****

***Duurzaam autorijden in de toekomst***

**de Zwart Bram**

**6aWWI**

**Schooljaar 2016– 2017**

Inhoud

[Inleiding 3](#_Toc482067122)

[Wat is er zo negatief aan het hedendaagse autorijden? 3](#_Toc482067123)

[CO2-uitstoot 3](#_Toc482067124)

[Stikstof 3](#_Toc482067125)

[Koolstofmonoxide 4](#_Toc482067126)

[Fossiele brandstof 4](#_Toc482067127)

[Wat zijn de alternatieven? 5](#_Toc482067128)

[De elektrische auto 5](#_Toc482067129)

[Volledig elektrisch 5](#_Toc482067130)

[Hybride 7](#_Toc482067131)

[Biobrandstof 8](#_Toc482067132)

[Biodiesel 8](#_Toc482067133)

[Biogas 9](#_Toc482067134)

[Waterstofauto 10](#_Toc482067135)

[Waterstof brandstofcel 10](#_Toc482067136)

[Flexfuel 11](#_Toc482067137)

[Auto op zonne-energie 11](#_Toc482067138)

[Mierenzuur 11](#_Toc482067139)

[Wat voor de toekomst? 11](#_Toc482067140)

[Besluit 11](#_Toc482067141)

[Bibliografie 11](#_Toc482067142)

[Websites 11](#_Toc482067143)

[Andere 12](#_Toc482067144)

# Inleiding

Toen in het begin van dit schooljaar met vier waren die een onderzoekscompetentie moesten maken voor de pool ‘wetenschappen’, kregen we vier onderwerpen. Hieruit mochten we elk één kiezen. De keuze voor deze onderwerpen was niet toevallig gekozen, aangezien ze samengingen met de cursus die de UGent Campus Kortrijk organiseerde in januari en februari. Ik heb het onderwerp gekozen dat mij op dat moment het meest interessant leek: Duurzaam autorijden in de toekomst. Hierbij kunnen al direct een paar vragen gesteld worden. Hetgeen wat mij het beste leek was om mezelf af te vragen wat er nu zo slecht is aan autorijden, of er enige alternatieven zijn en natuurlijk, aangezien mijn onderwerp ‘duurzaam autorijden in de TOEKOMST’ is, kon ik niet anders dan me afvragen wat de plannen zijn voor de toekomst. In het begin ging het werken aan mijn OC redelijk vlot, maar naarmate het jaar vorderde, leek mijn motivatie met de dag te verminderen, zoals dat bij mij elk jaar gebeurt. Maar goed, uiteindelijk geraakt het dan toch af.

# Wat is er zo negatief aan het hedendaagse autorijden?

Hoewel er natuurlijk vele voordelen zijn verbonden aan autorijden, dat vooral gebeurt op benzine, zoals het comfort en de vrijheid om te gaan en te staan waar je wilt, zijn er voor het milieu heel wat negatieve aspecten aan verbonden. Hier volgen de belangrijkste.

## CO2-uitstoot

Een eerste nadeel van autorijden op benzine is natuurlijk de grote CO2-uitstoot die het veroorzaakt. Gemiddeld geeft 1 liter benzine 2,4 kg CO2 vrij in de atmosfeer[[1]](#footnote-1). Dit komt omdat 1 liter benzine doorgaans 750 gram weegt, wat voor 87% of 652 gram uit koolstof bestaat. Om dit volledig te verbranden heb je dubbel zoveel mol nodig aan zuurstof.  
652gram C=652 gram/12,01 gram per mol🡺54,29 mol  
dit wil zeggen dat we 54,29\*2= 108,58 mol zuurstof nodig hebben  
massa O= 16,00 gram/mol \*108,58 mol= 1737,28 gram zuurstof  
Als we dit optellen komen we uit op 2389,28 gram, een kleine 2,4 kg aan CO2 dus.[[2]](#footnote-2)

