

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Pl
für

Schlussbericht

Prozessentwicklung für pflanzliche Proteinquellen und Etablierung
neuer B2B-Beziehungen für das Lebensmittelhandwerk

Kurztitel: ProHand

Förderkennzeichen: 281A402617

Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2020 - 31.12.2022

Kooperationspartner	Ansprechpartner / Kontakt
Food-Processing Initiative e.V. Ritterstr. 19 33602 Bielefeld	Dipl. Volkswirt Norbert Reichl E-Mail: norbert.reichl@foodprocessing.de
Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik Osterfelder Str. 3 46047 Oberhausen	Dipl.-Ing. Josef Robert E-Mail: josef.robert@umsicht.fraunhofer.de Dipl.-Ing. Antje van Gemmern E-Mail: antje.van.gemmern@umsicht.fraunhofer.de
Berief Food GmbH Lebensweg 1 59269 Beckum	Christian Klopp E-Mail: christian.klopp@berief-food.de
Bäckerei-Konditorei Hecker Beelener Straße 9 59302 Oelde	Sebastian Hecker E-Mail: sebastian.hecker@gmx.de

Oelde, den 30.06.2023

Inhalt

1	Kurzdarstellung	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Ablauf des Vorhabens	3
1.3	Erzielte Ergebnisse	4
2	Eingehende Darstellung	5
2.1	Durchgeführte Arbeiten / Arbeitspakete	5
2.2	Zahlenmäßiger Nachweis	17
2.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit	17
2.4	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	17
2.5	Fortschritte auf dem Gebiet des Projekts bei anderen Stellen	17
2.6	Veröffentlichungen der Ergebnisse	18

1 Kurzdarstellung

1.1 Aufgabenstellung

Das Projekt ProHand zielte auf die wirtschaftliche Erschließung von neuen und alternativen pflanzlichen Rohstoff- und Proteinquellen als Zwischenprodukt für Lebensmittel sowie die Weiterentwicklung von bestehenden Produktionslinien ab. Das Ziel war, den handwerklichen Bäckereien durch diese Zwischenprodukte regional neue Rohstoffe bereitzustellen und neue Zugangsmöglichkeiten zu bestehenden Rohstoffströmen zu eröffnen. Neue Absatzwege für bestimmte Rohstoffe sollten geschaffen werden.

Die betrachteten Rohstoffe lagen in unterschiedlichen Entwicklungsebenen vor – von grundsätzlich vorhanden bzw. als Zwischenprodukt vorliegend und verfügbar, über Vorliegen kleiner Mustermengen bis hin zu noch nicht entwickelt. Bislang werden diese Proteinquellen für die menschliche Ernährung kaum genutzt. Notwendige Behandlungs- und Trocknungsschritte waren noch zu entwickeln.

1.2 Ablauf des Vorhabens

Rohstoffe: Die zu untersuchenden Rohstoffe für die Bäckereien wurden in drei Entwicklungsebenen eingegliedert:

Erste Ebene: Produkte aus Soja (aus europäischem Anbau), Hafer, Dinkel, Mandel, Reis, Kokosnuss. Diese Rohstoffe sind grundsätzlich vorhanden; bedarfsgerechte Aufbereitung war zu entwickeln. Basierend auf diesen Rohstoffen waren zwei Produktlinien nutzbar: zunächst das Flüssigextrakt (Base), das als Rohstoff für die Drink-Produktion hergestellt wird und in modifizierter Form auch für Lebensmittelanwendungen eine Basis darstellen könnte; dann der Trester, der als Nebenprodukt der Drink-Produktion anfällt und bisher nur als Futtermittel verwendet wird. Der Fokus lag nach den ersten Analysen und Testreihen bei Kokosnuss, Hafer und Mandel.

Zweite Ebene: Die Rohstoffe waren grundsätzlich vorhanden und müssen hinsichtlich der Proteine erheblich aufgeschlossen und konzentriert werden. Erste Muster von Proteinkonzentraten konnten hergestellt werden. In ProHand erfolgte eine Weiterentwicklung mit Fokus auf Spinat, Dinkelgras und Erbse.

Dritte Ebene: Hier war die Rohstoffbasis beschränkt. Insbesondere in der Wasserlinse und Alge wird ein zukünftiges Potential gesehen. Wasserlinsen waren noch nicht zugelassen, bieten aber diverse Möglichkeiten; erste Anwendungserfahrungen mit Algen konnten im Projekt gemacht werden.

