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.



Hoe kunnen vrachtwagens zelf rijden?

Lesbrief AI

Doe-opdracht DAF

BRAINPORT EINDHOVEN

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

Lesbrief AI

Doe-opdracht DAF

Hoe kunnen vrachtwagens zelf rijden?

Inhoudsopgave

- Praktische informatie van de opdracht 2
- Achtergrondinformatie 4
- De opdracht: hoe kunnen vrachtwagens zelf rijden? 7
- De les 8
- Opdrachten voor leerlingen 14
- Bijlagen 28

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

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

Praktische informatie van de opdracht

Thema	**AI, programmeren**
Gekoppeld vak	Natuurkunde, informatica, maar ook wiskunde en techniek
Doelgroep	Bovenbouw vmbo, havo en vwo Maar met aanpassing ook voor andere doelgroepen in te zetten.
Eindtermen	**Natuurkunde havo**: technische automatisering / natuurkunde en technologie **Natuurkunde havo en vwo:** onderzoek en ontwerp **Informatica havo/vwo:** algoritmen, programmeren, maatschappelijke aspecten, privacy, keuzethema cognitieve computing, keuzethema physical computing, etc.
Leerdoel(en)	Leerlingen kennis laten maken met, en kritisch laten nadenken over, het autonoom rijden van voertuigen en de inzet van Artificial Intelligence daarbij.
Begeleiding	Docent met affiniteit voor programmeren en/of vervoer
Tijdsduur	Losse opdrachten elk ongeveer één lesuur, maar uit te breiden tot een groter (vakoverstijgend) project.
Benodigdheden	Welke regels heeft een zelfrijdende vrachtwagen nodig om veilig te kunnen rijden? - Opdrachten voor leerlingen - Simulatiemateriaal zie tips en bijlage ‘voorbeeld weg met voertuigen’ - Plattegrond (zie tips) - Speelgoed vrachtwagens of auto’s – of getekende exemplaren Hoe programmeer je een autonome vrachtwagen? Afhankelijk van de programmeer-ervaring van leerlingen: - Post-its, stiften en simulatie materiaal (zie vorige opdracht)
Locatie	Ruimte om een snelweg / stad met vrachtwagens te signaleren en om geprogrammeerde wagens te testen.

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!

BRAINPORT EINDHOVEN

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

De 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 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 Brainportregio. Maar veel van die uitdagingen spelen ook bij andere bedrijven. Voorbeelden van AI waar bedrijven in de Brainportregio aan meewerken, zie je hier[i]:

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-vervolgopleiding? Kijk dan in de bijlagen voor de mogelijkheden.







BRAINPORT EINDHOVEN

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

Achtergrondinformatie

Het bedrijf: DAF

DAF Trucks is een bedrijf in Eindhoven dat vrachtwagens ontwerpt, ontwikkelt, test, produceert en verkoopt. DAF Trucks produceert een aantal verschillende vrachtwagens: lichte trucks voor in de stad, middelzware vrachtwagens voor grotere afstanden en hele sterke vrachtwagens voor transport door de bergen en onder zwaardere omstandigheden.

Bij het maken van vrachtwagens zijn een aantal dingen belangrijk: een vrachtwagen moet betrouwbaar zijn. Hij mag onderweg natuurlijk zo min mogelijk stilstaan omdat hij stuk is. Daarnaast is het belangrijk dat een vrachtwagen zo weinig mogelijk brandstof nodig heeft, want brandstof is duur. En voor een chauffeur is het belangrijk dat hij of zij veilig en prettig rijdt in een vrachtwagen. Dit zijn de basiseisen voor een goed vrachtwagenontwerp.

Maar DAF gaat nog verder: zij werken ook aan de ontwikkeling van technologie om wereldwijd de CO2-uitstoot te verlagen en de luchtkwaliteit te verbeteren. Dat doen zij onder andere door elektrische vrachtwagens te ontwikkelen. In Eindhoven werken zij daarvoor onder andere samen met VDL.



BRAINPORT EINDHOVEN

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

Het project: Zelfrijdende vrachtwagens van PACCAR

Het Amerikaanse moederbedrijf van DAF Trucks, PACCAR, werkt aan nog meer innovaties, zoals zelfrijdende vrachtwagens. Zij werken hiervoor onder andere samen met NVIDIA.

In Amerika is op de lange, lege snelwegen een zelfrijdende vrachtwagen een uitkomst! Maar ook in Nederland en Europa krijgen wij op termijn met zelfrijdende vrachtwagens te maken.

Bekijk deze YouTube video over het project van PACCAR met NVIDIA over de ontwikkeling van zelfrijdende vrachtwagens[ii].

NVIDIA

Deze producent van computer hardware maakt onder andere videokaarten en grafische chips voor spelcomputers en game computers. Als je veel (online) spellen speelt, dan is de kans groot dat je een videokaart van NVIDIA hebt. Zij zijn heel goed in het – onder andere met behulp van Artificial Intelligence – doorrekenen van beeldmateriaal.



Is dit de toekomst voor transport in ons land?

BRAINPORT EINDHOVEN

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

De ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen speelt in de hele transportsector. De zelfrijdende auto's van Google en Tesla zijn hier misschien de bekendste voorbeelden van. Maar andere automerken, en dus ook vrachtwagenfabrikanten, zijn hier dus mee bezig. Als vrachtwagens zelf zouden kunnen rijden, worden de wegen veiliger, zijn er minder files, en heb je minder chauffeurs nodig.

Om vrachtwagens zelfstandig te laten rijden wordt gebruik gemaakt van Artificial Intelligence (AI). Sensoren 'zien' de weg en geven de informatie door aan de computer. Deze beslist wat er moet gebeuren: gas geven, sturen, remmen, enzovoorts. Daarvoor moet de computer wel weten wat de vrachtwagen wanneer moet doen. Door middel van AI leert het systeem van alle situaties die de truck (en alle andere weggebruikers) tegenkomt. Bijvoorbeeld hoe wegen of verkeerslichten eruitzien, maar ook hoe overstekende mensen eruit kunnen zien en wat je dan moet doen.

Vrachtwagens mogen nu nog niet autonoom (zelfstandig) rijden. Maar ze mogen wel al deels autonoom rijden: bij platooning mogen vrachtwagens in colonne achter elkaar aan rijden. Alleen de voorste vrachtwagen hoeft bestuurd te worden, de chauffeurs in de volgwagens hoeven niets te doen zolang de trucks – via wifi – gekoppeld zijn.



Platooning door de DAF Eco-Twin

Bekijk de demonstratie van DAF Trucks en TNO waarin zij dit laten zien met de Eco-Twin truck.

BRAINPORT EINDHOVEN

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

De opdracht: hoe kunnen vrachtwagens zelf rijden?

In deze opdracht ervaren leerlingen zelf waar een vrachtwagen rekening mee moet houden bij het rijden op de snelweg en in een stad of dorp. Daarnaast programmeren zij zelf deelsystemen die nodig zijn voor autonoom rijden en testen deze met een robot. Tenslotte gaan ze dieper in op het vraagstuk ‘Hoe helpt AI bij het autonoom rijden van voertuigen?’