## Stikstof

Dit is van toepassing op de dieselmotor en minder op de alledaagse benzinemotor. Vergeleken met het probleem van de N2-uitstoot, is het CO2-probleem nog te begrijpen. Uitlaat gassen bestaan amper voor 12% uit CO2, maar voor maar liefst 67% uit N2. De uitstoot van stikstofgas in de atmosfeer is één van de drie grootste milieuproblemen. De stikstofgasemissie zorgt voor 4% van alle broeikasgassen, en versterkt zo mee het broeikaseffect. De grootste problemen stellen zich voor de mensheid zelf. Maar liefst 20% van alle biodiversiteit onder de planten, vooral de gevoelige soort, zijn al ten onder gegaan aan het stikstofgehalte in het water. Stikstof in het water vormt echter niet alleen een probleem voor planten, maar ook voor de mens. In West-Europa alleen al zijn er meer dan 10 miljoen mensen die water drinken met een NO3-gehalte boven de veiligheidsnorm. Nitraat op zich is geen gevaar voor de mens, ware het niet dat 5% van alle nitraat in het lichaam tijdens de spijsvertering wordt omgezet in nitriet, wat in hoge concentraties wel gevaarlijk is. Dit kan leiden tot zuurstoftekort, vooral bij baby’s, wanneer teveel nitriet gaat reageren met ijzer(II) en zo ijzer(III) vormt. IJzer(III) komt dan in de hemoglobine terecht. Aangezien ijzer(III) minder bindt met zuurstof dan ijzer(II), ontstaat er een zuurstoftekort, wat methemoglobinemie heet.[[3]](#footnote-3) Hier eindigt echter het rijtje van problemen niet. Alle stikstofgas in de lucht zorgt er, samen met nog wat andere schadelijke stoffen zoals bijvoorbeeld ozon, voor dat de gemiddelde levensverwachting in Centraal-Europa met maar liefst 6 maanden is gedaald. Alle stikstof die niet naar de lucht of naar het water gaat, gaat natuurlijk naar de grond, waar het zorgt voor verzuring van die grond zodanig dat die zelfs gedeeltelijk onvruchtbaar wordt. Zo mislukken er meer oogsten wat tot hongersnood kan leiden. Onrechtreeks kan een teveel aan stikstof zelfs leiden tot armoede en een vermindering van de volksgezondheid.[[4]](#footnote-4)

## Koolstofmonoxide

Dat koolstofmonoxide gevaarlijk kan zijn voor de mens, is al oud nieuws. Dit gas wordt gevormd door een onvolledige verbranding van koolstof en veroorzaakt duizeligheid en hoofdpijn in het beste geval, in het ergste scenario daarentegen mag je familie na een goeie 20 minuten je begrafenis regelen. Dit laatste is wel zeer extreem (bij een concentratie van over 5000 ppm) en gebeurt in 0.5% van alle gekende gevallen.[[5]](#footnote-5)

## Fossiele brandstof

Niet alleen de uitlaatgassen, maar ook de brandstof zelf, zorgt voor veel problemen, zowel voor mens als voor milieu. Het grootste nadeel voor het milieu is natuurlijk de emissie van auto’s, maar aan de andere kant bieden boorplatforms op zee ook niet veel voordelen voor de biodiversiteit in het water. De meeste mensen zullen zich de ontploffing van Deepwater Horizon wel nog herinneren. Dat boorplatform, gelegen in de golf van Mexico, ontplofte in 2010 omdat er methaangas lekte uit de oliebron. Het gas steeg op via de boor en veroorzaakte een chemische reactie met het cement dat werd gebruikt om een dichting aan te brengen. De boel ontplofte en er ontstond brand. Twee weken later zonk het gehele olieboorplatform waarna er dagelijks zo’n 800.000 olie in zee lekte. Deze ramp stond sindsdien bekend als de ergst milieuramp ooit in de geschiedenis van milieurampen sinds 1989, toen de olietanker Axxon Valdez schipbreuk leed voor de kustlijn van Alaska.[[6]](#footnote-6)

Figuur Krater van Derweze

Dit gaat dan nog enkel over olie. Aardgas heeft namelijk ook al een geschiedenis van nadelen. Zo was er een bron van aardgas in Derweze, Turkmenistan, die ontdekt werd door de Sovjets. Toen ze echter begonnen te boren stortte de aarde letterlijk onder hun voeten vandaan en creëerde het een krater met een diameter van 70 meter. Omdat ze bang waren dat er giftige gassen zouden ontsnappen, hadden ze maar besloten om het hele boeltje in brand te steken. Dit gebeurde in 1971, en die krater brandt nog altijd en is bekend als de ‘poort naar de hel’. Die krater stoot dus al 46 jaar onafgebroken CO2 uit, en niemand heeft daar enig nut aan, al is het wel mooi om te zien, maar daar heeft het milieu niet veel aan.[[7]](#footnote-7)

# Wat zijn de alternatieven?

Voor het milieu heeft rijden op fossiele brandstof dus niet veel voordelen. Er moet dus naar alternatieven worden gezocht. Er zijn al heel wat goede en minder goede ideeën naar boven gekomen om ons klimaat alsnog te redden. Enkele van die ideeën gaan we verder onderzoeken.