Es konnten Verfahren (Presse, Hochdruckaufschluss, Ultraschallaufschluss, Hochdruckkonzentration, Niedertemperaturtrocknung) erprobt werden, die zuvor in Zusammenhang mit der Proteingewinnung noch nicht etabliert waren. Hierbei

hat sich die Kombination aus mechanischer Trenntechnik, Hochdruckaufschluss bzw. Ultraschall als besonders effizient erwiesen.

Auch mussten Schritte zur Entfernung unerwünschter Stoffe (z. B. Bitterstoffe) und Konzentrationsschritte zur Proteinerhöhung betrachtet werden.

Einsatz im Handwerk: Die aufbereiteten Rohstoffe wurden in der Bäckerei Hecker für verschiedenste Produkte (Brot, Backwaren, Snack-Waren) getestet. So können die Proteine auch als Zusatz- oder Ersatzstoff für Fleisch oder Kohlenhydrate eingesetzt werden, um vegetarische bzw. vegane Produkte anbieten zu können. Sowohl Rohstoffe als auch Produkte wurden durch die verschiedenen Partner analysiert und bewertet (Sensorik, Nährwerte, Kennzeichnung).

Vermarktung/Vernetzung: Durch ProHand konnte die Nutzbarkeit der Rohstoffe als Proteinquelle verbessert werden, sodass die Markteintrittsbarrieren reduziert wurden. Dazu gehört:

1. **Wirtschaftliche** Erzeugung eines verarbeitbaren Zwischenprodukts (Ebene 1)
2. Die Qualität des Zwischenprodukts hinsichtlich Proteingehalt und Geschmack wurde verbessert (Ebene 2)
3. Erste Musterprodukte konnten getestet werden (Ebene 3)

Durch die praktischen Erfahrungen der Bäckerei Hecker, durch das von der Food-Processing Initiative e. V. bereitgestellte Netzwerk sowie durch Fachvorträge auf weiteren Plattformen konnten erste Konzepte weiteren Bäckereien zur Verfügung gestellt werden.

1.3 Erzielte Ergebnisse

Die Bereitstellung neuer regionaler Rohstoffe aus der Lebensmittelverarbeitung für Bäckereien ist möglich und sinnvoll. Für Bäckereien werden dadurch neue Zugangsmöglichkeiten zu bestehenden Rohstoffströmen eröffnet. Neue Absatzwege für bestimmte Rohstoffe können geschaffen werden. Der Einsatz der untersuchten Produkte im Bereich Brot, Backwaren und anderer Frischprodukte ist möglich und bietet bei einigen Produkten, wie unsere Musterproduktionen gezeigt haben einen qualitativen Mehrwert. Die weitere Behandlung und Trocknung der Restströme und Nebenströme aus der Lebensmittelverarbeitung ist dabei in vielen Fällen erforderlich. Die somit unter den jeweiligen Bedingungen resultierenden Kosten sind bei möglicher Einsatzabschätzung zu berücksichtigen. Durch die genannten Netzwerke konnten die Ergebnisse gezielt in weitere Kreise gestreut werden.

2 Eingehende Darstellung

2.1 Durchgeführte Arbeiten / Arbeitspakete

AP 0 (Industrielle Forschung): Projektkoordination

Fraunhofer UMSICHT hat die Koordination für die gesamte Laufzeit übernommen und stand dem Projektträger als Ansprechpartner zur Verfügung. Der zeitliche Rahmen der Arbeiten wurde abgestimmt und Projekttreffen zum Datenaustausch und zur Planung der experimentellen Arbeiten organisiert. Hecker hat mit Fraunhofer UMSICHT und den Partnern einen intensiven, bilateralen Austausch gepflegt, um die Arbeiten kontinuierlich weiterzuführen. Zu Projektbeginn wurden die Treffen vor Ort bei Berief Food GmbH organisiert. Während der Corona-Pandemie wurde auf Videokonferenzen umgestellt.

AP 1 (Experimentelle Entwicklung): Organisation der Rohstoffe

Um die Prozessentwicklung für die anvisierten Rohstoffe gewährleisten zu können, mussten die Rohstoffe aller Entwicklungsebenen über die gesamte Projektdauer frisch oder im Wesentlichen in getrockneter Form bereitgestellt werden. Dies erfolgte während der gesamten Projektlaufzeit in Zusammenarbeit von Berief und Fraunhofer UMSICHT, sodass immer entsprechende Mengen für die Backversuche bei Hecker zur Verfügung standen.

