

Vom Raps zum Biodiesel:

Vom Acker in den Tank ?

- Arbeitsblätter -



Ein Projekt

des
Schulbiologiezentrums
Hannover

und des
Schul-LABs der IGS
Mühlenberg

2. erweiterte Arbeitsfassung Februar 2012

Impressum:

Titel: Vom Raps zum Biodiesel: Vom Acker in den Tank?

Arbeitsblätter

März 2010 (Stand 21.02.12)

Verfasser: Ingo Mennerich

Mitarbeit: Arno Mühlenhaupt
(Schul-LAB, IGS Mühlenberg)
Jürgen Molsbach
(Motor-LAB, Berufsbildende Schule 6)
Marietta Vollmer-Schöneberg
(Wilhelm-Raabe-Schule, Biotechnologisches Labor)

Fotos: Ingo Mennerich, Arno Mühlenhaupt, Jürgen Molsbach

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/168-47665
Fax: 0511/168-47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Schul-LAB / IGS Mühlenberg
Mühlenberger Markt 1
30457 Hannover
Tel: 0511/168-48508
Internet: www.schul-lab.de
E-Mail: schul-lab@web.de

Raps an der Zapfsäule?



Raps enthält Öl.

Öl enthält Sonnenenergie.

Rapsöl kann man zu „Bio“-Diesel machen.

Biodiesel enthält Sonnenenergie.

Mit Sonnenenergie kann man Auto fahren.

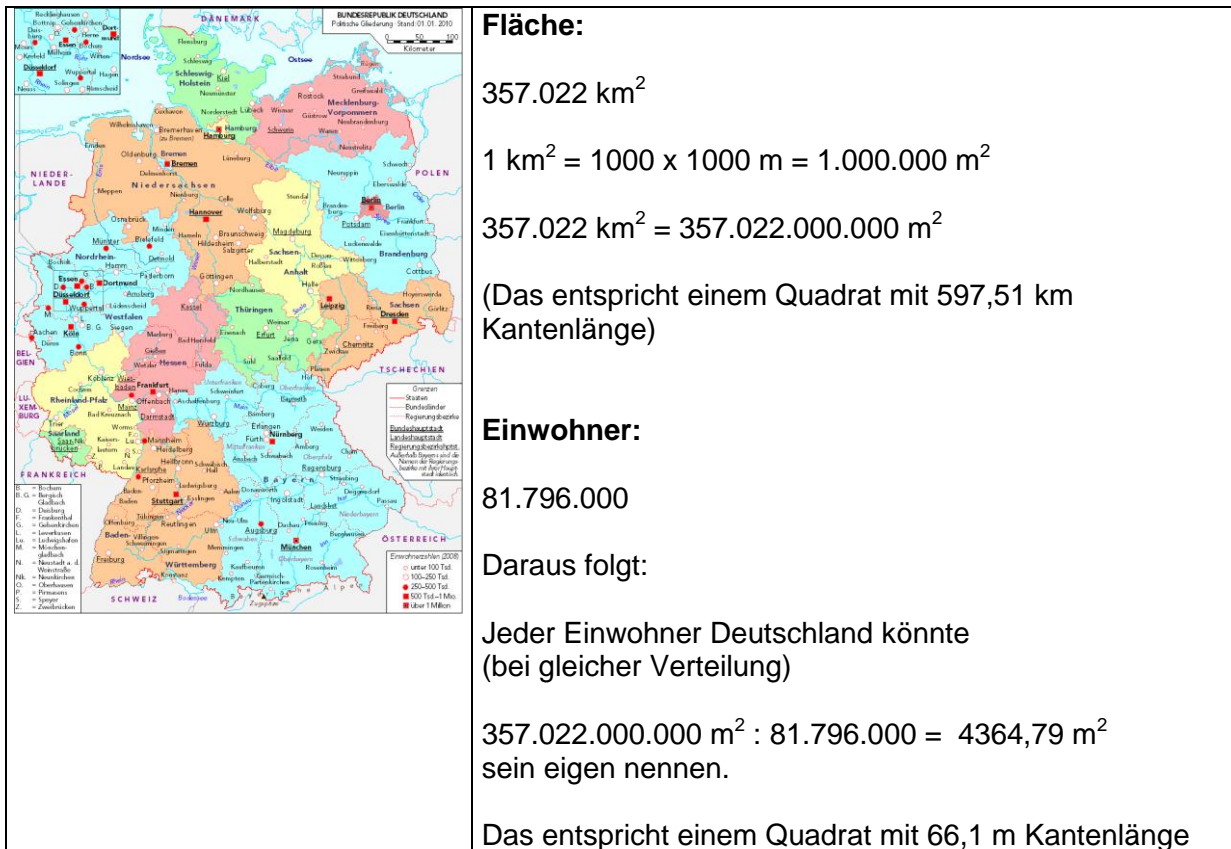
Ist das gut oder nicht?

Ist das ökologisch sinnvoll oder nicht?

Wie viel „Platz“ haben wir in Deutschland?

Zahlen: Statistisches Bundesamt 2011

Deutschland:



„Flash-Mob“ auf Amrum:

Wenn sich 81.796.000 Menschen zu einem „Flashmob“ verabreden und dicht wie bei einem Rock-Konzert beieinanderstehen (4 Personen auf einem Quadratmeter) dann reicht ein Platz von $81.796.000 / 4 / 1.000.000 \text{ m}^2 = 20,45 \text{ km}^2$.

Das entspricht einem Quadrat mit 4523,3 m Kantenlänge.

Amrum hat eine Fläche von 20,46 km².

Wo das Essen herkommt...

Zahlen: Statistisches Bundesamt 2011

Landwirtschaftliche Fläche 2011

16757700 ha = 167577 km²

davon Ackerland:

11909600 ha = 119096 km²

Einwohner Deutschland 2011: 81796000

Demnach stehen jedem Einwohner

16757700 ha : 81796000 Einwohner =

0,2 ha (2000 m²) landwirtschaftliche Fläche zu,
entsprechend einem Quadrat von 44,7 m Kantenlänge

oder

11909600 ha : 81796000 Einwohner =

0,15 ha (1500 m²) Ackerfläche zu,
entsprechend einem Quadrat von 38,7 m Kantenlänge

Wenn man nur noch Raps anbauen würde*...

Ein Hektar (ha = 10000 m²) kann 3600 kg Rapssamen oder 1600 Liter Rapsöl bzw. Biodiesel liefern

Pro Liter sind 10000 m² / 1600 Liter = 6,25 m² Ackerfläche erforderlich.

Jedem Deutschen stünden also 1500 / 6,25 = 240 Liter Rapsöl bzw. Biodiesel zu.

Wenn man ein Auto hätte, das 5 Liter Biodiesel auf 100 km verbraucht wären das
240 : 5 = 48 → 48 x 100 km = 4800 km pro Einwohner pro Jahr (bei dauernder Monokultur)

*) Raps ist nicht selbstverträglich:

Dauermonokulturen sind nicht möglich, daher ist ein Fruchtwechsel erforderlich.

Das reduziert den Ertrag auf die Hälfte oder ein Drittel...

