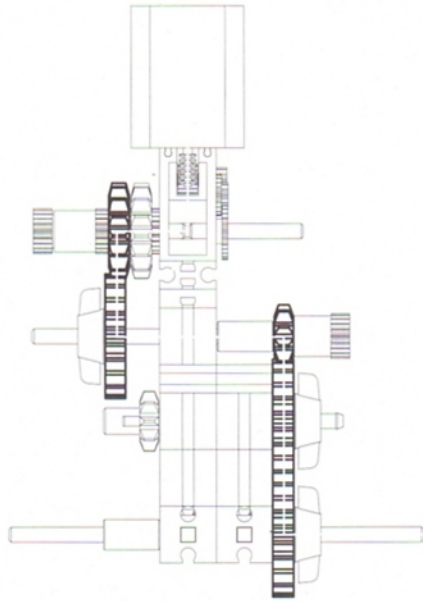
$$\frac{20}{10} \cdot \frac{15}{20} \cdot \frac{20}{2000} = \frac{6000}{2000} = 3$$

Voor één wielomwenteling moet de motoras nu niet twee maal, maar drie maal draaien - achteruit rijdt de wagen dus langzamer.

Voertuig met schakeldrijfwerk en stuurinrichting

Het laatste model heeft, zoals de modellen in het begin, weertwee snelheden. Je zou het misschien pas moeten bouwen wanneer je het volgende hoofdstuk gelezen hebt, want hier zijn de voorwielen al met een stuurinrichting uitgerust. Het drijfwerk bevindt zich deze keer onder het voertuig; het is zo vlak en langgestrekt mogelijk gebouwd. Het werkt echter precies zoals het

reeds beschreven drijfwerk met snelle en langzame versnelling. De bouwfasen vind je op de bladzijden 57-58 van het Duitse handboek. Een dergelijke drijfwerkconstructie zie je vaak bij vrachtwagens. Wanneer je al een Master-bouwdoo van fischertechnik hebt, kun je de vrachtwagen ook met chauffeurscabine en toebehoren uitrusten.



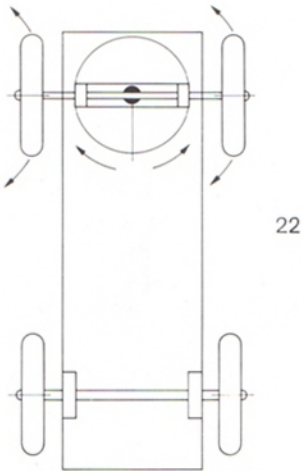
Stuurinrichtingen van de voertuigen

Bij de tot dusver gebouwde modellen heb je waarschijnlijk wel de stuurinrichting gemist - want alleen vooruit rijden is niet erg „autolike“. Zo

werden reeds in de grijze oudheid karren en koetsen met een stuurinrichting uitgerust.

Voertuig met stuurinrichting met draaibaar onderstel

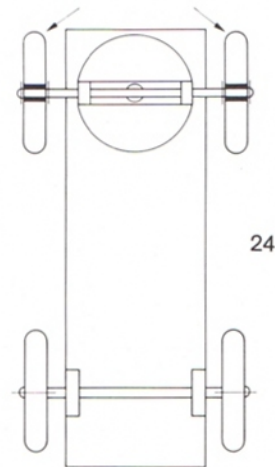
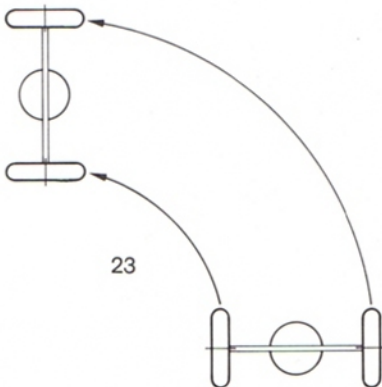
Deze eerste stuurinrichting werd op eenvoudige wijze gebouwd. De gehele vooras werd op een plank of op een ronde houten plaat bevestigd, en deze werd weer draaibaar aan het voertuig vastgemaakt.



