

Biodiesel

Profielwerkstuk over biodiesel

Naam: Renske de Vries

Klas: 6s

Vak: Scheikunde



Inhoud

Inleiding	blz. 3
Hoe en waarom wordt biodiesel gemaakt?	blz. 4
Van welke grondstoffen kun je biodiesel maken?	blz. 5,6,7
Wat is het proces om biodiesel te maken?	blz. 8,9,10
Welke chemische reactie komt voor in het proces om biodiesel te maken?	blz. 11
Welke stoffen heb je nodig bij de productie van biodiesel?	blz. 12
Welke machines of hulpmiddelen heb je nodig bij de productie van biodiesel?	blz. 13,14
Is er verschil in CO ₂ uitstoot met reguliere diesel?	blz. 15,16
Practicum: Verschil in viscositeit tussen biodiesel en reguliere diesel	blz. 17,18,19
Practicum: Bepaling verschil in rendement tussen biodiesel en reguliere diesel	blz. 20 t/m 25
Practicum: Zelf biodiesel maken	blz. 26 t/m 34
Slot	blz. 35
Bronnen	blz. 36,37
Logboek	blz. 38
Plan van Aanpak	blz. 39,40

Inleiding

Toen ik moest kiezen welk vak ik wilde doen voor mijn profielwerkstuk, was de keuze snel gemaakt. Het werd natuurlijk scheikunde. Op de HAVO had ik al een keer een profielwerkstuk gemaakt, over schoonmaakmiddelen (ook bij scheikunde). Toen moest ik een onderwerp kiezen en dit is niet erg makkelijk. Mijn interesse ligt vooral bij de duurzame energie, dus het werd een onderwerp in die richting. Bij het vak O&O heb ik al veel gedaan met duurzame energie, onder andere vorig jaar met Blue Energie. Ik was aan het zoeken op internet naar duurzame energie, en biodiesel leek me heel erg interessant. Zelf werk ik een cafetaria en we hebben altijd heel veel gebruikte frituurolie die afgevoerd wordt. Het zou natuurlijk ideaal zijn als we dit konden gebruiken om onze auto op te laten rijden. Dus in mijn hoofd kwam meteen de vraag: Hoe wordt het gemaakt? Ik wilde me gaan verdiepen naar de productie en of ik het zelf ook zou kunnen maken. En zijn er verschillen tussen de diesel die er nu gebruikt wordt en biodiesel? Ik probeer al deze vragen te beantwoorden in mijn profielwerkstuk.

Hoe en waarom wordt biodiesel gemaakt?

Mijn hoofdvraag is natuurlijk hoe biodiesel gemaakt wordt. Maar waarom is het eigenlijk belangrijk dat we biodiesel produceren? Fossiele brandstoffen raken op en CO₂ is slecht voor het broeikaseffect. Er moeten daarom manieren bedacht worden om de fossiele brandstoffen te vervangen door hernieuwbare en duurzamere brandstoffen. Biodiesel is daar één van. Het kan reguliere diesel moeiteloos vervangen en is een stuk beter voor het milieu.

Reguliere diesel wordt gemaakt uit aardolie en dit raakt een keer op. Biodiesel kan gemaakt worden uit onuitputbare bronnen, namelijk olie en vet. Deze grondstoffen zijn biologisch afbreekbaar, niet giftig en het bevatten geen zwavel en aromaten. Als je dan morst met de biodiesel, wordt dit snel afgebroken (in tegenstelling tot reguliere diesel). Deze oliën of vetten kunnen van verschillende bronnen komen, dit zal ik later verder uitleggen.

Diesel auto's zouden in principe ook op pure plantaardige olie kunnen rijden. Het nadeel hiervan is dat het namelijk veel stroperiger is dan gewone diesel en het hierdoor dus niet door de brandstofleidingen van je auto past. Plantaardige olie heeft een ontbrandingstemperatuur die vier keer zo groot is als die van diesel. Daardoor moet je je plantaardige olie tank voor gebruik verwarmen. Biodiesel heeft als voordeel dat het bijna dezelfde viscositeit (stroperigheid) heeft als reguliere diesel. Het kan dus gewoon de tank in. De enige aanpassing die nodig is op lange termijn, is dat de brandstofleidingen vervangen worden. Deze moeten van een materiaal zijn gemaakt dat niet aangetast wordt door biodiesel, omdat biodiesel een hogere zuurgraad heeft dan reguliere diesel.

Omdat biodiesel uit olie/vet gemaakt wordt, zou je het dan ook thuis kunnen maken? Het zou natuurlijk ideaal zijn als je je frituurolie om kan zetten in brandstof voor je auto. Komen er nog andere stoffen aan te pas? Zo ja, zijn deze stoffen ook voor particulieren verkrijgbaar? En zijn er nog speciale machines of hulpmiddelen nodig voor de productie van biodiesel, of kan dit met huis- tuin- en keuken materialen. Want als het ook thuis kan, kan iedereen zijn eigen brandstof produceren. Met als groot voordeel dat je een stuk goedkoper en milieu vriendelijker in je auto rijdt.

Met milieu vriendelijker bedoelen we dat er minder CO₂ uitstoot is. Is er minder CO₂ uitstoot bij biodiesel dan bij reguliere diesel of is er helemaal geen uitstoot meer? Maakt het nog uit wat voor grondstof je gebruikt, of is biodiesel sowieso milieuvriendelijker dan reguliere diesel.

Kortom; hoe wordt het gemaakt, wat heb je er voor nodig en kun je het zelf ook maken. Ik probeer op al deze stellingen antwoorden te vinden in mijn profielwerkstuk.

Van welke grondstoffen kun je biodiesel maken?