„Biodiesel“ in der Schule selbst hergestellt

Chemikalien:

- 250ml Rapsöl
- 67ml Methanol
- 1 g NaOH, Natriumhydroxid in Methanol gelöst: (Natriummethanolat)

Materialien:

- 1 Erlenmeyerkolben 0,2 l mit Stopfen oder entsprechendes fest verschließbares Gefäß
- 1 Erlenmeyerkolben 0,5 l mit Stopfen oder entsprechendes fest verschließbares Gefäß
- 1 Trichter
- Schutzbrille
- Wärmequelle: Herdplatte, Topf (Wasserbad)
- 1 Digitalthermometer

Anleitung:

- Schutzbrille tragen und Spritzer auf Haut und Kleidung vermeiden.
- 67ml Methanol im Messzylinder abmessen und mit Trichter in kleinen Erlenmeyerkolben geben
- 1 g NaOH abwiegen (ca. 5 Plätzchen), dabei Pinzette benutzen (kein Hautkontakt!) und dem Methanol hinzufügen. Stopfen fest (!) verschließen.
- NaOH: Bei Hautkontakt sofort (!) gründlich mit klarem Wasser abspülen:
- NaOH (Ätznatron) ist extrem alkalisch (ätzend!)

NaOH löst sich nur langsam auf. 30 Minuten oder länger abwarten, dabei leicht schwenken.

- 250ml Rapsöl in großen Erlenmeyerkolben geben
- Nach vollständiger Lösung des NaOH das Rapsöl auf 55° C bringen
- Methanol-NAOH-Lösung (Natriummethanolat) vorsichtig (Trichter!) auf das heiße Öl geben, dabei Schutzbrille tragen!
- Stopfen fest (!) verschließen und 60 Sekunden oder länger kräftig schütteln.

Nach etwa einer Stunde bilden sich zwei Schichten:

- Unten das dichtere, daher schwerere und dunklere Glycerin.
- Oben der hellere, weniger dichte und daher leichtere Biodiesel (Rapsmethylester, RME)

Die Reaktionsprodukte (RME und Glycerin) lange (!) ruhig (!) stehen lassen.

Hinweis:



Der RME enthält noch Verunreinigungen (z.B. Seifen) und muss zum Einsatz in modernen Dieselmotoren noch gewaschen werden, wobei man die unterschiedliche Dichten des RME und des Glycerins und die Tatsache, dass Wasser viele der Verunreinigungen bindet nutzen kann.

Originalrezept aus den USA: www.ezbiodiesel.com,
Summit Enterprises LLC, 365 Bonny St, Unit B, Grand Jct, CO 81501
750ml Rapsöl, 200ml Methanol, 3 g NaOH
Im Schulbiologiezentrum unter Schulbedingungen getestet, Me180110

INFO:

Rapsöl – Rapsmethylester - Diesel

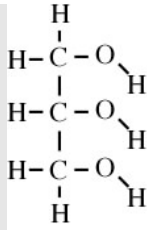
Eigenschaften

	Rapsöl	Rapsmethylester (Biodiesel)	Diesel
Dichte	0,92 kg/l (bei 15°C)	(0,875 ... 0,885) kg/L (bei 20 °C)	0,820...0,845 kg/L (bei 15 °C)
Viskosität	72,3 mm ² /s ^[2]	7,5 mm ² /s (bei 20 °C)	2...4,5 mm ² /s (40 °C)
Schmelzpunkt	- 2 - 10°	- 10°C	Winter – 20°C Sommer = 0°C
Flammpunkt	>300 °C	180° C	> 55° C
Zündtemperatur	>300° C	220 °C	220° C
Energiegehalt (Brennwert)	37,6 MJ/kg	35,2 MJ/L = 40 MJ/kg	37,4 MJ/L = 45,4 MJ/kg
	<p>Gefahrstoffkennzeichnung</p> <p><i>keine Gefahrensymbole</i></p> <p>Nicht explosionsgefährlich</p>	<p>Gefahrstoffkennzeichnung</p> <p><i>keine Gefahrensymbole</i></p> <p>Nicht explosionsgefährlich</p> <p>Ökologie:</p> <p><i>Wassergefährdungsklasse 1 (Listeneinstufung): schwach wassergefährdend Nicht unverdünnt bzw. in größeren Mengen in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen lassen.</i></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Gesundheits- schädlich (Xn) </div> <div style="text-align: center;">  Umwelt- gefährlich (N) </div> </div> <p>Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. Gesundheitsschädlich: Kann bei Verschlucken Lungenschäden verursachen. Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.</p>

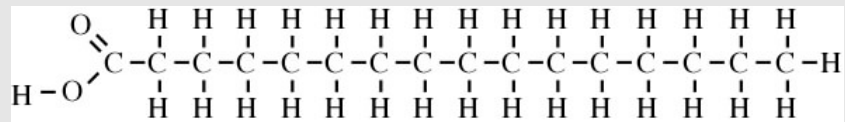
Paraffin : 49 MJ/kg

Info:

Öle und Fette sind Verbindungen aus Glycerin und Fettsäuren.



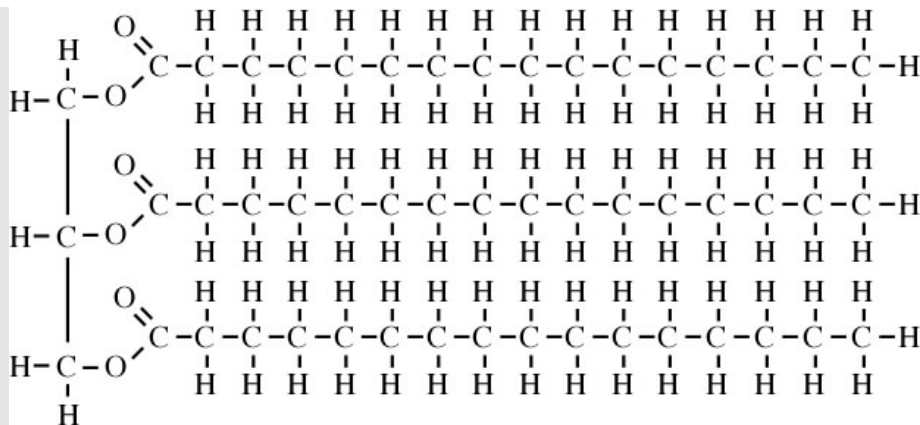
Glycerin



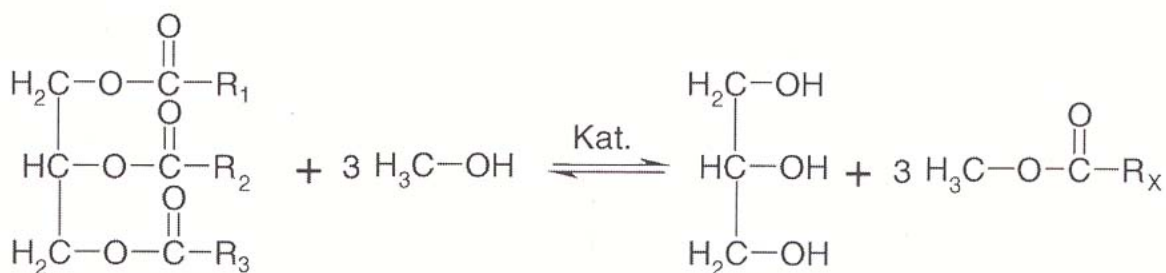
Fettsäure

Sie sind mit so genannten Esterbindungen miteinander verbunden

Rapsöl ist ein Triglycerid, eine Verbindung aus Glycerin und drei („Tri“) Fettsäuren



Triglycerid aus einem Molekül Glycerin (links) und drei Fettsäureresten (rechts)



Triglycerid (Rapsöl)

Methanol

NaOH

Glycerin

Methylester

Bei der so genannten Umesterung des **Rapsöls** zu **Rapsmethylester** (RME, „Biodiesel“) mit Methanol wird das **Glycerin** unter katalytischer Wirkung von **Natriumhydroxid** (NaOH) von den drei Fettsäuremolekülen (R₁, R₂, R₃) getrennt. Die Fettsäurereste verbinden sich mit dem Methanol zu Methylester.