En dan wordt het problematisch, want bij het rijden van bochten leggen de wielen verschillende afstanden af. Het wiel aan de buitenkant van de bocht moet een langere afstand afleggen dan het wiel aan de binnenkant van de bocht. De rijweg kun je op afbeelding 23 zien, waarop alleen de vooras met de wielen te zien is. Je kunt het ook zelf uitproberen, wanneer je het eerste model opgebouwd hebt, door beide wielen met een stukje plakband te markeren en het aantal omwentelingen bij ieder wiel te tellen. Wat kun je daaraan doen?

Heel eenvoudig - de wielen mogen niet vast op de as zitten, maar moeten op de as kunnen draaien. Zo kan het wiel aan de buitenkant van de bocht sneller draaien dan het wiel aan de binnenkant van de bocht (afbeelding 24) Met deze eenvoudige stuurinrichting, de "stuurinrichting met draaibaar onderstel" waren lange tijd alle voertuigen uitgerust, en ook nu nog vind je ze bij handwagens en aanhangwagens.

De wielen zijn vast met de as verbonden. Afbeelding 22 laat de opbouw van onderen zien. De gehele vooras is op het draaipunt beweegbaar, en het voertuig kan op deze wijze gestuurd worden.



De opbouw van een voertuig met draaibaar onderstel is tamelijk eenvoudig, en natuurlijk heeft de wagen ook een motor voor de aandrijving. De bouwfasen hiervoor vind je op de bladzijden 63-64 van het Duitse handboek.

Nog een probleem!

Voor de achterwielen geldt natuurlijk hetzelfde als voor de voorwielen. Ook hier legt het wiel aan de buitenkant van de bocht een langere weg af dan het wiel aan de binnenkant. Maar ook hier is

Voertuig met astap-stuurinrichting

De stuurinrichting met draaibaar onderstel heeft nog enkele nadelen, die je vast bij het uitproberen van het model zijn opgevallen. De wielen hebben bij het insteken zeer veel plaats nodig, en bij scherpe bochten is de stabiliteit van het voertuig tamelijk slecht - vooral wanneer het snel rijdt. Bij de eerste auto's, die eigenlijk niet meer waren dan omgebouwde koetsen en dan ook niet erg snel konden rijden, was de stuurinrichting met draaibaar onderstel voldoende. Toen de motoren krachtiger en de autos sneller werden, moesten de automobielabrikanten een betere stuurinrichting bedenken. Op deze wijze ontstond de "astap-stuurinrichting". Het volgende model heeft een dergelijke stuurinrichting, die al wat gecompliceerder is. Het model bouw je het beste eerst helemaal op, zodat je kunt zien hoe het werkt. De bouwfasen vind je op de bladzijden 66-67 van het Duitse handboek.

Hoe werkt het?

Je hebt aan het model het voordeel van de nieuwe stuurinrichting gezien: de stand van de wielen blijft bijna gelijk, en daarom zijn stabiliteit en zijdelingse geleiding ook bij het rijden in bochten zeer goed. Bovendien neemt het insteken van de wielen veel minder plaats in beslag.

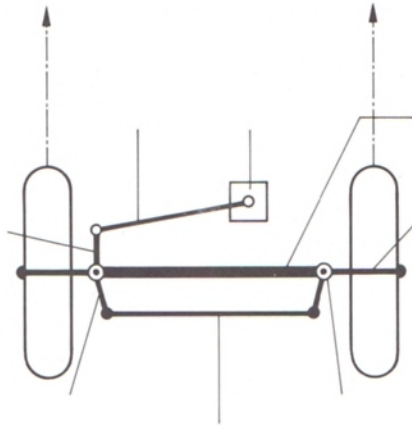
Bij de astap-stuurinrichting zit elk wiel op een hele korte as, die „astap“ genoemd wordt (vandaar de naam). De astap kan dan om de astapbout gedraaid worden. Zoals je bij het model al gezien hebt, is deze vorm van stuurinrichting wat gecompliceerder van opbouw - daarom hebben we het model ten opzichte van een „echte“

