



Lesbrief AI

Doe-opdracht ASML

**Hoe raak je 50.000
tindruppeltjes per seconde?**

Lesbrief AI

Doe-opdracht ASML

Hoe maak je EUV licht?



Inhoudsopgave

Praktische informatie van de opdracht	2
Achtergrondinformatie	4
De les	6
Opdrachten voor leerlingen	14
Bijlagen	22

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

Deze lesbrief sluit daarnaast aan bij het ['Tech Awareness' project](#) van Brainport Eindhoven. In dit project staan de vijf sleuteltechnologieën van Brainport centraal. Eén van deze sleuteltechnologieën is [Artificial Intelligence](#) (AI). AI wordt onder andere gebruikt in zelfrijdende auto's en vrachtwagens (**DAF Trucks**), het omzetten van taal in een andere taal (Google Translate) of om instructies te geven (Google Assistant en Siri bijvoorbeeld). Maar ook om super precies een plaats te kunnen bepalen (**ASML**). Daarmee kun je bijvoorbeeld artsen helpen om sneller en betere diagnoses te stellen (**Philips**), maar kun je ook een magazijn inrichten waarin automatische systemen alle producten die binnenkomen zelf op de goede plek opslaan en ophalen als ze nodig zijn (**Vanderlande**).

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

Praktische informatie van de opdracht

Thema	AI en Techniek
Gekoppeld vak	Natuurkunde
Doelgroep	Bovenbouw vmbo, havo en vwo Maar met aanpassing ook voor andere doelgroepen in te zetten.
Eindtermen	<p>Naast het werken aan vakoverstijgende thema's en de oriëntatie op leren en werken (vmbo) en de algemene vaardigheden bij domein A (havo/vwo) komen ook de volgende onderwerpen langs:</p> <p>Vwo natuurkunde</p> <ul style="list-style-type: none"> • E2 elektromagnetische straling en materie (vwo) • F1 Quantumwereld <p>Havo natuurkunde</p> <ul style="list-style-type: none"> • C1 Kracht en beweging (richting van de laser, snelheid van de deeltjes) • D1 Eigenschappen van stoffen en materialen • H Natuurkunde en technologie <p>Vmbo NaSk-I en NaSk-II</p> <ul style="list-style-type: none"> • NASK1/K9 Kracht en veiligheid (richting van de laser, snelheid van de deeltjes)
Leerdoel(en)	Kennismaken met de uitdagingen die komen kijken bij het súper nauwkeurig en súpersnel werken in de hightechindustrie en welke rol AI daarin kan spelen.
Begeleiding	Docent die goed mee kan denken bij uitdagingen van bedrijven
Tijdsduur	Losse opdrachten elk ongeveer één lesuur, maar uit te breiden tot een groter (vakoverstijgend) project
Benodigdheden	<ul style="list-style-type: none"> • Een laptop of mobiel met QR-code scanner. • Opdracht A: twee bijlagen
Locatie	Geen vereisten

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. Voorbeelden van AI waar bedrijven in de Brainportregio aan meewerken, zie je hier:



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

Vervolgopleidingen met Artificial Intelligence

Wil je na je middelbare school verder met Artificial Intelligence? Dat kan! AI komt terug in steeds meer studies, op ieder opleidingsniveau.

Wil je een specifieke AI-ervolgopleiding? [Kijk dan in de bijlagen](#) voor de mogelijkheden.



Achtergrondinformatie

Het bedrijf: ASML

Smartphones worden steeds sneller, laptops steeds lichter, computers steeds krachtiger. Dat is te danken aan steeds kleinere en krachtigere chips. Microchips zijn de 'hersenen' van allerlei soorten apparaten: van smartphones en computers tot wasmachines en auto's. ASML maakt de machines waarmee andere bedrijven, zoals Samsung en Intel, microchips maken. ASML is de belangrijkste maker van chipmachines ter wereld, zo'n 85 procent van de microchips is gemaakt met een machine van ASML.

Bekijk hier de videoⁱ 'ASML in 1 minute' (Engels)



De kunst bij het maken van microchips is om de ruimte op een chip zo goed mogelijk te benutten. Hoe meer je op de microchip kwijt kan, hoe meer rekenkracht deze heeft. Daarvoor moeten de structuren óp de chip zo klein en nauwkeurig mogelijk zijn.

Deze structuren worden in de machines van ASML op de chips aangebracht door middel van fotolithografie. De hoeveelheid detail of resolutie van de lithografiestap is onder andere afhankelijk van de gebruikte golflengte van het licht en kun je vergelijken met het maken van een schaduw van je hand op een muur.

Sommige plekken worden belicht en sommigen niet. Hoe kleiner je de schaduw kunt maken waarbij de handcontour zichtbaar blijft, hoe meer handen je kwijt kunt op de muur. Dit noemt men de resolutie. Hoe hoger de resolutie, hoe meer details zichtbaar op de chip kunnen komen te staan en hoe meer rekenkracht de chip krijgt.

Omdat de structuurtjes op een chip zo klein zijn is zelfs de golflengte van het licht van invloed op dit proces en daarom is ASML steeds op zoek naar lichtbronnen met een steeds kleinere golflengte.

Lees in dit artikel meer over het maken van microchipsⁱⁱⁱ.



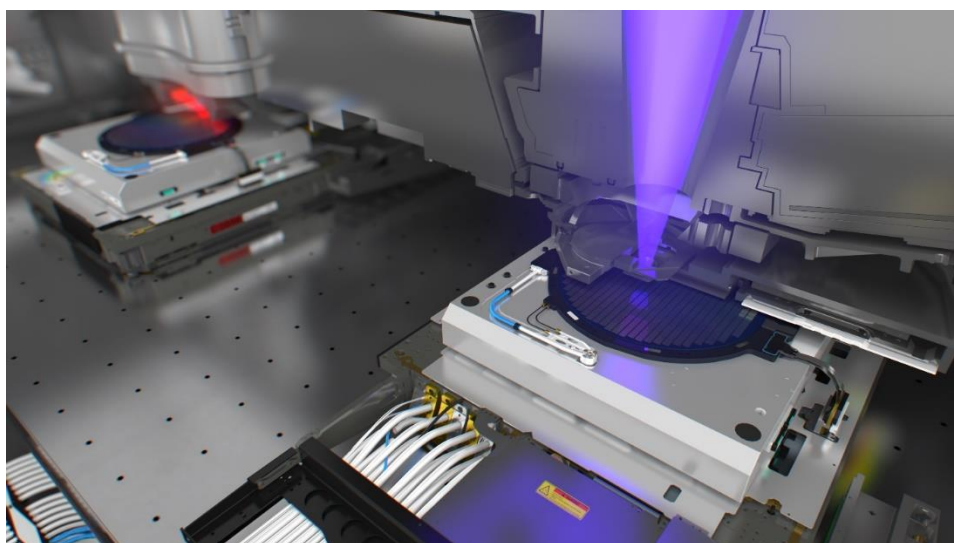
Het project: EUV

De nieuwste generatie chips machines van ASML werkt met EUV-technologie: extreem ultraviolet licht, met een heel korte golflengte. De EUV-machines maken het mogelijk om lijntjes te printen van 8 nanometer dik. In de toekomst moet dat verder worden teruggebracht, tot zelfs 1nm 'dik' en nog smaller. Ter vergelijking: de diameter van één kopermolecuul is al 0,128 nm!

