

Ölpflanzen in Europa

**Vorspann:**

In den letzten 20 Jahren hat sich die Produktion an Ölsamen mehr als verdoppelt, wobei sich die Verwendung der Öle vom Nahrungsmittel zum Rohstoff für die Treibstoffgewinnung verschoben hat. Auch für Waschmittel und als hochwertige Schmiermittel werden pflanzliche Öle gewonnen. In Nordeuropa ist der Anbau von Raps, dessen wissenschaftlicher Name *Brassica napus* L. var. *napus* lautet, am weitesten verbreitet. Aber auch der Rübsen, eine Elternart des Rapses, ist heute noch in Verwendung.

In Deutschland wurden bis ins Mittelalter hinein hauptsächlich tierische Fette wie Butter und Schmalz für die Ernährung genutzt, während in mediterranen Gebieten schon im Altertum Olivenöl gebräuchlich war. Der älteste schriftliche Hinweis auf die Verwendung von Ölen aus Pflanzensamen in Europa stammt aus der Feder des Mönchs THEOPHILUS um 1100 n. Chr. in seiner Schrift „Schedula diversarium artium“ (Verzeichnis verschiedener Künste). THEOPHILUS beschreibt die Gewinnung von Leinöl aus Leinsamen, allerdings nicht als Lampenöl oder Lebensmittel sondern zur Herstellung von Firnis als Bindemittel in der Malerei (Matthäus 2009). Aus dem Hoch- und Spätmittelalter (etwa 1300 bis 1500) ist das Schlagen von Öl aus den Samen von Mohn, Leindotter, Lein und Rübsen (Rübsamen) bekannt. Weitverbreitete Namen wie „Ölschläger“ und „Ölmüller“ stammen aus dieser Zeit. Rapssamen und Samen des Rübsen wurden im Mittelalter zusammen unter „Rübsamen“ geführt, daher ist nicht herauszufinden, welche Pflanze damals vorherrschend angebaut wurde. KONRAD VON HERESBACH beschreibt 1570 den Rapsanbau ausführlich für das Niederrheingebiet bei Wesel (aus Körber-Grohne 1995). Der früheste Anbau von Raps als Ölpflanze konnte für das 17. Jahrhundert in den Niederlanden (Nordholland und Belgien) belegt werden (Schröder-Lembke 1989). Aus den Unterlagen ergibt sich in beiden Fällen, dass der Raps planmäßig angebaut wurde und nicht etwa Rübsamen gesammelt und verwendet wurde. Erwähnt wird das Rapsöl allerdings kaum im Zusammenhang mit Nahrungsmitteln, sondern als Grundlage für Lampenöl und Wagenschmiere, meist für den Eigenbedarf der Bauern.

Entwicklung des Ölsaatenanbaus in Europa

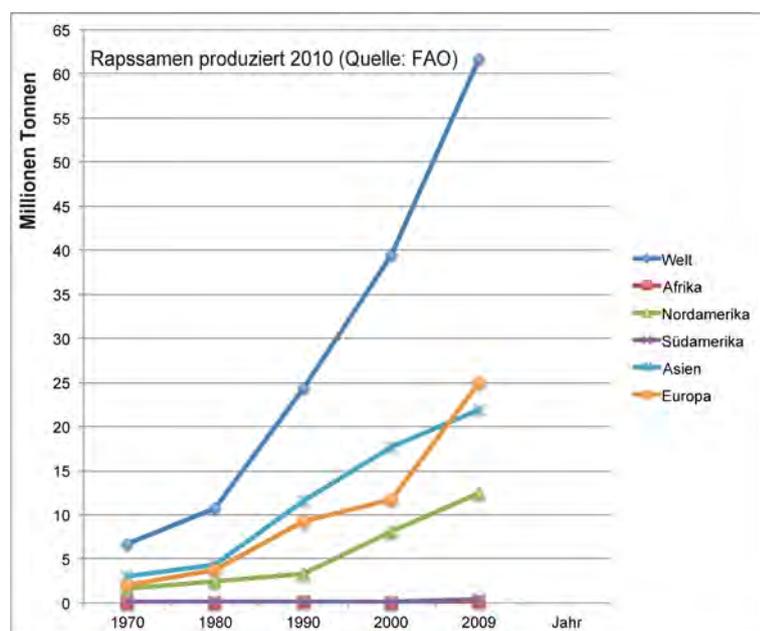


Abb. 2: Weltweite Rapssamenproduktion 2010 (FAOSTAT Production)

Im Jahre 2010 betrug die Weltproduktion an Rapssamen 59 Mio. Tonnen (Tab. 1), davon entstammten 23 Mio. t den europäischen Ländern, 20,5 Mio. t. wurden in Asien produziert und 13 Mio. t. in Amerika. Die vergleichsweise üppige Sojabohnenernte machte dagegen weltweit 261,6 Mio. t aus, davon kamen allerdings nur 4,8 Mio. Tonnen aus Europa (Tab. 1); den Hauptanteil der Welternte teilen sich Nord- und Südamerika, in der Hauptsache die USA, Brasilien und Argentinien. Sonnenblumensamen gehören mit 30,4 Mio. t weltweit gesehen zu den geringfügiger angebauten Ölsaaten, liegen aber in Europa an zweiter Stelle der Ölpflanzenproduktion hinter dem Raps. In Tabelle 2 ist die Ölproduktion der wichtigsten Ölpflanzen Europas im Jahr 2010 verglichen. In der EU sind 2010 8,9 Mio. Tonnen Rapsöl neben 2,7 Mio. Tonnen Sonnenblumenöl und je-

weils 2,4 Mio. Tonnen Olivenöl und Sojabohnenöl gepresst worden. Die günstige Entwicklung des Rapspreises im Rahmen der EG-Marktordnung in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts hat zu einer großen Ausdehnung des Rapsanbaus in Europa geführt. 1980 waren es in Europa noch 3,7 Mio. t. Rapssamen, 1990 schon 9,2 Mio. t. und 2010 ca. 23 Mio. Tonnen (Abb. 1).