Deze foto komt uit een video van NVIDIA op YouTube waar de binnenkant van een concept zelfrijdende vrachtwagen van Paccar (het moederbedrijf van DAF) op staat. NVIDIA en Paccar werken samen aan deze ontwikkeling. iii

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

De les

Introductie door de docent

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

DAF[iv] | AI[v] | AI en mobiliteit[vi] | Innovaties bij DAF[vii] | AI innovatie bij PACCAR[viii]

- Vertel de globale opzet van de opdracht.

Uitvoering

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

Voor een volledige AI opdracht kies je van alle drie de vraagstukken één of meerdere deelopdrachten. Dan heb je het verhaal compleet over hoe PACCAR AI inzet om zelfrijdende vrachtwagens te ontwikkelen. Welk opdracht je kiest, bepaal jij afhankelijk van hoeveel tijd je hebt en waar jouw focus op ligt bij jouw leerlingen.

A) Welke regels heeft een zelfrijdende vrachtwagen nodig om veilig te kunnen rijden?

Leerlingen simuleren het rijden van een vrachtwagen op de weg of bekijken een video van een druk kruispunt. De leerlingen onderzoeken aan de hand van de simulatie/video welke regels een zelfrijdende vrachtwagen nodig heeft om veilig te kunnen rijden. De leerlingen vertalen de verkeersregels naar ‘programmeerregels’ voor vrachtwagens en zien waarom AI nodig is.

B) Hoe programmeer je een autonome vrachtwagen?

Leerlingen programmeren (deel)systemen van autonome voertuigen. Leerlingen programmeren op hun eigen niveau: met post-its als ze nog geen enkele programmeerervaring hebben, door gebruik te maken van standaard programmeer-opdrachten bij een robot tot het bouwen en programmeren van een volledig autonoom rijdende robot. Na het programmeren brengen de leerlingen in kaart hoe AI zou kunnen bijdragen aan het verbeteren van het deelsysteem.

C) Hoe helpt Artificial Intelligence bij het autonoom rijden van voertuigen?

In deze opdracht denken leerlingen dieper na over hóe AI wordt toegepast bij het autonoom rijden van vrachtwagens: welke manier van AI wordt ingezet? Hoe dan? Wat is daar het voordeel van? En – ook niet onbelangrijk: welke nadelen zitten aan het gebruik van AI?

BRAINPORT EINDHOVEN

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

Thuis-opdracht

De simulatie (deelopdracht A) kunnen de leerlingen ook thuis doen. Zij kunnen allerlei voorwerpen gebruiken om een vrachtwagen te simuleren.

De programmeeropdrachten met robot (deelopdracht B) kunnen de leerlingen alleen thuis doen als zij daar de beschikking over een robot hebben. Zo niet, dan kunnen zij wel programmeren met post-its.

De AI-opdracht (deelopdracht C) is een denk-opdracht en kan dus zeker ook thuis.

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 autonoom rijden?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan een programmeeruitdaging?
- Wat vinden de leerlingen interessant aan AI?
- Welke onderwerpen uit het boek zien zij bij deze opdracht terugkomen? Waarom leren ze dat dus?

Tips voor de docent

A) Welke regels heeft een zelfrijdende vrachtwagen nodig om veilig te kunnen rijden?

- Laat de leerlingen in groepjes van 4 werken
- De leerlingen simuleren het rijden op de weg. Je kunt dit op verschillende manieren doen:
  - Je hebt speelmatten waarop een weg getekend is, laat ze met speelgoedautootjes en -trucks spelen. Of laat ze van lego-wegplaten een plattegrond maken.
  - Je kunt ze een plattegrond laten tekenen of knippen en plakken (zie bijlage ‘voorbeeld weg met voertuigen). Dit werkt fijn in het ‘groot’: op een A2-vel of op de achterkant van een oude poster.
  - Je kunt ze verkeer laten ‘spelen’ door in de klas een parcours aan te leggen waarop leerlingen in- en uitvoegen, een kruising moeten oversteken etc.
- Dingen waar je rekening mee moet houden, zijn bijvoorbeeld: plaats op de weg / afstand tot andere auto’s / verkeerslichten / zebrapad / etc.

BRAINPORT EINDHOVEN

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

- Voorbeelden van verkeersregels en de uitwerking daarvan:

Verkeersregel	Wat doet een chauffeur?	Wat moet een zelfrijdende vrachtwagen kunnen?
Hij moet op de weg blijven	Stuurt binnen de baan	Herkennen waar de weg is En vrachtwagen binnen de goede lijnen houden
Hij moet stoppen als iemand oversteekt	Stopt als hij iemand ziet	Persoon herkennen en op de juiste afstand stoppen
Hij moet stoppen voor rood licht	Stoppen bij rood	Verkeerslicht herkennen, 'rood' herkennen en stoppen – eventueel rekening houden met andere auto's
Hij moet stoppen voor een zebrapad als daar iemand op loopt	Afremmen bij een zebrapad, als het leeg is doorrijden	Zebrapad herkennen, persoon herkennen, herkennen of iemand aan het oversteken is of gaat oversteken, afstand houden tot degene die gaat oversteken, …

- Apps die informatie zouden kunnen verzamelen, zijn onder andere:
  - Google maps: waar en hoe rijd je
  - Programma's met gezichtsherkenning: die oefenen ondertussen met het herkennen van gezichten en dus 'waar is een persoon?'
  - De hele software achter je mobiele telefoon: die meet van alles
  - Etc.

B) Hoe programmeer je een autonome vrachtwagen?

- Programmeren met post-its: dit kan ook met vouwblaadjes of zelfs 'gewoon' op papier. Zorg vooral dat de leerlingen hun programma – ook in delen – heel vaak testen.
- Programmeren met een robot:
  - De meeste functies zijn met een hele eenvoudige robot al te programmeren: rijden over een lijn, afstand houden etc. Pas de opdracht waar nodig zo aan, dat deze bij jullie programmeer-systeem past.
  - Hebben jullie geen robot in de klas, maar wil je wel de leerlingen laten programmeren? Je kunt hiervoor bijvoorbeeld scratch gebruiken: https://scratch.mit.edu/. Onder 'maak' start je een nieuw project, van daaruit kun je ook naar de tutorials. Voor leerlingen zonder programmeerervaring kan het enorm helpen als zij eerst met post-its hebben geprogrammeerd.
  - Op Klascement staat een hele mooie instructie voor de mBot https://www.klascement.net/downloadbaar-lesmateriaal/74001/mblock-en-mbot-instap-en-opdrachten/#preview

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 helpt Artificial Intelligence bij het autonoom rijden van vrachtwagens?

Hieronder staan mogelijke antwoorden voor de opdrachten bij dit onderdeel.

