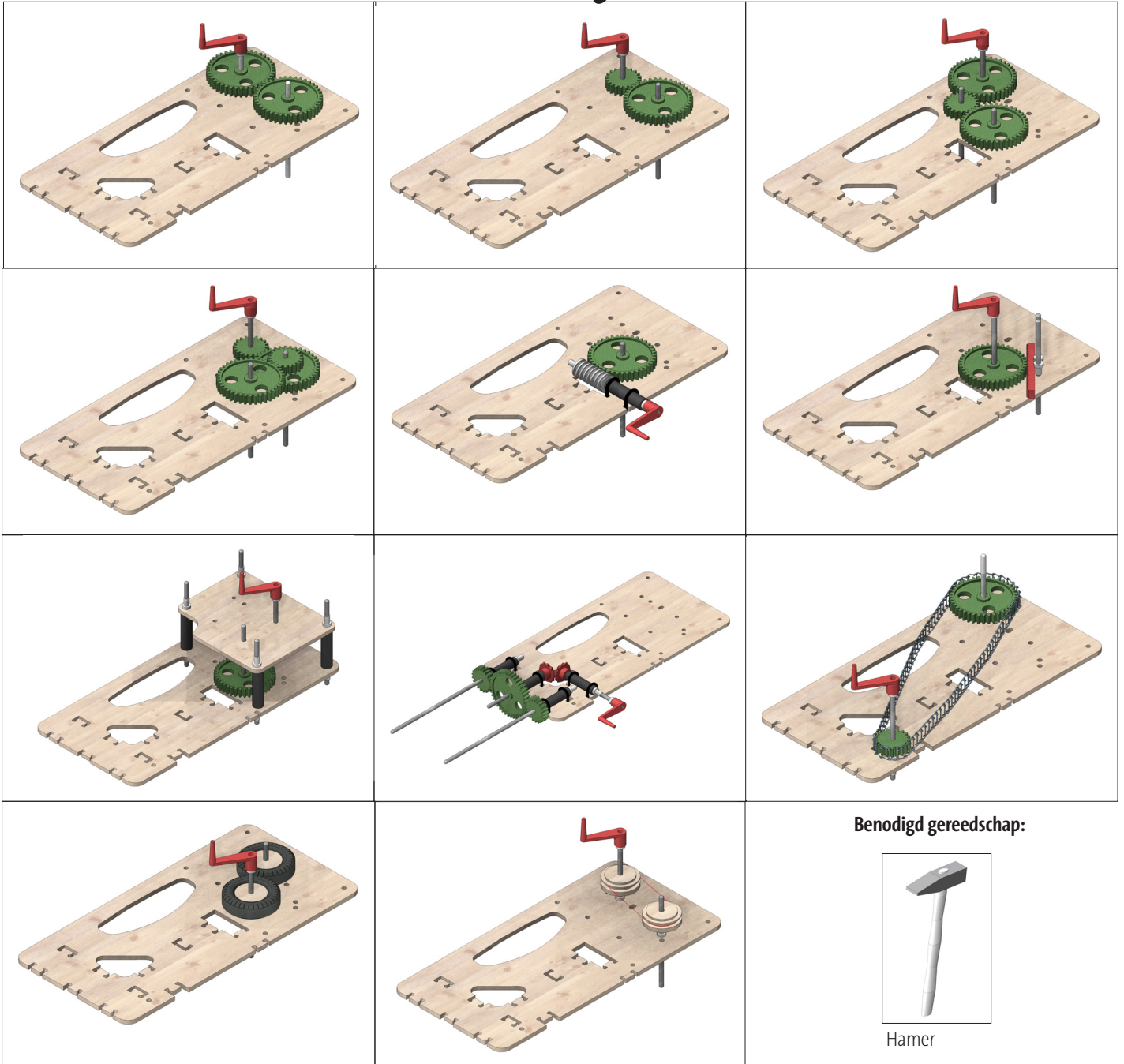


121.043

# Leerprogramma aandrijftechniek Easy



**Let op!**

Opitec bouwpakketten zijn na afbouw geen speelgoed, maar leermiddelen als ondersteuning in het onderwijs. Dit bouwpakket mag door kinderen en jongeren alleen onder toezicht van een volwassene worden gebouwd en gebruikt. Niet geschikt voor kinderen jonger dan 36 maanden. Verstikkingsgevaar!

Stuklijst	Aantal	Afm. (mm)	Omschrijving	Nr:
Houten onderdelen voor het bouwpakket	1		Basisplaat	1
Metalen as	2	∅3x150	As	2
Metalen as	6	∅3x70	As	3
Tandwiel (40 tanden) groen	2	∅41	Tandwiel	4
Tandwiel (20 tanden) groen	2	∅ 21	Tandwiel	5
Kroonwiel	2		Kroonwiel	6
Wormwiel module	1		Wormwiel module	7
Tandheugel	1		Tandheugel	8
Zwengel	1		Zwengel	9
Wiel	2	∅ 35	Wiel	10
Houten velgen	2	∅ 25	Velg/wiel	11
Afstandbusjes	5	∅8x30	Afstandhouder	12
Elastiek	6		Bevestiging	13
Metalen ketting	1	45	Ketting	14
Verloopstuk	15	4/3	Verloopstuk/afstandhouder	15
Elastiekje	1	∅ 40	Elastiek aandrijving	16

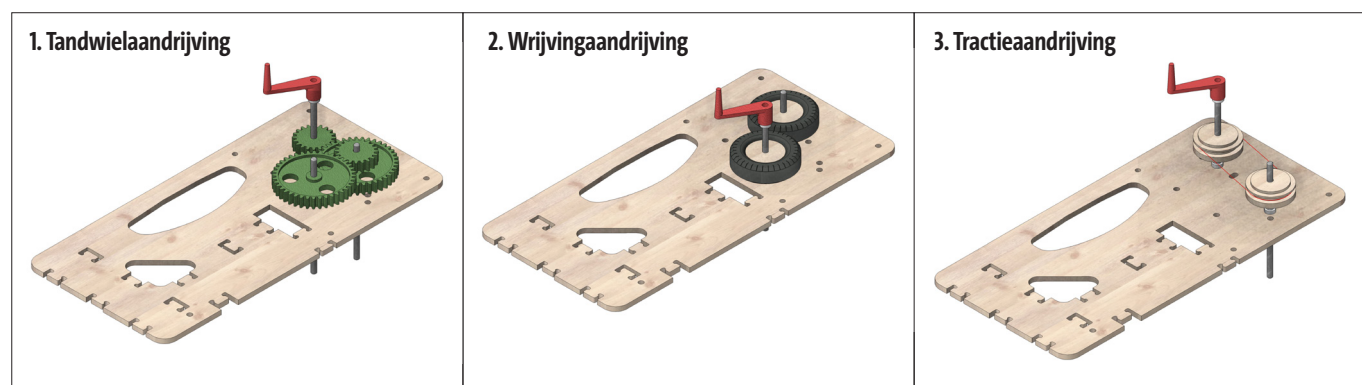
### Aandrijving techniek

Met aandrijvingen kunnen verschillende eigenschappen in de mechanica veranderd worden.

Ze worden hoofdzakelijk gebruikt om draaimomenten over te brengen, krachten te vergroten, toerental te verhogen of te verlagen en de draairichting te veranderen.

Maar ze dienen ook, afhankelijk van het ontwerp, om rotatiebeweging om te zetten in lineaire beweging (rotation in translation) en vice versa. Of ook om afstanden tussen aandrijving en vermogen te overbruggen of om de rijrichting een bepaald aantal graden om te leiden.

**U kunt de aandrijvingen van dit leerprogramma verdelen in de categorieën**

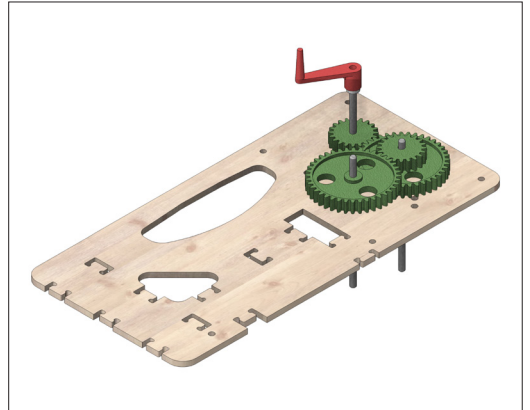


### Hoe werkt een tandwielaandrijving?

Bij een tandwiel zijn de tanden gelijkmatig over de omtrek verdeeld. Daarbij geldt: hoe groter de diameter, des te meer tanden. De omtrekkracht/beweging wordt door de tanden van het ene tandwiel via de tanden van het andere tandwiel overgedragen.

Een tand van het ene wiel verplaatst een tand van het andere wiel. De volgende tand van het aandrijf wiel verplaatst dan alleen de volgende tand van het aangedreven wiel. Er wordt onderscheid gemaakt tussen spiraalvormige aandrijvingen, waarbij de assen in dezelfde richting lopen, kegelwielen waar de assen elkaar snijden en wormwielen, waar de assen elkaar kruisen.

Overigens kunnen met de wormwiel aandrijvingen de grootste overbrenging verhoudingen worden bereikt. Maar wat is dat eigenlijk een overbrenging verhouding?



### Overbrenging verhouding

Neem als voorbeeld een heel gewone tandwieloverbrenging zoals in experiment 1 en 2. Het kleinere wiel heeft minder tanden, dus slechts een paar tanden hoeven te worden bewogen voor één omwenteling. Als het kleine wiel bijvoorbeeld 20 tanden heeft en het grote wiel 40 tanden, dan roteert het

kleine wiel twee keer rond het grote wiel. Deze aandrijving heeft een overbrenging verhouding van 2:1.

Als beide wielen dezelfde aantal tanden hebben (dwz dezelfde diameter), is de overbrenging verhouding 1:1.

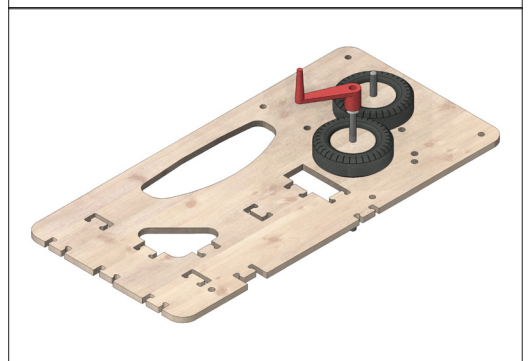
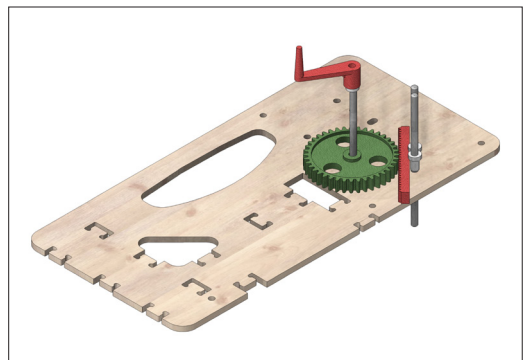
Opmerking voor leraren: op basis van de overbrenging verhoudingen van de wielen kan de "gouden regel van mechanica" ook goed worden verklaard. Of zoals bij de hefboomwet de hefboomlengte of bij de wielen de diameter vergeleken worden, is niet relevant. In beide gevallen ontstaan overbrenging verhoudingen.

### Speciale vormen van tandwielaandrijving

Er zijn nog verschillende andere typen en soorten in de aandrijving. Bijvoorbeeld aandrijving met inwendige tanden, schroefaandrijving en dergelijke.

In het kader van dit bouw pakket behandelen we alleen de speciale vorm van het tandwiel.

Het bijzondere aan deze aandrijving is, dat de rotatiebeweging van het tandwiel wordt omgezet in een rechtlijnige heen en weer gaande beweging.