Der Sojabohnenanbau kann nur in den wärmeren Regionen Südeuropas erfolgen, die Ernte an Sojabohnen betrug in Europa 2010 4,8 Mio. t., was einer mehr als 4-fachen Steigerung gegenüber 1980 aber nur einem 54stel der Welternte entspricht.

In den letzten 20 Jahren wurde die Zahl der EU-Mitgliedstaaten von 12 auf mittlerweile 27 erweitert, daher ist eine vergleichbare Statistik über den Anbau von Nutzpflanzen nur bedingt möglich. Klar ist, dass der Winterraps mit fast 60% der Ölsaaten-Anbaufläche die führende Rolle in Europa einnimmt. Dabei sind Deutschland und Frankreich die Länder mit den größten Anbauflächen. Die Osterweiterung der EU brachte einen Zuwachs an Anbaufläche von mehr als 1,5 Mio. Hektar ein (Aigner 2009). Noch mehr Zuwachs bekam die Produktion von Sonnenblumenkernen durch die Osterweiterung; hier sind vor allem Rumänien und Bulgarien zu nennen.

Tabelle 1: Weltweite Produktion einiger Ölsaaten und Ölfrüchte 2010 (in Millionen Tonnen), Quelle FAOSTAT 2011

Kontinent	Rapssamen	Oliven	Sonnenblumensamen	Sojabohnen	Ölpalmfrüchte
Afrika	0,12	3,7	1,15	1,45	17,12
Amerika (Nord und Süd)	13,21	0,47	4,09	227,48	11,63
Asien	20,48	2,95	5,24	27,79	180,25
Europa	23,07	13,40	19,89	4,79	0
Australien und Neuseeland	2,2	0,07	0,04	0,60	0
Welt	59,07	21,0	30,41	261,58	210,92

Die planmäßige Rapszüchtung begann in den 60iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Zunächst wurden durch Ausleseverfahren neue Sorten mit kombinierten positiven Merkmalen gezüchtet. Merkmale wie Kälteverträglichkeit, Schnellwüchsigkeit und hohe Erträge waren bis dahin nur einzeln in regionalen Rapsformen vorgekommen. Die Rapszüchtung bekam eine ganz neue Richtung, als kanadische Wissenschaftler 1960 in einer deutschen Sommerrapsorte mutierte Pflanzen fanden, die keine Erucasäure enthielten. Dieses ist eine einfach ungesättigte, sehr lange Fettsäure mit 22 C-Atomen, die gesundheitsschädlich ist und dem Öl einen kratzigen Ge-

schmack verleiht. Daher war Rapsöl bis dahin nicht als Speiseöl zu verwenden. Auch der Presskuchen konnte nicht als proteinreiches Futtermittel verwendet werden, weil sein Glucosinolatgehalt zu hoch war. Glucosinolate, auch Senfölglycoside genannt, kommen in allen Kohlgewächsen vor, so auch in Raps. Sie machen den typischen Kohlgeruch aus und sind in hohen Konzentrationen für Menschen und Tiere giftig. 1969 fand man in Polen und in der damaligen Bundesrepublik gleichzeitig eine Rapsform, die nur sehr wenig Glucosinolate enthielt. Erst in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts gelang es, so genannte 00-Sorten zu züchten, die sowohl frei von Eruca-säure als auch von Glucosinolaten waren. 1988/89 war eine Anbaufläche von 1,9 Mio. Hektar in der Europäischen Gemeinschaft mit 00-Raps-Sorten bestellt. Bis zur Jahrhundertwende war die gesamte Rapsanbaufläche Deutschlands mit diesen 00-Sorten, hauptsächlich Winterraps, bestellt. Gründe für die schnelle Umstellung waren sowohl das Einstellen der Beihilfen für die gewöhnliche Rapssaat als auch der Preiszuschlag von 60,-DM pro Tonne (1988) der für 00-Standardqualität gezahlt wurde (Schröder-Lembke 1989).

Fette und Öle sind wichtige industrielle Rohstoffe. Noch spielen pflanzliche Fette eine eher geringe Rolle, aber in den nächsten Jahrzehnten ist zu erwarten, dass sich die Nutzung nachwachsender Rohstoffe wegen der steigenden Rohölpreise und der rückläufigen Ölförderung kräftig steigert. Raps wird heute in zunehmendem Maße als nachwachsender Rohstoff im industriellen Bereich genutzt.

Tabelle 2: Ölproduktion in Europa im Jahr 2010 (in Tausend Tonnen, Quelle FAOSTAT 2011)

Länder	Rapsöl	Sonnenblumenöl	Olivenöl (nativ)	Sojabohnenöl	Maisöl	Leinöl
EU gesamt	8 948,2	2 726,6	2 463,5	2 409,8	263,1	159,6
Deutschland	2 889,0	458,5	0	594,8	16,1	35,3
Frankreich	1 808,9	592,0	5,8	91,3	51,2	0,5
Polen	930,6	12,9	0	1,6	0	3,5
UK	813,5	0	0	120,9	22,5	3,2
Belgien	522,6	27,0	0	14,0	60,3	98,3
Niederlande	521,7	210,9	0	462,3	0	0
Tschechien	314,3	12,6	0	4,5	0	0,8
Spanien	45,0	428,1	1487,0	563,3	17,5	1,0
Italien	58,1	145,9	548,5	306,9	63,2	6,2
Portugal	59,1	56,4	66,6	134,8	4,0	0,4