er een oplossing, waar je bij het opbouwen van het model zeker opgekomen bent. Er wordt nu één enkel wiel aangedreven (dat aan de rechterkant van het voertuig). Het linker wiel kan vrij draaien en loopt zo onafhankelijk van het aangedreven wiel. Om het wiel niet van de as te laten glijden is het met een klembus beveiligd. Dergelijke aandrijvingen worden vaak bij speelgoedauto's gebruikt. Hoe je toch beide wielen kunt aandrijven, lees je in het volgende hoofdstuk. Nu keren we weer terug naar de stuurinrichting.

stuurinrichting wel wat eenvoudiger gemaakt. Hoe ziet het geheel er bij de stuurinrichting van een auto uit?

Kijk hiervoor even naar afbeelding 25, waarbij je van boven op de stuurinrichting kijkt. De onderdelen van de stuurinrichting staan niet zo afgebeeld zoals ze er in werkelijkheid uitzien, maar slechts schematisch, zodat je de „taak“ van de afzonderlijke delen beter kunt waarnemen. In een auto zit tussen het stuurwiel en de stuurinrichting nog een klein drijfwerk, zodat men comfortabeler kan sturen en men ook niet zo veel kracht hoeft te gebruiken. Via de stuurstang en de stuurhefboom wordt dan de astap met het wiel naar rechts of naar links gedraaid.

Door een geraffineerde constructie van hefbomen en stangen (stuurverbindingsstang, stuurverbindingsstanghefboom en het vaste deel van de vooras) wordt de „stuurtrapeze“ gevormd, die ervoor zorgt dat bij het insteken van de wielen het wiel aan de binnenkant van de bocht sterker wordt ingestoken dan het wiel aan de buitenkant van de bocht. Op deze wijze rollen alle wielen (van voor- en achteras) vlekkeloos en zonder rotatiegeluid. Wanneer men de assen verlengd tekent (afbeelding 26), dan komen alle lijnen samen in één punt - de gereden cirkelbogen hebben dus alle hetzelfde middelpunt, en daar gaat het nu net om. De stuurtrapeze wordt zo genoemd omdat de beide stuurverbindingsstanghefbomen en de stuurverbindingsstang bij het rechttuit rijden een trapeze vormen, zoals je op afbeelding 25 al kon zien.



Bij het rijden in bochten is de stuurverbindingsstang niet meer parallel aan de as, en de af te leggen afstanden aan de uiteinden van de beide stuurverbindingsstanghefbomen zijn verschillend. Het wiel aan de binnenkant van de bocht wordt dus sterker ingestoken (afbeelding 27)

Bij het fischertechnik-model is de stuurinrichting

niet zo ingewikkeld vormgegeven. Stuurstang en stuurverbindingsstang vallen samen, en door het verplaatsen van de stuurtrapeze voor de as kunnen ook stuurverbindingsstanghefboom en stuurhefboom samenvallen. Na zo veel theorie kan dan nu echt het laatste model onder handen worden genomen.

Voertuig met vierwielaandrijving

Soms zijn voertuigen nodig die bijzonder wendbaar moeten zijn (bijv. op smalle bouwplaatsen voor de grondverzet). Bij bijzonder lange voertuigen (bijv. opleggercombinaties) zijn zeer eenvoudige bochten al een probleem. Voor zulke gevallen bouwt men voertuigen, waarbij de voor- en achteras gestuurd worden. Zelfs bij personenauto's experimenteren sommige fabrikanten al met vierwielaandrijving, zodat het inparkeren makkelijker wordt. Bij speciale

Bij de bestuurbare modellen moesten we

vanwege de betere prestatie in bochten de aandrijving tot één wiel beperken, wat natuurlijk ook het aandrijvingsvermogen verminderd heeft. Ook de aandrijving via een ketting of direct via tandraden wordt bij huidige auto's niet gebruikt. Bij veel auto's en bij bijna alle vrachtwagens bevindt zich de motor van voren, terwijl juist de achterwielen worden aangedreven. In dit hoofdstuk zul je te weten komen hoe de aandrijvingskracht op de achterwielen overgebracht wordt en hoe men beide achterwielen kan aandrijven.