AP 1.1: Rohstoffe der Entwicklungsebenen 1, 2 und 3

Entwicklungsebene 1:

Zunächst wurde gemeinsam mit der Firma Berief ein Konzept hinsichtlich hygienischer und stofflicher Verwertbarkeit im Lebensmittelbereich entwickelt und umgesetzt, mit dem die Rohstoffe der Entwicklungsebene 1 nach der jeweiligen Verarbeitung möglichen für die Bäckerei Hecker bereitgestellt werden konnte.

Zunächst erfolgte die Festlegung auf die drei Rohstoffe Hafer, Mandel und Kokosnuss. Produkte aus Dinkel, Reis und Soja wurden im weiteren Projektverlauf nur noch beschränkt berücksichtigt. Mit dem Trester aus Hafer, Mandel und Kokosnuss wurden die besten Ergebnisse hinsichtlich einer Verwertbarkeit im Backhandwerk erzielt. Die Analysen der Trester ergaben die gleiche Priorisierung.

Entwicklungsebenen 2 und 3:

Zu Beginn des Projekts wurden alle genannten Rohstoffe der Entwicklungsebenen 2 und 3 als gleichwertig betrachtet. Nach mehreren Versuchen zum Aufschluss der Proteinfraction dieser Rohstoffe (s. AP3) erfolgte eine Reduzierung der Rohstoffe auf die jeweils Vielversprechendsten, d. h. auf die Rohstoffe Weizengras, Spinat

und Erbse bzw. Lupine hinsichtlich der Entwicklungsebene 2 sowie die Festlegung auf Algen hinsichtlich der Entwicklungsebene 3.

Die Rohstoffe Spinat und Erbse wurden über Kooperationspartner von Fraunhofer UMSICHT bezogen. Die entsprechenden Mengen wurden unmittelbar nach der Ernte verarbeitet und eingefroren. Die Aufzucht und Bereitstellung von Weizen- und Dinkelgras und deren Weiterverarbeitung erfolgte durch Fraunhofer UMSICHT. Die Bäckerei Hecker hat auch hier erste Anwendungsversuche gemacht.

In der Entwicklungsebene 3 wurden auch Wasserlinsen in die Untersuchungen einbezogen. Zunächst waren sie noch nicht als Lebensmittel zugelassen. Die Zulassung für die EU für die Wasserlinsenarten *Wolffia globosa* und *Wolffia arrhiza* als neuartiges Lebensmittel erfolgte im Dezember 2021. Damit könnte die Wasserlinse für zukünftige Projekte von Interesse sein.

AP 2 (Experimentelle Entwicklung): Prozessoptimierung und -entwicklung der Ebene 1

Im AP 2 wurden die Prozesse der Entwicklungsebenen 1 bis 3 insoweit weiterentwickelt, dass verwertbare Zwischenprodukte erzeugt werden konnten.

AP 2.1: Prozessentwicklung Entwicklungsebene 1

AP 2.1.1: Prozessentwicklung Base EW1

Im Rahmen der üblichen Herstellung wurde bei Berief aus den jeweiligen Rohstoffen eine Base (protein-/kohlenhydratreiche flüssige Fraktion) erzeugt, die normalerweise zu diversen Endprodukten weiterverarbeitet wird. Dazu wurden bestehende Anlagen von Berief genutzt und Membrananlagen von Fraunhofer UMSICHT zur Konzentrierung eingesetzt. Insgesamt erwies sich die Weiterverarbeitung dieser Produkte für das Bäckerhandwerk und die für Berief dahinterstehende Logistik als zu komplex. Daher wurde dieser Weg nicht weiterverfolgt.

AP 2.1.2: Prozessentwicklung Trester

Als Nebenprodukt der Base-Herstellung fällt der Trester der ausgewaschenen Rohstoffe in Lebensmittelqualität an. Er besteht überwiegend aus Ballaststoffen und Proteinen und wird aktuell als Futtermittel verkauft. Durch das Umsatzwachstum der Berief Food GmbH ist diese Menge während der Projektlaufzeit noch weiter gestiegen, sodass genügend Trester für eine Verwertung zur Verfügung stehen. In ProHand wurde ein Produktionskonzept entwickelt und erprobt, um den Trester zu behandeln und mit einem neuartigen Verfahren zu trocknen. Die verschiedenen Formen des Tresters wurden auch in der Bäckerei erprobt.