Raps und Rübsen



Abb. 2: Blühendes Rapsfeld im Juni (NRW)

Sowohl Raps (*Brassica napus* ssp. *napus*) als auch Rübsen (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*) gehören den Kohlgewächsen (Brassicaceae) an. Sie besitzen die typischen gelben Kreuzblüten der meisten Kohlgewächse. Synonym für Brassicaceae wird häufig noch der Begriff Cruciferae (Kruziferen, Kreuzblütler) verwendet. Raps und Rübsen sind also nahe Verwandte unserer Kohlsorten und können mit diesen gekreuzt werden. Beide Arten werden in Nordeuropa als Ölpflanzen angebaut, der Raps hat aber heute die weitaus größere Bedeutung. Von Ende April bis Anfang Juni blühen vielerorts die leuchtend gelben Rapsfelder (Abb. 2).

Forscher haben anhand von Chromosomenzählungen feststellen können, dass Raps in den Kernen seiner vegetativen Zellen 38 Chromosomen besitzt, Kohl (*B. oleracea*) 18 und Rübsen (*B. rapa*) 20. Raps besitzt also die Chromosomen von Kohl und Rübsen zusammen. Künstliche Befruchtungsversuche zeigten, dass man aus der Kreuzung von Kohl und Rübsen tatsächlich Rapspflanzen erhält.

Raps und Rübsen sind schwer voneinander zu unterscheiden. Nicht nur die Samen sind sich ähnlich, auch Pflanzenbau und Blüten gleichen sich. Der Blütenstand des Raps ist etwas länger und aufgelockerter als der des Rübsens und enthält als markantesten Unterschied die noch geschlossenen Blüten an der Spitze, d.h. die unteren blühen zuerst auf (Abb. 3a). Bei Rübsen und seinen Verwandten (Stoppelrüben und Chinakohl sind züchterische Variationen von Rübsen) liegen die aufgeblühten Blüten an der Spitze. Die sehr kleinen, runden Samen der

Kohlgewächse befinden sich in zweiklappigen Schoten (Abb. 3b) an sogenannten falschen Scheidewänden. Bei Raps und Rübsen wiegen 1000 Samen nur 4 bis 5 g. Raps wird in allen Teilen der Welt in den gemäßigten Zonen angebaut; es gibt Sommer- und Winterformen. Die Winterform ist ertragreicher, daher wird sie heute in Deutschland fast ausschließlich angebaut. Man sät im frühen Herbst, häufig bereits



Abb. 3 a: Blütenstand des Raps b: Fruchtstand mit Schoten

ab Ende August aus. Raps gedeiht am besten auf tiefgründigen Lehmböden, die er gut durchwurzeln kann. Auf sandigen Böden muss für ausreichende Wasserzufuhr gesorgt werden, und Böden, die zu Staunässe neigen, sollte man meiden. Noch vor Eintritt des Winters hat sich das Rosettenstadium der Pflanzen ausgebildet. In dieser Form überwintern die Pflanzen; sie können bis zu -15 °C ertragen. Im Frühjahr „schoosen“ die Pflanzen, d. h. die Rosette löst sich auf und es bildet sich eine kräftige Sprossachse, die sich verzweigt. Etwa 4 Wochen nach Blühbeginn beginnen die Schoten zu reifen. Raps ist sehr anfällig für Schädlinge, daher soll man in der Fruchtfolge zwischen dem Rapsanbau mindestens 3 Jahre lang andere Pflanzenfamilien anbauen. Er wird mit dem Mähdröschler geerntet sobald die Schoten trocken sind und die Körner dunkel erscheinen. In unseren Breiten muss das Druschgut meistens sofort nachgetrocknet werden, um zu vermeiden, dass es von Pilzen befallen wird. Ab 9 % Wassergehalt ist der Same lagerfähig.

Biotechnologie

Um Einbußen in den Erträgen durch Verunkrautung der Felder zu vermeiden, hat man gentechnisch veränderten Raps mit Resistenzgenen gegen Herbizide (Glyphosat oder „Round Up“ von Monsanto und Liberty von Bayer) hergestellt. Glyphosat wird schnell abgebaut und reichert sich nicht in der Nahrungskette an. Herbizide würden selbstverständlich auch dem Raps schaden, wäre er nicht resistent dagegen. Das Argument für den Anbau des veränderten Rapses ist, dass das System „Herbizid/gentechnisch veränderte Kulturpflanze“ eine Palette von anderen Herbiziden ersetzt, die die Umwelt unnötig belasten wenn sie zum Einsatz kommen. Der Anbau dieses gentechnisch veränderten Rapses ist in Deutschland aber verboten, da die Ausbreitung der Pollen über Insekten (Bienen) und damit die Auskreuzung nicht kontrollierbar ist. Darüber hinaus kreuzt Raps sich auch mit anderen Kohlgewächsen und eine Übertragung der Resistenzgene in andere Nutzpflanzen wäre die mögliche Folge. Der Einsatzbereich von pflanzlichen Ölen hat sich in den letzten 25 Jahren drastisch vergrößert. Heute züchtet man den so genannten Industrieraps, das sind Rapspflanzen mit besonderen Eigenschaften für den jeweiligen industriellen Einsatz. Interessant ist heute beispielsweise wieder der Eruca-Raps mit hohen Konzentrationen an Erucasäure. Die einfach ungesättigte Erucasäure (C22:1) hat einen Schmelzpunkt von +35°C und verändert daher das Kälteverhalten des Rapsöls, eine gewünschte Eigenschaft für technische Zwecke (Schmiermittel). Für die direkte Verbrennung als Dieselmotorkraftstoff wäre dieses Rapsöl allerdings nicht geeignet, da es bei durchschnittlichen Temperaturen fest ist. Je kürzer die Kohlenstoffkette einer Fettsäure ist, desto niedriger ist ihr Schmelzpunkt. Bei der kurzkettigen Buttersäure (C4:0) liegt er z.B. bei - 8° C und bei der langkettigen Stearinsäure (C18:0) bei + 70° C (Tab. 2). Gleichzeitig gilt aber auch, dass der Schmelzpunkt einer Fettsäure mit zunehmender Zahl der Doppelbindungen sinkt. Ob ein Fett bei Raumtemperatur fest oder flüssig ist, hängt also von der Menge und Art der Fettsäuren in den Triglyceriden ab. Kokosfett enthält etwa 50 % Laurinsäure und ist deshalb bei Zimmertemperatur fest.

