



# Leindotter – Untersuchungen an einer alten Kulturpflanze

Bertrand Matthäus (Münster)

Auf der Suche nach alternativen Rohstoffen für die Ölgewinnung nimmt das Interesse an der alten Kulturpflanze Leindotter seit einiger Zeit zu. Aufgrund der interessanten Fettsäurezusammensetzung, die mit einem hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren der des Leins ähnlich ist und mit Eigenschaften, die die Pflanze als low-input Pflanze charakterisieren, erscheint dieses Interesse gerechtfertigt. Das Öl ist im technischen Bereich wegen seiner schnelltrocknenden Eigenschaften sehr gut zur Herstellung von Farben, Lacken und Polymeren einsetzbar. Der hohe Gehalt an  $\alpha$ -Linolensäure macht es aber auch für die pharmazeutische Industrie sowie für die Humanernährung interessant. Um die Wirtschaftlichkeit des Leindotteranbaus zu erhöhen, wäre es günstig, die Rückstände der Ölgewinnung – Preßkuchen und Extraktionsschrote – in der Tierernährung nutzen zu können. Dem steht aber zur Zeit noch die Futtermittelverordnung entgegen.

Bei Leindotter (*Camelina sativa* (L.) Crtz.) handelt es sich um eine sehr alte Kulturpflanze, deren Ursprung bis in die neolithische Zeit zurückgeht. Aus der Bronze- und vorchristlichen Eisenzeit liegen zahlreiche Funde für Leindotter, vor allem im östlichen und südlichen Europa, vor. Die hohe Zeit des Leindotter lag in der Ei-

senzeit zwischen 400 v. Chr. und 500 n. Chr., in der der Anbau und die Nutzung der Samen allgemein üblich waren. Funde aus dieser Periode zeigen, daß Leindotter unabhängig vom Lein in Reinkultur angebaut wurde, obwohl eine unbeabsichtigte Vermischung beider Ölpflanzen nicht ausgeschlossen werden kann. Die

Samen gehörten mit Lein und Weizen zur täglichen Ernährung und wurden dort vor allem bei der Herstellung von Brot oder auch Haferbrei



**Leindotter: Blüte hell- bis dunkelgelb**

verwendet. Später, im Mittelalter, kam der Anbau von Leindotter aus bislang unklaren Gründen zum Erliegen. Während er in Osteuropa auch heute noch eine gewisse Bedeutung hat, ist der Leindotter bei uns weitestgehend in Vergessenheit geraten.

## DIE PFLANZE

Botanisch gesehen wird Leindotter zur großen Familie der Brassicaceae gerechnet, zu der auch Senf, Raps, Blumenkohl, Rettich oder Grünkohl gehören. Ebenso wie beim Raps gibt es auch bei Leindotter sowohl eine Winter- als auch eine Sommerform. Die Pflanze bildet 30 bis 120 cm hohe Stängel mit Nebentrieben aus, die in lockeren Trauben kleine gelbe Blüten tragen. Aus den Blüten entstehen birnenförmige, spitze Schoten mit 8 bis 16 Samen, die keilförmig bis langoval sind und eine gelbbraune bis rotbraune Farbe haben. Die Samen sind mit etwa 5 mm Durchmesser sehr schmal, so daß das Tausendkorngewicht mit ca. 1,5 g gering ausfällt.

Die Aussaat der Sommerform von Leindotter erfolgt bereits im März oder April, wobei auch mögliche Frosteinbrüche in dieser Zeit das Wachstum der Pflanze nicht beein-



**Birnenförmige, spitze Schoten**

flussen. Leindotter weist mit etwa 120 Tagen eine extrem kurze Vegetationsperiode auf, was ihn auch als Zwischen- oder Ersatzfrucht interessant macht.

Daneben ist Leindotter vor allem wegen seiner anspruchslosigkeit hinsichtlich Klima- und Bodenbedingungen interessant. Ein Anbau ist auch auf sandigen oder kalkhaltigen Böden möglich, sofern das Nährstoffangebot ausreichend ist. Als optimal werden 100 kg Stickstoff pro Hektar angesehen. Die Pflanze ist relativ unempfindlich gegenüber Trockenheit und Frost. Mit Blick auf den Umweltschutz ist interessant, daß es sich bei Leindotter um eine sehr robuste und konkurrenzstarke Pflanze handelt, so

daß der Aufwand für chemischen Pflanzenschutz gering sein dürfte.

## DAS ÖL

Die nutzbaren Teile der Pflanze sind vor allem die Samen, wobei es aber inzwischen auch Ansätze gibt, die Stängel nach der Ernte für die Herstellung von Papier zu verwenden. Die Samen enthalten zwischen 28 und 42 % Öl, das ebenso wie Leinöl einen hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren enthält.