Voertuig met drijvende as en kegelwielaandrijving

Het eerste model (bouwfasen op de bladzijden 75-77 van het Duitse handboek) met drijvende as is een typische vrachtwagen. Vooraan onder de bestuurderscabine bevindt zich de motor, waarvan de kracht via een drijvende as naar het achterwiel wordt overgebracht. De drijvende as voert in de lengte onder de vrachtwagen naar achteren. Voor het omkeren van de motorkracht op de as en vervolgens van de as op het wiel moet de kracht rechthoekig omgeleid worden. Hiervoor worden „kegelwielen“ gebruikt, die zo heten omdat de tandraden afgeschuind zijn zoals bij een kegel. Bij het opbouwen kun je dat goed zien. De overbrengverhouding wordt bij de kegelwielen natuurlijk net zo uitgerekend als bij even tandraden.

Voertuig met differentieel

Bij dit model worden nu beide achterwielen aangedreven. Herinner je je nog de beide wielen aan de achteras in de bocht? Het wiel aan de binnenkant van de bocht moest langzamer draaien dan het wiel aan de buitenkant van de bocht. Om dat te bewerkstelligen wordt tussen drijvende as en wielen een vereffeningsdrijfwerk aangebracht. Dit vereffeningsdrijfwerk, dat ook wel „differentieel“ genoemd wordt, verdeelt de omwenteling van de drijvende as verschillend op beide wielen. Voordat het differentieel nader bekeken wordt, kun je beter eerst het model opbouwen. De bouwfasen vind je op de bladzijden 79-80 van het Duitse handboek.

Bij een echte auto heeft de achteras een vering. Bij een as, die zich op en neer beweegt, kan men de drijvende as niet strak maken. Er worden dan koppelingen in de as ingebouwd, zodat de drijvende as beweegbaar is (afbeelding 29). Omdat de kruiskoppelingen ook wel "cardankoppelingen" genoemd worden, zegt men tegen de drijvende as ook vaak „cardanas“, ook wanneer men nu verschillende soorten koppelingen voor de drijvende as gebruikt. Wanneer je bij je ouders onder de auto kijkt, dan kun je bij de aandrijvingswielen ook zulke kruiskoppelingen of cardankoppelingen zien. Ook deze bouwdoos bevat overigens een kruiskoppeling, deze wordt bij het allerlaatste model voor de vierwielaandrijving gebruikt.

Voertuig uitgebreid met MASTER-bouwonderdelen Het vorige vrachtwagen-model kun je nog verder uitbreiden, wanneer je fischertechnik-bouwstenen uit andere bouwdozen (bijv. Master) hebt. De bouwfase op bladzijde 81 van het Duitse handboek geeft je hiervoor een paar tips.

Uitbreidingsmogelijkheid met MASTER-bouwdoos

De bouwonderdelen behoren niet tot de inhoud van CARTECH

Funciemodel differentieeldrijfwerk

Je kunt met de fischertechnik-bouwonderdelen een funciemodel opbouwen (zie bladzijde 83 van het Duitse handboek), zodat je de werkwijze van het differentieel duidelijker ziet.

Hoe werkt het?