Tabelle 3: Schmelzpunkte von Fettsäuren

Trivialname	Kurzbezeichnung *)	Schmelzpunkt
Buttersäure	4:0	- 8,0
Capronsäure	6:0	- 3,9
Caprinsäure	10:0	+ 31,3
Laurinsäure	12:0	+ 43,2
Palmitinsäure	16:0	+ 62,8
Stearinsäure	18:0	+ 69,6
Erucasäure	22:1 (13)	+ 34,7
Ölsäure	18:1 (9)	+ 13,4
Linolsäure	18:2 (9,12)	- 5,0
α-Linolensäure	18:3 (9,12,15)	- 11,0
γ-Linolensäure	18:3 (6,9,12)	- 18,0

*) Anzahl der C-Atome, Anzahl der Doppelbindungen, Stellung der Doppelbindungen

Es gibt eine ganze Reihe von Projekten, die sich mit der Fettsäurezusammensetzung des Rapsöls beschäftigen. Ein hohes Maß an ungesättigte Fettsäuren lässt das Öl an der Luft (Oxidation durch Sauerstoff) schneller trocknen; das ist günstig für die Verwendung zur Herstellung von Farben und Lacken. Trocknende Öle polymerisieren an der Luft und bilden feste Filme auf z.B. Holzoberflächen. Eine Verlängerung der Fettsäureketten ist für die Herstellung von pflanzlichen Schmiermitteln und Weichmachern wichtig. Erucasäure kann man z.B. durch Kettenverlängerung aus Ölsäure gewinnen. In Raps hat man dazu ein Gen aus *Limnanthes douglasii* (Douglas-Sumpflume) einbauen können, das ein Protein zur Kettenverlängerung kodiert. Dadurch stieg der Gehalt an Erucasäure an (aus Gentechnik bei Pflanzen und 5. Symposium). Kurzkettige Fettsäuren (C_8 bis C_{14}) dagegen, sind in der Tensidherstellung (z. B. für Waschmittel) besonders begehrt. Hierzu müssen aus einer Spenderpflanze entsprechende Gene isoliert und auf Raps übertragen werden (5. Symposium). Tenside sind waschaktive Substanzen die in Kosmetika, Duschgelen und Waschmitteln die Seifen ersetzen (s.u.).

Sonnenblume



Abb. 4: Sonnenblumen als Zierpflanzen

Die Sonnenblume (*Helianthus annuus*) aus der Familie der Asteraceen (früher: Compositen = Korbblütler) stammt aus den gemäßigten Zonen Nordamerikas und dem Süden Kanadas. Sie wurde schon von den Indianern kultiviert und genutzt. Die Spanier brachten sie 1510 mit nach Europa, wo sie zunächst im Botanischen Garten Madrid gezogen wurde (Aigner 2009). Erst ab dem 19. Jahrhundert wurde sie zunächst in Russland, dann in den Balkanländern und im Mittelmeergebiet als Ölpflanze angebaut. Heute ist sie weltweit gesehen die dritt wichtigste Ölpflanze nach Soja und der Ölpalme. *Helianthus annuus* ist, wie der Name schon vermuten lässt, einjährig. Sie kann eine Höhe von 4 m erreichen und ist häufig als Zierpflanze in unseren Gärten zu finden (Abb. 4). Sonnenblumen tragen große, herzförmige, rau behaarte Blätter, die an dem kräftigen, mit Mark gefüllten Spross wechselständig angeordnet sind. Der Spross endet in einem großen, scheibenförmigen Blütenstand, der einen Durchmesser bis zu 45 cm erreichen kann.

Der Blütenboden enthält 800 bis 2000 röhrenförmige Einzelblüten, die von der Mitte ausgehend in Spiralen angeordnet sind (Abb. 5). Am äußeren Rand des Blütenkorbes befindet sich der Schauapparat aus leuchtend gelben, sterilen Zungenblüten. Im Jugendstadium folgen die Blütenköpfe und die Blätter dem Lauf der Sonne (Heliotropismus),

wodurch die Photosyntheseaktivität und damit auch der Ölertrag gesteigert wird. Aus den Fruchtknoten der Röhrenblüten entwickeln sich nach der Bestäubung durch Insekten (hauptsächlich Bienen) Achänen. Die Fruchtschale ist unterschiedlich gefärbt, sie kann schwarz, braun oder weiß sein. Häufig findet man schwarz-weiß gestreifte Früchte. Die Sonnenblume liebt Wärme; der Anbau als Ölpflanze lohnt sich erst ab einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8°C und mindestens 150 frostfreien Tagen. In unseren nordeuropäischen Breiten werden Sonnenblumen von Anfang April bis Ende Mai ausgesät. Etwa 2 Monate nach der Aussaat beginnt die Blühperiode, wobei ein Blütenkorb ein bis zwei Wochen lang blüht. In dieser Zeit muss ausreichend Wasser vorhanden sein. In feuchten Sommern kann sich die Korbfaule (*Botrytis cinerea*) ausbreiten und Ertragsverluste herbeiführen. Auch Weißfäule (*Sclerotinia sclerotiorum*) ist äußerst schädlich, sie führt meistens zum Absterben der Pflanzenteile, die sich über der infizierten Stelle befinden. Wegen der zahlreichen Schädlinge sollen mindestens 3, besser 4 Jahre vergehen, bevor auf dem gleichen Feld wieder Sonnenblumen angebaut werden. Als Zwischenfruchtarten eignen sich Getreide, Mais oder Kartoffeln, aber keinesfalls Raps, denn er wird von den gleichen Schädlingen befallen.



