

## Lösemittelfreie Gewinnung von Pflanzenöl mit CO<sub>2</sub>-unterstützten Pressverfahren

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für thermische Verfahrenstechnik AG Wärme- und Stofftransport Prof. Dr. Rudolf Eggers/Dr. Marcus Müller
<b>Industriegruppe:</b>	Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V. (OVID), Berlin
	Projektkoordinator: Dipl.-Ing. Harald Boeck, Harburg-Freudenberger Maschinenbau GmbH, Hamburg
<b>Laufzeit:</b>	2010 – 2012
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 197.550,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Die Effizienz der mechanischen Abtrennung von Speiseölen aus Ölsaaten konnte in den letzten Jahren durch entsprechende Vorbehandlungsschritte und konstruktive Verbesserungen der eingesetzten Schneckenpressen z.T. erheblich erhöht werden. Dabei ist die erzielbare Ölausbeute grundsätzlich durch die Haftung des Restöls an dem Feststoff und die Behinderung des Abfließens (Drainage) durch eine kompaktierte Schüttung limitiert. Das Verfahren der Extraktion von Ölsaaten oder Pressrückständen mit überkritischem Kohlendioxid ist in der Vergangenheit als Alternative zu der herkömmlichen Lösemittelextraktion mit Hexan intensiv untersucht worden. Die relativ geringe Löslichkeit der Lipide in überkritischem Kohlendioxid lässt jedoch eine wirtschaftliche Umsetzung dieser Verfahren in den industriellen Maßstab für Ölsaaten mit großen Massendurchsätzen nicht zu.

Andererseits ist bekannt, dass sich Kohlenstoffdioxid schon bei moderaten Drücken zu erheblichen Teilen in Speiseöl einlöst, wodurch die Ölviskosität erheblich vermindert wird. Dieser Umstand kann im Sinne einer erleichterten Drainage genutzt werden. So konnte im Vorfeld des Forschungsvorhabens an gasbeladenen und gasdurchströmten kompaktierten Festbetten gezeigt werden, dass eine gleichzeitige Beaufschlagung mit einem Inertgas, insbesondere mit CO<sub>2</sub>, zu

einer Erhöhung der Ausbeute führt.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, einerseits die Einlösungs- und Wirkmechanismen bei der CO<sub>2</sub>-unterstützten Pressung von ölhaltigen Saaten aufzuklären, andererseits technische Daten bereitzustellen, die für die Umsetzung der gasunterstützten Pressung, insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (kmU), notwendig sind.

### Forschungsergebnis:

Die Untersuchungen zur Bestimmung der Einlösekinetik von CO<sub>2</sub> in das Öl von ölhaltigen Naturstoffen sowie die Untersuchung des Einflusses des umgebenden Feststoffs hinsichtlich eines Stofftransportwiderstands wurde durch Experimente unter erhöhten CO<sub>2</sub>-Drücken ausgeführt. Hier wurde mit einer Bestimmung von molekularen und effektiven Diffusionskoeffizienten sowie der Bestimmung des stofftransporthemmenden Diffusionswiderstandsfaktors ein wissenschaftlicher Fortschritt erzielt, da die Druckabhängigkeit von Diffusionskoeffizienten bei erhöhten Drücken und sich deutlich ändernden Stoffeigenschaften bisher nicht ausreichend bekannt war.

Unter linearen Pressbedingungen konnte in Hinblick auf die Umsetzbarkeit des Prozesses in

Produktionsbetrieben der Einfluss verschiedener relevanter Prozessparameter untersucht und festgestellt werden. Es zeigen sich mit Gasunterstützung stets deutlich erhöhte Ölausbeuten. Die gasunterstützte Pressung erzielt besonders hohe Ölausbeuten unter Verwendung von langen Kontaktzeiten zwischen CO<sub>2</sub> und Rapssaat bei niedrigen Systemtemperaturen und hohen CO<sub>2</sub>-Drücken. Die Materialfeuchte scheint bei der gasunterstützten Pressung eine nochmals wichtigere Einflussgröße gegenüber der konventionellen Pressung zu sein. Die optimale Feuchte mit Gasunterstützung liegt leicht unterhalb derer bei konventioneller Pressung. Dieses Ergebnis ist plausibel durch das Erfordernis, den erniedrigten Reibungsverlust in der Presse durch die abgesenkte Viskosität mittels niedriger Feststofffeuchte wieder anzuheben. Zusätzlich wurde ein Einfluss der gasunterstützten Pressung auf die Ölqualität im Technikumsmaßstab geprüft, wobei keine negativen Auswirkungen festgestellt wurden. Durch Untersuchungen an der gasunterstützten Linearstempelpresse konnte mit der Aufklärung der auftretenden Effekte das wissenschaftliche Ziel des Forschungsvorhabens erfüllt werden. Es zeigte sich zusätzlich zu einem Verdrängungseffekt, der nur qualitativ aus der Literatur bekannt war, dass der Einfluss der Ölviskosität entscheidend für die erreichbare Ölausbeute ist.