### Bij wrijvingaandrijving

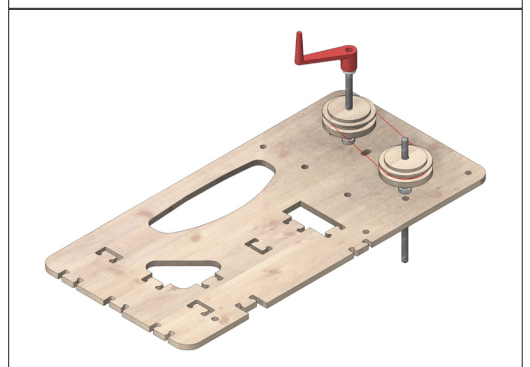
wordt de rotatiebeweging door de wrijvingskracht tussen twee wielen overgebracht, die tegen elkaar worden gedrukt. Men spreekt van wrijvingskracht overbrenging, Bijv. een fietsdynamo.

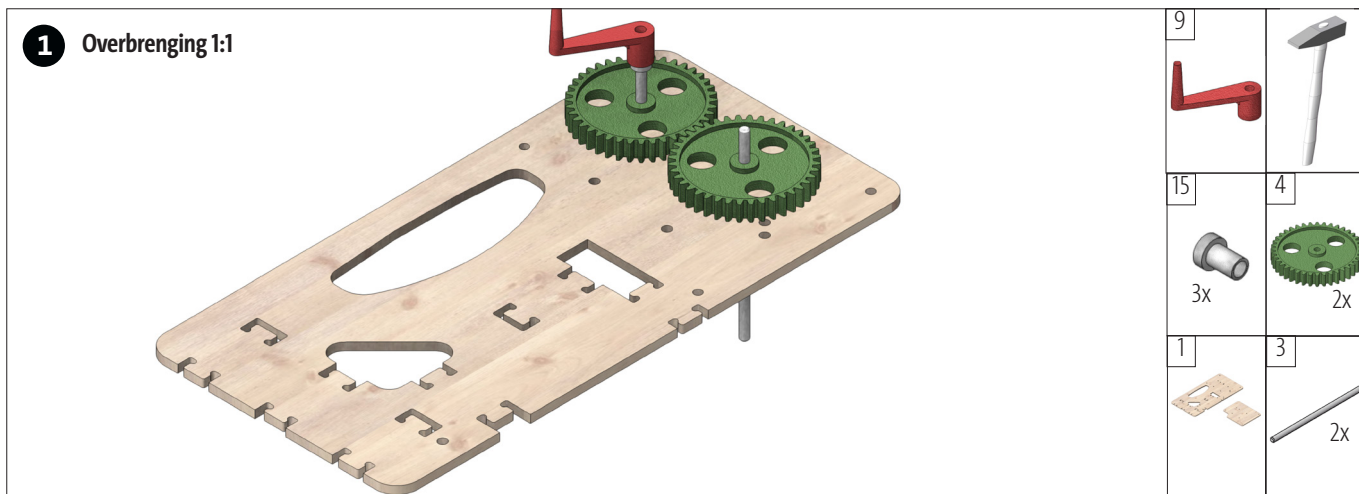
### De tractieaandrijving

overbrugt afstanden tussen twee assen die verder uit elkaar liggen. Op een eenvoudige manier is het ook mogelijk om de draairichting om te keren (gekruiste riemaandrijving). De bekendste varianten zijn de riemaandrijving (vlak, rond-, V-snaar) en de ketting-, tandwielaandrijving.

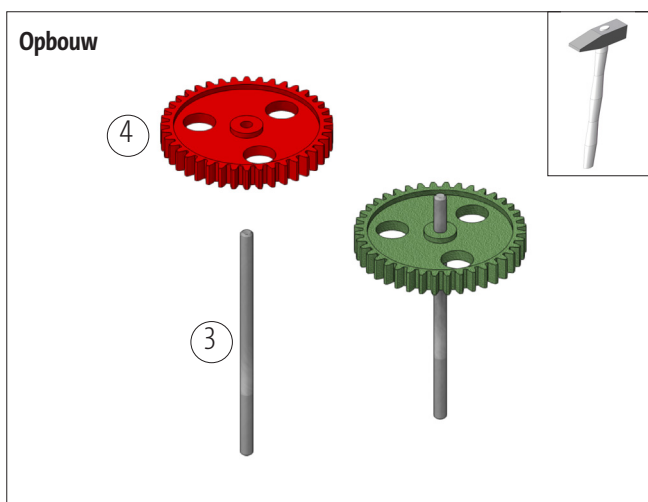
De grootste verschillen tussen deze:

De riemen worden door middel van wrijvingskrachten overgedragen en hebben altijd een bepaalde mate van slippen. De ketting- en tandriemoverbrengingen brengen hun krachten over via positieve vergrendeling en kunnen daarom ook worden gebruikt voor exacte positionering (distributieriem op de motor van een auto, aandrijving voor het verplaatsen van de machinetafel op CNC-machines).

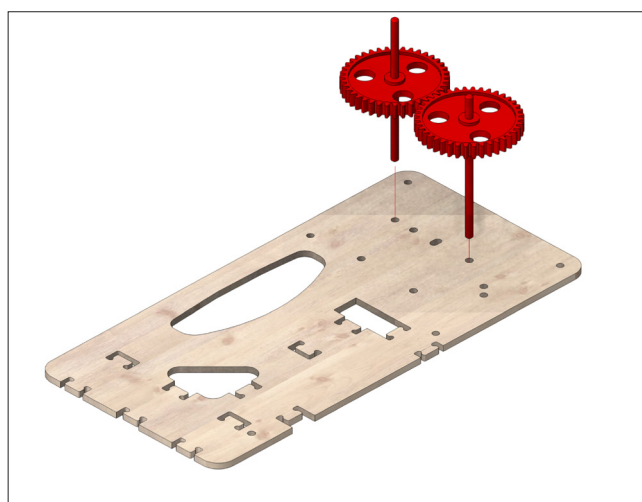




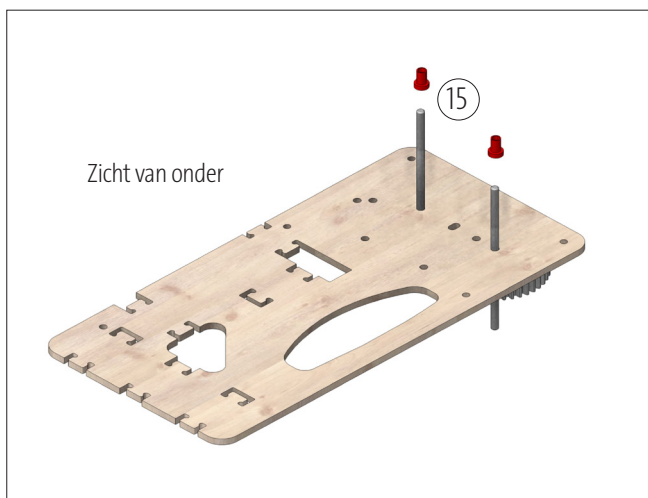
De tandwielen hebben dezelfde aantal tanden en dezelfde diameter. Daardoor draaien de beide wielen even snel, met een gelijk aantal omwentelingen en gelijke omtrekkraft. Het verandert alleen de draairichting.



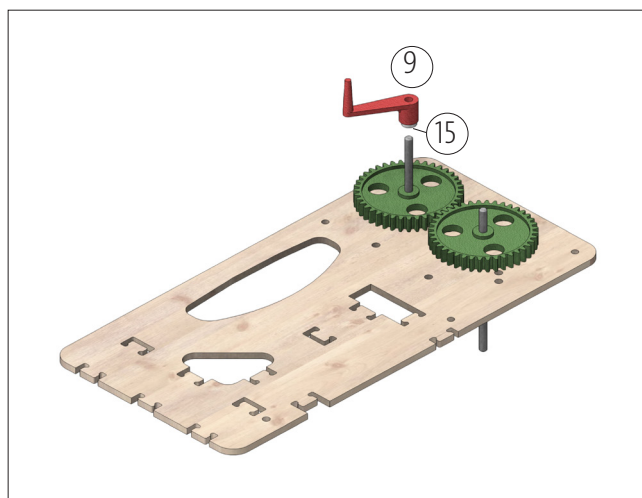
Bevestig een tandwiel (4) op een as (3) telkens 10 of 20 mm ingesprongen. Gebruik indien nodig een hamer.



Steek de twee assen met de tandwielen door de gaten (zie afbeelding) van de basisplaat (1).

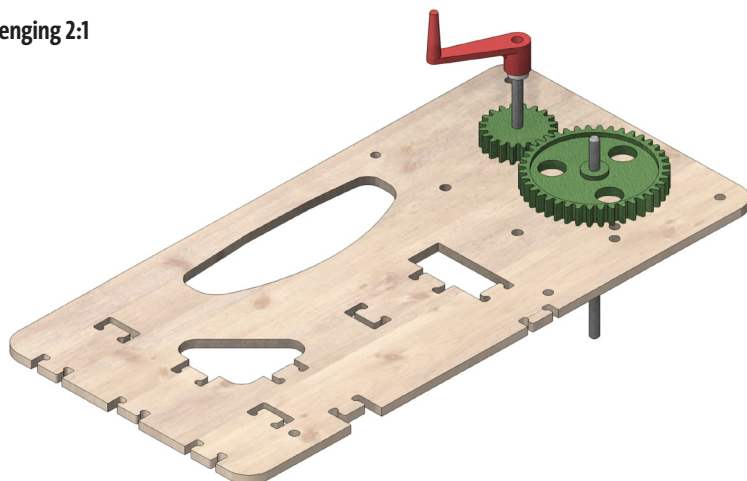


Schuif van onderaf een verloopstuk (15) en zet het vast.



Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!

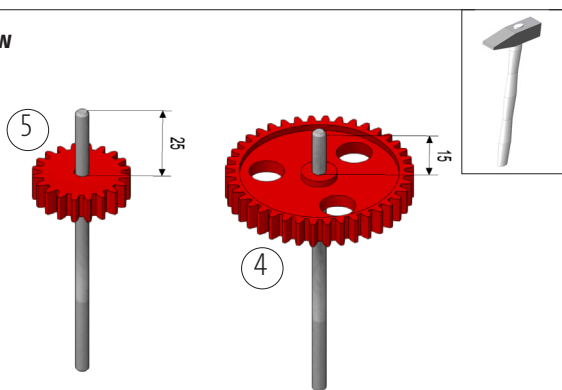
**2** Overbrenging 2:1



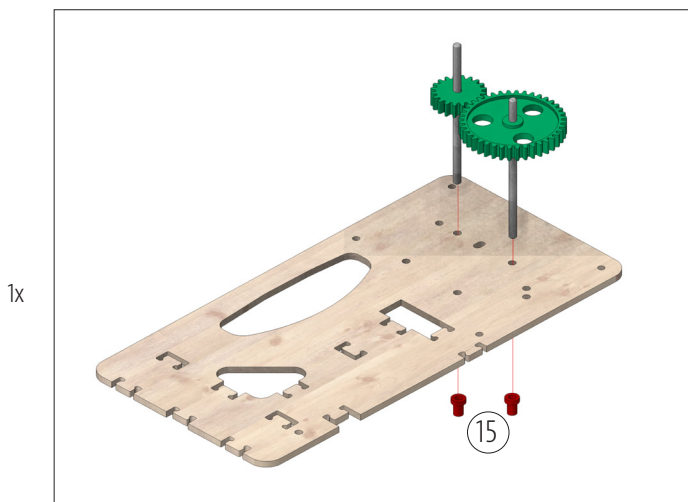
5	9	
15	4	
1	3	

De tandwielen hebben een ongelijk aantal tanden. Het kleine wiel heeft 20 tanden, het grote wiel heeft 40 tanden. Het grote wiel heeft dus twee keer zoveel tanden en twee keer de diameter. Halve snelheid, dubbele perifere kracht.

