

Am Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna wurde eine Pilotanlage zur schonenden Verarbeitung von Rapssaat eingeweiht, um die stoffliche Wertschöpfung von Raps zu steigern. Nach dem Prinzip einer Bioraffinerie liefert sie nicht nur hochwertiges Rapsöl in Vorraffinatqualität, sondern auch ein an hochwertigen Proteinen reiches Rapskernkonzentrat, in Ethanol gelöste sekundäre Pflanzenstoffe sowie Rapschalen als weitere Produkte.


**Keywords**

- **Bioraffinerie**
- **Proteine, Rapsöl**
- **Ethanolextraktion**



Vakuumtrockner zur Desolubilisierung des Rapskernkonzentrats und der Ethanolrückgewinnung.

# Ganzheitliche Verwertung von Rapssaat

## Pilotanlage zur ethanolischen Extraktion hochwertiger Proteine aus Raps

Raps ist neben Soja die wichtigste Ölsaat weltweit, in Deutschland gilt Rapsöl als das beliebteste Speiseöl. Neben dem Öl, das etwa 40 % der Inhaltsstoffe ausmacht, enthält die Rapssaat – wie auch Soja – hochwertige Proteine. Sie ähneln den Milchproteinen und könnten daher als wertvolle pflanzliche Proteinquelle für Lebensmittel und Futtermittel genutzt werden.

Bei der herkömmlichen Heißpressung in industriellen Ölmöhlen wird die Struktur der Proteine durch hohe Temperaturen und hohe Drücke jedoch verändert und damit ihre Qualität beeinträchtigt – wie auch des resultierenden Rapsextraktionsschrots. Die hohen Temperaturen wiederum sind erforderlich, um das nach der Pressung eingesetzte Lösungsmittel Hexan zu verdampfen. Mit diesem wird das im Presskuchen verbliebene Öl extrahiert, um die Ölausbeute zu erhöhen. Ein zweiter qualitätsmindernder Faktor bei der herkömmlichen Ölgewinnung sind Bitterstoffe, die unter anderem aus den mitgepressten Schalen in den Extraktionsschrot gelangen.

Um aus Rapssaat nicht nur das beliebte Öl, sondern auch die immer begehrteren pflanzlichen Proteine in hoher Qualität gewinnen zu können, haben elf Partner aus Forschung und Industrie im Verbundprojekt EthaNä in den letzten fünf Jahren ein neues Konzept zur schonenden Aufbereitung von Raps im größeren Maßstab untersucht und hierfür erstmalig eine Pilotanlage ausgelegt und aufgebaut. Bis zu 50 kg Rapssaat pro Tag kann die am Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna errichtete EthaNä-Pilotanlage verarbeiten. Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördert, von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) betreut und gemeinsam vom Fraunhofer CBP und der Magdeburger Firma B+B Engineering koordiniert.

### Pilotanlage ermöglicht ganzheitliche Nutzung von Rapssaat

Die Pilotanlage besteht aus einer Schäl- und einer Extraktionsanlage. Zum Abschluss des

Projekts wurde sie 2022 erstmals in Betrieb genommen und am 3. Mai 2023 im Rahmen der Festveranstaltung zum 10-jährigen Jubiläum des Fraunhofer CBP offiziell eingeweiht.

Das patentierte EthaNä-Verfahren beruht auf dem bisher nur im Labormaßstab verfolgten Ansatz, Öl durch eine ethanolische Extraktion zu gewinnen. Die Herausforderung im Projekt bestand nun darin, das Verfahren zu skalieren und in einer Pilotanlage umzusetzen. „Wir haben im Projekt untersucht, wie und mit welchen Apparaten und Bauteilen wir die verschiedenen Prozessschritte zur ganzheitlichen Nutzung von Raps in einer technischen Anlage realisieren können und wie die Gesamtanlage ausgelegt werden muss“, erläutert Dr. Robert Hartmann, Gruppenleiter Biomassefraktionierung am Fraunhofer CBP.