Das rohe Öl, das mit Hilfe einer handelsüblichen Schneckenpresse aus den Samen gepreßt wird, ist zunächst dunkel gefärbt. Nach kurzer Zeit setzen sich die dunklen Partikel ab, und man erhält ein hellgelb gefärbtes Öl, das den auch für Rapsöl typischen saartigen Geruch aufweist. Ebenso wie das Öl anderer Brassicaceae-Arten hinterläßt es einen leicht scharfen Geschmack, der aber nicht unangenehm ist. Nach dem Pressen muß das Öl für die Verwendung als Lebensmittel bzw. in der kosmetischen Industrie lediglich filtriert und anschließend desodoriert werden. Weitere Verfahrensschritte der Raffination, wie Entschleimung, Entsäuerung oder auch Bleichung können entfallen.



**Blätter von lanzettlicher Form**



**Stengel erst im oberen Drittel verzweigt**



**Gelborange Samenkörner**

In Abbildung 1 sind die Fettsäurezusammensetzungen von Leindotter-, Raps- und Leinöl gegenübergestellt. Lein- und Leindotteröl unterscheiden sich dabei vor allem in dem Gehalt an  $\alpha$ -Linolensäure und den längerket- tigen Fettsäuren ab zwanzig Kohlen- stoffatomen. Der Gehalt an Erucasäure, die ungünstige ernährungsphysi- ologische Eigenschaften aufweist, ist im Leindotteröl verglichen mit anderen Brassicaceen-Arten relativ gering und

mit dem für die Speiseölproduktion verwendeten OO-Raps vergleichbar.

Ernährungsphysiologisch günstig ist Leindotteröl aufgrund seines hohen Gehaltes an  $\alpha$ -Linolensäure. Diese gehört zu den essentiellen Fettsäuren, die vom menschlichen Organismus nicht synthetisiert werden können. Verglichen mit Rapsöl fällt der relativ niedrige Gehalt an Linolensäure gegenüber der  $\alpha$ -

Linolensäure auf. Ein moderater Aus- tausch von Fettsäuren wie Linolensäure zugunsten von  $\alpha$ -Linolensäure wirkt sich günstig auf die Risikofaktoren der Arteriosklerose aus, so daß Empfeh- lungen inzwischen dahin gehen, diese Fettsäuren im Verhältnis zwischen 5:1 und 10:1 aufzunehmen. Bei durchschnittlichen Ernährungsgewohnheiten liegt die Relation gegenwärtig noch bei 15:1. Leindotteröl könnte so in der menschlichen Ernährung dazu beitragen, dieses Verhältnis zu verbessern.

Der hohe Gehalt an der langketti- gen Eicosensäure wird dagegen als weniger günstig angesehen, da eine direkte Beziehung zwischen der Ein- lagerung von Fett in den Herzmuskel von Ratten und der Aufnahme solcher langkettiger Fettsäuren beobachtet worden ist.



**Seine mehrfach ungesättigten Fettsäuren machen Leindotteröl als Grundstoff für Kosmetika interessant.**

## EINSATZ IM NON-FOOD BEREICH

Aufgrund seines hohen Gehalts an mehrfach ungesättigten Fettsäuren gehört Leindotteröl ebenso wie Leinöl zu den schnelltrocknenden Ölen. Da- durch ist es für den Einsatz in der Oleochemie interessant und könnte hier bei der Herstellung umweltfreundlicher Polymere, Lacke oder Farben verwendet werden.

Zu denken ist aber aufgrund des hohen Gehalts an  $\alpha$ -Linolensäure auch an eine Verwendung bei der Herstellung pharmazeutischer Pro- dukte. Dabei kommen wegen des dermatologischen Effektes von mehr- fach ungesättigten Fettsäuren vor al- lem kosmetische Öle, Cremes oder Lotionen in Betracht.

Ebenso kann Leindotteröl – ähnlich wie andere pflanzliche Öle – zur Herstellung von Biodiesel eingesetzt werden.

