Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.



Lesbrief van Hoof

Hoe maak je de beste tandwielen?

BRAINPORT
EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Lesbrief van Hoof

Hoe maak je de beste tandwielen?



Inhoudsopgave

Praktische informatie van de opdracht 2
Achtergrondinformatie 4
De les 6
Opdrachten voor leerlingen 14
Bijlagen 23

Lesbrieven Brainport digibieb

Deze lesbrief maakt deel uit van een serie lesbrieven om ontwikkelingen van bedrijven in de Brainportregio in de klas te brengen. De lesbrieven zijn ‘los’ in te zetten, maar ook als praktische opdracht in de vaklessen te gebruiken. De opdrachten zijn op school uit te voeren met weinig voorbereiding. Daarnaast is bij iedere opdracht een thuisopdracht beschreven die de leerlingen kunnen uitvoeren als zij thuis onderwijs volgen.

Colofon

Redactie en achtergrond

Het lesmateriaal is ontwikkeld in opdracht van Lianne Savelberg-van den Wittenboer, Sr. projectleider Onderwijs bij Brainport Development N.V, in samenwerking met Bedrijf in de Klas. Heb je vragen of wil je de werkbladen in een bewerkbaar bestand ontvangen dan kun je contact opnemen via info@lereninbrainport.nl.

Datum publicatie: april 2021

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Praktische informatie van de opdracht

Thema	Techniek
Gekoppeld vak	Techniek, natuurkunde, wiskunde
Doelgroep	Bovenbouw vmbo, havo en vwo Maar met aanpassing ook voor andere doelgroepen in te zetten.
Eindtermen	Werken aan vakoverstijgende thema's en de oriëntatie op leren en werken (vmbo) en de algemene vaardigheden bij domein A (havo/vwo). Daarnaast is dit onderwerp goed te koppelen aan onderzoek en ontwerpen. (Overbrengingen door) tandwielen komt niet in de eindexamens voor. Toch is het een onderwerp dat je in het 'echt' veel tegenkomt en dat leerlingen herkennen uit de wereld om hen heen.
Leerdoel(en)	Leerlingen maken kennis met overbrengingen door tandwielen. We hebben bewust gekozen om de opdrachten zelf laagdrempelig te houden: een kennismaking met tandwielen. Voor meer diepgang staan diverse tips in de lesbrief, waaronder een verwijzing naar een zeer uitgebreid document met berekeningen aan tandwielen.
Begeleiding	**Opdracht A**: docent met affiniteit voor techniek (en tandwielen) **Opdracht B**: docent natuurkunde, toa of handige leerling om te ondersteunen tijdens het bouwen **Opdracht C**: docent met affiniteit voor techniek (en tandwielen)
Tijdsduur	Losse opdrachten elk ongeveer één lesuur, maar uit te breiden tot een groter (vakoverstijgend) project
Benodigdheden	**Opdracht A** • Minimaal drie verschillende typen tandwielen • Apparaten waar tandwielen in zitten (kringloop of aan leerlingen vragen mee te nemen) **Opdracht B** • Materiaal om de overbrengingen in de bijlage te kunnen bouwen. Kan ook Lego/ K'nex / U-gears / georello …. zijn) Is dit niet op school aanwezig: zie tips voor de docent **Opdracht C** niets
Locatie	nvt

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Doe- en denkopdrachten

Bij iedere opdracht zijn doe- en denkopdrachten in verschillende niveaus beschikbaar. Je kunt daardoor zelf differentiëren, passend bij jouw klas, tijd, lokaal en mogelijkheden.

Aan de hand van deze praktische opdracht kun je verder met de theoretische onderbouwing van het onderwerp, of je bouwt de opdracht verder uit tot een groter project van meerdere dagen, misschien wel samen met andere vakken – aan jou de keuze!

De opdrachten zijn allemaal geschikt om uit te breiden met een (online) gastles, een bedrijfsbezoek, of om op voort te borduren met een profielwerkstuk.

De opdrachten bouwen op in denkgraad:

Het achterliggende vraagstuk bij alle opdrachten is hetzelfde, maar ze lopen van A t/m … op in moeilijkheidsgraad en ze gaan van meer doen naar meer denken. Een A-opdracht is een handelende opdracht – leerlingen maken kennis met het concept en ervaren hoe iets werkt. Een D-opdracht is theoretischer, leerlingen maken berekeningen maken of verwerken complexere informatie.

Je kunt de opdrachten goed combineren. Zo kun je leerlingen bijvoorbeeld eerst met opdracht A kennis laten maken met het concept en van daaruit met opdracht C de diepte in laten gaan.

Link met bedrijven

De opdrachten in deze lesbrieven zijn allemaal geschreven vanuit de uitdagingen van één van de bedrijven in de Brainport regio. Maar veel van die uitdagingen spelen ook bij andere bedrijven.

Heb je contact met een bedrijf? Vraag dan met welke uitdagingen zij te maken hebben en gebruik een vergelijkbare opdracht uit de digibieb!

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Achtergrondinformatie

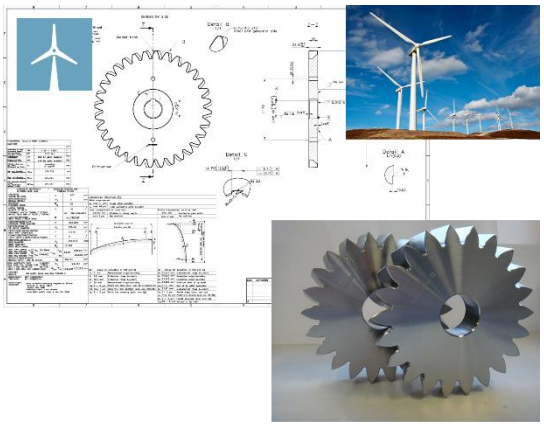
Het bedrijf: van Hoof groep

De Van Hoof Groep in Asten is een familiebedrijf dat expert is in het bedenken en produceren van metalen componenten, waarbij nauwkeurigheid en precisie van belang zijn. Zo maken zij plaatwerk dat je bijvoorbeeld terugziet bij de incheckbalie op een vliegveld. Ook maken ze hele nauwkeurige metalen machineonderdelen die door bedrijven over de hele wereld worden gebruikt. Daarnaast is de Van Hoof Groep gespecialiseerd in het maken van ‘fijnmechanische aandrijfcomponenten’, zoals tandwielen.

Deze tandwielen kom je op veel verschillende plekken tegen: in windmolens, maar ook in verkenningsvoertuigen van Defensie: voor de Fennek produceren zij bijvoorbeeld tandwielen die alle vier de wielen los aandrijven (four wheel drive)

Zo werkt de Van Hoof groep ook mee aan duurzaamheid en veiligheid.