Het werken met EUV brengt wel uitdagingen met zich mee. Zo verdwijnt EUV-licht in de lucht, en wordt het ook door lenzen volledig geabsorbeerd. De nieuwe machines werken dus onder vacuüm, en met spiegels in plaats van lenzen.

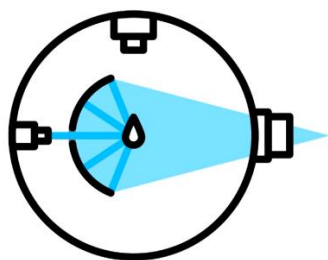
ASML innoveert continu en is alweer bezig met de opvolger van de EUV: de High-NA variant. Deze machine heeft nog geavanceerdere optiek en werkt nog sneller en accurater.

Bekijk hier een video over de ontwikkeling van EUV-machines bij ASML^{iv}.



De opdracht: Hoe raak je 50.000 tindruppeltjes per seconde?

EUV



Om EUV licht te maken heb je een hele sterke laser nodig, die op een druppeltje vloeibaar tin schiet, waardoor het druppeltje verdampt en EUV licht genereert.

Dat moet allemaal heel nauwkeurig getimed worden: je schiet 50.000 druppeltjes per seconde dus het is heel moeilijk om dat precies op het juiste moment te raken.

Maar als het lukt, ontstaat er plasma (geïoniseerd gas) met de juiste kleur: Extreem-Ultra Violet.

In deze opdracht maken leerlingen kennis met wat er komt kijken bij het súperprecies raken van de 50.000 tindruppeltjes met een laserstraal.

Op deze pagina^v staat een video van de machine bij ASML tindruppeltjes met laserstralen beschiet om zo EUV-straling te maken.



De les

Introductie door de docent

- Maak zo mogelijk een link naar voorgaande lessen;
- Vertel de leerlingen over ASML, EUV en de opdracht (zie achtergrondinformatie);
- Beeldmateriaal dat je kunt inzetten om deze uitleg te ondersteunen, vind je hier:



ASML (in 1 min)^{vi}



Wat is een microchip en hoe werkt deze?^{vii}



Microchips met EUV^{viii}

- Vertel de globale opzet van de opdracht.

Uitvoering

De opdracht bestaat uit twee deelopdrachten. Deze horen bij elkaar, maar zijn ook los uit te voeren.

A) Hoe raak je een tindruppel met een laserstraal?

Leerlingen proberen zelf om zo nauwkeurig mogelijk een doel te raken. Het doel gaat bewegen en uiteindelijk snel bewegen. Ze ervaren dat ze zelf leren tijdens het doen van deze oefening. Daarna bedenken ze hoe AI kan helpen om sneller tindruppeltjes te raken.

B) Hoe helpt AI om een laserstraal te richten?

Leerlingen ervaren aan de hand van een UFO-schietspelletje hoe je kunt leren om beter te richten door iets vaker te doen. Zij bedenken wat AI moet leren om de machines sneller te maken.

C) Hoe zorgt AI voor nog snellere microchip-machines?

Leerlingen bedenken welke variabelen een rol spelen bij het juist focussen van een laserstraal. Daarna maken ze kennis met hoe AI leert aan de hand van Quickdraw. Tenslotte maken ze de vertaling van het leren van AI naar hoe de software in de EUV-machine kan leren en zo machines nog sneller kan maken.

Thuis-opdracht

Voor opdracht A hebben de leerlingen wel een maatje nodig. Opdracht B en C kunnen leerlingen ook thuis uitvoeren.

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 hightech?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan een EUV/microchipproductie?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan AI?
- Welke onderwerpen uit het lesboek zien zij bij deze opdracht terugkomen? Waarom leren ze dat dus?

Tips voor de docent

A) Hoe raak je een tindruppel met een laserstraal?

Bij deze opdracht ontdekken leerlingen hoe moeilijk het is om een heel klein, bewegend doel te raken. Eventueel kun je dit ook met laserstralen en spiegels doen. Zie de lesbrief van Malvern Panalytical in de Brainport Digibieb.

Bij de opdrachten is niet nodig dat de leerlingen het goede antwoord geven. Wel dat ze goed nadenken en hun antwoord kunnen onderbouwen. Vinden leerlingen het lastig om antwoorden te bedenken? Doe deze vragen dan met de klas samen.

Mogelijke goede antwoorden bij de opdrachten:

5. Wat kan lastig zijn aan het raken van een tindruppeltje?
 - Het tindruppeltje is een héél klein doel
 - Het beweegt, zeker de tweede keer volgens een onbekende baan
 - De laserstraal moet het druppeltje gefocust raken, dus 3D positie nodig
 - Het gaat súpersnel (50.000 keer per seconde!)
 - ...
9. Hoe helpt AI om sneller tindruppeltjes te raken:
 - AI kan leren in welke richting de tin-mist waarschijnlijk gaat
 - AI kan leren waar de laserstraal de tindruppel moet raken voor de hoogste EUV-opbrengst
 - AI kan leren om het programma precies aan te passen aan wat er echt gebeurt ten opzichte van de theorie
 - AI kan helpen bij het opvangen van grilligheden in de generatie van druppels in het systeem die lastig af te vangen zijn met klassieke wiskunde omdat er onverwachte dingen gebeuren.
 - ...

B) Hoe precies raak je je doel?

In deze opdracht spelen leerlingen een computerspelletje om te ervaren

- hoe lastig het is om een doel te raken
- wat je moet leren om daar beter in te worden

Je kunt het schietspel ook vervangen door leerlingen in de gymles ballen te laten gooien op bewegende doelen (andere ballen). Lukt het ze om een doel twee keer achter elkaar te raken?

Mogelijke goede antwoorden bij de opdrachten:

3. Zie opdracht A-5.
4. Als je in 3D werkt ten opzichte van 2D: Extra dimensie, dus veel complexere berekeningen, zeker als je het over snelheid/versnelling hebt.
5. Mogelijke variabelen die de leerlingen kunnen noemen, zijn:
 - Grootte tindrappel
 - Frequentie tindrappels
 - Snelheid / versnelling tindrappel
 - Tijdsduur die het kost om de laser goed in te stellen
 - Snelheid van de laserstraal
 - Breedte van de laserstraal
 - Beweging tindrappel nadat deze één keer is geraakt?
8. Artificial Intelligence helpt om sneller tindrappeltjes te raken, doordat:
 - AI kan leren hoe tindrappeltjes bewegen
 - AI kan daardoor voorspellen waar de tindrappeltjes naartoe gaan
 - AI kan leren waar je een tindrappeltje het beste kan raken voor het meeste effect
 -

C) Hoe zorgt AI voor nog snellere microchip-machines?