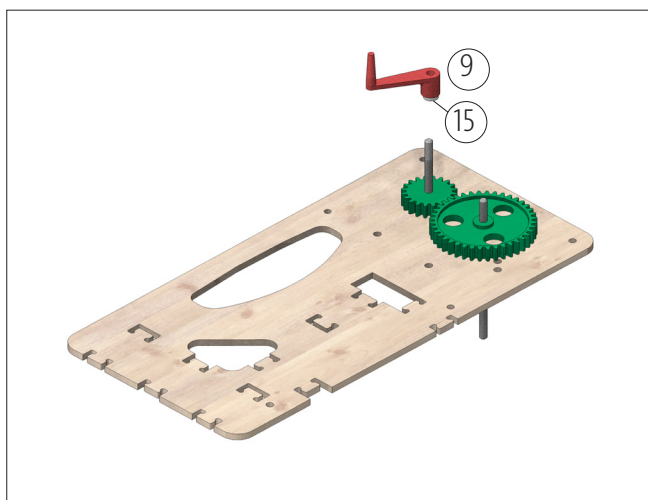
**Opbouw**



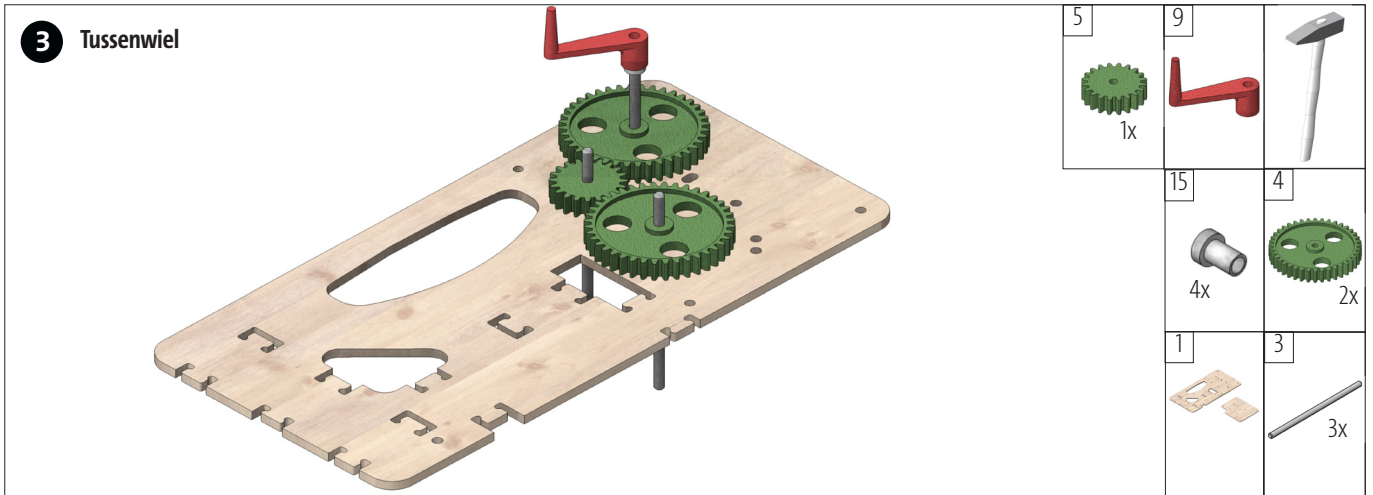
Bevestig een tandwiel (5) zoals afgebeeld 25 mm ingesprongen op een as (3). Bevestig een tandwiel (4) 15 mm ingesprongen op een as (3). Gebruik indien nodig een hamer.



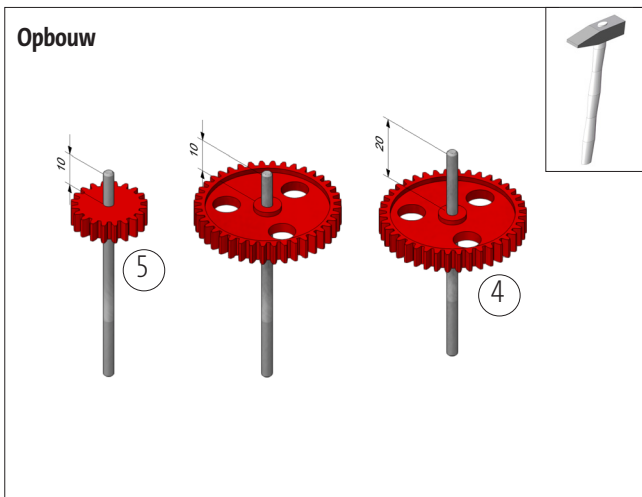
De beide assen met de tandwielen door de gaten (zie afbeelding) van de basisplaat (1) steken en van onderaf elk met een verloopstuk (15) vastzetten.



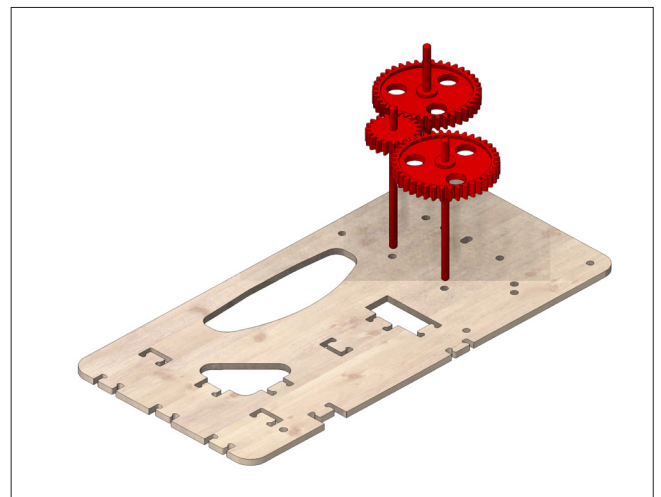
Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!



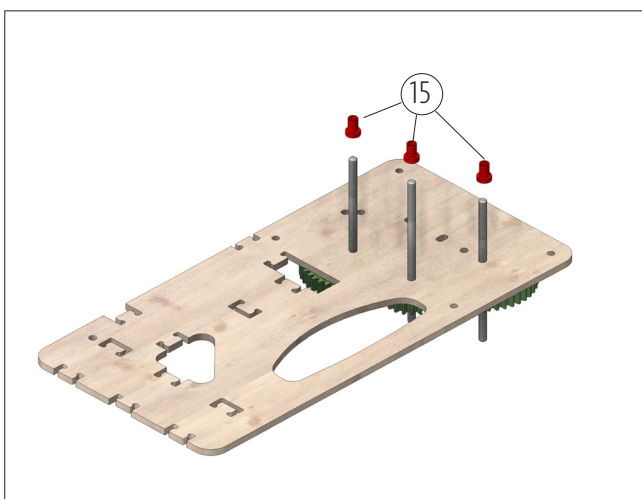
Het tussenwiel verandert de overbrenging niet, ongeacht hoe groot of klein het is. Elke tand van het eerste wiel, die een tand van het tussenwiel duwt, zorgt ervoor, dat het derde wiel ook weer door een tand wordt geduwd. Dus overbrenging 1: 1. Het doel van een tussenwiel is het veranderen van rotatie en / of het overbruggen van een kort pad tussen de assen van tandwiel 1 en tandwiel 3.



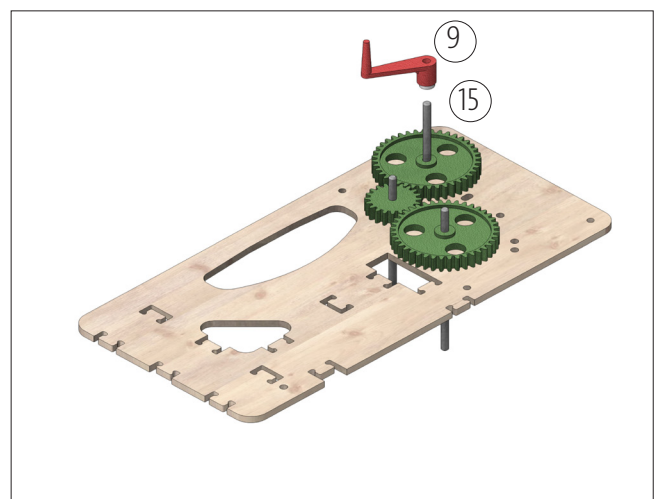
Bevestig een tandwiel (5) zoals afgebeeld 25 mm ingesprongen op een as (3). Bevestig een tandwiel (4) 15 mm ingesprongen op een as (3). Gebruik indien nodig een hamer.



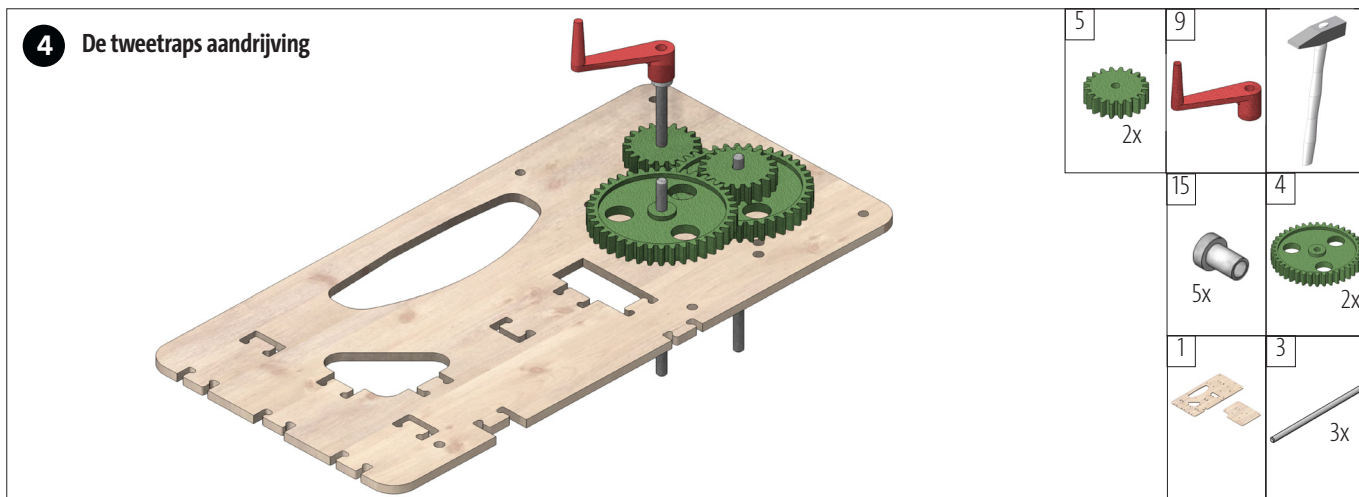
De beide assen met de tandwielen door de gaten (zie afbeelding) van de basisplaat (1) steken en van onderaf elk met een verloopstuk (15) vastzetten.



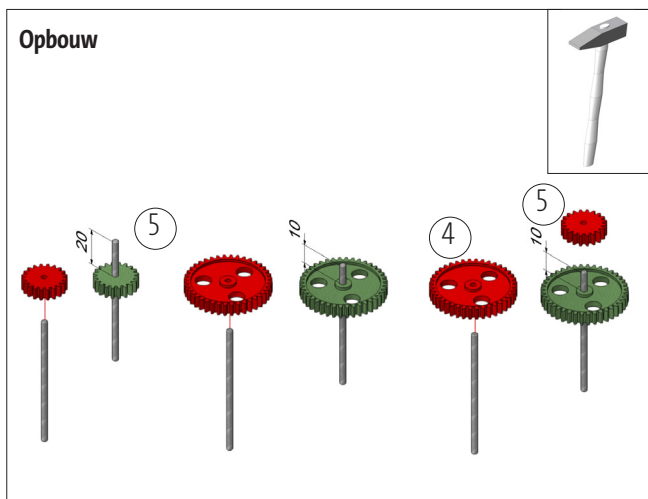
Schuif van onderaf een verloopstuk (15) en zet het vast.



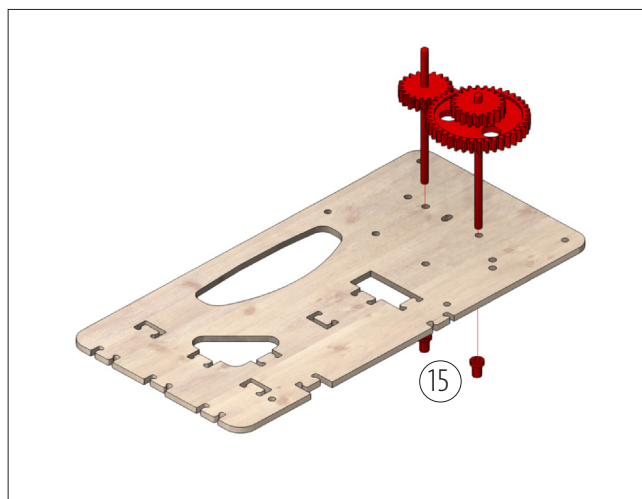
Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!