Abb. 5: Blütenboden mit spiralförmig angelegten Röhrenblüten

Zwischen August und September erfolgt die Ernte. Der beste Zeitpunkt ist, wenn die Blätter abgefallen sind und die Unterseiten der Blütenköpfe sich gelb verfärben. Man erntet meist von Hand indem man die Blütenstände abschneidet und anschließend trocknet; in diesem Zustand können die Kerne leicht entfernt werden. Zwergsorten bis zu 1 m werden auch maschinell mit einem für diese Zwecke umgerüsteten Mährescher geerntet und gedroschen.

Ölbaum, Olivenbaum

Der Ölbaum gehört zu den ältesten uns bekannten Kulturpflanzen. Er wurde in Griechenland und Palästina schon 3000 Jahre vor Christi Geburt kultiviert. Den Alten Ägyptern, Hebräern, Griechen und Römern war er eine wichtige Nahrungs- und Heilpflanze. PLINIUS d. Ä. (24 n. Chr.) schrieb in seinem Werk *Naturalis historia*: „Zwei Flüssigkeiten gibt es, die dem menschlichen Körper angenehm sind, innerlich der Wein, äußerlich das Öl, beide von Bäumen kommend.“ Oliven charakterisieren die mediterranen Landschaften Europas seit dem Altertum. Die Römer besaßen Ölpresen aus Stein, die aus einem Trog mit zentralem Sockel bestanden. Der Mahlstein wurde mit Hilfe eines hölzernen Balkens im Trog gedreht, wodurch die im Trog befindlichen Früchte zerquetscht wurden (Abb. 6). Im 16. Jhd. wurde der Ölbaum nach Südamerika gebracht und von da aus in die ganze Welt. Spanien, Italien und Griechenland sind aber immer noch die



Abb. 6: Antike Ölprelle in Kapernaum (Israel)

Hauptanbauländer. Von den weltweit geernteten 20,6 Millionen Tonnen Oliven stammten im Jahr 2010 13,4 Mio. aus Europa; das sind 65 % der Welternte (FAOSTAT 2011).



Abb. 7: Alter Olivenbaum auf der griechischen Insel Zakynthos

Der immergrüne Ölbaum wird etwa 20 m hoch, wird aber in Kultur auf einer Höhe von etwa 8 Metern gehalten, um die Ernte zu erleichtern. Die knorrigen Bäume erreichen einen Kronendurchmesser von 20 m (Abb. 7) und werden mehrere hundert Jahre alt. Charakteristisches Merkmal sind die schmal-elliptischen olivgrünen Blätter, die auf der Unterseite behaart sind und dadurch silbrig-weiß schimmern. In Norditalien öffnen sich die winzigen vierzähligen, gelblich-weißen Blüten erst Ende Mai bis Anfang Juni, in südlicheren Gebieten bereits im März (Abb. 8a). Die Blüten enthalten einen oberständigen Fruchtknoten aus dem sich nach der Bestäubung eine Steinfrucht entwickelt. Reife Oliven sind tiefschwarz, dann ist auch der Ölgehalt im Fruchtfleisch am höchsten. Die im Handel befindlichen grünen Oliven sind für den Verzehr unreif gepflückt und verarbeitet worden

(Abb. 8b). Ein Olivenbaum bringt durchschnittlich 60 kg Früchte. Höchsterträge erhält man bei Ölbaumen erst ab einem Alter von 60 Jahren. Man erntet die Oliven per Hand oder mit Hilfe von Rüttlern, die die Zweige schütteln, so dass die Oliven in am Boden ausgebreitete Netze fallen (Abb. 9a).

Ölbäume vertragen keinen Frost, das Jahresmittel sollte zwischen 15 und 20 °C liegen. Viel Sonne und hohe Temperaturen fördern den Ölgehalt der Früchte. Sie sind sehr sparsam, was Wasser betrifft und müssen erst ab unter 500 mm Niederschlag im Jahr bewässert werden. Auch die Ansprüche an den Boden sind relativ gering.

Die lange Kulturzeit in Zusammenhang mit der Selbststerilität des Olivenbaumes hat zu zahlreichen Formen geführt. Um gleiche Qualitäten und gleichmäßigen Fruchtansatz zu gewährleisten, vermehrt man den Ölbaum daher durch Stecklinge.



Abb. 8a: Olivenblüten

b: Unreif geerntete grüne Oliven

Gewinnung und Aufbereitung von Pflanzenölen



Abb. 9a: Plantage mit ausgelegten Netzen (Italien); b: Ölpresse mit Filterscheiben (Fiscoli); c: Ölmühle (Italien)

Wesentliche Unterschiede liegen in der Verarbeitung von Früchten wie Oliven und Samen wie von Raps und Sonnenblumen. Allein schon die Lagerfähigkeit unterscheidet sich gewaltig. Samen sind relativ trocken und als Überdauerungsorgane resistent gegen Fäulnis, Früchte sind das nicht, sie müssen in der Regel schnellstmöglich nach der Ernte verarbeitet werden. Eingesammelte Oliven werden vor der Verarbeitung gewaschen und nur für kurze Zeit und in dünnen Schichten gelagert. Die Ölgewinnung sollte spätestens 12 Stunden nach der Ernte beginnen, da die Qualität des Öles durch enzymatische Prozesse in den Oliven sehr schnell abnimmt.