AP 2.2: Musterproduktion

Die Musterproduktion der jeweiligen Fraktionen Base-Konzentrate und Trester erfolgte je nach Bedarf in Abstimmung mit den Projektpartnern. Der Mandeltrester stellte aufgrund seines verbleibenden Ölanteils eine besondere Herausforderung dar, wodurch eine Trocknung erschwert wurde.

Die Entwicklung der Prozesse der Entwicklungsebenen 1 bis 3 wurde während der gesamten Projektlaufzeit durch die Bäckerei Hecker unterstützt. Bei einer Vielzahl von Vorortbesuchen konnten die jeweiligen Erfahrungen hinsichtlich der Verarbeitung der Produkte und die sich ergebenden Produkteigenschaften besprochen werden. In der Bäckerei Hecker konnte die direkte Anwendung im Handwerksbetrieb durch entsprechende Testreihen erprobt werden.

AP 3 (Experimentelle Entwicklung): Prozessentwicklung Entwicklungsebenen 2 und 3

AP 3.1: Aufschluss

Die untersuchten Grünpflanzen enthalten wasserlösliche und wasserunlösliche Proteine. Viele wasserlösliche Proteine sind an der Photosynthese beteiligt. Die Photosynthese geschieht in den Chloroplasten der Mesophyllzellen grüner Blätter von Spinat, Weizengras usw. Für den Import von Präproteinen in die Chloroplasten und die Mitochondrien existiert eine Vielzahl von Transportproteinen. Die Pflanzenzellen und Chloroplasten wurden aufgeschlossen, um die löslichen Proteine in den Pflanzensaft zu überführen.

Hohe Gehalte an unverdaulichen Ballaststoffen, antinutritiven Substanzen wie Saponine und phenolischen Verbindungen können jedoch den Ernährungswert mindern und einen unattraktiven, grasartigen Geschmack und Geruch bewirken. Eine direkte Nutzung von Blattproteinen als Lebensmittel ist daher nur bedingt möglich. Ansätze zur Gewinnung verzehrsgeeigneter Blattproteinkonzentrate wurden daher durch thermische oder säurebasierte Präzipitation aus ausgepressten und filtrierten Blattsäften untersucht.

Die Rohstoffe der Entwicklungsebenen 2 und 3 – Weizengras, Erbse, Spinat, Algen und Wasserlinsen – wurden mit einem Hochdruckverfahren (bis zu 2000 bar) und mit einer innovativen Ultraschalleinheit aufgeschlossen. Kavitationseffekte wie auch Scherung und Aufprall zerstören die Zellmembranen und erlauben so einen Zugriff auf die darin enthaltenen Proteine. Geeignete Prozessparameter wurden mit den Anlagen von Fraunhofer UMSICHT im halbtechnischen Maßstab ermittelt. Zu variierende Prozessparameter waren: Temperatur, zugegebene Wassermenge, Verweilzeit, gegebenenfalls pH-Wert, Amplitude und Frequenz der Ultraschalleinheit sowie weitere relevante Parameter, die im Rahmen der Untersuchungen identifiziert wurden. Das Hochdruckverfahren lieferte dabei ein unterschiedliches Aufschlussbild im Vergleich zum Ultraschall.