Um den Anteil an Bitterstoffen und weiteren, für die Ernährung von Mensch und Tier nicht förderlichen oder gar gesundheitsschädlichen Substanzen sowie von Faserstoffen zu reduzieren, verarbeitet das Verfahren geschälte Rapssaat. Nach intensiver Entwicklungsarbeit



Schneckenpresse für Fest-Flüssig-Trennung.

gelang es dem Projektteam, eine Schälanlage aufzubauen, in der im kontinuierlichen Betrieb pro Stunde bis zu 100 kg Rapsamen geschält werden können. Die Schalen der Samen werden dabei zunächst leicht aufgebrochen und dann in einem Luftstrom, der mittels eines Wirbelschichtapparats erzeugt wird, von den schwereren Kernen getrennt. Die Schalenfraktion ist ein zusätzliches Produkt, das sich bspw. zur Herstellung biobasierter Dämmstoffe eignet, wie die CBP-Forschenden in einem vom Land Sachsen-Anhalt geförderten Projekt bereits gezeigt haben.

Aufgrund des niedrigen Faser- und Ballaststoffanteils kommt eine konventionelle mechanische Pressung für die Ölgewinnung aus geschälten Rapskernen nicht in Frage. Stattdessen setzt das EthaNu-Verfahren auf Ethanol:

In einer Verdrängungsextraktion genannten Verfahrensschritt werden bei schonenden 70 °C kleine Tröpfchen des Rapsöls aus dem aufgebrochenen Kern in der Ethanolphase emulgiert. Ein weiterer Vorteil: Sekundäre Pflanzenstoffe des Rapskerns wie Sinapinsäure, Tocopherole und Polyphenole lösen sich in Ethanol. Gelingt es, diese selektiv zu extrahieren, lassen sich die bioaktiven Inhaltsstoffe beispielsweise für kosmetische oder pharmazeutische Anwendungen einsetzen.

### Hochwertiges Öl in Vorraffinat-Qualität

Um das Öl aus den Rapskernen freizusetzen, werden die geschälten Kerne, mit Ethanol vermischt, zunächst aufgebrochen. „Diese aufgeschlossene, zerkleinerte Biomasse behandeln wir in einer modifizierten Schneckenpresse und

**Projektpartner**

- Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP, Leuna (Koordination)
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart
- Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, Freising
- Karlsruher Institut für Technologie KIT, Karlsruhe
- Internationale Forschungsgemeinschaft Futtermitteltechnik (IFF), Braunschweig
- B+B Engineering GmbH, Magdeburg
- AVA – Anhaltinische Verfahrens- und Anlagentechnik GmbH, Magdeburg
- Micra GmbH, Heitersheim
- VetterTec GmbH, Kassel
- C. Thywissen GmbH, Neuss
- Technologietransfer und Innovationsförderung (tti) Magdeburg GmbH, Magdeburg

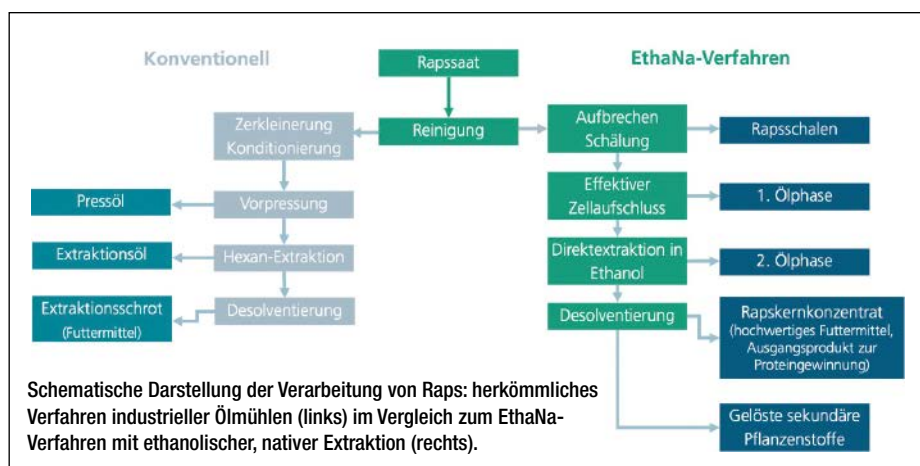
in einem Dekanter, um die flüssige Phase, die Ethanol-Öl-Fraktion, von der proteinreichen festen Fraktion zu trennen“, erklärt Dr. Fabian Steffler, der das Projekt am Fraunhofer CBP geleitet hat. Abschließend wird das emulgierte Öl mittels eines Dekantiergefäßes von Ethanol getrennt.

„Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass das in der EthaNu-Pilotanlage gewonnene Öl nahezu frei von freien Fettsäuren und Phosphatiden ist“, so Steffler. Der Vorteil für Ölmühlen liegt auf der Hand: „Das Öl muss nicht mehr aufwendig aufgereinigt werden, sondern erreicht durch die Ethanolextraktion schon Vor- oder Halb raffinat-Qualität. So kann es direkt in die bestehenden Produktionslinien integriert und weiterverarbeitet werden“, ergänzt der Forscher.

### Proteinreiches Rapskernkonzentrat für Lebensmittel und Futtermittel

Der zurückbleibende, weitgehend entölte Feststoff enthält die Proteine in konzentrierter Form. „Um das Rapskernkonzentrat weiter zu entölen, kommen unterschiedliche, variabel kombinierbare Extraktionsschritte zum Einsatz“, erklärt Steffler. Getrocknet wird das Konzentrat in einem Rohrbündeltrockner, wobei das Ethanol zurückgewonnen wird.

Verglichen mit dem Raps extraktionsschrot industrieller Ölmühlen ist das auf diese Weise



gewonnene proteinreiche Rapskernkonzentrat ein wesentlich hochwertigeres Produkt. „Unser Rapskernkonzentrat ist frei von Schalen und sekundären Pflanzenstoffen und enthält daher nur äußerst geringe Mengen unerwünschter Gerb- und Bitterstoffe«, freut sich Steffler. Der hohe Proteingehalt von derzeit 42 bis 43 % entspricht in etwa dem kaltgepresster, teilgeschälter Rapskernkuchen dezentraler Ölmühlen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ermöglicht die weitergehende wirtschaftliche Nutzung der Proteine: Durch die milden Prozessbedingungen des Verfahrens wird deren Struktur nicht verändert. „Die Proteine sind gut in Wasser löslich. So können wir sie extrahieren und als alternative pflanzliche Proteinquelle für die Lebensmittelindustrie nutzen, zum Beispiel in Fleischersatz-Produkten“, erläutert Hartmann.

### Neue Geschäftsfelder für Ölmühlen

„Mit dem an hochwertigen Proteinen reichen Rapskernkonzentrat eröffnet sich Ölmühlen eine neue Einnahmequelle“, ist Hartmann überzeugt. Die EthaNa-Pilotanlage am Fraunhofer CBP steht nun für Testläufe mit den Rapssaat industrieller Ölmühlen zur Verfügung, um

Produktmuster im größeren Maßstab bereitzustellen. Neue Anlagen können auch als alternative Verarbeitungslinie in die vorhandene Infrastruktur der Ölmühlen integriert werden. Dafür sorgt das Magdeburger Unternehmen B+B Engineering, das auch die Pilotanlage am Fraunhofer CBP geplant hat.

Parallel verbessern die Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer CBP die Fahrweise der Pilotanlage für einen robusten und stabilen Prozess und hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz. „Optimierungspotenzial haben wir bei der Ölausbeute identifiziert“, verdeutlicht Steffler. „Darüber hinaus wollen wir die Anlage um ein Gegenstromverfahren für die Ethanolextraktion erweitern, damit wir das für die Ölextraktion eingesetzte Ethanol im Kreis fahren können“, so der Experte. Auch den Proteingehalt des Rapskernkonzentrats wollen er und sein Team auf nahezu 50 % erhöhen.