Verder is het echt vooral van belang dat leerlingen een redelijk zinnig antwoord geven dat ze kunnen onderbouwen. Check vooral of ze hun antwoorden 'koppelen': maken ze in het antwoord op 4 gebruik van het antwoord bij 1 t/m 3?

Mogelijke goede antwoorden bij de opdrachten:

5. Goede antwoorden kunnen bijvoorbeeld zijn:
 - Grootte tin-mist
 - Plaats tin-mist in 3D
 - Beste plek om tin-mist te raken voor grootste opbrengst EUV
 - Hoelang duurt het om de laser goed in te stellen
 - Hoe snel gaat de laserstraal
 - Hoe 'breed' is de laserstraal
 - Hoe beweegt een tin-mist nadat deze één keer is geraakt?

Verdieping en verbreding

Samen met bedrijven

- De opdracht kun je goed koppelen aan een (online) bedrijfsbezoek of gastles van ASML. Over dit specifieke onderwerp hebben ze geen gastles, in de wiskunde gastles komt wel een stukje over het supernauwkeurig werken terug.
De gastlessen van ASML ten tijde van schrijven (april 2021) zijn: Build your own app, Mobile Phone, MEMS, Maths & Robotica. Tijdens een bezoek aan ASML zien leerlingen met een 3D bril wel hoe het beschieten van de tindruppeltjes werkt.
- Naast AMSL zijn ook andere hightech bedrijven continu bezig om processen sneller, kleiner en nauwkeuriger te maken. Zie bijvoorbeeld de lesbrief Schunk Xycarb of Malvern Panalytical. Vraag bij zo'n hightech bedrijf wat bij hen lastig is en hoe ze aan deze uitdaging werken.

Meer ASML

- In de Expeditie 7 Werelden van Jet-Net & TechNet staat ook een doe-opdracht over ASML, bij de wereld 'High-tech & Science'. Hier maken leerlingen kennis met 'schoon werken' en cleanrooms.

Meer AI

In de Brainport Digibieb staan meer over AI:

- Hoe kunnen vrachtwagens zelf rijden? (DAF Trucks)
- Hoe krijg je het beste beeld voor een goede diagnose? (Philips)
- Hoe helpt AI bij het bevoorraden van de supermarkt? (Vanderlande)


Vakoverstijgende opdracht met...

- **Natuurkunde**


In deze opdracht komt het vrijkomen van EUV-straling door beschieting van tin en het nauwkeurig focussen van een laser ter sprake. Maar je kunt het onderwerp ook breder pakken:

- Hoe maak je met een laserstraal EUV licht uit tindruppels? Lees daarover in dit artikel^x 'Laserschietsen op tindruppels' van de TU/e.
- Om chipsmachines sneller te maken, is een zo hoog mogelijke intensiteit licht nodig: de wafers hoeven dan korter belicht te worden om de patronen te etsen. Hoe meer druppeltjes tin je raakt, hoe meer fotonen vrijkomen, hoe sterker de 'beam'. Hoe sterker de beam hoe korter je chips hoeft te belichten dus hoe sneller het lithografieproces kan gaan. (+ zie economie!)
- EUV-machines zijn groot en ingewikkeld. Als er onderhoud is bij een klant, kan de klant dat niet zelf oplossen. Hoe zou ASML kunnen zorgen dat de klant zo min mogelijk 'last' heeft van onderhoud aan de machine?
- Bij ASML loopt onderzoek naar of/hoe je met een deeltjesversneller EUV licht kunt produceren en of die techniek in de machines toegepast zou kunnen worden. Hoe kun je met een deeltjesversneller EUV licht produceren? En hoe zou je dat in een machine kunnen doen?




- EUV licht is nodig om nog meer structuren op een microchip aan te kunnen brengen. Maar hoe werkt dat dan? En waarom is daar EUV voor nodig? Tot welke resolutie kun je werken? En wat is de volgende stap? Heel veel extra informatie vind je op deze pagina van tweakers^x: Extreem-ultravioletlithografie / Zin en onzin van EUV-chipproductie. 
- En een hele andere: ASML gebruikt spiegels en lenzen om het licht te sturen dat de microchips bewerkt. Probeer op een zonnige dag om met een vergrootglas een gaatje in een papier te branden. Hoe precies kun je daarmee mikken? Hoe kleine gaatjes kun je branden? Hoe kun je dat beïnvloeden?

- **Wiskunde**

- Om het punt te bepalen waar een laser een tindruppeltje of -mist moet raken, zijn veel wiskundige berekeningen nodig. Je kunt dit nagaan met de leerlingen door de casus veel eenvoudiger aan te bieden (tindruppeltje staat stil, in welke hoek stel je de laser af in 2D?) en – zo snel als jouw leerlingen het aankunnen – op te bouwen. Wat als het druppeltje beweegt? Hoe in 3D? etc. 
- Optimalisatie inzetten om het ontwerp van het 'masker' te bepalen dat wordt gebruikt om patronen op de wafers te maken. Zie ook 'What is computational lithography?'^{xi}.
- Om het productieproces te verbeteren, maakt ASML gebruik van Big Data: zij scannen alle wafers op afwijkingen. Met behulp van statistiek gaan zij na of daar patronen in zitten. Deze patronen kunnen wijzen op processen in de machine die verbeterd kunnen worden. Ook hier wordt AI voor ingezet. Dit proces is vergelijkbaar met het automatisch stellen van diagnoses van een MRI-scan bijvoorbeeld. In de Brainport Digibieb kun je in de lesbrief van Philips zien hoe dat in zijn werk gaat.

- **Scheikunde**

In de EUV machine van ASML wordt tin gebruikt om EUV licht op te wekken. Waarom gebruiken ze daar tin druppeltjes voor? Zou een andere stof ook geschikt zijn? Waarom wel/niet? En waarom komt EUV licht vrij als tin geraakt wordt door een CO₂-laser?

Kijk op deze pagina^{xii} voor een uitleg over de bijzondere oorsprong van EUV licht in heet tin-plasma. 

