Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.



Lesbrief Kusters Goumans

Hoe maak je de as van een achtbaankarretje?

BRAINPORT
EINDHOVEN

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Inhoudsopgave

Handleiding 1
Hoe maak je de as voor een achtbaankarretje?..... 8
Bijlagen 16

Handleiding

Praktische info opdracht

Onderwerpen	Techniek, materiaalkennis, bewerken van materialen
Gekoppeld vak	• Techniek (maken van producten) • Natuurkunde (ontwerpen) • Scheikunde (materiaalkennis) • Wiskunde (volgordes van bewerking, 2D/3D)
Doelgroep	Leerlingen op het vmbo en in het basisonderwijs Deze lesbrief is ook prima in te zetten voor leerlingen op havo/vwo die bezig zijn met 3D tekenen en met het bewerken van materialen
Leerdoel(en)	Kennismaken met het proces van tekening tot het product gemaakt is
Begeleiding	Enthousiaste leerkracht die met de leerlingen mee durft te denken en ontdekken
Tijdsduur	60-90 minuten
Benodigdheden	**Opdracht 2** • 3D-tekenprogramma **Opdracht 4** • (Steek)schuim, hout, klei: staaf met minimaal een doorsnede van 10 cm en een lengte van 24 cm. Mocht dit niet makkelijk te krijgen zijn, pas dan de afmetingen in de 2D-tekening aan.
Locatie	**Opdracht 4**: techniekokaal

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Lesbrieven Brainport digibieb

Deze lesbrief maakt deel uit van een serie lesbrieven om ontwikkelingen van bedrijven in de Brainportregio Helmond – de Peel in de klas te brengen. De lesbrieven zijn ‘los’ in te zetten, maar ook als praktische opdracht in de vaklessen. 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 thuisonderwijs volgen.

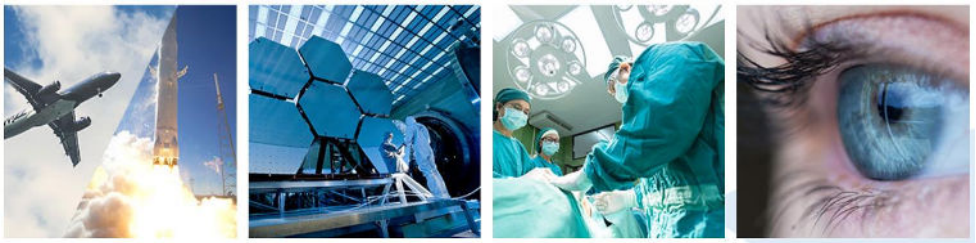
Colofon: Redactie en achtergrond

Het lesmateriaal is ontwikkeld in opdracht van Brainport Development N.V. in samenwerking met Bedrijf in de Klas. De lesbrieven maken onderdeel uit van de jaaragenda techniekpromotie Helmond-De Peel en zijn gefinancierd door de gemeente Helmond. 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 2023

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Achtergrondinformatie

Alle producten die je om je heen ziet, zijn gemaakt. Ook de onderdelen van die producten worden gemaakt. Van sommige onderdelen is het belangrijk dat ze heel precies gemaakt zijn. Kusters Goumans in Beek en Donk is een bedrijf dat precisieonderdelen maakt van excellente kwaliteit. Kusters Goumans levert deze precisieonderdelen onder meer aan de lucht- en ruimtevaart en aan de medische industrie.



Het spreekt voor zich dat onderdelen voor deze markten van de hoogste kwaliteit moeten zijn. Om deze te maken, gebruikt Kusters Goumans de nieuwste machines en meten zij alles wat ze maken heel precies na. Zo kunnen zij garanderen dat het product aan alle eisen voldoet.

Voor de precisieonderdelen gebruikt Kusters Goumans verschillende materialen, zoals RVS, titanium, aluminium en kunststof. Maar Kusters Goumans kan – als een van de weinige bedrijven in Nederland – ook andere materialen bewerken, zoals lood.

