

## Bewertung des technofunktionellen Potentials von Ölpresskuchen in texturierten Pflanzenproteinen (TVP)



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Technische Universität Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie FG Lebensmittelbiotechnologie und -prozessechnik Prof. Dr. Cornelia Rauh/Luise Lallinger
Industriegruppe(n):	Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovationen e.V. (GFPI), Bonn Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Johannes P. Schlebusch Mars GmbH, Verden
Laufzeit:	2021 – 2024
Zuwendungssumme:	€ 266.298,--

### Ausgangssituation

Einer der vielversprechendsten Ansätze zur Reduktion des Fleischkonsums im Sinne einer nachhaltigen und gesunden Ernährungsweise ist der Ersatz von tierischem Protein durch pflanzliches in Form von fleischanalogen Produkten. Zur Herstellung solcher Ersatzprodukte in Form von Hackfleischersatz oder auch Gulaschersatz (= Textured Vegetable Protein, kurz TVP) wird am häufigsten die thermoplastische Kochextrusion eingesetzt, die überwiegend Proteine aus Leguminosen und Getreide als Rohstoff verwendet. Proteine aus Ölsaaten, insbesondere aus Ölpresskuchen, spielen mit Ausnahme von Soja bisher eine untergeordnete Rolle bei der Herstellung von extrudierten Fleischersatzprodukten (TVP). Aufgrund ihrer Nährstoffzusammensetzung und ihrer Verfügbarkeit als Nebenprodukt haben sie jedoch ein erhebliches Potential als Rohstoff für die Fleischersatzproduktion. Um dieses Potential auszuschöpfen, fehlte jedoch bislang die Wissensbasis um geeignete Presskuchenvarianten und -konzentrationen sowie optimale Extrusionsbedingungen für die industrielle Anwendung zu identifizieren.

Aufgrund der komplexen Zusammensetzung der Ölpresskuchen werden bei ihrer Verwendung die Proteinzusammensetzung verändert und Lipide und Ballaststoffe in den Extrusionsprozess eingebracht. Die Veränderung der Ausgangsmatrix durch diese Komponenten sowie das Vorhandensein von sekundären Stoffwechselprodukten nehmen Einfluss auf Prozess und Produkt bzw. induzieren Veränderungen der Inhaltsstoffe. Die Möglichkeiten zur Einbringung von Ölpresskuchen in Fleischanaloga sind bislang noch nicht genügend untersucht; ihr Einsatz könnte wirtschaftlich interessant sein und das bestehende Angebot an Fleischalternativen ergänzen. Zur Bewertung dieses Einsatzpotentials fehlt bisher allerdings eine Wissensbasis über die Zusammenhänge von Rohmaterialeigenschaften, Prozess, Produkttextur und chemischer Veränderungen von Inhaltsstoffen, um Rückschlüsse über geeignete Presskuchenvarianten und -konzentrationen sowie Extrusionsbedingungen für die industrielle Applikation ziehen zu können.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, das Potential verschiedener Ölpresskuchen für den Einsatz in Fleischerersatzprodukten (TVPs) zu bewerten und Empfehlungen für Rezepturen, Prozessparameter und die Produktaufbereitung zu erarbeiten. Hierzu sollte eine Wissensbasis über den Einfluss der Presskuchenzugabe auf die Texturausbildung sowie den Grad der chemischen Veränderung in Abhängigkeit von Produktmerkmalen und Prozessgrößen geschaffen werden.

### **Forschungsergebnis**

---

Zunächst wurden 21 Ölpresskuchen aus Kokosnuss, Kürbiskern, Leinsaat, Mandel, Rapssaat, Sonnenblumenkern und Weizenkeim aus verschiedenen Ölmühlen detailliert analysiert. Die Presskuchen wiesen deutliche Unterschiede in ihren Restölgehalten (6 – 21%) auf, was auf die unterschiedlichen verwendeten Presssysteme und -bedingungen zurückzuführen ist. Auch die Zusammensetzung der fettfreien Trockenmasse variiert je nach Anbau und Sorte des Rohstoffs. Diese Unterschiede beeinflussen die Prozessierbarkeit der Presskuchenschmelze und somit die Struktur der resultierenden TVP. Insbesondere Kürbiskern-, Mandel- und Sonnenblumenkernpresskuchen zeichnen sich durch ein hohes Protein/Ballaststoffverhältnis aus, weshalb sie für die TVP-Extrusion besonders geeignet sind.

Um den reibungsverringenden Eigenschaften der Presskuchen entgegenzuwirken, wurde das bestehende Extrusionsequipment angepasst. Ein geeignetes Prozessfenster für die Herstellung von presskuchenangereicherten TVP im Technikumsmaßstab wurde identifiziert. Die optimalen Bedingungen umfassen eine hohe Drehzahl (450-500 rpm), eine Gehäusetemperatur von 145-160 °C, eine scherintensive Schneckenkonfiguration mit drei breiten Knetzonen, Massenströme von 9-13 kg/h und einen Wassergehalt von 14-22%. Versuche mit einem Modellsystem aus Proteinisolat, Öl und Faser zeigten, dass Ölgehalte den Energieeintrag senken und ab 5% nicht vollständig in TVP-Strukturen integriert werden können, während ein Fasergehalt von ca. 20% das arttypische Erscheinungsbild der TVP unterstützt und den Energieeintrag bei moderater Ölzugabe erhöht.

