

► Biodiesel testproductie ◀

Thema	Biobrandstoffen
Werken aan competenties	<p>Je bent <i>junior procesoperator</i> bij een fabriek die afgewerkte bakolie verwerkt tot biodiesel. Met dit practicum ga je kennis verzamelen over het productie proces, grondstoffen, meet methodes, kwaliteit van eindproduct en bijproducten, energieverbruik en kosten. Met deze kennis bagage kun je later zelfstandig de productie van biodiesel op grotere schaal uitvoeren en daarover rapporteren.</p> <p>Je wordt beoordeeld op de volgende rubrieken:</p> <ul style="list-style-type: none">► Technische vaardigheden► Exact► Kwaliteit en zorgvuldigheid► Verantwoordelijkheid► Zelfstandigheid► Transfer vaardigheid
Taak	Volgens richtlijnen de productie van biodiesel op laboratoriumschaal uitvoeren, inclusief titratie van biodiesel recept en berekening van massabalans, rendement, energieverbruik en kosten
Resultaat	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Volledig uitgevoerde voorbereiding<input type="checkbox"/> Volledig uitgevoerde testproductie<input type="checkbox"/> Schoon opgeleverde werkplek<input type="checkbox"/> Schoon opgeleverde apparatuur en materialen<input type="checkbox"/> Veilig opgeborgen chemicaliën<input type="checkbox"/> Meetrapport<input type="checkbox"/> Producten in archief:<ul style="list-style-type: none">- biodiesel- glycerol- waswater

Oplevering

Jij bepaalt wanneer je deze taak gaat vervullen.
Met de praktijkbegeleider spreek je het plan van
aanpak eerst door.
De taak neemt 3 dagen in beslag.

Startdatum:

Einddatum:

Portfolio

In je portfolio komt het door de praktijkbegeleider geaccordeerde
meetrapport, bestaande uit:

- Doelstelling
- Proefbeschrijving
- Metingen
- Verduidelijkende foto's
- Volledig uitgerekende resultaten:
 - biodiesel recept volgens titratie
 - massabalans
 - biodiesel massa rendement
 - biodiesel volume rendement
 - energieverbruik
 - proceskosten
- Overzicht van je producten biodiesel, glycerol en waswater:
 - massa
 - volume
 - dichtheid
 - pH
- Conclusie

► Voorbereiding ◀

1

De aanpak van dit practicum

Je gaat van 400 mL plantolie biodiesel maken volgens een proces dat uit 4 delen bestaat:

- titratie voor biodiesel recept
- maken van biodiesel
- scheiden van biodiesel en glycerol
- wassen van biodiesel

Delen 1 en 2 kunnen in één dag worden uitgevoerd.

Delen 3 en 4 kunnen eveneens in één dag worden uitgevoerd.

In het practicum maak je kennis met een aantal scheikundige technieken, doe je allerlei metingen en noteer je de uitkomsten.

De biodiesel moet een heldere vloeistof zijn met een dichtheid van ca. 0,88 g/mL.

De biodiesel, het bijproduct glycerol en het waswater archiveer je voor vervolg practica.

Na het practicum voer je een aantal berekeningen uit en completeer je het meetrapport.

Doorloop de volgende stappen (vink gedane stappen af):

- Lees de practicum handleiding goed door
- Maak een meetrapport document aan
- Schrijf in het meetrapport jouw doelstellingen
- Schrijf in het meetrapport in je eigen woorden de proefbeschrijving
 - veiligheid
 - werkwijze
 - benodigdheden
- Kijk goed na wat je moet meten en maak tabellen voor je meetgegevens, o.a.:
 - massa, volume, temperatuur, dichtheid, pH van grondstoffen, tussenproducten en eindproducten
 - tijd van handelingen
 - afgenomen vermogen van elektrische apparaten

Bespreek je werk met de practicumbegeleider.

Als je een GO hebt gekregen ga je verder met de uitvoering.

Minerale diesel en plantaardige olie

Plantaardige olie is stroperiger dan *minerale* diesel en daarom niet geschikt voor moderne diesel motoren met brandstofinjectie.