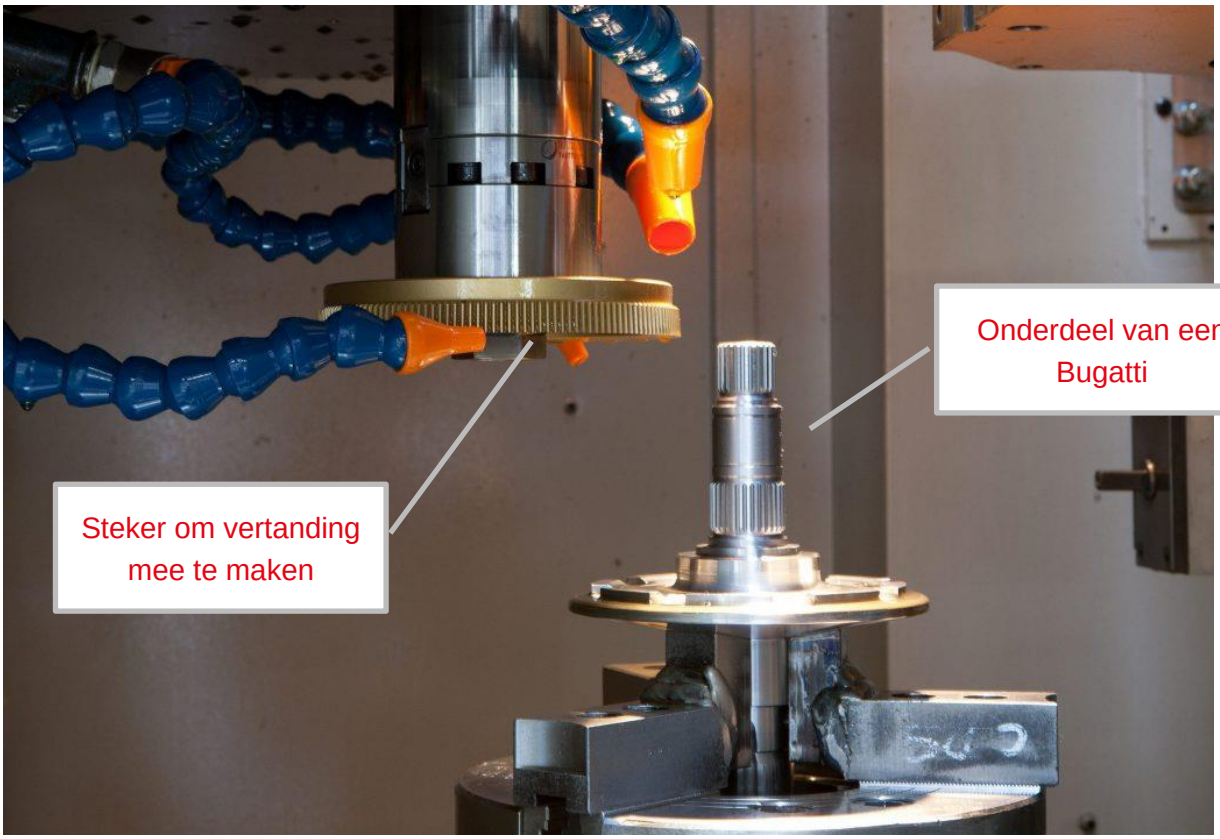
In deze video[i] stelt de Van Hoof Groep zich aan je voor.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Het project: de productie van tandwielen

Voor verschillende toepassingen moeten tandwielen aan andere eisen voldoen. De tandwielen van de Van Hoof Groep zijn te vinden in verkenningsvoertuigen van het leger, in bedrukkingsmachines, machines om banden te maken maar bijvoorbeeld ook in een vliegende auto (!). Voor iedere toepassing bedenkt de Van Hoof Groep hoe ze tandwielen kunnen maken die – gegarandeerd – voldoen aan de gestelde eisen. Daarvoor heb je veel kennis over tandwielen nodig, maar ook de juiste machines bijvoorbeeld.



De opdracht: hoe maak je de beste tandwielen?

‘Getande overbrenging’ die de Van Hoof Groep maakt, zitten niet alleen in een vliegende auto, maar in bijna alles waar beweging in zit. Hoe preciezer de vorm van de tandwielen is, hoe slijtvaster ze zijn, hoe beter ze toepasbaar zijn in apparaten voor de hightechindustrie of in machines die zwaar belast worden. Maar deze kwaliteit tandwielen krijg je niet zomaar: daar heb je goed opgeleid personeel voor nodig en machines waarmee je de tandwielen met hoge precisie en betrouwbaarheid kunt bewerken.

In deze lesbrief maken leerlingen kennis met de eisen die verschillende toepassingen aan tandwielen stellen (opdracht A), verschillende getande overbrengingen (opdracht B) en de eisen die dat stelt aan de machines (opdracht C).

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

De les

Introductie door de docent

- Maak zo mogelijk een link naar voorgaande lessen;
- Vertel de leerlingen over de Van Hoof Groep, tandwielen en het maken van tandwielen (zie achtergrondinformatie);
- Beeldmateriaal dat je kunt inzetten om deze uitleg te ondersteunen, vind je hier:

Van Hoof Groep[ii]

Tandwielen uitleg Natuurkunde: WATT!? Natuurkunde[iii]

- Vertel de globale opzet van de opdracht.

Uitvoering

De opdracht bestaat uit drie deelopdrachten. Deze horen bij elkaar, maar zijn ook los uit te voeren. Welke opdracht(en) je kiest, bepaal jij afhankelijk van hoeveel tijd je hebt en waar jouw focus op ligt bij jouw leerlingen.

A) Wat zijn de beste tandwielen?

Leerlingen maken kennis met de eisen die verschillende toepassingen aan tandwielen stellen. Hiervoor gaan zij op zoek naar tandwielen in hun eigen omgeving. Dit doen zij door te kijken en te denken, maar ook door een apparaat uit elkaar te halen en te onderzoeken hoe de tandwielen daarin de beweging overbrengen. Tenslotte vergelijken zij verschillende tandwielen en bedenken aan welke eisen tandwielen moeten voldoen voor bepaalde toepassingen.

B) Hoe brengen tandwielen beweging over?

Leerlingen bouwen verschillende getande overbrengingen met bestaande tandwielen. Zij starten eenvoudig, maar kunnen dit zo uitdagend maken als zij zelf willen. Voor leerlingen die dieper de theorie in willen staat bij ‘extra uitdaging’ een verwijzing naar een online boekje vol wis- en natuurkundige opdrachten over tandwielen.

C) Hoe maak je het beste tandwielen?

Leerlingen brengen de eisen in kaart die aan tandwielen in verschillende toepassingen worden gesteld. Vervolgens verdiepen zij zich in verschillende productietechnieken en -machines van de Van Hoof Groep en gaan ze na voor welke uitdaging deze machines een oplossing bieden.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Thuis-opdracht

Opdracht A en C kunnen de leerlingen ook thuis doen.

Opdracht B kan online, bijvoorbeeld via http://www.gearsket.ch/ of met tandwielen die ze thuis hebben. Voor sommige leerlingen (met een voorraad technische lego/ K'nex!) zal opdracht B thuis zelfs fijner zijn omdat ze daar met hun eigen materiaal 'los' kunnen.

Evaluatie

Bespreek met de leerlingen

- Wat vonden zij interessant aan de doe-opdracht?
- Hoe zouden zij de handelingen uit deze opdracht tegen kunnen komen in hun toekomstige beroep?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan de uitdagingen van overbrengingen?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan een tandwielen?
- Welke onderwerpen uit het boek zien zij bij deze opdracht terugkomen? Waarom leren ze dat dus?