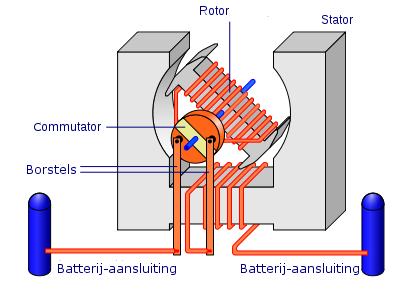
## De elektrische auto

De bekendste van deze ideeën is ongetwijfeld de elektrisch auto. Deze kan volledig elektrisch zijn of bestaan uit zowel een elektrische als een benzinemotor, een zogenaamde hybride. Vele autoproducenten hebben opgemerkt dat er een rijzende vraag is naar dit soort auto’s en hebben enkele modellen op de markt gebracht. Anderen richten zich dan volledig op de elektrische auto, denk bijvoorbeeld aan Tesla Motors. Of dit zo is omdat de vraag ernaar stijgt of omdat autofabrikanten inzien dat benzine en diesel zorgen voor schade aan het milieu is maar de vraag, maar sowieso is goed dat ze bestaan.

### Volledig elektrisch

Deze wagen heeft dus geen benzine of andere fossiele brandstoffen nodig om zich voort te kunnen bewegen. Er is dus ook geen verbrandingsmotor met injectors en afzuigers nodig om de wielen te doen draaien. Het enige dat noodzakelijk is om beweging te kunnen genereren is een elektromotor en een accu.

#### De elektromotor

Simpel gezegd is een elektromotor een machine om elektrische energie om te zetten in kinetische energie. Dit is mogelijk omdat de motor bestaat uit een stator en een rotor. De motor is zo opgebouwd dat de rotor kan ronddraaien in de stator. Het hele systeem steunt op de principes van elektromagnetisme. Hierbij is de rotor een elektromagneet en de stator een permanente magneet, een elektromagneet of gewoon gemaakt uit magnetisch materiaal. Als er stroom loopt door de elektromagneet, wordt deze aangetrokken door de andere, waardoor de rotor gaat ronddraaien. Via een commutator kan deze bewegingsenergie overgezet worden op de wielen, waardoor je vooruitgaat.[[8]](#footnote-8)

Figuur De elektromotor

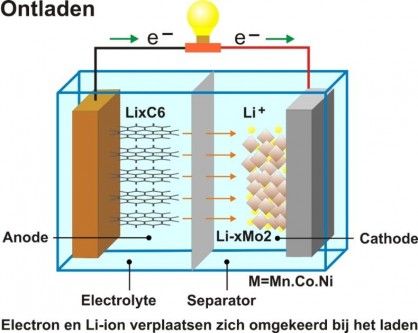
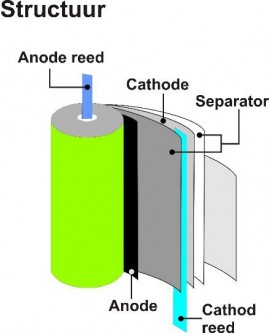
#### De accu

Waar in niet-elektrische auto’s een loodaccu zorgt voor het starten, de verlichting, de raambediening, het dashboard en nog andere dingen, zorgt in een elektrische auto een lithium-ionbatterij (LiB) voor dit alles en nog eens voor het aandrijven van de motor. Deze zijn in 1992 in Japan ontwikkeld speciaal voor elektrische wagens. Op zich zijn deze batterijen simpel opgebouwd. Ze bestaan uit een anode, een kathode, een separator en elektrolyt. Deze componenten worden nadat ze gemaakt zijn in een rechthoekig of cilindervormig omhulsel geplaatst in de vorm van respectievelijk een platte doos of een buis. Na jaren onderzoek bleken koolstof, legeringen en metallisch lithium goede elektrodematerialen te zijn. Ook spinel mangaanoxiden, gelaagde nikkel-mangaan en nikkel-mangaan-kobalt-oxiden bleken geschikt voor het maken van betere batterijen. Ondanks alles was er toch nog behoefte aan een hogere capaciteit en vermogensdichtheid. Om dit op te lossen werden nikkel-kobalt-oxiden deftig bestudeerd, die zeer interessant LiB-materialen bleken te zijn. Als de werking van de accu bekijken, is dit het makkelijkst om dit te doen voor de 4 onderdelen apart.