Um die Frage der Umsetzbarkeit des Verfahrens im Rahmen des Forschungsprojekts zu beantworten, konnte in der Ölmühle eines Mitglied des Projektbegleitenden Ausschusses, der Natur-oel Anklam AG, ein industrieller 24h-Dauerversuch im Heißpressverfahren durchgeführt werden, der die gasunterstützte Pressung im stabilen Produktionsprozess der Ölgewinnung verifizierte. Die gasunterstützte Pressung führte zu einer Reduzierung der Restölgehalte von konventionellen 9,9 %-TS auf gasunterstützte 7,7 %-TS. Bei niedrigeren Temperaturen ist im Kaltpressverfahren eine insgesamt nochmals gesteigerte Ölausbeute durch CO<sub>2</sub>-Unterstützung zu erwarten, wohingegen bei niedrigen Temperaturen die Einlösekinetik langsamer abläuft. Ein zweiter Dauerversuch bei geänderten Bedingungen, der den Einfluss der Systemtemperatur auf Ölausbeute, Presskuchenqualität und Ölqualität deutlich machen sollte, konnte aus betrieblichen Gründen bei dieser Firma nicht mehr durchgeführt werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse des Forschungsvorhabens erweitern das wissenschaftliche Verständnis der Gas-/flüssig-Einlösekinetik bei sich deutlich ändernden Stoffeigenschaften, wie

Dichte und Viskosität, sowie die Erfahrung bei der Abpressung von ölhaltigen Naturstoffen unter linearen und kontinuierlichen Pressbedingungen mit und ohne Gasunterstützung.

#### **Wirtschaftliche Bedeutung:**

Rapssaat ist die für Deutschland wichtigste Ölpflanze. 7,7 Millionen Tonnen Raps wurden im Jahr 2012 in Deutschland verarbeitet, die Tendenz ist weiter steigend (<http://www.ovidverband.de>).

Das Öl wird hauptsächlich durch eine Kombination aus Vorpressung und anschließender Lösemittelextraktion, z.B. mit Hexan, gewonnen. In dezentralen Betrieben wird die Technik des Fertigpressens eingesetzt, bei der nach einer Vorpressung ohne Lösungsmittelextraktion in einem zweiten Pressschritt („Vollpressen“) direkt auf einen möglichst niedrigen Restölgehalt abgepresst wird. Hier stellt die gasunterstützte Pressung eine Möglichkeit dar, die erreichbaren Restölgehalte weiter zu reduzieren.

Die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens wurde im Rahmen des Forschungsprojektes geprüft und ein ROI von 2,08 a festgestellt. Der spezifische Mehrertrag beläuft sich auf 697 €/100 t Vorpresskuchen bzw. 3.181 €/100 t Ölprodukt. Die ausgeführten Arbeiten ergeben insbesondere für dezentrale, kleinere Betriebe eine fundierte Entscheidungsbasis für eine zukünftige Anwendung der gasunterstützten Pressung von Ölsaaten als Alternative zur Fertigpressung. Durch die Ergebnisse des Forschungsvorhabens wurde die wissenschaftliche und technische Grundlage geschaffen, den Anteil lösemittelfrei gewonnener Speiseöle am Markt durch Einsatz der CO<sub>2</sub>-Gasunterstützung zu erhöhen.

#### **Publikationen (Auswahl):**

1. FEI-Schlussbericht (2012).

#### **Weiteres Informationsmaterial:**

Technische Universität Hamburg-Harburg  
Institut für thermische Verfahrenstechnik  
AG Wärme- und Stofftransport  
Eißendorfer Straße 38, 21073 Hamburg  
Tel.: +49 40 42878-3191  
Fax: +49 40 42878-2859  
E-Mail: [r.eggers@tu-harburg.de](mailto:r.eggers@tu-harburg.de)

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079669-9  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

