



# Nachwachsende Rohstoffe Ölpflanzen

Regenerative Ölquellen







Rapsfeld während der Blüte





Als Einstieg klären wir einige grundlegende Fragen ...

## Wozu dient der Pflanze das Öl?

Die Pflanzen lagern die Öle vorrangig in den Früchten und/oder den Samen. Sie sind Energiespeicher für den Keimling und auch ein Hitzeschutz - besonders in heißen Gebieten bleibt so der Samen geschützt. Je intensiver die Sonneneinstrahlung desto größer die Ölreserven.

## Was sind Ölpflanzen?

Als Ölpflanzen werden Kulturpflanzen bezeichnet, die Öle und fette Öle liefern - zum Beispiel Raps. Kulturpflanzen sind Nutzpflanzen, die durch Züchtung aus den ursprünglichen Wildpflanzen weiterentwickelt wurden. Man hat sie durch Züchtung weiterentwickelt um sie zu unserem Nutzen auf den Feldern anzubauen.

## Was sind Fette und Öle?

Öle und Fette (= fette Öle) werden auch Lipide genannt und sind organische Stoffe mit komplexem Aufbau. Chemisch gesehen handelt sich um Triglyceride, da drei meist verschiedene Fettsäuren (Carbonsäuren) mit dem Glycerin verestert sind. (Mehr dazu auf S. 4)

## Wo und wie entsteht das Öl in der Pflanze?

Die Basis für die Entstehung des Öls in der Pflanze ist die Photosynthese. Ein Vorgang, der im Blattgrün der Pflanze stattfindet.

Hierbei bindet die Pflanze mit Hilfe des grünen Chlorophylls die Lichtenergie. Sie nimmt dafür Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus der Luft und baut mit dem Kohlenstoff (C) Glucose (Traubenzucker) auf. Den Sauerstoff braucht sie selbst nicht und gibt ihn nach außen ab. Traubenzucker, den die Pflanze nicht direkt für Stoffwechsel und Wachstum verwerten kann, baut sie zu Energiespeichern um. Einer dieser Energiespeicher ist das Pflanzenöl, das die Pflanze in Früchten und Samen bilden kann.

## Was ist der Unterschied zwischen Ölen und Fetten?

Der Unterschied liegt in der Fließfähigkeit bei Zimmertemperatur. Öle und Fette enthalten gesättigte und ungesättigte Fettsäuren in unterschiedlichen Anteilen. Je nach Zusammensetzung und Anteilen dieser Fettsäuren ist die Beschaffenheit bei Normaltemperatur ( $20^\circ\text{C}$ ) fest (z.B. Kokosfett) oder flüssig (z.B. Sonnenblumenöl). Wir sprechen dann von Fetten und fetten Ölen.

## „Ätherische Öle“ sind etwas anderes

Ätherische Öle werden ebenfalls von der Pflanze selbst produziert. Sie unterscheiden sich aber in ihrer chemischen Struktur und in ihren Funktionen von den anderen hier dargestellten Pflanzenölen.

Ätherische Öle sind verschiedene Duftstoffe, die im Pflanzengewebe gebildet und gespeichert werden. Sie enthalten keine Fette/Öle, sind fettlöslich und leicht flüchtig.

Ätherische Öle sind keine Nährstoffe, sondern erfüllen andere Funktionen für die Pflanze: Sie dienen zum Beispiel dem Anlocken von Bestäubungsinsekten und sollen Fressfeinde, Schädlinge oder Krankheitserreger abwehren.

Wir nutzen ätherische Öle als Duft- und Wirkstoffe bei der Herstellung von Kosmetikprodukten und Waschmitteln, in der Medizin oder zum Beispiel als Pflanzenschutzmittel.