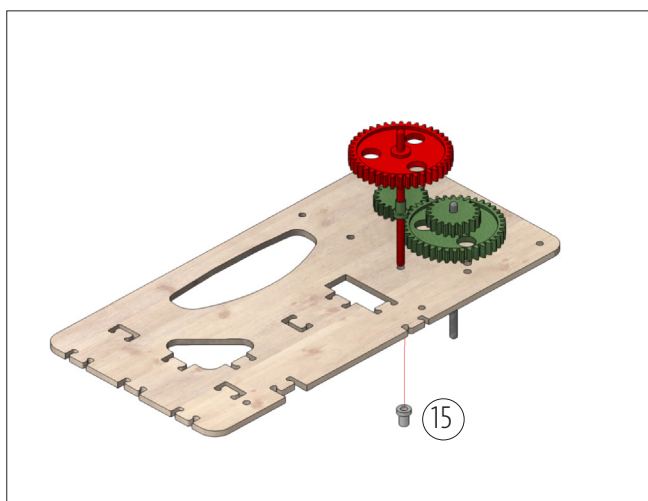
De overbrenging tussen twee wielen kan niet elke grootte hebben. Meestal is het niet groter dan 1 : 6. Als men toch een grotere overbrenging wil, dan een tweede trap (in totaal 4 tandwielen) of een tweetraps aandrijving gebruiken.



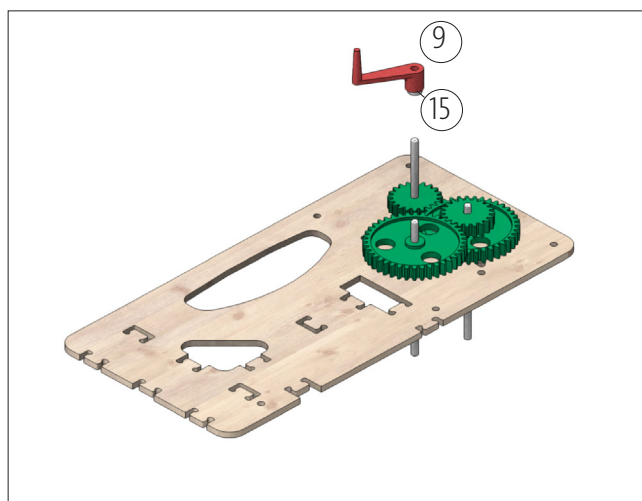
Bevestig een tandwiel (5) zoals afgebeeld 25 mm ingesprongen op een as (3). Bevestig een tandwiel (4) 15 mm ingesprongen op een as (3). Gebruik indien nodig een hamer.



De beide assen met het tandwiel (5) en het dubbele tandwiel (4/5) zoals afgebeeld in de basisplaat steken en van onderaf met elk een verloopstuk vastzetten.

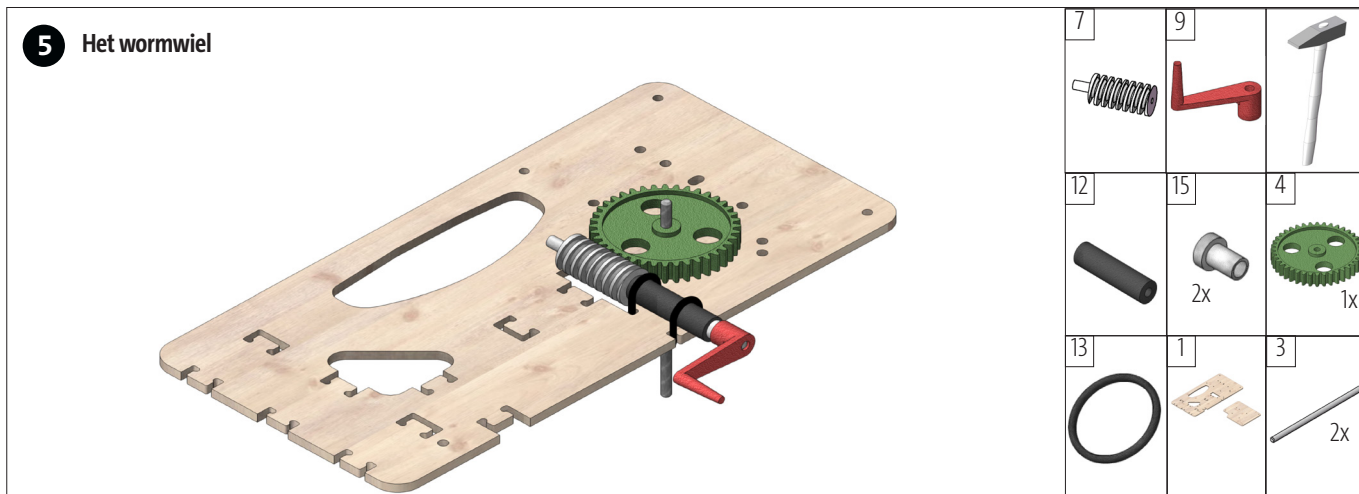


De as met het tweede grote tandwiel (4) zoals afgebeeld insteken en van onderaf met een verloopstuk (15) vastzetten.



Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!

**5** Het wormwiel



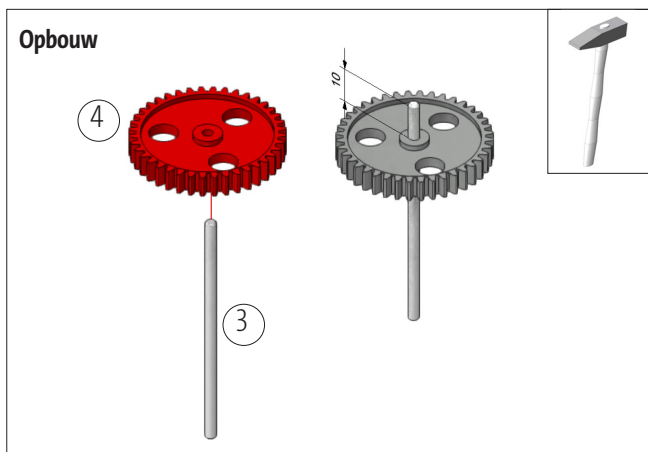
Het wormwiel heeft enkele speciale kenmerken.

Men kan in één stap zeer grote overbrengingen (tot ca. 1: 100 en hoger) realiseren. Het is zelfremmend, dat wil zeggen dat men het alleen vanaf de wormkant kan besturen. Het resultaat is altijd de kruising van de aangedreven as met de aandrijf-as. Het wormwiel kan 1, 2 of 3 gangen hebben. Bij de een-gangige worm wordt het wormwiel slechts met één tand gedraaid tijdens één omwenteling van de worm. Bij de twee-gangige worm natuurlijk twee tanden en bij de drie-gangige worm drie tanden.

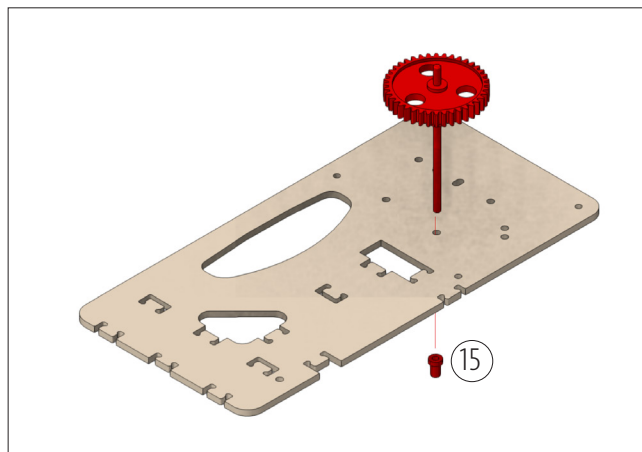
Als men de overbrengingsverhouding wil berekenen, rekent men met de worm als een wiel met één, twee of drie tanden.

Voorbeeld: aandrijving met een-gangige worm en wormwiel met 60 tanden. Overbrengingsverhouding  $i = \text{aantal tanden van het aandrijf-wiel} / \text{aantal tanden van het aangedreven wiel} = 1/60$ .

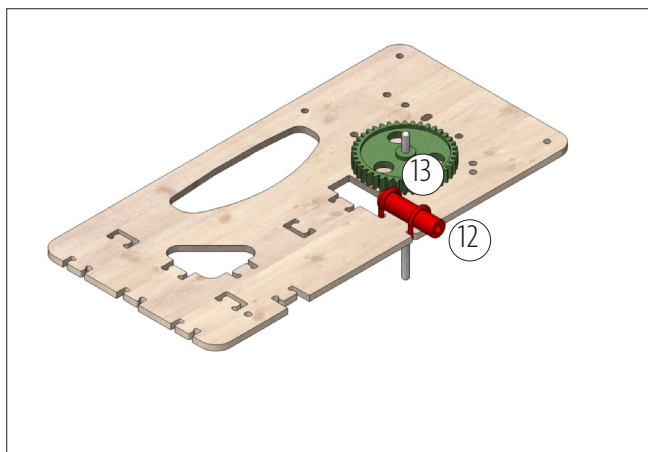
**Opbouw**



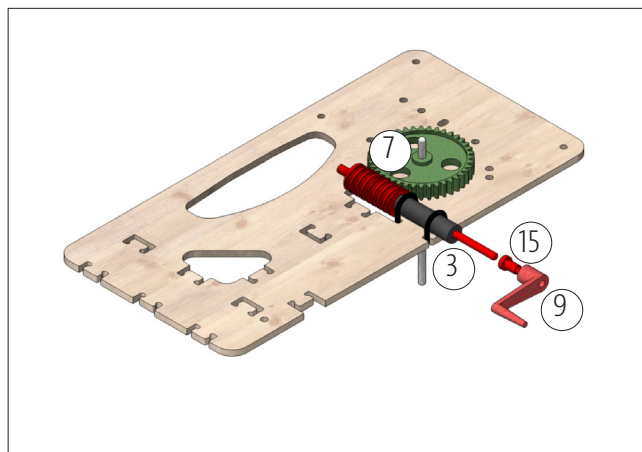
Een tandwiel (4) zoals afgebeeld 10 mm ingesprongen op de as (3) steken.



De as met het tandwiel zoals afgebeeld in de basisplaat steken en van onderaf met een verloopstuk (15) fixeren.



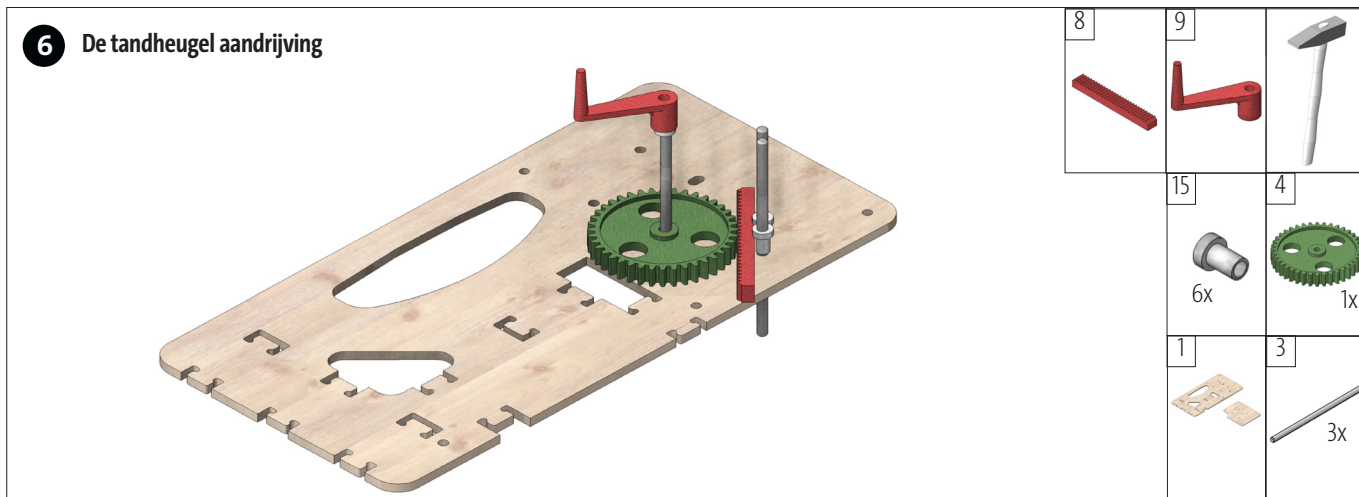
De afstandhouder (12) met een elastiekje (13) in de daarvoor bestemde opening vastzetten.