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Tips voor de docent

Deze opdracht is een praktische kennismaking met tandwielen. We hebben bewust gekozen om de leerlingen geen berekeningen en dergelijke te laten uitvoeren.

Wil je meer theoretische verdieping? Kijk dan in dit document[iv] dat Henk Reuling (wiskundedocent) samen met Jos Reuling (werktuigbouwkundige) in 2010 heeft gemaakt voor HAVO-wiskunde D.

A) Wat zijn de beste tandwielen?

Toelichting bij de opdrachten 1 en 2 (zoek tandwielen om je heen)

- Leerlingen zoeken naar tandwielen in dingen om hen heen. Dat kan met deze opdracht in de klas, maar je kunt ze ook als huiswerkopdracht vragen om een foto te maken van één of juist van zoveel mogelijk voorwerpen met tandwielen thuis.
- Deze opdracht kun je leerlingen goed laten verwerken in een foto-verslag: vraag de leerlingen bij iedere opdracht om een foto te maken en hier toelichting bij te schrijven. In de opdrachten staat wat voor toelichting de leerlingen op de foto's kunnen geven.
- Vinden leerlingen het lastig om tandwielen te vinden? Laat de video's bij de 'verdieping en verbreding' zien ter inspiratie of deze video's:
  Repareren van de tandwielen van een keukenmachine:
  https://youtu.be/FZ6Hla7BcDQ
  Het maken van tandwielen voor windmolens: https://youtu.be/2oAzrBORRN0

Toelichting bij de opdrachten 3 t/m 6 (onderzoek tandwielen om je heen)

Het doel van deze opdracht is om met de hele klas een verzameling te maken van voorwerpen met tandwielen erin en te bedenken wat deze tandwielen doen. Bij de werking van tandwielen, gaat het over het algemeen over drie verandering in snelheid, kracht en richting.

Van de foto's kun je een mooie collage maken in de klas, of online op www.padlet.com bijvoorbeeld. Kunnen de leerlingen niet (makkelijk) foto's maken? Laat ze de voorwerpen dan tekenen of omschrijven.

Toelichting bij de opdrachten 7 t/m 9 (tandwielen ín apparaten)

Apparaten om te slopen vind je bij de kringloop of vraag leerlingen om zelf oude (kapotte!) apparatuur mee te laten nemen.

Voorbeeld van fijne tandwiel-apparaten om te slopen:

- Mixer
- Klok/wekker
- Kinderspeelgoed (opwindspeelgoed! Maar zo'n ding voor aan de box doet het ook goed)
- Kettingkast van de fiets
- Fietsbel
- Boormachine en ander gereedschap
- Vishengel
- Versnellingsbak van een auto
- Blikopener
- Engelse sleutel
- Lego/K'nex

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Voorbeelden van overbrengingen zijn: Horizontaal draaien naar verticaal draaien / heen en weer naar rotatie / langzaam draaien naar snel draaien, etc.

Toelichting bij de opdrachten 10 t/m 12 (tandwielen onderzoek)

- Tandwielen liggen vaak bij de afdeling natuurkunde of techniek. Niet? Vraag of leerlingen die speelgoed tandwielen (Lego/ K'nex / U-gears / georello / …) hebben of ze deze mee naar school zouden mogen nemen. Opitec heeft ook verschillende tandwielen.
  Geen beschikking over tandwielen? Gebruik dan de website http://www.gearsket.ch/.
- Wil je meer diepgang in dit onderzoek? Vraag de leerlingen dan om hun verschillen specifieker te benoemen: zie de lesbrief van Henk en Jos Reuling voor kenmerken van tandwielen en de eisen bij opdracht C.

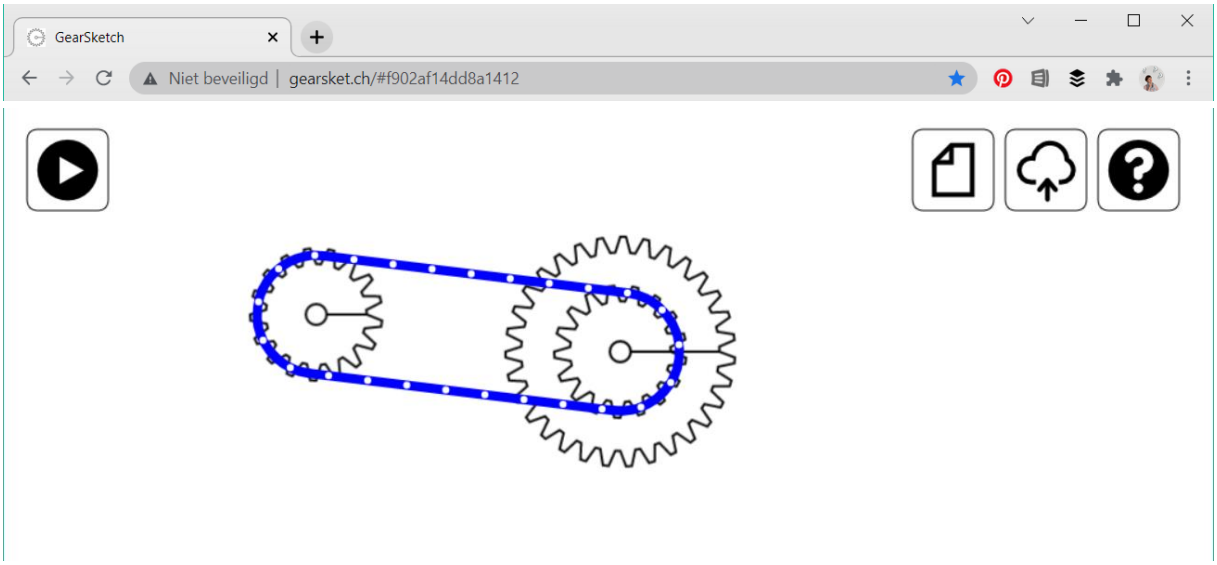
B) Hoe brengen tandwielen beweging over?

Leerlingen bouwen zelf getande overbrengingen. De voorbeelden zijn bewust makkelijk gekozen, zodat alle leerlingen hiermee aan de slag kunnen. Heb je leerlingen met veel (Lego) tandwiel ervaring? Sla de start-opdrachten dan over en vraag ze om een tandwiel systeem te bouwen én uit te leggen hoe dat werkt.

Geen tandwielen op school? Vraag of leerlingen speelgoed tandwielen mee naar school willen nemen of gebruik dan de website http://www.gearsket.ch/.

Toelichting opdracht 1

Heb je in de klas geen tandwielen? Gebruik dan het programma GearSketch. Nieuw bij GearSketch? Bekijk dan eerst de uitleg op YouTube!



Gearsketch[v]

YouTube uitleg Gearsketch[vi]

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Toelichting opdracht 2

Kijk bij opdracht A7 voor tips over apparaten met tandwielen. Denk aan naaimachines, helikopters, auto's, mixers enzovoorts.