Een voorbeeld van een product dat heel precies gemaakt moet worden, is de as van een achtbaan karretje. Als deze niet precies past, treedt slijtage op. En deze slijtage zou weer tot ongelukken kunnen leiden.



Meer informatie

Kusters Goumans[i]

Video werken bij Kusters Goumans[ii]

Als Kusters Goumans een opdracht van een klant krijgt, krijgen zij een tekening in 2D waarop alle maten en toleranties staan van het product dat zij nodig hebben. De medewerkers van Kusters Goumans gaan dan aan de slag om vanuit het 2D-ontwerp het uiteindelijke product te maken.

In deze opdracht maken leerlingen kennis met de verschillende stappen die nodig zijn om van het ruwe materiaal een **as van een achtbaankarretje** te maken.

Dit document is gedownload door () op October 30, 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 Kusters Goumans, het bewerken van metaal en over waarom de as van een achtbaan karretje heel nauwkeurig gemaakt moet worden (zie achtergrondinformatie).
- Maak gebruik van het beeldmateriaal in de achtergrondinformatie.
- Vertel de globale opzet van de opdracht.

Uitvoering

De opdracht bestaat uit vier deelopdrachten waarmee de leerlingen kennis kunnen maken met het proces bij Kusters Goumans. Deze deelopdrachten horen bij elkaar, maar zijn ook los uit te voeren:

1. **Wat is nodig om de as van een achtbaankarretje te maken?**
   Leerlingen bedenken aan de hand van foto's en omschrijvingen in welke volgorde verschillende stappen uitgevoerd moeten worden om van een 2D tekening naar een product te komen.
2. **Hoe ga je van een 2D-tekening naar een 3D-ontwerp?**
   Leerlingen zetten een 2D tekening om naar een 3D ontwerp in een 3D-tekenprogramma.
3. **Wat is het beste materiaal voor de as?**
   Aan de hand van gegevens bedenken de leerlingen waarom je staal gebruikt voor de as van een achtbaan.
4. **Hoe maak je een as uit een blok?**
   Leerlingen bewerken zelf materiaal (klei, schuim, hout of staal) tot een as volgens de maten in de 2D tekening of vanuit hun 3D ontwerp van deelopdracht 2.

Thuisopdracht

- Deelopdracht 1 en 3 kunnen leerlingen ook thuis uitvoeren.
- Deelopdracht 2 kan thuis als ze de beschikking hebben over een 3D-tekenprogramma (verschillende programma's zijn online beschikbaar).
- Deelopdracht 4 kan thuis als ze het juiste materiaal en gereedschap hebben.

Evaluatie

Bespreek met de leerlingen

- Wat vonden zij interessant aan de opdracht?
- Hoe zouden zij de delen uit deze opdracht tegen kunnen komen in hun toekomstige beroep?
- Wat vinden zij interessant aan de handelingen om van 2D tot product te komen?
- Welke onderwerpen uit het lesboek zien zij bij deze opdracht terugkomen? Waarom leren ze dat dus?

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Handreikingen voor de docent

Tips

Deelopdracht 1. Wat is nodig om de as van een achtbaankarretje te maken?

Het juiste antwoord op de foto-opdracht is:

Werkzaamheden	foto
De klant levert een 2D-tekening aan.	A
De 2D-tekening wordt omgezet naar een 3D-ontwerp.	F
Het materiaal om het ontwerp van te maken wordt gekozen.	D
Het 3D-ontwerp wordt omgezet naar de CNC-machine.	H
Het gereedschap en de volgorde van de bewerkingen worden gekozen.	B
Het metaal wordt in de machines bewerkt in een aantal stappen.	G
Het onderdeel wordt eventueel nabewerkt met de hand.	E
Het onderdeel wordt nagemeten of het inderdaad voldoet aan de eisen.	C
Het onderdeel wordt verscheept naar de klant.	I

Deelopdracht 2. Hoe maak je van een 2D-tekening een 3D-ontwerp?

Laat de leerlingen indien nodig kennismaken en oefenen met een 3D-tekenprogramma voordat zij hun 3D-ontwerp gaan maken.

