Dit document is gedownload door [redacted] op November 10, 2026
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden op wismon.com/algemene-voorwaarden



Docentenhandleiding

Module 4: Digitale fabricage

Doelgroep
Vmbo leerjaar 3/4

Aansluitend keuzedeel
Innovatie & Prototyping

Duur
600 minuten

Tijdsindicatie per onderdeel

Blok 1: Ontwerpen	200
Blok 2: 3D ontwerp & uitvoering	150
Blok 3: Lasersnijden	150
Blok 4: Plotter	150

Inhoud van de les

De leerlingen leren over digitale fabricage. Ze kijken hoe zij digitale fabricage kunnen gebruiken in hun ontwerpproces. Er wordt gestart met de belangrijkste begrippen. Daarna gaan de leerlingen aan de slag met een simpel 3D ontwerp. Vervolgens gaan ze aan de slag met de lasersnijder. Ze sluiten af met het gebruik van de plotter. Leerlingen leren ook externe bronnen te gebruiken voor de robotwedstrijd.

Dit document is gedownload door () op November 10, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Benodigde voorkennis

- Leerlingen hebben de doelstellingen van de FTC-wedstrijden meegekregen.
- Er is een drivetrain ontwikkeld.
- Leerlingen zijn op de hoogte van de afmetingen van de robot en vooral hun sideboards.
- Leerlingen hebben een teamnaam.

Leerdoelen

- Moderne technische (hulp)middelen en innovaties herkennen en benoemen, met name op het vlak van digitale fabricage.
- Kennis hebben van mogelijkheden op het gebied van digitale fabricage. Denk aan het gebruik van een 3D printer, lasersnijder en snijplotter.
- Zelfstandig basis bewerkingen kunnen uitvoeren met materialen en apparatuur.
- Keuzes voor de gekozen technieken beargumenteren.
- Rekening houden met de invloed van moderne technieken bij het eigen ontwerpproces. Denk aan;
  - De juiste materialen beschikbaar hebben.
  - Goede planning i.v.m. het gebruik van apparatuur.
- Juiste technieken en innovaties kiezen voor de uitwerking van een oplossing.
- Zelfstandig de juiste voorbereiding kunnen uitvoeren voor het uitwerken van een ontwerp. Denk aan;
  - Digitale 3D-ontwerpen (Tinkercad, SketchUp, Fusion 360).
  - Digitale 2D-ontwerpen (vector bestanden, AI, SVG).
  - De juiste bestandsformaten hanteren.

Benodigdheden

Om deze module volledig uit te voeren is de volgende apparatuur nodig:

- Lasersnijder
- 3D- printer
- Een usb-stick voor het opslaan van het 3D ontwerp
- Transferpers
- Snijplotter
- Verbruiksmaterialen: hout, karton, PLA, transfer folie, stickerfolie en textiel voor het bedrukken.

Dit document is gedownload door () op November 10, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Begeleiding tijdens de les

Blok 1: Ontwerpen



Wat de docent vertelt

In dit blok doorloop je als voorbeeld de verschillende onderdelen van de ontwerpcyclus voor het bouwen van de robot. Tot slot maak je de ontwerp-cyclus inzichtelijk. In het volgende blok ga je daadwerkelijk aan de slag met de ontwerpcyclus.

Verkennen - Schetsen - Ontwerpen - Maken - Testen en Evalueren - Innovatie en verbeteren



Tijdsindeling

1.	Verkennen	15 min.
2.	Schetsen	30 min.
3.	Digitaal ontwerpen	40 min.
4.	Maken	40 min.
5.	Testen en evalueren	20 min.
6.	Innovatie en verbeteren	15 min.
7.	De ontwerpcyclus inzichtelijk maken	40 min.



Wat de leerling doet

De leerling bekijkt de theorie en bespreekt enkele vragen met een klasgenoot. Daarna maakt de leerling een poster van de ontwerpcyclus.

Dit document is gedownload door () op November 10, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Blok 2: 3D ontwerp & uitvoering

Wat de docent vertelt

Je maakt in dit blok een ontwerp voor een onderdeel van de robot met Tinkercad. We maken een sideboard voor de robot met het teamnummer erop. De instructies zijn geschreven voor Tinkercad. Als *FIRST*® Tech Challenge deelnemer mag je ook gebruik maken van Solidworks of Fusion 360.

Houdt er rekening mee dat het behoorlijk wat tijd kost voordat je goed kunt ontwerpen in deze programma's. Via de website van *FIRST* Tech Challenge zie je hoe je gratis van deze programma's gebruik kan maken als *FIRST* deelnemer. Ook vindt je duidelijke instructies (Allemaal in het Engels).

Tijdsindeling

1. Verkennen	10 min.
2. Schetsen	30 min.
3. Digitaal ontwerpen	40 min.
4. Bestand klaar maken om te printen	30 min.

Wat de leerling doet

De leerling gaat naar www.tinkercad.com en maakt daar een 3D ontwerp met basisvormen. Dit bestand wordt gedownload naar een .stl bestand en opgeslagen op een usb-stick. Er wordt daarna gekeken naar verschillende sites waar 3D ontwerpen kunnen worden gevonden. Uiteindelijk gaat de leerling zijn bestand in Cura omzetten naar een (g)code bestand en eventueel 3D printen.

