

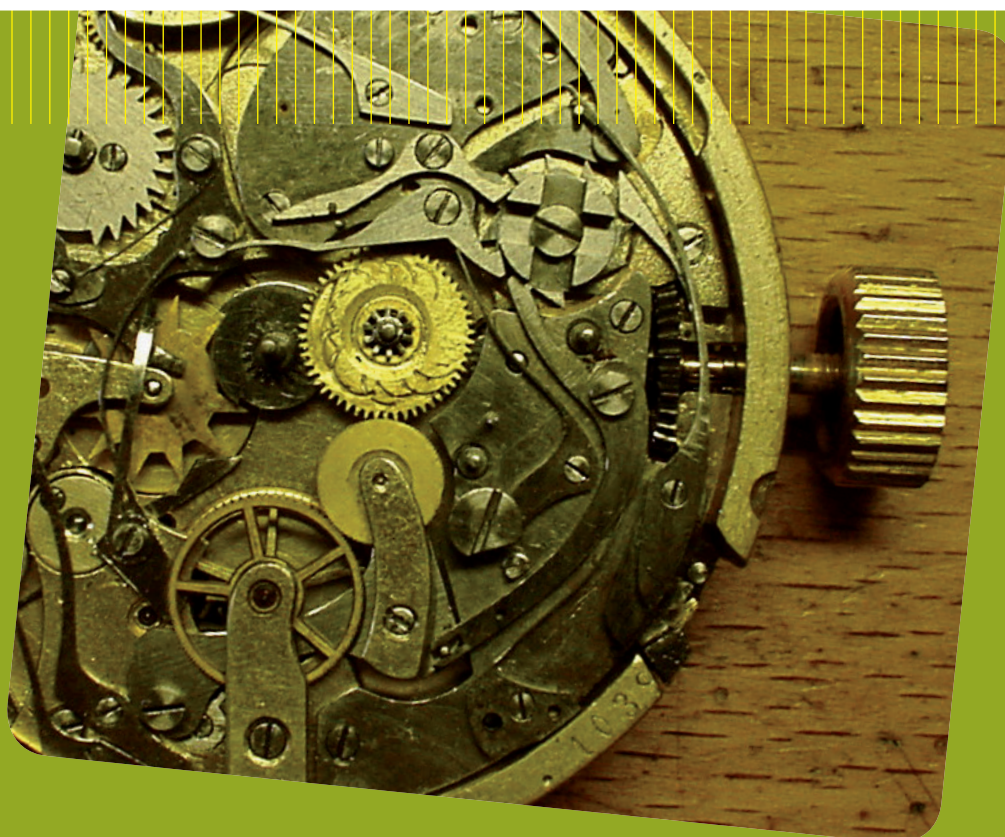
TECHNOPOLIS



waar experimenteren fun is

# Breng TECHNIEK over

Een introductie tot vier mechanische overbrengingen



1<sup>e</sup> graad secundair onderwijs

Het educatief pakket 'Breng TECHNIEK Over' is een actie binnen het actieplan Wetenschapscommunicatie, een initiatief van de Vlaamse Overheid. Het educatief pakket 'Breng TECHNIEK Over' werd gerealiseerd door Technopolis®, het Vlaamse doe-centrum voor wetenschap en technologie in Mechelen.

Met Technopolis® brengt F.T.I. vzw in opdracht van de Vlaamse Regering wetenschap en technologie dichterbij de mens.

Voor meer informatie over het actieplan Wetenschapscommunicatie:  
[www.ewi-vlaanderen.be/actieplan](http://www.ewi-vlaanderen.be/actieplan)

Wees altijd voorzichtig!  
Technopolis® kan niet verantwoordelijk gesteld worden voor gebeurlijke schade of ongevallen tijdens het uitvoeren van de experimenten.

Flanders Technology International vzw-2010- alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden gereproduceerd zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de uitgever.

Verantwoordelijke uitgever:  
Erik Jacquemyn, Technologielaan, 2800 Mechelen.



**TECHNOPOLIS**



waar experimenteren fun is



# Voorwoord

*Het educatief pakket 'Breng Techniek Over' is opgebouwd rond vier mechanische overbrengingsmechanismen: de tandwieloverbrenging, de riemoverbrenging, de kettingoverbrenging en de worm- en wormwieloverbrenging.*

*Als leerkracht Techniek vind je hier heel wat materiaal om samen met je leerlingen op een actieve manier aan techniek te doen. De overbrengingsmechanismen worden behandeld in vier aparte hoofdstukken. Er is telkens een gedeelte voorzien voor de leerling (Doe het zelf!) en een gedeelte voor de leerkracht (Leerkrachtenfiche).*

*Het gedeelte 'Doe het zelf!' bevat een of meerdere experimenten die de leerlingen met eenvoudige materialen zelf kunnen uitvoeren. De leerlingen leren planmatig en probleemoplossend werken, zoals van een techniker/technoloog vereist wordt. Ze maken ook kennis met het wetenschappelijk proces, waarbij waarneming en ondervinding centraal staan. De experimenten zijn een goed aanknopingspunt voor een leuke bijbehorende les, een reeks didactische tips en allerlei weetjes.*

*De leerkrachtenfiche voorziet in de nodige didactische tips en achtergrondinformatie zodat je als leerkracht meteen aan de slag kunt. Het materiaal kan perfect aangepast worden aan je eigen manier van lesgeven, aan de klasgroep, aan het niveau en/of de interesse van de leerlingen enzovoort. Achteraan vind je een verwijzing naar de eindtermen (geldig vanaf september 2010) die moeten bereikt worden.*

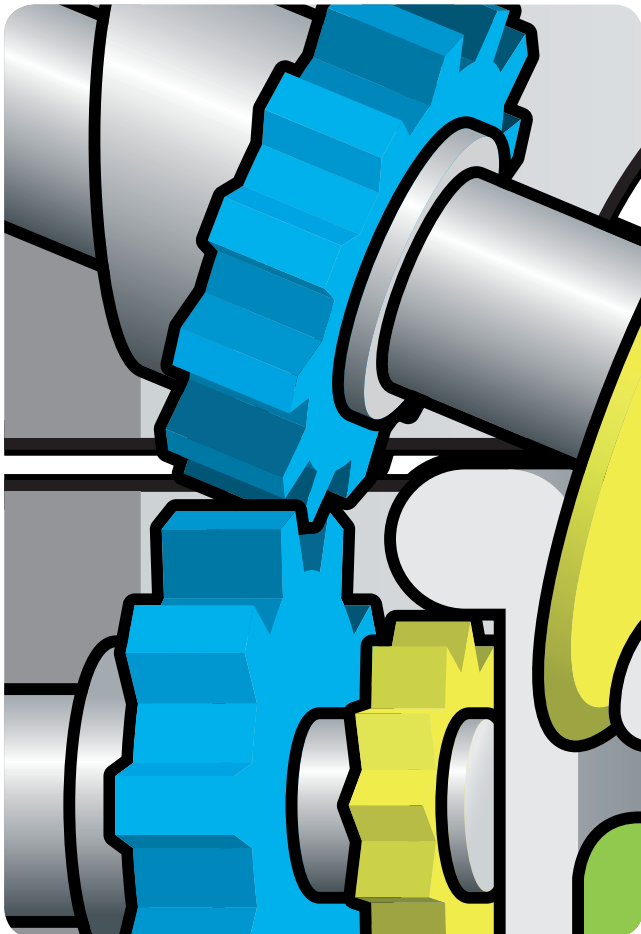
*De experimenten lenen zich uitstekend voor werkvormen als groepswerk en begeleid zelfstandig leren. Beide werkvormen bieden heel wat voordelen: leerlingen leren zelf de dingen ontdekken, ze zijn gemotiveerder en ze nemen actief deel aan het leerproces.*

**Wij wensen jou en je leerlingen veel doe-plezier met dit wetenschappe-leuk pakket!**

## INHOUD

<b>Voorwoord</b>	<b>3</b>
<b>&gt;1. Tandwieloverbrenging</b>	<b>5</b>
<b>Doe het zelf!</b>	<b>5</b>
Waar is dat goed voor?	5
Handen uit de mouwen	5
Ook goed om te weten	9
<b>Leerkrachtenfiche</b>	<b>12</b>
Didactische tips	12
Achtergrondinformatie	14
<b>&gt;2. Riemoverbrenging</b>	<b>16</b>
<b>Doe het zelf!</b>	<b>16</b>
Waar is dat goed voor?	16
Handen uit de mouwen	16
Ook goed om te weten	19
<b>Leerkrachtenfiche</b>	<b>21</b>
Didactische tips	21
Achtergrondinformatie	22
<b>&gt;3. Kettingoverbrenging</b>	<b>25</b>
<b>Doe het zelf!</b>	<b>25</b>
Waar is dat goed voor?	25
Handen uit de mouwen	25
Ook goed om te weten	31
<b>Leerkrachtenfiche</b>	<b>33</b>
Didactische tips	33
Achtergrondinformatie	33
<b>&gt;4. Worm- en wormwieloverbrenging</b>	<b>36</b>
<b>Doe het zelf!</b>	<b>36</b>
Waar is dat goed voor?	36
Ook goed om te weten	37
<b>Leerkrachtenfiche</b>	<b>38</b>
Achtergrondinformatie	38
<b>Eindtermen</b>	<b>39</b>

# >1. Tandwieloverbrenging



## Doe het zelf!

### Waar is dat goed voor?

Je staat er misschien niet bij stil, maar als je fietst, maak je gebruik van verschillende mechanismen. Je brengt de ronddraaiende beweging van je pedalen over op het achterwiel. De overbrenging die je hier gebruikt is de kettingoverbrenging.



Naast de kettingoverbrenging zijn er nog heel wat andere soorten overbrengingen, zoals de tandwieloverbrenging en de riemoverbrenging. Elk met hun eigenschappen en hun voor- en nadelen.

Een tandwiel is een van de oudste middelen om een beweging over te brengen. Wanneer de tanden van twee tandwielen in elkaar grijpen, zal het draaien van één tandwiel het andere tandwiel dwingen om ook te draaien. Door tandwielen te gebruiken kun je machines en toestellen sneller of trager laten draaien en de draaizijn veranderen.

### Handen uit de mouwen

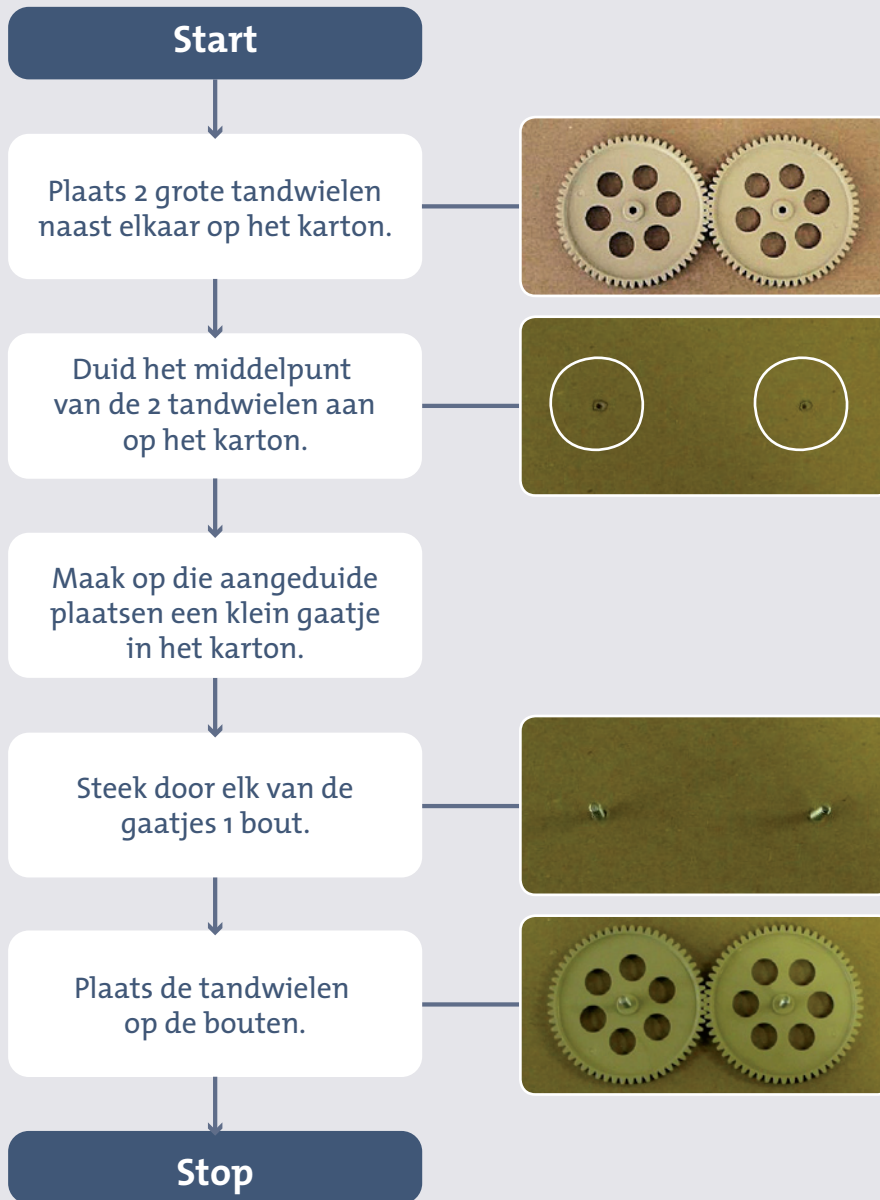
#### Wat heb je nodig?

Per leerling:

- twee tandwielen met een gelijk aantal tanden, bv. 40;
- twee tandwielen met minder tanden, bv. 20;
- een stukje stevig karton;
- twee bouten met een diameter die gelijk is aan de grootte van de gaatjes in de tandwielen;
- een schaar of scherp mes.