Hartmann ist sich sicher, dass das Verfahren weiteres Potenzial hat: „Wir führen bereits Gespräche, um die Verarbeitung sonstiger Saaten wie Sonnenblumenkerne oder Bucheckern oder auch Kaffeesatz oder Hanfsamen in der EthaNa-Anlage zu erforschen.“

### Die Autoren



**Dr. Robert Hartmann,**  
Regenerative Ressourcen I  
Gruppenleiter Biomassefraktionierung, Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP, Leuna



**Dr. Claudia Vorbeck,**  
Kommunikation,  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart



Wiley Online Library

Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP, Leuna  
Dr. Robert Hartmann, Tel.: +49 3461 43-9111  
www.cbp.fraunhofer.de

Bilder: © Fraunhofer IGB

## Individuelle Prozesse für den nachwachsenden Rohstoff Lignin

Der Augsburger Maschinen- und Anlagenbauer Hosokawa Alpine wird mit dem Hamburger Start-up Lignopure zusammenarbeiten, um den natürlichen Rohstoff Lignin für die industrielle Nutzung weiter zu erschließen. Lignin ist ein Biopolymer, das als natürlicher Bestandteil u.a. in Holz enthalten ist. Dort bewirkt es die Druckfestigkeit und Beständigkeit der pflanzlichen Zellstruktur. Als Nebenprodukt z.B. bei der Herstellung von Zellstoff und Bioethanol in Bioraffinerien ist Lignin in großen Mengen verfügbar, wird bisher jedoch kaum industriell genutzt. Das wollen Hosokawa Alpine und Lignopure ändern, denn die natürlichen Eigenschaften von Lignin lassen sich gezielt für die unterschiedlichsten Applikationen nutzen. So kann Lignin u.a. als Baustein für die Chemieindustrie, als multifunktionaler Inhaltsstoff in (Bio)Compounds, Schäumen oder als Bestandteil von Kosmetika dienen und dort fossile oder schädliche Stoffe ersetzen. Diese industrielle Nutzung wollen Hosokawa Alpine und Lignopure nun gemeinsam vorantreiben.

Wie andere natürliche Rohstoffe ist auch Lignin gewissen Qualitätsschwankungen unterworfen. Zudem unterscheiden sich Lignin stark je nach Rohstoff und Aufschlussverfahren. Standardlösungen zur Verarbeitung gibt es daher nicht. Stattdessen ist ein tiefes Verständnis der jeweiligen Applikation und ihrer Anforderungen nötig. Für die industrielle Nutzung muss



Lignin zudem in Pulver- oder Granulatform und in konstanter Qualität vorliegen, um eine ebenso konstante Produktqualität zu gewährleisten. Prinzipiell steht und fällt die Performance des Lignins in einem Großteil der Zielanwendungen mit seinen Partikeleigenschaften.

Das Team von Lignopure arbeitete bereits vor der Gründung 2019 mit Lignin und dessen positiven Eigenschaften in verschiedenen Anwendungsbereichen. Ein Fokusbereich ist die Nutzung von Lignin als kosmetischer Inhaltsstoff. Dabei werden die multifunktionalen Schutzfunktionen des Lignins durch Optimierung des Ligninpartikels und Bewahrung der natürlichen Eigenschaften des Lignins für Hautpflegeprodukte zugänglich gemacht. Lignopures Tech-

nologie hinter den kosmetischen Partikeln lässt sich auch sehr gut auf Anwendungen im Materialsektor übertragen. Des Weiteren analysieren die Hamburger in ihren Application Services für ihre Kunden aus dem Zellstoff- und Bioraffinerie-sektor das Ausgangsmaterial und dessen Potenzial, sowie die Anforderungen in der potenziellen Endanwendung. Auf dieser Basis ermitteln sie, wie das Lignin partikeltechnologisch modifiziert werden muss, um ein optimales Endprodukt zu erhalten. Essenziell für die Ligninhersteller ist auch die Bereitstellung von Pulver-Prototypen für die Kundenakquise und Anwendungstests in relevantem Maßstab. „Dank der gründlichen Analysen von Lignopure wissen wir, wo wir mit unseren Technologien der mechanischen Verfahrenstechnik ansetzen müssen, um dem Kunden Ligninpulver und -granulate in der gewünschten Qualität zu liefern“, so Dr. Antonio Fernández, Vorstandsvorsitzender der Hosokawa Alpine. Von den ersten Versuchen in den Technika in Augsburg und Leingarten über Pilotanlagen bis hin zum industriellen Scale-up: Das Maschinenbauunternehmen entwickelt den passenden Prozess für die Anforderungen der Auftraggeber und liefert im Anschluss die Anlagen für die industrielle Umsetzung.

www.hosokawa-alpine.com  
www.lignopure.de