## DER PRESSKUCHEN

Neben dem Öl könnte auch der bei der Ölgewinnung anfallende Presskuchen für eine weitere Nutzung interessant sein. In der Fütterung dür- fen jedoch zur Zeit weder die Samen

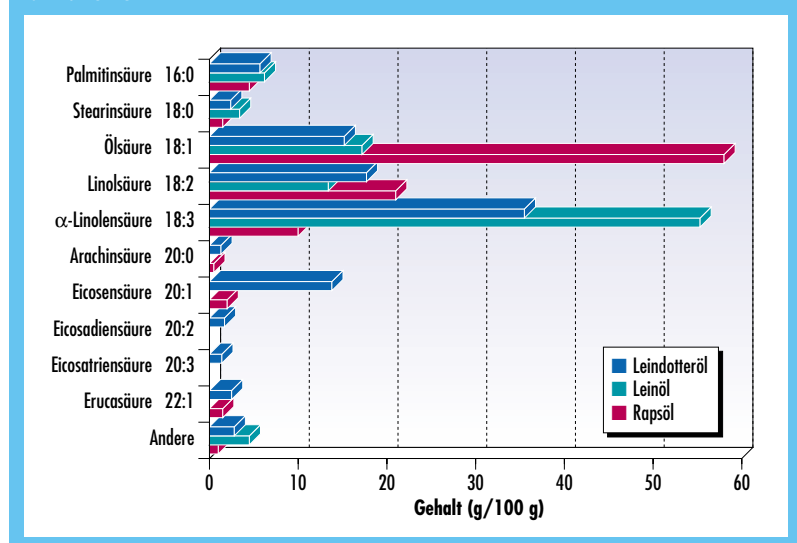
noch die Presskuchen oder Extrak- tionsschrote von Leindotter eingesetzt werden. Aufgrund von sehr alten Be- obachtungen, wonach Geschmack und Qualität von Fleisch durch die Verwendung von Leindotterprodukten nachteilig beeinflusst werden, sind diese futtermittelrechtlich als uner- wünschte Stoffe eingeordnet wor- den. Um hier einen neuen Überle- gungsprozeß anstoßen zu können, ist neben der Untersuchung des Fut- terwertes von Leindotterpresskuchen auch die Charakterisierung der Press- kuchen hinsichtlich erwünschter und unerwünschter Inhaltsstoffe notwen- dig.

Am Institut für Chemie und Physik der Fette der Bundesanstalt für Ge- treide-, Kartoffel und Fettforschung (BAGKF) haben wir eine solche Cha- rakterisierung vorgenommen. Dazu wurde das Öl verschiedener Leindot- tersaaten abgepreßt und die erhaltenen Presskuchen untersucht.

In Abhängigkeit von der verwen- deten Sorte lag der Restölgehalt der gewonnenen Presskuchen zwischen 8,5 und 16,4 %. Die Fettsäurezusam- mensetzung des Restöls ist mit der Zu- sammensetzung des extrahierten Öls der ganzen Saat vergleichbar.

Als antinutritive, also für die Ernährung ungünstige Verbindungen

Abb. 1: Fettsäurezusammensetzung von Leindotteröl im Vergleich zu Raps- bzw. Leinöl



wurden im Rahmen dieser Untersuchungen Glucosinolate, Phytinsäure und deren Abbauprodukte sowie kondensierte Tannine und Sinapin bestimmt. Die Gesamt-Glucosinolatgehalte der untersuchten Saaten liegen zwischen 6 und 26  $\mu\text{mol/g}$  Saat und somit in der Größenordnung, die man heute auch für OO-Raps-Qualitäten erreicht. Die Glucosinolat-Zusammensetzung ist allerdings völlig von der des Rapses verschieden. Glucosinolate kommen in zahlreichen Vertretern der Familie Brassicaceae vor. Sie selbst sind relativ unproblematisch, aber ihre Hydrolyseprodukte wirken sich negativ auf die Fortpflanzung und das Wachstum von Tieren aus und können zu Schilddrüsenveränderungen führen. In den Leindotter-Preßkuchen liegen die Gehalte an Glucosinolaten wesentlich niedriger als in den Saaten, was durch die bei der Pressung auftretende Wärmeentwicklung erklärt werden kann. Durch Wärme bauen sich Glucosinolate – ebenso wie durch enzymatische Einwirkungen – ab; ein Teil der Abbauprodukte ist flüchtig.

Sinapin kommt in einigen Vertretern der Familie Brassicaceae als Bitterstoff vor. In den untersuchten Leindotterproben wurden Gehalte zwischen 0,6 und 1,6 mg/g (berechnet als Sinapinithiocyanat) gefunden (Abb. 2). Diese Gehalte liegen deutlich unter den Gehalten, die für Raps ermittelt werden. Auch beim Sinapin nehmen die Gehalte durch den Preßvorgang ab.

Ein ähnlicher Effekt wird auch für die kondensierten Tannine beobachtet. Während die Saaten im Mittel 1,9 mg/g enthalten, werden in den Preßkuchen nur noch 1,4 mg/g gefunden (Abb. 3). Diese Abnahme ist jedoch nicht signifikant. Vergleicht man den gefundenen Gehalt an kondensierten Tanninen mit Gehalten in OO-Raps Proben, so liegen diese wesentlich höher.