Glycerin fällt bei der Produktion von Biodiesel als Nebenprodukt an

Wasser kochen mit Rapsöl...

Mit der Energie, die in einem Liter **Rapsöl** enthalten ist...

kann man (theoretisch)...

- a) ungefähr 1 Liter
- b) ungefähr 10 Liter
- c) ungefähr 100 Liter
- d) ungefähr 1000 Liter

zum Kochen bringen

Brennwert Rapsöl: ≈ 36 MJ

$$E = M \times \Delta T \times 4,2 \text{ KJ}$$

E → Energie (KJ)

M → Masse (kg)

T → Temperatur °C, ΔT Temperaturdifferenz °C

Lösung:

$$E = M \times \Delta T \times 4,2 \text{ KJ}$$

$$M = E / (\Delta T \times 4,2 \text{ KJ})$$

$$M = 36000 \text{ KJ} / (80^\circ\text{C} \times 4,2 \text{ KJ})$$

$$M = 107,1 \text{ kg}$$

Der „Rapsölkocher“: Einfache Kalorimetrie



Kann man mit Rapsöl kochen?

Wie viel Energie enthält Rapsöl?

Der Brennwert des Rapsöls beträgt laut Etikett 36 MJ/kg.

Erwärme 100 ml Wasser mit einem „Rapsölkocher“. Bestimme, wie viel Energie der „Kocher“ abgibt und wie viel Energie das Wasser aufnimmt.



Als „Kerze“ brauchst du

1 Alubecher (Teelicht), etwas Watte, etwas Rapsöl, ein Becherglas und 100ml Wasser

- Löse das Wachs (Paraffin) aus dem Aluminiumbecher.
- Fülle den Becher mit Watte aus
- Gib etwas Rapsöl darüber.
- Forme die Watte zu einem „Docht“ der über das Öl hinausragt.

Bringe die „Kerze“ vorsichtig mit der Pinzette auf eine Waage. Notiere das Gewicht (**Masse**) bei **Beginn** bzw. zum **Ende** des Versuchs.

Warte, bis sich der „Docht“ mit Öl vollgesogen hat, zünde die „Kerze“ an und stelle sie in die Tasse. Lege das Drahtgitter darüber und stelle den Becher mit dem Wasser darauf.

Notiere die **Start-** und die **Endtemperatur** des Wassers.

Starttemperatur	Endtemperatur	Masse (Start)	Masse (Ende)
_____ °C	_____ °C	_____ g	_____ g

Berechne die **vom Wasser aufgenommene Energie** :

$$E = \text{_____ g}_{\text{Wasser}} \times (\text{_____ }^{\circ}\text{C}_{\text{Ende}} - \text{_____ }^{\circ}\text{C}_{\text{Start}}) \times 4,2 \text{ J} = \text{_____ J} = \text{_____ KJ}$$

1 g Rapsöl enthält 36 KJ Energie. Berechne die **von der „Kerze“ abgegebene Energie** :

$$E = (\text{_____ g}_{\text{Start}} - \text{_____ g}_{\text{Ende}}) \times 36 \text{ KJ} = \text{_____ KJ}$$

Der **Wirkungsgrad** des Rapsölkochers liegt bei _____ %

Typische Werte bei der einfachen Kalorimetrie:

Um 100 ml 20° C warmes Wasser auf 60°C zu erhitzen sind

$100 \text{ mg} \times 40^\circ\text{C} \times 4,2 \text{ J} = 16800 \text{ J} = 16,8 \text{ kJ}$ Energie notwendig.

1 g Rapsöl enthält etwa 36 kJ Energie.

Damit müssen mindestens $16,8 / 36 = 0,47 \text{ g}$ Rapsöl verbrannt werden.

Der tatsächliche Masseverlust beträgt z.B. 1,3 g.

Das entspricht 46,8 kJ

$1,3 - 0,47 = 0,83 \text{ g}$ oder 29,9 kJ haben nicht zur Wärmesteigerung des Wassers beigetragen.

Daraus ergibt sich ein Wirkungsgrad von $16,8 / 46,8 \times 100 = 34,6\%$

Gründe für den schlechten Wirkungsgrad:

Wärme geht am Wassergefäß vorbei (fühlbar!)

Wärme wird abgegeben, das Wassergefäß wird heiß

Je größer die Temperaturdifferenz zwischen dem Wasser und der Raumluft desto größer der Wärmeverlust pro Zeiteinheit.

Durch die relativ lange Aufheizzeit geht viel Wärme verloren (Schnelles Aufheizen spart Zeit und Kosten!)

Energiegehalt von Rapsöl

Messung mit dem Kalorimeter



Lass dir die Bestandteile und die Funktion des Kalorimeters zeigen:

- Kalorimetergefäß mit 100 ml Wasser
- Rotor zum Durchrühren des Wassers (Trafo 12 V)
- Alubecher mit Rapsöl (Rapsölkerze)
- Thermometer mit Digitalanzeige
- Sauerstoffflasche
- Zusätzlich: 2 Waschflaschen

Gib 100 ml raumwarmes Leitungswasser in das Kalorimetergefäß

Schließe den Rotor an den Trafo und den Thermofühler an die Temperaturmesseinheit

Bereite eine „Rapsölkerze“ vor: Lege etwas Watte in einen Alubecher (Teelicht), gib Rapsöl dazu und forme die Watte zu einem „Berg“ der aus dem Öl herausragt.



Bereite eine „Rapsölkerze“ vor:

Lege etwas Watte in einen Alubecher (Teelicht), gib Rapsöl dazu und forme die Watte zu einem „Berg“ der aus dem Öl herausragt.

Das Entzünden dauert etwas länger.

Lass sie kurze Zeit brennen und puste sie wieder aus.

Masse des Rapsöls bei Versuchsbeginn:

Stelle die ausgeblasene Rapsölkerze auf die Waage und notiere die Masse zu Beginn des Versuchs.



Fülle die Waschflasche zur Hälfte mit Wasser.
 Schließe die Sauerstoffflasche an die Waschflasche an.
 Stelle den Durchfluss so ein, dass nur wenige Blasen durch die Waschflasche treten.