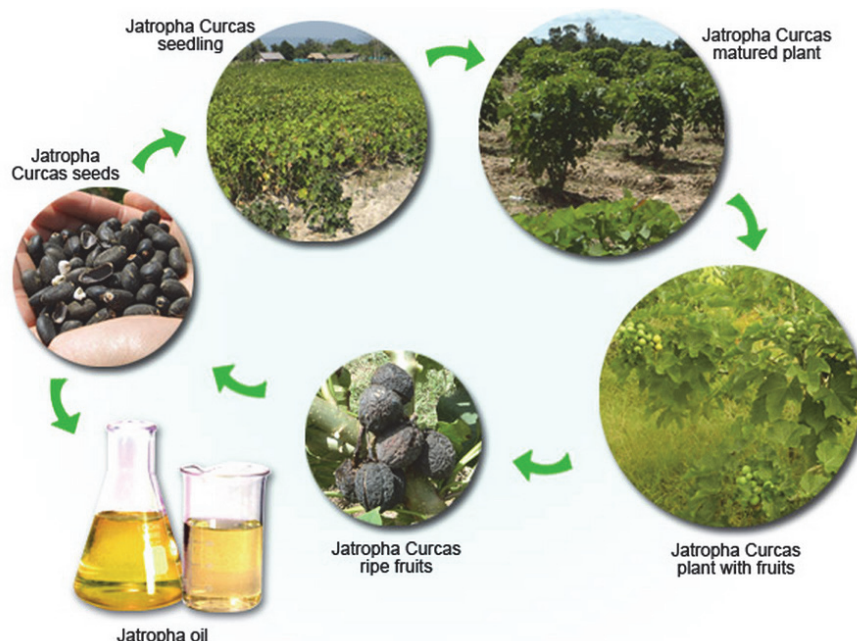
Biodiesel kan van verschillende grondstoffen gemaakt worden. De grondstoffen om biodiesel te maken zijn olie en vet. Er zijn natuurlijk ook heel veel verschillende soorten olie/vet. Deze grondstoffen zijn vetzuren, dus dierlijk vet of plantaardige olie. Welk vet of olie wordt gebruikt hangt voornamelijk van de omgeving af. Welke oliehoudend 'gewas' in een gebied het meest geproduceerd wordt, wordt hoogst waarschijnlijk gebruikt voor de productie van biodiesel. Een overzicht van de productie van grondstoffen is bijgevoegd.

Landen in Europa gebruiken het meest koolzaadolie of gebruikt frituurvet/frituurolie. Koolzaadolie wordt gemaakt van de zaden van de koolzaadplant, het oliegehalte in de zaden ligt tussen de 36 en 40% . Koolzaad is ideaal want de plant kan helemaal gebruikt worden. Er wordt een deel van de plant gebruikt voor de productie van plantaardige olie, een deel voor veevoer en een deel wordt gebruikt voor energiewinning.

Frituurvet is ook een goede optie, je hergebruikt immers een afvalstof. Ook is het voor producenten van biodiesel goedkoper om frituurvet te kopen dan dat er nieuwe -ongebruikte- olie gekocht wordt. Het nadeel van frituurvet is dat dit nog gefilterd moet worden. Er kunnen namelijk nog bakresten o.i.d. in zitten. Het wordt ingezameld bij onder andere horeca bedrijven en supermarkten. Ik werk bij een snackbar, ook wij verzamelen al het gebruikte frituurvet in grote tonnen. Ik weet niet precies wat hiermee gebeurt, maar het zou zo maar kunnen dat dit gebruikt wordt om biodiesel te maken. Snackbars krijgen vaak een vergoeding voor deze olie. Door deze recycling heeft de biodiesel producent een goedkope grondstof, houdt de snackbar er nog iets aan over en het is natuurlijk beter voor het milieu.

In de tropische landen wordt palmolie gebruikt, de olie komt uit de vruchten van onder andere de oliepalm en de coyolpalm. Palmolie bevat veel verzadigde vetten.

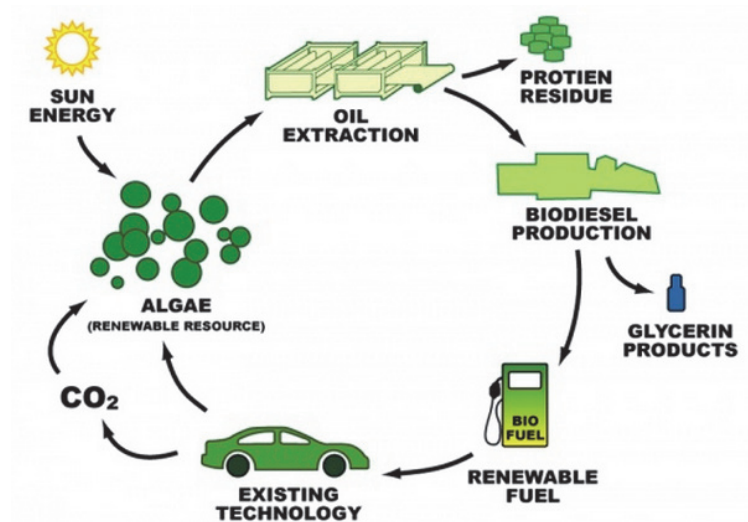
In subtropische landen kan jatropha-olie gebruikt worden. De plant genaamd jatropha curcas groeit als struikgewas in subtropische gebieden. De olie wordt gemaakt uit de zaden van deze plant en is niet geschikt voor menselijke consumptie. Hieronder wordt de kringloop van jatropha olie weer gegeven.