Sowohl in den Saaten als auch in den Preßkuchen wird neben Phytinsäure (IP6) auch ein geringer Anteil

an dem Abbauprodukt der Phytinsäure, Inositolpentaphosphat (IP5), gefunden. Diese phosphatreichen Substanzen binden wichtige Mineralstoffe wie Calcium-Ionen, die für den Tierkörper dann nicht mehr verfügbar sind. Außerdem können sie die Verdauung von Proteinen beeinträchtigen. In den Saaten werden Inositolphosphatgehalte zwischen 13,5 und 24,7 mg/g ermittelt, wohingegen die Gehalte in den Preßkuchen mit 28,2 bis 36,6 mg/g wesentlich höher liegen (Abb. 3). Diese Anreicherung erklärt sich dadurch, daß die Inositolphosphate beim Abpressen des Öls im Preßkuchen verbleiben. Größenordnungsmäßig sind die in den Leindotterseeden gefundenen Gehalte an Inositolphosphaten mit Gehalten im Raps vergleichbar, wobei sie etwas höher liegen.

Untersuchungen zur Aminosäurezusammensetzung sind von uns nicht durchgeführt worden. Andere Untersuchungen zeigen aber, daß die Aminosäurezusammensetzung des Rohproteins von Leindotter hinsichtlich der schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin, Cystin und Threonin vergleichbar ist mit dem Sojaweiß, daß aber die Lysingehalte deutlich niedriger liegen.

## AUSSICHTEN

Zur Zeit ist der Anbau von Leindotter in der EU äußerst gering. Schätzungen gehen dahin, daß die gesamte Anbaufläche etwa 40 ha beträgt, wobei sich der Anbau in Deutschland auf einige Versuchsfelder beschränken dürfte.

Nachdem aber Leindotteröl in Frankreich den Status eines Lebensmittel erhalten hat und man es auch in England als brauchbar für die Herstellung von Lebensmitteln einstuft, ist zu erwarten, daß sich der Anbau von Leindotter ausbreiten wird. Dies auch vor allem, wenn der Kosmetikbereich das Öl für sich 'entdeckt' und die technische Industrie es für die Herstellung von Farben und Polymeren nutzt.

Abb. 2: Gehalte an Sinapin und kondensierten Tanninen im Preßkuchen und der ganzen Saat von Leindotter

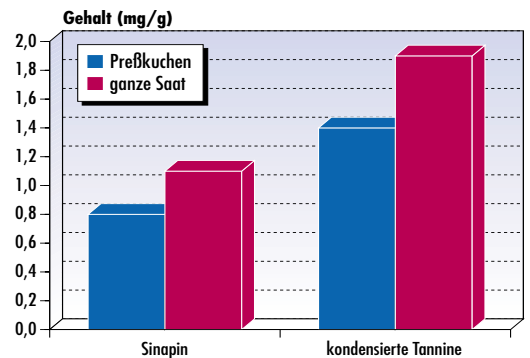
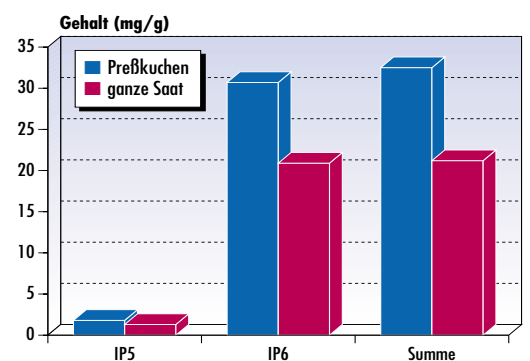


Abb. 3: Zusammensetzung der Inositolphosphate IP5 und IP6 im Preßkuchen und der ganzen Saat von Leindotter



Mit Blick auf die Agenda 2000 könnte Leindotter denselben Status bei den Subventionen bekommen wie andere Ölsaaten auch und dadurch aufgrund seiner Anspruchslosigkeit in bezug auf Anbau- und Klimabedingungen einen großen wirtschaftlichen Vorteil erhalten. Dies würde noch dadurch verstärkt, daß die Beihilfen für Leinsaaten reduziert werden sollen, was einen Rückgang des Leinanbaus zur Folge haben kann. Leindotter könnte hier mit einer Ölzusammensetzung, die dem des Leins ähnlich ist, einen Ausgleich schaffen.

Dr. Bertrand Matthäus, Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Institut für Chemie und Physik der Fette, Piusallee 76, 48147 Münster