De stroperigheid komt door de *molecuul structuur*.

Minerale diesel bestaat uit lange *koolwaterstof* moleculen wat een dunne vloeistof geeft.

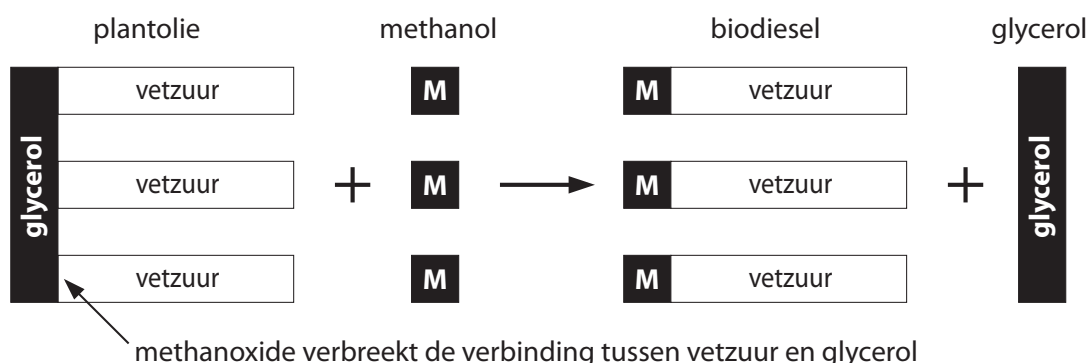
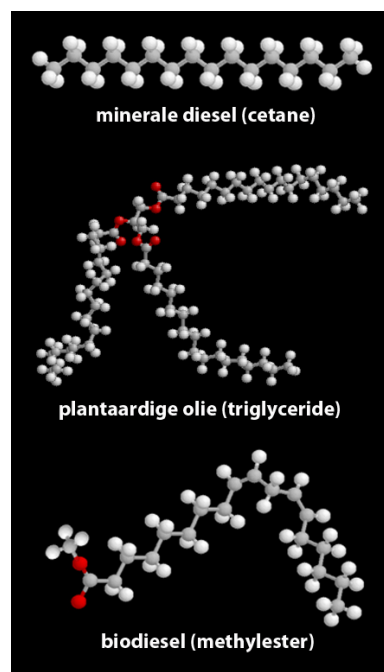
Plantaardige olie bestaat uit *vertakte* moleculen die daardoor een dikkere vloeistof vormen.

Plantaardige olie kan net zo dun als minerale diesel worden gemaakt door een scheikundige bewerking, die het product *biodiesel* oplevert.

Biodiesel

Door de plantaardige olie te behandelen met *methanol* en een beetje *kaliumhydroxide*, wordt plantolie omgezet in lange biodiesel moleculen en *glycerol*.

De kaliumhydroxide vormt met methanol de *katalysator* methoxide, die de reactie in gang zet.



Glycerol is net als methanol een *alcohol* en er zijn meerdere methodes om er een nuttig product mee te maken.

Plantaardige olie en biodiesel zijn beiden *esters*, de scheikundige naam voor een verbinding van een vetzuur met een alcohol. De scheikundige reactie wordt daarom omesteren of *transesterificatie* genoemd.

Scheiden van biodiesel en glycerol

De ontstane biodiesel en glycerol mengen slecht en kunnen goed van elkaar worden gescheiden door het mengsel tenminste 4 uur te laten uitzakken en de ontstane lagen afzonderlijk af te tappen.

Wassen van biodiesel

De biodiesel bevat sporen van methanol, methoxide, glycerol, water en zeep. Het water en de zeep zijn de producten van de snelle reactie van "vrije" vetzuren met kaliumhydroxide ("vrij" vetzuur betekent: niet gebonden aan een andere stof):



Zeep en water lossen het liefst op in de glycerol laag, maar blijven ook in de biodiesel aanwezig.