### Samen Öllein



### Samen Raps



### Samen Sonnenblume

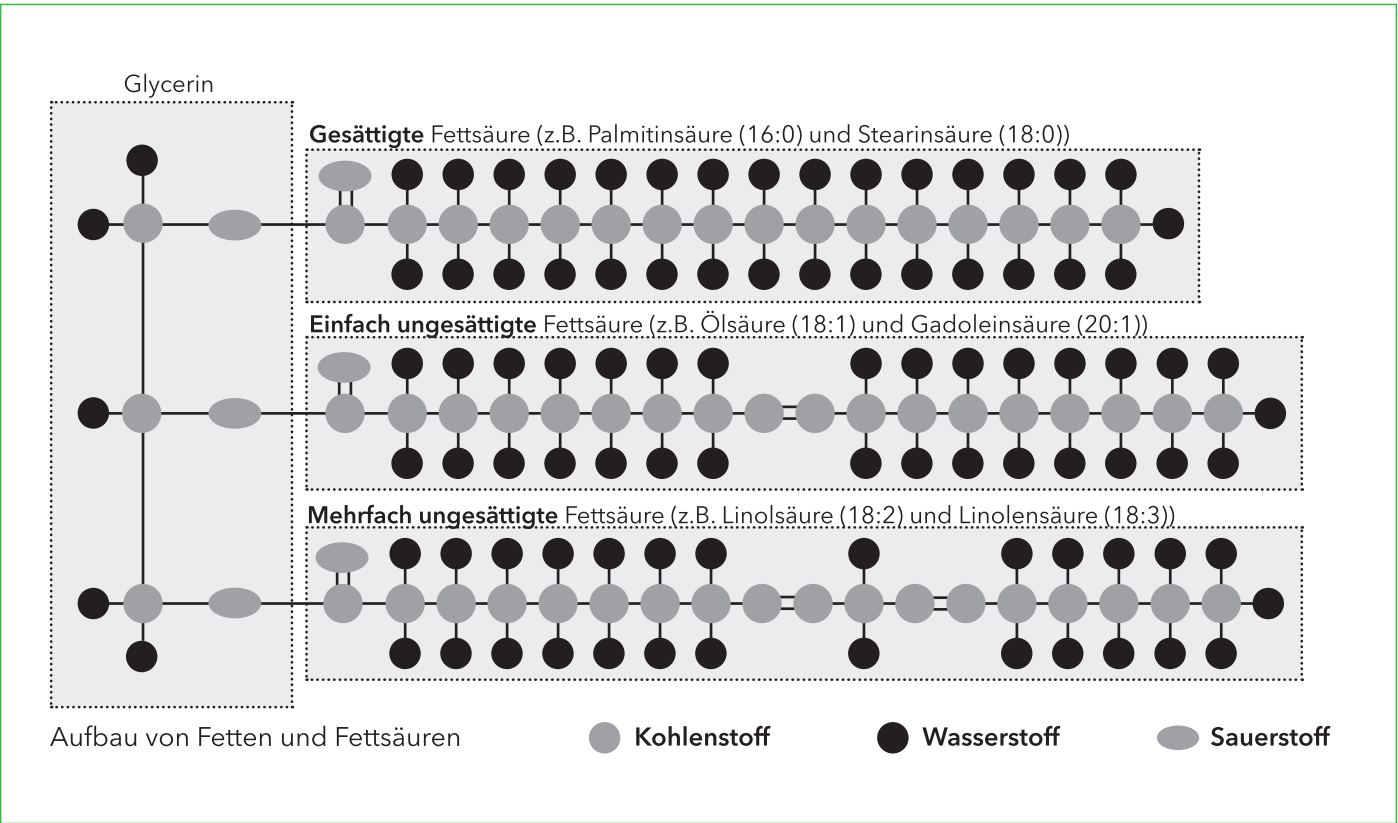


# Rein in die Chemie: Triglyceride und Fettsäuren

Fette Öle und Fette sind chemisch betrachtet Triglyceride. Drei meist verschiedene Fettsäuren sind mit dem dreiwertigen Alkohol Glycerin verestert. Die Fettsäuren unterscheiden sich durch die Anzahl der C-Atome sowie - bei ungesättigten Fettsäuren - die Anzahl und Position von Doppelbindungen.

Man unterscheidet:

- **gesättigte** Fettsäuren ohne Doppelbindungen zwischen den Kohlenstoff-Atomen,
- **einfach ungesättigte** Fettsäuren mit einer Doppelbindung,
- **mehrfach ungesättigte** Fettsäuren mit 2-4 Doppelbindungen.