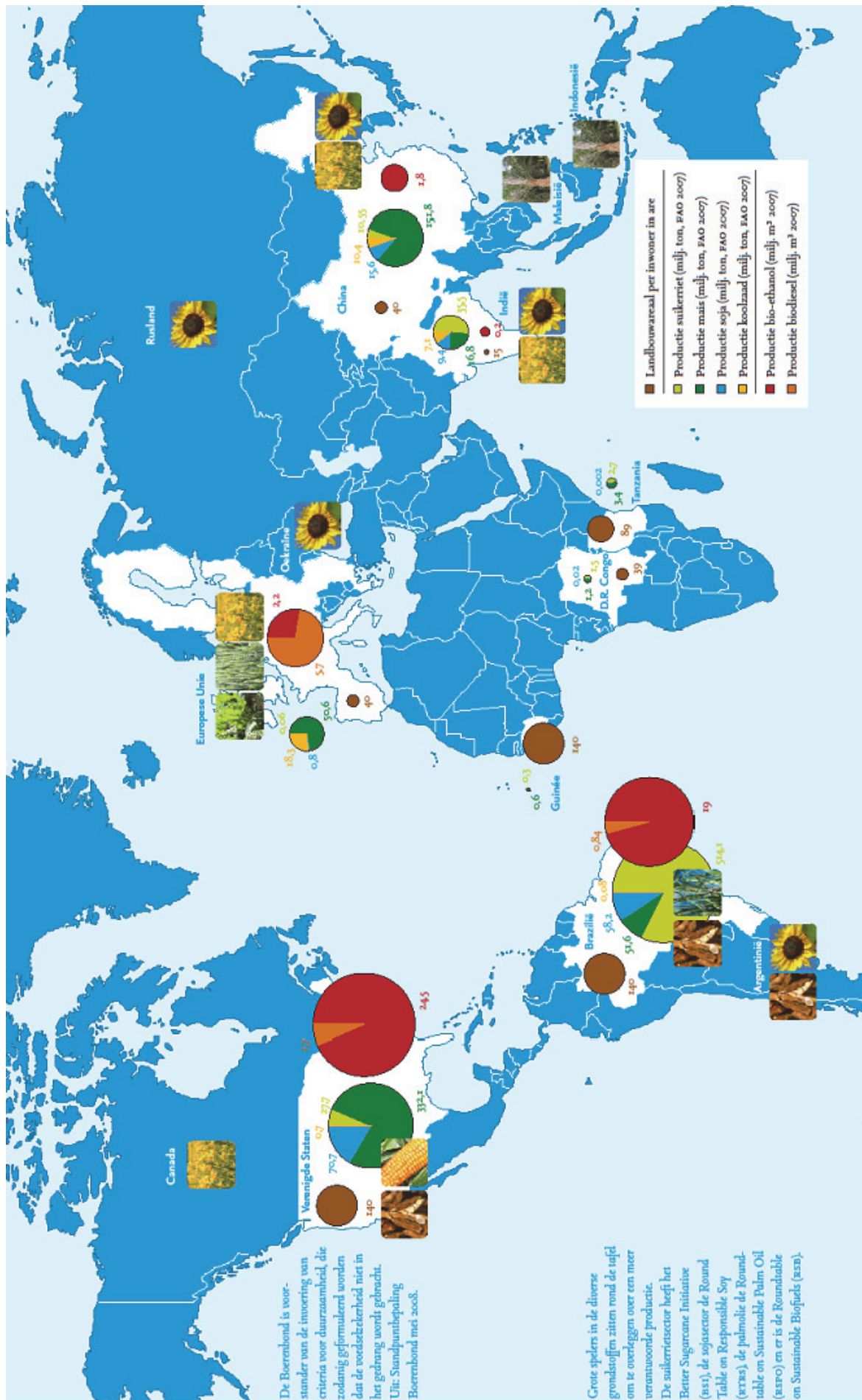
In Amerika wordt voornamelijk maïsolie gebruikt als grondstof voor biodiesel. De productie van maïs is in Amerika enorm. Er is jaarlijks een overschot van maïs, dus deze grondstof is in grote hoeveelheden beschikbaar. Ook wordt er wereldwijd sojaolie gebruikt. In een sojaboon zit ongeveer 25% olie.

In o.a. Rusland en Oekraïne wordt er zonnebloemolie gebruikt, deze plant (de zaden) heeft een oliegehalte tussen de 39 en 49%. Er zijn nog een aantal soorten olie die gebruikt worden voor de productie van biodiesel, alleen deze worden minder gebruikt dan de rest van de tot nu toe genoemd oliën. Dit zijn karanj-olie in India, eucalyptusolie in Thailand en natuurlijk dierlijk vet.

Er kan ook biodiesel gemaakt worden uit algen, dit is echter nog niet op grote schaal beschikbaar. Uit deze algen worden dan lipiden gewonnen. Lipiden zijn vetten en vetachtige stoffen. Op dit moment is het kweken van algen nog erg duur. Hier onder is de kringloop van de productie en het verbruik van algen te zien.



Hier onder staat een overzicht van de wereldwijde productie van oliehoudende gewassen.



Wat is het proces om biodiesel te maken?

Er is een heel proces om biodiesel te maken. Want hoe ga je van olie naar biodiesel? Dit wordt beschreven in het proces om biodiesel te maken.

Er zijn verschillende soorten olie waar je biodiesel uit kunt maken. Dit is te vinden bij de grondstoffen van biodiesel. Maar hoe kom je aan olie? In dit proces beschrijf ik de productie van plantaardige olie.

Plantaardige olie wordt geperst uit de zaden of vruchten van planten. Voorbeelden hiervan zijn zonnebloempitten en de zaden van koolzaad. De zaden kunnen zowel warm als koud geperst worden. Koud persen houdt in dat de zaden voortijd niet bewerkt worden en dat de temperatuur in de pers laag is. Het residu van deze persing is een soort koek. Deze koek wordt voor veevoer gebruikt, maar kan ook gebruikt worden om groene stroom op te wekken (door middel van 'biovergisters'). Bij warme persing worden de zaden (soms) eerst voorberekt. De zaden worden met een hoge snelheid en met een hoge druk geperst. Dit heeft als gevolg dat er meer olie opbrengst is, maar deze olie is donkerder door de hoge temperatuur. Daardoor is deze olie minder lekker en minder voedzaam (dit maakt echter niets uit voor de productie van biodiesel).

Je hebt dus nu olie. Deze olie moet worden bewerkt tot biodiesel. Olie bestaat uit triglyceriden. Triglyceriden zijn esters van glycerol en drie vetzuren. De reactie vergelijking zie je hier onder. Glycerol + 3 vetzuren $\rightarrow$ vet/olie + 3 water



De omzetting van olie tot biodiesel gebeurt door een reactie. Deze reactie vindt in twee stappen plaats. De opstelling die bij deze reactie nodig is, is terug te vinden bij het practicum: zelf biodiesel maken.

In de eerste stap worden de drie ester verbindingen in de olie verbroken en omgezet tot drie kleinere esters. Dit gebeurt door een katalysator. Hierdoor ontstaan er glycerol en vrije vetzuren.