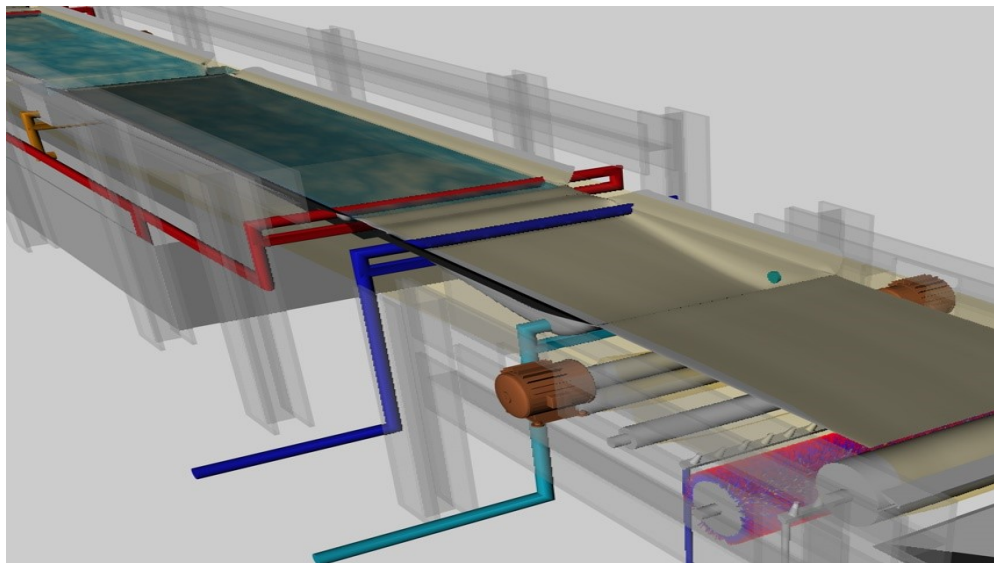
AP 3.2: Konzentrierung

Die überwiegend grünen Flüssigkeiten aus AP 3.1 konnten durch Fraunhofer UMSICHT mit verschiedenen Membranen gleichzeitig konzentriert und hinsichtlich des Gehaltes an unerwünschten Nebenstoffen abgereichert werden. Es gelang, die gewünschte Flüssigfraktion um den Faktor 5 zu konzentrieren. Membranen mit der Trenngrenze 20.000 Dalton waren dabei besonders geeignet. Da bei der Erzeugung und Behandlung der Presssäfte ein Lufteintrag erfolgt und im Presssaft zahlreiche Enzyme aktiv sind, die eine negative Veränderung des Produkts verursachen, muss die Verarbeitung sehr schnell erfolgen. Hier sind Konzepte zur direkten Konzentrierung nach der Pressung mit relativ kurzen Verweilzeiten im Membransystem entwickelt und erprobt worden. Es hat sich gezeigt, dass neben stofflichen Zusätzen eine schnelle Filtration der wichtigste Schritt ist.

AP 3.3: Trocknung

Die Trocknung der Konzentrate (s. AP 3.2) und Trester erfolgte auf Walzentrocknern und einem neuartigen Bandtrocknungssystem (s. Abbildung 1). Hinsichtlich der Betriebskosten und des Energieaufwands hatte der Bandtrockner deutliche Vorteile, sodass er den Schwerpunkt der Versuchsreihen darstellte.

Abbildung 1: Bandtrocknungssystem



Die Ergebnisse waren sehr unterschiedlich. Während Sojaokara, Hafer- und Kokosnusstrester, Algen und Weizengras ein gutes Trocknungsergebnis ermöglichten, bereitete die Trocknung von Mandeltrester und Spinatextrakten Probleme. Im Mandeltrester bildete sich eine schmelzende Ölfraktion. Die Spinatfraktionen hafteten zum Teil sehr stark auf der umlaufenden Trocknungsfolie.

Der Trockner wird mit heißem Wasser mit einer Vorlauftemperatur von 60 bis 95 °C betrieben und liefert ein staubarmes Produkt, das schonend getrocknet eine gute Löslichkeit zeigt. Durch die niedrige Vorlauftemperatur kann er, soweit vorhanden, mit Restwärme, Solarthermie oder Wärmepumpen betrieben werden.

	
Abbildung 2: Sojaokara vom Bandtrockner	Abbildung 3: Sojaokara mit 95 % TS vom Bandtrockner

AP 3.4: Musterherstellung

In Absprache mit dem Verbundpartner wurden Musterprodukte als Paste oder Pulver aus den Rohstoffen der Entwicklungsebenen 2 und 3 hergestellt, um diese in AP 4 weiterzuverarbeiten. Nach entsprechender Eingrenzung der Ausgangsrohstoffe wurden ausreichende Mengen für die Entwicklungsebenen 2 und 3 bereitgestellt und der Übergang zu AP 4 konnte erfolgen.

AP 4 (Industrielle Forschung): Testen der Verarbeitbarkeit der hergestellten Zwischenprodukte

AP 4.1: Verarbeitung in Fleisch-Ersatzprodukten; entfiel durch den Ausfall des Partners UKFs

AP 4.2: Verarbeitung in Backprodukten

In diesem Arbeitspaket wurden die unterschiedlichen Musterprodukte auf ihre Verarbeitbarkeit hinsichtlich ihres Einsatzes in Bäckereiprodukten getestet. Der Schwerpunkt dieses Arbeitspakets lag bei Fraunhofer UMSICHT und der Bäckerei Hecker, die neben Backwaren auch Frischeprodukte entwickelte. Es wurde geprüft, welche Einflüsse die neuen Rohstoffe auf die Verarbeitung, Haltbarkeit sowie Nährstoffprofile (insbesondere Proteine und Ballaststoffgehalte) haben.