Dem Auspressen in hydraulischen Pressen (Abb. 9b) geht der Mahlvorgang (Kollergang) voran. Hierbei werden die Oliven zusammen mit ihren Kernen zu Brei gemahlen. Die Ölmühlen (Abb. 9c) funktionieren im Prinzip heute noch so wie vor 2000 Jahren (vgl. Abb. 6) mit dem Unterschied des Antriebs. An Stelle von Menschen- oder Eselkraft wird der Elektromotor eingesetzt. Da die Wanne, in der die Mühlensteine laufen, eine gewisse Quantität an Oliven aufnehmen muss, beträgt die Mindestmenge an Oliven für eigenes Öl etwa 250 bis 300 kg. Das Olivenmus wird auf Filterscheiben (Fiscoli, Disci) aus Kunststoffasern aufgetragen (früher: Naturfasern), die zu einem Turm gestapelt und von einer hydraulischen Presse mit einem Druck von etwa 400 bar zusammengedrückt, d.h. ausgepresst werden. Das Rohöl muss vor dem Abfüllen in Behälter noch geklärt werden, d.h. von den festen Bestandteilen und Wasser getrennt werden (aus Bickel-Sandkötter 2009).

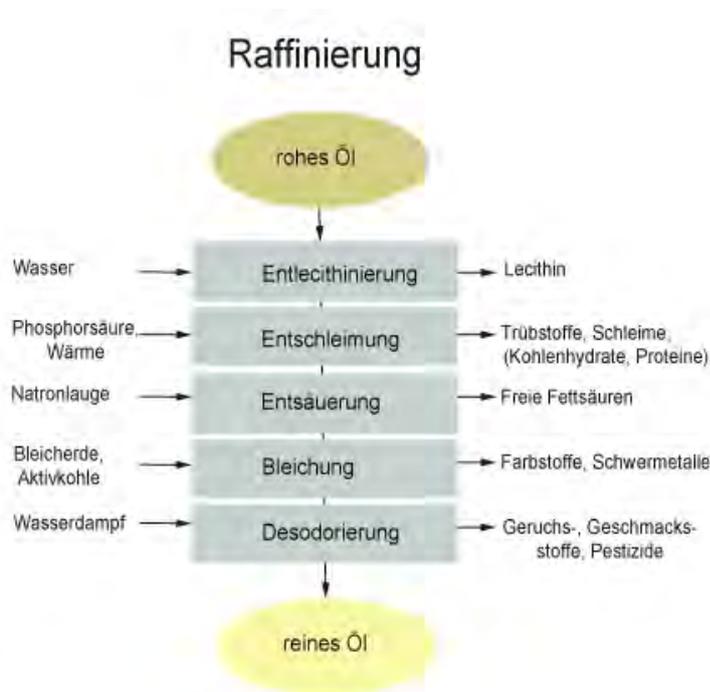


Abb. 10: Raffinationsprozesse

Bei der Verarbeitung von Samen ist das Zerkleinern („Flockieren“) entscheidend für eine gute Abtrennung des Öles vom Presskuchen. Dazu werden heute meistens Walzstühle benutzt, die das Mahlgut zunächst auswalzen und zu Flocken verarbeiten. Anschließend werden die Rapsflocken konditioniert, d.h. durch erwärmen auf einen definierten Wassergehalt gebracht. Bei diesem Vorgang muss schnell eine höhere Temperatur (etwa 80°C) erreicht werden, damit die vorhandenen Enzyme (Lipasen), die das Öl abbauen würden, abgetötet werden. Der eigentliche Pressvorgang geschieht anschließend in einer Schneckenpresse. Um reines Rapsöl zu produzieren, wird es raffiniert. Das heißt, es wird in mehreren Schritten entschleimt und von Begleitstoffen gereinigt; außerdem wird es dann noch je nach Qualität des Endproduktes vakuumgetrocknet, entfärbt (gebleicht), entsäuert (von freien Fettsäuren befreit) und desodoriert (von unerwünschten Geruchs- und Geschmacksstoffen befreit). Eine Entlecithinierung, wie im Fließschema in Abb. 10 gezeigt, findet

nur bei Ölen statt, bei denen sich die Lecithingewinnung auch lohnt. Lecithin wird in der Lebensmittelindustrie als Emulgator verwendet.

Zusammensetzung und Verwendung der Pflanzenöle

a) Ernährung

Von dem in Deutschland produzierten Öl (hauptsächlich Rapsöl, vgl. Tab. 2) gehen 41 % in den Export, 22 % in die Margarineherstellung und 19 % in die Nahrungsmittelindustrie zur Weiterverarbeitung (Backwaren, Süßwaren, Fisch, Feinkost). 9,3 % werden in privaten Haushalten und in der Nahrungsmittelindustrie als Speiseöl verbraucht und nur 8,8 % gehen in die Oleochemie zur technischen Verwendung. Pflanzenöle sind Geschmacksträger. Flüchtige Aromastoffe, die bei der Zubereitung eines Lebensmittels, etwa beim Backen und Braten, entstehen, werden in dem zugegebenen Öl gelöst und dort erhalten. Zu dem ist der Energieinhalt von 39 kJ pro Gramm fast doppelt so hoch wie der von Kohlenhydraten oder Proteinen. Berechnungen zeigen, dass heute etwa 35 % der mit der Nahrung aufgenommenen Energie durch Fette gedeckt werden (Matthäus 2009).