## Aan de slag met gelijke tandwielen

Draaizin en aantal omwentelingen bij twee gelijke tandwielen



**Wat stel je vast?**

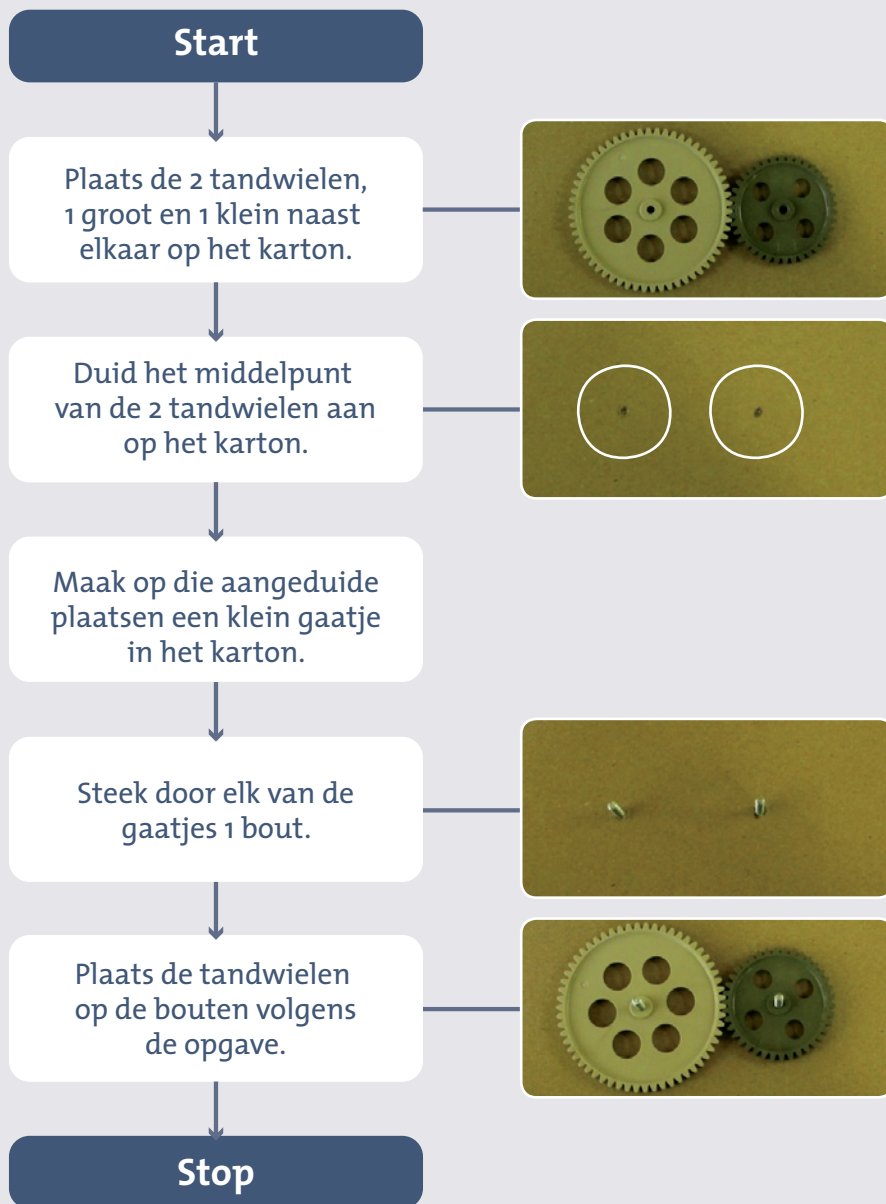
1. Laat het linker tandwiel één volledige omwenteling maken. Hoeveel omwentelingen maakt het rechter tandwiel?
2. Als je het linker tandwiel naar rechts doet draaien (= wijzerzin), in welke richting draait het rechter tandwiel dan?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Aan de slag met ongelijke tandwielen

Draaizin en aantal omwentelingen  
bij ongelijke tandwielen



## Wat stel je vast?

### Plaats aan de linkerkant het grootste tandwiel.

1. Laat het linker tandwiel één volledige omwenteling maken. Hoeveel omwentelingen maakt het rechter tandwiel?

---

---

2. Als je het linker tandwiel naar rechts doet draaien (= wijzerzin), in welke richting draait het rechter tandwiel dan?

---

---

### Verwissel de beide tandwielen van plaats.

1. Laat het linker tandwiel één volledige omwenteling maken. Hoeveel omwentelingen maakt het rechter tandwiel?

---

---

2. Als je het linker tandwiel naar rechts doet draaien (= wijzerzin), in welke richting draait het rechter tandwiel dan?

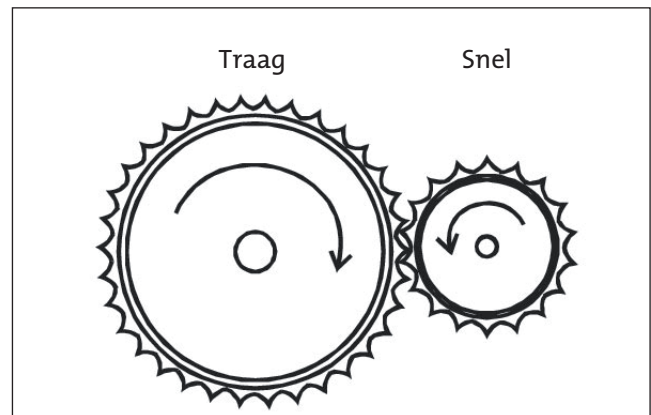
---

---



## Conclusie

Wanneer één tandwiel draait, komen automatisch ook de andere tandwielen in beweging. Een klein tandwiel draait sneller rond dan een groot. Zo kan een snelle beweging omgezet worden in een trage beweging of omgekeerd. Een tandwiel draait altijd net andersom als het tandwiel waar het tegenaan ligt. In een rij tandwielen wil dat zeggen dat alle oneven nummers in de ene richting draaien, en alle even nummers in de andere.



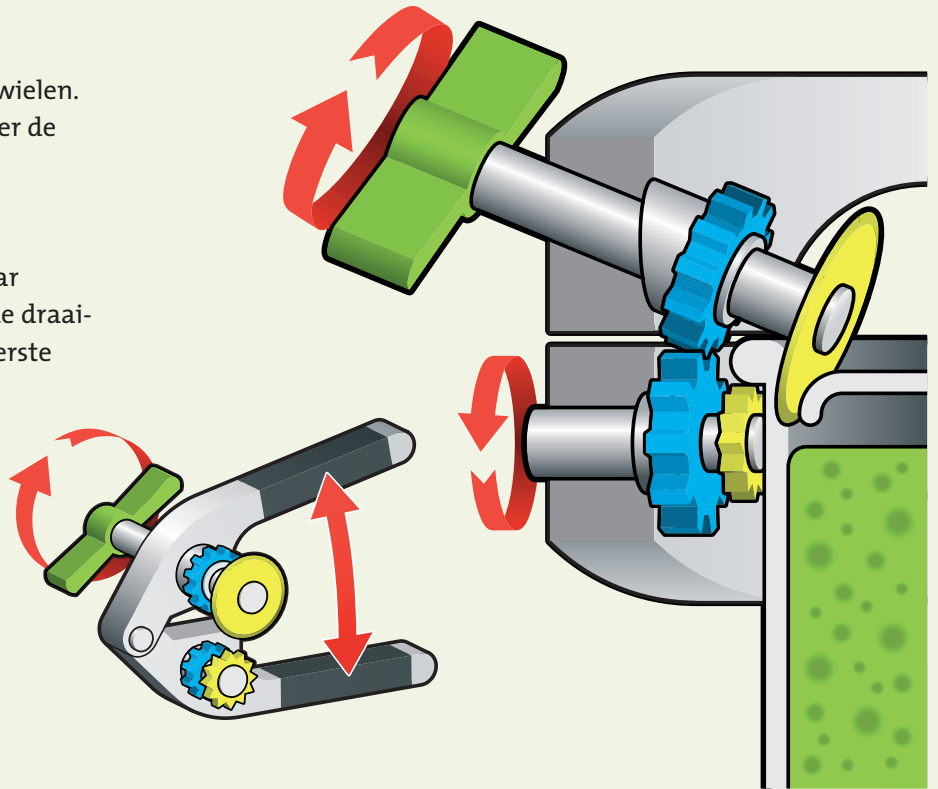


## Ook goed om te weten

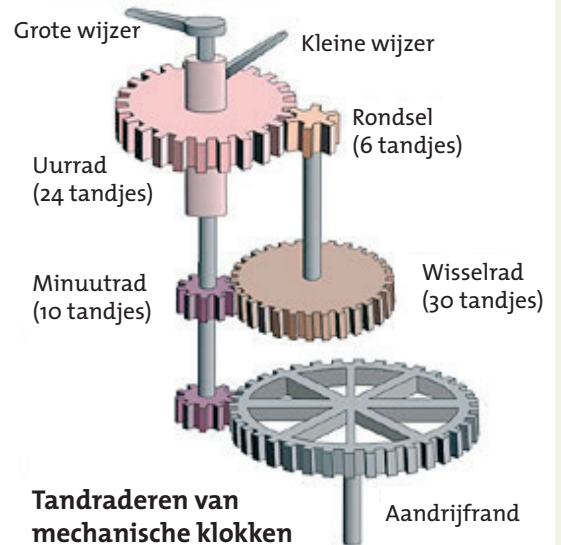
Tandwielen kun je vinden in een grasmachine, een mixer, een slacentrifuge, een versnellingsbak van een auto, een differentieel van een auto, een fietsbel, een mechanische wekker of uurwerk, speelgoedauto's, een blikopener ...

Een **blikopener** heeft een scherp wielvormig snijblad en drie tandwielen. Eén tandwiel klemt zich vast onder de rand van het blik en draait rond, waardoor het snijwiel het metaal opensnijdt.

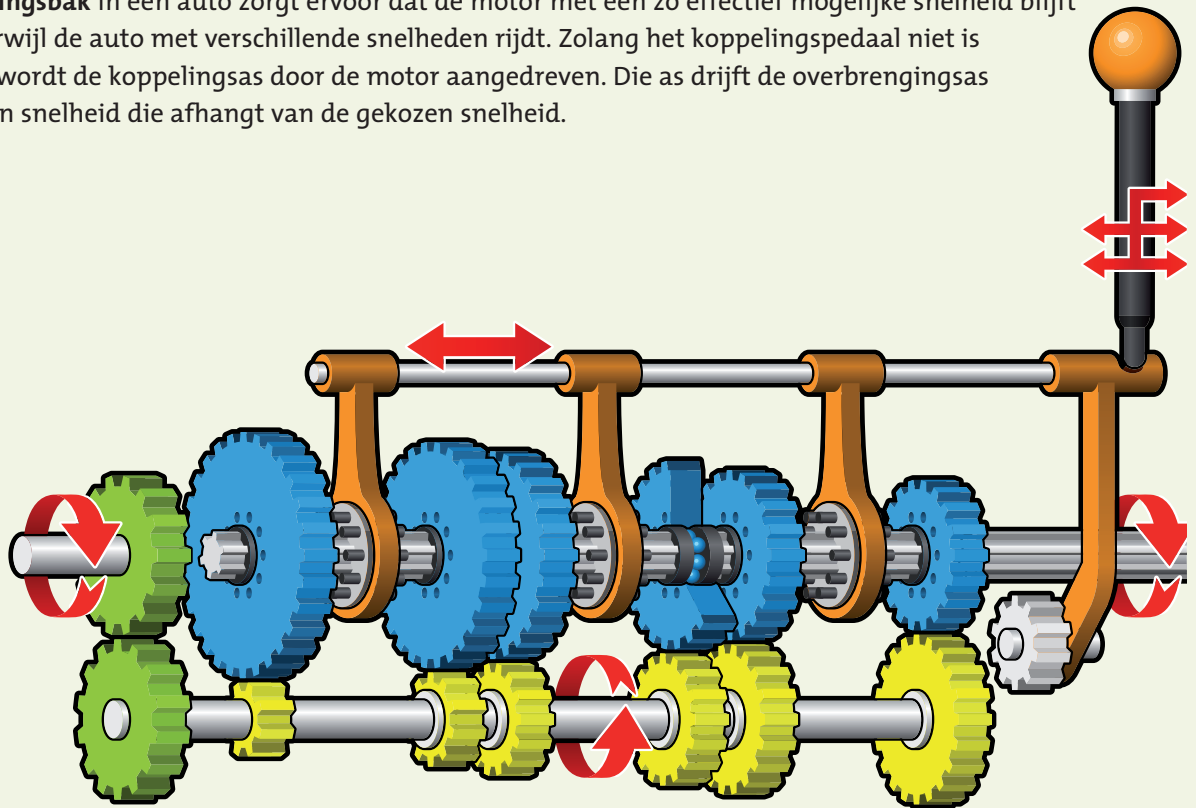
De twee andere recht boven elkaar geplaatste tandwielen brengen de draaikracht van de knop over op het eerste tandwiel.