Zünde die Rapsölkerze erneut an und bringe sie unter das Kalorimetergefäß.

Schalte den Rotor ein.

Notiere die Starttemperatur des Wassers

Beende den Versuch, wenn die Wassertemperatur um 5°C gestiegen ist.

Notiere Endtemperatur des Wassers.

Wasser:		Rapsölkerze	
T °C (Start)	T °C (Ende)	M g (Start)	M g (Ende)

$$\Delta T = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta M = \text{_____} \text{ g}$$

Der Brennwert (Energiegehalt) von Rapsöl liegt bei 36 MJ/kg

1 g Rapsöl entspricht _____ kJ

Erwarteter Wert:

$$\Delta T \times 100 \text{ g H}_2\text{O} \times 4,2 \text{ J} = \text{_____} \text{ J}$$

Tatsächlicher Wert:

$$\Delta M \times 36 \text{ KJ} = \text{_____}$$

Hinweis:

Die Wassertemperatur sollte nicht zu stark über die Raumtemperatur hinaus steigen. Andernfalls führt der Wärmeabfluss zu starken Abweichungen zwischen erwarteten und gemessenen Werten.

Versuche zur Brennbarkeit von Rapsöl und „Biodiesel“

Materialien und Chemikalien:

- Rapsöl
- Selbst erzeugter „Biodiesel“
- Alubecher (Teelicht)
- Nagel
- Papierhandtuch
- Streichhölzer
- Tasse
- Pipette
- Teelöffel

Rapsölkerze:

- Löse das Wachs aus einem Teelicht heraus (vorsichtig am Docht ziehen!)
- Bohre mit dem Nagel ein Loch in den Boden des Aluminiumbechers.
- Schneide einen 5 cm langen und 1 cm breiten Streifen aus dem Papierhandtuch
- Rolle den Papierstreifen um den Nagel herum und ziehe den Nagel aus der Rolle
- Stecke den Docht durch das Loch im Boden des Aluminiumbechers
- Fülle eine Tasse etwa zu einem Drittel mit Rapsöl
- Gib den Becher vorsichtig auf das Öl und warte bis sich der Docht vollgesogen hat
- Zünde den Docht an

Je nachdem wie lang der Docht ist wird die Kerze mehr oder weniger rußen. Sie gibt dabei Kohlenstoff ab. Rapsöl ist ein Kohlenwasserstoff.

Brennbarkeit von Rapsöl“:

- Gib mit der Pipette etwas Rapsöl auf den Teelöffel und erhitze es über der Flamme.
- Versuche das heiße Rapsöl mit einem Streichholz zu entzünden.

Gelingt das? **_Nein_**. Entzündet sich mit der Kerze erhitztes Rapsöl von selbst? **_Nein_**.

Brennbarkeit von „Biodiesel“:

- Gib mit der Pipette etwas „Biodiesel“ auf den Teelöffel und erhitze ihn über der Flamme.
- Versuche den heißen „Biodiesel“ mit einem Streichholz zu entzünden.

Gelingt das? **_Ja_**. Entzündet sich mit der Kerze erhitzter „Biodiesel“ von selbst? **_Ja_**.

Achtung: Der folgende Versuch ist gefährlich und darf nur unter direkter Aufsicht deines Lehrers / deiner Lehrerin durchgeführt werden!

Fülle etwas „Biodiesel“ in eine leere und saubere (!) Sprühflasche (z.B. Flasche Fensterputzmittel) und sprühe ihn in eine Bunsenbrennerflamme.

Der fein zerstäubte „Biodiesel“ reagiert durch seine große **_Oberfläche_** mit **_Sauerstoff_** und verbrennt mit einer **_Stichflamme_**.

Versuche zu Fließ- und Temperatureigenschaften von Rapsöl, „Biodiesel“ und Diesel

Materialien und Chemikalien:

- Rapsöl
- Selbst erzeugter „Biodiesel“
- Wasser
- Reagenzgläser
- Kühlschrank/Gefrierschrank
- 3 Digitalthermometer
- Messzylinder
- Erlenmeyerkolben
- Topf
- Kochplatte
- Pipette

Rapsöl, „Biodiesel“ und Diesel: Fließeigenschaften bei unterschiedlichen Temperaturen

- Fülle 4 Reagenzgläser jeweils zur Hälfte mit Rapsöl, „Biodiesel“, Diesel und Wasser
- Beschrifte die Reagenzgläser
- Halte die Reagenzgläser schräg und beobachte, wie sich die Stoffe bei Zimmertemperatur verhalten.
- Kühle die Stoffe in den Reagenzgläsern im Gefrierschrank auf -18°C herab
- Notiere den Zustand bei -18°C
- Stelle die Reagenzgläser sofort (!) in Eiswasser (langsam erwärmen!)
- Notiere die Schmelztemperatur

Ergänze die Tabelle (Eigenschaften: fest, cremig, zähflüssig, flüssig, dünnflüssig)

	Rapsöl	„Biodiesel“	Diesel	Wasser
Zustand bei -18°C	fest	cremig	flüssig	fest
Schmelztemperatur $^{\circ}\text{C}$	-4°C	$< -15^{\circ}\text{C}$	$< -18^{\circ}\text{C}$	0°C
Zustand bei 0°C	zähflüssig	flüssig	flüssig	fest
Zustand bei $+18^{\circ}\text{C}$	flüssig	flüssig	flüssig	flüssig

- Gib jeweils 5 ml Rapsöl, Diesel und „Biodiesel“ in Reagenzgläser
- Füge die gleichen Mengen Wasser hinzu
- Was beobachtest Du?

Rapsöl „Biodiesel“ und Diesel mischen sich nicht mit Wasser.

Es bilden sich zwei Schichten.

Rapsöl, „Biodiesel“ und Diesel sind leichter als Wasser bilden die oberste Schicht.

Rapssamen enthalten Öl (1)

Materialien und Chemikalien:

- 10 g Rapssamen
- Mörser und Reibschale
- Spatel
- Reagenzglas (hitzebeständig)
- Stopfen mit Winkelröhrchen
- Erlenmeyerkolben
- Auffanggefäß für Ethanol
- Brennspritus (Ethanol vergellt)
- Papierstreifen, Schere
- Holzstab

Anleitung:

Vorbereitung und erste Untersuchung des Ölgehaltes

- Rapssamen mit dem Mörser fein zermahlen (nicht stoßen!)
- Etwas Rapsmehl mit dem Spatel auf sauberem Löschpapier verreiben.
- Rapsmehl zwischen die Finger nehmen und zerreiben.

Wie fühlt sich das Rapsmehl an? _____

- ▶ Verändert sich das Löschpapier? Bilden sich Flecken? (ja / nein)
- ▶ Bleiben die Flecken auch nach längerer Zeit erhalten? (ja / nein)

Extraktion des Öls

- Rapsmehl mit dem Spatel in Reagenzglas geben
- 10ml Brennspritus (Ethanol) dazugeben (Trichter benutzen)
- Stopfen mit Winkelröhrchen auf das Reagenzglas setzen
- Erlenmeyerkolben mit etwas Wasser füllen
- Reagenzglas mit Winkelröhrchen in das Wasserbad stellen
- Wasser auf ca. 90°C erhitzen und Ethanol zum Sieden bringen

INFO: Ethanol siedet bei 78°C (Wasser bei 100°C)

- Ethanol vollständig aus dem Reagenzglas heraussieden lassen und – abgekühlt – in Auffangbehälter tropfen lassen
- Reagenzglas abkühlen lassen, etwas schwenken und Rand mit Lupe betrachten

- ▶ Wie sieht die Flüssigkeit am Glasrand aus?
(Wie Wasser? / Wie Öl? / Wie Ethanol?)