Deze katalysator kan zowel een base als een zuur zijn. De katalysator moet echter niet te zuur of te basisch zijn, want anders treed er verzeping op. Het moet ook een homogene katalysator zijn, dit betekend dat de katalysator zich in dezelfde fase moet bevinden als het reactie mengsel. Deze katalysator kan onder andere uit NaOH bestaan.

In de tweede stap worden deze vrije vetzuren veresterd met een alcohol. Deze reacties moeten tegelijk gebeuren. Dit kun je het beste doen door de alcohol, bijvoorbeeld methanol, te mengen met de NaOH.

Hierdoor krijg je een homogene katalysator, die bestaan uit NaOH en methanol. Als je NaOH en methanol met elkaar mengt ontstaat er natriummethanolaat.

Deze reactie wordt ook wel een omesteringsreactie genoemd. De uitleg van een omesteringsreactie is te vinden bij (de volgende deelvraag) de chemische reactie in het proces van biodiesel.

Om deze reactie te versnellen kun je de temperatuur opvoeren tot ongeveer 60 tot 65 graden. Want het kookpunt van methanol is 65 °C en dit moet natuurlijk niet gaan koken.

De uiteindelijke reactie wordt: plantaardige olie + methanol → glycerol + biodiesel

Glycerol is een polaire stof en biodiesel is een apolaire stof. Deze stoffen mengen dus niet. Glycerol heeft een grotere dichtheid dan biodiesel en daarom 'drijft' de glycerol op biodiesel. Je kunt deze emulsie in een scheitrechter doen. Na verloop van tijd ontstaat er een scheidingslijn. Je kunt de glycerol aftappen en je houdt vervolgens de biodiesel over. De glycerol kan vervolgens gebruikt worden in bijvoorbeeld de voedingsindustrie.

Omdat er nog resten glycerol in de biodiesel kunnen zitten, moeten we de biodiesel wassen. Glycerol lost erg goed op in water, omdat het waterstofbruggen kan vormen met water. Je kunt dus je biodiesel met water bedruppelen. Water is zwaarder dan biodiesel en zakt daardoor dus naar de bodem. Je kunt vervolgens (met een scheitrechter) het water aftappen. Als je de pH van het water meet, moet deze neutraal zijn. Indien deze niet neutraal is, zitten er nog resten glycerol in de biodiesel. Je moet dan het wassen van de biodiesel herhalen, totdat de pH van het afgetapte water neutraal is.

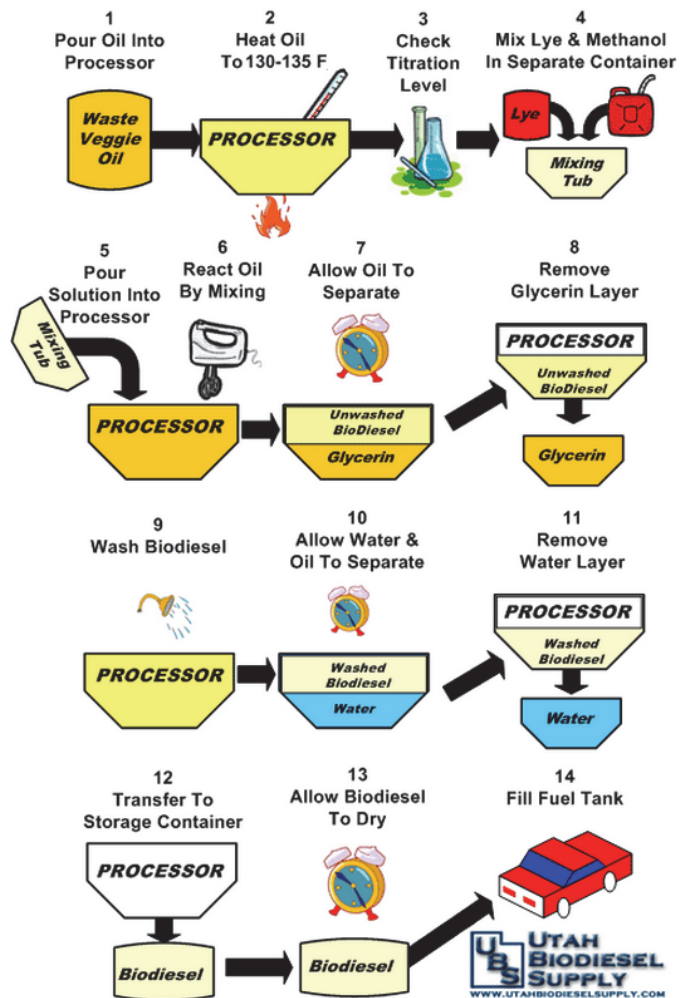
Vervolgens moet je al het 'waswater' uit de biodiesel halen. Dit wordt ook wel drogen genoemd. Dit kun je doen doormiddel van talk poeder. Al het water kleeft als het ware aan het talkpoeder. Vervolgens filtreer je de suspensie van talkpoeder en biodiesel. Het filtraat is biodiesel en het residu is de talkpoeder.

De biodiesel die gevormd is, kan gebruikt worden als biobrandstof.

Op de volgende bladzijde is een korte samenvatting van dit proces te zien.

Het proces kort samengevat aan de hand van een animatie:

- 1: Doe de olie in de verwerker
- 2: Verwarm de olie tot bijna 60 °C
- 3: Bekijk het titratie niveau (dit heb ik niet gedaan)
- 4: Maak de katalysator (van methanol en NaOH)
- 5: Doe de katalysator bij de olie.
- 6: Mix de olie en de katalysator (bijvoorbeeld door middel van een roervlo)
- 7: Laat dit een tijdje staan, zo ontstaat er een scheiding. Deze lagen bestaan uit biodiesel en glycerol.
- 8: Verwijder de glycerol
- 9: Was de biodiesel door middel van water.
- 10: Laat dit een tijdje staan, zo ontstaan er twee lagen.
- 11: Verwijder het water
- 12: Verplaats de biodiesel van de verwerker naar een opslag tank
- 13: Laat de biodiesel drogen (dit kan ook door middel van tank poeder)
- 14: Gebruik de biodiesel als brandstof.