1. Een mogelijke invulling kan zijn:

Reden	Gewoon programma kan	Maar AI kan
In het verkeer zijn tegelijkertijd heel veel dingen om rekening mee te houden	Regels invoeren	Dat sneller, doordat het kan voorspellen wat er gaat gebeuren
In het verkeer kom je heel veel verschillende situaties tegen	Verschillende 'lagen' van programma's tegelijk afwerken, inclusief interacties	Heel veel lagen + interacties afwerken
In het verkeer kom je nieuwe situaties tegen	Hier niks mee, alleen hopen dat het op een stukje bekend programma lijkt	Op basis van algoritmes en eerder geleerde situaties een voorspelling doen hoe je het beste kunt reageren
In het verkeer zie je niet altijd het volledige object	Als hij weet welk object het is, doorrekenen hoe de rest eruit ziet	Aan dat stukje herkennen welk object het zou kunnen zijn en voorspellen hoe de rest eruit ziet
Soms moet je 'weten' dat er bv een verkeersbord is, zonder dat je het ziet	Hier niks mee, tenzij het eerder deze route heeft ingeleerd	Voorspellen aan de hand van andere signalen dat er een verkeersbord zou moeten staan
Een vrachtwagen reageert anders op de weg als het weer anders is	Aan de hand van concrete data daar concrete aanpassingen op doen	Voorspellen welke aanpassingen nodig zijn bij bekende én nieuwe weersomstandigheden

2. Mogelijke antwoorden bij opdracht 2 kunnen zijn:
   a. Het systeem krijgt informatie over wat wel en niet wat een taxi is of niet. (gele brandkraan OF taxi, herkennen van taxi tussen andere auto's etc). Dit is supervised learning.
   b. Het systeem krijgt informatie over de omgeving van de auto en over de toestand van de onderdelen van de auto. Hij kan dit gebruiken om rijgedrag aan te passen, bijvoorbeeld aan het weer, aan de hoeveelheid brandstof etc. Hij krijgt een 'opdracht' mee: verbruik zo weinig mogelijk bezine bijvoorbeeld. Dit is reïnforcement learning
   c. Het systeem krijgt informatie over de keuzes die een chauffeur in bepaalde situaties maakt. Hij kan dit gebruiken om zijn eigen database te vullen met voorbeleden van situaties. Hieruit kan hij zelf voorspellingen doen voor nieuwe situaties. Maar hoe meer voorbeelden – hoe meer data – hoe beter die voorspellingen. Dit is een voorbeeld van supervised learning.
   d. Het systeem krijgt informatie over de afstand tussen de vrachtwagens en over de hoeveelheid brandstof die het verbruikt. Dit is een reïnforcement learning.

3 t/m 6

kijk hier vooral of de antwoorden redelijk zijn en of de leerlingen ze kunnen onderbouwen.

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.

Verdieping en verbreding

Samen met bedrijven

- De opdracht kun je goed koppelen aan een (online) bedrijfsbezoek of gastles van DAF Trucks of een ander bedrijf dat autonoom transport ontwikkelt of gebruikt.
- Interview een vrachtwagenchauffeur: welke functies heeft een vrachtwagenchauffeur nog meer naast het rijden? Wat moet die autonome vrachtwagen nog meer kunnen dan verplaatsen?
- Naast DAF Trucks zijn er nog vele andere bedrijven bezig met autonoom transport. Denk aan autonome auto's, maar ook aan autonoom transport in fabrieken (onder andere bij VDL, Vanderlande en Huijbregts).
  Pas de opdrachten zo aan, dat ze passen bij het bedrijf waar je mee samen werkt.

Vakoverstijgende opdracht met…

- **Aardrijkskunde**
  - Zijn er volgens Rijkswaterstaat beren op de weg?
  - Wat voor invloed hebben weersomstandigheden, wegwerkzaamheden of verschillen tussen infrastructuren in verschillende landen?
- **Economie**
  - Welk effect kan autonoom vrachtvervoer hebben op de economie van een land?
  - Hoe staan andere vrachtwagenproducenten als concurrent tegenover de ontwikkelingen bij DAF?
- **Beeldende vakken**
  Kijkend naar de functie van alle elementen die verdwijnen als de wagens autonoom worden, en de functies die erbij komen, hoe kan een autonome DAF er dan uitzien?
- **Maatschappijleer**
  - Wetgeving: Wie is de schuldige bij een ongeluk?
  - Als een chauffeur niet hoeft op te letten omdat de vrachtwagen autonoom rijdt (bv. bij een lange rechte weg of in de file), is dat dan werktijd, of pauze?
  - Ethiek: welke keuze maakt een autonome auto? En wie is verantwoordelijk? Doorrijden en inzittenden overlijden of ingrijpen en voorbijgangers/omstanders overlijden? https://www.tudelft.nl/2017/tu-delft/ongeluk-door-zelfrijdende-auto-als-erger-ervaren
  - Hoe is het voor chauffeurs dat fabrikanten autonome vrachtwagens ontwikkelen? Wat gaat dat voor de werkgelegenheid in die sector betekenen?
- **(Auto)techniek in combinatie met economie**
  Wat betekent het steeds autonomer worden van vrachtwagens voor garages die het onderhoud van vrachtwagens verzorgen? Wat zijn de kansen, wat de bedreigingen?

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.

- **Nederlands**
  DAF Trucks heeft twee websites: De website waarop DAF Trucks vrachtwagens verkoopt (https://www.daf.nl/nl-nl) en de ‘corporate’ website van DAF Trucks (https://www.daf.nl/nl-nl/over-daf/daf-trucks-nv) hebben een hele andere ‘tone of voice’. Vergelijk het taalgebruik op beide websites: welke verschillen vallen je op? Schrijf een stuk tekst voor elk van beide websites. Waar let je op?
- **Engels**
  Ook in het buitenland zijn veel partijen bezig met het ontwikkelen van autonomous vehicles. Hoever zijn zij?
- **Moderne vreemde talen**
  Vraag, als je bij een bedrijf op bezoek gaat, ook of zij medewerkers hebben uit een engels-, frans- of Duitstalig 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, affiniteit met andere talen, etc.

- Vraag leerlingen met een anderstalige achtergrond om op internet te zoeken naar wet- en regelgeving voor zelfrijdende voertuigen in hun land. Wat mag wel of nog niet? Hebben ze voorbeelden (video’s) daarvan?
- Misschien heeft een bedrijf waar je op bezoek gaat ook Pools, Turkse of Arabischsprekende medewerkers en heb jij leerlingen die die taal spreken. Vraag of deze medewerker juist die leerlingen 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…

De wereld van AI | Aflevering AI en mobiliteit [ix]

Klokhuis over VDL / Tesla / TNO [x]

Ethische vraagstukken rondom AI en autonome voertuigen [xi]

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) Welke regels heeft een zelfrijdende vrachtwagen nodig om veilig te kunnen rijden?

Om voertuigen zelfstandig te laten rijden, moeten zij op zijn minst de verkeersregels volgen. Zelf doe je dat ook als je aan het verkeer deelneemt – dus hoe lastig kan het zijn?



Werk in groepjes van drie of vier leerlingen.

1. Vraag aan je docent een plattegrond van
   - Een snelweg met een voorsorteerstrook en een afrit.
   - Of een stad met minimaal een gelijkwaardig kruispunt, een kruispunt met verkeerslichten, een oversteekpunt met zebrapad en een rotonde.

   Tip: Je kunt ook zelf een plattegrond maken.
2. Neem allemaal één vrachtwagen
3. Rijd met jouw voertuig over de plattegrond. Laat de vrachtwagens op de snelweg de af- en oprit nemen, invoegen etc. In de stad een kruispunt oversteken, wachten op voetgangers op een zebrapad etc. Volg daarbij de verkeersregels.
4. Bespreek met elkaar waar je allemaal rekening mee moet houden als vrachtwagen.