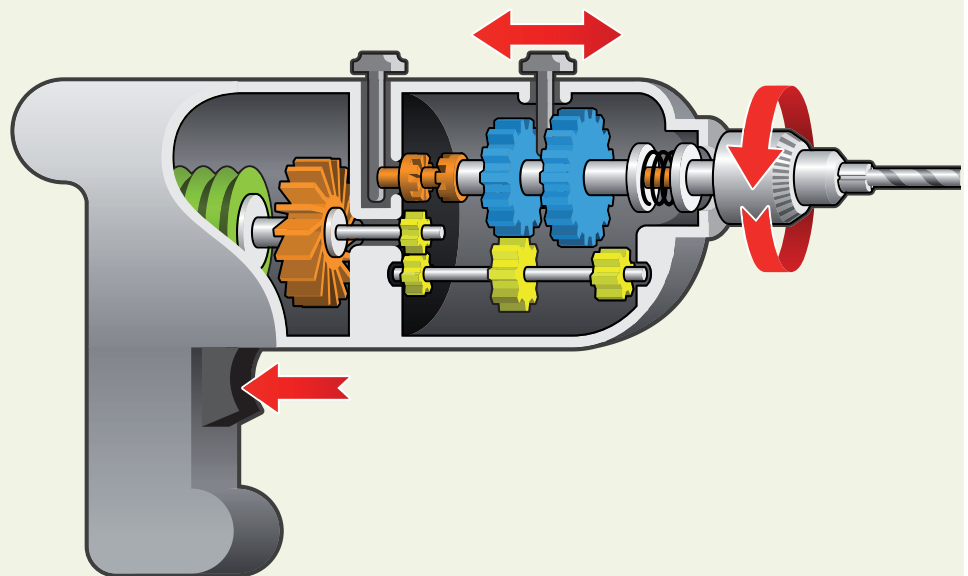
Bij het **mechanische uurwerk** (zie fig.) zorgt een radarwerk van tandwielletjes ervoor dat de wijzers het juiste uur aangeven. Twee paar tandwielen, met de overbrengingsverhoudingen 3:1 en 4:1, verbinden de grote wijzer met de kleine. Deze tandwielen samen vertragen de draaisnelheid twaalf keer, waardoor de kleine wijzer twaalf keer zo langzaam rond-draait als de grote wijzer.



De **versnellingsbak** in een auto zorgt ervoor dat de motor met een zo effectief mogelijke snelheid blijft draaien, terwijl de auto met verschillende snelheden rijdt. Zolang het koppelingspedaal niet is ingedrukt, wordt de koppelingsas door de motor aangedreven. Die as drijft de overbrengingsas aan met een snelheid die afhangt van de gekozen snelheid.

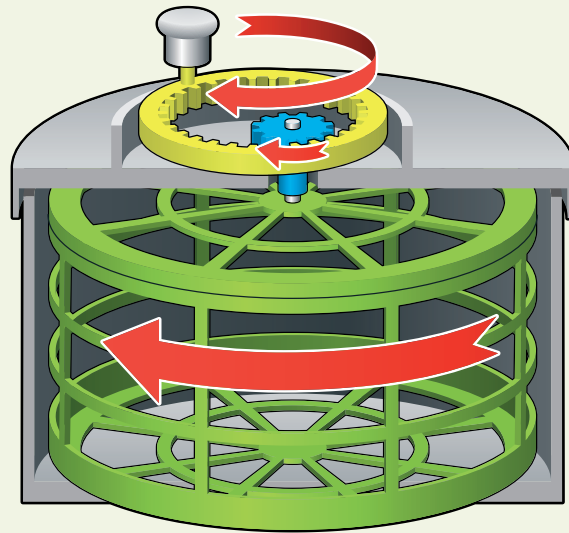


Een **elektrische boor** heeft genoeg kracht om niet alleen door hout, maar ook door staal en beton te boren. Je kunt het toerental afstellen op het materiaal waarin je boort. Sommige boormachines hebben ook een klopmechanisme voor het echt zware werk.



In een **slacentrifuge** wordt middelpuntvliedende kracht gebruikt om sla te drogen. Er is een tandwiel-aandrijving nodig om de mand snel genoeg te kunnen ronddraaien. Het handvat is verbonden met een grote tandkrans. Die tandkrans drijft een klein, recht

tandwiel aan dat met de mand verbonden is. Dit levert een grote overbrengingsverhouding op, zodat de mand veel sneller ronddraait dan het handvat beweegt.



# Leerkrachtenfiche

## Didactische tips

### Inleiding

1. Bij de inleiding moet men de leerlingen warm maken voor wat gaat komen.  
Een systeem met een overbrenging laten werken (een legoauto die rijdt, een slagboom die omhoog gaat, enzovoort) kan zorgen voor een 'ooh' en een toename van de interesse voor datgene wat nog moet komen.
2. Bevestig enkele foto's van een tandwieloverbrenging, een kettingoverbrenging, een riemoverbrenging, een worm- en wormwieloverbrenging ... aan het bord. Voeg er ook enkele foto's aan toe van materiaal dat werkt zonder een overbrenging (een hamer, een schroevendraaier ...).  
Laat de leerlingen het onderscheid zoeken tussen zaken mét en zaken zonder overbrenging. In die zoektocht valt wellicht al het woord ketting of tandwiel.
3. Je kunt ook kiezen voor tastbaar materiaal i.p.v. foto's. Dit biedt het grote voordeel dat de leerlingen een aantal zaken kunnen uitproberen en kunnen zien werken. Je kunt de leerlingen de opdracht geven om dingen van thuis mee te brengen.
4. Als je als leerkracht kunt beschikken over een computerlokaal, kun je de leerlingen ook enkele gerichte zoekopdrachten geven (ict-opdrachten).
  - Via sites, bv. <http://beeldbank.schooltv.nl/> (hier zie je de werking van overbrengingen zoals tandwielen, kettingwielen en de versnelling van de fiets).
  - Via cd-roms, bv. Kijk, zo werkt het.Als leerkracht stel je enkele gerichte vragen op.

De leerlingen zoeken de antwoorden op die bepaalde site of cd-rom. Zo komen ze in contact met enkele specifieke technische termen, benamingen en concrete toepassingen. De gevonden informatie kun je daarna gebruiken en verwerken in de les(sen).

5. Laat leerlingen onderzoeken waarom tandwielen, riemen, kettingen in allerlei voorwerpen of machines gebruikt worden.

### Tandwielen

1. Na de inleiding kun je de overbrengingsmechanismen een voor een noteren op het bord en daarna bespreken. Op die manier hebben de leerlingen zicht op het geheel van overbrengingsmechanismen.
2. Zet een of meerdere gebruiksvoorwerpen vooraan in de klas (bv. een slacentrifuge, een mechanische klok) of toon enkele foto's van overbrengingsmechanismen waarbij tandwielen gebruikt worden. Door gerichte vragen te stellen in een onderwijsleergesprek kun je de leerlingen enkele zaken laten ontdekken.
  - In welke voorwerpen zitten er tandwielen?
  - Waartoe dienen de tandwielen? Wat is hun doel?
  - ...
3. Aan de hand van het experiment kun je de leerlingen:
  - de termen drijver of drijvend tandwiel en volger of gedreven tandwiel laten ontdekken;
  - laten ervaren dat een klein tandwiel meer omwentelingen zal maken dan een groot tand-

wiel en dat we zo een versnelling of een vertraging kunnen realiseren;

- laten ervaren dat tandwielen die rechtstreeks in elkaar ingrijpen, steeds in tegengestelde richting draaien.

4. Bij het uitvoeren van de experimenten is het belangrijk dat je de leerlingen eerst laat nadenken over wat ze verwachten, vooraleer ze zelf het experiment uitvoeren. De verwondering voor het onverwachte resultaat is dan des te groter.

5. Het al dan niet slagen van dit soort activiteit hangt af van bepaalde factoren.

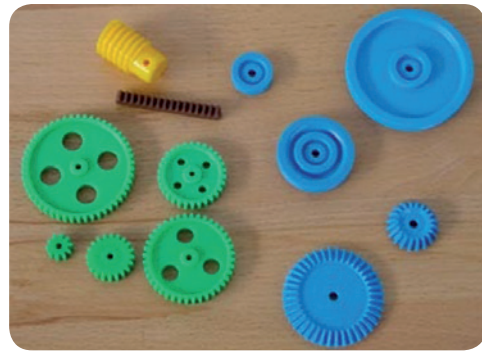
Een voorwaarde is dat leerlingen moeten weten wat de reden is voor deze werkvorm. We veronderstellen al te dikwijls dat leerlingen automatisch begrijpen waarom we iets doen. Het ontbreken van deze voorwaarde, het weten waarom, kan ervoor zorgen dat de verwachtingen van de leerkracht en de verwachtingen van de leerlingen totaal verschillend zijn. Als leerlingen de reden kennen, zijn ze meer geneigd om op een positieve manier mee te werken.

Via het begeleid zelfstandig leren, het zelfontdekkende, zijn leerlingen actief betrokken bij het leerproces. Iets wat ze zelf ontdekt hebben, zullen ze hoogstwaarschijnlijk langer onthouden.

Een andere voorwaarde is dat leerlingen weten wat het einddoel is van de activiteit en hoe ze zullen te werk gaan. Ook hier gaan we er te snel vanuit dat leerlingen weten hoe ze aan de opdracht moeten beginnen. Leerlingen van de eerste graad hebben nood aan duidelijke instructies en afspraken. Als ze alles alleen moeten uitzoeken, loopt het vaak fout.

Het einddoel dat we hier voor ogen moeten houden is dat de leerlingen zicht krijgen op de eigenschappen i.v.m. snelheid en draaizin van de tandwieloverbrenging.

6. Als aanvulling of alternatief zijn er heel wat didactische totaalpakketjes op de markt. Dit kan belangrijk zijn wanneer je als leerkracht het experiment wilt uitbreiden en/of wilt kiezen voor een opstelling met een grotere duurzaamheid (houten plank i.p.v. karton).



Zowel in België als in Nederland vind je leveranciers van dergelijk materiaal. Zij bieden naast de totaalpakketjes de onderdelen ook afzonderlijk aan.

7. Op de site [www.uitwiskeling.be/2002/tandwielen](http://www.uitwiskeling.be/2002/tandwielen) kun je een programma downloaden over tandwielen. Je kunt een simulatie maken met twee of drie draaiende tandwielen. Je kunt de snelheid, afgelegde weg en draaizin van het aandrijf wiel instellen. De snelheid en afgelegde weg van de tandwielen worden weergegeven in de gekozen eenheid.
8. In **Technopolis**® kun je het experiment uitvoeren met grote tandwielen. Je vindt er ook een reuzegroot tandwielmechanisme (de opwindende klok ...) waar je de werking van tandwielen van dichtbij kunt onderzoeken. En er zijn nog tandwielen om spannende dingen mee te doen: tellen met je voeten, spiralen toveren met je pedalen, een fris briesje doen waaien, tegen de zon fietsen. Je kunt in **Technopolis**® ook de binnenkant van een motor in het echt zien, en het binnenste van een versnellingsbak. Die zit vol tandwielen!

## Achtergrondinformatie

### Wat is overbrenging?

**Overbrenging** of **transmissie** is een verzamelnaam voor verschillende technieken voor het overbrengen van een ronddraaiende onafgebroken beweging. Vaak gaat dit overbrengen gepaard met het omvormen van deze beweging (richting en draaisnelheid). De drie belangrijkste groepen van overbrengingen zijn: mechanische overbrengingen, hydraulische overbrengingen en elektrische overbrengingen. Wij hebben het enkel over de mechanische overbrengingen. De andere overbrengingen behoren niet tot de leerstof van het vak technologische opvoeding.

De meest voorkomende mechanische overbrengingen.

- Tandwieloverbrenging
  - met kruisende assen: worm- en wormwiel
  - met evenwijdige assen: tandwielen met rechte tanden
  - met snijddende assen: conische tandwielen
- De kettingoverbrenging
- Riemoverbrenging
- Cardanoverbrenging
- Wrijvingswielen
- Tandwiel en tandlat

### Gebruik

Tandwielen worden meestal gebruikt ...

- om de rotatie- of draairichting te veranderen.
- om de hoek van de draaibeweging te wijzigen. Je kunt twee conische tandwielen loodrecht t.o.v. van elkaar plaatsen, het ene horizontaal en het andere verticaal. Voorbeelden hiervan zijn de handboormachine en de slagroomklopper.
- om het toerental te vergroten of te verkleinen.
- om de rotatie om twee assen te synchroniseren.
- om de rotatiebeweging om een andere as te laten aangrijpen.

### Wat is het voordeel van de tanden op de wielen?

- Ze voorkomen het doorslippen van de wielen. Tandwielen draaien dus altijd gesynchroniseerd.
- Het is mogelijk om een exacte overbrengingsverhouding (de verhouding tussen de toerentallen) te bepalen.

### De overbrengingsverhouding

Om de overbrengingsverhouding te berekenen moet je het aantal tanden op beide wielen tellen. Bijvoorbeeld: indien het aandrijvend wiel 20 tanden heeft en het aangedreven wiel 10 tanden, dan is de overbrengingsverhouding  $20:10 = 2:1$

Met de formule  $z_1 \times n_1 = z_2 \times n_2$  kun je dit berekenen.

**z<sub>1</sub>**: aantal tanden drijvend tandwiel

**z<sub>2</sub>**: aantal tanden gedreven tandwiel

**n<sub>1</sub>**: aantal omwentelingen van het drijvend tandwiel

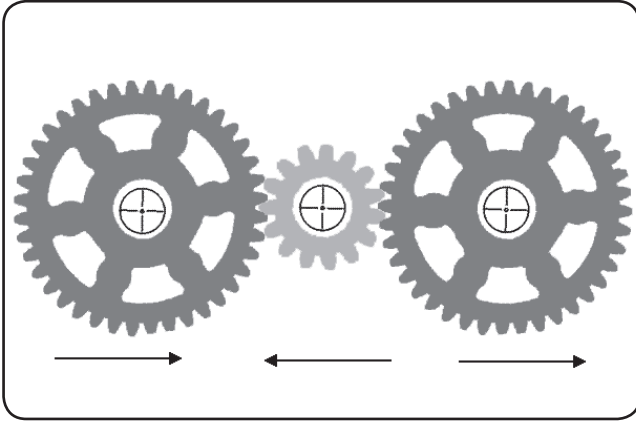
**n<sub>2</sub>**: aantal omwentelingen van het gedreven tandwiel

Een manier om de overbrengingsverhouding aan leerlingen uit te leggen is de volgende: de tanden van twee tandwielen grijpen op elkaar in. Als men het drijvend tandwiel één tand laat verplaatsen, dan wordt er bij het gedreven tandwiel ook één tand verplaatst. Als men het drijvende tandwiel twee tanden laat verplaatsen, dan worden er bij het gedreven tandwiel ook twee tanden verplaatst enzovoort (tandwielen lopen synchroon).