Hebben leerlingen voorbeelden nodig voor meer tandwiel-systemen? Op de website '*frugal fun for boys (and girls!)*' staan hele mooie lego-instructies voor tandwielprojecten. Dit zijn geen machines uit het huishouden, maar het achterliggende principe kun je wel gebruiken. Let op - helaas staat op deze pagina's veel reclame, maar het zijn té mooie voorbeelden om niet te gebruiken!

- Naaimachine: https://frugalfun4boys.com/build-lego-galloping-horses/
- Tandradbaan: https://frugalfun4boys.com/mechanical-lego-turtle/

Hiervoor heb je natuurlijk wel de juiste onderdelen nodig óf creatieve leerlingen die het kunnen oplossen waar deze niet voorhanden zijn.

Geen tandwielen om mee te bouwen? Ook daar weet 'frugal fun for boys and girls' raad mee: https://frugalfun4boys.com/build-working-gears-out-of-popsicle-sticks/

De voorbeelden die we geven zijn eenvoudige bouwsels. Bewust – want het 'denken' achter tandwielen is niet anders bij eenvoudige systemen dan bij complexere systemen. Laat iedere leerling daarom zoveel mogelijk op zijn of haar eigen niveau bouwen bij deze opdracht. Extra theoretische uitdaging vind je in de tips van Henk en Jos Reuling (zie bovenaan bij deze 'tips voor de docent).

Toelichting bij opdracht 3

Afhankelijk van de 'tandwielervaring' van de leerlingen, maak je hier de uitdaging groter of kleiner. Weinig ervaring? Dan is draaien aan een hendeltje zodat de wieken (versneld!) gaan draaien al prima. Dat zou met behulp van bovenstaande opdrachten moeten kunnen. Ervaren (Lego) leerlingen? Bedenk daar een uitdaging in dit systeem mee dat ze willen bouwen.

Mochten leerlingen (vliegende) auto's echt heel stom vinden: in een naaimachine zit ook een mooi systeem om na te bouwen. Alleen al het heen- en weer gaan van het voetje is mooi, maar als je het spoeltje opwindt, gaat de naaivoet weer niet mee. Dus die casus kun je ook gebruiken.

C) Hoe maak je het beste tandwielen?

Toelichting bij opdracht 1

Bij deze opdracht gaat er niet om dat de antwoorden van leerlingen volledig kloppen: bij veel overwegingen is er geen goed of fout, wel een beste keuze voor een bepaalde toepassing/redenering. Vraag de leerlingen dus vooral om hun antwoorden goed te onderbouwen en vooral ook hun 'boerenverstand' te gebruiken!

Voorbeeld: aan welke eisen moeten tandwielen in een horloge voldoen? Zij hoeven bijvoorbeeld niet corrosiebestendig te zijn, wel slijtvast omdat ze lang meegaan. Ze hoeven niet supersterk te zijn, maar wel het continue tikken kunnen weerstaan. Ze hoeven geen grote krachten te kunnen opvangen, wel heel precies blijven werken. Etc.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Toelichting bij opdracht 2

In het artikel staan verschillende machines genoemd. Op de website van de Van Hoof Groep staan ook verschillende machines. Verdeel deze over de leerlingen, zo maak je met de klas samen een volledig(er) beeld. Ook hier hoeven leerlingen niet te wéten hoe de machines precies werken. Wel gaat het erom dat ze handig gebruik maken van hun bronnen (internet!) én hun 'boerenverstand' gebruiken!

Toelichting bij opdracht 3

Ook hier gaat het weer om het 'boerenverstand'. Mogelijkheden van goede antwoorden zijn:

Als je tandwielen nauwkeuriger kunt produceren, dan kun je machines preciezer maken. Dat is handig in de micro-chips industrie, waar alles kleiner moet, maar ook in de medische industrie, waar alles nauwkeuriger moet.

Als je tandwielen sneller (dus goedkoper!) kunt produceren, dan kunnen apparaten waar veel tandwielen in zitten (mixers, boormachines etc) goedkoper worden.

Verdieping en verbreding

Samen met bedrijven

- De opdracht kun je goed koppelen aan een bedrijfsbezoek van de Van Hoof Groep in Asten. Maar hij sluit ook goed aan bij een bedrijfsbezoek of gastles van een bedrijf dat tandwielen in machines verwerkt.
- Naast dit bedrijf zijn er nog veel andere bedrijven in de Brainport Regio bezig met metaalbewerking. Zij hebben elk hun eigen specialiteit. Zeker opdracht C kun je makkelijk omschrijven naar een opdracht voor een ander metaalverwerkend bedrijf.

Vakoverstijgende opdracht met…

- **Scheikunde**
  - Tandwielen worden over het algemeen van metaal of plastic gemaakt. Vroeger ook vaak van hout. Wat zijn de eigenschappen van deze materialen? Wat zijn de voor- en nadelen? In welke situatie kies je voor welk materiaal?
  - De tandwielen van metaal voor zware toepassingen worden in het proces 'gehard'. Wat doet dat met het materiaal en waarom is dat nodig? https://nl.wikipedia.org/wiki/Harden_(metaalbewerking)
- **Geschiedenis**
  Van Hoof is ontstaan uit verschillende bedrijven, maar die komen ook weer uit andere bedrijven voort. Hoe is de geschiedenis geweest van deze bedrijven, wat zie je daarvan nu nog terug in de omgeving?
- **Biologie**
  Ook in de natuur komen tandwielen voor:
  https://www.nemokennislink.nl/publicaties/insect-vond-tandwiel-uit/
  Mechanical gears in jumping insects: https://youtu.be/xQk-lP2R04Y

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

- **Bedrijfseconomie**
  de Van Hoof Groep bestaat uit drie (zelfstandige) bedrijven. Waarom deze constructie?
- **Engels/Duits**
  De website van de Van Hoof Groep is in verschillende talen beschikbaar. Vraag de leerlingen om een stukje tekst op de website te vertalen naar het Nederlands. Komen de teksten overeen? Als dat niet letterlijk zo is – waarom zou dat zijn? (Dit heeft te maken met normen en waarden in een bepaalde cultuur – hoe spreek je mensen aan, hoe benoem je bepaalde zaken?). Vraag je leerlingen om in de desbetreffende taal een stukje tekst over de Van Hoof Groep te schrijven.
- **Nederlands**
  Bekijk de website van de Van Hoof Groep. Zij proberen een bepaalde sfeer uit te stralen. Welke sfeer is dat? Wat valt je op aan het taalgebruik op de website? Hoe kun je met taal dus dit gevoel oproepen? Laat leerlingen zelf een stukje tekst schrijven dat op de website van de Van Hoof Groep zou passen.
- **Moderne vreemde talen**
  - Vraag, als je bij een bedrijf op bezoek gaat, ook of zij medewerkers hebben uit een Engels-, Frans- of Duits-talig land of daar veel mee samenwerken.
    Leerlingen met een interesse in talen kunnen vragen voorbereiden en aan die medewerkers stellen.
    Denk hierbij aan cultuurverschillen, taalbarrière, vaktermen, verschillen in opleidingen, etc.
  - Vraag leerlingen om op internet te zoeken naar wet- en regelgeving voor vliegende auto’s in een bepaald land. Wat mag wel of nog niet? Hebben ze voorbeelden (video’s) daarvan?