Basierend auf der Prozessführung des Modellsystems wurden TVP aus Mischungen von Erbsenproteinisolat mit 25 bis 100% Presskuchenanteil hergestellt. Um eine kontinuierliche Proteinmatrix zu erzeugen, sollte mindestens die Hälfte der Rohstoffmischung aus Protein bestehen. Der Restfettgehalt der Presskuchen ist dabei der limitierende Faktor für die Texturierung, die Art des Presskuchens hat einen geringeren Einfluss. Es wurde festgestellt, dass eine Kombination aus kovalenten und nicht-kovalenten Bindungen die Struktur der Texturate stabilisiert. Bei einigen Rohstoffen bilden sich intermolekulare Isopeptidbindungen aus.

Durch die Fett- und Ballaststoffgehalte senken Presskuchen die Expansion, Härte und Gummiartigkeit der TVP. Dadurch ist der Kauwiderstand der TVP geringer als der von Fleisch. Aus den TVP hergestellte Burger Pattys sind ebenfalls weniger fest als Vergleichsprodukte aus Fleisch, allerdings konnten bei Pattys auf Mandel-, Kürbiskern-, Raps- und Sonnenblumenkernbasis gute farbliche Übereinstimmungen mit der Referenz erzielt werden.

Im letzten Projektteil wurden die Effekte von Presskuchenanteil (Leinsaat, Sonnenblumenkern und Kürbiskern), Wassergehalt, Gehäusetemperatur und Durchsatz auf die Extrusion und die resultierenden Extrudate untersucht. Während der Extrusion werden flüchtige Fettoxydationsprodukte aus den Rohstoffen ausgetrieben und Röstaromen gebildet. Acrylamid und trans-Fette entstehen nur bei sehr hohen Linolensäuregehalten (Leinsaat) und niedrigem Wassergehalt. Im Wasser dispergierte Antioxidantien können die Acrylamidbildung ebenfalls verhindern. Niedrigere Gehäusetemperaturen (140 °C) kombiniert mit höheren Wassergehalten (15-20%) führen zu härteren, fleischähnlicheren Texturaten. Der Ersatz von mindestens 50% Proteinisolat durch Presskuchen erhöht dabei die texturale Ähnlichkeit mit Hackfleisch.

### **Wirtschaftliche Bedeutung**

---

Mit dem Wissen über die Zusammenhänge zwischen Presskuchenmerkmalen, Prozessbedingungen und Produkttextur wird Fleischersatzherstellern die Entwicklung neuer TVP-Produkte mit Presskuchenanteil erleichtert. Durch die Verwendung eines Reststoffes und die Einbringung von ungesättigten Fettsäuren, Ballaststoffen

und sekundären Pflanzeninhaltsstoffen trägt die Einbringung von Ölpresskuchen als neuer Rohstoff zu einer Erweiterung des Produktsortiments sowie zur ernährungsphysiologischen Aufwertung der Qualität von TVP-Produkten bei und kann somit die Wettbewerbsfähigkeit der Fleischersatzhersteller verbessern. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen könnten sich mit neuen Produkten auf dem Markt positionieren und sich gegenüber größeren Unternehmen abgrenzen.

Für Ölmühlen stellt der Einsatz der Presskuchen im Lebensmittel- statt im Futtermittelbereich eine wirtschaftlich interessante Wertsteigerung ihres Materials dar. Sowohl aus den eher in kleinen Ölmühlen lokal anfallenden (z.B. aus Kürbiskern und Leinsaat) als auch den im Industriemaßstab verfügbaren Ölpresskuchen (z.B. aus Sonnenblumenkern) wurden in den Technikumsversuchen TVP mit kommerziellen Fleischersatzprodukten vergleichbaren Charakteristika erzeugt. Im Rahmen des Projektes wurden Öl- und Proteingehalt als entscheidende Rohstoffparameter für den TVP-Einsatz identifiziert, sodass Ölmühlen auf dieser Grundlage künftig auch die Eignung ihrer Presskuchenchargen für die TVP-Herstellung bewerten können.

### **Publikationen (Auswahl)**

1. FEI-Schlussbericht 2024
2. Luise Lallinger, L. & Rauh, C.: Textured vegetable protein from flaxseed press cake and pea – syn-tonizing chemical and structural properties. *Future Foods*, 10, 100489, doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100489 (2024).

### **Weiteres Informationsmaterial**

Technische Universität Berlin  
Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie  
FG Lebensmittelbiotechnologie und -prozesstechnik  
Königin-Luise-Straße 22, 14195 Berlin  
Tel.: +49 30 314-71250  
Fax: +49 30 832-7663  
E-Mail: cornelia.rauh@tu-berlin.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079699-9  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

### **Förderhinweis**

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

Gefördert durch:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.