Stel dat het drijvende tandwiel 20 tanden heeft en het gedreven tandwiel 10 en men laat het drijvende tandwiel één volledige omwenteling ronddraaien, dan is het aantal verplaatste tanden, zowel van het drijvende tandwiel als van het gedreven tandwiel gelijk aan 20. Hiervoor moet het drijvende tandwiel echter 2 omwentelingen maken (2 x 10 tanden).

## Het tussentandwiel

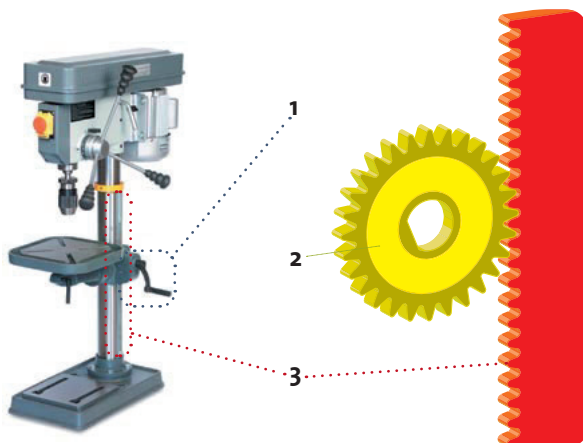
Met een tussentandwiel kun je ervoor zorgen dat de draairichting van het drijvend en het gedreven tandwiel gelijk is. Het tussentandwiel heeft geen invloed op de snelheid van drijver t.o.v. volger.



## Tandwiel en tandlat

De kolomboormachine beschikt over een tandwiel en een tandlat. Met dit mechanisme kan men de tafel in de hoogte verstellen.

Aan de hendel (1) van de tafel zit een tandwiel (2). Aan de achterzijde van de kolom van de boormachine is een tandlat (3) bevestigd. Door aan de hendel te draaien, brengt men het tandwiel en dus de tafel in beweging.



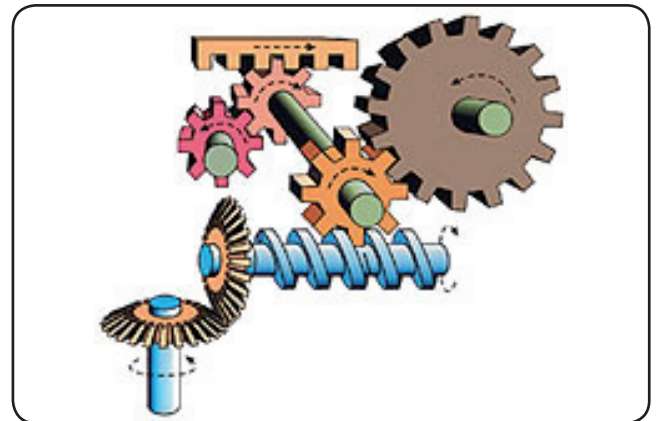
Bij een tandwiel/tandlatoverbrenging gelden dezelfde wetmatigheden als bij een tandwiel/tandwieloverbrenging. Hier hebben we echter een omzetting van een ronddraaiende in een rechtlijnige beweging.

## Conische of kegeltandwielen

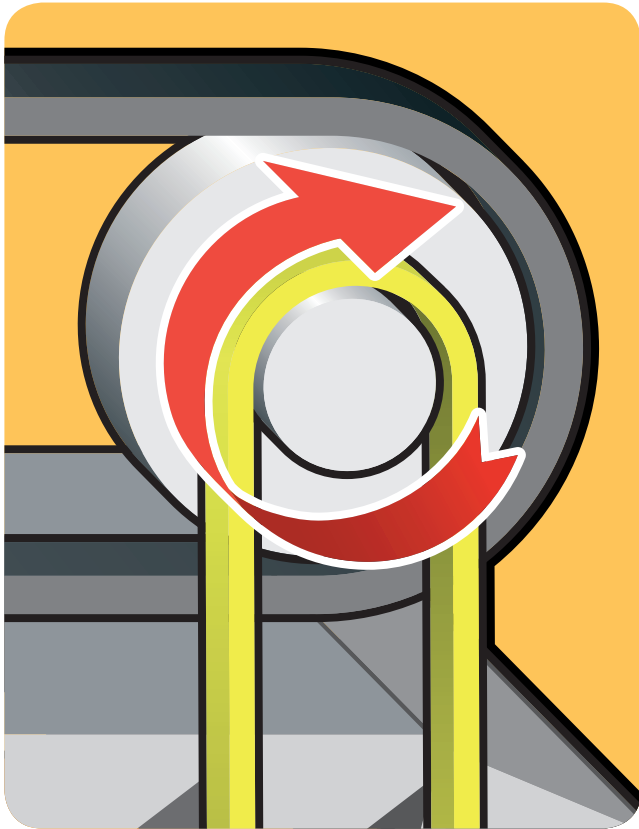
Conische of kegeltandwielen vind je terug bij een differentieel van een auto, een handboormachine enzovoort.

Omdat de assen hier snijdend staan t.o.v. elkaar hebben de tanden van het tandwiel een andere vorm.

Bij een tandwieloverbrenging met conische tandwielen gelden dezelfde wetmatigheden als bij een tandwieloverbrenging met evenwijdige assen.



## >>2. Riemoverbrenging



### Doe het zelf!

#### *Waar is dat goed voor?*

Als je bewegingen over een grotere afstand moet overbrengen, kun je gebruikmaken van een riemoverbrenging. Hierbij worden twee riemschijven met elkaar verbonden via een riem. De ene riemschijf is verbonden met een krachtbron.

#### *Handen uit de mouwen*

#### Wat heb je nodig?

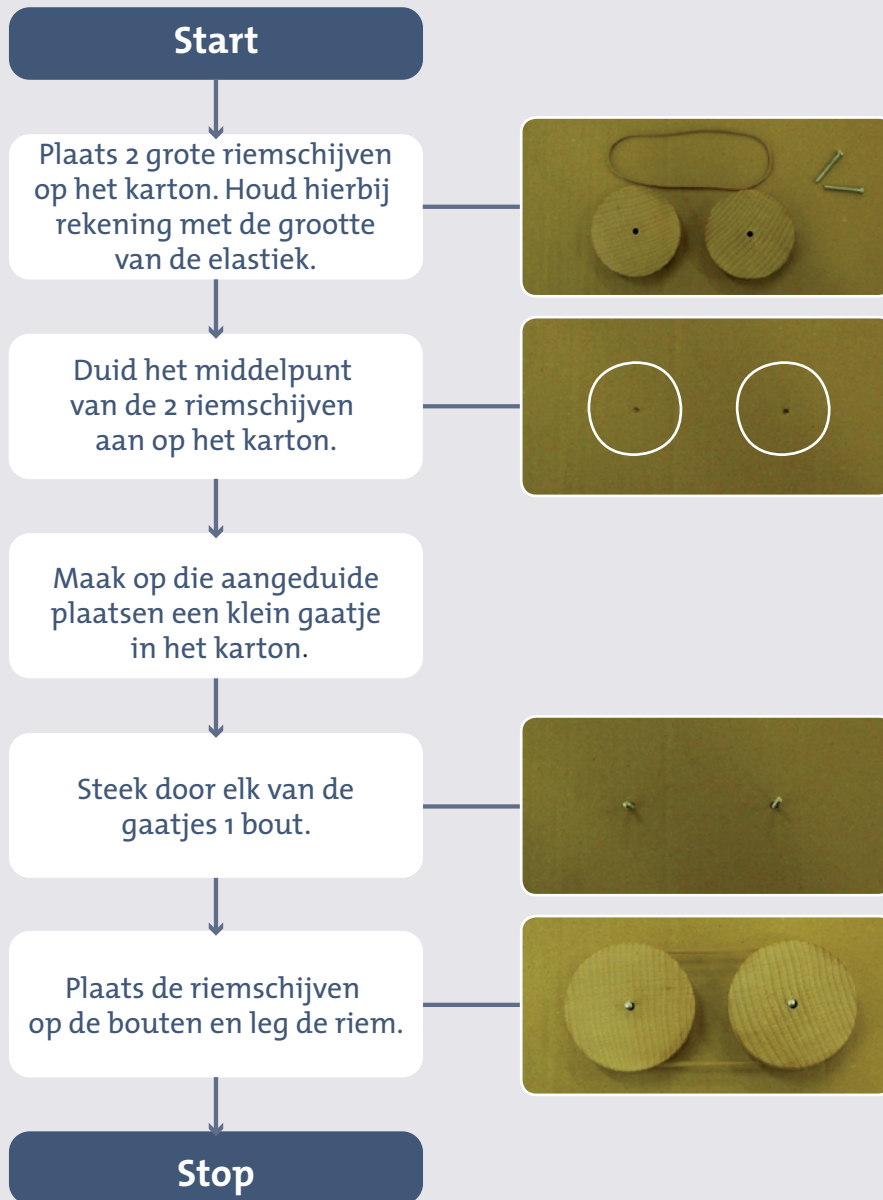
##### Per leerling:

- twee riemschijven die even groot zijn, bv. 40 mm;
- één riemschijf die kleiner is, bv. 20 mm;
- een stevige en brede elastiek;
- een stukje stevig karton;
- twee bouten met een diameter die gelijk is aan de grootte van de gaatjes in de riemschijven;
- een schaar of scherp mes.



## Aan de slag met gelijke riemschijven

### Draaizin en aantal omwentelingen bij gelijke riemschijven



### Wat stel je vast?

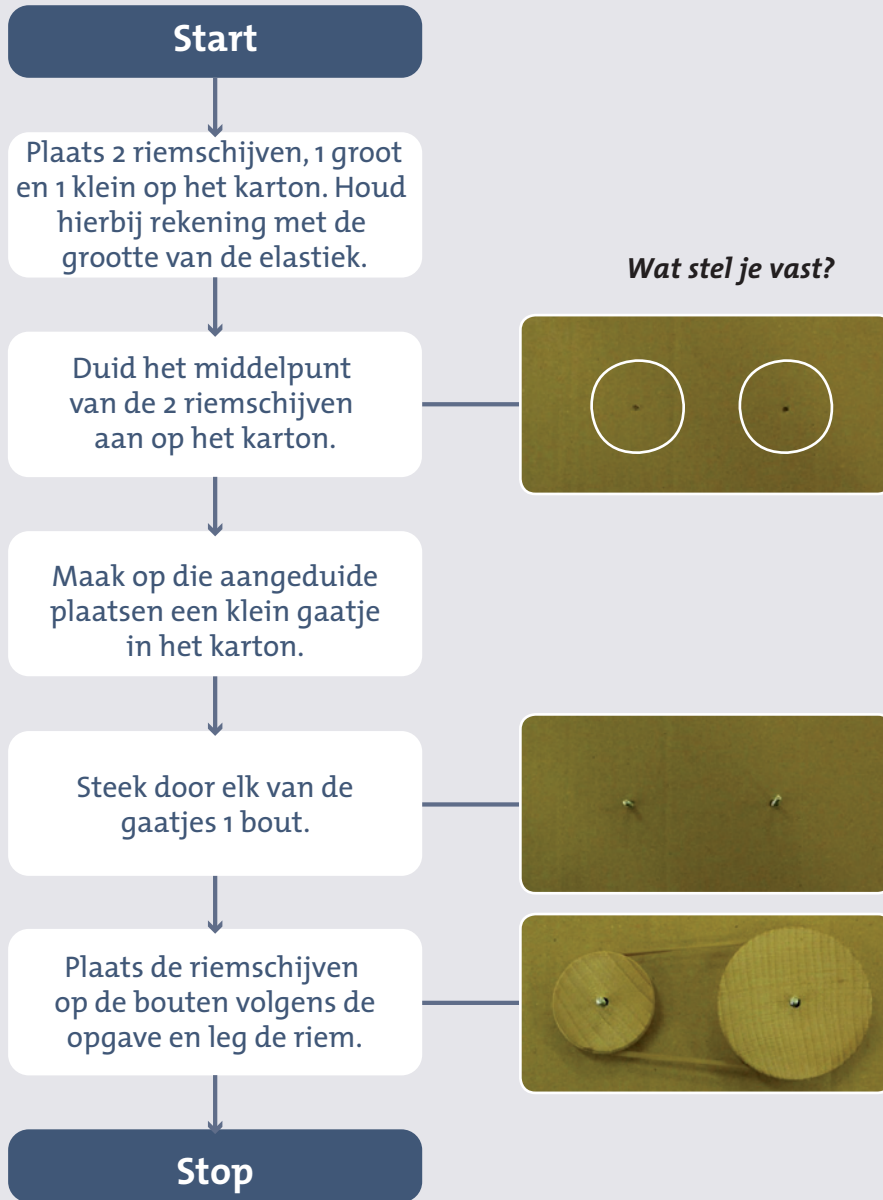
1. Laat de linker riemschijf één volledige omwenteling maken. Hoeveel omwentelingen maakt de rechter riemschijf?
2. Als je de linker riemschijf naar rechts doet draaien (= wijzerzin), in welke richting draait de rechter riemschijf dan?

.....

.....

## Aan de slag met ongelijke riemschijven

Draaizin en aantal omwentelingen bij ongelijke riemschijven



### Plaats de kleinste riemschijf aan de linkerkant.

1. Laat de linker riemschijf één volledige omwenteling maken. Hoeveel omwentelingen maakt de rechter riemschijf?

.....