Voor leerlingen met een niet-Nederlandse achtergrond

- Vraag leerlingen met een anderstalige achtergrond om op internet te zoeken naar wet- en regelgeving voor vliegende auto’s in hun land. Wat mag wel of nog niet? Hebben ze voorbeelden (video’s) daarvan?
- Misschien heeft een bedrijf waar je op bezoek gaat ook Pools, Turkse of Arabischsprekende medewerkers en heb jij leerlingen die die taal spreken. Vraag of deze medewerker juist die leerlingen wil vertellen wat het werk inhoudt, hoe belangrijk het is (of niet) om goed Nederlands te spreken etc.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Meer informatie over…

Van Hoof Groep[vii]



Tandwielen en overbrengingen
Jos en Henk Reuling[viii]



Tandwielen: Versnellingen op je fiets
Schooltv[ix]



Tandwielen en krachten
Tandwielen zijn heel handig op je fiets (NTR)[x]



The New Generation Gearbox

Hoe werken tandwielen in een versnellingsbak?[xi]



Tandwielen
Tussen video's met uitleg van Peter van Overbeek over natuurkundeonderwerpen staan ook 5 video's over tandwielen – een prachtige introductiecursus voor wie méér wil weten![xii]



BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

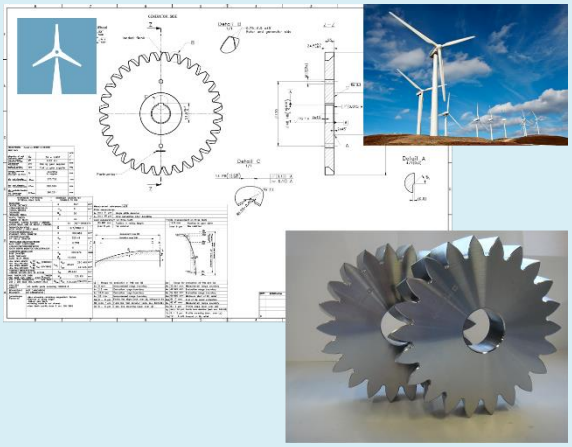
Opdrachten voor leerlingen

A) Wat zijn de beste tandwielen?

Om in een voorwerp of machine onderdelen te laten draaien, heb je tandwielen nodig. Deze zitten in een fiets en in een auto, maar ook in een windmolen en in een keukenmachine.

Een tandwiel is één van de oudste middelen om een beweging over te brengen. Doordat de tanden van een tandwiel in elkaar grijpen, laat het ene tandwiel het andere draaien.

Sommige tandwielen, zoals in een horloge, zijn heel klein. Andere zijn heel groot. Wist je dat je in het grootste tandwiel van een windmolen kunt staan? Hiernaast zie je de kleinste tandwielen in een windmolen. Ze hebben een doorsnede van 30-40 cm.



Van Hoof Groep in Asten bedenkt en maakt tandwielen voor allerlei toepassingen.

In deze opdracht maak je kennis met toepassingen van tandwielen.

1. Waar vind je tandwielen?
   a) Vraag aan je docent werkblad ‘Toepassingen van tandwielen’.
   b) Geef op iedere foto aan waar tandwielen kunnen zitten
   (tip: let op draaiende onderdelen!)

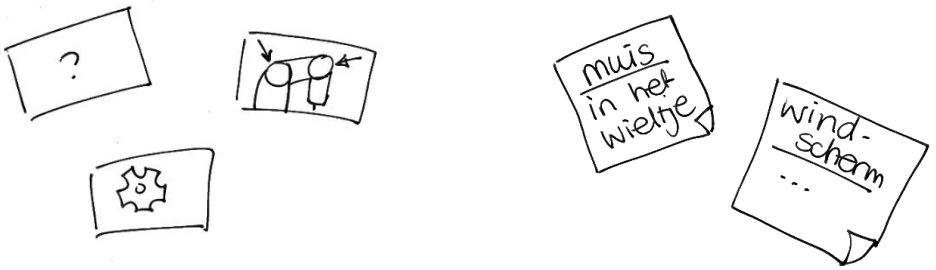






Tandwielen vind je in veel voorwerpen om je heen

2. Welke voorwerpen met tandwielen ken jij?
   a) Zoek zoveel mogelijk voorwerpen om je heen waar tandwielen inzitten.
   b) Maak van deze voorwerpen een foto of omschrijf het voorwerp op een post-it.
   c) Teken op jouw foto of omschrijf wat de tandwielen doen in het voorwerp.
   d) Zet de verzameling van jouw foto’s of post-its in je verslag.



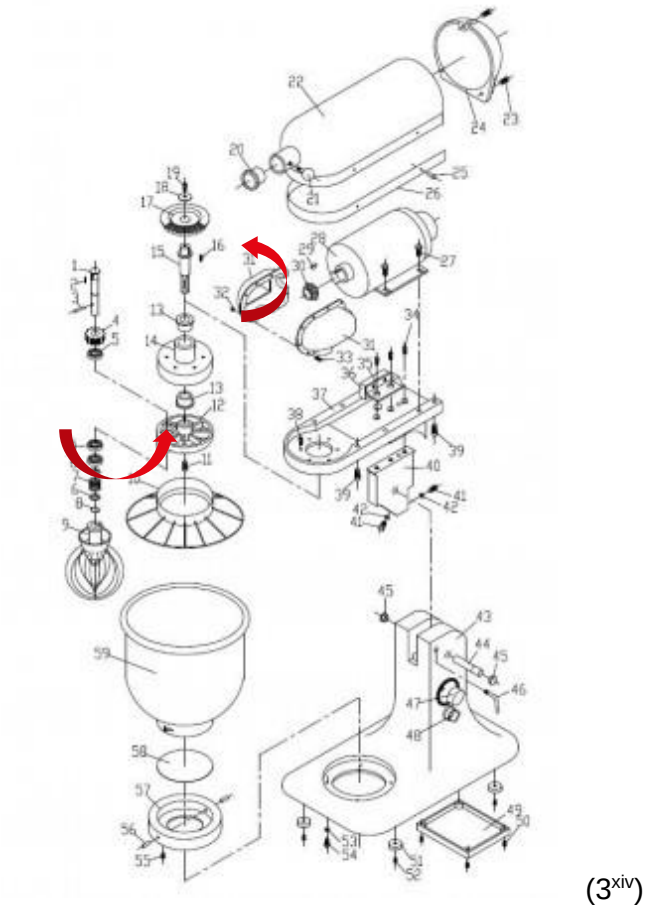
BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