Aantekeningen:

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.

5. Schrijf – apart van elkaar – in de tabel hieronder bij ‘verkeersregels’ zoveel mogelijk verkeersregels op die je bij het rijden tegen kwam.

<u>Hoe doet een chauffeur dat?</u>

6. Schrijf in de tabel onder ‘wat doet een chauffeur’ bij iedere verkeersregel op waar een chauffeur op moet letten.

7. Schrijf in de derde kolom van de tabel wat een zelfrijdende vrachtwagen dus moet kunnen.

Verkeersregel	Wat doet een chauffeur?	Wat moet een zelfrijdende vrachtwagen kunnen?
Hij moet op de weg blijven	Stuurt binnen de baan	Herkennen waar de weg is Vrachtwagen binnen de goede lijnen houden
Hij moet stoppen als iemand oversteekt		

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.

Om een vrachtwagen deze regels te leren kijkt de AI nu mee met chauffeurs en hoe zij rijden. Hiervan leert het systeem algoritmes: ALS dat gebeurt, DAN doet de chauffeur dat. Hoe meer van deze algoritmes het systeem krijgt, hoe beter en dus veiliger de zelfrijdende vrachtwagen is.

8. Hoeveel verkeersregels heb jij in jouw tabel staan?

_____regels

9. Vergelijk de regels die jullie zelf hebben opgeschreven.
10. Vraag aan je docent een nieuw blad met een lege tabel.
11. Maak in de nieuwe tabel één lijst met alle verschillende verkeersregels die jullie hebben genoemd op je eigen tabel. Dubbele regels schrijf je maar één keer op.

12. Hoeveel verkeersregels zijn jullie samen tegengekomen?

_____regels

Je ziet dat je samen meer leert dan alleen. Bedrijven die met AI bezig zijn halen hun informatie overal vandaan. Ook van jouw laptop en mobiele telefoon! Als jij Google Maps gebruikt om de weg te vinden, verzamelt Google meteen welke route jij neemt als voetganger, fietser of met de brommer. Waar stop je? Waar niet? Allemaal informatie om samen te leren!

13. Kijk op je mobiele telefoon – welke apps verzamelen informatie van jou waar een vrachtwagen-systeem beter van zou kunnen gaan rijden?

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.

Extra uitdaging

Voeg in de stad meer weggebruikers toe.

Vraag eventueel extra leerlingen om hiermee te helpen:

- extra auto's die rondrijden
- auto's die inhalen
- een zebrapad met overstekende mensen
- etc.

Beantwoord dezelfde vragen.

Extra uitdaging

Bekijk de volgende video over een druk kruispunt in de stad[xii]

Stel, je wil een zelfrijdende vrachtwagen dit kruispunt over laten steken.



1. Bespreek met elkaar welke verkeersregels je tegenkomt bij het oversteken van het kruispunt
2. Noteer zoveel mogelijk regels in de tabel 'AI in het verkeer'.
3. Beschrijf in de tweede kolom wat een chauffeur doet om zich aan de regels te houden
4. Zet in de derde kolom zo precies mogelijk wat het besturingsprogramma van de vrachtwagen zou moeten kunnen.

Met gewone software kun je een aantal van de regels voor de vrachtwagen vastleggen. Beschrijven, zoals bijvoorbeeld 'stop bij haaientanden'. Maar dan…?

Dan komt Artificial Intelligence om de hoek kijken. Dit zorgt dat software:

- in een nieuwe situatie kan **herkennen** welk object een voetganger of een fietser is en welk gedrag daarbij hoort (gaat sneller/langzamer etc.)
- kan **redeneren**: in deze situatie moet ik stoppen, want anders…
- **problemen** kan oplossen: ik moet nu … doen, zodat ik…

5. Geef in de tabel aan welke regels je zou kunnen programmeren (zet hier een 'P' voor) en welke je AI voor nodig hebt (AI).

Het oversteken van dit kruispunt is één situatie op één moment. In het verkeer heb je te maken met heel veel situaties.

6. Beschrijf voor elk van onderstaande situaties waar een vrachtwagen extra op moet letten bij het rijden en hoe AI daarbij zou kunnen ondersteunen.
7. Bedenk zelf nog minimaal twee situaties waar AI kan helpen in het verkeer

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.

Situatie	Vrachtwagen moet extra goed letten op…	AI kan ondersteunen door…
Rijden op de snelweg		
Rijden in de stad		
Rijden bij slecht weer		
Rijden in de file		

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 programmeer je een autonome vrachtwagen?

Als je een volledig autonoom voertuig wil programmeren, is dat ongelofelijk veel werk.

Een software engineer (zij bouwen het computerprogramma) ontwikkelt daarom eerst losse deelsystemen. De nieuwste DAF-vrachtwagens hebben bijvoorbeeld al:

ACTIVE AND PASSIVE SAFETY SYSTEMS



Active safety systems:

• Direct view	⇒ voor- en zijruiten
• Indirect view	⇒ sensoren, spiegels en camera-monitor systemen
• Exterior lights + cornering lights	⇒ zichtbaarheid voor recht rijden + bochten + remmen
• Electronic braking system	⇒ verbeterde remfunctie
• Vehicle Stability Control	⇒ verbeterde stabiliteits functie
• Adaptive Cruise control	⇒ Afstandscontrole voor cruise control
• Advanced Emergency Braking System	⇒ automatische waarschuwing en noodremfunctie
• Lane Departure Warning System	⇒ hoorbare waarschuwing als het voertuig onbedoeld de rijbaan verlaat
• Seat belt reminder	⇒ waarschuwing voor chauffeur als de autogordel niet gebruikt wordt
• Exhaust gas diffuser (EAS)	⇒ vermindering van de uitlaatgas temperatuur

Passive safety systems:

• Airbag	⇒ voorkomt letsel in het geval van een frontale botsing
• Seat belt pre-tensioner	⇒ vermindert letsel voor chauffeur bij frontale botsing
• Cab and chassis crashworthiness	⇒ kreukelzone
• Front/side/rear underrun protection	⇒ bescherming voor andere weggebruikers die botsen met de truck

In deze opdracht ga je eerst losse deelsystemen programmeren. Heb je nog nooit geprogrammeerd? Geen probleem – ook voor jou hebben we instructie! Ben je een programmeer-pro? Combineer dan meerdere of zelfs alle programmeeropdrachten in één robot.

Kun jij een robot zo programmeren dat deze veilig over straat zou kunnen rijden? Solliciteer dan direct bij DAF of een ander bedrijf dat veel met software doet!

1. Vraag aan je docent een *programmeerkaart* die past bij jouw programmeerervaring.
2. Kies een *systeemkaart* met het deelsysteem dat je wil programmeren.
3. Voer de opdrachten op de systeemkaart(en) uit.

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.

Een ‘gewoon’ geprogrammeerd voertuig kan alleen uitvoeren wat jij vooraf hebt bedacht. Maar als je in het verkeer rijdt, zijn er heel veel regels tegelijk waar je je aan moet houden. Bovendien zien alle auto’s, mensen, zelfs verkeersborden en gebouwen, er op andere plekken anders uit. Daar kun je als programmeur nooit rekening mee houden!