Aangezien al die sporen onderdelen van de dieselmotor kunnen beschadigen, moet nog een zuivering van de biodiesel worden uitgevoerd. In dit practicum wordt dat gedaan met de klassieke methode: wassen met water.

Het wassen moet meerdere keren worden gedaan en het waswater moet iedere keer worden gescheiden van de biodiesel.

Het eindproduct biodiesel moet zo helder zijn dat je er een krant door kunt lezen en moet een pH hebben tussen 6,5 en 7,5. Je verzamelt en bewaart het waswater voor een toekomstig onderzoek of experiment.

Verbreken van biodiesel-water emulsie

Bij het wassen kan het gebeuren dat kleine waterdruppels zich zo goed mengen met de biodiesel, dat er een troebel mengsel ontstaat dat zich niet laat scheiden op basis van verschil in dichtheid. Zo'n mengsel wordt emulsie genoemd. De emulsie kan worden verbroken door het mengsel te verwarmen tot ruim 100 °C. Het water verdampt en het resultaat is heldere biodiesel.

3

Informatie over metingen en berekeningen

Massabalans

Een massabalans is een belangrijk instrument voor het beoordelen van een productie proces. Zo'n balans maak je op in 2 kolommen. In de linker kolom zet je alle grondstoffen, waarvan je uiteraard de massa hebt gemeten. In de rechter kolom alle producten. Volgens de wet van behoud van massa, moet het totaal van de grondstoffen gelijk zijn aan het totaal van de producten. Soms is de producten massa kleiner dan die van de grondstoffen. Bijvoorbeeld wanneer er een gas ontstaat dat niet wordt gemeten. Het ontbrekende verschil kun je in de rechter kolom plaatsen als "afval en verlies".

Biodiesel rendement

Een ander belangrijk kenmerk is het rendement van het beoogde product. In dit practicum gaat het om biodiesel, dat eigenlijk een drievoudige splitsing van de plantolie is. De massa van methanol en glycerol is zo goed als gelijk en kaliumhydroxide wordt nauwelijks verbruikt (het kenmerk van een katalysator). Waswater staat los van het rendement, want het gaat geen chemische reactie aan met biodiesel. Het biodiesel rendement wordt berekend met de formule:

$$\text{biodiesel massa rendement} = \frac{\text{massa biodiesel (g)}}{\text{massa plantolie (g)}} * 100\%$$

$$\text{biodiesel volume rendement} = \frac{\text{volume biodiesel (mL)}}{\text{volume plantolie (mL)}} * 100\%$$

Meting van de dichtheid met maatcilinder en weegschaal

De dichtheid van een vloeistof kun je bepalen door massa en volume van die vloeistof te meten met een maatcilinder en een weegschaal en op elkaar te delen:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}}$$

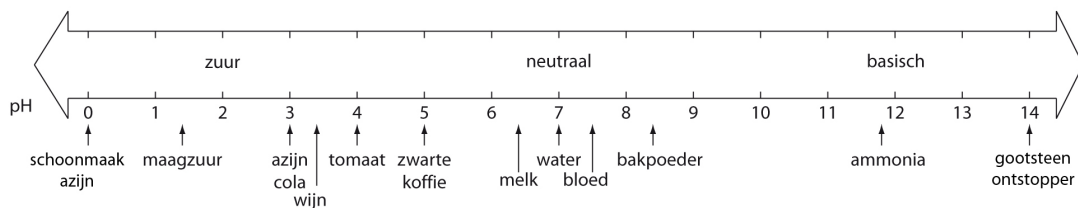
Energie verbruik

Energie is bij veel productie processen een belangrijk onderdeel.

Elektrische energie verbruik (eenheid kWh) is meestal eenvoudig te berekenen uit het afgenomen vermogen (eenheid kW) en de tijdsduur. Of het kan worden afgelezen met een geschikte Power Energy meter.

pH

De pH geeft de zuurgraad aan in een schaal van -1 tot 15. In onderstaande figuur zie je pH waarden van enige stoffen. Neutrale stoffen hebben een pH van ongeveer 7. Stoffen die als een zuur reageren hebben een lage pH waarde en stoffen die basisch reageren hebben een hoge waarde. Biodiesel moet neutraal zijn, dus een pH tussen 6,5 en 7,5. Dit om te voorkomen dat o.a. kunststof of rubberen leidingen en pakkingen van de dieselmotor worden aangetast. Het meten van de pH gaat het eenvoudigst met pH-papier, waarmee de waarde wordt aangegeven met een kleur.