De as (3) door de afstandhouder schuiven en zoals afgebeeld de worm-module (7) erop steken. Een verloopstuk (15) in de zwengel (9) steken en de zwengel op de vrije asuiteinde steken.

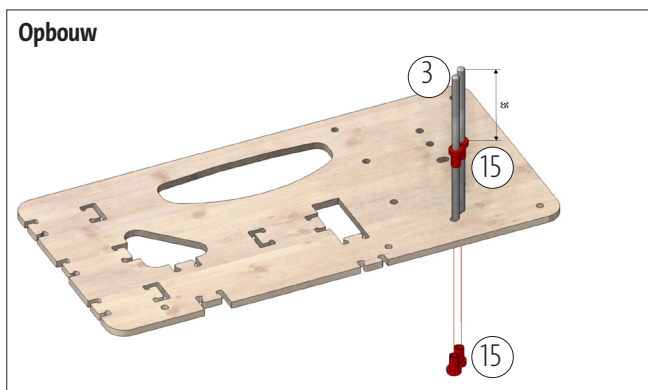


**6 De tandheugel aandrijving**

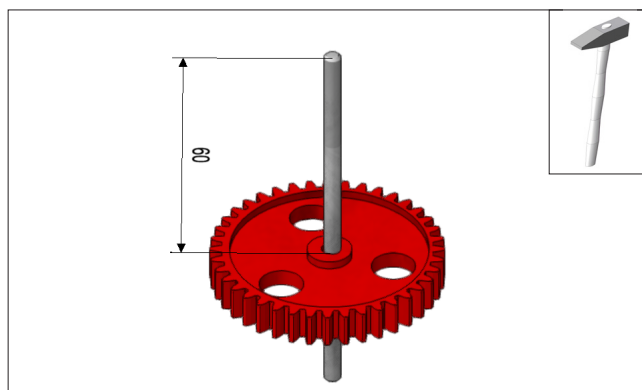


Bij de tandheugel aandrijving kan de tandheugel als een tandwiel met oneindige diameter worden beschouwd. De tandheugel aandrijving zet een draaibeweging om in een beweging in een rechte lijn (of omgekeerd). Voorbeeld: hoogte verstelling van machinetafels.

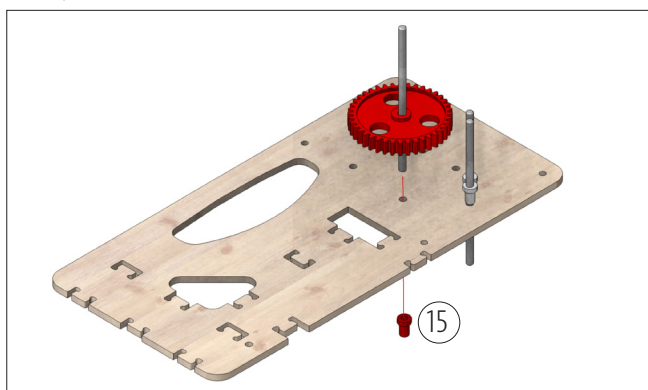
**Opbouw**



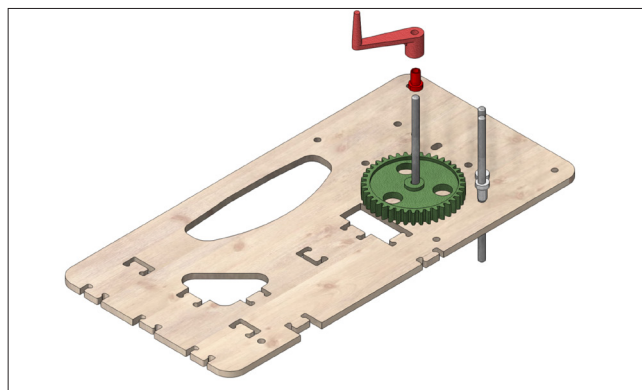
Plaats een verloopstuk (15) op een afstand van 35 mm op elke as (3). Plaats vervolgens de assen zoals afgebeeld en van onderaf met elk een verloopstuk (15) vastzetten.



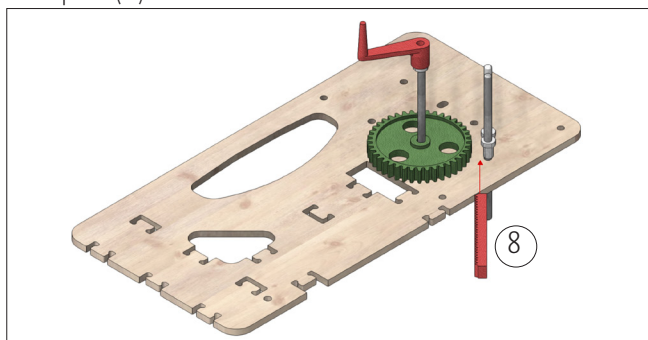
Het tandwiel (4) op een as (3) 60 mm ingesprongen bevestigen. Indien nodig een hamer gebruiken.



De as met het tandwiel zoals afgebeeld insteken en van onderaf met een verloopstuk (15) vastzetten.

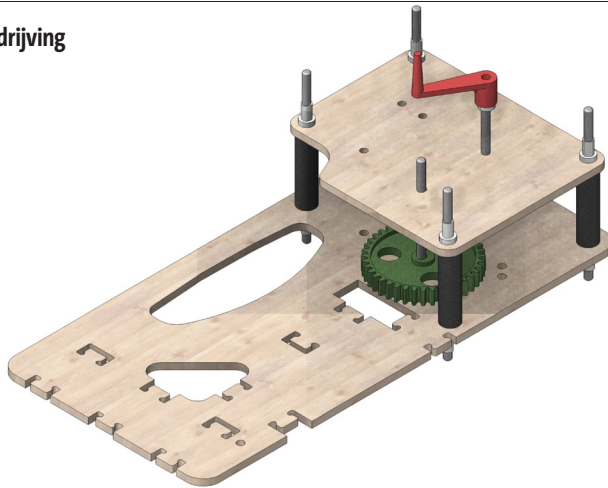


Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld.



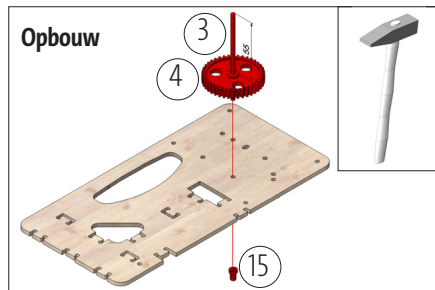
De tandheugel (8) zoals afgebeeld tussen het tandwiel en de geleiding (assen met verloopstukken) schuiven.

**7 De schakel aandrijving**

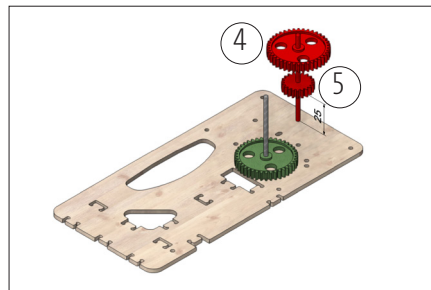


5 2x 	9 	
12 4x 	15 10x 	4 
	1 	3 6x 

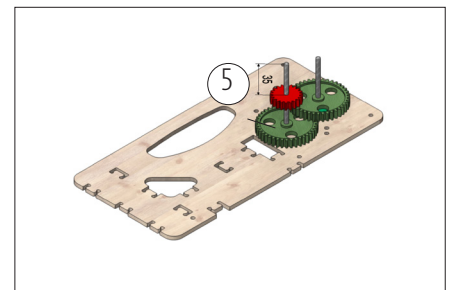
Wanneer men in een aandrijving meerder overbrengingen nodig heeft, dan gebruikt men een schakel aandrijving. Om van de ene gang in de andere over te schakelen, moeten een tot meerdere wielen langs de as beweegbaar zijn. Een bekend voorbeeld is de schakel aandrijving in auto's.



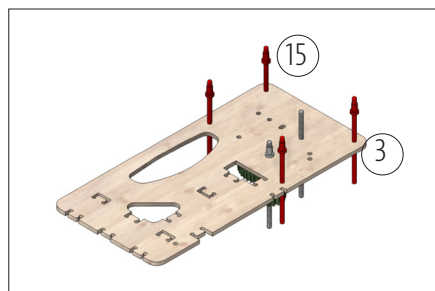
Een tandwiel (4) zoals afgebeeld 55 mm ingesprongen op de as steken en van onderaf met een verloopstuk (15) vastzetten.



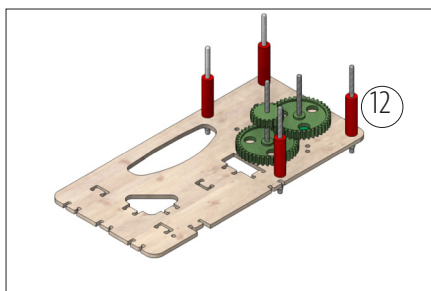
Een tandwiel (5) zoals afgebeeld 25 mm van onder ingesprongen op de as steken. Een ander tandwiel (4) erop steken zo dat deze op de kleine tandwiel zit. Dan zoals afgebeeld erin steken.



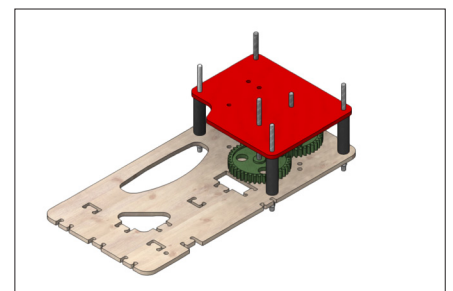
Een tandwiel (5) 35 mm ingesprongen op de as zoals afgebeeld steken.



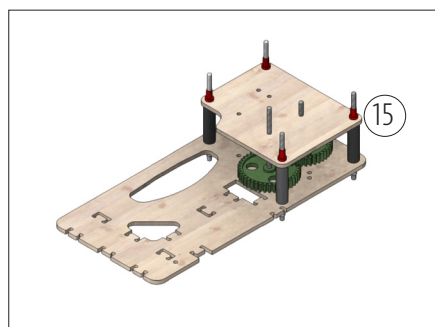
4 assen (3) vanaf de achterkant insteken met elk een verloopstuk (15) vastzetten.



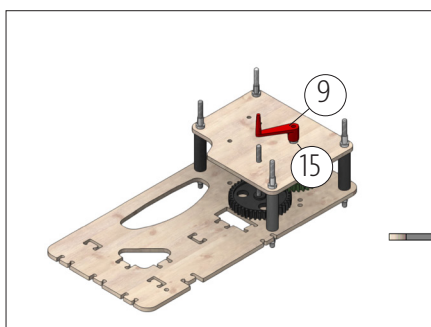
Draai het weer om en van bovenaf op elke as een afstandhouder (12) steken.



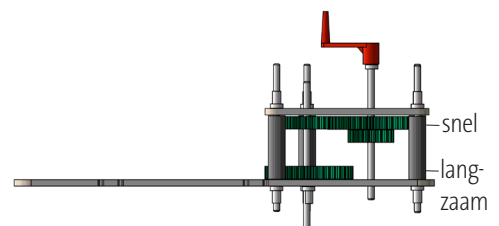
De kleine basisplaat (1) zoals afgebeeld erop zetten.



Van bovenaf met elk een verloopstuk (15) vastzetten.



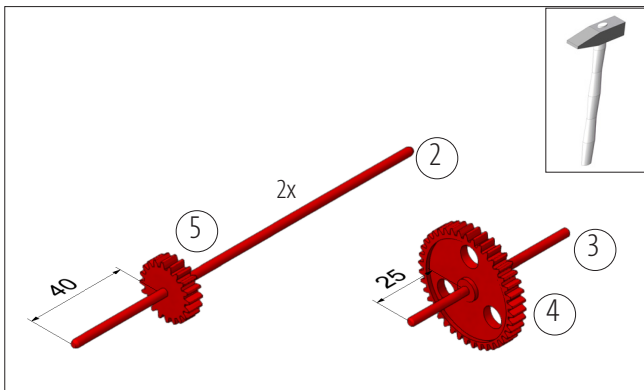
Een verloopstuk (15) in de zwengel (9) steken en zoals afgebeeld op de as (3) steken.