Met dit funciemodel kun je de processen beter bestuderen. Draai nu eens aan één van de wielen. Wat gebeurt er? Het andere wiel draait precies in de tegengestelde richting. Schakel nu eens de motor in. Nu draaien beide wielen even snel. Wanneer je nu één van de wielen met de hand stopt, draait het andere wiel door; het loopt zelfs sneller. Dat is overigens de reden, waarom je met een auto niet verder kunt rijden wanneer één van de wielen (bijv. op ijs) doordraait. Op afbeelding 30 zie je een tekening van een doorgesneden differentieel. De differentieelhuls is vast met het schijfwiel verbonden. De krachtoverbrenging naar de beide wielen vindt plaats via de differentieelkegelwielen, en deze

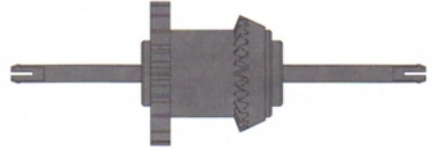
kegelwielen maken het vereffenen van het toerentalverschil tussen binnenbocht-wiel en buitenbocht-wiel mogelijk. Daarbij draaien ze om hun assen en wentelen ze zich op de aswielen af.

Wanneer een auto rechtdoor rijdt draaien de differentieelwielen niet en werken als een vaste verbinding van de beide halfassen. Wanneer bij het rijden in een bocht het binnenste wiel enigszins wordt afgeremd, beginnen de differentieelwielen te draaien en laten het wiel aan de buitenkant van de bocht sneller draaien. In zijn geheel draait het wiel aan de buitenkant van de bocht steeds met dezelfde hoeveelheid sneller dan de drijvende as, als dat het wiel aan de binnenkant van de bocht langzamer draait. In de volgende tabellen worden de verschillende bewegingsverhoudingen nog eens op overzichtelijke wijze samengevat

Schijfwiel	linker aswiel	rechter aswiel
1 omwenteling	1 omwenteling vooruit	1 omwenteling vooruit
1 omwenteling	1/2 omwenteling vooruit	1/2 omwentelingen vooruit
1 omwenteling	1 1/2 omwenteling vooruit	1 1/2 omwenteling vooruit
1 omwenteling	staat stil	2 omwenteling vooruit
staat stil	1 omwenteling vooruit	1 omwenteling achteruit
staat stil	1 omwenteling achteruit	1 omwenteling vooruit

Voertuig met achterin geplaatste motor en differentieeldrijfwerk

Het differentieel kan ook via het rechte tandwiel (tegenover het schiefwiel) aangedreven worden - het werkt dan net zo als bij de aandrijving via het kegelwiel (afbeelding 31). Bij het laatste model is de motor achterin geplaatst (zoals bijv. bij een personenwagen); hij kan daarom direct aan het differentieel gekoppeld worden. Je zult het opbouwen vast niet moeilijk vinden, wanneer je de bouwfasen op de bladzijden 86-87 van het Duitse handboek volgt.



Voertuig met schommelras en differentieeldrijfwerk

Voor werkzaamheden op een terrein worden aan een voertuig speciale eisen gesteld. Alle wielen moeten voortdurend de grond raken zodat de auto niet kan omslaan en de aandrijvingswielen steeds kunnen grijpen. Om dat te bewerkstelligen past men verschillende constructie principes toe, bijv.:

De assen zijn niet meer vast aan het voertuig verbonden, maar draaibaar omde drijvende as geplaatst (schommelassen).

Om het voertuig ook op glad terrein voort te laten bewegen worden de wielen op beide assen aangedreven (vierwielaandrijving).

Beide mogelijkheden kan men afzonderlijk toepassen of met elkaar combineren.

De schommelras vind je vaak bij vrachtwagens die op bouwterreinen worden ingezet. Een dergelijke wagen met schommelras voor de achterwielen kun je nu met het volgende model (zie bladzijde 89-91 van het Duitse handboek) opbouwen.

Voertuig met vierwielaandrijving en knikstuurinrichting

Bij sommige personenauto's, crossauto's en ook bij bouwterreinwagens worden beide assen en dus alle vier wielen aangedreven. Bij het laatste model (zie bladzijde 94 van het Duitse handboek) in deze bouwdoos vind je twee aangedreven assen. Er wordt echter op iedere as slechts één

wiel aangedreven, zodat het voertuig ook bochten kan rijden. De stuurinrichting is deze keer anders dan bij de vorige modellen; het gaat hier om een zogenaamde "knikstuurinrichting", zoals die bij bouwterreinwagens gebruikt wordt.