Schneide einen langen schmalen Streifen weißes Papier zurecht.

Stecke ihn in das Reagenzglas und drücke ihn mit dem Holzstäbchen gegen den Glasrand.

- ▶ Bilden sich Flecken auf dem Papier? (ja / nein)
- ▶ Bleiben die Flecken auch nach längerer Zeit erhalten? (ja / nein)

Versuche, das Innere des Reagenzglases trocken werden zu lassen.

- ▶ Gelingt das? (ja / nein)

Rapssamen enthalten Öl (2)

Materialien und Chemikalien:

- Mikroskop
- Sauberer (!), fettfreier Objektträger
- Spatel
- Rapsmehl (aus Rapssamen gemörsert)
- Sudanrot (alkoholische Lösung)
- Tuschpinsel
- Pipette

Achtung:

- Sudanrotlösung ist **gesundheitsschädlich!**
- Zum Fett-/Ölnachweis unter dem Mikroskop reichen **geringste Mengen!**

Anleitung:

- Zerreiße etwas Rapsmehl auf dem Objektträger und fege das Mehl mit dem Pinsel ab
- Mikroskopiere den Objektträger

Der die Oberfläche des Objektträgers....

...zeigt Wassertropfen und -streifen, die nach einer gewissen Zeit verdunsten

...zeigt Schlieren, die auch nach längerer Zeit nicht verschwinden

...zeigt keine Veränderung (Objektträger bleibt sauber und fettfrei)

INFO: Der Farbstoff Sudanrot ist nicht wasserlöslich, löst sich aber gut in Fetten und Ölen und färbt diese intensiv rot.

Wir verwenden *Sudan 7 B Rot in alkoholischer Lösung (siehe INFO unten!)

Die Rotfärbung mit Sudanrot ist daher ein guter **Fett- und Ölnachweis**

- Gib mit einer sauberen Pipette einen winzigen Tropfen Sudanlösung* auf den Objektträger und verteile die Lösung mit der Kante eines Deckglases.
- Lege das Deckglas auf die behandelte Stelle und warte ab bis eine Reaktion eintritt

- Die Schlieren färben sich deutlich rot
- Die Schlieren färben sich deutlich grün
- Die Schlieren färben sich nicht

Ergebnis: Die Schlieren färben sich mit Sudanlösung _____.

Rapssamen enthalten _____ und _____.



gesundheitsschädlich

Sudan-Farbstoffe sind synthetische rote Azofarbstoffe. Sie wurden früher Lebensmitteln beigemischt (z.B. Paprikapulver), seit 1995 sind sie aufgrund ihrer **krebserregenden** Wirkung in europäischen Lebensmitteln nicht mehr zugelassen.

Daher Hautkontakt vermeiden!

Importwaren, z.B. aus China enthalten jedoch immer wieder größere Mengen.

Wie viel Öl enthält Raps? (Soxhlet-Extraktion)

Bei diesem Verfahren brauchst Du die Unterstützung eines fachkundigen Helfers!



- Gib etwa 10 Teelöffel Rapssamen in eine Reibschale.
- Zermale sie mit dem Mörser. Bestimme das Gewicht!
- Fülle den Rapsschrot in die Extraktionshülse.
- Stelle die Extraktionshülse in den Soxhlet-Aufsatz.
- Gib etwa 250 ml Lösungsmittel in den Rundkolben.
- Verbinde Rundkolben, Soxhlet Aufsatz und den Kühler.
- Achte auf eine sichere Befestigung am Stativ!
- Gib langsam (!) kaltes Wasser aus dem Eimer in den Trichter und öffne den Hahn.
- Achte darauf dass der Hahn im Eimer liegt.
- Stelle die Heizquelle an.

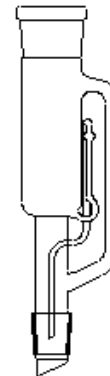
Links:

Soxhlet-Apparatur

Unten:
Rundkolben mit Heizbirne

Mitte:
Soxhlet-Aufsatz (s. Abb. rechts)

Oben:
Kühler (Dimroth-Kühler) mit Trichter
und Eimer (rechts unten, nicht im Bild)



Soxhlet -
Aufsatz



Extraktions-
hülse

Info:

Das erwärmte und dann siedende Lösungsmittel steigt als Gas durch das seitlich am Soxhlet-Aufsatz angebrachte Glasrohr und weiter in den Kühler.

Dort wird es durch das kalte Wasser unter den Siederpunkt heruntergekühlt, kondensiert (als Nebel) und tropft in die mit Extraktionshülse.

Das heiße Lösungsmittel löst das Öl aus dem Rapsschrot.

Sobald die Extraktionskammer des Soxhlet-Aufsatzes gefüllt ist fließt es durch das Saugerheber-Prinzip zurück in den Rundkolben und nimmt dabei alle gelösten Stoffe mit.

Lasse den Soxhlet-Apparat so lange laufen bis das Lösungsmittel in der Extraktionskammer klar und möglichst farblos ist.

Unterbreche die Wärmezufuhr bevor sich die Extraktionskammer mit dem Lösungsmittel gefüllt hat. Auf diese Weise lässt sich das Lösungsmittel noch einmal nutzen.