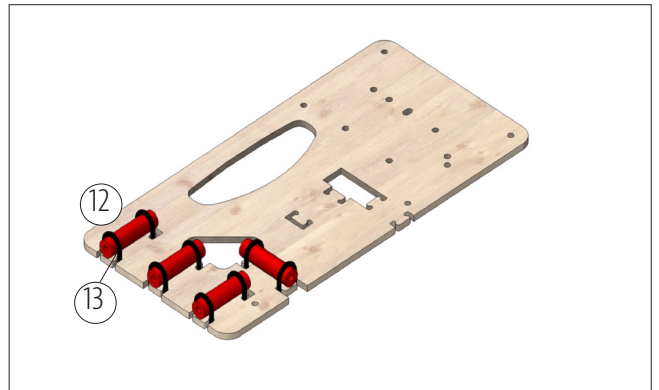
**8** De hoek aandrijving



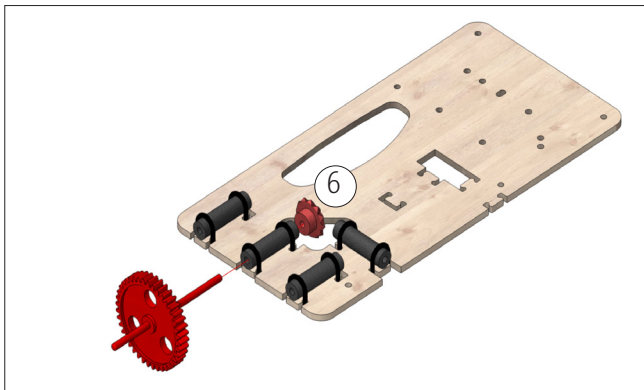
Zoals de wormwiel aandrijving verandert ook de hoekaandrijving de richting van de as om 90 graden. In tegenstelling tot de wormwiel aandrijving zijn bij de hoek aandrijving maar kleine overbrengingen mogelijk. Meest gebruikt is 1:1. Voorbeeld: een bedieningsmechanisme van dakramen.



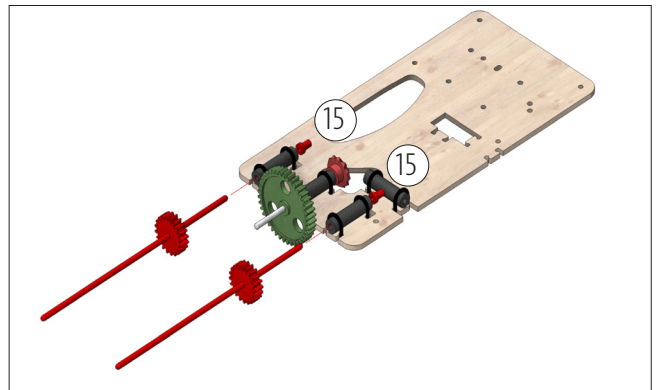
Op twee assen (2) elk een tandwiel (5) 40 mm ingesprongen steken. Op een as (3) een tandwiel (4) ca. 25 mm ingesprongen steken.



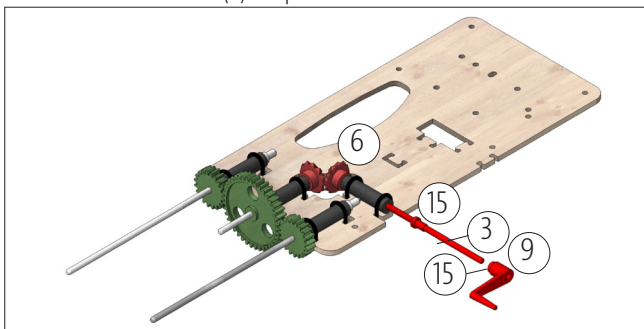
4 afstandhouders (12) met elk een elastiek (13) op de daarvoor bestemde plek (zie afbeelding) bevestigen.



De as (3) met een tandwiel (4) door de middelste afstandhouder (12) steken en een kroonwiel (6) er op steken.

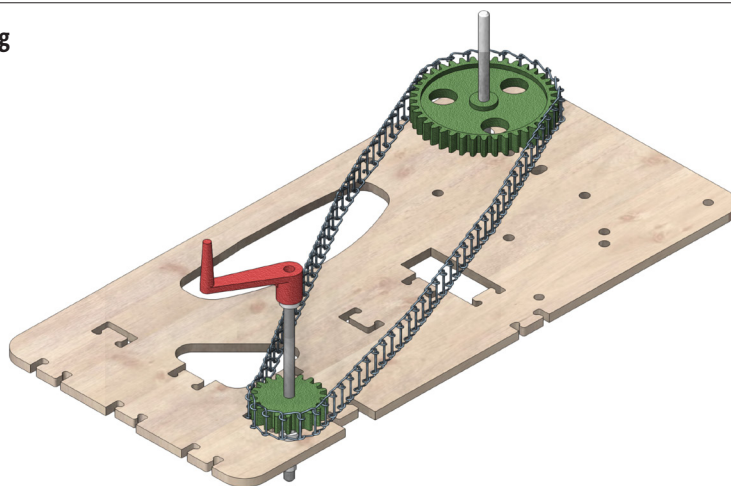


De beide assen (2) met de tandwielen (5) zoals afgebeeld door de buitenste afstandhouders (12) steken en met elk een verloopstuk (15) vastzetten.



Een as (3) door de zijwaartse afstandhouder schuiven. Een kroonwiel (6) er op steken. Met een verloopstuk (15) vastzetten. Een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) steken en deze zoals afgebeeld op de as steken. Klaar!

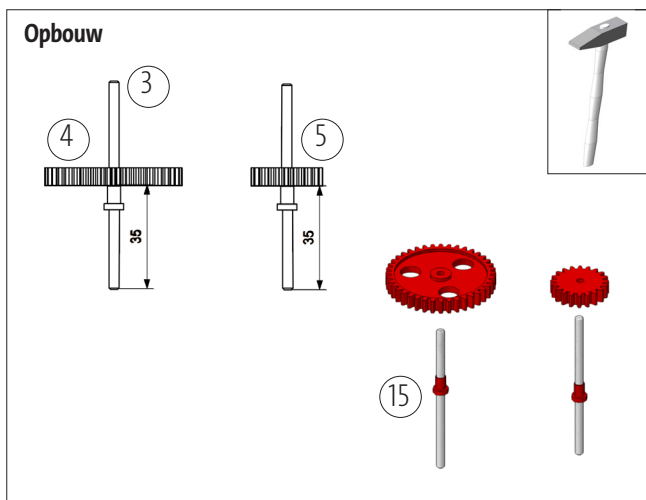
**9** Ketting aandrijving



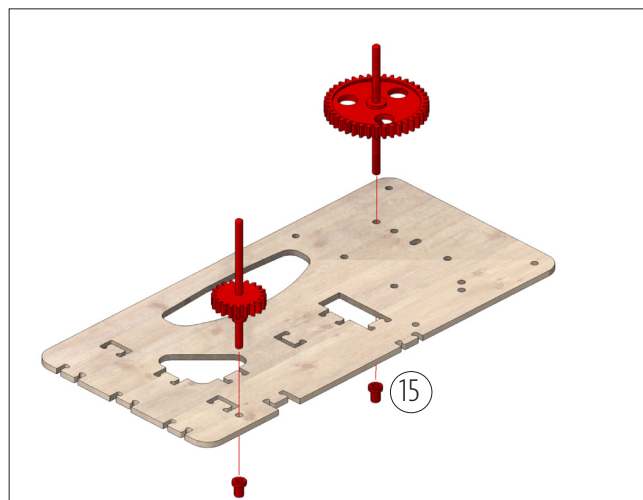
5	9	
14	15	4
1	3	2x

Omdat de ketting aandrijving kracht nauwsluitend overbrengt, is deze aandrijving geschikt voor exacte positionering en exacte overbrengingsverhoudingen. Dit geldt ook voor de tandriem aandrijving, ketting aandrijvingen behoren tot de tractie-aandrijvingen en worden gebruikt bij een grotere afstand tussen de aandrijf-as en de uitgaande as. Voorbeeld van bediening in de auto via distributiekettingen of riemen, evenals de fietsketting.

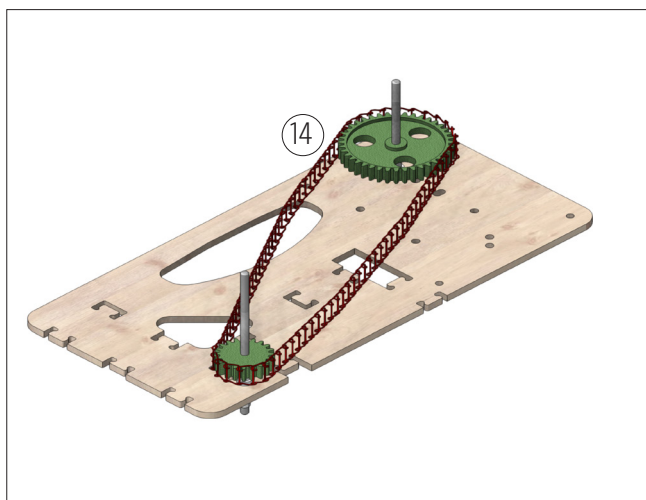
**Opbouw**



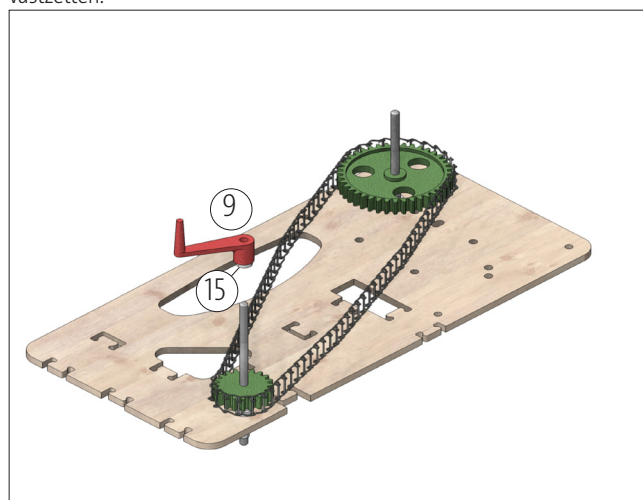
Op een as (3) een tandwiel (4) en op een as (3) een tandwiel (5) 35 mm ingesprongen steken. Van onderaf op elk een verloopstuk (15) plaatsen.



De beide assen (3) met de tandwielen (4/5) zoals boven aangegeven in de basisplaat steken en van onder af met elk een verloopstuk (15) vastzetten.

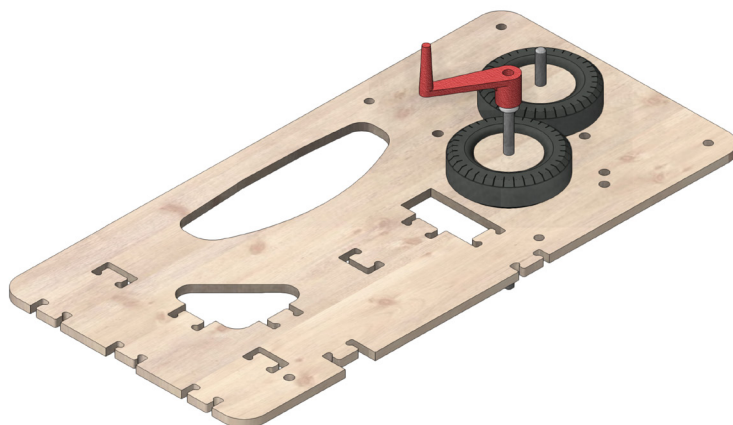


De ketting (14) zoals afgebeeld plaatsen. Deze hiervoor op de juiste lengte inkorten. (voor het inkorten de schakels open buigen).