Voor zelfrijdende voertuigen gebruiken de software engineers (zij bouwen het programma) dan ook Artificial Intelligence (AI). AI kan:

- in een nieuwe situatie objecten **herkennen**: dit is een voetganger en die loopt langzaam. Dit is een fietser, die gaat sneller.
- **redeneren**: in deze situatie moet ik stoppen, want anders…
- **problemen** oplossen: ik moet nu … doen, zodat ik…

4. Omschrijf van één van de deelsystemen die je hebt geprogrammeerd hoe dat beter zou kunnen worden met Artificial Intelligence:

Deelsysteem:
Dit ging goed:
Dit kan nog beter:
Zo zou ik het programma uitbreiden:
AI zou het systeem beter maken, doordat:

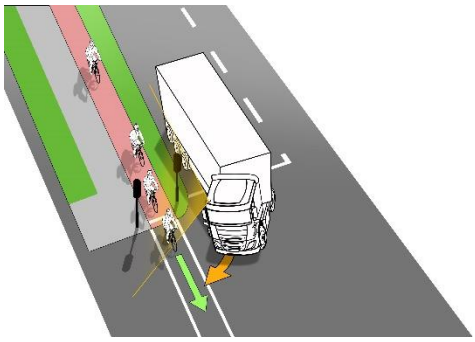
Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Systeemkaarten

Hoe ga je de bocht om?

Een weg is niet altijd recht. Hoe laat je jouw voertuig een goede bocht maken?

- Laat jouw robot een stuk rijden, een bocht van 90º maken en weer doorrijden.
- Laat jouw robot een parcours afleggen. Hierin zitten verschillende bochten van 90º.
- Laat jouw robot een parcours afleggen. Hierin zitten bochten van 90º, maar ook van 45º en van 135º, naar links én naar rechts.

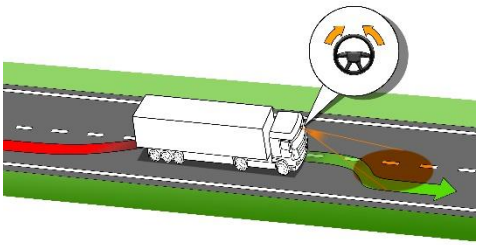


CITY TURN ASSIST

Hoe blijf je in je eigen baan?

Eén van de basisregels voor een voertuig op de weg is: blijf in je baan! In de nieuwste modellen vrachtwagens, maar ook in auto's zit al een functie die hiermee helpt. Dat heet 'lane keeping assist'.

- Laat jouw robot een lijn volgen.
- Laat jouw robot tussen twee lijnen in rijden

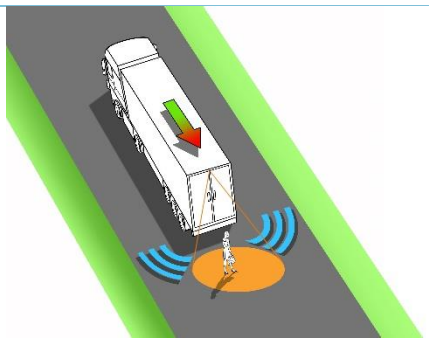


LANE KEEPING

Hoe zorg je dat je niet botst?

Een voertuig op de weg mag niet botsen tegen iets of iemand aan. In de nieuwste modellen vrachtwagens, maar ook in auto's zit al een functie die hiermee helpt. Dat heet 'object detection': als een (vracht)wagen in de richting van een object rijdt, ziet (detecteert) hij dat en de vrachtwagen stopt.

- Laat jouw robot minimaal 5 cm afstand houden tot objecten.
- Laat jouw robot om een stilstaand object heen rijden en de weg vervolgen.



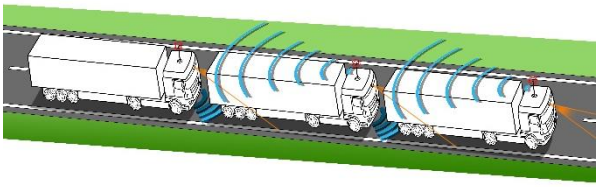
OBJECT DETECTION

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.

Platoonen

Voordat vrachtwagens volledig zelfstandig mogen rijden, mogen zij eerst ‘platoonen’: daarbij rijdt een voorste vrachtwagen bemand, een aantal andere vrachtwagens rijdt daar – zonder chauffeur – achteraan.

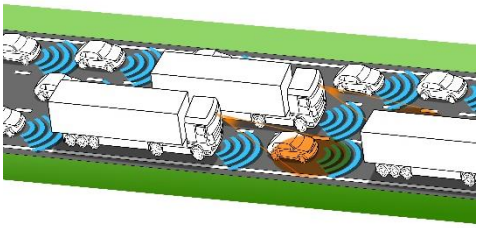


PLATOONING

- Laat jouw robot een parcours volgen door achter een voertuig aan te rijden. Dit voorste voertuig kun je:
  - Met de hand verplaatsen
  - op afstand kunt besturen
  - voorprogrammeren om een parcours te volgen
- Laat een aantal robots achter een voorste voertuig aanrijden. Zet hiervoor een eenvoudig parcours uit.
- Maak het parcours uitdagender: laat het voorste voertuig bochten nemen, remmen, versnellen etc. Test dit eerst met één volg-vrachtwagen, daarna met meerdere.

Filerijden

In de file moet je steeds optrekken en weer stoppen. Dat zorgt vaak voor ongelukken, want je moet goed opletten en alert reageren, terwijl langere tijd niks gebeurt. Je moet steeds stoppen en gaan: stop & go.



FILE RIJDEN

- Laat jouw robot ‘filerijden’: achter een voertuig aan rijden, die rijdt alsof er file is: stop & go.
  Dit voorste voertuig kun je:
  - met de hand verplaatsen
  - op afstand besturen
  - voorprogrammeren om een parcours te volgen
- Laat een aantal robots achter elkaar filerijden. Zorg dat ze niet botsen!

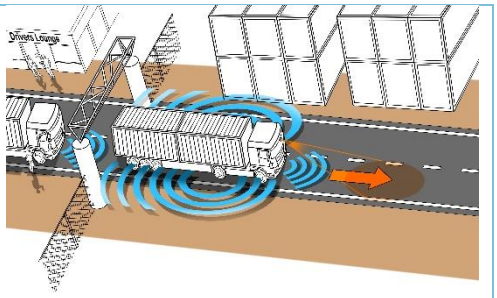
BRAINPORT EINDHOVEN

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.

Obstakels op de weg

Soms komt een vrachtwagen op een plek waar ook ervaren chauffeurs goed moeten opletten. Bij een ophaalbruggetje bijvoorbeeld.

- Laat jouw robot een parcours rijden. Aan het einde van het parcours moet de robot onder een poort doorrijden die maximaal 2 keer de breedte van de robot is.
- Maak de poort steeds smaller en de aanrijdroute steeds lastiger. Lukt het nog steeds?