Fettsäuren haben stets einen Trivialnamen, eine chemische Bezeichnung und eine numerische Bezeichnung, die sich nach der Anzahl der C-Atome und Doppelbindungen richtet.

Beispiel: Ölsäure,  $C_{17}H_{33}COOH$ , 18:1

Die nebenstehende Tabelle zeigt die Fettsäurezusammensetzung von Palm-, Raps- und Leinöl.

Zusammensetzung verschiedener Pflanzenöle in %:

	Palmöl	Rapsöl	Leinöl
Ölsäure	36-44	51-70	10-22
Linolsäure	9-12	15-30	12-18
Linolensäure	-	5-14	56-71
Stearinsäure	3,5-6	0,8-3	2-3
Palmitinsäure	40-47,5	2,5-7	4-6
Gadoleinsäure	-	0,1-4,3	-
Myristinsäure	0,5-2	-	-
Arachinsäure	0-1	-	-

Angaben in Gewichtsprozent

Quelle: DGF Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft e.V.



# Pflanzenöle sind wahre Multitalente - so nutzen wir sie



## 1. Als Nahrungsmittel

In erster Linie nutzen wir pflanzliche Öle und Fette als Nahrungsmittel:

- Salat- und Bratöl (raffiniert oder nativ)
- Margarine und Frittierfett
- Als Zusatzstoffe in Lebensmitteln (Emulgatoren, Überzüge, Trennmittel u.a.): in Keksen, Kuchen, Schokolade, Süßigkeiten, Kaugummi und vielem mehr

Besonders gesund sind die Öle mit hohem Anteil ungesättigter und mehrfach ungesättigter Fettsäuren. Dazu gehören z. B. Leinöl, Nussöl, Rapsöl, Olivenöl und Hanföl. Damit diese Fettsäuren beim Gewinnen des Öls nicht verändert werden, wird das Öl schonend und möglichst kalt gepresst. Man nennt diese Öle „native Öle“. Sie sind überwiegend nicht zum Braten mit hohen Temperaturen geeignet, weil sich hierbei ungesunde sogenannte trans-Fettsäuren bilden können. Ausnahmen sind hier die sogenannten High oleic Öle, mit hohem Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren (meist Ölsäure), die hitzestabiler sind. High oleic Öle werden z.B. aus speziellen Sorten von Sonnenblumen und Öldisteln gewonnen.

## 2. Als Rohstoff

Pflanzenfette und -öle sind auch bedeutende Rohstoffe für die Herstellung vieler verschiedener Produkte, für viele technische und chemische Anwendungen und die Energiegewinnung:

- die Herstellung von **Treibstoff**: z.B. Biodiesel
- die Herstellung von **Kosmetika**: z.B. Seifen, Cremes, Körperöle, Shampoos, u.v.m.
- die Herstellung von **medizinischen Produkten**: z.B. Salben, als Zusatzstoffe in Medikamenten u.a.
- die Herstellung von **Tensiden** in Wasch- und Reinigungsmitteln, Seifen
- die Herstellung von **technischen Ölen**: biologisch abbaubare Hydrauliköle, Fahrradkettenöl u.a.
- die Herstellung von **Bio-Kunststoffen**: z.B. Linoleum, Polyurethan, Polyamid u.a.
- die Herstellung von **Farben, Lacken, Holzschutz- und Pflanzenschutzmitteln, Firnis, Gewebe** u.v.m.





# Steckbriefe bedeutender Ölpflanzen

## Raps *Brassica napus*

Bei uns wird überwiegend Winterraps angebaut. Er wird im Spätsommer ausgesät und überwintert als Rosette, die dann im nächsten Frühling in die Höhe zu wachsen beginnt. Raps wird in Fruchtfolge nur alle 3-4 Jahre auf demselben Feld angebaut, um das Entstehen von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen zu vermeiden. Der nach Abpressen des Öls übrig bleibende Rest wird als eiweißreiches Tierfutter genutzt.