- **Economie**

- Naast de aanschaf van rond de 150 miljoen euro kost een EUV machine nog zo'n 10 miljoen euro per jaar. Dat moet terugverdiend worden. Maar een microchip is tegenwoordig erg goedkoop. Hoe zorg je dus dat je je investering terugverdient? (zoveel mogelijk microchips verkopen!) Wat zijn dus de uitdagingen van ASML voor haar machines? (zoveel mogelijk chips per uur!). Welke ontwikkelingen heeft ASML gerealiseerd? (Twinscan, EUV, ...). Hoe dragen die bij aan een kortere terugverdientijd?
- Een machine van ASML heeft – net als alle machines – regelmatig onderhoud nodig. De downtime (tijd dat de machine niet in gebruik is) moet daarbij zo kort mogelijk zijn (zie vorige punt). Maar het onderhoud is zo complex dat dit alleen gedaan kan worden door iemand die door ASML is opgeleid. Hoe kan ASML

'added value' leveren voor de klant? Welke propositie hoort daarbij? (een EUV machine kost rond de 150 miljoen euro in aanschaf, daarnaast betaalt een bedrijf nog zo'n 10 miljoen euro per jaar aan service kosten eromheen (onderhoud, stroom, onderdelen etc.)

- De machines van ASML kosten ontzettend veel geld. Wie koopt zo'n machine? En wat doen de chip-bedrijven die dit geld niet hebben? Welk effect heeft dat op de chips die ze produceren en hun klanten?

- **Aardrijkskunde**

ASML heeft meer dan 60 locaties in 16 landen (zie <https://www.asml.com/en/contacts>).

- Bekijk deze locaties. Waarom zitten ze juist daar?
- Bekijk ook de career-website van ASML (<https://www.asml.com/en/careers>). Vergelijk de informatie op de website over het werken in bijvoorbeeld twee verschillende landen. Wat valt je op? Zou je in een van de twee landen willen werken? Waarom wel/niet?

- **Maatschappijleer**

Bij ASML werken veel internationals (werknemers uit het buitenland). Waarom is dat zo? Waar komen deze internationals vandaan? Wat is het verschil met expats? Hoe ervaren zij de Nederlandse cultuur? Maakt het daarbij uit waar je vandaan komt? Hoe doen zij aan inburgering in Nederland?

En hoe is het voor Nederlanders die voor ASML in het buitenland werken?

- **Geschiedenis/economie/maatschappijleer**



In het Eindhovens Dagblad van 8 december 2020 staat een artikel (QR-code links)^{xiii} met als titel '168.000.000.000 euro, zo veel is ASML nu waard (en het plafond lijkt niet in zicht)'. Hoe is dit zo gekomen? En welke impact heeft dat op de regio? Kijk hiervoor ook naar deze video^{xiv} (QR-code rechts): '30 Years

of ASML - From Shed To World Leader'



- **Beeldende vorming**

- Zoek naar video's waarin EUV wordt uitgelegd (bijvoorbeeld <https://youtu.be/NHSR6AHNiDs>) en bekijk hoe daarin beeld wordt gebruikt om ingewikkelde materie duidelijk te maken.
- Los van dit onderwerp, heeft ASML samen met het van Gogh museum lesmateriaal gemaakt voor leerlingen: <https://www.vangoghmuseum.nl/nl/bezoek/schoolgroepen/van-gogh-op-school>
- De machines van ASML worden in de hele wereld gebruikt. Ook in landen waar men niet of nauwelijks Engels spreekt. Hoe kun je zorgen dat zij toch jouw machine kunnen bedienen? (het schijnt dat er in sommige landen een sjabloon over de schermen ligt, met een vertaling van de instructie)

- **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.

Voor leerlingen met een niet-Nederlandse achtergrond

- 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 in hun eigen taal wil vertellen wat het werk inhoudt, hoe belangrijk het is (of niet) om goed Nederlands te spreken etc.

Meer informatie over...

ASML



Uitleg Vakkanjers ASML^{xv}



Technologie bij ASML^{xvi}



NPO longread: wat is ASML?^{xvii}



YouTube kanaal van ASML^{xviii}



Korte video's van ASML op LinkedIn^{xix}

Microchips



Zoom in on the chip in your smartphone^{xx}



Basis uitleg microchips en ASML (klokhuis)^{xxi}



Techtalk night of the nerds^{xxii}

EUV



Hoe ontstaat EUV licht?^{xxiii}



Hoe ASML uit Veldhoven chips steeds sneller maakt – met veel extra EUV uitdagingen

QR links =
korte versie
(4.14 m)^{xxiv}



QR rechts =
langere versie
(7.37 min)^{xxv}



How do we generate EUV light?

Zeer toegankelijke whiteboardsession van ASML^{xxvi}



YouTube playlist: EUV^{xxvii}

Algemeen (niet-technisch) over ASML



Buurtten bij ASML – Wat doet ASML? Waarom is dat belangrijk?^{xxviii}



30 Years of ASML - From Shed To World Leader^{xxix}



NOS op 3: De machtigste millimeters ter wereld^{xxx}

Over de wedloop om chips in corona-tijd

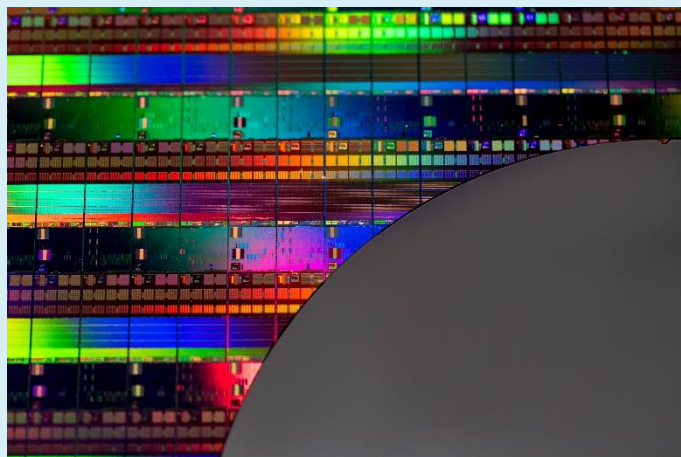


YouTube playlist: Meet our employees^{xxxi}

Opdrachten voor leerlingen

A) Hoe raak je een tindruppel met een laserstraal?

Om jouw mobiele telefoon zo snel mogelijk te maken, heb je computerchips nodig waar zoveel mogelijk data op kan. Hiervoor tekenen machines van ASML 'lijntjes' op de microchips. Hoe smaller je deze lijntjes kan maken, hoe meer data de microchip kan verwerken.



Met EUV licht kun je lijntjes maken van minder dan 13,5 nanometer dik. Ter vergelijking – een mensenhaar is 80.000 nanometer dik!

Om EUV licht te maken, worden kleine tin druppeltjes beschoten met sterke laserstralen.

Bekijk deze video^{xxxii}.



In deze opdracht ga je ontdekken wat nodig is om een tindruppeltje twee keer met een laserstraal te raken.

1. Vraag aan je docent het werkblad '1- Hoe precies kun je mikken'?
2. Maak de opdrachten op het blad.
Beantwoord daarna onderstaande vragen.

Hoe precies kon je mikken?