Zintuiglijke waarnemingen

In dit practicum ga je oefenen met het beschrijven van stoffen en mengsels.

Denk aan: vaste stof, vloeistof, gas, kleur, geur, hard, zacht, bros, buigbaar, stroperig, dun, helder, troebel, enz. Bijv. water is een heldere, kleurloze, dunne vloeistof met een zwakke geur.

Voorzichtig met ruiken aan gevaarlijke stoffen. Bijv. aan methanol ruiken doe je door met je hand de verdampende vloeistof naar je toe te "wapperen".

Beschrijf je waarnemingen voor:

- methanol
- plantolie
- kaliumhydroxide
- mengsel methoxide en plantolie vóór roeren
- ongescheiden biodiesel en glycerol in de scheidrechter
- biodiesel en waswater van iedere wasbeurt zodra ze goed gescheiden zijn
- je eindproducten: biodiesel, glycerol en verzamelde waswater

Proceskosten

De proceskosten van het gemaakte product worden bepaald door de grondstoffen en het energie verbruik. Uit het practicum zal duidelijk worden welke kostenposten doorslaggevend zijn voor de proceskosten.

De gegevens voor het berekenen van de kosten zijn:

- afgewerkte plantolie € 0,50 per L
- methanol € 2,00 per L
- kaliumhydroxide € 5,00 per kg
- water € 1,12 per m³
- elektriciteit € 0,22 per kWh

Wat zijn de proceskosten vergeleken met de dieselprijs aan de pomp?

Wat is het aandeel van de grondstoffen en de energie in de proceskosten?

Hoe zou je de proceskosten omlaag kunnen krijgen?

1. Onderzoek op Heliconwijs de veiligheidskaart voor methanol en beschrijf in je eigen woorden de aanwijzingen voor jouw persoonlijke veiligheid in het scheikunde lokaal:
 - is de stof brandgevaarlijk en wat te doen bij brand
 - wat te doen bij inademing
 - wat te doen bij contact met de huid
 - wat te doen bij contact met de ogen
 - wat te doen bij inslikkenNeem de veiligheid aanwijzingen op in je proefbeschrijving.
2. Zoek het kookpunt van methanol (bron bijv. wikipedia). Waarop moet je dus letten bij het maken van biodiesel (zie paragraaf 8)?
3. Zoek de dichtheid van methanol, glycerol en zonnebloemolie (bron bijv. wikipedia). De dichtheid van biodiesel is 0,88 g/mL. Gebruik die gegevens om je berekende resultaten te controleren. Kijkend naar de gevonden dichtheden, wat is je antwoord op de volgende vragen:
 - als je methanol en zonnebloemolie bij elkaar doet, welke stof drijft dan boven?
 - als je glycerol en biodiesel bij elkaar doet, welke stof drijft dan boven?
4. Zoek de prijs van gewone diesel voor niet-agrarisch gebruik. Gebruik dit om je berekende proceskosten te evalueren.

► Uitvoering ◀

5

Titratie biodiesel recept

Titreer de plantolie zoals je hebt geleerd in het practicum “Titratie biodiesel recept”. Plaats je metingen en berekening van het biodiesel recept in je meetrapport.