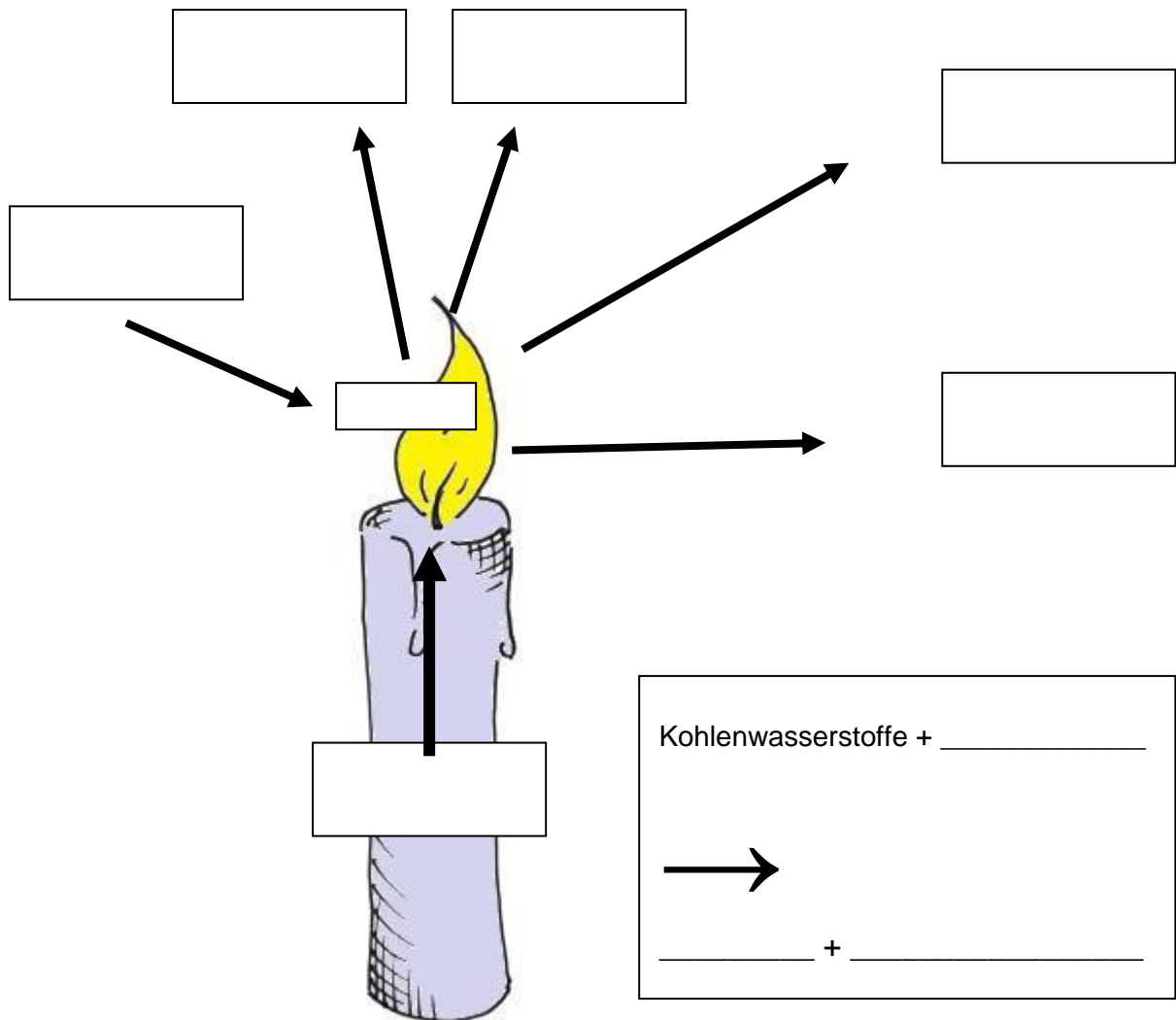
Der Inhalt des Rundkolbens ist jetzt relativ zähflüssig und ölig.

Lasse das Lösungsmittel in einer offenen Schale im Abzug oder im Freien abdampfen.

Das Ergebnis ist Rapsöl. Bestimme die Ausbeute durch Auswiegen:

_____ g Rapssamen ergeben _____ g Rapsöl.

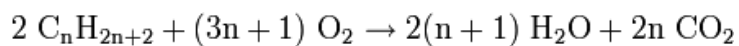
Energie- und Stoffumwandlung in der Kerze



Ordne zu:

- C_nH_{2n+2} (Kohlenwasserstoffe, z.B. Paraffin $C_{18}H_{38} - C_{32}H_{66}$)
- C (Kohlenstoff)
- CO_2 (Kohlenstoffdioxid)
- O_2 (Sauerstoff)
- H_2O (Wasser)
- Wärme
- Licht

Allgemeine Summenformel:



Wie viel Energie steckt in dir und im Raps?

Wie viel „Power“ steckt in dir?:

Setze dich auf das „Muskelkraftwerk“ und tritt kräftig in die Pedalen!

Jede Leuchte in der „Energieleuchte“ erfordert eine Leistung von _____ Watt.

Wie hoch ist deine Spitzenleistung? _____ Watt

Wie lange kannst du 100 W leisten? _____ Sekunden

INFO

100 g → 1 N (Newton)	1 W = 1 J/s
1 Nm = 1 J (Joule) = 1 Ws	1 Wh = 1 J x 3600 s = 3600 J = 3,6 KJ
1 J/s = 1 W (Watt)	1 kWh = 1000 J x 3600 s = 3600000 J = 3,6 MJ
1 KJ = 1000 J	
1 MJ = 1000 KJ = 1000000 J	1 KW = 1000 W
	1 MW = 1000 KW = 1000000 W

Modellrechnung:	Wenn du 60 Sekunden lang 200 W leistest, beträgt dein Energieverbrauch $E = 200 \text{ W} \times 60 \text{ s} = 12000 \text{ J} = 12 \text{ KJ}$
Aufgabe:	Wie viel Energie hast du „verbraucht“, wenn du _____ Sekunden lang 100 W leistest? $E = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ KJ}$

In einem Liter Rapsöl sind $\approx 36 \text{ MJ}$ Energie enthalten.
Rapsöl wird zum Braten und als Salatöl verwendet.

- Wie viel Rapsöl müsstest du zu dir nehmen, um 1 Stunde lang 100 W Leistung zu bringen?

$$E = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ KJ} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MJ}$$

$$1 \text{ l Rapsöl} \rightarrow 36 \text{ MJ} \quad \underline{\hspace{2cm}} \text{ MJ} \rightarrow \underline{\hspace{2cm}} \text{ l}$$

- Wie lange könntest du (theoretisch) mit 1 Liter Rapsöl 100 Watt Leistung bringen?

$$E = 36 \text{ MJ} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W} \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ s} \rightarrow \underline{\hspace{2cm}} \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ h}$$

Merke: Mit dem Energiegehalt von 1 Liter Rapsöl kannst du _____ Stunden lang _____ Watt Leistung umsetzen.

Wie viel Energie steckt in dir und im Raps?

Wie viel „Power“ steckt in dir?: **LÖSUNG**

Setze dich auf das „Muskelkraftwerk“ und tritt kräftig in die Pedalen!

Jede Leuchte in der „Energieleuchte“ erfordert eine Leistung von 20 Watt.

Wie hoch ist deine Spitzenleistung? 400 Watt

Wie lange kannst du 100 W leisten? 300 Sekunden

INFO

100 g → 1 N (Newton)	1 W = 1 J/s
1 Nm = 1 J (Joule) = 1 Ws	1 Wh = 1 J x 3600 s = 3600 J = 3,6 KJ
1 J/s = 1 W (Watt)	1 kWh = 1000 J x 3600 s = 3600000 J = 3,6 MJ
1 KJ = 1000 J	
1 MJ = 1000 KJ = 1000000 J	1 KW = 1000 W
	1 MW = 1000 KW = 1000000 W

Modellrechnung:	Wenn du 60 Sekunden lang 200 W leistest, beträgt dein Energieverbrauch $E = 200 \text{ W} \times 60 \text{ s} = 12000 \text{ J} = 12 \text{ KJ}$
Aufgabe:	Wie viel Energie hast du „verbraucht“, wenn du <u>300</u> Sekunden lang 100 W leistest? $E = \underline{100} \text{ W} \times \underline{300} \text{ s} = \underline{30000} \text{ J} = \underline{30} \text{ KJ}$

In einem Liter Rapsöl sind $\approx 36 \text{ MJ}$ Energie enthalten.
Rapsöl wird zum Braten und als Salatöl verwendet.