Ten eerste zijn er dus de kathodes. Kathodematerialen gebruiken lithium overgangsmetalen waarbij lithium en de metalen de positeve ionen en het oxide het negatieve ion. Kathodes kunnen bestaan uit 5 verschillende materialen. Deze zijn lithium-kobaltoxide, lithium-nikkeloxide,  
lithium-mangaanoxide, lithium-ijzerfosfaat en ternaire verbindingen bestaande uit kobalt, nikkel en mangaan. Alle kathodematerialen worden, in poedervorm, gemengd met harsen en oplosmiddelen. Daarna worden deze gecoat met een aluminiumfolie tot een uiteindelijke kathode. De keuze van kathodematerialen bepaalt de opslagcapaciteit en de elektrische output van de batterij.

Vervolgens zijn er de anoden. Deze zijn logischerwijs opgebouwd uit anodematerialen. De actieve anodemateriaal bestaat uit grafiet dat is aangebracht op koperfolie. In totaal zijn er 3 verschillende soorten anodematerialen: grafiet (zowel kunstmatig als natuurlijk), harde en zachte koolstof en legeringen. De materialen die gebaseerd zijn op grafiet, zitten al zeer dicht bij hun theorethische laadcapaciteitslimiet.

Ten derde is er de separator. Dit is een zeer fragiel membraan gemaakt uit polyethyleen of polypropyleen. De separator scheidt de kathode van de anode en voorkomt zo kortsluiting. Dit membraan wordt in de electrolytoplossing, wat straks aan bod komt, geplaatst om het elektrolyt te beschermen en zo het geleidingsniveau op peil te houden. Om de accu nog verder te beschermen, smelt het membraan bij oververhitting waardoor het ionentransport en de batterij niet meer werkt.

Uiteindelijk is er nog de elektrolyt. Een elektrolyt is een mengsel tussen lithiumzouten, meestal lithiumboraat-tetrafluoride en lithium-fosfaathexafluoride, organische middelen en additieven. Om alles te kunnen oplossen worden oplosmiddelen als propyleencarbonaat, ethyleencarbonaat, dimethylcarbonaat en diethylcarbonaat. De elektrolytoplossing zorgt ervoor dat het transport van de lithiumionen mogelijk is. Tijdens het oplaadproces verlaten die namelijk de kathode en gaan via het electrolyt en de separator naar de anode. Tijdens het ontladen verloopt dit in de omgekeerde richting, hierdoor ontstaat elektrische stroom om de auto aan te drijven.[[9]](#footnote-9)

Figuur 4 Opbouw van een Lithium-ionbatterij

Figuur 3 Werking van een lithium-ionbatterij

#### Voordelen

Aan elektrisch rijden zijn vele voordelen verbonden. Zo is het natuurlijk veel beter voor het milieu, aangezien het geen stikstofoxiden en fijn stof produceert. Maar het komt ook voordeliger uit aangezien elektriciteit goedkoper is dan fossiele brandstof en je minder belastingen betaalt op een elektrische wagen.[[10]](#footnote-10) Bovendien kun je zelf je elektriciteit opwekken, met bijvoorbeeld een windmolen en/of zonnepanelen.

#### Nadelen

Aangezien je geen omelet kan maken zonder eieren te breken, zijn er natuurlijk ook nadelen verbonden aan elektrisch autorijden. Zo zijn de auto’s op zich relatief duur en rijden ze niet bepaald ver (zo’n 150 km) op een volle batterij onder ideale omstandigheden. En als je die limiet toch zou overschrijden en je staat met een lege accu langs de kant van de weg, is de kans groot dat je de takeldienst moet bellen. Er zijn namelijk nog niet overal oplaadpunten voorzien. Ook duurt het opladen minimum een half uur, wat niet zo handig is als je niet veel tijd hebt.[[11]](#footnote-11) Tevens kun je je ook afvragen waar die elektriciteit vandaan komt als je ze niet zelf produceert. Die voorlopig nog altijd van kernenergie en fossiele brandstoffen, al wordt een klein deel al duurzaam geproduceerd.

### Hybride

Hybridewagens gebruiken zowel een elektro- als een benzinemotor, met als voornaamste doel om de uitlaatgasemissies en het brandstofverbruik te verlagen. Bij hybridewagens wordt er doorgaans onderscheid gemaakt micro-hybride, mild-hybride en full-hybride

#### Micro-hybride

Een micro-hybride beschikt niet over een elektromotor, maar wel over energiebesparende technologieën, zoals het start- en stopsysteem. Dit systeem schakelt de motor automatisch uit als de auto stilstaat. Tevens is er ook een regeneratiesysteem voor de accu, zodat die energie kan opslaan uit het remmen.