2. Als je de linker riemschijf naar rechts doet draaien (= wijzerzin), in welke richting draait de rechter riemschijf dan?

.....

3. Kun je ervoor zorgen dat de draairichting tegengesteld is?

.....

### Verwissel de beide riemschijven van plaats.

1. Laat de linker riemschijf één volledige omwenteling maken. Hoeveel omwentelingen maakt de rechter riemschijf?

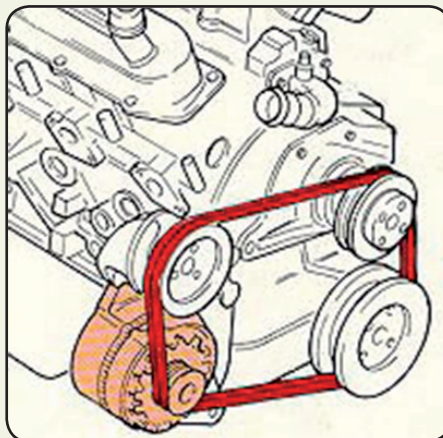
.....

2. Als je de linker riemschijf naar rechts doet draaien (= wijzerzin), in welke richting draait de rechter riemschijf dan?

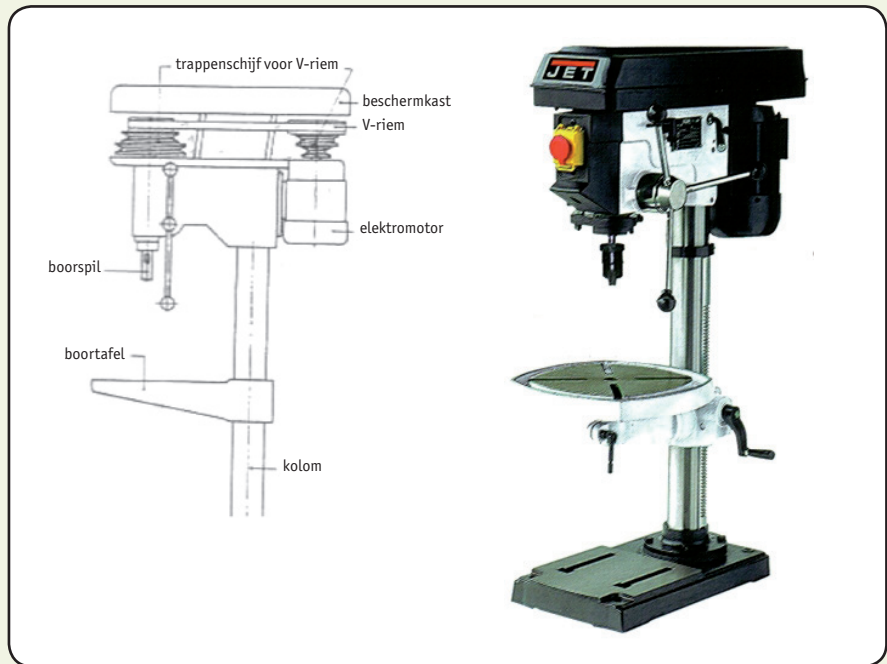
.....

## Ook goed om te weten

Riemen worden gebruikt bij de **motor in auto's** om verschillende elementen samen met de motor, te laten draaien.



Bij de **kolomboormachine** wordt een riem gebruikt. Door de riem op een andere set schijven te leggen, kunnen we de snelheid veranderen.



In een **wasmachine** wordt de beweging van de motor via een riem overgebracht naar de trommel.

Ook **transportbanden** zijn een vorm van riemoverbrengingen. De riem en de riemschijven zijn hierbij heel breed. Hierop worden de zaken gezet die verplaatst moeten worden.



In een **inkjetprinter** zit er aan de riem een 'wagentje' met de inktpatronen vast.

# Leerkrachtenfiche

## Didactische tips

1. Na de inleiding (zie tandwieloverbrenging) kun je de overbrengingsmechanismen een voor een noteren op het bord en daarna bespreken. Op die manier hebben de leerlingen zicht op het geheel van overbrengingsmechanismen.
2. Zet een of meerdere gebruiksvoorwerpen vooraan in de klas (bv. een kolomboormachine, een inkjetprinter) of toon enkele foto's van overbrengingsmechanismen waarbij de riemoverbrenging gebruikt wordt.

Door gerichte vragen te stellen in een onderwijsleergesprek kun je de leerlingen enkele zaken laten ontdekken.

- Bij welke toestellen of apparaten wordt de riemoverbrenging gebruikt?
  - Welke riemschijf zal eerst beginnen draaien?
  - Welk element zorgt ervoor dat de beweging wordt overgebracht?
  - In welke richting draaien de beide riemschijven (kloksgewijs, tegen de klok in)?
  - Wat kun je doen om de rotatie te versnellen/vertragen?
  - ...
3. Aan de hand van de theorie en de experimenten i.v.m. de riemoverbrengingen kun je de leerlingen:
    - de termen drijver of drijvende riemschijf en volger of gedreven riemschijf laten ontdekken;
    - laten ervaren dat een kleine riemschijf meer omwentelingen zal maken dan een grote riemschijf en dat we zo een versnelling of een vertraging kunnen realiseren;
    - laten ervaren dat de riemschijven steeds in dezelfde richting draaien. Uitzondering: door de riem te kruisen kan men de riemschijven in tegengestelde richting laten draaien. In de praktijk wordt dit echter weinig toegepast.

## 4. BZL: begeleid zelfstandig leren

De experimenten met bijbehorende stroomschema's zijn een ideaal middel om de leerlingen zelfstandig en toch begeleid enkel zaken te laten ontdekken.

Begeleid en zelfstandig leren of werken houdt in dat de leerlingen een of meerdere opdrachten uitvoeren zonder de hulp van de leerkracht. De leerkracht is hierbij de coach die stuurt en begeleidt waar nodig.

Deze werkwijze vraagt een totaal andere aanpak dan het traditionele doceren of demonstreren en heeft daardoor heel wat gevolgen zowel voor de leerlingen als voor de leerkracht.

Aan deze aanpak zijn heel wat voordelen verbonden.

- De leerkracht krijgt meer tijd om leerlingen extra te begeleiden en te differentiëren naar gelang de interesse, de moeilijkheidsgraad, het niveau van de leerlingen enzovoort.
- Leerlingen leren zelfstandig informatie op te zoeken en te verwerken waardoor ze het leerproces mee bepalen. Het resultaat is een grotere motivatie en een groter gevoel van competentie.

Om het BZL te doen slagen zijn er enkele zaken waar je toch extra aandacht moet aan besteden.

- Duidelijke instructies: 'Wat wordt van de leerling verwacht?'
- Goede afspraken bij het begin van de opdracht.
- Evaluatiemodaliteiten: zorg ervoor dat leerlingen op de hoogte zijn van de manier van evalueren en van datgene waarop zij zullen worden geëvalueerd. Bespreek regelmatig hun vorderingen.
- Bij practicumopdrachten is het belangrijk dat alle didactische hulpmiddelen, gereedschappen en materialen een vaste plaats hebben.

Als leerkracht moet je beschikken over de nodige organisatorische, didactische en pedagogische vaardigheden die je wellicht door training onder de knie krijgt.

### 5. BZL Concreet

- Voer zelf het experiment uit a.d.h.v. het stroomschema. Zo ondervind je zelf waar er zich moeilijkheden kunnen voordoen.
- Geef duidelijke instructies zodat de leerlingen weten wat er van hen verwacht wordt. Vertel de leerlingen hoeveel tijd ze krijgen, hoe ze te werk moeten gaan en wat er gebeurt wanneer ze zich niet aan de afspraken houden.
- Tijdens de opdracht kun je als leerkracht helpen waar nodig.
- Houd een of meerdere opdrachten achter de hand voor leerlingen die sneller klaar zijn.

### 6. Stroomschema

Door de proeven in stroomschema's (flowcharts) te gieten, kun je de zelfstandigheid van de leerlingen (BZL) ongetwijfeld verhogen op middellange en lange termijn. Als leerlingen regelmatig met een flowchart werken, raken zij hiermee vertrouwd, waardoor ze vlot en snel opdrachten zelfstandig kunnen uitvoeren.

### 7. Evaluatie

Als leerkracht kun je de leerlingen beoordelen op de uitvoering van de opdracht, de voorstelling (verwoording) van het resultaat, het eindresultaat, bepaalde attitudes (zorg, doorzetting, samenwerking met de andere groepsleden ...) enzovoort. Evaluatie heeft tot doel de leerlingen te laten aanvoelen wat ze van het practicum hebben opgestoken.

Evaluatie gebeurt traditioneel door de leraar, maar er wordt steeds meer belang gehecht aan de zelfevaluatie van de leerling. Zelfevaluatie kan op gang gebracht worden door bij de opdrachten de leerlingen er toe te brengen voortdurend zichzelf en hun werk te bevragen naar juistheid, functionaliteit en afwerking.

## Achtergrondinformatie

### Wat is riemoverbrenging?

Riemoverbrenging bestaat uit twee evenwijdige assen waarop schijven - riemschijven genaamd - gemonteerd zijn. Deze twee schijven zijn door een eindloze riem verbonden. Indien de schijven dezelfde diameter hebben, draaien ze met dezelfde snelheid. Zijn de diameters niet gelijk, dan hebben ze verschillende snelheden.

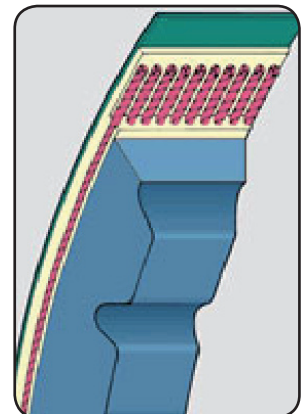
De snelheden kunnen d.m.v. volgende formule berekend worden:  $d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$ . Hierbij staan  $d_1$  en  $d_2$  voor de diameters van twee schijven, en  $n_1$  en  $n_2$  voor hun snelheden (uitgedrukt in omwentelingen per minuut).

Door de onvermijdelijke slip gaat de gedreven schijf iets trager draaien dan het volgens de formule zou moeten. Vertande riemen hebben dit nadeel niet. Wat slip is, wordt verder uitgelegd.

Om verschillende snelheden mogelijk te maken, monteert men schijven met verschillende diameters naast elkaar op elke as.

Een riemoverbrenging wordt vaak als koppeling gebruikt. Er worden dan twee schijven met dezelfde diameter naast elkaar gemonteerd. De ene schijf wordt aangedreven, de andere staat stil. De riem kan op elk moment van de ene op de andere schijf geschoven worden, terwijl de aangedreven schijf doordraait.

Vroeger werden riemen van zuiver leer vervaardigd omwille van de hoge wrijfingswaarden die de slip minimaliseerden. Het over te brengen maximale vermogen is bij deze leren riemen echter lager dan bij compoundriemen of gelaagde riemen.



Een compoundriem wordt gebruikt voor het overbrengen van grote vermogens. Meestal bestaat hij uit drie lagen. Een looplaag met gunstige wrijvings-eigenschappen (vaak van chroomleer), een trekvlak uit kunststof vanwege de hoge treksterkte en geringe rek en een bescherm- of deklaag (eventueel opnieuw van chroomleer). De slip van dergelijke riemen is zeer laag, wat resulteert in een zeer hoog rendement (tot circa 98 %), en een lange levensduur.

## Voor- en nadelen van een riemoverbrenging

### Voordelen

- Beveiliging tegen overbelasting van de motor door het slippen van de riem. Bv. als bij een kolomboormachine de boor vastzit in het werkstuk, kan, door het doorslippen van de riem, het verbranden van de motor vermeden worden.
- Het vermogen om stoten en trillingen te dempen (elastische riem).
- Willekeurige asafstand.
- Eenvoudige en goedkope constructie.
- Riemen werken nagenoeg geruisloos.
- Met riemen kunnen heel hoge toerentallen overgebracht worden.
- Riemen hebben geen smering nodig.

### Nadelen

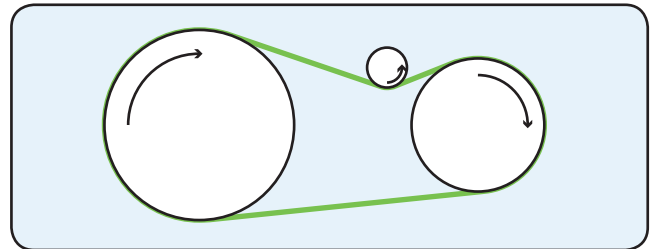
- Zware as- en lagerbelasting. De riem moet immers met voldoende voorspanning over de schijven liggen.
- De overbrengingsverhouding is niet constant wegens het slippen van de riem.
- Riemen zijn niet bestand tegen grote klimaatverschillen (nat/droog, warm/koud) en zijn daarom minder geschikt voor toestellen die buiten staan.

## Slip

- Slip ontstaat wanneer de riem even contact verliest met de riemschijf en daardoor gaat 'doorschuiven'.
- Oorzaken:
  - de riem is niet strak genoeg gespannen;
  - slijtage van de riem;

- een 'vochtige', vuile of vettige riem.

- Gevolgen:
  - verlies aan toerental;
  - trillingen als gevolg van het onregelmatig en schokkend draaien van de riem.
- Slip is te vermijden door het plaatsen van een spanrol



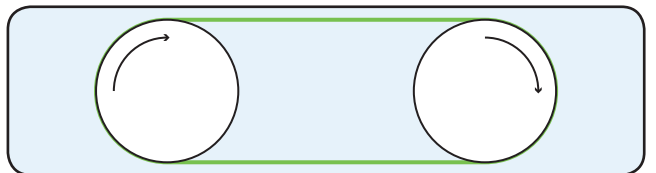
De spanrol wordt het best geplaatst op het gedreven riemdeel, zo dicht mogelijk bij de kleinste riemschijf, zodat het contactoppervlak van de drijver vergroot.