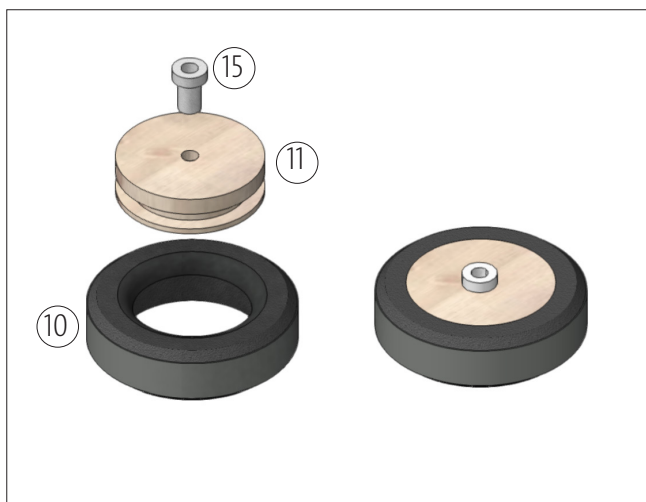
Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!

**10** Wrijving aandrijving

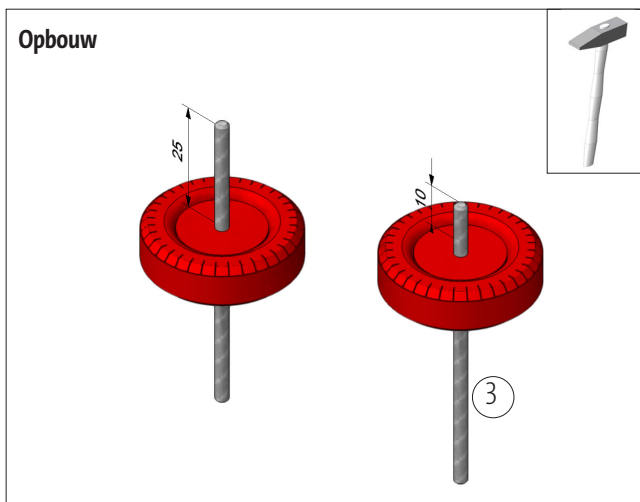


11 2x	9	
15 5x	10 2x	
1	3 2x	

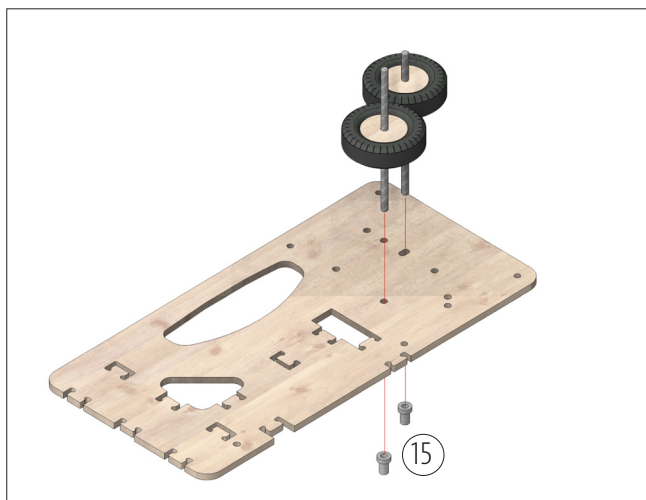
Wrijving aandrijving wordt gebruikt voor vrij bescheiden aandrijftaken. De overbrenging van de omtrek krachten vindt plaats door de wrijving die optreedt tussen twee geperste wielen of rollen. De nadelen zijn slippen, relatief laag overdraagbare draaimomenten, hoge slijtage en hoge wrijvingsverliezen. Voordelen: het is goedkoop en gemakkelijk te produceren.



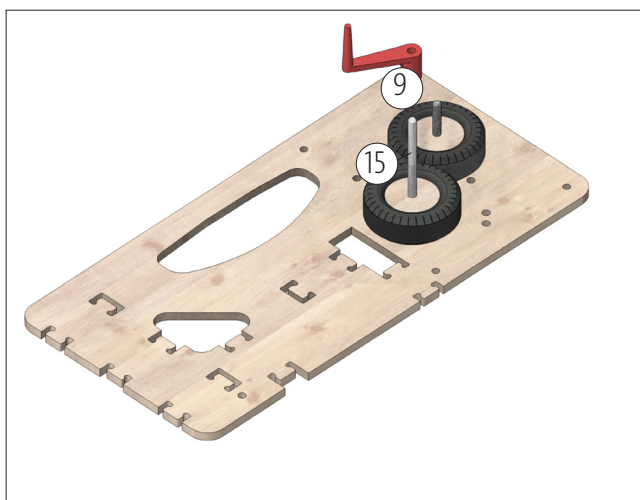
In elk een houten velg (11) een band (10) steken. In elke velg een verloopstuk (15) steken.



Een wiel 25 mm ingesprongen op een as (3) steken. Het andere wiel 10 mm ingesprongen op een ander as (3) steken.

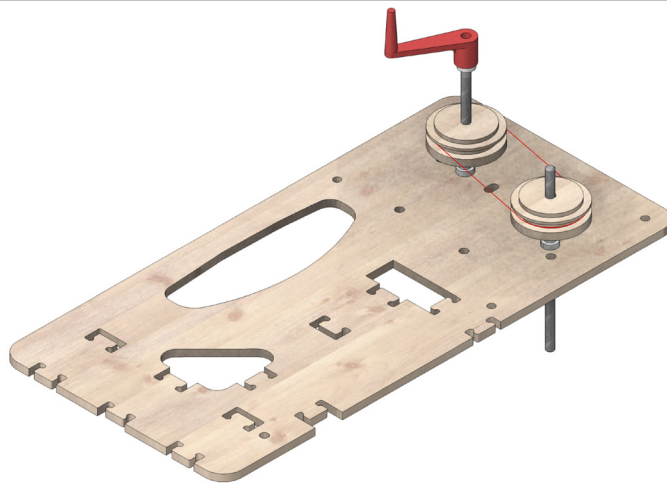


De wielen op de assen zoals afgebeeld in de basis plaat steken en van onderaf met elk een verloopstuk (15) vastzetten.



Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!

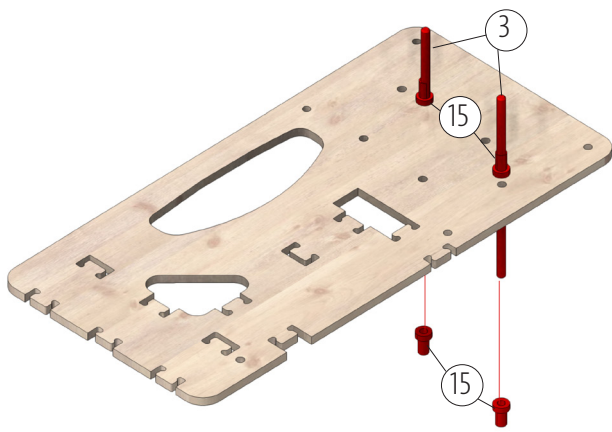
**11** Riem aandrijving



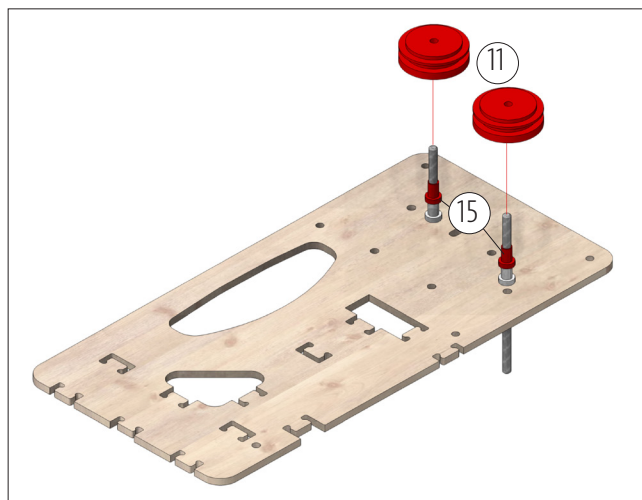
11 2x 	9 	
15 7x 	10 	
1 	3 2x 	

maakt ook deel uit van tractie aandrijving. De bekendste zijn de V-snaren, platte riemen en ronde riemen. net al bij de wrijving aandrijving wordt de kracht hier door wrijving overgedragen. Het grootste verschil: de assen kunnen zeer ver (in extreme gevallen wel meerdere meters) van elkaar verwijderd zijn. Met V-snaren kunnen zeer grote draaimomenten worden overgebracht, doordat de poelies de V-snaar heel strak vasttrekken en zo het slippen tegengaan. Voordeel: gunstige prijs.

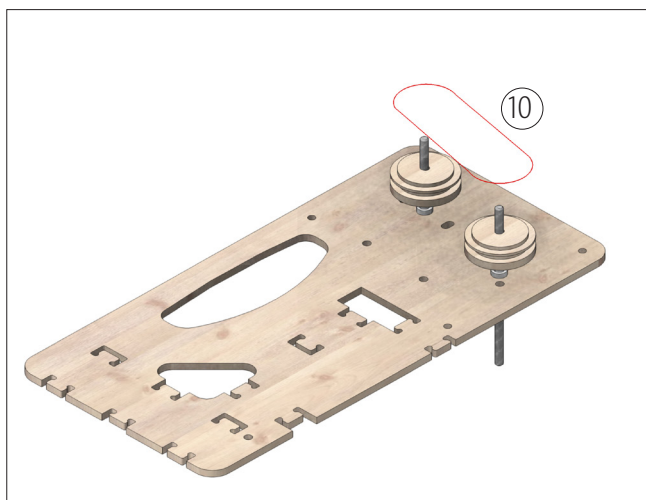
**Opbouw**



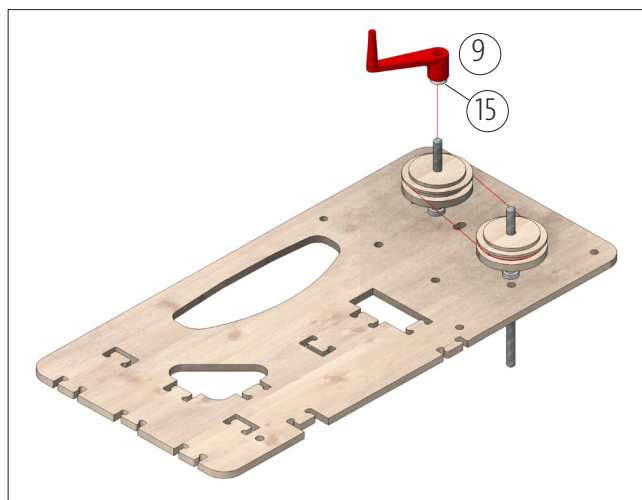
Twee assen (3) zoals afgebeeld door de basisplaat steken, in het midden van boven en onder met een verloopstuk (15) vastzetten.



Op elke as nog een verloopstuk (15) plaatsen en aansluitend een houten velg (11) bevestigen.