**Aussaat:** ab Mitte August (Winterraps)  
**Blütezeit:** April  
**Höhe:** bis 120 cm  
**Ölgehalt Samen:** 40-50 %, dazu noch ca. 20 % Protein (Eiweiß)  
**Erntezeitpunkt:** Juli/August

### Verwendung:

- Für Hydraulik-, Sägekettens-,  
Getriebeöl
- Für Tenside und Weichmacher
- In Farben/Lacken und Rapsasphalt
- Biodieselherstellung
- Für Pflanzenschutzmittel
- Als Nahrungsmittel
- Rapsschrot als Tierfutter



Am häufigsten angebaute Ölpflanze in Deutschland

## Sonnenblume *Helianthus annuus*

Die Sonnenblume gehört zur Familie der Korbblütler. Sie ist eine einjährige Pflanze, die in Fruchtfolge nur alle 5 Jahre auf demselben Feld angebaut werden kann. Sie braucht sehr sonnige und warme Standorte.

**Aussaat:** Anfang April  
**Blütezeit:** Juli - September  
**Höhe:** bis zu 3 m  
**Ölgehalt Samen:** 40-50 %  
dazu noch ca. 20 % Protein (Eiweiß)  
**Erntezeitpunkt:** September/Okttober

### Verwendung:

- Als Nahrungsmittel
- In Kunststoffschäumen
- In Kosmetikprodukten
- Herstellung Technischer Öle
- Biodieselherstellung
- In Farben und Lacken



Anbau auch in Deutschland

Bild: esdras700 - stock.adobe.com

## Öllein *Linum usitatissimum*

Öllein gehört zur Familie der Leingewächse und ist eine einjährige Pflanze. Er ist eine der ältesten Kulturpflanzen der Menschheit. Lein wird in Fruchtfolge nur alle 5-6 Jahre auf demselben Feld angebaut, um Pilzerkrankungen zu vermeiden. In den Fruchtkapseln bilden sich nach der Blüte bis zu 10 Samen.

**Aussaat:** März/April  
**Blütezeit:** Juni - August  
**Höhe:** 20-80 cm  
**Ölgehalt Samen:** 40-50 %  
**Erntezeitpunkt:** Ende August

### Verwendung:

- Als Nahrungsmittel
- In Kosmetika und Arzneimitteln
- Grundstoff in Lacken
- In Druckfarben
- Als Weichmacher in Kunststoffen
- Herstellung von Linoleum
- In Reinigungs- u. Anstrichmitteln



Anbau hauptsächlich in Nordamerika, Ukraine, Russland, Ägypten u.a.



# Steckbriefe bedeutender Ölpflanzen

## Sojabohne *Glycine max*

Die Sojabohne gehört zur Familie der Hülsenfrüchtler/Leguminosen und ist eine einjährige Pflanze. Sie ist weltweit die meist angebaute Ölpflanze mit steigenden Anbauflächen. Ein Grund hierfür liegt im großen Eiweißgehalt, weshalb nach Abpressen des Öls der übrig bleibende Rest als Tierfutter genutzt wird.

### Anbauländer:

USA, Brasilien, Argentinien, China, Indien, Paraguay u. a. Auch in geringem Umfang in Deutschland – man forscht eifrig an Züchtungen, die auch in unserem Klima hohe Erträge bringen.

### Verwendung:

- Als Nahrungsmittel (z.B. in Margarine, Kartoffelchips, Mayonaise)
- Sojamehl oder Sojalecithin (E322) in Lebensmitteln (Backwaren, Fertiggerichte, Müsliriegel, Schokocreme, Babynahrung u.a.)
- Für technische Zwecke (z. B. als Schmiermittel)
- Sojaschrot als Tierfutter
- Herstellung von Biodiesel
- In Farben und Lacken
- In Kosmetik- und Körperpflegemitteln
- In der Pharmazie



Bild: sima - stock.adobe.com

Anbaufläche 2023 in Deutschland: ca. 46.000 ha

## Ölpalme *Elaeis guineensis*

Palmöl wird aus dem Fruchtfleisch der Früchte der Ölpalme gewonnen. Es ist das weltweit am meisten verwendete Pflanzenöl.

Palmkernöl wird aus den Kernen der Früchte gewonnen.

### Anbauländer:

Indonesien, Malaysia, Nigeria, Kolumbien, Thailand u. a.