Extra informatie

Hier vind je verschillende ontwerpprogramma's waar je als *FIRST* Tech Challenge deelnemer gratis gebruik van kan maken:

- https://ftc-docs.firstinspires.org/en/latest/cad_resources/autodesk/autodesk.html
- https://www.solidworks.com/product/students/first-robotics-students
- https://www.thingiverse.com/

Hier vind je verschillende sites waar je 3D bestanden kunt vinden:

- https://grabcad.com/library/tag/ftc
- https://www.3dcontentcentral.com/parts/supplier/REV-Robotics.aspx
- https://www.yeggi.com/q/ftc+robotics/
- https://www.stlfinder.com/3dmodels/ftc/
- https://www.youtube.com/watch?v=aK779-nVA9s
- https://www.youtube.com/watch?v=mm3G1MmOM34
- https://ftc-docs.firstinspires.org/en/latest/cad_resources/index.html

Dit document is gedownload door () op November 10, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Blok 3: Lasersnijden

Wat de docent vertelt

Een lasersnijder is een krachtige tool die je goed kan gebruiken bij de bouw van jullie robot. Lasersnijden is het het snijden van allerlei materialen met een lasersnijmachine. Het is heel nauwkeurig en veel sneller dan bijvoorbeeld een 3D printer. Een lasersnijmachine werkt met een laserstraal. De laserstraal raakt het oppervlak van het materiaal en verwarmt het zo sterk dat het smelt of volledig verdampt.

Vector tekeningen

Om het beste gebruik te kunnen maken van een lasersnijder, moet je bestanden voorbereiden. Je maakt lijntekeningen bij voorkeur met **vector bestanden**. Deze bestanden bevatten lijnen en coördinaten in plaats van **pixels**, waardoor ze nauwkeurige snijpaden voor de lasersnijder bieden. Veelvoorkomende bestandsindelingen voor lasersnijders zijn: .PDF, .EPS, .AI, .DXF, .DWG, .SVG en .CDR. Hiermee stel je de snijpaden voor je lasersnijder in. Er zijn drie hoofdbewerkingen die je met een lasersnijder kunt uitvoeren: snijden, lijn graveren en vlakgraveren. Deze bewerkingen kunnen worden onderscheiden door het gebruik van verschillende lijnkleuren in je vector tekeningen. Je kunt deze kleuren aangeven in de lasersoftware, waardoor je de gewenste bewerkingen nauwkeurig kunt uitvoeren.

Voorbereiding van vector bestanden

Om succesvol gebruik te maken van een lasersnijder, moet je jouw vector tekeningen goed voorbereiden:

- Zet bewerkbare tekstelementen om naar contouren/lijnen.
- Combineer overlappende graveervlakken en verwijder overlappende snij- en graveerlijnen.
- Zorg voor minimaal 5 mm afstand tussen onderdelen en 5 mm van de rand van het materiaal.
- Verwijder alle elementen die geen snij- of graveerlijnen/vlakken zijn, zoals snijmaskers, afbeeldingen en hulplijnen.
- Houd er rekening mee dat vlakkleuren genegeerd kunnen worden door de lasersoftware, dus zet ze om naar lijnkleuren om het gewenste resultaat te bereiken.

Efficiënt gebruik van lasersnijder

Om de lasersnijder efficiënt te gebruiken, volg je deze aanvullende tips:

- Plaats alle elementen in één laag voor overzichtelijkheid.
- Zorg ervoor dat lijnen van vlakgravures volledig gesloten zijn.
- Stel de eenheid van je tekenprogramma in op millimeters en exporteer DXF-bestanden in millimeters.
- Zorg dat lijnen (“stroke”) uitgelijnd zijn naar het midden van het pad.

Geschikte software voor vector tekenwerk

Er zijn diverse softwarepakketten die je kunt gebruiken voor het maken van vector tekeningen:

- CAD software zoals Fusion 360 en Solidworks, ideaal voor technische tekeningen.
- Grafische bewerkingsprogramma’s zoals Adobe Illustrator, Inkscape en Coreldraw, perfect voor het creëren van grafische elementen.

Kies de software die het beste past bij jouw project en niveau van expertise. Het werken met een lasersnijder vraagt om nauwkeurigheid en zorgvuldige voorbereiding. Door te werken met vector tekeningen en de juiste software, kun je complexe onderdelen en designs creëren voor jouw robotica projecten.

Dit document is gedownload door () op November 10, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Tijdsindeling

1. Achtergrondinformatie lasersnijder	20 min.
2. Aan de slag met het maken van een lijntekening	100 min.
3. Lasersnijder instellen en snijden	30 min.

Wat de leerling doet

De leerling start met uitleg van de theorie. Daarna maakt de leerling een tekening in illustrator en maakt deze gereed voor de lasersnijder. Met behulp van de docent werkt de leerling het ontwerp uit in karton of hout.

Blok 4: Snijplotter en drukpers

Wat de docent vertelt

Wil jij meedoen aan een robotwedstrijd en unieke stickers of bedrukte T-shirts maken? Geen probleem! Met een snijplotter en drukpers zijn er talloze creatieve mogelijkheden om je ontwerpen tot leven te brengen. In dit blok leer je over de snijplotter en transferpers.

Tijdsindeling

1. Achtergrondinformatie snijplotter	20 min.
2. Lijntekening maken	50 min.
3. Plotter instellen, snijden en pellen	50 min.
4. Drukpers gebruiken	30 min.

Wat de leerling doet

De leerling bekijkt de theorie en maakt daarna verschillende bestanden op in Illustrator. De leerling maakt daarna gebruik van een plotter en een drukpers.