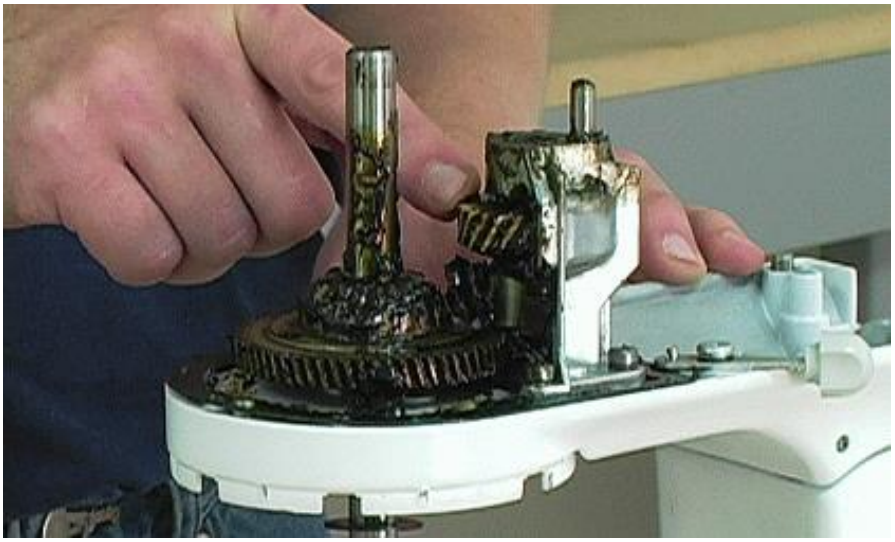
3. Veel tandwielen zitten ín apparaten – maar hoe werken ze daar?
   a) Vraag aan je docent een apparaat.
      Maak een foto van het apparaat voor in je verslag (1)
   b) Haal het apparaat uit elkaar, zodat je de tandwielen ziet.
      Maak een foto van de tandwielen (2).
   c) Onderzoek hoe de tandwielen beweging overbrengen
      Teken op de foto met de tandwielen welke onderdelen in welke richting bewegen (3).



(1[xiii])



(3[xiv])

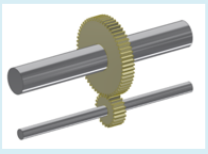
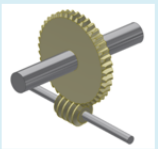
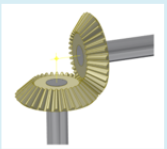


(2[xv])

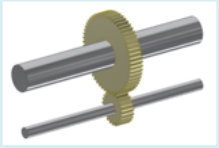
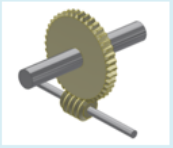
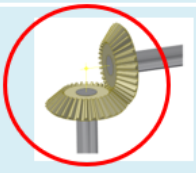
BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

4. Voor verschillende toepassingen heb je verschillende tandwielen nodig. Wat voor verschillende tandwielen zijn er?
   a) Vraag aan je docent drie verschillende tandwielen.
      Vraag het werkblad ‘zoek de 10 verschillen’.
   b) Benoem zoveel mogelijk verschillen tussen jouw tandwielen.
   c) Schrijf deze verschillen in de tabel ‘zoek de 10 verschillen’.

Eigenschappen	Tandwiel A	Tandwiel B	Tandwiel C
Tekening			
Diameter	4 cm en 2 cm	1,8 cm en 0,5 cm	1,4 cm en 1,4 cm
Aantal tanden	50 en 10	20 en 4	Allebei 16
...			

5. Wat zijn de beste tandwielen?
   In opdracht 1 t/m 3 heb je onderzocht waar allemaal tandwielen in zitten. In opdracht 4 heb je de verschillen tussen tandwielen onderzocht.
   a) Kies twee overbrengingen door tandwielen van apparaten of machines uit van opdracht 1 t/m 3.
      Schrijf deze in de kolom ‘overbrenging 1’ en ‘overbrenging 2’ van het werkblad ‘zoek de 10 verschillen’.
   b) Kies voor elk van beide overbrengingen bij iedere eigenschap de beste oplossing voor jouw machine of apparaat. Zet deze in dezelfde kolom.
      Kijk voor een voorbeeld in de tabel onder deze opgave.

Eigenschappen	Tandwiel A	Tandwiel B	Tandwiel C	Overbrenging 1
Naam/apparaat/machine	Parallelle tandwieloverbrengingen	Kruisende tandwieloverbrengingen	Kopse tandwieloverbrenging	Mixer
Tekening				Kopse overbrenging
Diameter	4 cm en 2 cm	1,8 cm en 0,5 cm	1,4 cm en 1,4 cm	Kleiner dan 10 cm
Aantal tanden	50 en 10	20 en 4	Allebei 16	?
				Sterk genoeg voor dik beslag

Klaar?

Je hebt nu **het beste tandwiel** ontworpen voor jouw systeem!

BRAINPORT EINDHOVEN

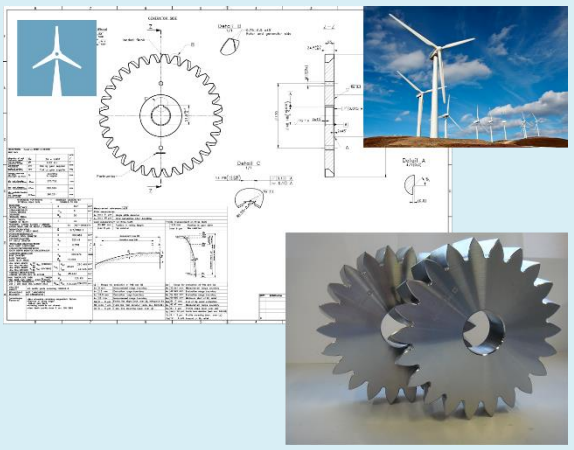
Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

B) Hoe brengen tandwielen beweging over?

Om een voorwerp of machineonderdelen te laten draaien, heb je tandwielen nodig. Deze zitten in een fiets en in een auto, maar ook in een windmolen en in een keukenmachine.

Een tandwiel is één van de oudste middelen om een beweging over te brengen. Doordat de tanden van een tandwiel in elkaar grijpen, laat het ene tandwiel het andere draaien.

Sommige tandwielen, zoals in een horloge, zijn heel klein. Andere zijn heel groot. Wist je dat je in het grootste tandwiel van een windmolen kunt staan? Hiernaast zie je de kleinste tandwielen in een windmolen. Ze hebben een doorsnede van 30-40 cm.



Van Hoof Groep in Asten bedenkt en maakt tandwielen voor allerlei toepassingen. Van Hoof Groep in Asten bedenkt en maakt tandwielen voor allerlei toepassingen.

In deze opdracht ervaar je hoe tandwielen beweging kunnen overbrengen.

Opdracht 1

- Vraag aan je docent tandwielen.
- Bouw de systemen uit de bijlage ‘getande overbrengingen’.
- Maak steeds een filmpje waarin je laat zien dat de opdracht is gelukt.
- Lukt het niet om het hele systeem te bouwen? Vertel er dan bij wat nog nodig is om dat wél te laten lukken.

Opdracht 2

- Kijk rond in je omgeving of zoek voorbeelden op internet. Waar zitten nog meer tandwielen in? Bouw die systemen na.

OF

- Bouw een getande overbrenging (zie opdracht 1 – combineer de opdrachten). Wat zou je hiermee (nog meer) aan kunnen sturen?

OF

- Bouw met lego een getande overbrenging:
  - Naaimachine: https://frugalfun4boys.com/build-lego-galloping-horses/
  - Tandradbaan: https://frugalfun4boys.com/mechanical-lego-turtle/
- Waar kom je een dergelijke overbrenging nog meer tegen?