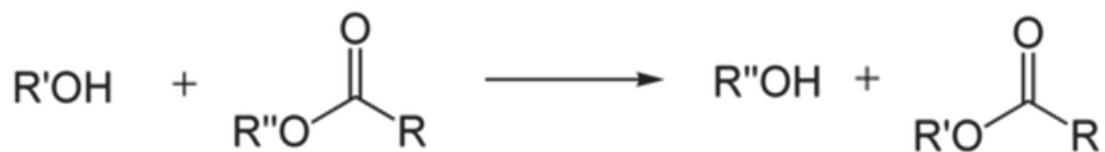


Welke chemische reactie komt voor in het proces om biodiesel te maken?

In het proces om biodiesel te maken komt een chemische reactie voor.

Deze reactie vindt plaats als je olie om wilt zetten naar biodiesel. Deze reactie noemen we een omesterings reactie.

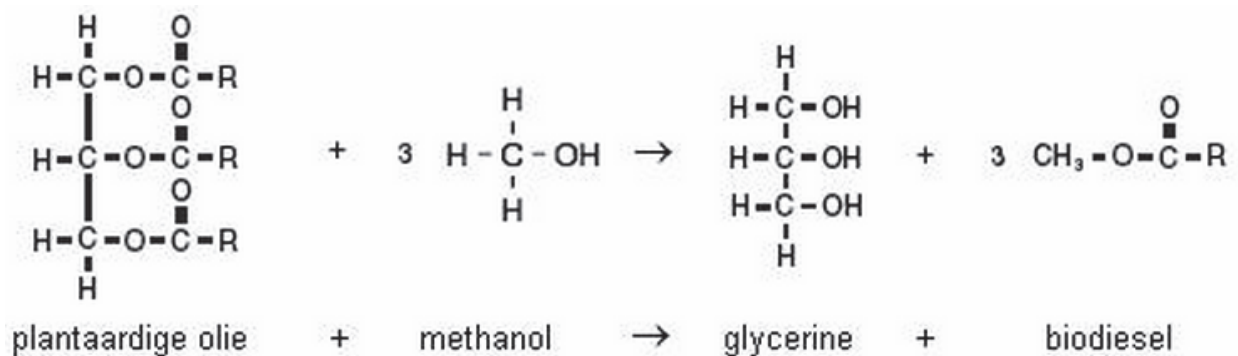
Een omesterings reactie is een reactie waarbij de alkylgroep van een ester wordt vervangen door een alcohol. Dit gebeurt doormiddel van een katalysator. De algemene reactie van een omestering ziet er zo uit:



De alkylgroep van R'' wordt vervangen door een $-OH$ groep. Deze alkylgroep gaat op de plek bij R' hechten waar eerst de $-OH$ aan zat.

De R' is in dit geval een CH_3 groep. De R'' is in dit geval een deel van een triglyceride en daarna een deel van glycerol, dus een CH_2 of een CH_3 groep.

De uiteindelijke reactie wordt:



Je kunt de katalysator (NaOH-oplossing) weglaten. Dit komt doordat deze stof gebruikt wordt, maar niet verbruikt. Het staat dus aan beide kanten van de pijl, daardoor kun je deze wegstrepen.

Welke stoffen heb je nodig bij de productie van biodiesel?

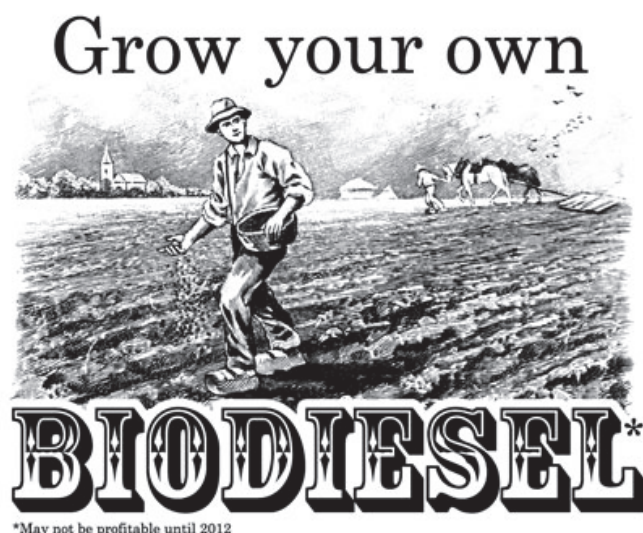
Er zijn meerdere stoffen nodig voor de productie van biodiesel. Biodiesel is een duurzame brandstof op basis van olie of vet, maar er zijn nog een aantal stoffen die belangrijk zijn in dit proces.

Ik heb zelf biodiesel gemaakt op kleine schaal. De stoffen die hiervoor nodig zijn zal ik behandelen, ik weet niet of er andere stoffen gebruikt worden op grote schaal (in grote machines).

De belangrijkste stoffen bij de productie van biodiesel zijn natuurlijk oliën en vetten. Dit zijn de grondstoffen en zonder deze stof kan er geen biodiesel gemaakt worden. Voor het proces van olie/vet naar biodiesel heb je een katalysator nodig. Deze katalysator kan uit verschillende stoffen bestaan. De meest gebruikte heb ik al genoemd, namelijk natriummethanolaat. Dit is NaOH opgelost in methanol; $\text{CH}_3\text{-OH}$. Daarnaast kan ook bijvoorbeeld KOH gebruikt worden als katalysator. Je hebt voor deze katalysator een alcohol met een korte koolstofketen nodig. Je zou dus in plaats van methanol ook nog ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$) kunnen gebruiken.

Nadat de olie tot biodiesel gereageerd heeft, moet je de biodiesel wassen. Dit wassen kan gewoon met kraanwater. Daarna moet de biodiesel drogen, dit drogen kun je doen doormiddel van talkpoeder. Talk is een mineraal met de formule $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

In principe kun je dus biodiesel maken met huis- tuin- en keukenmaterialen.



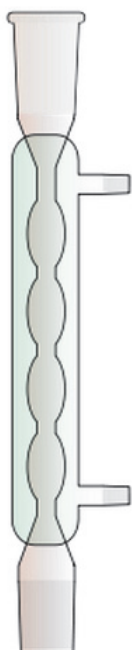
Welke machines of hulpmiddelen heb je nodig bij de productie van biodiesel?