### Verwendung:

- Als Nahrungsmittel: in Süßigkeiten, Knabberzeug, Eis, Kuchen, Fertiggerichten und vielem mehr
- Für die Herstellung von Biodiesel
- Für Emulgatoren in Kosmetika
- Für Tenside in Wasch- und Reinigungsmitteln
- Bestandteil in Arzneimitteln



Bild: ThKatz - stock.adobe.com

Palmöl wird aus den Früchten gewonnen

## Olivenbaum *Olea europaea*

Der Olivenbaum gehört zu der Familie der Ölbaumgewächse. Er wird bereits seit mehreren Tausend Jahren vor Christus als Kulturpflanze genutzt und wächst in mediterranem Klima. Das Öl wird aus dem Fruchtfleisch und dem Kern der Oliven gewonnen.

### Anbauländer:

Spanien, Italien, Griechenland, Türkei, Tunesien, Marokko, Syrien u. a.

### Verwendung:

- Als Nahrungsmittel
- Für die Kosmetik- und Seifenherstellung



Bild: orazioquicio - stock.adobe.com

Öl wird aus Früchten und Kern gewonnen



## Steckbriefe weiterer Ölpflanzen mit Potenzial

### Saflor (Färber-, Öldistel) *Carthamus tinctorius*

Saflor stammt aus dem Mittelmeergebiet und ist - ähnlich wie die Sonnenblume - sehr wärmeliebend und braucht deshalb sonnige und trockene Standorte. Früher wurden die Blüten des Saflor zum Färben von Lebensmitteln, Kosmetik und Textilien verwendet, während heutzutage vor allem die Samen als Öllieferant dienen. Safloröl besitzt einen Linolsäureanteil von 70 bis 80 % und ist nicht nur ein hervorragendes Speiseöl, sondern wird auch technisch genutzt.

**Anbauländer:** Indien, Kasachstan, Mexiko, USA, Argentinien und China. In Europa in Spanien, der Türkei und Ungarn

#### Verwendung:

- Als Nahrungsmittel
- Für die Kosmetik- und Seifenherstellung
- Herstellung von Lack, Firnis, Ölfarbe, Druckfarben
- Herstellung von Biokunststoffen



### Rizinus (Wunderbaum) *Ricinus communis* L

Der Wunderbaum gehört zu den Wolfsmilchgewächsen und ist eine schnellwüchsige, einjährige, bis vier Meter hohe Pflanze. Eigentlich in tropischen Gebieten beheimatet, wächst sie auch z.B. im Mittelmeerraum.

**Ölgehalt Samen:** 40-55%

Die Samenschale enthält das hochgiftige, hitzeempfindliche Rizin, das sich später im Rizinusöl nicht mehr findet. Der Presskuchen dient als Dünger oder wird durch spezielle Verfahren weiter zu Tierfutter verarbeitet (Entfernung von Rizin!).

**Anbauländer:** Indien, China, Brasilien

#### Verwendung:

- Für Medizinprodukte, Pharmazeutika, Kosmetika
- Herstellung von Biokunststoffen
- Weichmacher, Lacke, Lösungsmittel
- Als Schmiermittel, Hydraulikflüssigkeit



Bild: Vladimir - stock.adobe.com

## Erdöl

- nicht erneuerbar, giftig und klimaschädlich

Vor Millionen von Jahren speicherten pflanzliche und tierische Kleinstlebewesen in Seen und Meeren die Energie der Sonne in ihrer organischen Substanz. In Massen starben sie ab und sanken zu Boden. Durch hohen Druck der überlagernden Boden- und Gesteinsschichten und Wärmeeinwirkung wandelten sich die enthaltenen Kohlenhydrate, Proteine und Fette in die Kohlenwasserstoffe des Erdöls um.

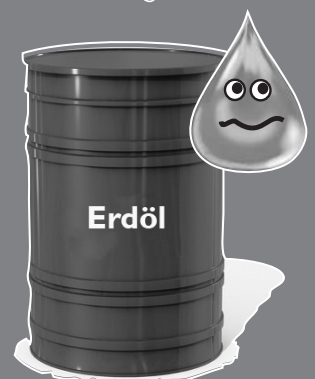
Ein Umwandlungsprozess, der mehrere Millionen Jahre dauerte. Daher ist Erdöl - im Gegensatz zu Pflanzenöl - ein nicht erneuerbarer Rohstoff.



