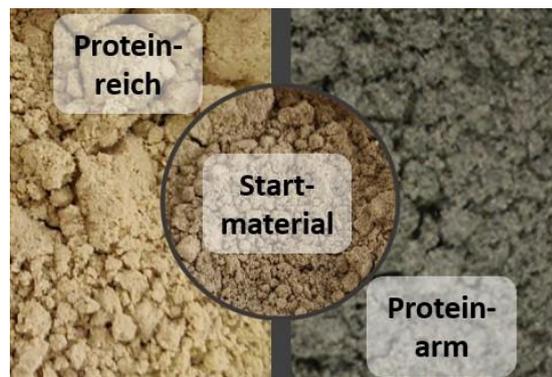


## Einsatz trockener Trennverfahren zur Herstellung von funktionellen proteinangereicherten Pulvern aus Hülsenfrüchten mit Fokus auf Vermahlung und triboelektrische Separationstechnologie



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück Dr. Volker Heinz/Dr. Volker Lammers  Technische Universität München School of Life Sciences Forschungsdepartment Life Science Engineering Professur Food Process Engineering Prof. Dr. Petra Först/Joshua Greiner
Industriegruppe(n):	Deutscher Verband Tiernahrung e.V. (VDT), Bonn Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft e. V. (VGMS), Berlin
Projektkoordinator:	Dipl.-Ing. Bertram Brenner Brenner Consulting, Augsburg
Laufzeit:	2023 – 2026
Zuwendungssumme:	€ 522.133,--

### **Forschungsziel**

Proteine sind Grundsteine der menschlichen Ernährung, die derzeit für die Lebensmittelproduktion hauptsächlich aus tierischen und in einem geringeren Maß aus pflanzlichen Quellen gewonnen werden. Allerdings steigt die Nachfrage nach hochfunktionellen, pflanzlichen Proteinen konstant, da diese in Umwelt-, Nachhaltigkeits- und Ethikaspekten deutlich nachhaltiger als tierische Proteine sind. Bei der Erzeugung pflanzlicher Proteine wird im Vergleich signifikant weniger Landfläche, Wasser und Energie verbraucht, als bei der Herstellung von tierischen Proteinen.

Die Qualität und die Funktionalität pflanzlicher Proteine ist abhängig von ihrer Zusammensetzung und Herkunft sowie dem angewandten Isolations- oder Konzentrationsverfahren. Zur Extraktion des wertgebenden Proteins werden bisher meist nasse Aufreinigungsverfahren verwendet. Durch die nasse Aufreinigung ist es möglich, Proteinisolate mit einer Reinheit von > 90 % herzustellen. Der Nachteil ist jedoch, dass der Prozess sehr energie- und ressourcenaufwändig ist und die Proteine durch die extremen pH-Bedingungen sowie durch den Trocknungsschritt denaturiert werden können, was ihre Funktionalität verändert. Trockene Verfahren, wie die Aufbereitung mittels Windsichtung, haben den Vorteil, dass der Energie- und Wasserverbrauch und somit auch die Verarbeitungskosten geringer sind als beim nassen Prozess. Allerdings hängt der Erfolg der bisherigen Technologien zur Trockenfraktionierung von der Partikelgröße und -dichte ab, wodurch die Reinheit der angereicherten Pulver limitiert ist.

Eine neuere Technologie zur trockenen Aufbereitung stellt die triboelektrische Trennung dar. Im Gegensatz zum Windsichtungsverfahren beruht das Trennprinzip nicht auf der Dichte der Partikel, sondern auf den unterschiedlichen Oberflächenladungen. Dabei laden die Partikel durch den triboelektrischen Effekt (Kontaktladung) und werden in einem elektrischen Feld voneinander getrennt, basierend auf den verschiedenen Oberflächenladungen von Proteinen, Ballaststoffen und Stärke; so werden ein proteinreiches und ein proteinarmes Pulver produziert.

Die technofunktionellen Eigenschaften der mit triboelektrischer Separation hergestellten Pulver wurden bisher erst wenig untersucht, jedoch liegt nahe, dass die Funktionalität der Proteine erhalten bleibt, da sie weder durch Chemikalien noch durch hohe Temperaturen geschädigt werden. Kommt es jedoch bei der triboelektrischen Separation zu einer Verschiebung von Proteinfractionen, würde dies vermutlich die technofunktionellen Eigenschaften der proteinreichen Pulver beeinflussen.