#### Mild-hybride

Hierbij wordt de verbrandingsmotor ondersteund door 1 of 2 elektromotoren die, indien nodig, extra vermogen kunnen leveren. De elektromotoren worden enkel gebruikt bij het versnellen en bij het rijden op hogere snelheden. Als de snelheid constant is, wordt de elektromotor automatisch uitgeschakeld. Deze hybride beschikt, net als de micro-hybride, over het start- en stopsysteem en het regeneratiesysteem.

#### Full-hybride

Ook hier wordt de verbrandingsmotor ondersteund door 1 of 2 elektromotoren. Het verschil et de mild-hybride is dat het nu wel mogelijk is om enkel op de elektromotor te rijden. En ook deze auto heeft het start- en stop-systeem en het regeneratiesysteem ter beschikking.

#### Voordelen

Om te beginnen heb je een verlaagde uitlaatgasemissie dan de benzinemotor. Je hebt ook een verder bereik dan wanneer je met een volledig elektrisch aangestuurde wagen zou rijden. Er komen weinig tot geen fijn stof en stikstofoxiden vrij in de atmosfeer, wat ervoor zorgt dat dit misschien één van de beste keuzes is als je het milieu wilt helpen zonder al te veel comfort te verliezen.

#### Nadelen

Veel nadelen zijn er niet aan de hybride wagen, behalve dan dat ze niet de goedkoopste in het salon is.[[12]](#footnote-12)

## Biobrandstof

Er gebeurt veel onderzoek naar biobrandstoffen en die hebben al wat opgeleverd. We kunnen de biobrandstoffen nu onderscheiden in 4 generatie.

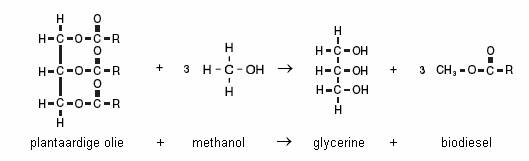
De eerste generatie bio brandstof gebruikt voedselplanten als plantaardige olie, suiker ; maïs, tarwe en zetmeel. Deze kunnen ook worden geconsumeerd door de mens. De meest voorkomende biobrandstoffen uit de 1ste generatie zijn biogas en biodiesel (wat later aan bod komt) en bio-ethanol

De tweede generatie biobrandstof word gevormd uit niet-eetbare grondstoffen, zoals bijvoorbeeld het afvalproduct van plantaardige olie. Dit zorgt ervoor dat het probleem dat vruchtbare grond zou gebruikt worden om biobrandstof aan te maken, opgelost is. Hier zijn de meest voorkomende brandstoffen terug biodiesel en bio-ethanol, maar ook synthetische biobrandstoffen zoals biomethanol, en biowaterstof.

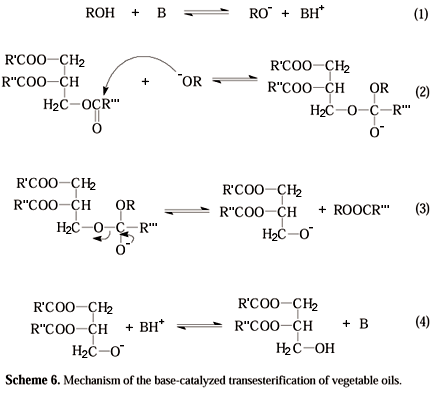
De derde generatie wordt vervaardigd uit algen. Uit die algen kan namelijk en olie geproduceerd worden dat kan worden verwerkt tot biobrandstoffen. Heel wat zaken worden zo bereid, zoals bijvoorbeeld biodiesel, methaan, plantaardige olie, ethanol, benzine, butanol en vliegtuigbrandstof.

Er wordt nog steeds gespeculeerd wat de vierde generatie zou inhouden, maar het komt erop neer dat er een plant zou worden ontwikkeld, die een hogere opbrengst zou hebben van biomassa. Men zou ook gebruik maken van meer geavanceerde technieken.

### Biodiesel

Bij de productie van biodiesel worden de moleculen van plantaardige olie opgesplitst in 3 alkylesters en 1 glycerolmolecule (figuur 5).  
om dit te kunnen doen, heb je nog een alcohol (methanol) en een sterke base (NaOH ofKOH) als katalysator.