Bis vor etwa 10 Jahren wurden Distelöl und Sonnenblumenöl mit hohen Linolsäuregehalten als die ernährungsphysiologisch besonders guten Öle propagiert. Heute sind es die ölsäurereichen Öle wie Raps- und Olivenöl, die das Rennen machen. Grund dafür ist die Erkenntnis, dass hohe Anteile an einfach ungesättigten Fettsäuren (Ölsäure) in der Nahrung den Anteil an LDL-Cholesterin im Blut senken können, wobei der HDL-Anteil unverändert bleibt. Ein praktischer Vorteil für die Industrie ist es, dass ölsäurehaltige Öle weniger oxidationsanfällig und damit haltbarer sind als linolsäurereiche.

Tabelle 4: Fettsäurezusammensetzung der Glyceride von Raps-, Sonnenblumen-, und Olivenöl
Fettsäuren in %

Fettsäure	Rapsöl (b)*	Rapsöl (c)*	Sonnenblumenöl (a)*	Olivenöl (a)*
Arachinsäure	0,6 – 1,8	0,0 – 1,0	0,1 – 0,8	0,41
Behensäure	0,6 – 2,1	0,5 – 2,0	-	-
Docosadiensäure	0,9 – 1,5	-	-	-
Eicosensäure	3,5 – 6,0	1,0 – 3,0	-	-
Erucasäure	45,0 – 52,0	0,0 – 2,0	-	-
Lignocerinsäure	0,5 – 0,8	-	0,4 – 0,8	-
Linolsäure	12,0 – 15,8	15,0 – 30,0	19,1 – 74,8	3,5 – 12,7
α -Linolensäure	6,5 – 9,9	5,0 – 13,0	0,1 – 1,9	0,6 – 0,95
Ölsäure	12,3 – 24,0	50,0 – 65,0	13,3 – 68,8	60,0 – 79,4
Palmitinsäure	1,9 – 2,8	1,0 – 5,0	2,9 – 13,9	6,5 – 14,9
Palmitoleinsäure	-	-	0,0 – 0,5	0,96 – 3,2
Stearinsäure	1,0 – 3,5	1,0 – 4,0	1,0 – 9,6	1,3 – 3,1

* a = nach Souci et al. 1994; b = nach Schormüller 1968; c = erucasäurearmer Raps nach Schuster 1992

Heute wird Rapsöl als besonders wertvoll für die Babynahrung angepriesen und ist standardmäßig in Babynahrung enthalten. Was ist der Grund dafür? Rapsöl enthält im Vergleich zu anderen Speiseölen eine hohe Konzentration an α -Linolensäure, einer dreifach ungesättigten, für den Menschen essentiellen Omega-3-Fettsäure (Tab. 4). Dem menschlichen Stoffwechsel fehlen die Enzyme (Desaturasen) um gesättigte Fettsäuren in ungesättigte zu verwandeln. Wir müssen solche Fettsäuren mit der Nahrung aufnehmen. Omega-3-Fettsäuren (wie die α -Linolensäure) und Omega-6-Fettsäuren wie Linolsäure sind Vorstufen zu den Eicosanoiden, das sind hormonartig wirkende Komponenten des Stoffwechsels, die z.B. für die Blutgerinnung, Gefäßerweiterung bzw. -verengung und bei Entzündungsprozessen wichtig sind. Der Begriff der Omega-Fettsäuren leitet sich ab von der Zählweise der Doppelbindungen im Molekül vom hinteren Ende der Kette aus. Die wichtige Doppelbindung in der α -Linolensäure liegt am 3. C-Atom der Kette, wenn man vom Ende her zählt (vgl. Abb. 11), also ist es eine Omega-3-Fettsäure.

In einer Studie des Forschungsinstituts für Kinderernährung (FKE) an der Universität Bonn wurde nachgewiesen, dass Säuglinge, die vom 5ten bis zum 10ten Lebensmonat mit ihrer Nahrung raffiniertes Rapsöl anstelle des sonst üblichen Maiskeimöles erhielten, im Blut einen höheren Omega-3-Fettsäure-Spiegel aufwiesen als die Kinder der Vergleichsgruppe (Eur J Nutr (2010) 49:189–195) Dazu muss man wissen, dass Säuglinge in den ersten Lebensmonaten besonders viel Omega-3-Fettsäuren zur Gehirnentwicklung benötigen, die sie in die dazu notwendige Eicosapentaensäure und Docosahexaensäure umwandeln. Man sollte aber nicht aus den Augen verlieren, dass sowohl die Rapspflanzen als auch ihr Produkt einen langen Veredelungsweg hinter sich haben,

für den viel technischer Aufwand notwendig ist. Omega-3-Fettsäuren sind in großen Mengen in Fisch enthalten und können aus fischhaltiger Nahrung viel leichter aufgenommen werden als aus Pflanzenölen.

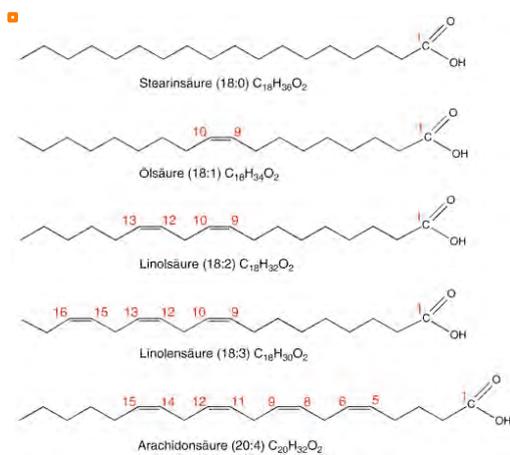


Abb. 11: gesättigte, ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Das Öl der Sonnenblumenkerne besteht zu 50 bis 70 % aus Linolsäure und zu 20 bis 50 % aus Ölsäure (Tab. 4) und ist damit ebenfalls ernährungsphysiologisch wertvoll. Daneben wurden Carotinoide und Lecithin (Phosphatidylcholin) im Sonnenblumenkernöl nachgewiesen. Da das Öl aber einen leicht bitteren und holzigen Geschmack aufweist, wird es vor der Verwendung als Speisefett desodoriert und ist damit nicht mehr nativ. Native Öle dürfen nicht nachbehandelt sein. Man nutzt Sonnenblumenöl auch zur Herstellung von Margarine.