### Das Problem:

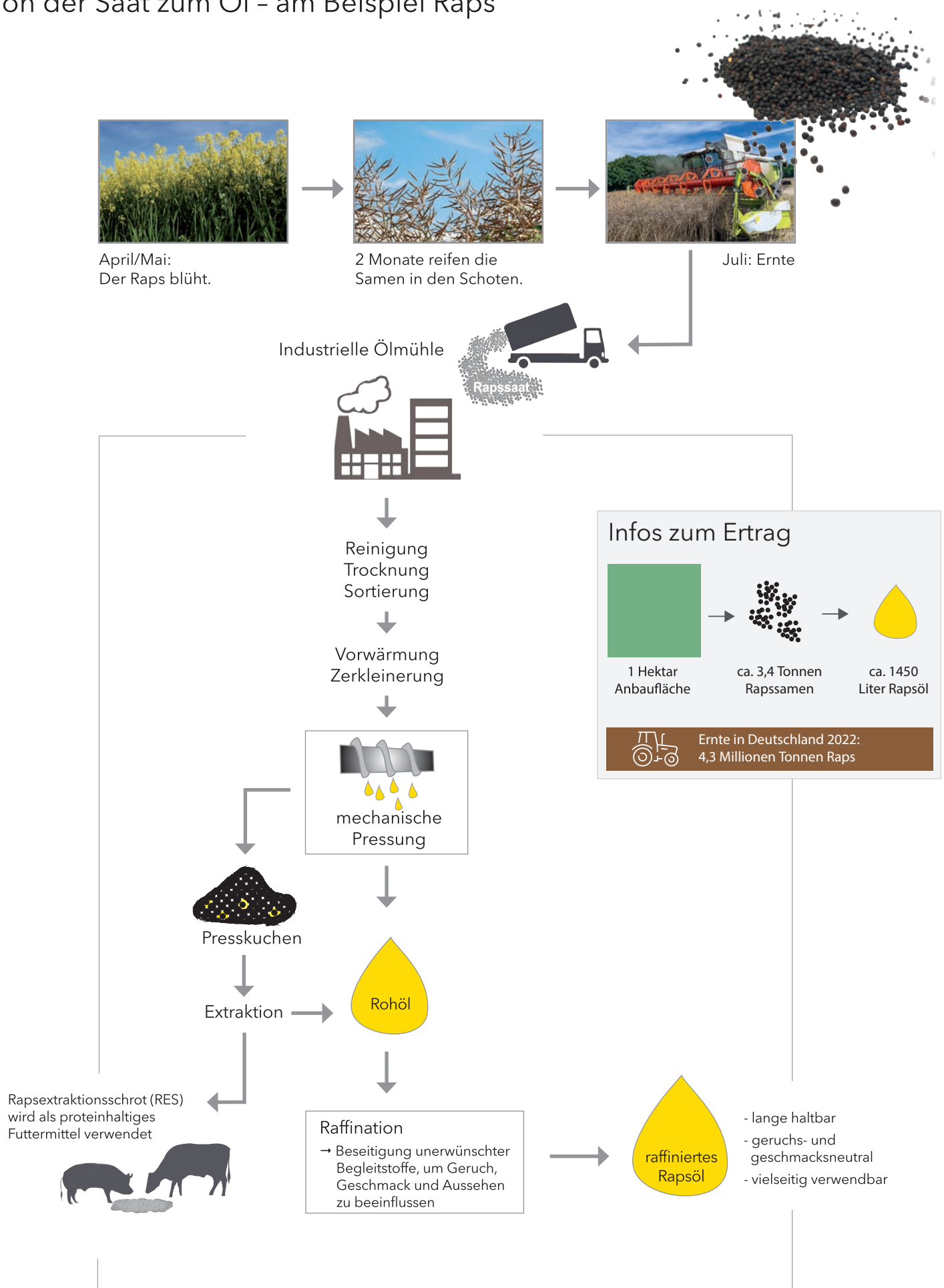
Wir Menschen verbrauchen tagtäglich fast überall auf der Welt sehr große Mengen an Erdöl: für Treibstoffe, für die Wärme- und Stromerzeugung in Haushalten und Industrie, die Herstellung von Kunststoffen und vielem mehr. Mit der Folge, dass die Erdölreserven immer geringer werden und es mit vielen Gefahren für die Umwelt verbunden ist, diesen Rohstoff tief aus der Erde herauszuholen. Vor allem ist das Verbrennen von Erdöl oder von Produkten, die aus Erdöl hergestellt sind, sehr klimaschädlich und eine der Hauptursachen für die Klimaerwärmung.