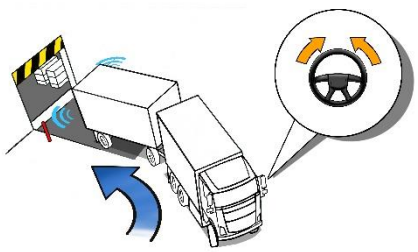


CLOSED COURSE AUTONOMY

Parkeren

Als vrachtwagens op de laad- of losplek zijn aangekomen, moeten zij hun trailers (het deel waar de vracht in zit) bij de juiste poort zetten zodat ze goed geladen of gelost kunnen worden. Als dat automatisch gebeurt, heet dat auto docking.

- Laat jouw robot automatisch parkeren op een plek naast een rijbaan
- Laat jouw robot achteruit inparkeren
- Laat jouw robot op een laad- en losterrein (teken dit op een plattegrond) automatisch naar het juiste docking-station rijden en achteruit de trailer met de achterkant tegen het station aanzetten.



AUTO DOCKING

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 helpt Artificial Intelligence bij het autonoom rijden van vrachtwagens?

Om voertuigen autonoom te laten rijden, is Artificial Intelligence nodig. Maar waarom kun je dat niet 'gewoon' programmeren? Wat kan Artificial Intelligence wel, wat programmeurs niet kunnen? Hoe leert Artificial Intelligence zelf? En wat hebben autonome voertuigen daaraan? En – ook niet onbelangrijk – zitten er ook nadelen aan als software zelf kan denken?

AI bij autonoom rijden

Bekijk deze video over Artificial Intelligence in autonome (zelfrijdende) auto's[xiii]:

Een **computerprogramma** is niet meer dan een set met 'regels':

- ALS het verkeerslicht rood is, DAN stop je.

Maar AI heeft een aantal **eigenschappen**, die een gewoon programma niet heeft. AI kan:

- *voorspellen*: in deze situatie moet ik stoppen, want anders…
- in een nieuwe situatie objecten *herkennen*: dit is een voetganger en die loopt langzaam. Dit is een fietser, die gaat sneller.
- *problemen oplossen*: ik moet nu … doen, zodat ik…

In de tabel hieronder staat een aantal redenen waardoor programmeurs voor AI kiezen.

1. Benoem bij elk van de redenen waarom dat niet (makkelijk) met een 'gewoon' programma kan.

Reden	Gewoon programma kan	Maar AI kan
In het verkeer zijn tegelijkertijd heel veel dingen om rekening mee te houden	Regels invoeren	Dat sneller, doordat het kan voorspellen wat er gaat gebeuren
In het verkeer kom je heel veel verschillende situaties tegen		
In het verkeer kom je nieuwe situaties tegen		
In het verkeer zie je niet altijd het volledige object		
Soms moet je 'weten' dat er bv een verkeersbord is, zonder dat je het ziet		
Een vrachtwagen reageert anders op de weg als het weer anders is		

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.

Hoe leert AI om veilig te rijden?

Artificial Intelligence kan zélf leren door in de computer-code een instructie te zetten die regels zo aan passen, dat ze steeds beter worden.

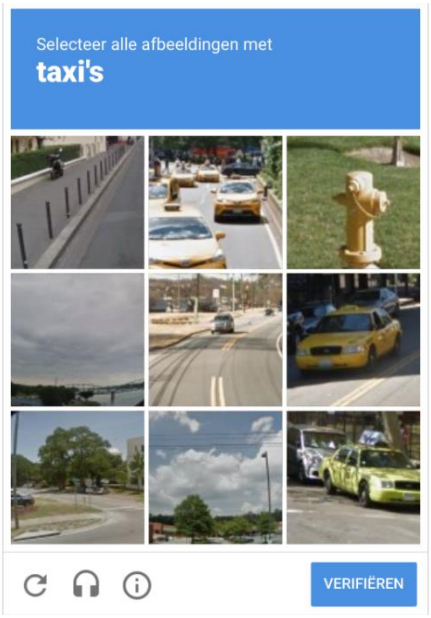
AI leert op drie manieren:

- **Unsupervised learning**
  Op basis van data kan een AI systeem herkennen waar ‘iets’ zich bevindt.
  Als je op de weg staat, dan kan het objecten (bv clusters van kleur) van elkaar onderscheiden.
- **Supervised learning**
  Iemand vertelt het AI systeem dat het ene object een persoon is, het ander object een boom en het andere een voorrangsbord.
- **Reïnforcement learning**
  Het systeem leert wat het moet doen. Bijvoorbeeld doordat een chauffeur rijdt, het AI systeem leert mee: als je dit ziet, dan doe je dat.

Voor het leren heeft het AI systeem heel veel gegevens (data) nodig. Hiermee kan het herkennen dat er ‘iets’ langs de weg staat, dat het een stopbord is en dat hij dus moet stoppen.

2. Hieronder zie je een aantal situaties.
   Geef aan welke informatie een AI systeem krijgt hieruit en waarvoor het dat kan gebruiken.

a) Als je inlogt op een website, krijg je soms een test, zoals hiernaast staat weergegeven: ‘selecteer alle afbeeldingen met taxi’s’.



Het systeem krijgt informatie over:

Hij kan dit gebruiken voor:

Vorm van AI-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.

b) In een autonome vrachtwagen zitten allerlei sensoren. Deze meten bijvoorbeeld de snelheid, hoeveelheid brandstof, afstand tot andere voertuigen, temperatuur van het wegdek etc.



Het systeem krijgt informatie over: Hij kan dit gebruiken voor: Vorm van AI-leren:

c) Voorlopig mogen ‘autonome’ vrachtwagens alleen nog mét chauffeur op pad.



Het systeem krijgt informatie over: Hij kan dit gebruiken voor: Vorm van AI-leren:

d) Vrachtwagens rijden nog voornamelijk op diesel. Hierdoor komt veel CO_2 vrij tijdens transport. Als vrachtwagens in een colonne achter elkaar aan rijden, maken zij gebruik van elkaars luchtweerstand en verbruiken daardoor minder energie.



Het systeem krijgt informatie over: Hij kan dit gebruiken voor: Vorm van AI-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.

Voor- en nadelen autonoom rijden met AI

Autonoom rijdende voertuigen kunnen sneller denken dan mensen, sneller beslissingen nemen. Zij vallen ook nooit in slaap. Een stuk veiliger dan een menselijke bestuurder dus!

3. Geef nog minimaal drie (andere!) voordelen van autonoom rijden.

Helaas zijn er ook nadelen aan het gebruik van Artificial Intelligence in het verkeer. Omdat AI leert, weet je niet hoe het leert en dus ook niet welke 'regels' hij aanhoudt. Je weet niet wat hij wel/niet herkent en welke beslissingen hij neemt.

4. Geef minimaal drie voorbeelden wanneer autonoom rijden met AI gevaarlijk zou kunnen zijn:

5. Zou jij voorstander zijn om alle voertuigen autonoom rijdend te maken? Gebruik in je antwoord naast jouw eigen mening ook argumenten uit de opdracht.

Ja, want….

Nee, want…

Autonoom rijdende voertuigen kunnen sneller denken dan mensen, sneller beslissingen nemen. Zij vallen ook nooit in slaap. Een stuk veiliger dan een menselijke bestuurder dus!