Voorbeelden van deze programma's zijn:

	Programma	Tutorial
Google SketchUp	iii	iv
Tinkercad	v	vi

Deelopdracht 3. Wat is het beste materiaal voor de as?

Antwoord a)

Eigenschappen	Aluminium	Staal	Lood
Stijfheid ($\cdot 10^9$ Pa)	71	200	15
Corrosiebestendigheid	Hoog	Lager	Hoog
Dichtheid ($\cdot 10^3$ kg/m^{-3})	2,7	7,8	11,3
Smeltpunt (K)	933	1780	601
Warmtegeleidingscoëfficiënt (Wm^{-1}K^{-1})	160	15	35

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Antwoord b)
Blijkbaar is de hardheid en het smeltpunt belangrijker dan de andere eigenschappen (help leerlingen evt. met dit antwoord).

Uitbreiding:
Welke nadelen hebben de eigenschappen die niet het beste zijn? Hoe zou je dat kunnen oplossen?

- Corrosiebestendigheid: dan gaat het roesten. Mogelijke oplossing: bv. Aanbrengen van een laklaag.
- Dichtheid: het wordt snel zwaar. Mogelijke oplossing: constructies zo maken dat er zo weinig mogelijk materiaal nodig is.
- Warmtegeleidingscoëfficiënt: het wordt snel heet. Maar gelukkig smelt staal niet snel. Mogelijke oplossing: zorgen dat er zo weinig mogelijk wrijvingswarmte ontstaat en zorgen dat de warmte goed weg kan.

Deelopdracht 4. Hoe maak je een as uit een blok staal?

- Als de leerlingen geen 3D-ontwerp hebben gemaakt, kunnen ze ook de 2D-tekening uit de bijlage gebruiken.
- Laat de leerlingen bij de laatste onderzoeksvraag werken met een staaf (steek)schuim, klei of hout. Start met een staafvorm met een doorsnede van ongeveer 10cm en een lengte van ongeveer 25cm. Kun je deze maat niet vinden, pas dan de afmetingen op de werktekening (zie bijlage 1) aan.
- Het gereedschap dat je hebt maakt niet uit, je kunt het draaien bijvoorbeeld nadoen door houdertjes aan de zijkanten te maken waarmee je het product kunt draaien. Steekschuim en klei kun je gewoon met mesjes en zelfs lepels bewerken.
  Mocht je wel de beschikking hebben over draai- en freesgereedschap, dan kun je dat uiteraard wel gebruiken.

Verdieping

- Opdracht 2 en 4 kun je moeilijker maken door de leerlingen te vragen door
  - ‘zwaarder’ materiaal te gebruiken (hout is lastiger dan steekschuim)
  - meer nauwkeurigheid en details te vragen in de uitvoering
- Opdracht 3 kun je verdiepen door
  - de leerlingen in het Binas zelf de waarden op te laten zoeken: waarom kies je staal?
  - de vraag anders te stellen: welk materiaal is het meest geschikt voor de as van een achtbaankarretje en waarom?

Samen met bedrijven

Deze opdracht kun je goed koppelen aan een bedrijfsbezoek aan Kusters Goumans of één van de vele andere bedrijven in de regio die metaal, plastic of hout bewerkt.

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Vakoverstijgende opdracht met…

In deze opdracht komen de vakken **techniek** (maken), **natuurkunde** (krachten in de gereedschappen), **scheikunde** (eigenschappen van materialen) al volop terug.

Daarnaast kun je ook makkelijk een link leggen met **economie**:
Kusters Goumans krijgt een vraag van een klant binnen en moet aan de hand van die vraag een prijs neerleggen voor het product dat ze gaan maken. Hoe bepaal je die prijs?

Kusters Goumans verwerkt als één van de weinige bedrijven lood. Vanuit natuurkunde kun je makkelijk een koppeling maken met de eigenschappen van lood en de toepassing daarvan in de medische wereld en de industrie.

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Hoe maak je de as voor een achtbaankarretje?