Denn diese Millionen Jahre alten Kohlenstoffverbindungen setzen beim Verbrennen viel zusätzliches CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) in unsere Atmosphäre frei.





# Von der Saat zum Öl – am Beispiel Raps





# Von der Saat zum Öl – Was ist was?

## Ölmühlen

In den Ölmühlen wird aus der Ölsaart und den Ölfrüchten Pflanzenöl gewonnen. Es gibt große, zentrale Ölmühlen, in denen in großen Mengen im Heipressverfahren das Öl gewonnen wird. In den kleineren, dezentralen Ölmühlen wird im Kaltpressverfahren gearbeitet.

## Kaltpressung

Die Ölsaart oder Ölfrucht wird mit Hilfe einer Schneckenpresse ohne Zufuhr von Wärme gepresst. Das gewonnene Öl wird anschließend nur noch gefiltert, um Schwebstoffe zu entfernen. So entstehen hochwertige „native“ und „naturbelassene“ Öle.

## Warmpressung

Bei der Warmpressung wird das Öl unter Zufuhr von Wärme gewonnen und anschließend extrahiert. Die Ausbeute an Öl ist bei diesem Verfahren besonders hoch. Durch die Warmpressung entstehen unerwünschte Begleitstoffe im Öl, die durch anschließende Raffination entfernt werden.

## Extraktion

Dies ist ein Verfahren zur Gewinnung von Öl. Durch das Kalt- oder Warmpressen von Ölsaaten wird nicht das gesamte Öl aus der Saat herausgeholt. Es bleibt ein Rest, der mithilfe eines Lösungsmittels (Hexan) herausgelöst wird. Das Gemisch aus Wasser, Hexan und Öl wird dann destilliert, so dass am Schluss das Öl und das Rapsextraktionsschrot übrig bleiben.

## Raffination

Die Raffination von Pflanzenölen ist das physikalische und chemische Bearbeiten des Öls, um es für die weitere Verwendung passend zu machen. Zum Beispiel werden Bitterstoffe bei Speiseölen entfernt oder das Öl wird desodoriert, um es geruchsneutral zu machen. Raffiniertes Öl ist lange haltbar und vielseitig verwendbar.

## Native Öle

Hochwertige Öle, die durch Kaltpressung, d.h. ohne Wärmezufuhr, schonend durch mechanische Verfahren hergestellt wurden. Weder das Ausgangsprodukt noch das gewonnene Öl werden vor- oder nachbehandelt (außer Filterung). Alle Inhaltstoffe, zum Beispiel Vitamine, bleiben erhalten.

## Presskuchen / Ölkuchen

Der Presskuchen ist das, was nach der Pressung der Ölsaaten oder Ölfrüchte übrig bleibt. Man spricht hier von einem „Koppelprodukt“, das bei der Ölproduktion abfällt und im Weiteren als nährstoffreiches Viehfutter verwendet wird oder dem mittels Extraktion weiteres Öl entzogen wird.

## Rapsextraktionsschrot (RES)

Nebenprodukt (Koppelprodukt), das in Ölmühlen durch Extraktion des Presskuchens mit Hilfe von Lösungsmitteln entsteht. RES hat nur noch einen Fettgehalt von ungefähr 3%, ist sehr eiweißhaltig und wird als Tierfutter genutzt.



## Pflanzenöl für Waschmittel, Kraftstoff, Kunststoff, Kosmetik ... – Wie geht das?

Bei der rohstofflichen Nutzung spielt die Chemie eine große Rolle (s. auch S. 4).