Er zijn verschillende hulpmiddelen die je nodig hebt bij de productie van biodiesel. Het begint natuurlijk bij het persen van de zaden of vruchten van oliehoudende gewassen. Hiervoor heb je een pers nodig, deze pers is natuurlijk niet nodig als je de olie kant-en-klaar koopt.

Vervolgens begint het proces om biodiesel te maken. Ik heb biodiesel gemaakt op kleine schaal, dus ik zal hiervan een beschrijving geven.

Je hebt een *weegschaal* nodig. Deze weegschaal gebruikt je om de hoeveelheid olie, NaOH en methanol te wegen. Je hebt een *maatbeker* nodig, hierin bereid je de katalysator. Dit zet je op een *magnetisch roerapparaat* met een *roervlo* zodat de NaOH sneller oplost. Je zou dit eventueel ook gewoon kunnen schudden totdat de NaOH volledig is opgelost.

Je hebt een *erlenmeyer* nodig, hierin doe je de olie met de katalysator. Omdat dit verwarmd moet worden heb je ook een *warmhoudplaat* nodig. Je kunt ook een ander verwarmend apparaat gebruiken maar géén open vuur zoals een gasbrander. De temperatuur van de olie met de katalysator moet namelijk niet hoger dan 60 °C worden. De methanol gaat verdampen in dit proces, omdat het bijna kookt. Daarom heb je een *refluxopstelling* nodig.



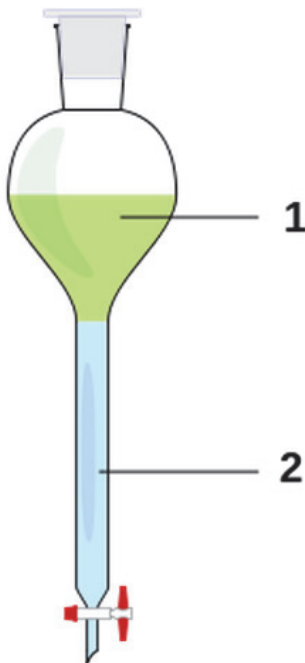
Bij een refluxopstelling stroomt er via *slangen* koud water langs een buis. Het water stroomt er aan de andere kant weer uit. De warme dampen condenseren door de kou tegen de wand van de buis en stromen terug het reservoir in.

→ Koud water uit

Als het methanol verdampt dan condenseert het weer door de refluxopstelling, dus je houdt continu dezelfde hoeveelheid methanol. Deze refluxopstelling wordt bevestigd door *klemmen* aan een *statief*.

← Koud water in

Vervolgens heeft de olie gereageerd tot biodiesel. Het is dan nog een mengsel van biodiesel en glycerol. Als je dit laat staan ontstaat er een scheidingslijn tussen biodiesel en glycerol. Om dit van elkaar te scheiden heb je een *scheitrechter* nodig.



Laag 1 is in dit geval biodiesel omdat het een kleinere dichtheid heeft dan glycerol. Laag 2 is dus glycerol. Je kunt het kraantje onder aan de scheitrechter open draaien, zodat de glycerol weg stroomt/druppelt in een bekeerglas.

Vervolgens ga je de biodiesel wassen. Dit wassen doe je doormiddel van kraanwater op de biodiesel te druppelen. Dit druppelen doe je met een *pipet*. Water heeft een grotere dichtheid dan biodiesel en zakt daardoor dus naar de bodem. Ook dit kun je doormiddel van de scheitrechter weer scheiden. Laag 1 is dan biodiesel en laag 2 water + vervuiling van glycerol.

Tot slot ga je de biodiesel drogen. Dit doe je door talkpoeder bij de biodiesel te voegen en dit even te schudden. Je laat dan de biodiesel met de talkpoeder door een *trechter* met een *filterpapier* heen lopen. Het residu is de talkpoeder en het filtraat is schone biodiesel.

Al deze hulpmiddelen hebben niet iedereen thuis. Je zou ook een aantal stappen kunnen overslaan, alleen is de biodiesel dan lang zo zuiver niet.

Je kan in principe in een potje met deksel de NaOH oplossen in de methanol. Je voegt van beide de juiste hoeveelheid toe en gaat dit schudden, totdat alle NaOH opgelost is (er ontstaat natriummethanolaat). Vervolgens verwarm je de olie in een pannetje tot ongeveer 60 °C. Je giet de warme olie in het potje met natriummethanolaat, dit moet je een aantal minuten flink schudden. Daarna laat je dit staat tot dat het afgekoeld is en je ziet een scheiding ontstaan. Je kunt dit nu afgieten, de afgegoten vloeistof is biodiesel. Deze biodiesel is echter niet zuiver en bevat nog veel resten katalysator en glycerol. Je zou dit nog kunnen wassen door middel van water op de biodiesel te druppelen. Daarna giet je de biodiesel weer af. Hoogstwaarschijnlijk is ook lang niet alle olie omzet tot biodiesel. Je zou op deze manier biodiesel kunnen maken, dit is alleen niet zuiver genoeg om in je tank te gooien.

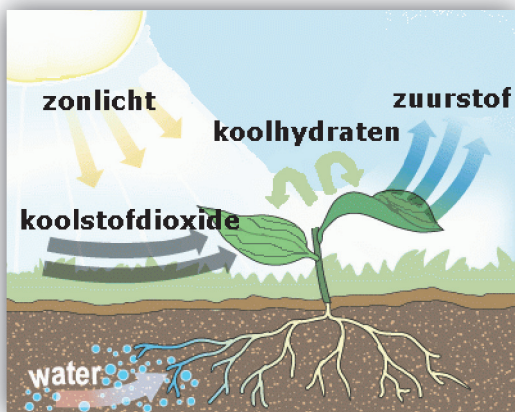
Er bestaan ook machines die biodiesel maken. Deze zijn voor particulieren erg duur, maar zijn makkelijk in gebruik. Je doet bijvoorbeeld frituurvet in deze machine, daarbij doe je kant-en-klare katalysator. De machine doet in principe de rest. Je hebt dan een thuis tank.