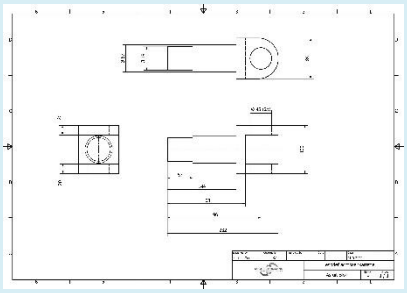


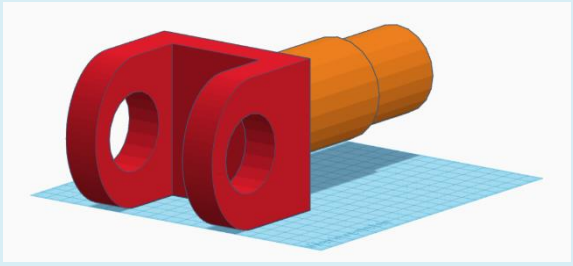
In de achtbaan raas je met enorme snelheid met een karretje over een rails. Gelukkig zit het karretje goed vast met een speciale wielophanging.

De wielen van zo'n karretje draaien heel snel rond. Daar komt veel kracht op te staan. Daarom is het belangrijk dat de assen waarmee de wielen aan het karretje zitten, heel precies zijn gemaakt. Anders ontstaan er trillingen en raakt het karretje in onbalans. Daardoor slijten onderdelen veel harder en kan het karretje stuk gaan.

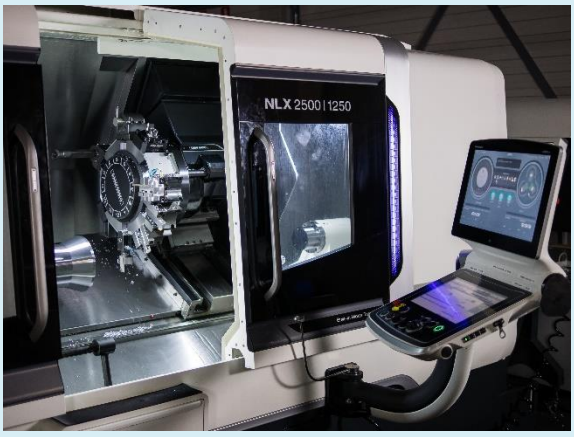
Kusters Goumans uit Beek en Donk kan heel precies onderdelen van metaal maken. Ook assen voor achtbaankarretjes. Zo doen zij dat:

Zij maken hiervoor van een 2D tekening een 3D ontwerp





Een Computer Numerical Control (CNC) machine haalt daarna delen van het metaal af om de juiste vorm te krijgen.



Dat heet **verspanen**.

Bij verspanen kun je

- **draaien**
  Het product draait. De machine haalt daar vanaf de buitenkant materiaal vanaf.
- **frezen**
  Het gereedschap draait en haalt zo materiaal weg.

In deze opdracht maak je kennis met de stappen die nodig zijn om de as voor een achtbaankarretje te maken.