Das Pflanzenöl wird hierfür meist nicht in seiner reinen, ursprünglichen Form verwendet.

Die chemische Zusammensetzung der Pflanzenöle (Glycerin + Fettsäuren) macht es möglich, dass man sie vielfältig chemisch-technisch weiterverarbeiten und aus ihnen neue Stoffe herstellen kann.

Diese neuen Stoffe können ganz unterschiedliche Eigenschaften haben, was sie nützlich und brauchbar macht für viele verschiedene Anwendungsbereiche.

Deshalb können Pflanzenöle in etlichen Bereichen das Erdöl ersetzen und sind zudem ein **erneuerbarer** und **umweltfreundlicherer** Rohstoff.



## Leinölfarbe DIY

### Benötigte Materialien:

- mehrere Stücke farbige Straßenkreide oder Erdpigmente (ggf. ganz fein mörsern)
- natives Leinöl (Lebensmittel)
- eine feine Reibe
- flache Teller zum Anmischen der Farbe
- eventuell einen Spatel aus Kunststoff
- Pinsel und Maluntergrund (am besten Leinwand)

### Herstellen der Farbe – so geht es:

Ein Stück Tafelkreide auf einem Teller zu feinem Kreidemehl reiben.  
In das Kreidemehl vorsichtig nach und nach Leinöl hineintropfen und dabei umrühren, bis eine geschmeidige, gleichförmige Farbmasse entstanden ist.

Das gleiche wiederholen mit anderen Farben.

Fertig sind die Malfarben!

Auf Leinwand aufgetragene Farbe braucht ein paar Tage, bis sie trocken ist.

(Die Pinsel können mit Leinölseife gereinigt werden.)



## Herstellung von Polyester auf Basis Rizinusöl

### Benötigte Chemikalien und Material:

10 g Rizinusöl  
4,5 g Citronensäure  
Becherglas (250 ml oder 100 ml)  
Glasrührstab  
Brenner  
Dreifuß mit Keramik-Drahtnetz

### Durchführung (Versuchsdauer ca. 25 Minuten):

In einem Becherglas wird das Rizinusöl mit der Citronensäure vermengt.

Diese Mischung wird über dem Brenner solange erhitzt, bis sich ein hellgelber Schaum bildet.  
Dabei gelegentlich mit dem Glasstab umrühren.

Man lässt das Ganze ca. 15 Minuten abkühlen und erhält ein dunkelgelbes, klebriges, weiches Harz, das wasserunlöslich ist.

Dieser Polyester wird in verschiedenen Lacken als Bindemittel eingesetzt.

### Auswertung:

Durch eine Polykondensation wird aus Rizinusöl und Citronensäure ein Polyester hergestellt.

Dabei verbinden sich die Carboxylgruppen der Citronensäure mit den Hydroxygruppen des Rizinusöls zu einem Ester, weshalb man das Produkt Polyester nennt.

Gleichzeitig wird durch die Esterbildung Wasser abgespalten. Während des Erhitzens wird  $H_2O$  als Gas freigesetzt und führt zum Aufschäumen des Reaktionsansatzes.

Es bildet sich ein vernetztes Polymer, ein klebriges Harz.\*

\* Zur Reinigung der Behälter ist bei Bedarf Soda hilfreich. Entsorgung des Polyesters über die Restmülltonne.



### Sicherheitshinweise

H und P Sätze beachten!

Vorsicht: Rizinusöl ist brennbar.  
Verbrennungsgefahr am heißen  
Öl und Harz!

Schutzbrille tragen!





## Impressum

### Herausgeber

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen  
Kölnische Straße 48 - 50  
34117 Kassel



**Tel.:** 0561 7299 0, Fax: 0561 7299 220

**E-Mail:** [hero.bs@llh.hessen.de](mailto:hero.bs@llh.hessen.de)

**Internet:** [www.llh.hessen.de](http://www.llh.hessen.de)

**Verantwortlich:** Fachinformation Biorohstoffnutzung – HessenRohstoffe (HeRo)

Bildnachweis Seite 5:

Erika - [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

Algre - [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

industrieblick – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

Emanuel Corso – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

xQuisine – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

New Africa – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

Alfred Nesswetha – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

Robert Kneschke – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)