Helaas zijn er ook nadelen aan het gebruik van Artificial Intelligence in het verkeer. Omdat AI leert, weet je niet hoe het leert en dus ook niet welke 'regels' hij aanhoudt. Je weet niet wat hij wel/niet herkent en welke beslissingen hij neemt.

6. Houd een discussie in de klas over de volgende stelling:
   'Binnen 20 jaar moeten alle motorvoertuigen autonoom rijden'

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

TABEL - AI in het verkeer

Verkeersregel	Wat doet een chauffeur?	Wat moet een zelfrijdende vrachtwagen kunnen?
Hij moet op de weg blijven	Stuurt binnen de baan	Herkennen waar de weg is Vrachtwagen binnen de goede lijnen houden
Hij moet stoppen als iemand oversteekt		

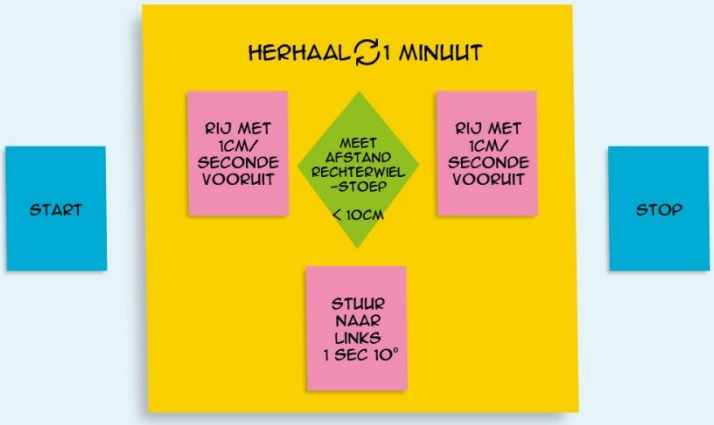
BRAINPORT EINDHOVEN

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.

Programmeer met post-its

1. **Simuleer de situatie: doe de stappen na die de machine of het voertuig moet kunnen uitvoeren.**
2. **Schrijf op een blaadje welke stappen het programma ongeveer moet volgen om de opdracht uit te voeren.**
3. **Schrijf nu je programma op Post-it's volgens de volgende regels:**

- Het programma heeft verschillende stappen. Elke stap staat op een apart blaadje.
- De stappen zijn leesbaar van 1 meter afstand.
- In het schema is duidelijk onderscheid tussen: Start / Stop | Actie | Keuze (met een sensor) | Herhaal
- De stappen staan in de goede volgorde. Pijlen geven de volgorde aan van de stappen en de keuze-mogelijkheden.
- Iemand anders kan jouw programma uitvoeren zodat de opdracht wordt gehaald.



4. Test je programma:

Laat iemand anders jouw programma uitvoeren.
Lukt dat? Dan is het goed (genoeg).
Lukt dat niet? Verbeter je programma dan zodanig, dat iedereen jouw programma op de juiste manier kan uitvoeren.

Test zo vaak als dat nodig is!



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.

Programmeerkaarten

Programmeer een deeltaak in een eenvoudige robot

De meeste robots voor in het onderwijs hebben een aantal eenvoudige functies waar instructie voor beschikbaar is.

Bijvoorbeeld:
1. Vraag aan je docent een overzicht van de basisprogramma's voor jullie robot;
2. Bedenk bij welke programmeeropdracht je welke functie kunt inzetten
3. Programmeer deze functie in jouw robot

Programmeerkaarten

Programmeer een eenvoudige robot

Heb je ervaring met programmeren? De meeste robots voor in het onderwijs, hebben een aantal eenvoudige functies waar instructie voor beschikbaar is. Bijvoorbeeld:

- Rijden over een lijn
- Niet botsen / Afstand houden
- Herken een kleur

1. Programmeer zoveel standaard functies in een robot dat deze de taak naar behoren kan uitvoeren. Dat doe je door een programma te schrijven met deze deel-onderdelen en dan te zeggen dat hij én dit én dat moet kunnen.
2. Test de robot bij iedere functie die je toevoegt.
3. Kijk bij de opdrachten – zijn er nog meer functies die je kunt programmeren?

Programmeerkaarten

Programmeer een robot

1. Bouw een robot die zoveel mogelijk voldoet aan de eisen die in het 'echt' ook gesteld worden. Hij moet verschillende deelfuncties kunnen uitvoeren.
2. Test je robot
3. Daag jezelf uit en maak de uitdaging groter, preciezer, moeilijker, onvoorspelbaarder etc. Pas je programma aan waar nodig.

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.

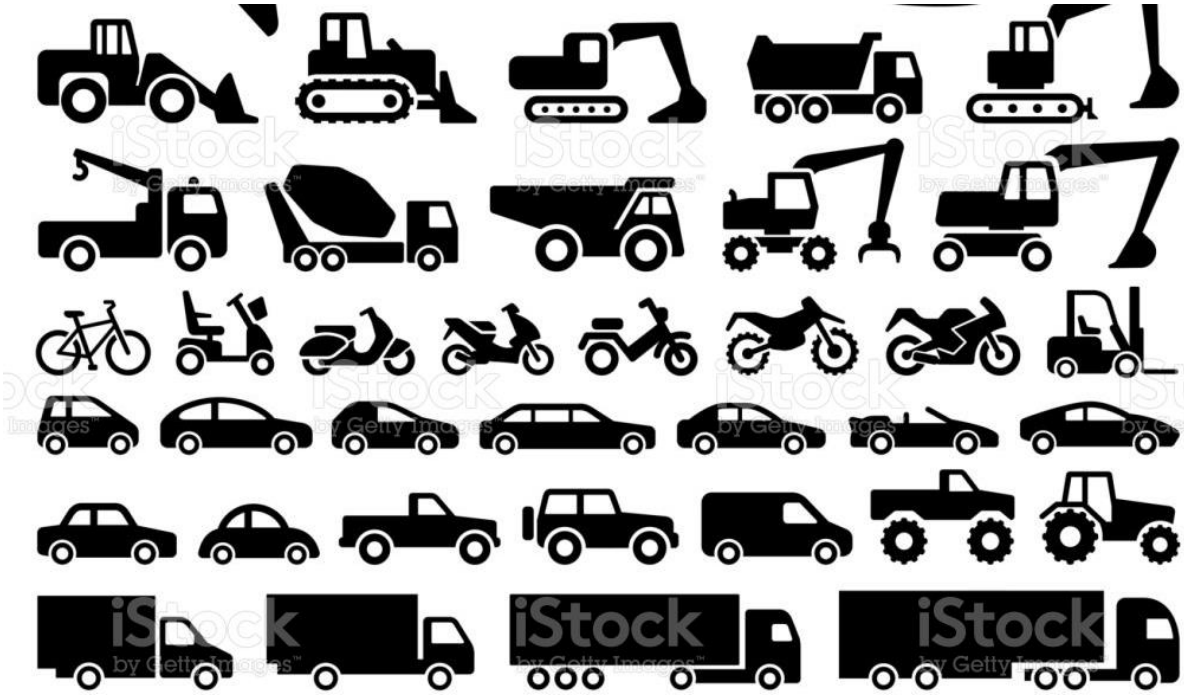
Bijlage – voorbeeld weg(delen) met voertuigen