Figuur 5 biodiesel uit plantaardige olie

Reactiemechanisme:

1. Eerst reageert het natriumoxide met de alcohol. Zo ontstaan er natriumionen, watermoleculen en methoxide-ionen. Dit zijn negatief geladen alcoholdeeltjes. In deze reactie is natriumoxide de katalysator.
2. Nu reageren de triglyceriden met de methoxide-ionen, om zo een geladen tussenproduct. De vetzuurketens zijn niet helemaal compleet, waardoor ze negatief geladen zijn. Dit wordt een nucleofiele aanval genoemd.
3. Het tussenproduct wordt omgevormd tot een anion diglyceride en een akylester. Die akylester is biodiesel.
4. De katalysator die in stap 1 een proton teveel kreeg, geeft die nu weg, waardoor het nu positief geladen waterstofion reageert met het anion diglyceride.

Dit herhaalt zich, maar in plaats van uit triglyceriden diglyceriden te vormen, worden er nu monoglyceriden uit diglyceriden gevormd. Daarna gebeurt het hele proces nog eens, maar wordt er glycerol gevormd. Bij ieder keer dat het mechanisme doorlopen wordt, vormt zich ook een nieuwe molecule biodiesel. Als er voldoende biodiesel is gevormd, moet de katalysator er nog uit worden gefilterd. Dit is zeer makkelijk omdat de biodiesel een lagere dichtheid heeft dan de andere stoffen, waardoor deze na een dag naar boven komt drijven. Dan kan ze gewoon afgetapt worden.[[13]](#footnote-13)

#### Voordelen biodiesel

Er kunnen verschillende soorten olie worden gebruikt om biodiesel te produceren, en deze zijn biologisch afbreekbaar. De basisgrondstof bevat ook geen zwavel of andere schadelijke stoffen.

#### Nadelen

Bij verbranding van biodiesel komen meer stikstofoxiden vrij dan wanneer men benzine zou gebruiken. Daarbij komt nog eens dat niet elk tankstation biodiesel verkoopt en dat niet elke motor geschikt is hiervoor[[14]](#footnote-14)

### Biogas

Biogas wordt gevormd door het vergisten van zowel zwaar organisch belast afvalwater, als dikvloeibare en vaste afvalstromen en is een mengeling van CO2, methaan en vluchtige vetzuren. Een voorwaarde om biogas te maken is wel dat de afvalstoffen niet giftig zijn of stoffen bevatten waar de anaerobe bacteriën niet tegen zouden kunnen. Anders gaat de vergisting niet door. Als er biogas geproduceerd wordt, ontstaat er ook een uitgegist product of digestaat. Dit digestaat zit vol nutriënten en is dus perfect geschikt voor de landbouw. Het is zelfs beter dan dierlijke mest want het digestaat is minder viskeus, stinkt niet en bevat minder pathogene organismen. De hoeveelheid biogas die uit een bepaalde hoeveelheid biomassa kan produceren, hangt af van welke biomassa er gebruikt word en meer specifiek hoeveel koolwaterstoffen er in de biomassa aanwezig zijn.

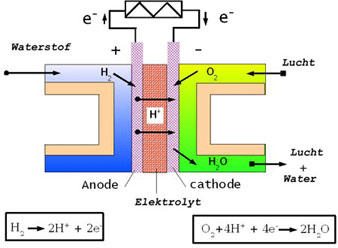
#### Voordelen biogas

Biogas is een CO2-neutraal gas, wat zeer goed is voor het milieu. Ook is het een duurzame energiebron en is ze zo goed als onuitputtelijk. Naast alternatief voor benzine heeft biogas nog vele andere toepassingen.[[15]](#footnote-15)

#### Nadelen biogas

Bij de productie van biogas komt methaan, een broeikasgas, vrij. Verder zijn de auto’s nog niet geschikt om op biogas te rijden en om dit mogelijk te maken zijn dure aanpassingen nodig. Het kan ook nog dat er vervuild afval of vervuilde mest wordt gebruikt om biogas te maken, waardoor die toch schadelijk zou kunnen zijn voor het milieu.

## Waterstofauto

Tegenwoordig kunnen auto’s ook op water rijden. Dit heeft enkele zeer positieve zaken, maar het is iets minder praktisch. maar daarvoor moeten we eerst weten hoe zo’n waterstofauto in elkaar zit.

### Waterstof brandstofcel

Het belangrijkste gedeelte van de waterstofauto is de waterstof brandstofcel. Het werkt als volgt. Eerst wordt er waterstof via linksboven op figuur 6 aangevoerd. Dit waterstof passeert langs de anode, die een katalysator bevat, nl platina. Hieruit volgt de chemische reactie: H2 🡺 2H+ + 2e-. Zuurstofgas uit de lucht wordt via rechtsboven ingevoerd in het systeem. Deze passeert langs de kathode, die eveneens de katalysator platina bevat. Hier ontstaat de reactie: O2 + 4H+ +4e- 🡺 2H2O  
Als deze cyclus in gang is gezet, kan opgeslagen energie worden vrijgegeven.