Im Labormaßstab werden Separatoren mit unterschiedlicher Bauweise bereits zu Forschungszwecken benutzt. So gibt es beispielsweise Freifallseparatoren mit vertikal angeordneten Elektroden. Die Partikel werden in einer vorgeschalteten Ladeinheit durch den triboelektrischen Effekt geladen und gelangen durch einen pneumatischen Luftstrom in die Separationseinheit, die aus zwei parallelen, vertikalen Elektroden besteht; an den Enden der Elektroden können die aufgetrennten Pulver gesammelt werden. Auch eine horizontale Bauweise ist möglich. Für diese Separatoren braucht man keine Ladeinheit. Die Partikel gelangen über einen Dosierer in den Separator, der aus zwei horizontalen Elektroden besteht, die parallel übereinander angeordnet sind. Im Spalt zwischen den Elektroden laden die Partikel durch Kollisionen und werden von den unterschiedlich geladenen Elektroden angezogen. Ein Band befördert die Partikel durch den Spalt zwischen den Elektroden zu den Enden des Separators, wo auf einer Seite das proteinarme und auf der anderen Seite das proteinreiche Pulver gewonnen wird.

Bisher ist diese Technologie im Lebensmittelbereich noch weitestgehend unerforscht und die Anwendbarkeit für industrielle Prozesse stark begrenzt. Daher soll in diesem Projekt ein besseres Verständnis für die Beziehung zwischen den Eigenschaften von Lebensmittelpulvern und ihrer Anwendbarkeit für die elektrostatische Separation gewonnen werden, damit diese Technologie in der Lebensmittelindustrie implementiert werden kann. Auch ein direkter Vergleich der Ergebnisse aus den unterschiedlich gebauten Separatoren soll helfen, den Prozess besser verstehen zu können.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Zusammenhänge der Pulvereigenschaften in Abhängigkeit der Vorbehandlung und Rohstoffcharakteristik und der Ausbeute bei der triboelektrischen Separation zu erschließen. Hierbei sollen verschiedene Mühlen und verschiedene Vermahlungsparameter getestet werden, um das Verhalten der Pulver mit verschiedenen Partikelgrößenverteilungen und Partikelformen zu charakterisieren. Auch die Bildung und das Aufbrechen von Partikelagglomeraten und die elektrische Ladung der Partikel, die stark mit der Ausbeute zusammenhängen, sollen untersucht werden.

### ***Wirtschaftliche Bedeutung***

Die triboelektrische Separation ist eine vielversprechende Technologie, die im industriellen Maßstab in der Mineralienverarbeitung und beim Recyclen von Plastik angewandt wird. Die Technologie wird bisher nicht kommerziell für Lebensmittel genutzt, jedoch wird in der Forschung bereits daran gearbeitet, den Prozess für die Verarbeitung von pulverförmigen pflanzlichen Rohstoffen anzupassen, da der Bedarf an pflanzlichen, hochfunktionellen Proteinen stetig steigt. Im Gegensatz zum konventionellen Nassprozess ist die Technologie deutlich energie- und kostenärmer, da keine Chemikalien und kein Wasser eingesetzt werden, wodurch ein Trocknungsschritt entfällt. Das Verfahren ist somit nachhaltiger und stellt eine gute Ergänzung oder Alternative zu anderen Trockenfraktionierungstechnologien dar. Da klassische Trockenfraktionierungsverfahren auf der Partikelgröße und -dichte basieren, die triboelektrische Separation jedoch von der Oberflächenladung der Partikel abhängig ist, kann eine Kombination aus Windsichtung und anschließender triboelektrischer Separation die Ausbeute und den Proteingehalt signifikant erhöhen.

Bezahlbare, funktionelle und nachhaltige Proteine aus pflanzlichen Quellen sind insbesondere für die rohstoffverarbeitenden Betriebe der Lebensmittelindustrie interessant. Darüber hinaus bietet die triboelektrische Separation insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) die Möglichkeit, sich mit innovativen Produkten durch maßgeschneiderte Proteine im Markt abzuheben. Für den Maschinenbau bietet diese Technologie die Chance, neue Anlagen entweder als Prozessalternative zu entwickeln oder diese in bereits vorhandene Anreicherungsprozesse zu integrieren, beispielsweise in Kombination mit einem Vermahlungs- und Sichtungsschritt. Hiermit könnten nasse Anreicherungsprozesse möglicherweise langfristig ersetzt und die Prozesskosten reduziert werden.

### Weiteres Informationsmaterial

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL)  
Prof.-von-Klitzing-Straße 7, 49610 Quakenbrück  
Tel.: +49 5431 183-232  
Fax: +49 5431 183-200  
E-Mail: v.heinz@dil-ev.de

Technische Universität München  
School of Life Sciences  
Forschungsdepartment Life Science Engineering  
Professur Food Process Engineering  
Weihenstephaner Berg 1, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-4205  
Fax: +49 8161 71-4384  
E-Mail: petra.foerst@tum.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:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



FORSCHUNGSKREIS  
DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.



INDUSTRIELLE  
GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

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 Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © L. Wockenfuß, Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL), Quakenbrück, 2022

Stand: 27. August 2025