3. Geef voor elk van de opdrachten aan tot aan welk doel je het midden van het doel hebt geraakt.

a) tot nr

b) tot nr

c) tot nr

Het raken van zo'n klein doel terwijl het blad alle kanten op schuift, is vergelijkbaar met wat de machine van ASML doet: 50.000 keer per seconde raakt een laserstraal een tindruppeltje!

4. Wat was lastig aan het raken van het – bewegende – doel?

Dit was lastig:

5. Wat zou dus lastig zijn aan het raken van een tin-druppeltje?

Het lastige van het raken van een tindruppeltje is:

Computerprogramma's helpen de lasers om de tindruppeltjes te raken. Maar daarvoor heb je súpersnelle computers nodig.

Gewone computers zijn hier niet snel genoeg voor. Daarom gebruikt ASML 'Artificial Intelligence'. Dit is een computerprogramma dat zélf kan leren.

6. Vraag aan je docent

- het werkblad '2- Hoe precies kun je mikken'?
- een stopwatch (of gebruik je horloge/telefoon)

7. Maak de opdrachten op het blad.

Beantwoord daarna onderstaande vragen.

8. Als het goed is, leerde jij ook steeds sneller precies te mikken. Maak onderstaande zin goed.

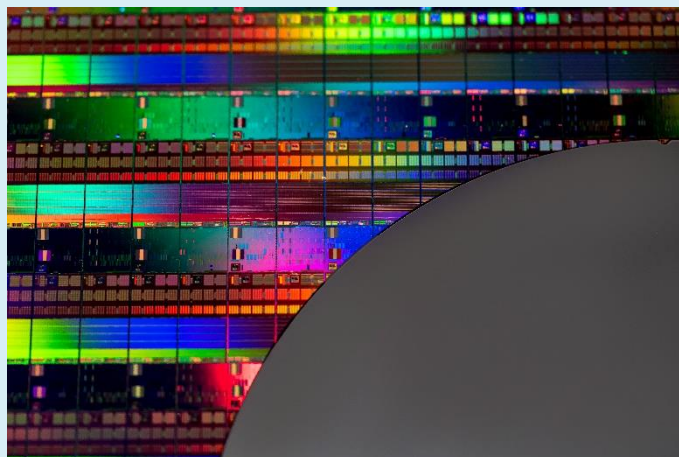
Door te oefenen met mikken, kan ik sneller/langzamer 10 doelen 'raken'.

9. Leg uit hoe Artificial Intelligence helpt om sneller te werken.

Artificial Intelligence helpt om sneller tindruppeltjes te raken, doordat:

B) Hoe helpt AI om een laserstraal te richten?

Om jouw mobiele telefoon zo snel mogelijk te maken, heb je computerchips nodig waar zoveel mogelijk data op kan. Hiervoor tekenen machines van ASML 'lijntjes' op de microchips. Hoe smaller je deze lijntjes kan maken, hoe meer data de microchip kan verwerken. Bekijk deze video^{xxxiii}.



Met EUV licht kun je lijntjes maken van minder dan 13,5 nanometer dik. Ter vergelijking – een mensenhaar is 80.000 nanometer dik!

Om EUV licht te maken, worden kleine tin druppeltjes beschoten met sterke laserstralen. Ieder tindruppeltje – met een doorsnede van maar 0,030 mm (!) wordt hierbij twee keer geraakt door een supersterke laser.

In deze video^{xxxiv} zie je hoe dat beschieten van die tindruppeltjes gaat.



In deze opdracht ga je ervaren wat komt kijken bij het raken van de tindruppeltjes en hoe Artificial Intelligence daarbij kan helpen.

Het raken van de tindruppeltjes is te vergelijken met een 'schietspelletje', waarbij je bijvoorbeeld je land moet verdedigen tegen UFO's.



1. Open het spel 'Island Defenders'^{xxxv} en probeer in 5 minuten zo ver mogelijk te komen.

Behaald level:

2. Wat moet je op letten bij dit spel om goed de UFO's te raken?

Hier moet je op letten:

De machine van ASML raakt 50.000 keer per seconde een tindruppeltje met een doorsnede van 0,030 nanometer.

De tindruppeltjes moeten elk twee keer geraakt worden om EUV licht vrij te laten komen.

3. Welke uitdagingen komen daarbij kijken?

Een machine die dat kan, moet het volgende kunnen:

Het spel 'Island Defenders' is 2-dimensionaal: plat. De ruimte waarin de tindruppeltjes beschoten worden, is 3D. In deze video^{xxxvi} zie je hoe waar je die uitdaging mee kunt vergelijken.



4. Welke uitdagingen komen erbij kijken als je in 3D werkt?

Een machine die dat kan, moet het volgende kunnen:

In de machine heeft ASML camera's die meten waar de tindruppeltjes zijn, aan de hand daarvan berekent een computer waar de laserstraal moet focussen. Afhankelijk van de waarden die daar uitkomen, wordt de laser ingesteld.

5. Met welke variabelen moet de computer rekening houden om de juiste berekening te maken?

De computer moet rekening houden met de volgende variabelen:

-
-
-
-
-
-
-

Computerprogramma's helpen de lasers om de tindruppeltjes te raken. Maar daarvoor heb je súpersnelle computers nodig.

Gewone computers zijn hier niet snel genoeg voor. Daarom gebruikt ASML 'Artificial Intelligence'. Dit is een computerprogramma dat zélf kan leren.

6. Speel het spelletje 'Island Defenders' nog een keer (maximaal 5 minuten!).

Behaald level:

7. Als het goed, is gaat zo'n spelletje je na een paar keer oefenen beter af dan de eerste keer. Wat leer je in die tijd?

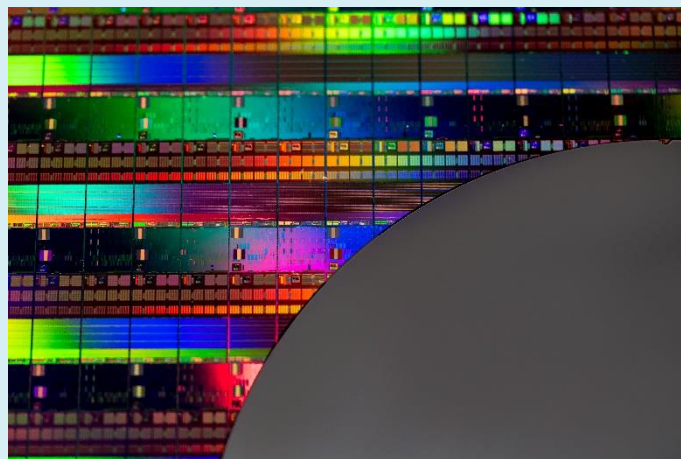
Ik kom in een hoger level, omdat:

8. Leg wat Artificial Intelligence moet leren om het apparaat snel genoeg te laten werken:

Artificial Intelligence helpt om sneller tindruppeltjes te raken, doordat:

C) Hoe helpt AI om sneller en beter doel raken?