- Vlakke riemen slippen gemakkelijker door dan V-riemen omdat het contactoppervlak van de riem met de riemschijf groter is.

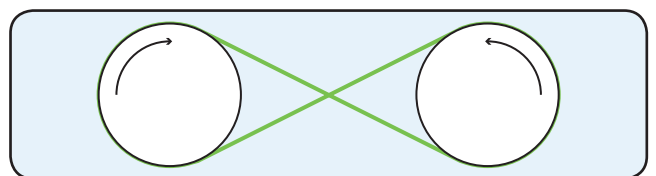
## Riemoverbrenging met even grote schijven

Bij een riemoverbrenging met even grote schijven is:

- de assnelheid van beide riemschijven gelijk;
- de draairichting gelijk.



## Gekruiste riemoverbrenging met gelijke schijven



Bij een riemoverbrenging met even grote schijven

maar met gekruiste riem is:

- de assnelheid van beide riemschijven gelijk;
- de draairichting tegengesteld.

Dit wordt zelden toegepast omdat de riem op het punt van de kruising extra wrijving ondervindt.

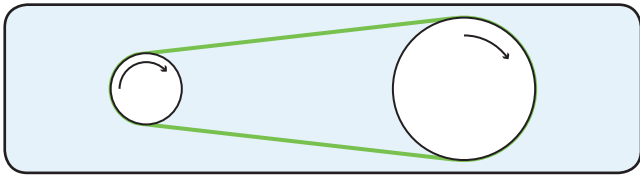
### ***Riemoverbrenging met een kleine drijvende riemschijf***

Bij riemoverbrenging met een kleine drijvende riemschijf is:

- de assnelheid van de kleinste schijf groter dan die van de grote schijf;
- de draairichting gelijk.

Doordat de gedreven riemschijf groter is dan de drijvende riemschijf treedt er een vertraging op.

De gedreven riemschijf zal dus minder omwentelingen maken dan de drijvende riemschijf.



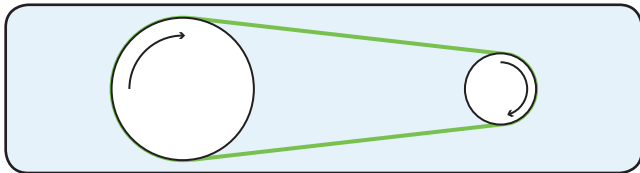
### ***Riemoverbrenging met een grote drijvende riemschijf***

Bij riemoverbrenging met een grote drijvende riemschijf is:

- de assnelheid van de grootste schijf kleiner dan deze van de kleinste schijf;
- de draairichting gelijk.

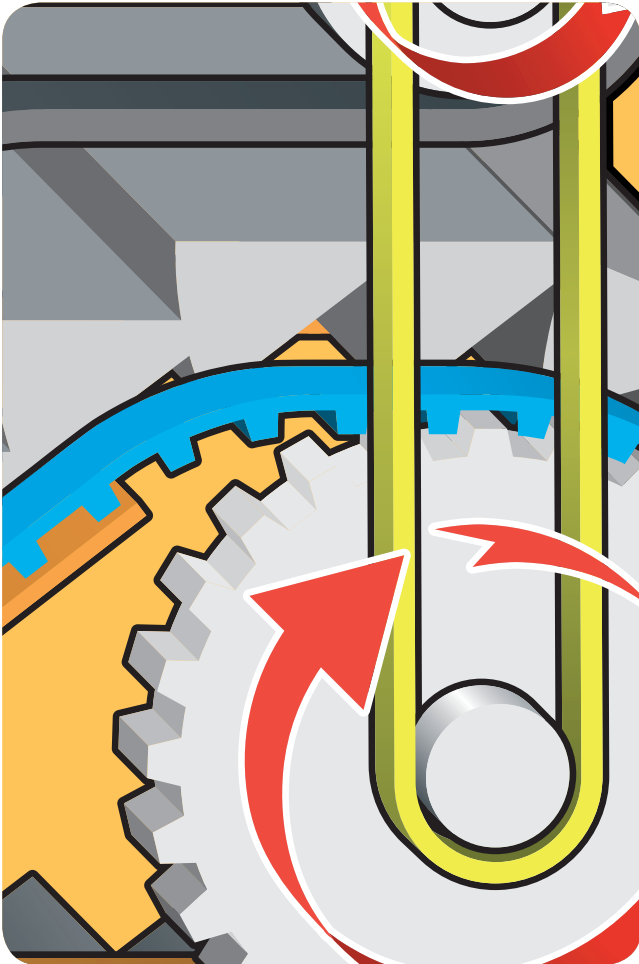
Doordat de gedreven riemschijf groter is dan de drijvende riemschijf treedt er een versnelling op.

De gedreven riemschijf zal dus meer omwentelingen maken dan de drijvende riemschijf.





# >>3. Kettingoverbrenging



## Doe het zelf!

### Waar is dat goed voor?

Voor heel wat leerlingen is de fiets het voornaamste vervoermiddel. Maar misschien weet je niet hoe het komt dat het achterwiel sneller draait dan je benen. Wellicht ben je ook benieuwd naar wat een kettingoverbrenging is, hoe versnellingen werken enzovoort.

### Handen uit de mouwen

#### Wat heb je nodig?

- Een fiets per 2 à 3 leerlingen.
- Krijt

## Aan de slag

De overbrengingsverhouding proefondervindelijk vaststellen  
(grootste tandwiel vooraan en kleinste tandwiel achteraan)



### Wat stel je vast?

Hoeveel omwentelingen heeft je achterwiel gemaakt als je de trappers precies één keer hebt rondgedraaid?  
Noteer dit getal hieronder.

.....

## Aan de slag

De overbrengingsverhouding proefondervindelijk vaststellen  
(grootste tandwiel vooraan en grootste tandwiel achteraan)



### Wat stel je vast?

Hoeveel omwentelingen heeft je achterwiel gemaakt als je de trappers precies één keer hebt rondgedraaid? Noteer dit getal hieronder.

Gebruik deze gegevens om de volgende uitspraken te beoordelen. Maak telkens een keuze tussen **veel** of **weinig**.

1. De ketting ligt **achteraan** op het **kleinste** kettingwiel en **vooraan** op het **grootste** kettingwiel. Bij één omwenteling van de trapas maakt het achterwiel **veel/weinig** omwentelingen.
2. De ketting ligt **achteraan** op het **grootste** kettingwiel en **vooraan** op het **grootste** kettingwiel. Bij één omwenteling van de trapas maakt het achterwiel **veel/weinig** omwentelingen.

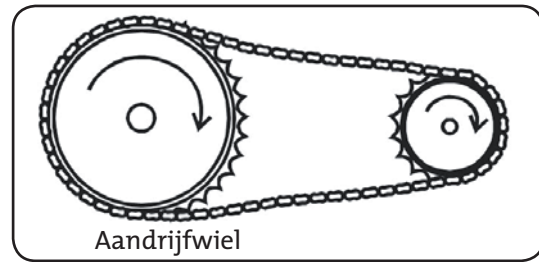
## Een woordje uitleg

Tandwielen moeten niet rechtstreeks in elkaar grijpen om elkaar te doen draaien. Je kunt ze ook verbinden met een ketting. Maar dan draaien ze wel allebei in dezelfde richting!

Ook in dit geval draait een kleiner tandwieletje sneller dan een groot.

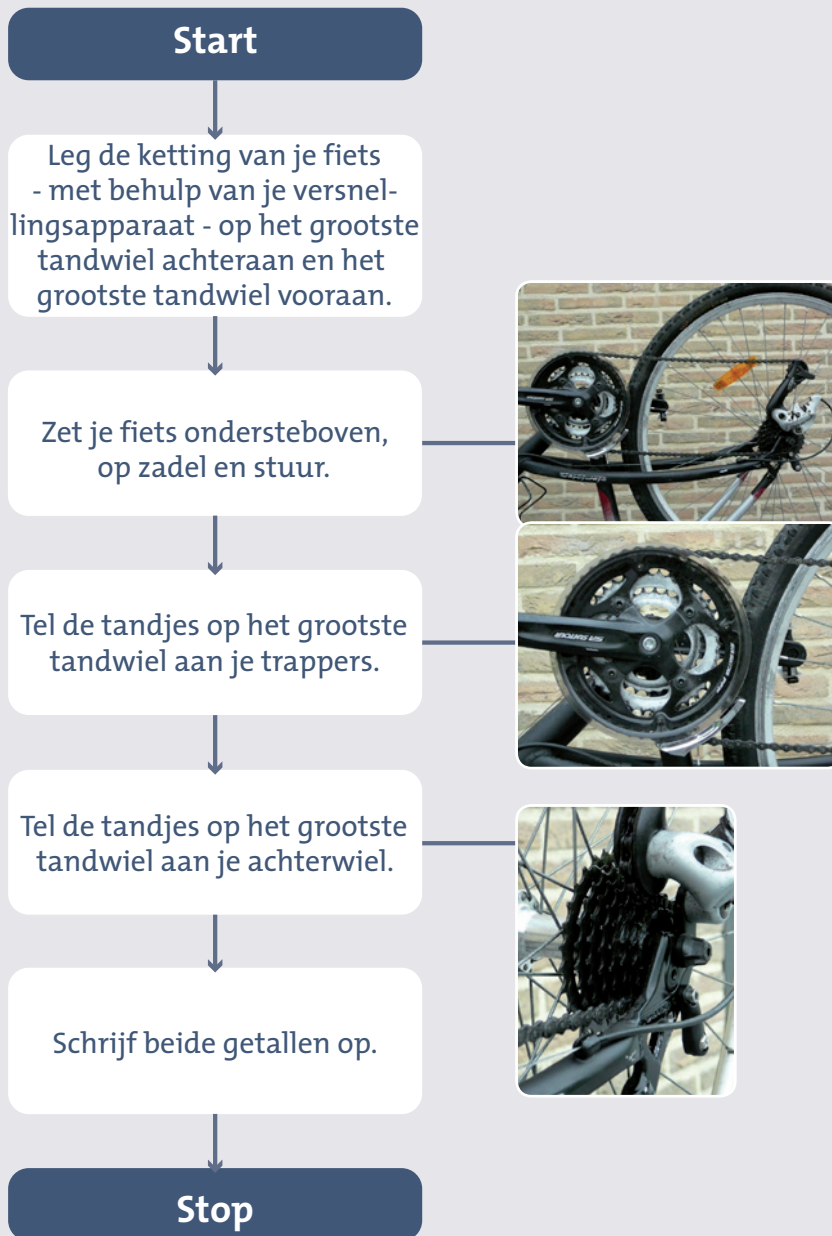
Je fiets is niet het enige voertuig met een ketting.

Ook in automotoren en allerlei machines vind je kettingen.



## Aan de slag

De overbrengingsverhouding berekenen (grootste tandwiel achteraan en grootste tandwiel vooraan)



## Wat stel je vast?

In de eerste twee experimenten heb je de overbrengingsverhouding (het aantal omwentelingen van het achterwiel als je de trappers één keer laat ronddraaien) proefondervindelijk vastgesteld.

Je kunt de overbrengingsverhouding ook berekenen met de gegevens uit het laatste experiment. Dit doe je door het aantal tanden van het gekozen kettingwiel vooraan te delen door het aantal tanden van het gekozen tandwiel achteraan.

In dit experiment hebben we gekozen voor het **grootste** tandwiel **vooraan** en het **grootste** tandwiel **achteraan**.

### Een voorbeeld

De fiets heeft:

- vooraan drie kettingwielen met **46**, 36 en 26 tanden;
- achteraan 7 kettingwielen met 13, 15, 17, 19, 21, 23 en **25** tanden.

De getallen in het vet gedrukt zijn de tandwielen die we gekozen hebben.

De overbrengingsverhouding is  $46:25 = 1,84$ .

Concreet betekent dit: als we de trappers één keer ronddraaien, maakt het achterwiel net geen twee omwentelingen (1,84 omwenteling).

Neem jouw gegevens erbij, maak de berekening en vergelijk die met je gegevens uit het tweede experiment.

.....

.....

.....

Wil je ook weten wat de afstand is die je aflegt met je fiets bij deze versnelling, ga dan naar het vierde experiment.

## Aan de slag

Het verzet berekenen (grootste tandwiel achteraan en grootste tandwiel vooraan)



## Wat stel je vast?

In het vorige experiment heb je de afgelegde afstand bij één omwenteling van de trappers proefondervindelijk vastgesteld.

Je kunt die afstand ook berekenen met behulp van de gegevens uit het derde experiment. Je vermenigvuldigt namelijk de overbrengingsverhouding (het aantal tanden van het gekozen kettingwiel vooraan en het aantal tanden van het gekozen tandwiel achteraan) met de wielomtrek.

De **wielomtrek** van je fiets kun je meten met een lintmeter. Dit is echter niet zo gemakkelijk. Je kunt de wielomtrek ook berekenen. Je vermenigvuldigt de wieldiameter met het getal  $\pi$  (3,14).

In dit experiment hebben we gekozen voor het **grootste** tandwiel **vooraan** en het **grootste** tandwiel **achteraan**.

### Een voorbeeld

De fiets heeft:

- vooraan drie kettingwielen met **46**, 36 en 26 tanden;
- achteraan 7 kettingwielen met 13, 15, 17, 19, 21, 23 en **25** tanden;
- een achterwiel met een **diameter van 0,68 m of 680 mm**.

De getallen in het vet zijn de tandwielen die we gekozen hebben.

De overbrengingsverhouding is  $46:25 = 1,84$

Concreet betekent dit: als we de trappers één keer ronddraaien, maakt het achterwiel net geen twee omwentelingen (1,84 omwenteling).

De afstand die de fiets aflegt bij één omwenteling van de trapas noemen we het verzet.