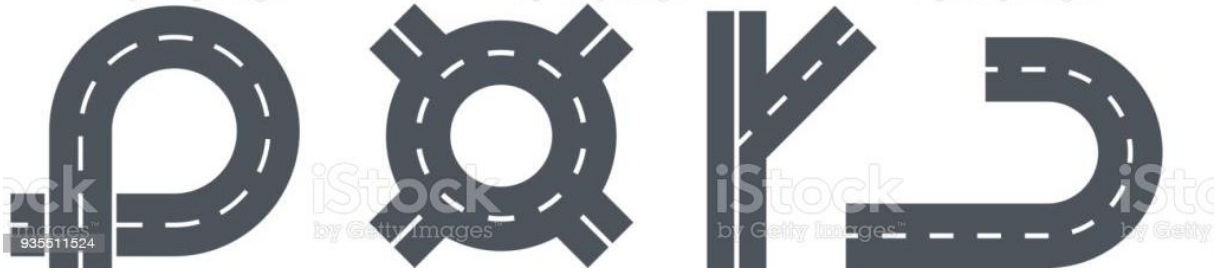


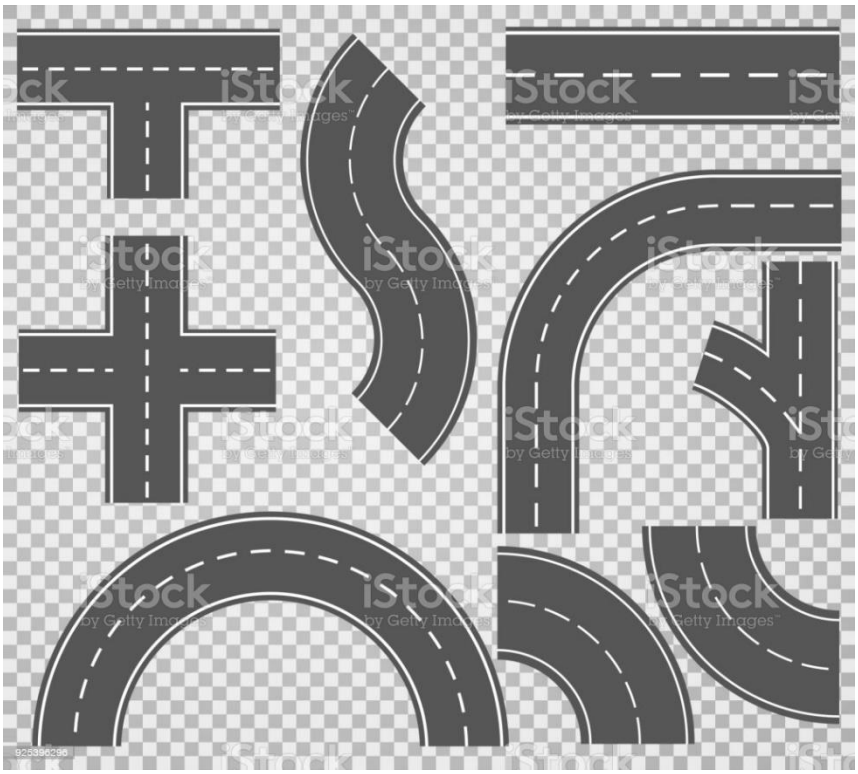


BRAINPORT EINDHOVEN

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.







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.

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-vervolgopleiding? Kijk dan in onderstaande tabel voor de mogelijkheden.

Instelling	Opleiding of onderdeel	
Summa College	**Keuzedeel Embrace TEC** Een opleiding overstijgend keuzedeel waarin Technology, Entrepreneurship en Creativity centraal staat. Hier komt AI ook in terug. [1]	
Summa College	*Software developer, mbo 4*[2]	
Summa College	*Monteur mechatronica, mbo 4*[3]	
Summa College	*Technicus Smart Industry, mbo 4*[4]	
Summa College	*Technicus automotive engineering, mbo 4*[5]	

[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)
[3] 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)*
[5] *https://www.summacollege.nl/opleidingen/opleidingen-overzicht/opleiding-detail/technicus-automotive-engineering-(bol)*

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.

Instelling	Opleiding of onderdeel	
ROC Ter AA	*Software developer, mbo 4*[6]	
ROC Ter AA	*Monteur mechatronica, mbo 4*[7]	
Fontys	**Opleidingen**[8]**:** HBO-ICT Toegepaste Wiskunde Logistics Engineering	
Fontys	**Minor Embrace TEC** Een opleiding overstijgend keuzedeel waarin Technology, Entrepreneurship en Creativity centraal staat. Hier komt AI ook in terug. [9]	
TU/e	**Opleidingen:** Bachelor Data Science[10] Master Data Science and Artificial Intelligence Master Data Science and Entrepreneurship	
TU/e	**Face the challenge @ Innovation Space**[11] 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	

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://www.tue.nl/studeren/bachelor-college/bachelor-data-science
11 https://studiegids.tue.nl/verbreding/innovation-space/

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.

Instelling	Opleiding of onderdeel	
TU/e	**Studententeam SerpentineAI**[12] Wil je iets extra's naast je TU/e studie? Voeg je bij het studententeam SerpentineAI 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 AI**[13] *Learn how to apply AI by solving real-world challenges* 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 where we're applying AI to assist doctors in diagnosis and prevent the suffering of millions of people and AI for Food, where we're developing robots that make it so we can feed more people, while using less farm ground.	
TU/e	**Studententeam Tech United**[14] 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. Kennis op het gebied van werktuigbouwkunde, elektrotechniek en computeralgoritmes worden ingezet om problemen op te lossen.	
TU/e	**Studententeam Blue Jay**[15] Drones have the power to extend our senses and actions. The real potential of drones is still subject to experimentation and exploration. 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.	

12 https://serpentine.ai/
13 https://fruitpunch.ai/
14 https://www.techunited.nl/
15 https://www.bluejayeindhoven.nl/

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.

Bijlage – gebruikte links bij QR-codes

[i] https://www.instagram.com/brainporteindhoven/guide/ai-artificial-intelligence/17939865835446145/
[ii] https://www.youtube.com/watch?v=Wweoh7WJNUw
[iii] https://www.seattletimes.com/business/technology/paccar-nvidia-build-concept-self-driving-truck/
[iv] https://youtu.be/3RahHPxRzHQ
[v] https://youtu.be/QJE_ycgR8E8
[vi] https://youtu.be/neKzPJ4jP7M
[vii] https://www.youtube.com/watch?v=Y09BY6WKS84&t=38s
[viii] https://www.youtube.com/watch?v=CNgi_E6vj34
[ix] https://youtu.be/neKzPJ4jP7M
[x] https://schooltv.nl/video/het-klokhuis-zelfrijdende-auto/#q=zelfrijden
[xi] https://detoekomstvanai.nl/artikelen/ai-heeft-geen-stekker-meer/ai-ethiek/prangende-ethische-vraagstukken/
[xii] https://youtu.be/yfPMhM3GuXw
[xiii] https://youtu.be/neKzPJ4jP7M

BRAINPORT EINDHOVEN