Extra uitdaging: Wil je graag rekenen aan tandwielen? Ben je benieuwd welke formules je gebruikt om de juiste verhouding te berekenen tussen de grootte en het aantal tanden van de tandwielen? En is je al opgevallen dat de tandjes een speciale vorm hebben en ben je benieuwd hoe je aan die vorm komt?

Kijk dan eens hier[xvi] voor (wiskunde)opdrachten mét uitleg over tandwielen.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Opdracht 3

Van Hoof Groep maakt onder andere tandwielen voor in de PAL-V, een vliegende auto.

Als de auto rijdt, zijn de wieken ingeklapt. Als de auto vliegt, zorgen onder andere tandwielen dat de motor de wieken laat draaien.

Lees hier meer over de PAL-V[xvii].



Bouw zelf een overbrenging waarin een motor wieken laat draaien.

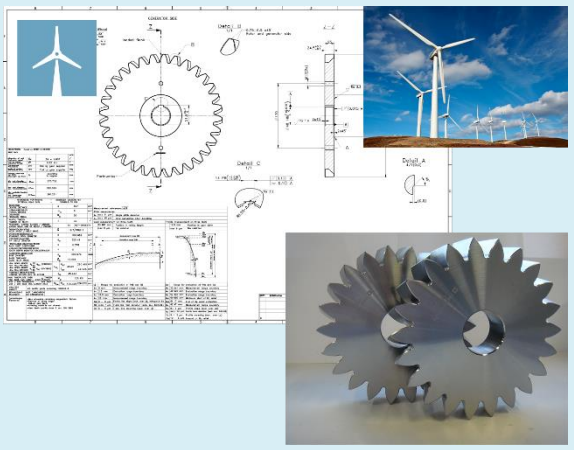
Bouw in die overbrenging een mechaniek, waarmee je bijvoorbeeld door een palletje om te zetten de aansturing van de wieken los haalt.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

C) Hoe maak je het beste tandwielen?

Om in een voorwerp of machine onderdelen te laten draaien, heb je tandwielen nodig. Deze zitten in een fiets en in een auto, maar ook in een windmolen en in een keukenmachine.



Een tandwiel is één van de oudste middelen om een beweging over te brengen. Doordat de tanden van een tandwiel in elkaar grijpen, laat het ene tandwiel het andere draaien.

Sommige tandwielen, zoals in een horloge, zijn heel klein. Andere zijn heel groot. Wist je dat je in het grootste tandwiel van een windmolen kunt staan?

Van Hoof Groep in Asten bedenkt en maakt tandwielen voor allerlei toepassingen samen met hun klanten. Zij zijn hier zo goed in, dat je hun tandwielen overal tegenkomt - zelfs in een vliegende auto! Daarvoor moeten de tandwielen wel aan veel eisen voldoen.

De eisen aan een tandwiel hangen af van de toepassing. Een tandwiel in een fietsbel hoeft bijvoorbeeld aan minder eisen te voldoen dan een tandwiel in een helikopter bijvoorbeeld.

Eisen aan een tandwiel kunnen bijvoorbeeld zijn:

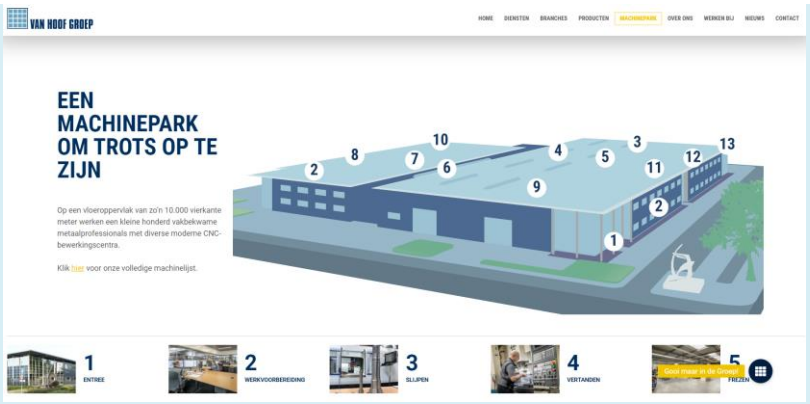
- sterkte
- richting
- snelheid
- wrijving
- zelfsmerend
- corrosiebestendig
- geluidsarm
- onderhoudsvrij
- laag gewicht
- taaiheid en stijfheid: hoeveel kracht breng je over zonder dat het tandwiel breekt of vervormt
- Betrouwbaar (hapert niet), ook bij hoge kracht/snelheid

Om te zorgen dat tandwielen aan deze eisen voldoen, gebruikt de Van Hoof Groep de nieuwste productietechnieken. Tandwielen worden over het algemeen van staal gemaakt of van kunststof. Technieken om staal en kunststof te bewerken, worden steeds verder verfijnd en verbeterd. Ook nieuwe technieken doen hun intrede en machineleveranciers komen met nieuwe productieconcepten. Daardoor kun je ook aan de tandwielen zelf blijven verbeteren.

Kijk eens op deze website[xviii] van de Van Hoof Groep, waar ze laten zien welke machines ze hebben:

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.



In deze lesbrief maak je kennis met wat er komt kijken bij het máken van tandwielen.

Opdracht 1: eisen aan tandwielen

Hieronder zie je een aantal voorbeelden van toepassingen van tandwielen.

Bedenk bij elke toepassing aan welke eisen daarvoor gelden. Maak hierbij gebruik van de lijst in de toelichting hierboven en zoek op internet op ‘produceren van tandwielen’. Kun je zelf extra eisen bedenken? Zet deze dan erbij.

Toepassing	Eisen
Horloge	
Fiets	
Mixer	
Boormachine	
Speelgoedautootje	
Kermisattractie	
Flipperkast	
Graafmachine	
Windmolen	
Medische apparatuur	
Verstelbare operatietafel	
Robotarm	
Helikopter	
PAL-V: vliegende auto	

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Opdracht 2: uitdagingen bij het maken van tandwielen

In dit artikel[xix] staat uitgelegd hoe de productiemethodes van de tandwielfabriek van de Van Hoof Groep zich ontwikkelt.

1. **Kijk het artikel vluchtig door.**
   In het artikel staan verschillende machines benoemd om tandwielen mee te maken.
2. **Kies één machine die in het artikel genoemd staat.**
   Verdiep je in de machine: hoe werkt deze? Wat doet deze?
   Gebruik een zoekmachine om termen op te zoeken die je niet kent en bijvoorbeeld YouTube om te achterhalen welke technieken de machine gebruikt.
3. Vraag bij je docent de lijst op met **'uitdagingen in de productie'**.
   Ga voor jouw machine na voor welke uitdagingen deze machine een oplossing heeft en welke oplossingen dat zijn.
4. Het artikel stamt uit 2012. In de tussentijd zijn de ontwikkelingen ook weer verdergegaan. Zo maakt van Hoof onder andere steeds meer gebruik van robots. Bedenk op welke manier robotisering de productie van tandwielen zou kunnen verbeteren.

5. **Presenteer jouw 'machine' aan de klas:**
   - Wat kan de machine?
   - Hoe helpt deze om beter(e) tandwielen te produceren?



BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Opdracht 3

Je hebt nu gezien dat ontwikkelingen aan machines de tandwielproductie beter kunnen maken. Maar andersom is het ook zo dat de steeds nauwkeuriger en snellere productie van tandwielen nieuwe mogelijkheden brengt voor andere apparaten en machines.

Noem ontwikkelingen in minimaal twee apparaten of machines die mogelijk zijn doordat tandwielproductie steeds nauwkeuriger en sneller wordt.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Bijlagen

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Toepassingen van tandwielen







BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Zoek de 10 verschillen

Eigenschappen	Tandwiel A	Tandwiel B	Tandwiel C	Overbrenging 1	Overbrenging 2
Naam/apparaat/machine					
Tekening					
Diameter					
Aantal tanden					

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Getande overbrengingen

Horloge



Tandwielwieltjes in een horloge bewegen allemaal afhankelijk van elkaar, in een ander tempo.

Bouw een overbrenging waarbij tandwielen afhankelijk van elkaar, maar met andere snelheden draaien.

Fiets

Beweging van de trappers wordt door een ketting overgebracht naar het achterwiel. Dat draait met een grotere hoeksnelheid dan de trappers.



Bouw een overbrenging waarbij een trage omwenteling via een ketting wordt omgezet in een snellere omwenteling.

Molen



De verticale wieken laten een horizontale molensteen draaien. Daartussen kan bijvoorbeeld graan gemaald worden.

Bouw een overbrenging dat een verticale draaiing omzet in een horizontale.

Flipperkast

Als je op een knop duwt, gaat een flipper een en weer. De knop hoef je maar zacht te raken, de flipper gaat met veel kracht omhoog en veert vanzelf weer terug.

Bouw een overbrenging waarbij een ‘flipper’ snel heen en weer gaat als je op een ‘knop’ drukt.



BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Uitdagingen in de productie

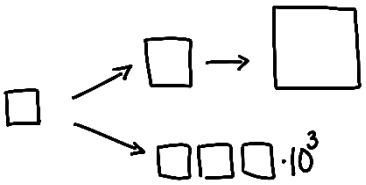
Eén van de zeer bepalende factoren voor een succesvolle fabriek, is welke machines je tot je beschikking hebt. Bij het ontwikkelen van producten en machines heb je onder andere te maken met deze uitdagingen:



Kwaliteit

Fouten in de productielijn betekenen fouten in de producten. Daarvoor nemen bedrijven een aantal maatregelen:

- Test tijdens het productieproces regelmatig of je tussenproduct het doet.
- Geef je tussenproduct pas door als het goedgekeurd is



Opschalen

Opschalen betekent hier dat je ineens een bestelling krijgt voor een groot aantal producten. Hoe houd je daar rekening mee?

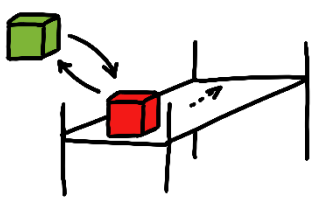


Doorlooptijd

De doorlooptijd is de tijd die het kost om een product te maken, van klantvraag tot het klaar is. Bij de doorlooptijd hoort de tijd die aan het product wordt gewerkt (bewerkingstijd), maar ook de wachttijd bijvoorbeeld. Je wil de doorlooptijd zo kort mogelijk houden, dan kun je de productielijn efficiënter inzetten.

Als je de doorlooptijd van een product wil verkorten, ben je als bedrijf gedwongen om kritisch naar je processen te (blijven) kijken. Dat kan onder andere door ‘Lean’ toe te passen en verspillingen te elimineren.

Bekijk deze video[xx] voor meer informatie over de acht verspillingen die *lean* definieert.

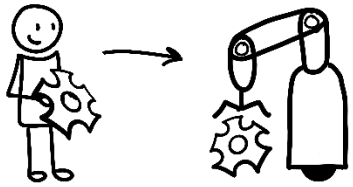


Omstellen

Op veel machines kun je verschillende producten maken. Als je wisselt van product, moet je de machine opnieuw instellen. Dat kost tijd. Omsteltijd is dus één van de factoren die de doorlooptijd bepaalt.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.



Automatisering

In een fabriek worden zoveel mogelijk stappen geautomatiseerd door machines, computers en computerprogramma's, – mits dat opweegt tegen de kosten. Door continue verbetering aan machines, processen en de grotere rekenkracht van computers, worden bijvoorbeeld robots voor in de productie steeds beter, sneller en betaalbaarder.



Onderhoud

Iedere productielijn wordt tijdens het werken vuil en er gaan wel eens onderdelen stuk. Als je in een productielijn iets moet schoonmaken of repareren, kun je dat deel niet gebruiken.



Kostprijs

De kostprijs bestaat uit de totale kosten die gemaakt worden voor het produceren en leveren van één product. De kostprijs is vaak bepalend of een product wel of geen succes is in de markt.



Goed opgeleid personeel

In de techniek is het steeds lastiger om aan goed opgeleid personeel te komen. Zeker bij een gespecialiseerd bedrijf als van Hoof, moeten medewerkers eerst de goede basis opleiding hebben (werktuigbouwkunde, mechanica) en daarna nog intern opgeleid worden.

Na deze opleiding zijn de medewerkers veel waard – daarom zetten technische bedrijven in op duurzame inzetbaarheid en een leven lang leren.

BRAINPORT EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Gebruikte links bij QR-codes

[i] https://youtu.be/-_U-2WdbeJc

[ii] https://youtu.be/-_U-2WdbeJc

[iii] https://youtu.be/Xglr8-iOnHA

[iv] http://henkreuling.nl/tandwielen/Tandwielen%20rlg%20versie%2001-12-2010.pdf

[v] http://www.gearsket.ch/

[vi] https://youtu.be/x0hHrWBdFw4

[vii] https://www.vanhoofgroep.nl/

[viii] http://henkreuling.nl/tandwielen/Tandwielen%20rlg%20versie%2001-12-2010.pdf

[ix] https://youtu.be/W31vjt42Pa0

[x] https://schooltv.nl/video/tandwielen-en-krachten-tandwielen-zijn-heel-handig-op-je-fiets/

[xi] https://youtu.be/tThx3ik_JI0

[xii] https://www.youtube.com/c/peteroverbeek3/videos

[xiii] https://pixabay.com/photos/robot-pastry-kitchen-blue-5207333/

[xiv] https://chefglobal.es/en/mixers-spares-parts/8288-mixer-shaft-b7-exploded-view-1.html

[xv] https://www.ereplacementparts.com/repair-center/article/5297/How_to_Fix_a_KitchenAid_Mixer_That_Isnt_Spinning.html

[xvi] http://henkreuling.nl/tandwielen/Tandwielen%20rlg%20versie%2001-12-2010.pdf

[xvii] www.pal-v.com/

[xviii] https://www.vanhoofgroep.nl/machinepark/

[xix] https://www.vanhoofgroep.nl/wp-content/uploads/2021/05/Publicatie-2012-tandwielproductie.pdf

[xx] https://youtu.be/JXHWd3uH7W8

BRAINPORT EINDHOVEN