**Het verzet** = de overbrengingsverhouding x de wieldiameter x  $\pi$   
=  $1,84 \times 0,68 \times 3,14$   
= 3,92 meter.

Neem jouw gegevens erbij, maak de berekening en vergelijk deze met je gegevens uit het vierde experiment.

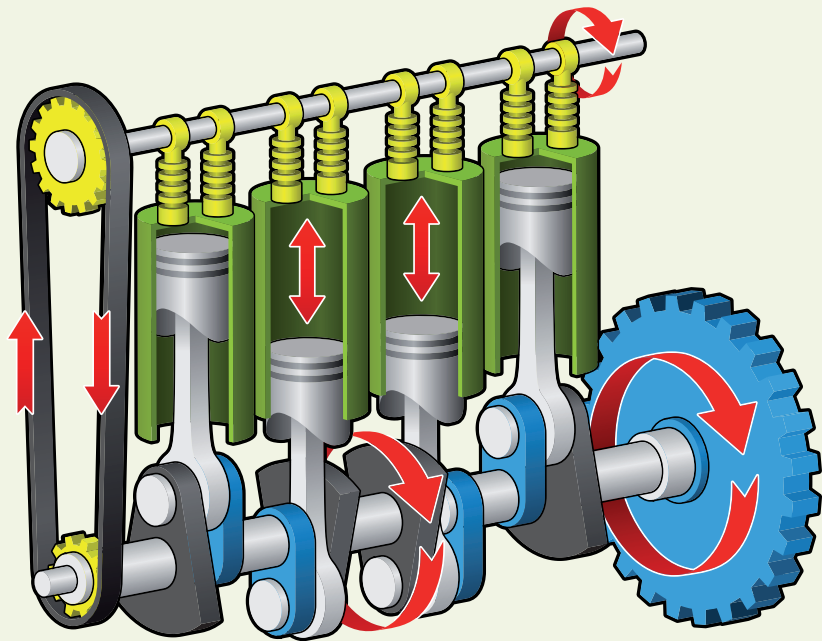
Wil je ook weten wat de afstand is die de fiets aflegt bij één omwenteling van de trapas wanneer je kiest voor de grootste versnelling? Neem dan het grootste kettingwiel vooraan en het kleinste kettingwiel achteraan en pas de bovenstaande werkwijze toe.

## Ook goed om te weten

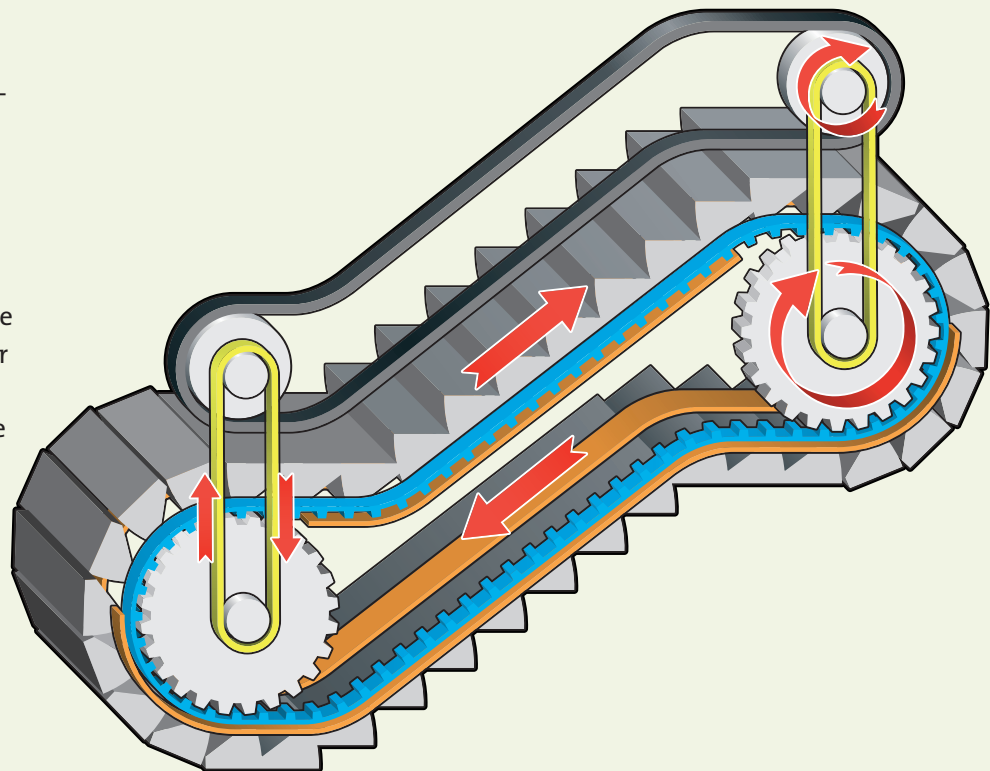
Tandwielen geven naast beweging ook **kracht** aan elkaar door. Een groot tandwiel doet een klein tandwiel draaien met een grotere snelheid, en heeft daar een grote kracht voor nodig. Dat merk je bij je fietsversnelling: hoe kleiner het tandwiel achteraan, hoe harder je moet trappen, maar hoe sneller je vooruitkomt.

Tandwielen zijn al **heel oud**. Lang voor Christus gebruikten onder meer de Chinezen en de Grieken ze al, bijvoorbeeld in water- en windmolens. Kettingoverbrengingen kun je vinden in fietsen, motorfietsen, auto's, industriële en agrarische machines.

Een **viertaktmotor** levert motorvermogen voor een auto door de verbranding van brandstof en lucht tijdens een reeks nauwkeurig afgestemde explosies. Door de explosies binnen de cilinders worden zuigers omlaag gedrukt. Deze beweging drijft een krukas aan die het motorvermogen op de overbrenging en op de nokkenas overbrengt. De nokkenas synchroniseert het openen van de kleppen zodat in elke cilinder precies op het juiste moment de ontsteking plaatsvindt.



De treden van de **roltrap** zijn verbonden met een ketting die deze treden in een eendeloze lus langs geleidingsrails voortbeweegt. Omdat de dalende treden hetzelfde gewicht hebben als de stijgende, fungeren ze als contragewicht. De motor hoeft slechts genoeg kracht te leveren om de wrijving te overwinnen en de mensen te verplaatsen. Een groot aandrijfwiel draait de treden en de handrail rond.





# Leerkrachtenfiche

## Didactische tips

De fiets is het ideale middel om de kettingoverbrenging te ontdekken. Zowat elke leerling heeft een fiets.

1. Als inleiding kun je polsen naar de ervaring van de leerlingen.
  - Hoe komt het dat we vooruitrijden als we op onze trappers duwen?
  - Welk mechanisme brengt de beweging van de trappers over op het achterwiel?
  - Wat doen we als we tegen de wind in of bergop rijden?
  - Wat doen we als we met de wind mee of bergaf rijden?
2. Aan de hand van de kettingoverbrengingen kun je leerlingen:
  - de termen drijver of drijvend kettingwiel en volger of gedreven kettingwiel laten ontdekken;
  - laten ervaren dat een klein kettingwiel meer omwentelingen zal maken dan een groot kettingwiel en dat we zo een versnelling of een vertraging kunnen realiseren;
  - laten ervaren dat de kettingwielen steeds in dezelfde richting draaien. In tegenstelling tot de riemoverbrenging kan men de ketting niet kruisen.
3. Door de experimenten 1 en 2 uit te voeren stellen de leerlingen proefondervindelijk vast dat het achterwiel sneller ronddraait dan de trappers. Het aantal omwentelingen dat het achterwiel meer maakt dan de trappers hangt af van de gekozen versnelling.

Het berekenen van de overbrengingsverhouding en het verzet zijn uitbreidingsoefeningen.

Als leerkracht kun je beslissen deze opdrachten te laten uitvoeren, rekening houdend met het niveau en de interesse van de leerlingen, het tijdsgebruik enzovoort.

4. In het **fietsmuseum** van Roeselare kun je de evolutie van de fiets zien.
5. Nodig een fietsenmaker of garagehouder uit in de klas. Dat brengt niet enkel de techniek, maar ook een technisch beroep onder de aandacht.
6. Sta ook stil bij de maatschappelijke relevantie: wat heeft de evolutie van het vervoer teweeggebracht? (Comfort, de wereld is een dorp geworden, verstopte steden en het landschap onder beton, luchtvervuiling ...). Wat heeft de techniek in het algemeen voor de mens betekend? Moeten we niet meer respect hebben voor technici in vergelijking met mensen die meer theoretisch geschoold zijn? Moeten we niet meer investeren in wetenschap en techniek?

## Achtergrondinformatie

### *Wat is kettingoverbrenging?*

Kettingaandrijving is een eenvoudige en betrouwbare manier om mechanische energie over te brengen. De ketting is gespannen tussen twee of meer tandwielbladen. Meestal bestaat er een verschil in diameter tussen de bladen. Door het verschil in diameter kan het ene blad sneller of minder snel ronddraaien dan het andere blad. De ketting zelf bestaat uit scharnierende delen die verbonden zijn door pennen. Deze pennen vallen in de inkepingen van het blad en brengen de kracht over.

De kettingoverbrenging, vooral bekend vanwege de toepassing in fietsen, combineert eigenschappen van riem- en tandwieloverbrengingen. Net als riemoverbrenging is kettingoverbrenging geschikt voor het overbrengen van beweging op grotere afstanden (dan bij tandwieloverbrenging). Ook hier moeten de assen evenwijdig lopen en draaien de kettingwielen in dezelfde zin. Net als een tandwieloverbrenging heeft een kettingoverbrenging geen last van slip. Kettingoverbrenging kan grotere vermogens aan dan riemoverbrenging, daartegenover staat dat kettingoverbrenging meer onderhoud vraagt (smeren). Ook maakt kettingoverbrenging meer lawaai. Een kettingwiel lijkt op een tandwiel, maar de vorm van de tanden verschilt.

### **De belangrijkste voor- en nadelen van kettingoverbrengingen ten opzichte van riemoverbrengingen.**

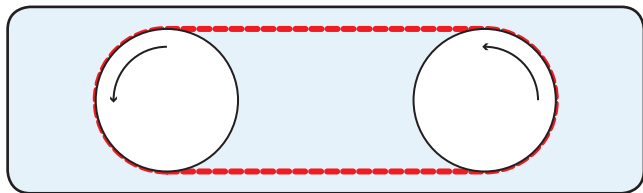
#### **Voordelen:**

- hoog rendement (ca.98%);
- slipvrije vermogensoverdracht (cfr. riemen);
- kleinere kracht op de assen door kleinere voorspanning;
- lagere gevoeligheid voor hoge temperaturen, vocht en vuil.

#### **Nadelen:**

- prijs;
- het optreden van allerlei trillingen waardoor een kettingoverbrenging ook (veel) lawaai maakt;
- noodzaak om te smeren;
- lagere flexibiliteit.

### **Kettingoverbrenging waarbij de drijver en de volger even groot zijn**



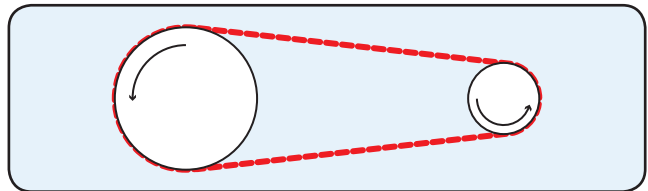
Bij een kettingoverbrenging waarbij de drijver en de volger even groot zijn is:

- de draaizin gelijk;
- het aantal omwentelingen van de volger gelijk;
- de kracht aan de volger even groot;
- de bewegingssnelheid even groot.

### **Kettingoverbrenging waarbij de drijver groter is dan de volger**

Bij een kettingoverbrenging waarbij de drijver groter is dan de volger is:

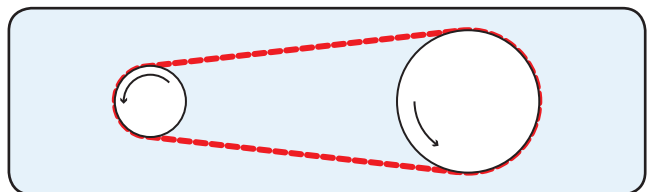
- de draaizin gelijk;
- het aantal omwentelingen van de volger groter;
- de kracht aan de volger kleiner;
- er treedt een versnelling op.



### **Kettingoverbrenging waarbij de drijver kleiner is dan de volger**

Bij een kettingoverbrenging waarbij de drijver kleiner is dan de volger is:

- de draaizin gelijk;
- het aantal omwentelingen van de volger kleiner;
- de kracht aan de volger groter;
- er treedt een vertraging op.



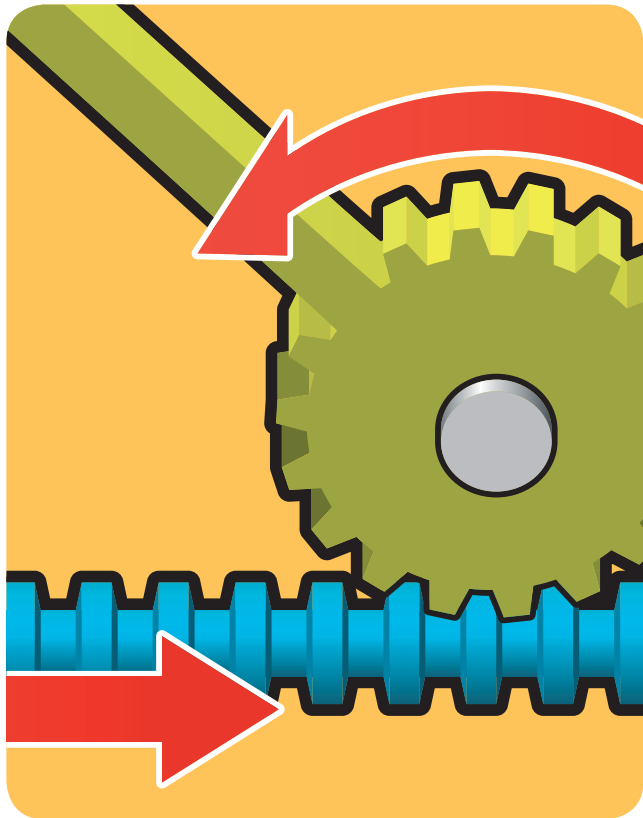
De **overbrenging** van een fiets kun je gemakkelijk berekenen: gewoon het aantal tanden op het voorste kamwiel delen door het aantal tanden achteraan. Stoer als we zijn, nemen we een groot kamwiel vooraan, met 52 tanden, en een klein achteraan, met 16 tanden. De overbrenging is dan  $52/16 = 3,25$ . Als onze benen één keer rondgegaan zijn, is ons achterwiel drie en een kwart keer rondgegaan.