Is er verschil in CO₂ uitstoot met reguliere diesel?

CO₂ is erg slecht voor het milieu, daarom is het erg belangrijk om de CO₂ uitstoot te verminderen. Auto's op benzine of diesel stoten erg veel van dit broeikasgas uit, deze uitstoot kunnen we verminderen door andere brandstoffen te gebruiken. Er bestaan al elektrische auto's en auto's op waterstof die helemaal geen schadelijke uitstoot hebben. Het nadeel van deze auto's is dat ze vrij prijzig zijn. Daarom is er een nieuw soort diesel op de markt: biodiesel. Maar wat is het verschil in CO₂ uitstoot met reguliere diesel?

Biodiesel wordt gemaakt van olie. Dit kan zowel plantaardige olie als dierlijk vet zijn. Plantaardige olie wordt (natuurlijk) gemaakt uit planten. Een plant gebruikt in zijn levensloop CO₂, dit is nodig bij de fotosynthese. Fotosynthese gebeurt in de groene delen van de plant, omdat daar bladgroenkorrels aanwezig zijn. Een plant doet aan fotosynthese om glucose aan te maken, dit is een voedingsstof die nodig is zodat de plant groeit. Dit proces ziet er als volgt uit:



De plant verbruikt dus in zijn levensloop CO₂. Een auto die op biodiesel rijdt stoot ook CO₂ uit. De uitstoot die de auto geeft heeft de plant in zijn levenscyclus verbruikt. Dus kun je deze cyclus zien als CO₂ neutraal.

De planten en bomen die nu groeien nemen natuurlijk ook CO₂ op, maar de uitstoot die auto's en fabrieken produceren is veel groter dan dat alle bomen en planten samen kunnen opnemen. Daarom moeten we meer biobrandstoffen gebruiken zodat de opname en de uitstoot van CO₂ in evenwicht wordt. Daardoor kunnen we het broeikaseffect terug dringen.

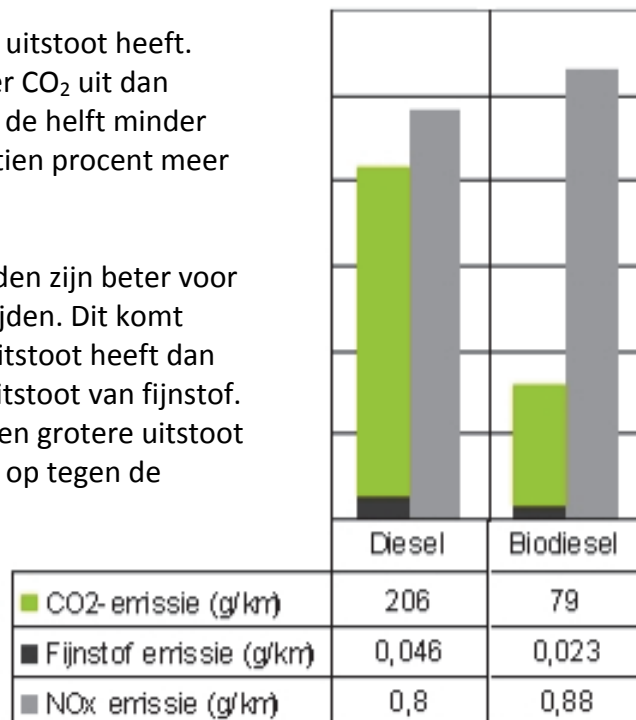
Naast CO₂ stoot een auto ook NO_x en fijnstof uit. NO_x is de verzamelnaam voor stikstof oxiden, bijvoorbeeld NO en NO₂. Deze stoffen dragen bij aan de verzuring van het milieu. Fijnstof zijn hele kleine deeltjes, zoals roet. Fijnstof is slecht voor de gezondheid als je dit inademt. Daarom bestaan er filters, deze zogenaamde roetfilters worden steeds beter zodat er minder fijnstof uitgestoten wordt.

Tegenwoordig zit er in reguliere diesel al 5,75% biodiesel. Dit is door de overheid wettelijk bepaald, het doel hiervan is schonere brandstof en daardoor een schonere lucht. Vanaf 2020 moet diesel 10% biodiesel bevatten.

Hieronder zie je een tabel die de hoeveelheid uitlaatgassen weergeeft.

Je ziet dat biodiesel veel minder CO₂ uitstoot heeft. Biodiesel stoot meer dan 60% minder CO₂ uit dan reguliere diesel. Biodiesel heeft ook de helft minder fijnstof aan uitstoot maar ongeveer tien procent meer NO_x uitstoot.

Conclusie: auto's die op biodiesel rijden zijn beter voor het milieu dan auto's die op diesel rijden. Dit komt doordat biodiesel veel minder CO₂ uitstoot heeft dan diesel. Ook heeft biodiesel minder uitstoot van fijnstof. Het nadeel van biodiesel is dat het een grotere uitstoot van NO_x heeft, dit nadeel weegt niet op tegen de grote voordelen van biodiesel.



Practicum: Verschil in viscositeit tussen biodiesel en reguliere diesel

Er is een mogelijkheid dat ik naar de Rijksuniversiteit Groningen kan. Hier zou ik een experiment kunnen doen. Het is een proefje waarbij het verschil in viscositeit tussen biodiesel en reguliere diesel kan meten. Dit lijkt mij erg leuk en leerzaam, daarom heb ik contact met Jim Ottelé. Hij kan mij begeleiden tijdens deze proef.

Eerst zal ik iets vertellen over viscositeit, want wat is dat nou eigenlijk?

Viscositeit is een materiaaleigenschap die de stroperigheid van een stof weergeeft, de mate waarin de stof samenhangt. Deze eigenschap geeft aan in welke mate de stof weerstand biedt tegen vervorming door schuifspanning. Water heeft een lage viscositeit. Als je bijvoorbeeld een kogeltje in water gooit, biedt water bijna geen enkele weerstand en zakt het kogeltje meteen naar de bodem. Als je hetzelfde kogeltje in een pot met honing gooit, zal het niet meteen naar de bodem zakken. Honing biedt meer weerstand dan water, dus de viscositeit van honing is groter dan die van water. Honing is veel stroperiger dan water. Stoffen zoals honing hebben een grote viscositeit, deze stoffen noemen we ook wel viskeus.