6

Maken van methoxide

Benodigdheden

- maatcilinder 100 mL
- weegschaal
- methanol
- bekerglas 250 mL
- pH papier
- magneetroerder met verwarming en roervlo
- Power Energy meter
- analytische balans
- kaliumhydroxide
- horlogeglas
- spatel

Handelingen

- Meet met maatcilinder en weegschaal volgens je berekende recept het volume en de massa methanol en bepaal de dichtheid
- Schenk de methanol in het bekerglas en meet de pH van de methanol
- Meet met de Power Energy meter het vermogen van de magneetroerder voor verwarmen en voor roeren
- Weeg met de analytische balans op het horlogeglas de volgens je recept berekende massa kaliumhydroxide
- Voeg de kaliumhydroxide toe en roer met de magneetroerder op een rustige snelheid (juist een kolk) tot de kaliumhydroxide is opgelost
- Haal het bekerglas van de roerder, verwijder de roervlo en meet de pH van de methoxide

7

Voorbereiden van de plantolie

Benodigdheden

- weegschaal
- plantolie
- fijne zeef (om verontreiniging uit de plantolie te zeven)
- maatcilinder 500 mL
- bekeerglas 1000 mL
- pH papier
- magneetroerder met verwarming en roervlo
- statief met buretklem en thermometer

Handelingen

- Meet volgens je berekende recept met maatcilinder en weegschaal het volume en de massa plantolie en bepaal de dichtheid
- Schenk de plantolie in het bekeerglas en meet de pH van de plantolie
- Installeer de roerder en het statief en verwarm de plantolie al roerend tot ongeveer 60 °C

8

Maken van biodiesel

Benodigdheden

- je bekeerglas met plantolie
- je kleine bekeerglas met methoxide
- magneetroerder met verwarming en roervlo
- statief met buretklem en thermometer
- pH papier
- statief met ring
- scheidrecther 1000 mL
- markeerstift
- horlogeglas

Handelingen

- Zet de roerder uit en schenk de methoxide bij de plantolie, beschrijf wat je ziet
- Roer het mengsel gedurende 45 minuten bij een temperatuur van 50 – 55 °C
- Zet ondertussen de statief met ring en scheidrecther klaar en markeer de trechter met je naam en datum
- Zet na het roeren de roerder uit en meet de pH van het mengsel
- Schenk het mengsel over in de scheidrecther, sluit de trechter af en zet hem op de voorgeschreven plaats tot de volgende StaZet. Zet er een horlogeglas onder (de kraan van een scheidrecther wil wel eens een beetje lekken).

9

Scheiden van biodiesel en glycerol

Benodigheden

- je statief met scheidrecther met gescheiden biodiesel en glycerol
- maatcilinder 100 mL
- weegschaal
- fles 250 mL
- markeerstift
- maatcilinder 500 mL
- pH papier

Handelingen

- Weeg de lege kleine maatcilinder
- Meet de pH van de onderste laag, dat is glycerol *)
- Tap de glycerol af in de kleine maatcilinder. Zorg dat er zo weinig mogelijk glycerol in de scheidrecther achterblijft en zo weinig mogelijk biodiesel in de glycerol terecht komt
- Meet het volume en de massa van de glycerol en bereken de dichtheid
- Schenk de glycerol in de fles en schrijf erop je naam, de datum en het product
- Weeg de lege grote maatcilinder
- Meet de pH van de biodiesel
- Tap uit de scheidrecther de biodiesel in de grote maatcilinder
- Meet het volume en de massa van de biodiesel en bereken de dichtheid

*) pH meten doe je door een druppel af te tappen op een stukje pH-papier

10

Wassen van biodiesel

Benodigheden

- je statief met scheidrecther
- je biodiesel
- maatcilinder 250 mL
- maatcilinder 500 mL
- maatcilinder 1000 mL
- demiwater
- 2 flessen 1000 mL (een voor biodiesel en een voor verzameld waswater)
- markeerstift
- pH papier