Das grünliche native Olivenöl enthält 60 bis 80 % Ölsäure. Daneben sind 7 bis 15 % Palmitinsäure enthalten. Es erstarrt bei Temperaturen unter 10 °C, man hebt es also besser nicht im Kühlschrank auf. Das kalt gepresste Öl der ersten Pressung wird als roh zu genießendes, hochwertiges Speiseöl, z. B. für

Salate oder zum Einlegen von Gemüse genutzt. Das Öl aus der zweiten, warmen Pressung kann ebenfalls noch als Speiseöl verwendet werden. Das Restöl, das nur im heißen Zustand aus der Masse gepresst werden kann und/oder mit Hilfe eines Lösungsmittels gewonnen wird, kann ausschließlich zu technischen Zwecken (Schmieröl) oder für die Seifenherstellung

verwendet werden.

b) Verwendung von Pflanzenölen als Kraftstoff und zu technischen Zwecken

Die Verwendung von Rapsöl als Biotreibstoff („Biodiesel“) in der Form des Rapsölmethylesters (RME) wird häufig als umweltfreundlich dargestellt. Idealerweise wäre es das auch – wenn die Kohlendioxidmenge, die bei seiner Verbrennung entsteht, derjenigen entspräche, die der Raps während seines Wachstums aufgenommen (fixiert) hat. Eine solche Einschätzung ist aber nicht realistisch, da die Produktion von Biodiesel eine erhebliche Menge an Energie schluckt, und diese stammt wiederum aus fossilen Quellen, also Erdöl und Kohle. Etwa 85 % der Energie des Biodiesels werden zu seiner Herstellung benötigt. Zu dieser Problematik gesellt sich noch die Konkurrenz der Anbauflächen mit denen für Nahrungspflanzen sowie die ökologische Problematik von Monokulturen. Pflanzenöle können aber auch direkt in Verbrennungsmotoren eingesetzt werden, wenn die Motoren entsprechend verändert werden. 2008 wurde der erste Traktor (Fendt) vorgestellt, der mit nativem Rapsöl betrieben werden konnte (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe). Probleme, die herkömmliche Motoren mit der direkten Pflanzenölnutzung haben, sind unter anderem Korrosion durch Säurebildung (freie Fettsäuren!), Verkokung von Kolbenringen aufgrund der Alterung des Biodiesels im Motoröl-Kreislauf und vor allem Ablagerungen in Einspritzsystemen und Hochdruckpumpen aufgrund von Verunreinigungen und Kraftstoffalterung. Außerdem müssen Motoren und Öl bei kalter Witterung vorgewärmt werden, da der Schmelzpunkt von Pflanzenöl höher ist als der von Diesel und Biodiesel.

Hervorheben muss man aber die guten Eigenschaften von Pflanzenkraftstoffen in Bezug auf den Umweltschutz, vor allem dem Gewässerschutz. Pflanzenöle, die in den Boden oder ins Wasser gelangen, werden von Mikroorganismen abgebaut und sind daher prädestiniert für den Einsatz in sensiblen Bereichen der Land- und Forstwirtschaft, Schifffahrt und Strom- und Wärmezeugung. In diesem Zusammenhang werden mehr und mehr umweltverträgliche Schmierstoffe und Hydrauliköle auf pflanzlicher Basis produziert.

Für Lacke und Druckfarben verwendet man ungesättigte, trocknende Öle wie Leinöl, Hanföl und Sojaöl. Die Öle werden mit Dicarbonsäuren, meistens Phthalsäure, und Glycerin zu so genannten Alkydharzen verkocht. Rapsöl wird auch zur Kunststoffherstellung verwendet, ja es gibt sogar einen Rapsasphalt, eine Bitumenmischung für die Reparatur von Straßen, in der 5 % Rapsöl enthalten ist. Das Rapsöl verbessert die Festigkeit und verkürzt die Trocknungszeit der reparierten Stellen (Schmidt 2006 in Rüscher, Warenkunde).

Die oleochemischen Grundprodukte, die sich aus Pflanzenölen herstellen lassen, sind Fettsäuren, Glycerin, Fettsäuremethylester und Fettalkohole. Aus den drei langkettigen Produkten lassen sich kationische und anionische Tenside herstellen. Fettalkoholsulfate sind in zahlreichen Wasch- und Reinigungsmitteln enthalten. Üblicherweise nimmt man für Seifen und Waschmittel Fette mit mittelkettigen Fettsäuren, die so genannten „laurics“ (C12). Dazu wird ein großer Teil des Kokos- und Palmkernöls gebraucht; Raps ist dafür weniger interessant. Tenside und Seifen sind grenzflächenaktive Verbindungen, die die Oberflächenspannung von Wasser herabsetzen und sich zu Micellen zusammenlagern. Sie ummanteln Schmutzpartikel im Wasser und erleichtern das Ablösen von

Schmutz von Oberflächen, z.B. von der Wäsche. Als Dispergiermittel halten sie Suspensionen stabil und als Emulgatoren werden sie auch in der Kosmetik eingesetzt, denn dort halten sie Emulsionen von Wasser und Öl stabil.