Ik wil het verschil in viscositeit meten tussen biodiesel en reguliere diesel. Als biodiesel namelijk een veel grotere viscositeit heeft dan reguliere diesel, zou biodiesel niet in een gewone diesel tank kunnen. Dan past de biodiesel niet door de brandstofleidingen van de tank.

Op dinsdag 12 februari ben ik naar de Rijksuniversiteit Groningen geweest. Hier heb het verschil in viscositeit tussen biodiesel en reguliere diesel bepaald.

Hoe verliep de proef?

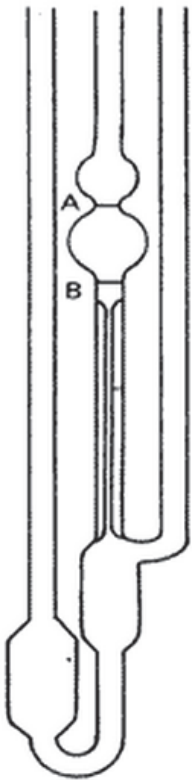


We begonnen met een warm waterbad op te stellen. De temperatuur van de proeven moet namelijk continu zijn. Dit waterbad was 25 °C. Voor de metingen hebben we een Ostwald viscometer gebruikt.

Op de foto zie je een verwarmingselement (links). Deze kon je instelling op de gewenste temperatuur. Rechts zie je de viscositeit meter, ook wel viscometer.

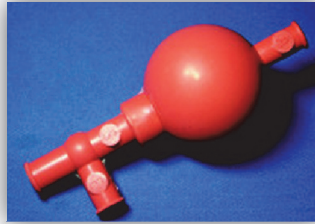
Ik heb deze proef uitgevoerd met water, diesel en biodiesel. Alle proeven heb ik vier keer gedaan om zo weinig mogelijk afleesfouten te hebben.

Wat is een Ostwald viscometer?

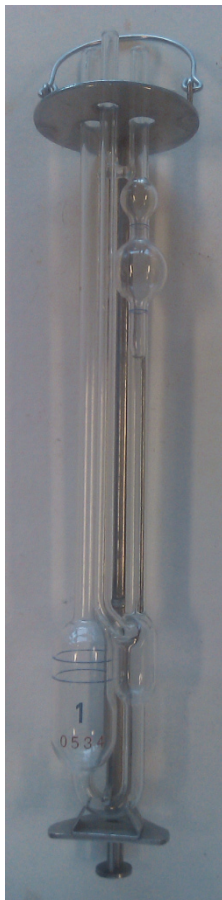


Je doet een bepaalde hoeveelheid stof in het reservoir aan de linkerkant. De hoeveelheid vloeistof moet tussen de twee streepjes zitten (zie foto's hieronder, tussen de twee streepjes bij 1)

Vervolgens zuig je de vloeistof op tot boven A. Dit deden we met een pipetteerballon (zie afbeelding hieronder).



Dan laat je de vloeistof weeg terug lopen en meet je de tijd. Je start je tijdmeting als de vloeistof punt A heeft gepasseerd. Je stopt de tijdmeting als de vloeistof punt B heeft gepasseerd.



Meetresultaten van het viscositeit practicum:

	Water	Diesel	Biodiesel
Gemiddelde tijd van A tot B bij 25 °C	57 seconden 66 honderdste	3 minuten 43 seconden 48 honderdste	7 minuten 18 seconden 93 honderdste
Dichtheid in kg/m³ (gemiddeld)	1000	840	880
Dynamische viscositeit in Pa*s	0,891 x10 ⁻³	2,8 x10 ⁻²	5,8 x10 ⁻²

Voor de kinetische viscositeit geldt: $\nu = t \cdot k$

Waarin: ν = kinematische viscositeit (m² · s⁻¹)
 t = doorlooptijd (s)
 k = buisfactor

Voor de dynamische viscositeit geldt: $\eta = \nu \cdot \rho$

Waarin: η = dynamische viscositeit (Pa · s)
 ν = kinematische viscositeit (m² · s⁻¹)
 ρ = dichtheid (kg · m⁻³)

Je weet de buisfactor niet, maar dit kun je met behulp van water berekenen.

$$\eta = \nu \cdot \rho$$

$$0,891 \times 10^{-3} = \nu \cdot 1000$$

$$\nu = 0,891 \times 10^{-6}$$

$$\nu = t \cdot k$$

$$0,891 \times 10^{-6} = 57,66 \cdot k$$

$$k = 15 \times 10^{-8}$$

Viscositeit diesel:

$$\nu = t \cdot k$$

$$\nu = 223,48 \cdot 15 \times 10^{-8} = 3,35 \times 10^{-5}$$

$$\eta = \nu \cdot \rho$$

$$\eta = 3,35 \times 10^{-5} \cdot 840 = \underline{2,8 \times 10^{-2}}$$

$$\nu = t \cdot k$$

$$\nu = 438,93 \cdot 15 \times 10^{-8} = 6,58 \times 10^{-5}$$

$$\eta = \nu \cdot \rho$$

$$\eta = 6,58 \times 10^{-5} \cdot 880 = \underline{5,8 \times 10^{-2}}$$

Viscositeit biodiesel:

Er zijn een aantal fouten mogelijk die ik bij dit practicum heb gemaakt.

- De biodiesel die ik heb gebruikt is niet 100% biodiesel, maar bestaat ook nog voor een deel uit olie. Olie heeft een grotere viscositeit dan biodiesel.
- Ik heb de buis niet goed schoongemaakt na elk gebruik.
- Ik heb per ongeluk niet dezelfde hoeveelheden stof gebruikt.
- De stopwatch is niet op tijd aan- of uitgezet.
- Ik heb de buis niet recht genoeg of niet elke keer even recht neergezet.

Conclusie: de viscositeit van biodiesel is groter dan de viscositeit van diesel. Hoe groot dit verschil is kan ik niet precies zeggen, omdat er mogelijk een aantal meetfouten zijn gemaakt.