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.

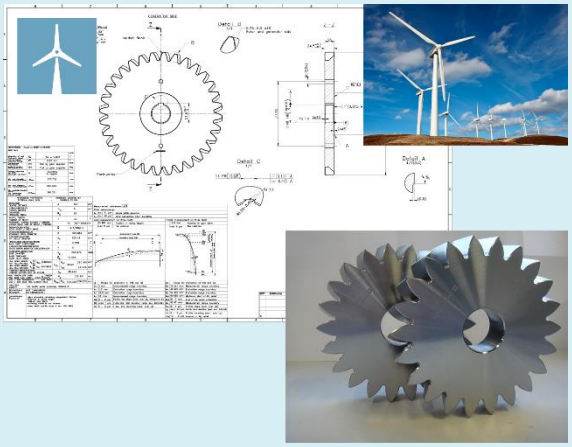
Opdrachten voor leerlingen

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!)

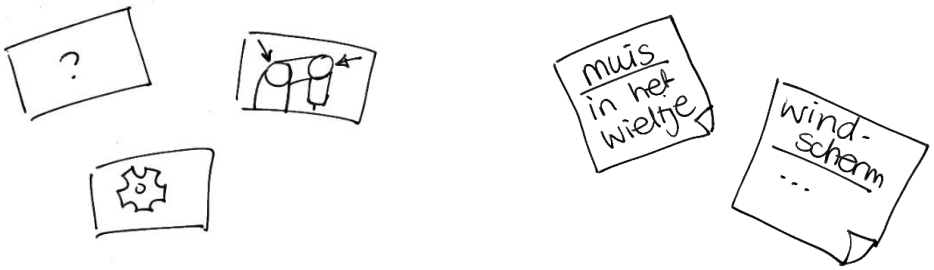






Tandwielen vind je in veel voorwerpen om je heen

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.



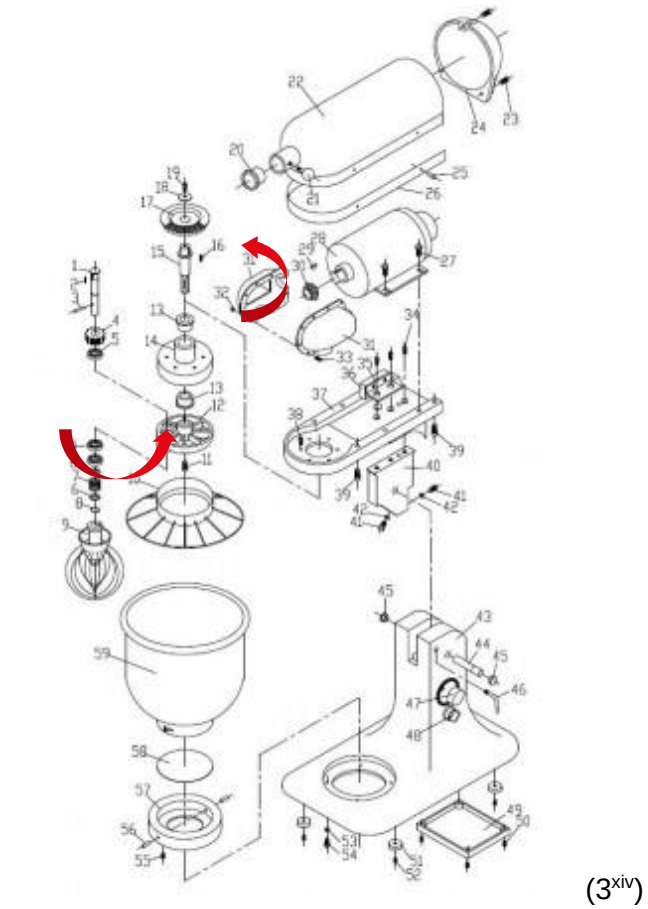
BRAINPORT EINDHOVEN

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.

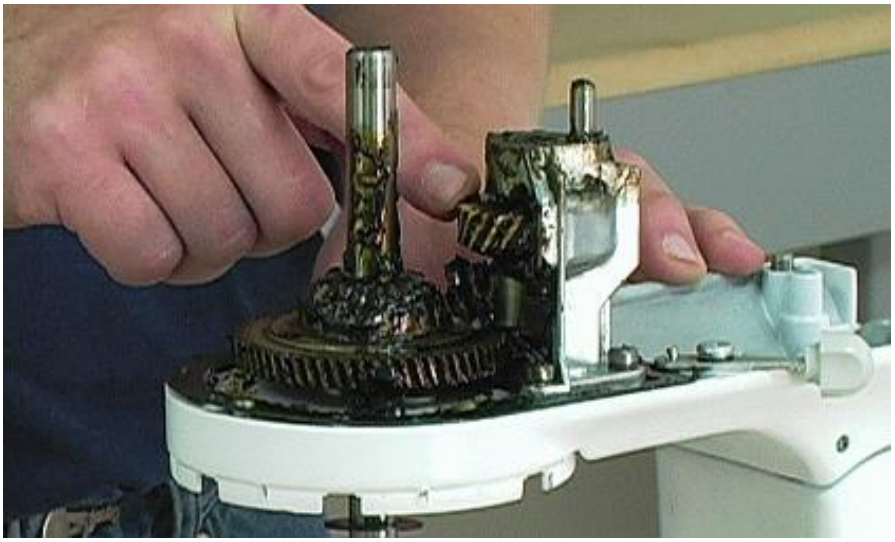
3. Veel tandwielen zitten ín apparaten – maar hoe werken ze daar?
   a) Vraag aan je docent een apparaat.
      Maak een foto van het apparaat voor in je verslag (1)
   b) Haal het apparaat uit elkaar, zodat je de tandwielen ziet.
      Maak een foto van de tandwielen (2).
   c) Onderzoek hoe de tandwielen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