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

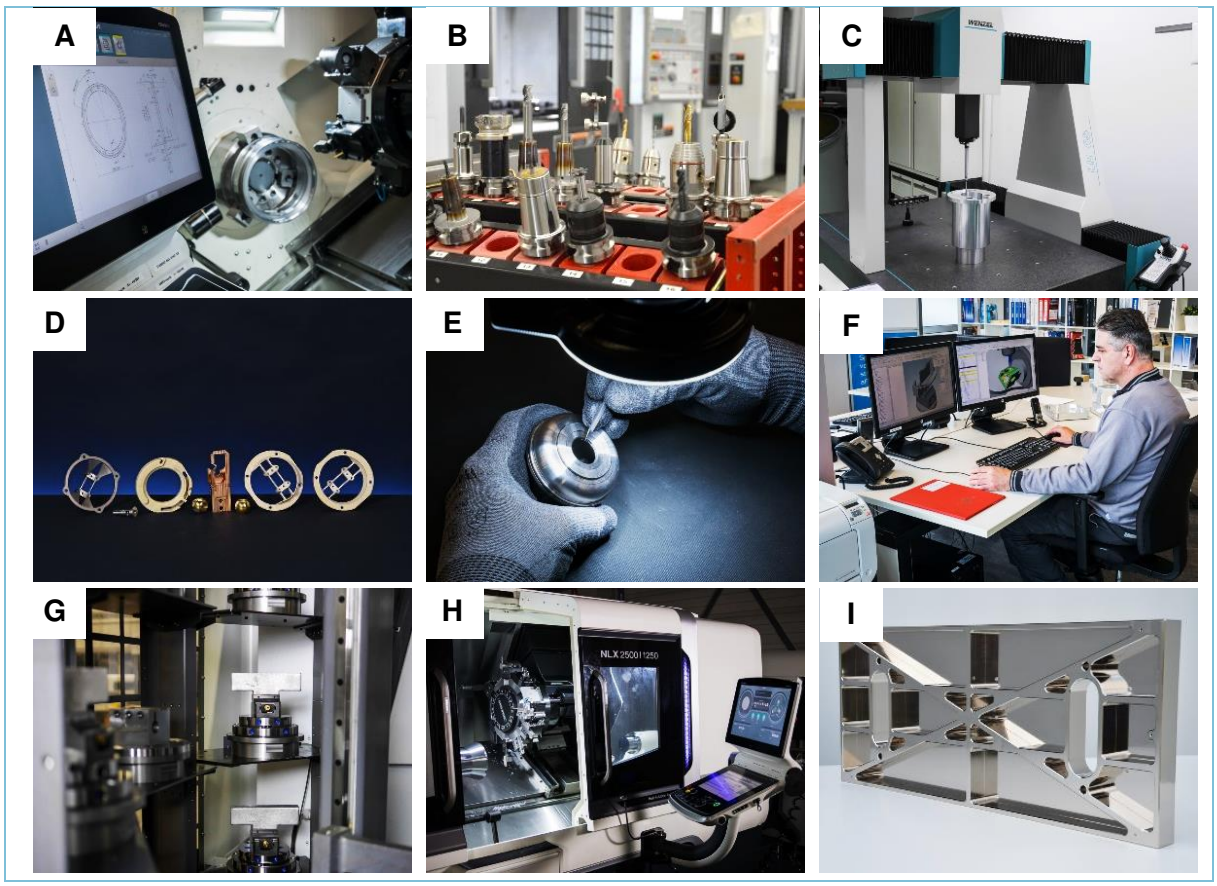
1. Wat is nodig om de as van een achtbaankarretje te maken?

Om de as van een achtbaankarretje heel nauwkeurig te kunnen maken, zijn verschillende werkzaamheden nodig. Een **werkvoorbereider** zorgt dat iedereen weet wat hij/zij moet doen.

Opdracht 1
Hieronder zie je een **tabel** met de werkzaamheden die nodig zijn.
Daaronder staan **foto's** van deze werkzaamheden.
Deze foto's staan niet op de juiste volgorde.

Zet de letters van de foto's bij de juiste omschrijving in de tabel.

Werkzaamheden	foto
De klant levert een 2D-tekening aan.	A
De 2D-tekening wordt omgezet naar een 3D-ontwerp.	
Het materiaal om het ontwerp van te maken wordt gekozen.	
Het 3D-ontwerp wordt omgezet naar de CNC-machine.	
Het gereedschap en de volgorde van de bewerkingen worden gekozen.	
Het metaal wordt in de machines bewerkt in een aantal stappen.	
Het onderdeel wordt eventueel nabewerkt met de hand	
Het onderdeel wordt nagemeten of het inderdaad voldoet aan de eisen.	
Het onderdeel wordt verscheept naar de klant.	I