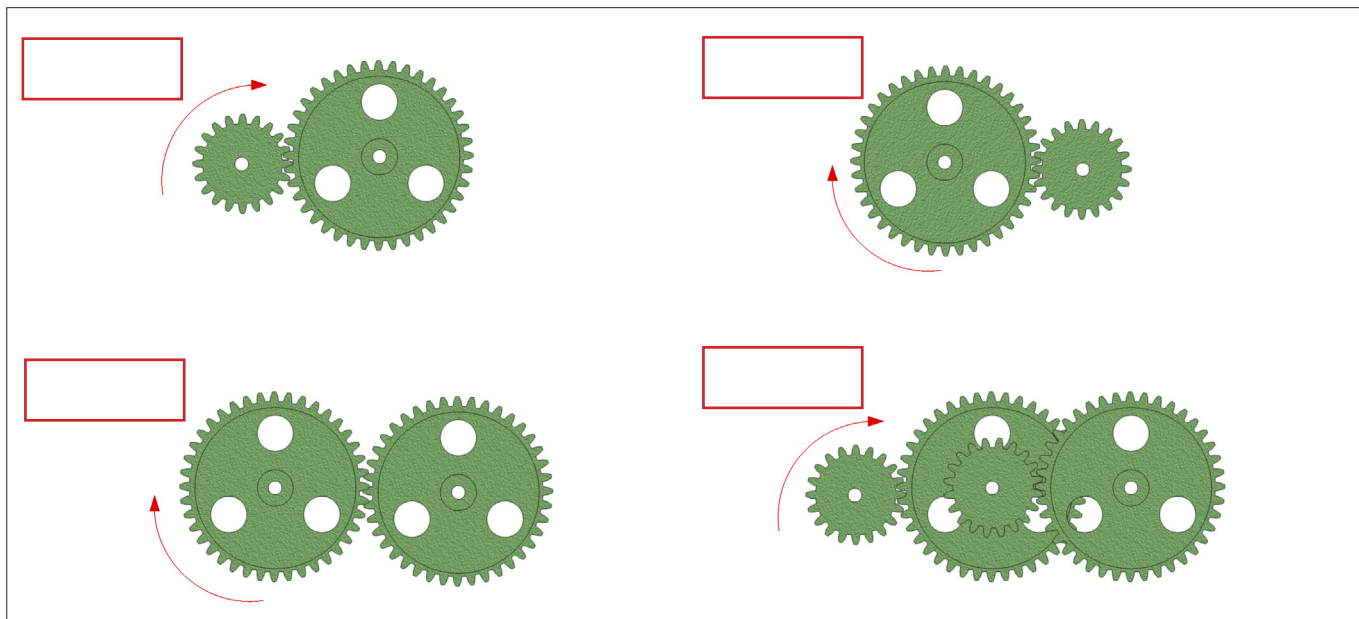
Het elastiek (10) om de houten velgen (11) plaatsen.



Steek een verloopstuk (15) van onderaf in de zwengel (9) en bevestig het aan de as (3) zoals afgebeeld. Klaar!

OPDRACHTEN:

1. Om wat voor soort overbrenging gaat het bij de volgende 4 voorbeelden?



2. Hoe kun je ervoor zorgen dat de ketting niet doorhangt bij een kettingaandrijving?  
 Noem twee mogelijkheden!



3. Waarom kan bij een wormwiel aandrijving de worm nooit de aandrijfzijde zijn?

\_\_\_\_\_

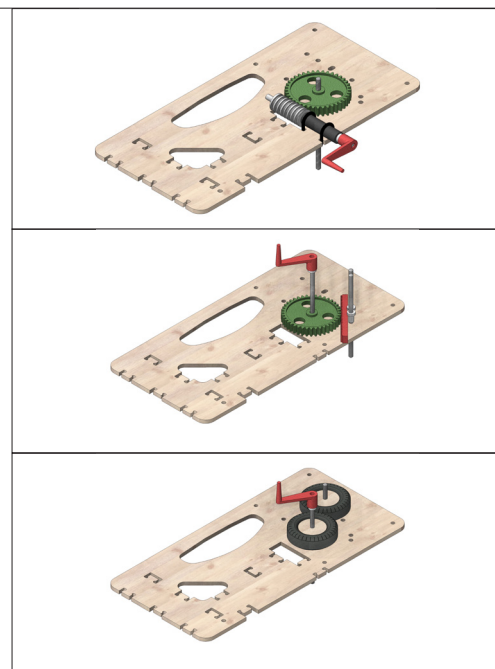
\_\_\_\_\_

4. Met een tandheugelwiel wordt een draaiende beweging in een \_\_\_\_\_ beweging omgezet.

\_\_\_\_\_

5. Een speciale vorm onder aandrijvingen is de \_\_\_\_\_, omdat de beweging hier niet met een tandwiel of een ketting/riem, maar \_\_\_\_\_ wordt overgedragen.

\_\_\_\_\_



**Bouwhandleiding 121043**  
**Leerprogramma aandrijftechniek Easy**  
**OPDRACHTEN:**

6. De wieken van een windmolen draaien vier keer per minuut.  
De aangesloten maalsteen maar twee keer.

Welke formule wordt gebruikt?  
Bereken de overbrengingsverhouding.

7. Het aandrijftandwiel van een tandwiel heeft 99 tanden.  
Het aan te drijven tandwiel heeft 33 tanden.

Welke formule wordt gebruikt?  
Bereken de overbrengingsverhouding.

8. Bereken de overbrengingsverhouding van de wrijving aandrijving  
van een platenspeler.

Diameter van de draaitafel 300 mm

Diameter van het aandrijf wiel 4 mm

Welke formule wordt gebruikt?

9. Voor een aandrijving met verschillende overbrengingsverhoudingen moet de  $i_G$  worden berekend!

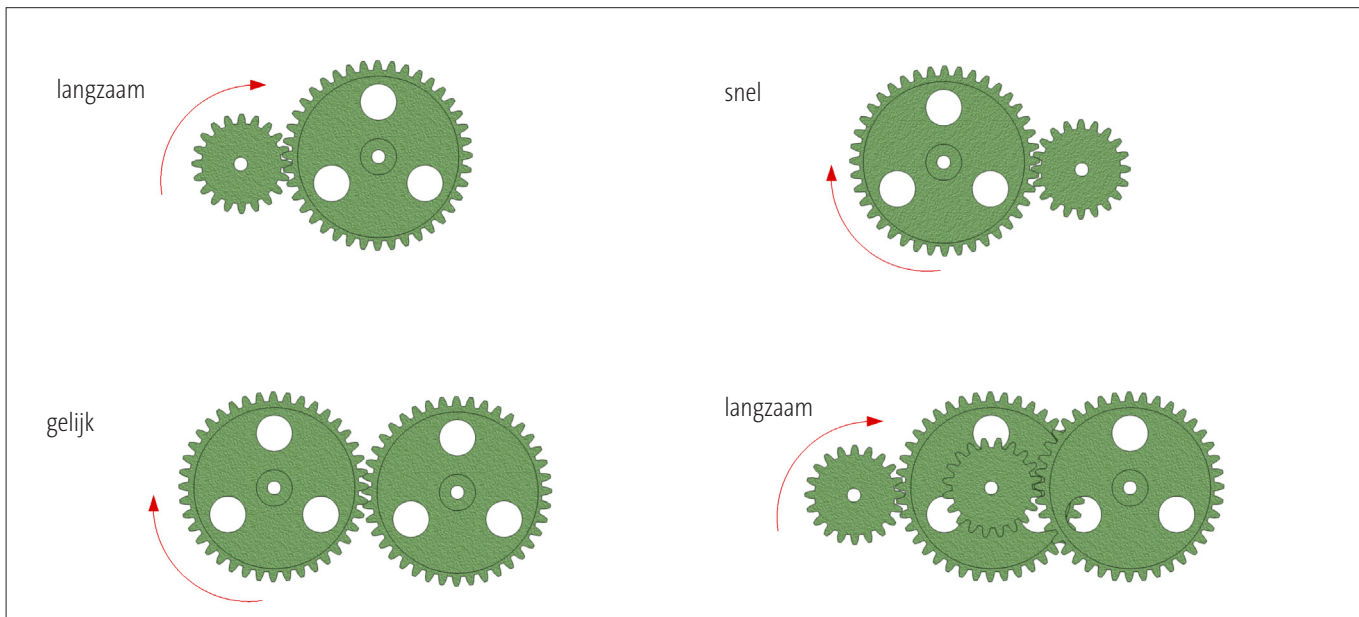
Niveau 1 heeft een overbrenging van  $i = 4:1$  - Niveau 2 heeft een overbrenging van  $i = 8:1$  - Niveau 3 heeft een overbrenging van  $i = 3:1$

Welke formule wordt gebruikt om  $i_G$  te berekenen?





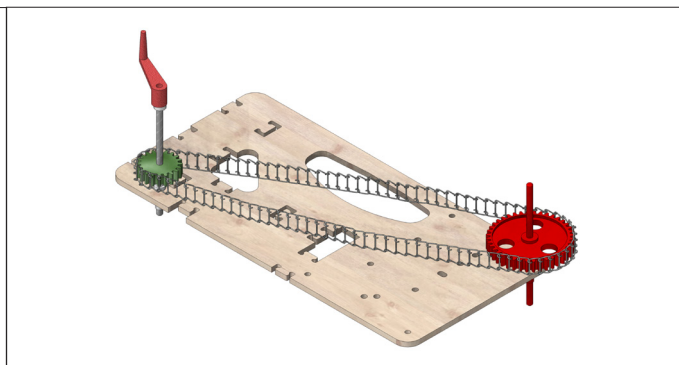
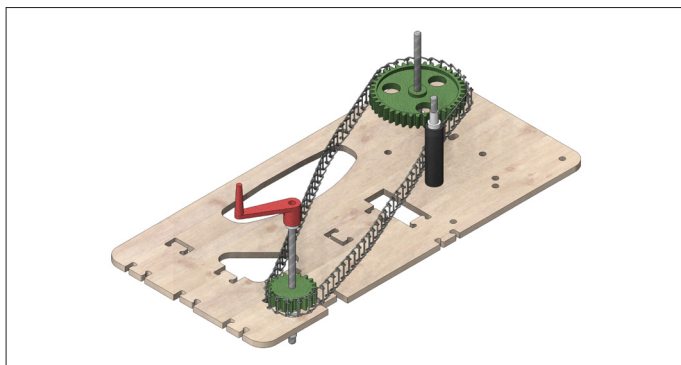
1. Om wat voor soort overbrenging gaat het bij de volgende 4 voorbeelden?



2. Hoe kun je ervoor zorgen dat de ketting niet doorhangt bij een kettingaandrijving?  
 Noem twee mogelijkheden!

a) door een spanrol te installeren

b) door een tandwiel te verplaatsen

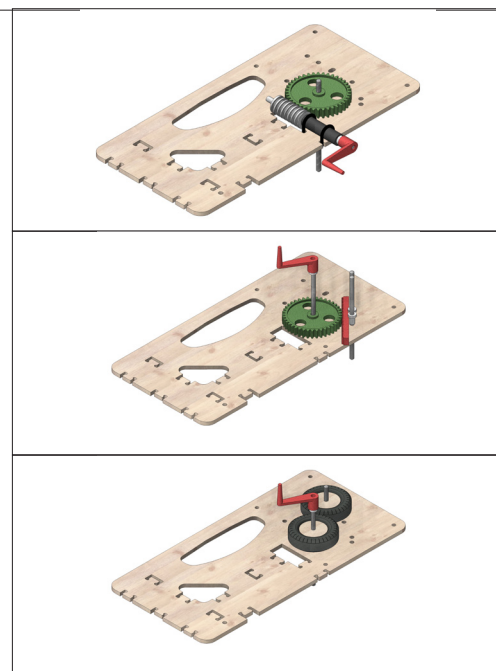


3. Waarom kan bij een wormwiel aandrijving de worm nooit de aandrijfzijde zijn?

Omdat de worm zelf remmend werkt, wanneer het niet als een aandrijving gebruikt wordt.

4. Met een tandheugel aandrijving wordt een draaiende beweging in een lineaire beweging omgezet.

5. Een speciale vorm onder de aandrijvingen is de Wrijvingaandrijving, omdat hierbij de beweging niet met tandwielen of een ketting/riem, maar middels wrijving wordt overgebracht.



6. De wieken van een windmolen draaien vier keer per minuut.  
De aangesloten maalsteen maar twee keer.

Welke formule wordt gebruikt?  
Bereken de overbrengingsverhouding.

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{4}{2} = 2:1$$

7. Het aandrijftandwiel van een tandwiel heeft 99 tanden.  
Het aan te drijven tandwiel heeft 33 tanden.

Welke formule wordt gebruikt?  
Bereken de overbrengingsverhouding.

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{33}{99} = 1:3$$

8. Bereken de overbrengingsverhouding van de wrijving aandrijving  
van een platenspeler.

Diameter van de draaitafel 300 mm  
Diameter van het aandrijf wiel 4 mm  
Welke formule wordt gebruikt?

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{300}{4} = 75:1$$

9. Voor een aandrijving met verschillende overbrengingsverhoudingen moet de  $i_G$  worden berekend!

Niveau 1 heeft een overbrenging van  $i = 4:1$  - Niveau 2 heeft een overbrenging van  $i = 8:1$  - Niveau 3 heeft een overbrenging van  $i = 3:1$   
Welke formule wordt gebruikt om  $i_G$  te berekenen?

$$i_G = i_1 \times i_2 \times i_3 \times \dots = 4 \times 8 \times 3 = 96:1$$