- Wie viel Rapsöl müsstest du zu dir nehmen, um 1 Stunde lang 100 W Leistung zu bringen?

$$E = \underline{100} \text{ W} \times \underline{3600} \text{ s} = \underline{360000} \text{ J} = \underline{360} \text{ KJ} = \underline{0,36} \text{ MJ}$$

$$1 \text{ l Rapsöl} \rightarrow 36 \text{ MJ} \quad \underline{0,36} \text{ MJ} \times \underline{X} \rightarrow \underline{36} \text{ MJ} \quad X = 1/100 \text{ l} = 0,01 \text{ l}$$

- Wie lange könntest du (theoretisch) mit 1 Liter Rapsöl 100 Watt Leistung bringen?

$$E = 36 \text{ MJ} = \underline{100} \text{ W} \times \underline{X} \text{ s} \rightarrow X = 3600000 \text{ J} / 100 \text{ W} = 36000 \text{ s} = 100 \text{ h}$$

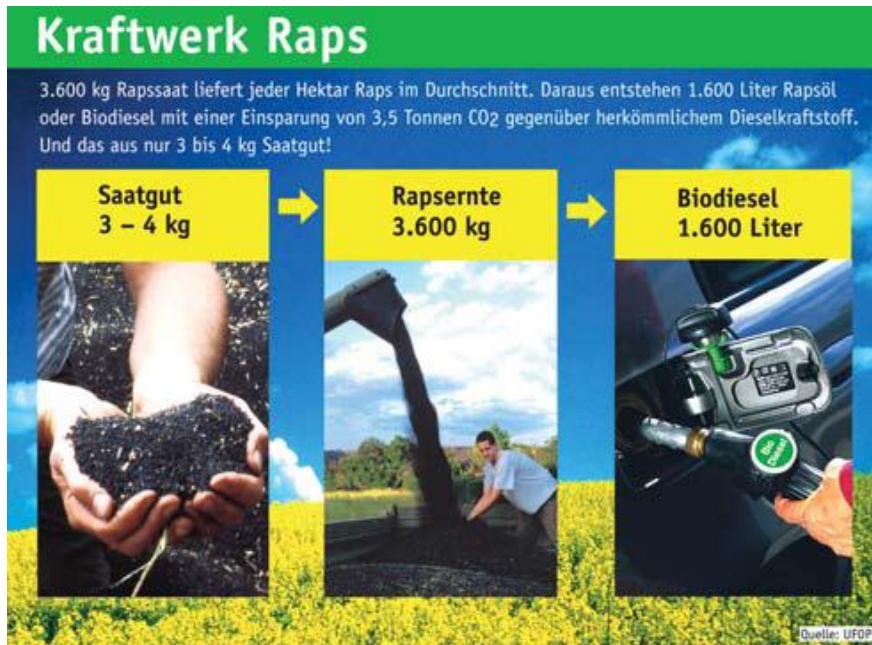
Merke: Mit dem Energiegehalt von 1 Liter Rapsöl kannst du

100 Stunden lang 100 Watt Leistung umsetzen.

Wie viel Ackerfläche braucht ein „umweltfreundliches“ Auto? **LÖSUNG**

INFO

Quelle: UFOP: UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN E. V.



1 ha = 10000 m²

Saatgut/ha : 3 – 4 kg

Ernte/ha: 3600 kg

3600 kg Raps →

→ 1600 Liter Rapsöl

→ 1600 Liter Biodiesel

Abbildung links:
www.ufop.de

Wie viel Ackerfläche kostet das Autofahren mit Biodiesel?



Bild: www.volkswagen.de

Der relativ sparsame VW Diesel TDI Variant (Blue Motion) mit 77 KW Leistung verbraucht im Schnitt

4,2 Liter Diesel/100 km (Herstellerangabe)

oder

4,7 Liter Biodiesel/100 km. (Diesel + 10%)

Berechne die zur Erzeugung von 1 Liter Rapsöl oder Biodiesel notwendige Anbaufläche:

- Pro Liter sind $10000 \text{ m}^2 / 1600 \text{ Liter} = \underline{6,25 \text{ m}^2}$ Ackerfläche erforderlich.
- Das ist ein Quadrat mit der Seitenlänge $\sqrt{6,25} = 2,5 \text{ m}$

Berechne die zur Gewinnung von Biodiesel erforderliche Fläche (m² und Seitenlänge)

...für eine Fahrt von Hannover nach Hamburg und zurück (einfache Distanz 130 km)

$$\frac{4,7 \text{ l} \times 260 \text{ km}}{100 \text{ km}} = \underline{12,2} \text{ l Biodiesel} \rightarrow 6,25 \text{ m}^2 \times 12,2 \text{ l} = 76,4 \text{ m}^2 \text{ (8,7 x 8,7 m)}$$

Berechne das für den Golf TDI Variant notwendige „Biodiesel“-Rapsfeld bei einer Jahreskilometerleistung von...

Modellrechnung:

Jahresleistung: 5000 km

Dieserverbrauch/a $(5000 / 100) \times 4,7 \text{ l} = 235 \text{ l}$

Fläche: $235 \text{ l} \times 6,25 \text{ m}^2 = 1468,8 \text{ m}^2$

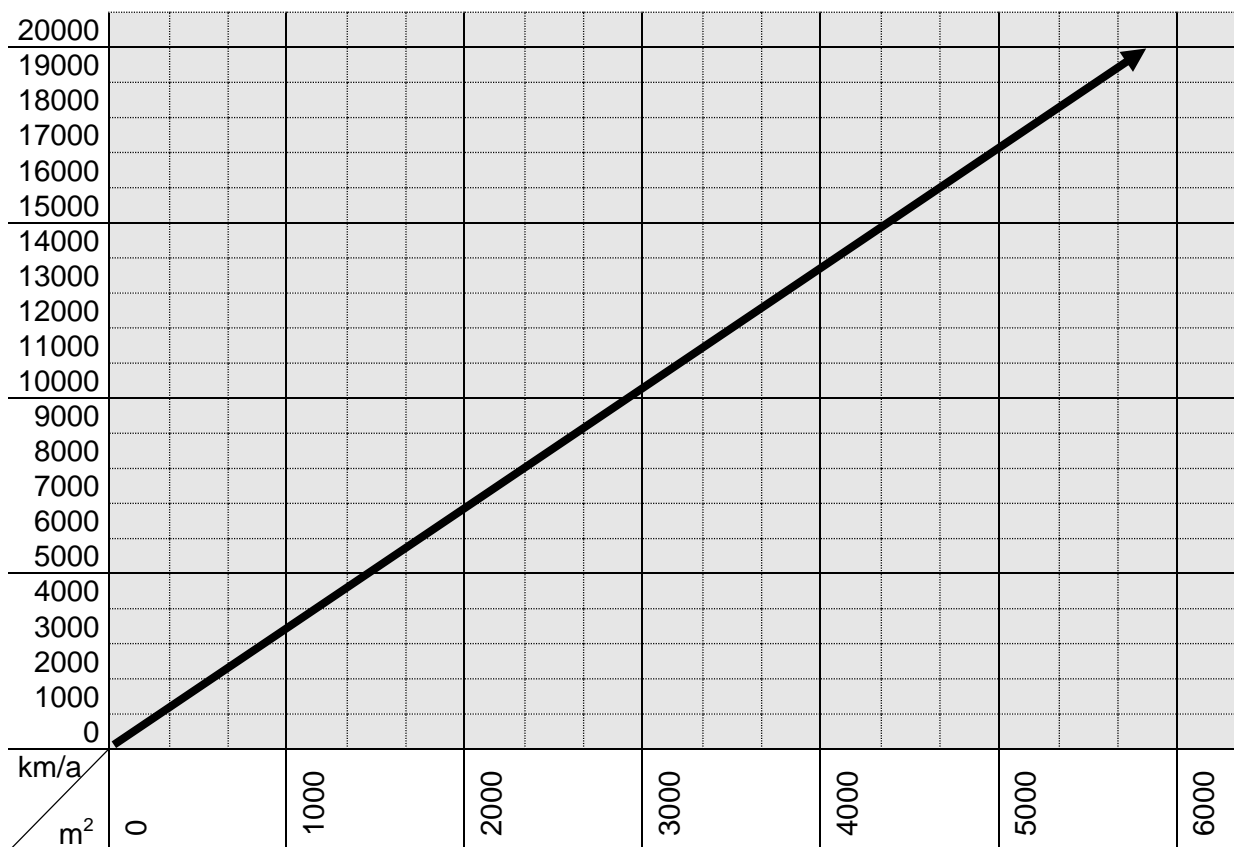
Flächenbedarf bei:

Jahresleistung: 15000 km

Dieserverbrauch/a $(\underline{15000} / 100) \times \underline{4,7} \text{ l} = \underline{705} \text{ l}$

Fläche: $\underline{705} \text{ l} \times \underline{6,2} \text{ m}^2 = \underline{4406,3} \text{ m}^2$

- Trage den obigen Wert (5000 km/a) in den Graphen ein und verbinde ihn mit dem Nullpunkt
- Trage auch den von dir selbst berechneten Wert (15000 km/a) ein
- Verbinde die drei Punkte



Berechne den Flächenbedarf für je ein Fahrzeug mit 5 l, 7,5 l und 10 l Verbrauch auf 100 km bei einer Jahreskilometerleistung von 0 – 20000 km

Flächenbedarf bei:

Jahresleistung: 20000 km

Dieserverbrauch/a $(\underline{20000} / 100) \times \underline{5} \text{ l} = \underline{1000} \text{ l}$

Fläche: $\underline{1000} \text{ l} \times \underline{6,25} \text{ m}^2 = \underline{6250} \text{ m}^2$

Jahresleistung: 20000 km

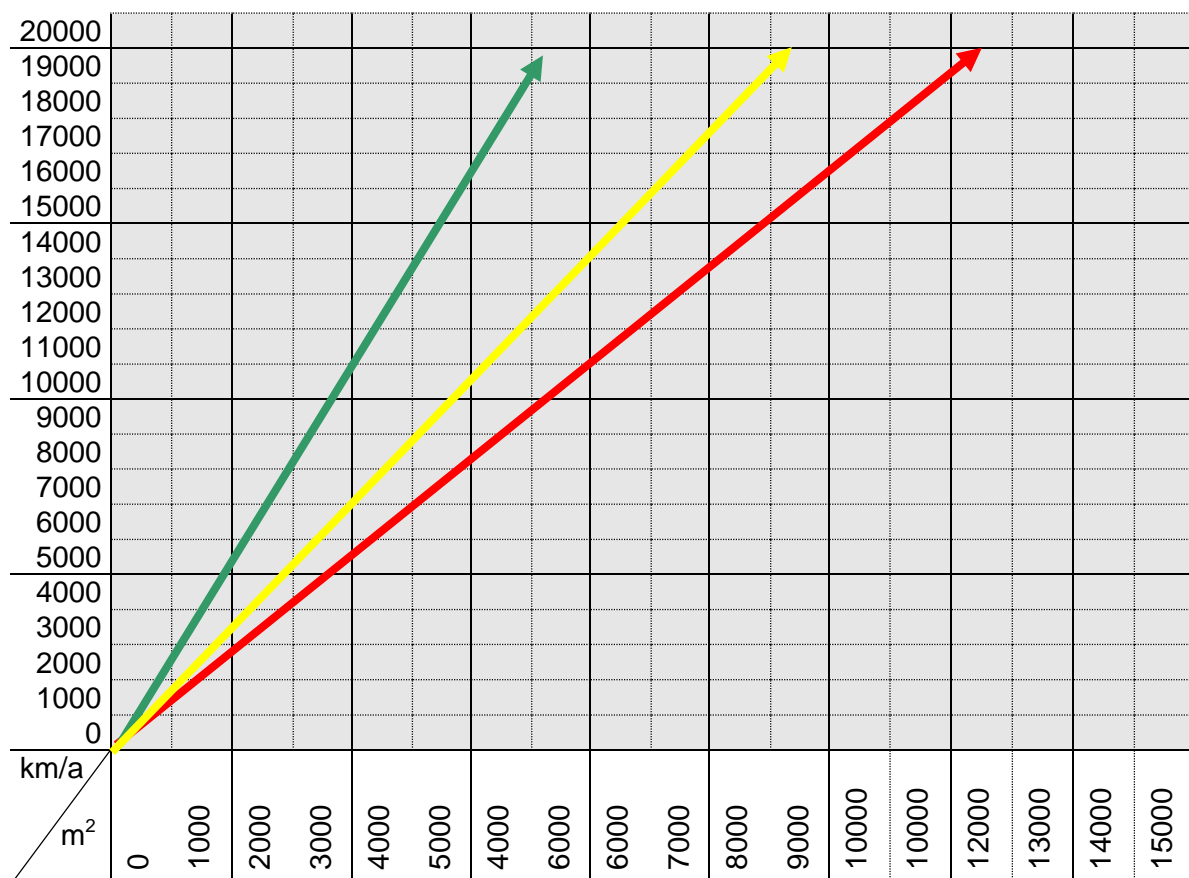
Dieserverbrauch/a $(\underline{20000} / 100) \times \underline{7,5} \text{ l} = \underline{1500} \text{ l}$

Fläche: $\underline{1500} \text{ l} \times \underline{6,25} \text{ m}^2 = \underline{9375} \text{ m}^2$

Jahresleistung: 20000 km

Dieserverbrauch/a $(\underline{20000} / 100) \times \underline{10} \text{ l} = \underline{2000} \text{ l}$

Fläche: $\underline{2000} \text{ l} \times \underline{6,25} \text{ m}^2 = \underline{12500} \text{ m}^2$



Zungenbrecher-Raps-Rap....

Eine Gruppe singt:

Raps-Rap.....Raps-Rap.....Raps-Rap.....

Die andere Gruppe singt in die Lücken hinein:

..... Raps-RapRaps-Rap.....Raps-Rap

Erster Vorsänger:

Biodiiiiiiiiieeeeeesel.....Biodiiiiiiiiieeeeeesel.....

Zweiter Vorsänger:

.....

Dritter Vorsänger:

.....