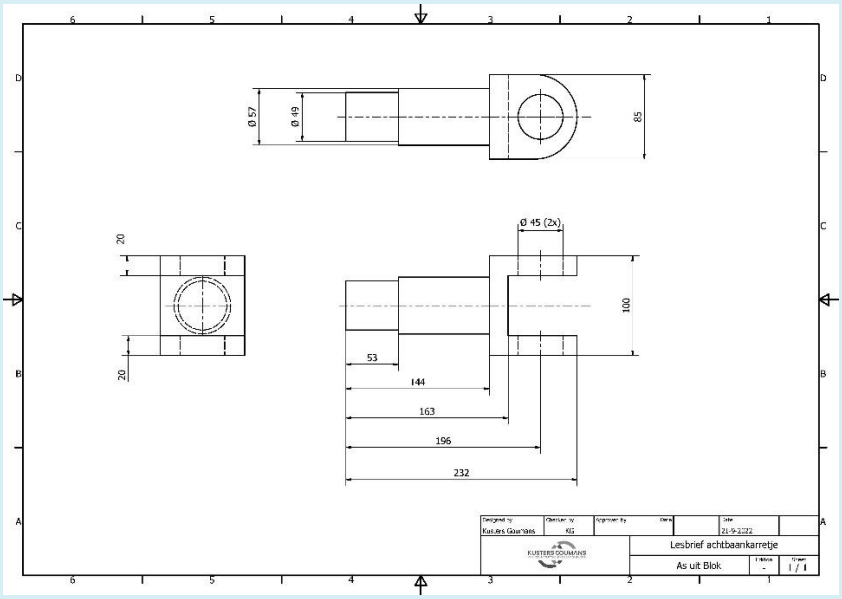
Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

2. Hoe maak je van een 2D-tekening een 3D-ontwerp?

De as van een achtbaankarretje wordt gemaakt met een CNC-machine. CNC is een afkorting voor *Computer Numerical Control.* Dit is een computergestuurde machine die wordt gebruikt om materialen te bewerken.

Om de as van een achtbaankarretje in een CNC-machine te kunnen maken, heb je een 3D-ontwerp nodig. Een **CAM-programmeur** zet de 2D-tekening om naar een 3D-tekening. Vervolgens zet hij of zij de tekening om naar een programma voor de CNC-machine.

Hieronder zie je de 2D-tekening van de as van een achtbaankarretje, met alle afmetingen.



Opdracht 2

- Vraag aan je docent de 2D-tekening in het groot.
- Maak een 3D-ontwerp van de as op basis van de 2D-tekening.
  Vraag aan je docent welk programma je hiervoor gebruikt.
  Doe indien nodig eerst een training voor dat programma.

Extra uitdaging

Om de as tegen roest te beschermen, moeten delen van de as gelakt worden.
Dat gebeurt ná de bewerking met de CNC-machine.

In de 2D-tekening staat aangegeven welke afmetingen de as mét laklaag moet hebben.

- Bedenk waar de as wel en juist niet gelakt moet worden.
- Geef in je 3D ontwerp met kleur aan waar de laklaag komt.

Nog meer uitdaging

De laklaag is 0,2 mm dik.

Pas je 3D-ontwerp zo aan, dat de as na de bewerking met de CNC-machine en het opbrengen van de laklaag de juiste afmetingen heeft.

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

3. Wat is het beste materiaal voor de as?

Het materiaal waar een onderdeel van gemaakt is, bepaalt de eigenschappen van dat onderdeel.

De as van een achtbaankarretje moet:

- hard zijn (niet snel slijten) dus een **hoge stijfheid** hebben.
- niet roesten, het moet dus **corrosiebestendig** zijn.
  of het moet goed te beschermen zijn tegen roest.
- Zo licht mogelijk zijn: een **lage dichtheid** hebben.
- tegen hoge temperaturen kunnen:
  een **hoog smeltpunt** en een **hoge warmte geleidingscoëfficiënt** hebben.

Opdracht 3

Hieronder zie je in een tabel de eigenschappen van drie materialen die Kusters Goumans bewerkt: aluminium, staal en lood.

a) Omcirkel in de tabel hieronder van iedere eigenschap welke materiaal het meest geschikt is voor de as van een achtbaankarretje.