Figuur 6 Schematische voorstelling van een waterstof brandstofcel

#### Voordelen waterstofauto

Omdat er geen verbranding plaatsvindt, is er ook geen schadelijke emissie. De CO2 ligt ook de helft lager als bij benzine en er woorden geen CO, NOx of HC geproduceerd. Ook het energieverbruik ligt een pak lager.

#### Nadelen waterstofauto

Om te beginnen is platina zeer duur en dit is dan ook één van de grootste redenen waarom er niet zoveel waterstofauto’s in het straatbeeld zijn. Het vermogen is ook maar 50-75% van wat een benzinemotor doet. Deze wijze zou trouwens enkel maar duurzaam kunnen zijn als de opgeslagen energie van groene oorsprong is.[[16]](#footnote-16)

## Flexfuel

Flexfuel, FFV of Flexible Fuel Vehicles maken gebruik van een mengeling van benzine en ethanol om op te rijden. De grootste reden hiervoor is om de hoeveelheid gebruikte benzine te verminderen. Dit is trouwens, naast de elektrische wagen, één van de meest bekende duurzamere manier om te rijden. Deze auto’s kunnen rijden op elk willekeurig mengsel van ethanol en benzine aangezien er een sensor in zit die het percentage ethanol meet zodanig dat de motor zich kan aanpassen.[[17]](#footnote-17)

## Auto op zonne-energie

Deze auto’s werken net hetzelfde als de elektrische wagen, met als enige verschil dat deze enkel en alleen door zonne-energie worden aangedreven. De zonnepanelen worden in de carrosserie verwerkt en de elektriciteit zet de elektromagneet in gang waardoor er gereden kan worden.

## Mierenzuur

Dit is een nog zeer jong project en het zou de bedoeling zijn om hiermee de nadelen van de waterstofauto uit de weg te ruimen zonder de voordelen te verliezen. Dit kan worden gerealiseerd omdat mierenzuur snel om te zetten is in waterstofgas. Eén klein probleempje wel, dat gas moet worden opgeslagen onder hoge druk en dat is nogal riskant in een auto.[[18]](#footnote-18)

# Wat voor de toekomst?

De mensen beginnen in te zien dat de olie opraakt en dat we onze aardbol aan het verknoeien zijn. Dezer dagen zijn er al heel wat veelbelovende initiatieven en in de toekomst zullen er zeker nog meer volgen. Dit is ook noodzakelijk. Gelukkig helpt de politiek ook een handje. Zo rijden ze in Brazilië enkel nog met FlexFuel auto’s en worden er ieder jaar meer elektrische auto’s verkocht. De producenten zelf gooien ook steeds nieuwe, duurzamer technologieën op de markt, al zal de verbrandingsmotor wel nog lang blijven bestaan. Eens die uit de weg, zal het met aarde een stuk beter gaan. Verder zullen de hedendaagse technieken natuurlijk veel verbeterd worden, waardoor ze een pak efficiënter zullen zijn.

# Besluit

Er zijn genoeg manieren om duurzaam te kunnen rijden, maar je moet er veel voor over hebben. De wil is er wel, nu alleen nog de technische vooruitgang. Veel mensen hebben er geen problemen mee of willen zelfs raag stoppen met het gebruiken van benzine, maar kunnen niet omdat ze het geld niet hebben om een elektrische auto te kopen die verder rijdt dan naar de supermarkt en terug.