Handelingen

- Schenk de biodiesel in de scheitrechter
- Meet met de 250 mL maatcilinder ongeveer 175 mL demiwater
- Schenk het demiwater in de scheitrechter en sluit deze af met een stop
- Wasbeurt 1: neem de scheitrechter in je handen en maak in ongeveer 1 minuut 10 keer een langzame, tuimelende beweging
- Zet de scheitrechter in de ring en laat het water uitzakken tot je twee duidelijk gescheiden lagen hebt (duurt normaal 10-15 min)
- Meet de pH van het waswater en tap het daarna af in de waswater fles
- Meet de pH van de biodiesel
- Wasbeurt 2: schenk ongeveer 175 mL demiwater bij de biodiesel. Sluit af met de stop, neem de scheitrechter in je handen en maak in ongeveer 2 minuten 20 keer een langzame, tuimelende beweging
- Zet de scheitrechter in de ring en laat het water uitzakken tot je twee duidelijk gescheiden lagen hebt (duurt normaal 10-15 min)
- Meet de pH van het waswater en tap het daarna af in de waswater fles
- Meet de pH van de biodiesel
- Wasbeurt 3: schenk ongeveer 175 mL demiwater bij de biodiesel. Sluit af met de stop, neem de scheitrechter in je handen en maak in ongeveer 2 minuten 40 keer een snellere tuimelende beweging
- Zet de scheitrechter in de ring en laat het water uitzakken tot je twee duidelijk gescheiden lagen hebt (duurt normaal 10-15 min)
- Meet de pH van het waswater en tap het daarna af in de waswater fles
- Meet de pH van de biodiesel
- Wasbeurt 4: schenk ongeveer 175 mL demiwater bij de biodiesel. Sluit af met de stop, neem de scheitrechter in je handen en schud rustig ongeveer een minuut
- Zet de scheitrechter in de ring en laat het water uitzakken tot je twee duidelijk gescheiden lagen hebt (duurt normaal 10-15 min)
- Meet de pH van het waswater en tap het daarna af in de waswater fles
- Meet de pH van de biodiesel
- Wasbeurt 5: schenk ongeveer 175 mL demiwater bij de biodiesel. Sluit af met de stop, neem de scheitrechter in je handen en schud ongeveer een minuut
- Zet de scheitrechter in de ring en laat het water uitzakken tot je twee duidelijk gescheiden lagen hebt (duurt normaal 10-15 min)
- Meet de pH van het waswater en tap het daarna af in de waswater fles
- Meet van het waswater het volume, de massa en de pH en bereken de dichtheid
- Als de biodiesel niet helder is, behandel hem dan volgens "verbreken van biodiesel-water emulsie" in paragraaf 2 (benodigdheden: erlenmeyer 500 mL, driepoot met gaasje, bunsenbrander, thermometer)
- Laat de biodiesel afkoelen tot 20 – 25 °C
- Meet van de biodiesel het volume, de massa en de pH en bereken de dichtheid
- Schenk de biodiesel in een fles en schrijf erop je naam, de datum en het product

► Afronding ◀

11

Completering van je meetrapport

Maak je meetrapport compleet met:

- je metingen (ook je zintuiglijke waarnemingen)
- je verduidelijkende foto's
- je resultaten:
 - biodiesel recept
 - massabalans
 - biodiesel massa rendement
 - biodiesel volume rendement
 - grafiek met pH verloop tijdens het wasproces (pH van biodiesel en van waswater t.o.v. aantal wasbeurten)
 - energieverbruik
 - proceskosten
 - overzicht van je producten biodiesel, glycerol en waswater:
 - massa
 - volume
 - dichtheid
 - pH
- indien van toepassing: een bespreking waarin bijv. afwijkingen in de uitvoering worden beschreven of verrassende uitkomsten worden toegelicht
- je conclusies, gebaseerd op doelstellingen en resultaten

► Beoordeling ◀

Biodiesel testproductie	Rubrieken ^{*)} :											Resultaat:	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Niet oke OKE
	Feedback:											Datum:	
	<hr/> <hr/> <hr/>											<input type="text"/>	

^{*)} Rubrieken: 1. Vakinhoudelijke kennis en vaardigheden; 2. Technische vaardigheden; 3. Exact; 4. Kwaliteit en zorgvuldigheid; 5. Communicatie; 6. Sociale vaardigheid; 7. Initiatief nemen; 8. Plannen en organiseren; 9. Ondernemerschap; 10. Verantwoordelijkheid; 11. Zelfstandigheid; 12. Transfer vaardigheid