(1[xiii])



(3[xiv])

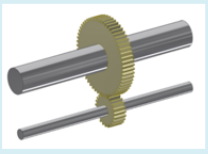
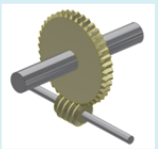
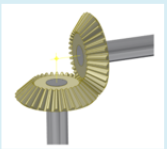


(2[xv])

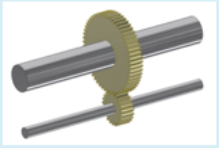
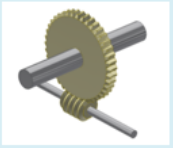
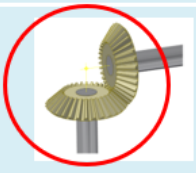
BRAINPORT EINDHOVEN

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

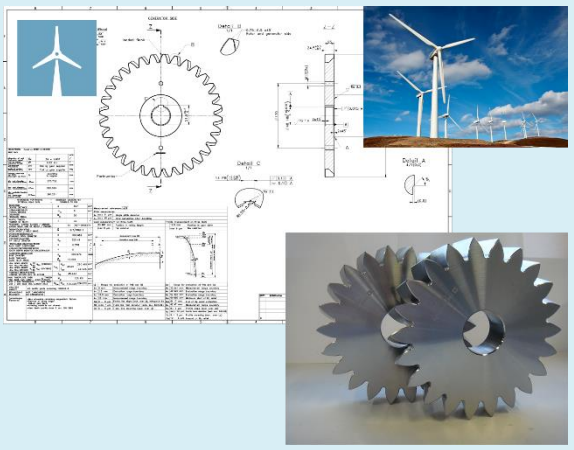
Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

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.

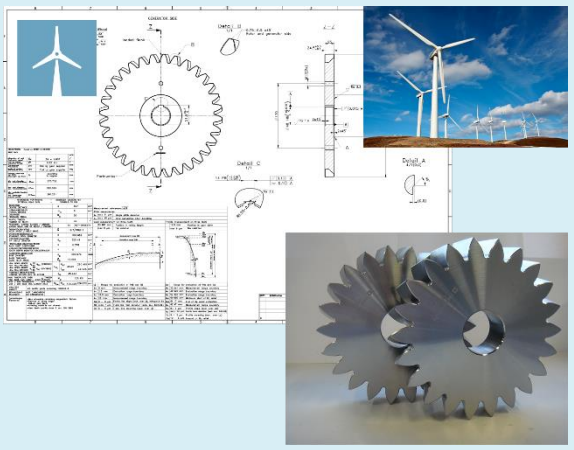
Bouw in die overbrenging een mechaniek, waarmee je bijvoorbeeld door een palletje om te zetten de aansturing van de wieken los haalt.

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:

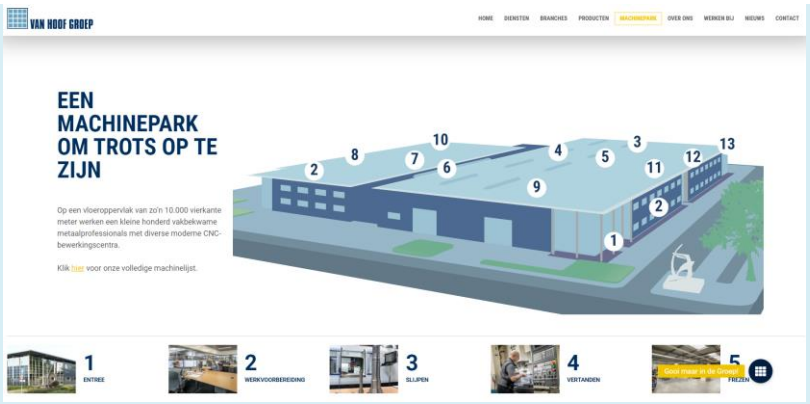
- sterkte
- richting
- snelheid
- wrijving
- zelfsmerend
- corrosiebestendig
- geluidsarm
- onderhoudsvrij
- laag gewicht
- taaiheid en stijfheid: hoeveel kracht breng je over zonder dat het tandwiel breekt of vervormt
- Betrouwbaar (hapert niet), ook bij hoge kracht/snelheid

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

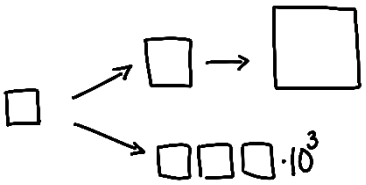
Eén van de zeer bepalende factoren voor een succesvolle fabriek, is welke machines je tot je beschikking hebt. Bij het ontwikkelen van producten en machines heb je onder andere te maken met deze uitdagingen:



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?

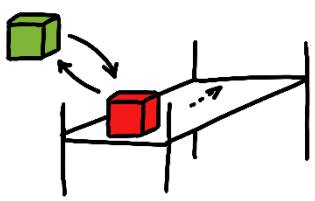


Doorlooptijd

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.

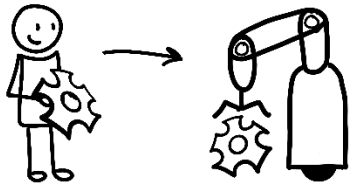


Omstellen

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