# Bibliografie

## Websites

<https://www.deingenieur.nl/artikel/auto-op-mierenzuur>  
<https://www.nuelektrisch.nl/over-elektrisch-rijden>  
<http://wibnet.nl/transport/auto-s/waarom-komt-er-zoveel-co2-vrij-als-je-autorijdt>  
<http://www.ecoscore.be/nl/info/ecoscore/co2>  
<http://www.lenntech.nl/schadelijke-stoffen/nitraat-en-nitriet.htm>  
<http://www.changemagazine.nl/klimaatkennis/onderzoek/stikstofprobleem_vraagt_wereldwijde_aanpak>  
<http://www.mvwautotechniek.nl/Woordenboek/u/uitlaatgas/uitlaatgas.htm>  
<http://www.brandweersintniklaas.be/node/548>  
<http://www.gva.be/cnt/aid926745/ontploffing-boorplatform-veroorzaakt-door-gasbel>  
<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2179622/The-Door-Hell-Giant-hole-Karakum-Desert-40-YEARS.html>  
<http://www.stoomgroep.be/modelbouw/elektromotoren.htm>  
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/IA%20Tokio%2020120330.pdf>  
<https://www.anwb.nl/auto/themas/elektrisch-rijden/voor-en-nadelen>  
<https://www.plusonline.nl/auto/de-hybride-auto-voordelen-en-nadelen>  
<https://www.unitedconsumers.com/tanken/brandstof/biodiesel.jsp>  
<http://www.energiesoorten.be/alternatieve-energie/biogas>  
<http://www.ecoscore.be/en/alternative-fuels-and-drivetrains-dutch>  
<http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/wetenschap/1.2545980>

## Andere

De lessen in Kortrijk en de bijhorende papieren.

1. WIBNET, Waarom komt er zoveel CO2 vrij als je autorijdt, internet, 01/09/09

   http://wibnet.nl/transport/auto-s/waarom-komt-er-zoveel-co2-vrij-als-je-autorijdt [↑](#footnote-ref-1)
2. ECOSCORE, hoe bereken je de CO2- uitstoot uit het brandstofverbruik, internet, 16/03/17  
   http://www.ecoscore.be/nl/info/ecoscore/co2 [↑](#footnote-ref-2)
3. LENNTECH, schadelijke stoffen: Nitraat en nitriet, internet, 2008

   http://www.lenntech.nl/schadelijke-stoffen/nitraat-en-nitriet.htm [↑](#footnote-ref-3)
4. CHANGEMAGAZINE, stikstofprobleem vraagt voor wereldwijde aanpak, internet, 30/06/2011

   http://www.changemagazine.nl/klimaatkennis/onderzoek/stikstofprobleem\_vraagt\_wereldwijde\_aanpak [↑](#footnote-ref-4)
5. BRANDWEERSINTNIKLAAS, het gevaar van koolmonoxide, internet, 2010

   http://www.brandweersintniklaas.be/node/548 [↑](#footnote-ref-5)
6. GAZET VAN ANTWERPEN, ontploffing boorplatform veroorzaakt door gasbel, internet, 08/05/2010  
   http://www.gva.be/cnt/aid926745/ontploffing-boorplatform-veroorzaakt-door-gasbel [↑](#footnote-ref-6)
7. DAILYMAIL, the door to hell, internet, 27/07/2012  
   http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2179622/The-Door-Hell-Giant-hole-Karakum-Desert-40-YEARS.html [↑](#footnote-ref-7)
8. STROOMGROEP, elektromotoren, internet, 2017

   http://www.stoomgroep.be/modelbouw/elektromotoren.htm [↑](#footnote-ref-8)
9. RVO, lithium-ion batterijen voor elektrische auto’s, internet, 30/04/2012  
   http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/IA%20Tokio%2020120330.pdf [↑](#footnote-ref-9)
10. Dit is in Nederland het geval. [↑](#footnote-ref-10)
11. ANWB, voor- en nadelen van elektrisch rijden, internet, 09/01/2017  
    https://www.anwb.nl/auto/themas/elektrisch-rijden/voor-en-nadelen [↑](#footnote-ref-11)
12. PLUSONLINE, de hybride-auto, voor- en nadelen, internet, 02/09/2015

    https://www.plusonline.nl/auto/de-hybride-auto-voordelen-en-nadelen [↑](#footnote-ref-12)
13. leerstof uit de lessen in Kortrijk [↑](#footnote-ref-13)
14. UNITEDCONSUMERS, alles over biodiesel, internet, 08/05/2017  
    https://www.unitedconsumers.com/tanken/brandstof/biodiesel.jsp [↑](#footnote-ref-14)
15. ENERGIESOORTEN, biogas, internet, 2017

    http://www.energiesoorten.be/alternatieve-energie/biogas/ [↑](#footnote-ref-15)
16. leerstof uit lessen in Kortrijk [↑](#footnote-ref-16)
17. Ecoscore, alternative fuels and drivetrains, internet, 16/03/2017  
    http://www.ecoscore.be/en/alternative-fuels-and-drivetrains-dutch [↑](#footnote-ref-17)
18. DEREDACTIE, Nederlandse studenten testen auto op mierenzuur, internet, 14/01/2016  
    http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/wetenschap/1.2545980 [↑](#footnote-ref-18)