Eigenschappen	Aluminium	Staal	Lood
Stijfheid ($\cdot 10^9$ Pa)	71	200	15
Corrosiebestendigheid	Hoog	Lager	Hoog
Dichtheid ($\cdot 10^3$ kg/m^{-3})	2,7	7,8	11,3
Smeltpunt (K)	933	1780	601
Warmtegeleidingscoëfficiënt (Wm^{-1}K^{-1})	160	15	35

De as van een achtbaankarretje wordt van staal gemaakt. Maar niet alle eigenschappen van staal zijn het meest geschikt.

b) Waarom zou je dan tóch voor staal kiezen?

c) Deze as is van staal, maar Kusters Goumans maakt ook producten van lood. Dat is zwaar en zacht. Waar moet je rekening mee houden als je dat in de machine zet?

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

4. Hoe maak je een as uit een blok?



Kusters Goumans gebruikt als start voor een onderdeel een (deel van een) metalen staaf. Hiervan halen zij delen af om de juiste vorm te krijgen. Dat heet **verspanen**.

In deze video[vii] zie je hoe dat verspanen er bij Kusters Goumans uitziet:

Verspanen kan op twee manieren.:

Draaien



Het product draait en een gereedschap haalt daar vanaf de buitenkant materiaal vanaf.

Frezen



Het gereedschap draait en haalt zo materiaal weg.

Een **verspaner, CNC-draaier en CNC-frezer:**

- stelt de CNC-machines en bedient ze;
- stelt de juiste gereedschappen in;
- zorgt ervoor dat de as op de juiste manier verspaand wordt.

Opdracht 4

a) Vraag aan je docent het materiaal en het gereedschap dat je gaat gebruiken.

Uit het materiaal dat je hebt gekregen, ga je de vorm van een as voor een achtbaankarretje maken. Dit doe je volgens de specificaties in de werktekening.

b) Op de volgende pagina staat de tabel ‘volgorde van bewerkingen’.
Schrijf in deze tabel op welke handelingen je gaat doen in welke volgorde.

c) Schrijf in die tabel bij iedere stap op of je dat in de fabriek zou doen met draaien of met frezen.

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

d) Hieronder zie je een foto van draai- en freesgereedschap voor in een CNC-machine.

Welke gereedschappen lijken op de gereedschappen die jij hebt gebruikt?
Zet in de foto hieronder een cirkel om deze gereedschappen.



Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Tabel: volgorde van bewerkingen

Stap	Dit doen	Gereedschap	= draaien/frezen
1	Weghalen van de buitenste laag	…	draaien/frezen
2			draaien/frezen
3			draaien/frezen
4			draaien/frezen
5			draaien/frezen
6			draaien/frezen

Kusters Goumans moet kunnen aantonen dat de maten van de onderdelen die ze leveren, kloppen met de maten op de tekening. Een **meettechnicus** meet daarom alles na, voordat het product naar de klant gaat

a) Meet de as die jij gemaakt hebt zo nauwkeurig mogelijk na.
Schrijf in de 2D-tekening bij alle maten op wat jouw afmetingen zijn.
b) Schrijf drie dingen op die je in de fabriek zou kunnen doen om nauwkeurig te werken.

1.

2.

3.

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

5. Afsluiting

Om de as van een achtbaankarretje te maken, heb je nodig:

- Een **werkvoorbereider** zorgt dat iedereen weet wat hij/zij moet doen.
- De **CAM-programmeur** zet de 3D-tekening om naar een programma voor de CNC-machine.
- Een **verspaner, CNC-draaier en CNC-frezer:**
  - stelt de CNC-machines en bedient ze;
  - stelt de juiste gereedschappen in;
  - zorgt ervoor dat de as op de juiste manier verspaand wordt
- Een **meettechnicus** meet alles na, voordat het product naar de klant gaat.
- Een **planner** kijkt wanneer de mensen, het materiaal en de machines beschikbaar zijn.