Om jouw mobiele telefoon zo snel mogelijk te maken, heb je computerchips nodig waar zoveel mogelijk data op kan. Hiervoor tekenen machines van ASML 'lijntjes' op de microchips. Hoe smaller je deze lijntjes kan maken, hoe meer data de microchip kan verwerken. Bekijk deze video^{xxxvii}.



Met EUV licht kun je lijntjes maken van minder dan 13,5 nanometer dik. Ter vergelijking – een mensenhaar is 80.000 nanometer dik!

Om EUV licht te maken, worden kleine tin druppeltjes beschoten met sterke laserstralen.

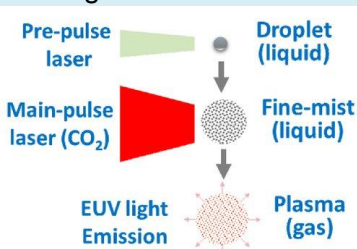
In deze video^{xxxviii} zie je hoe dat beschieten van die tindruppeltjes gaat.

Ieder tindruppeltje – met een doorsnede van maar 0,030 mm wordt hierbij twee keer geraakt door een supersterke laser. Door de eerste (pre-pulse) laser wordt het druppeltje 'uitgesmeerd' tot een soort platte mist. Hierdoor wordt het contactoppervlak groter. De tweede laserpulse zorgt dat het tin tot in een plasma toestand komt en EUV licht uitstraalt. Om zoveel mogelijk EUV straling op te wekken, moet de tweede laserpulse de tin-mist gefocused raken.

In de machine zitten hiervoor camera's die meten waar de tin-mist zich precies bevindt. Aan de hand van wiskundige berekeningen wordt daarna de CO₂-laser zeer nauwkeurig gefocust. En dat 50.000 keer per seconde.

In deze video^{xxxix} zie je waar je die uitdaging mee kunt vergelijken.

Omdat de computer deze berekeningen dus razendsnel moet uitvoeren, zijn gewone computerprogramma's niet in staat deze berekeningen snel genoeg te maken. Daarom gebruikt ASML Artificial Intelligence. Artificial Intelligence kan berekeningen sneller uitvoeren, omdat het zelf kan leren van eerdere ervaringen.



1. Met welke variabelen moet de computer rekening houden om de juiste berekening te maken voor het raken van tin-mist?

De computer moet rekening houden met de volgende variabelen:

-
-
-
-
-
-

Artificial Intelligence kan leren om sneller en efficiënter de druppels te raken.

2. Onderzoek hoe AI leert met behulp van het programma 'quickdraw':

Ga naar de website <https://quickdraw.withgoogle.com/>.

- LEES GOED DE INSTRUCTIE EN DE UITLEG VAN HET PROGRAMMA!
- Zet het programma eventueel om in het Nederlands (doet hij dat niet zelf en heb je het echt nodig? zoek dan op 'hoe zet je google translate aan')
- Start het programma: Let's Draw! (of: laten we gaan tekenen!) en volg de instructie.
- Kies na afloop één van de tekeningen.
Google laat je nu zien hoe hij heeft geleerd om te herkennen wat jij hebt getekend!

3. Omschrijf in je eigen woorden hoe Artificial Intelligence aan Quickdraw heeft geleerd om tekeningen te herkennen.

Quickdraw leert om tekeningen te herkennen met AI, door:

4. Artificial Intelligence helpt om snel tindruppeltjes te herkennen en om snel te berekenen hoe de laserstraal gefocust moet worden. Hoe kan het AI-programma dat leren?

Het AI-programma kan leren om tindruppeltjes te herkennen door:

Het AI-programma kan leren om snel te focussen door:

5. De ontwikkelingen in AI gaan snel. Hoe zorgen deze ontwikkelingen voor nog snellere machines om microchips te maken?

Ontwikkelingen in AI dragen bij aan snellere machines, door:

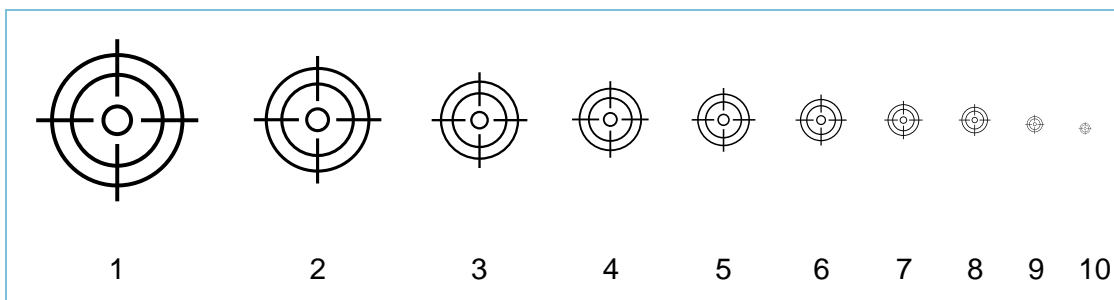
Bijlagen

1 - Hoe precies kun je mikken?

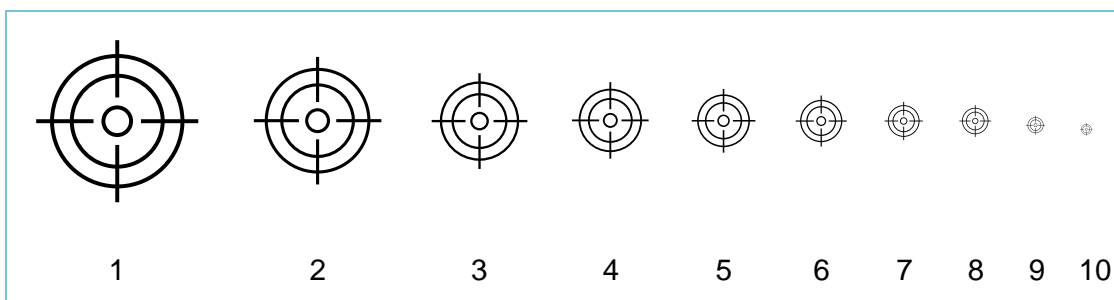
Hoe goed kun jij een klein doel raken?

Werk samen met een klasgenoot!