Het **verzet** van een fiets is geen verhouding, maar een afstand: het aantal meter dat je fiets aflegt als de trappers één keer rondgegaan zijn. Het verzet is dus de overbrenging vermenigvuldigd met de omtrek van het achterwiel. Laat de leerlingen de omtrek van het achterwiel meten (voor een normale fiets is dat 2,18 meter, voor een kinderfiets zal het kleiner zijn). Een fiets voor een volwassene, met een overbrenging van 3,25 (52 tanden vooraan, 16 tanden achteraan) heeft dus een verzet van  $3,25 \times 2,18 = 7,1$  meter. Eén keer trappen brengt je 7,1 meter verder. Dit is al een groot verzet. Je moet stevige benen hebben om dit 'verzet rond te krijgen', zoals ze dat in wielermiddens zeggen. Laat de leerlingen opmeten welk verzet ze gebruiken in verschillende omstandigheden (indien ze een fiets met versnellingen hebben, uiteraard).

Vroeger werden de fietsen nog niet aangedreven door een ketting. De trappers zaten rechtstreeks aan het voorwiel vast. Zoals nu nog steeds het geval is bij driewielers voor kleuters. Heb je al gezien hoe snel zo'n kindje moet peddelen als de driewieler een beetje vaart krijgt? Bij een moderne fiets kun je met één trap een redelijke afstand afleggen, omdat de twee tandwielen ervoor zorgen dat de wielen meer omwentelingen maken dan de trappers. Bij die antieke fietsen zonder ketting ging dat niet. De enige manier om meer afstand per trap af te leggen, was het aangedreven wiel groter maken. Dat ging soms heel ver, met wielen die meer dan een mens hoog waren. Een hoogwieler heette een dergelijke fiets. Rond 1870 waren de hoogwieliers in de mode. Tegen de twintigste eeuw hadden de fietsen kettingen.



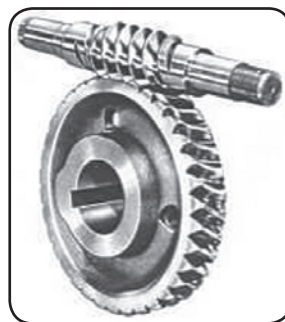
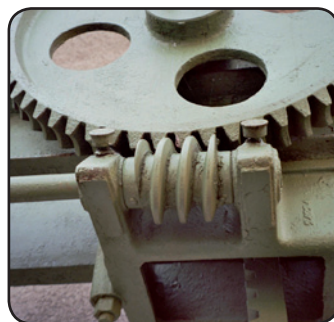
# >>4. Worm- en wormwiel- overbrenging



**Doe het zelf!**

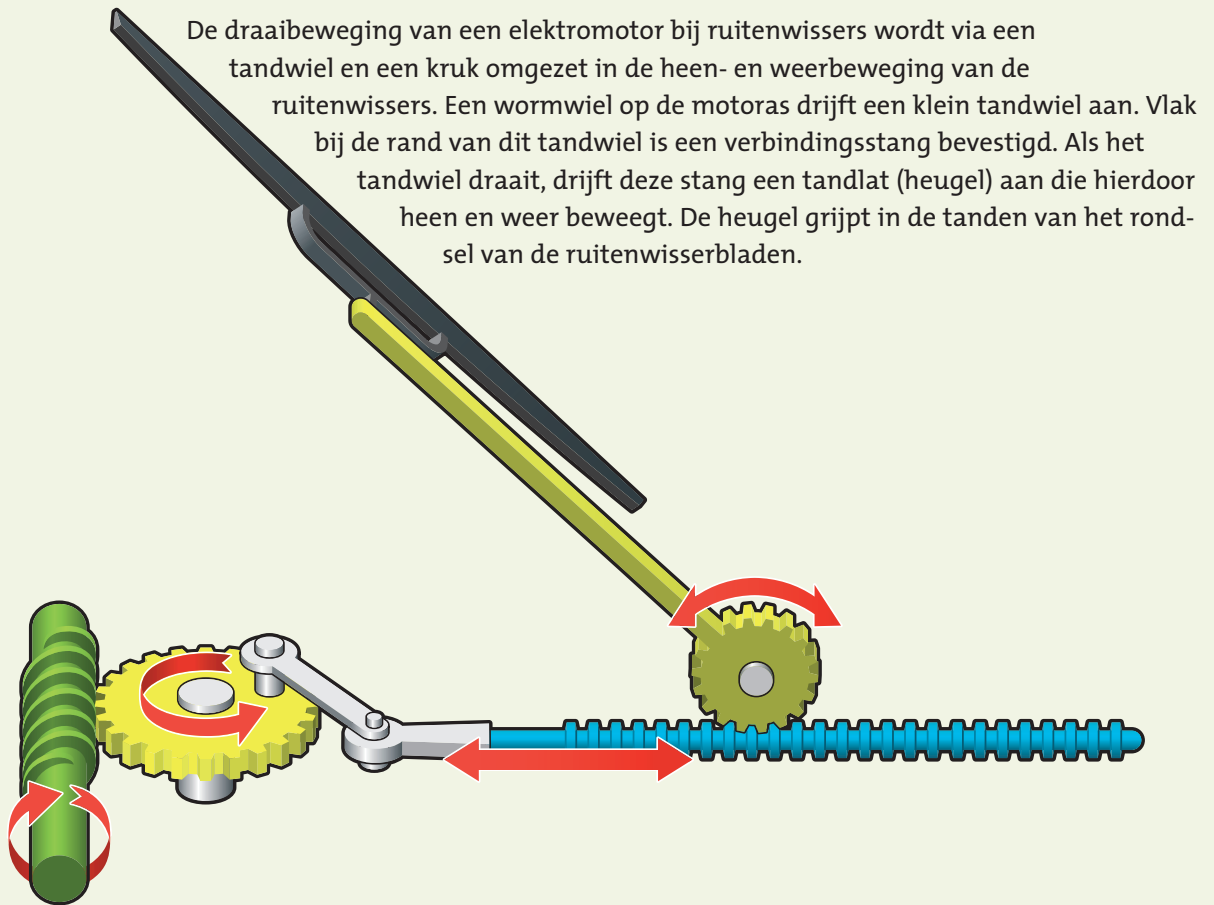
## *Waar is dat goed voor?*

Een overbrenging waarbij een zeer grote vertraging wordt gerealiseerd is de worm en het wormwiel. De worm- en wormwieloverbrenging bestaat uit een worm (1) (een as met een soort schroefdraad) en een wormwiel (2). Het wormwiel lijkt op een tandwiel, maar dat is het niet: de tanden van het wormwiel zijn curvevormig en staan schuin. De worm is altijd de drijver, het vormwiel de gedrevene.



## Ook goed om te weten

De worm- en wormwieloverbrenging vind je terug bij het systeem van de **ruitwissers**.



De worm- en wormwieloverbrenging vind je ook terug in **tandwielkasten** van machines waar een grote kracht en een grote vertraging moeten worden gerealiseerd.

# Leerkrachtenfiche

## Achtergrondinformatie

Een worm doet op het eerste gezicht wel denken aan een stuk schroefdraad, maar het tandprofiel wijkt duidelijk af van dat van een schroefdraad. Een wormwiel ziet er wel wat uit als een tandwiel met schuine vertanding, alleen is het aan de omtrek hol uitgedraaid om aan te sluiten op de worm.



Op de foto zie je meteen ook de meest gebruikelijke combinatie van gebruikte materialen, namelijk staal voor de worm en brons voor het wormwiel.

De afgebeelde worm is enkelgangig (slechts één spiraal) en het wiel heeft 32 tanden.

Dit betekent, dat de vertraging  $i = 32$ .

Wormen worden ook wel dubbelgangig (twee spiraalen) uitgevoerd. De schuinstand van de tanden op het wormwiel is dan natuurlijk groter. Stel dat een tweegangige worm samenwerkt met een wormwiel van bijvoorbeeld 80 tanden, dan vind je  $i = 40$ .

# >> Eindtermen

Hieronder vind je een overzicht van de eindtermen (geldig vanaf september 2010) die het lespakket mee kan helpen realiseren.

## Techniek

### >> Kerncomponenten van techniek

De leerlingen kunnen

- 6 in concrete voorbeelden uit techniek het nut, aantonen van de gebruikte hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, grondstoffen, materialen, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd;
- 7 in concrete voorbeelden van technische systemen uitleggen dat men voor de ontwikkeling en het gebruik keuzen maakt op basis van criteria;

### >> Techniek als menselijke activiteit

De leerlingen kunnen

- 12 modellen, tests en evaluaties gebruiken om een eenvoudig technisch systeem te ontwerpen uitgaande van een gedefinieerd probleem en rekening houdend met vooropgestelde normen en criteria;
- 13 een gegeven of eigen ontwerp planmatig uitvoeren met oog voor vereisten van kwaliteit, veiligheid, ergonomie en milieu;

### >> Techniek en samenleving

De leerlingen kunnen

- 24 in concrete voorbeelden aangeven dat wetenschappen de keuzen binnen het technisch proces beïnvloeden;

#### Met dank aan:

- ▶ Johan Van Hevel: tekst / fotomateriaal p. 6, 7, 8, 17, 18, 26, 27, 28, 30 ▶ Bram Zwinnen: tekeningen op p. 5, 9, 10, 11, 16, 25, 32, 36 (links boven), 37
- ▶ Van Blitterswijk Uurwerkreparatie (illustratie p. 9 – links onder), PMOT (p. 13 – boven), Opittec (p. 13 – onder; p. 15 – links onder; p. 36 links onder), Maarten Verhulst (p. 15 – links boven), Ford (p. 19), Sint-Martinusinstituut (p. 20 – links boven), Alphametal (p. 20 – rechts boven), Promatec (p. 20 – onder), Stoffels Aandrijvingen (p. 22), Corbis (p. 35), Wikipedia (p. 36 – midden onder), The University of Western Australia (p. 36 – rechts), Spirofil (p. 37), Frans Hoskens (p. 38)

# Technopolis<sup>®</sup>, waar experimenteren fun is!

*Fietsen op een kabel op 5 meter hoogte? Zelf een vliegtuig aan de grond zetten? In een superzeepbel staan? Een dutje doen op een spijkerbed? ... Je kunt het zo gek niet bedenken of je beleeft het in Technopolis<sup>®</sup>, het Vlaamse doe-centrum voor wetenschap en technologie.*

*Technopolis<sup>®</sup> is geen gewoon museum, maar een doe-centrum, waar je je uitleeft in meer dan 280 experimenten. Kinderen tussen 4 en 8 jaar kunnen zich uitleven in het Kinder-doe-centrum, waar 90 bijkomende interactieve opstellingen werden aangebracht op kindermaat en aangepast aan hun leefwereld. En in de Doe-tuin kun je zelfs in openlucht experimenteren.*

*Je mag hier overal je neus insteken: je voelt, probeert en experimenteert zelf. Zo begrijp je de dingen beter en sneller en leer je op een toffe en spannende manier iets bij over wetenschap en technologie. Je zult merken dat wetenschap allesbehalve saai is!*

*Spannende shows en toffe demo's maken je bezoek aan Technopolis<sup>®</sup> extra leuk. Edutainers, Technopolis<sup>®</sup> medewerkers, laten je tijdens zo'n show of demo op een leuke manier kennismaken met wetenschap. Zo kun je bijvoorbeeld je haren rechtop laten zetten aan de Van de Graaff-generator. Niet met gel of haarlak maar ... met elektriciteit! Regelmatig staan er nieuwe shows en demo's op het programma.*

*Technopolis<sup>®</sup> trekt er ook regelmatig op uit! Kinderhappenings, beurzen, evenementen voor het grote publiek ... Afhankelijk van het soort evenement, zijn we aanwezig met een stand, een wetenschappelijke doe-hoek, opstellingen met experimenten, de TechnoVelo<sup>®</sup> of de wetenschapstruck MysteryX<sup>®</sup>.*

*Voor scholen heeft Technopolis<sup>®</sup> een uitgebreid educatief aanbod. Educatieve pakketten en werkboekjes, educatieve parcours, wetenschapstheater, een wetenschapstruck ... Leerkrachten uit zowel het basis- als het secundair onderwijs gebruiken het educatief materiaal van Technopolis<sup>®</sup> om de wetenschappelijke of technologische lessen aantrekkelijker te maken. Op [www.technopolis.be](http://www.technopolis.be) vind je gratis downloadbaar educatief materiaal en meer informatie over het educatieve aanbod van Technopolis<sup>®</sup>.*

*Wil je nog meer experimenteren? Neem dan een kijkje op [www.experimenteer.be](http://www.experimenteer.be). Je vindt er heel wat leuke proefjes die je thuis of in de klas zelf kunt doen.*

*Meer info? Surf: [www.technopolis.be](http://www.technopolis.be) of bel: 015 / 34 20 00.*

*Technopolis<sup>®</sup>, Technologielaan, 2800 Mechelen*