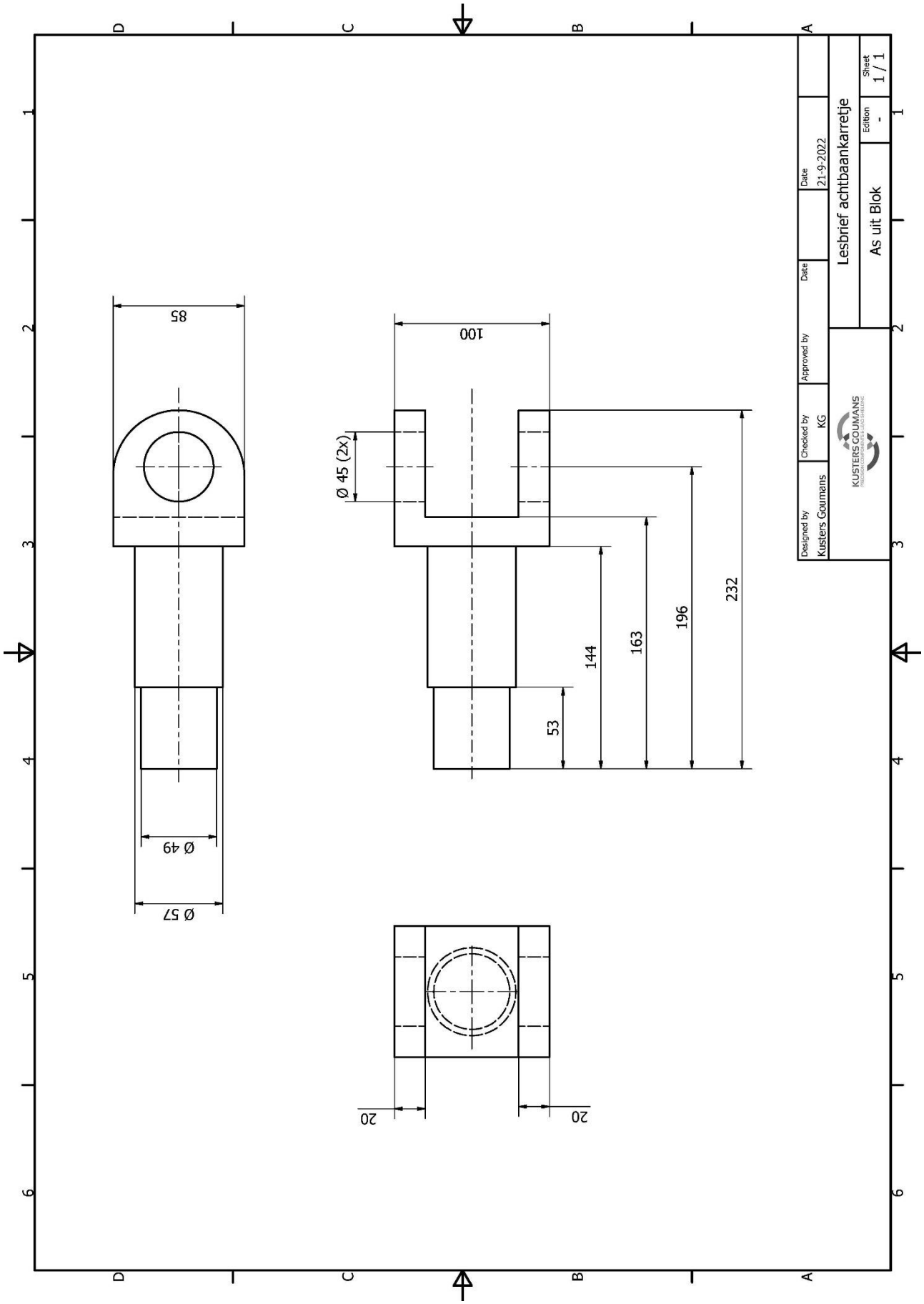
Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Bijlagen

- 2D-tekening as van een achtbaankarretje
- Links naar de gebruikte QR codes

Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

2D-tekening as van een achtbaankarretje



Dit document is gedownload door () op October 30, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Links naar de gebruikte QR codes

[i] https://www.kustersgoumans.nl/nl/
[ii] https://youtu.be/M-4D8BoumbQ
[iii] https://www.sketchup.com/plans-and-pricing/sketchup-free
[iv] https://youtu.be/2hLLcQ50RXM
[v] https://www.tinkercad.com
[vi] https://youtu.be/sziABllrd2M
[vii] https://youtu.be/Y-FTHEFrBxQ