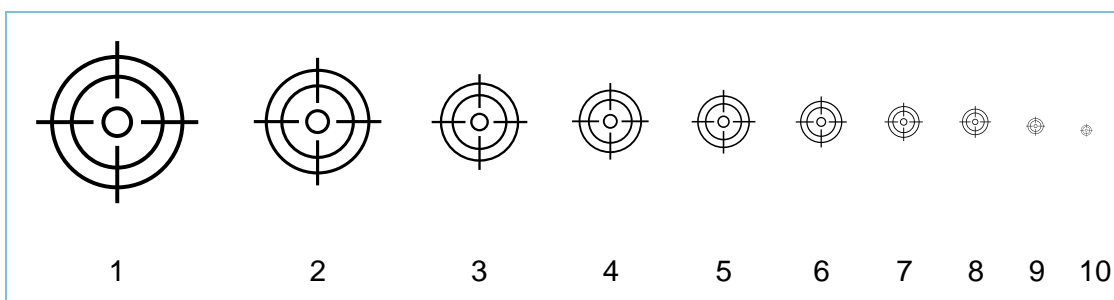
- a) Zet zo snel mogelijk in het midden van deze doelen een stip.



- b) Vraag je klasgenoot om het papier langzaam van links naar rechts te bewegen. Zet – terwijl hij of zij het blaadje schuift - in het midden van de doelen een stip.



- c) Vraag je klasgenoot om het blaadje kriskras over de tafel heen en weer te schuiven. Zet tijdens het schuiven in het midden van de doelen een stip.



Ga verder met opdracht A

2 - Hoe precies kun je mikken?

Artificial Intelligence is een computerprogramma dat zelf kan leren.

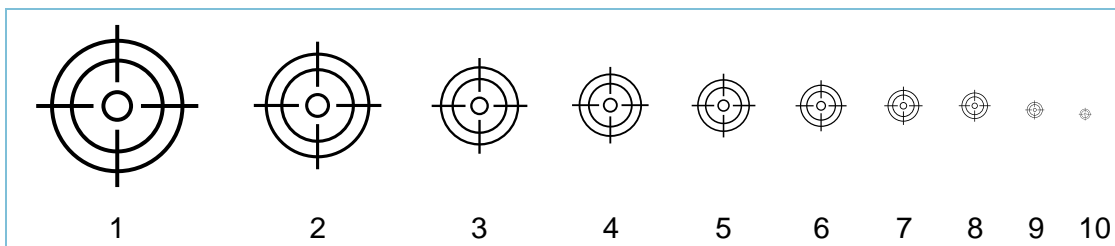
Kun jij leren om beter te mikken?

Opdracht

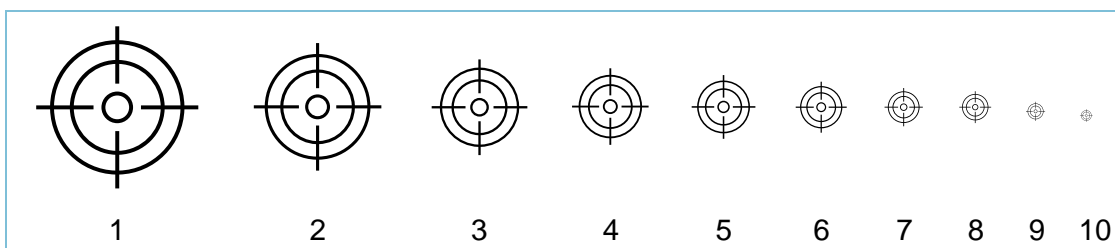
Zet steeds precies in het midden van deze doelen een stip. Je mag het blaadje stil laten liggen.

Je klasgenoot neemt de tijd op: hoe lang doe je over het zetten van de 10 stippen in de rij?

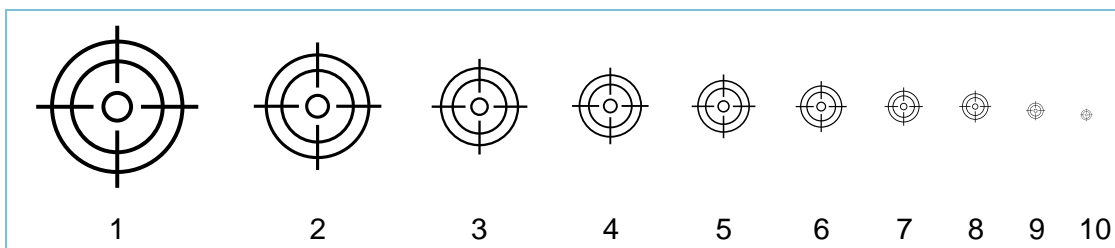
a) Tijd: _____ seconden



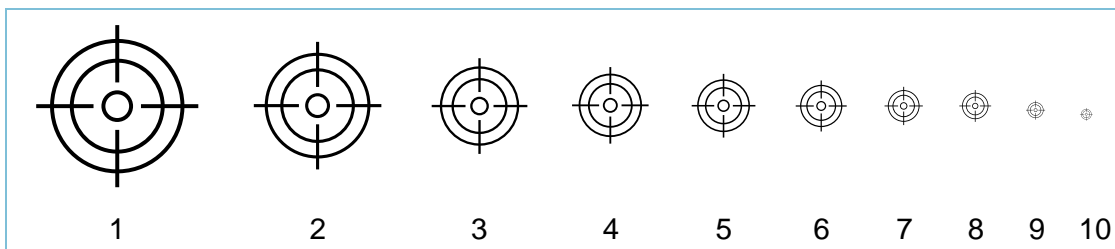
a) Tijd: _____ seconden








a) Tijd: _____ seconden



b) Tijd: _____ seconden



Vervolgopleidingen met Artificial Intelligence

Instelling	Opleiding of onderdeel	
Summa College en ROC Ter Aa	Keuzedeel Embrace TEC¹ Een opleidingsoverstijgend keuzedeel waarin Technology, Entrepreneurship en Creativity centraal staat. Hier komt AI ook in terug.	
Summa College	<i>Software developer, mbo 4²</i>	
	<i>Monteur mechatronica, mbo 4³</i>	
	<i>Technicus Smart Industry, mbo 4⁴</i>	
	<i>Technicus automotive engineering, mbo 4⁵</i>	






¹<https://www.summacollege.nl/updates/detail/2021/01/06/wil-jij-de-vaardigheden-van-morgen-leren-kies-embrace-tec>

²[https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/software-developer-\(bol\)](https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/software-developer-(bol))

³[https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-mechatronica-\(bol\)](https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-mechatronica-(bol))

⁴[https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-smart-industry-\(bbl\)](https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-smart-industry-(bbl))

⁵[https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-automotive-engineering-\(bol\)](https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-automotive-engineering-(bol))

ROC ter Aa	<i>Software developer, mbo 4⁶</i>	
	<i>Monteur mechatronica, mbo 4⁷</i>	
Fontys	Opleidingen⁸ HBO-ICT Toegepaste Wiskunde HBO Engineering Logistics Engineering Automotive Engineering FH Economie: profiel digital & data FH Economie: digital business concepts AD ICT AD Zorgtechnologie	
	Minor Embrace TEC Een opleidingsoverstijgend keuzedeel waarin Technology, Entrepreneurship en Creativity centraal staat. Hier komt AI ook in terug. ⁹	
	ICT: minoren ook voor niet-Fontys studenten¹⁰ Minor Data Driven Business Minor Cyberstars (digital security) Minor Digital Experience Design Minor Digital Marketing Minor EdTech Minor Health TEC	
	Hybride leeromgevingen/labs Fontys ICT Innovation Lab, Strijp TQ Fontys op de Brainport Industries Campus (engineering, technische bedrijfskunde)	







⁶ <https://roc-teraa.nl/opleidingen/software-developer/>

⁷ <https://roc-teraa.nl/opleidingen/monteur-mechatronica/>

⁸ <https://fontys.nl/Over-Fontys/Artificial-Intelligence.htm>

⁹ <https://fontys.nl/Studeren/Minoren/Embrace-Technology-Entrepreneurship-Creativity.htm>

¹⁰ <https://fontys.nl/Over-Fontys/Fontys-Hogeschool-ICT/Geen-Fontys-ICT-student-maar-toch-een-van-onze-minoren-volgen-Dat-kan.htm>

TU/e	Opleidingen¹¹ Bachelor Data Science Master Data Science and Artificial Intelligence Master Data Science and Entrepreneurship	
TU/e	Face the challenge @ Innovation Space¹² Challenge based learning Interdisciplinaire projecten Persoonlijke begeleiding door docenten, student mentoren en tutoren 50% opleiding specifieke vakken, 25% algemene Bachelor College vakken, 25% vrije keuze vakken	
TU/e	Studententeam SerpentineAI¹³ Serpentine is focused on developing Artificial Intelligence. We learn about developing algorithms, with which we compete in AI E-sports competitions. The association connects students, research and industry by sharing our knowledge on state of the art algorithms.	
TU/e	Studententeam Fruitpunch AI¹⁴ <i>Learn how to apply AI by solving real-world challenges</i> We apply AI for Good in projects like: AI for Wildlife , where we're building an autonomous drone that hunts down poachers in the wildlife reserves of South Africa, AI for Health and AI for Food	
TU/e	Studententeam Tech United¹⁵ Tech United is een multidisciplinair team van (oud) studenten, PhD's en medewerkers van de Technische Universiteit Eindhoven die zich bezig houden met de ontwikkeling van robotica. Onder andere computeralgoritmes worden ingezet om problemen op te lossen.	
TU/e	Studententeam Blue Jay¹⁶ Drones have the power to extend our senses and actions. We believe technology is here to serve and help people improve their quality of life. At Blue Jay Eindhoven, we are at the forefront by developing a drone that functions indoors and interactive to serve as an assistant for aid workers.	

¹¹ <https://www.tue.nl/studeren/alle-opleidingen/>



¹² <https://studiegids.tue.nl/verbreding/innovation-space/>

¹³ <https://serpentine.ai/>

¹⁴ [Fruitpunch AI](#)

¹⁵ [Tech United](#)

¹⁶ [BlueJay](#)

TU/e	Studententeam HART¹⁷ Human augmentation is a field of research that aims to enhance human abilities through medicine or technology. This vast field has numerous applications ranging from prosthetic exoskeletons and glasses to organ replacement.	
TU/e	StudentenTeam URE¹⁸ The team stands for technological innovation, teamwork and a passion for engineering. Using a combination of the engineering skills of all the members and some help from our dear partners, we are able to build a high-tech, revolutionary electric (and autonomous) Formula-style race-car every year.	

¹⁷ <https://teamhart.nl/>

¹⁸ <https://www.universityracing.nl/>

Gebruikte links bij QR-codes

- i <https://www.instagram.com/brainporteindhoven/guide/ai-artificial-intelligence/17939865835446145/>
- ii <https://youtu.be/wl6nCmG-Ppl>
- iii <https://tweakers.net/reviews/5169/all/hoe-worden-chips-gemaakt-miljardenindustrie-onder-de-loep.html>
- iv <https://youtu.be/fNuPVtRGIUU>
- v <https://youtu.be/lattxYrc9Go>
- vi <https://www.youtube.com/watch?v=wl6nCmG-Ppl>
- vii <https://youtu.be/oI9DUata5-4>
- viii <https://www.youtube.com/watch?v=fNuPVtRGIUU>
- ix <https://gelderblom.phys.tue.nl/docs/GelderblomNTvN2017.pdf>
- x <https://tweakers.net/reviews/7282/all/extreem-ultravioletlithografie-zin-en-onzin-van-euv-chipproductie.html>
- xi <https://youtu.be/UxfGFjggBjM>
- xii <https://beta.vu.nl/nl/nieuws-agenda/nieuws/2020/apr-jun/De-bijzondere-oorsprong-van-EUV-licht-in-heet-tin-plasma.aspx>
- xiii <https://www.ed.nl/veldhoven/168-000-000-000-euro-zo-veel-is-asml-nu-waard-en-het-plafond-lijkt-niet-in-zicht-ae7880b6/>
- xiv <https://youtu.be/UfnGaEeze5o>
- xv <https://youtu.be/3RPwKn5Ksag>
- xvi <https://www.asml.com/en/technology/>
- xvii <https://npokennis.nl/longread/7565/wat-is-asml>
- xviii https://www.youtube.com/channel/UCIT9d3JjHEnsVi_w9guSXvA
- xix <https://www.linkedin.com/company/asml/videos/>
- xx https://youtu.be/2z9qme_ygRI
- xxi <https://schooltv.nl/video/het-klokhuis-microchip/>
- xxii https://youtu.be/t_WsfE6aZzU
- xxiii <https://youtu.be/NHSR6AHNiDs>
- xxiv <https://youtu.be/fNuPVtRGIUU>
- xxv <https://youtu.be/WGty2qRA5Wc>
- xxvi <https://youtu.be/Gqu0L5oVatk>
- xxvii <https://youtube.com/playlist?list=PLLROOWd6snSJjAHlf9YvdjSF7DGxMDJsD>
- xxviii <https://youtu.be/GAlhta57yVY>
- xxix <https://youtu.be/UfnGaEeze5o>
- xxx <https://youtu.be/eBR8fNW4IIY>
- xxxi https://youtube.com/playlist?list=PLLROOWd6snSlrw8YKUjCqi1RIhVJg_IIE
- xxxii <https://youtu.be/3RPwKn5Ksag>
- xxxiii <https://youtu.be/3RPwKn5Ksag>
- xxxiv <https://youtu.be/NHSR6AHNiDs>
- xxxv <https://gameforge.com/en-US/littlegames/island-defenders/>
- xxxvi <https://www.linkedin.com/company/asml/videos/native/urn:li:ugcPost:6593435832344989696/?isInternal=true>
- xxxvii <https://youtu.be/5YJHwgoE3pE>
- xxxviii <https://youtu.be/NHSR6AHNiDs>
- xxxix <https://www.linkedin.com/company/asml/videos/native/urn:li:ugcPost:6593435832344989696/?isInternal=true>