In der Bäckerei Hecker wurden in Zusammenarbeit mit Fraunhofer UMSICHT zahlreiche Musterprodukte in praktischen Anwendungsversuchen hinsichtlich ihrer Verarbeitbarkeit überprüft. In den Testreihen waren die neuen Rohstoffe

SCHLUSSBERICHT ProHand

getrocknet, gefroren lange haltbar, portioniert entnehmbar oder wurden als gekühlte Rohware schnell verarbeitet. Diese Rohstoffe bildeten eine Basis für den Einsatz in den folgenden drei Bereichen:

1. Brotwaren
2. Gebäck
3. Sonstige frische Produkte

Die Verarbeitung der Zwischenprodukte aus den verschiedenen Trestern in Backprodukten wurde eingehend untersucht und Nutzungslinien entwickelt. Dabei lieferte die Mitverarbeitung von Soja-, Hafer-, Mandel- und Kokosnussfraktionen interessante Produkte. So ist ein sinnvoller Einsatz der nachbehandelten Tresterfraktionen in diversen Backwaren möglich. Von Sojabrot und Haferbrot über Kuchenboden bis zum Nussriegel eröffnet sich als Ergebnis der bisherigen Entwicklung ein weites Anwendungsfeld mit sensorisch interessanten Resultaten. Sojaokara und Hafertrester ergeben eine gute Basis für den Einsatz in diversen Brotwaren. Trester aus Mandel, Hafer und Kokosnuss bildeten einen sehr interessanten Grundstoff für den Einsatz in verschiedenen Gebäck- und Kuchenprodukten. Neue Produkte aus Grünpflanzen können als Füllung, Brotbelag oder als Ei-Ersatz in verschiedenen klassischen Rezepturen dienen (zum Beispiel in Muffins). In der Bäckerei Hecker wurden diverse Rezepturen entwickelt, die die konkrete Weiterentwicklung ermöglichen.

	
Abbildung 4: Dinkelhaferbrot mit Hafertrester	Abbildung 5: Erbsenbrot

Beispiele für Gebäck:

SCHLUSSBERICHT ProHand

		
Abbildung 6: Mandelkuchen auf Basis von Mandelpressresten	Abbildung 7: Zweischichtboden mit hohem Anteil an Mandel- und Hafertrester	Abbildung 8: Kuchenboden mit hohem Anteil an Mandel- und Hafertrester

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht über mögliche Einsatzbereiche und Eignung.

Rohstoff	Einsatzbereich	Bewertung
Sojaokara	Brot	bringt Fülle und Frische ins Brot
Hafertrester	Gebäck, Riegel, Brot	gute Gebäckbasis
Kokosnusstrester	Gebäck, Riegel	gute Gebäckbasis
Mandeltrester	Gebäck, Riegel	gute Gebäckbasis mit natürlichem Eigenaroma
Erbsen/Lupine	Brot, Snackprodukte	bringt Fülle und Frische ins Brot
Dinkel-/Weizengrasproteine	Brotaufstrich, Snackprodukte	gesunde Aufstrichbasis
Algen	ungewöhnliche Produkte	interessante Snackbasis

Tabelle 1: Einsatzbereiche und Bewertung der Trester

Die Produkte sind jeweils vorzubehandeln. Dieses umfasst in der Regel den Aufschluss, die mechanische Entwässerung und die Trocknung.

AP 5 (Experimentelle Entwicklung): Wirtschaftlichkeitsanalyse der Prozesse

Auf Basis der Ergebnisse der AP 2 bis 4 erfolgte eine Abschätzung der Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der entwickelten Ansätze, wie nachfolgend beschrieben.

Frische Produkte:

Die erste Variante ist die Verarbeitung der frischen Produkte. Diese müssten in einen geeigneten Behälter verpackt, unmittelbar transportiert und verarbeitet werden. Dafür geeignet sind regionale handwerkliche Verarbeiter im unmittelbaren Umfeld der Firma. Vorteil ist, dass keine weiteren Zwischenschritte erforderlich sind und das Produkt direkt weiterverarbeitet wird. Auf Grund der hohen Produktrestfeuchte müssten diese Produkte sehr schnell gekühlt und verarbeitet werden – möglichst innerhalb eines Tages. Durch diese notwendige hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit ergeben sich Nachteile: Da die Produkte nicht kontinuierlich produziert werden, müsste eine sehr genaue logistische und produktionsplanungstechnische Abstimmung erfolgen. Verzögerungen oder Verschiebungen machen diese Variante nicht praktikabel.

Gefrorene Produkte:

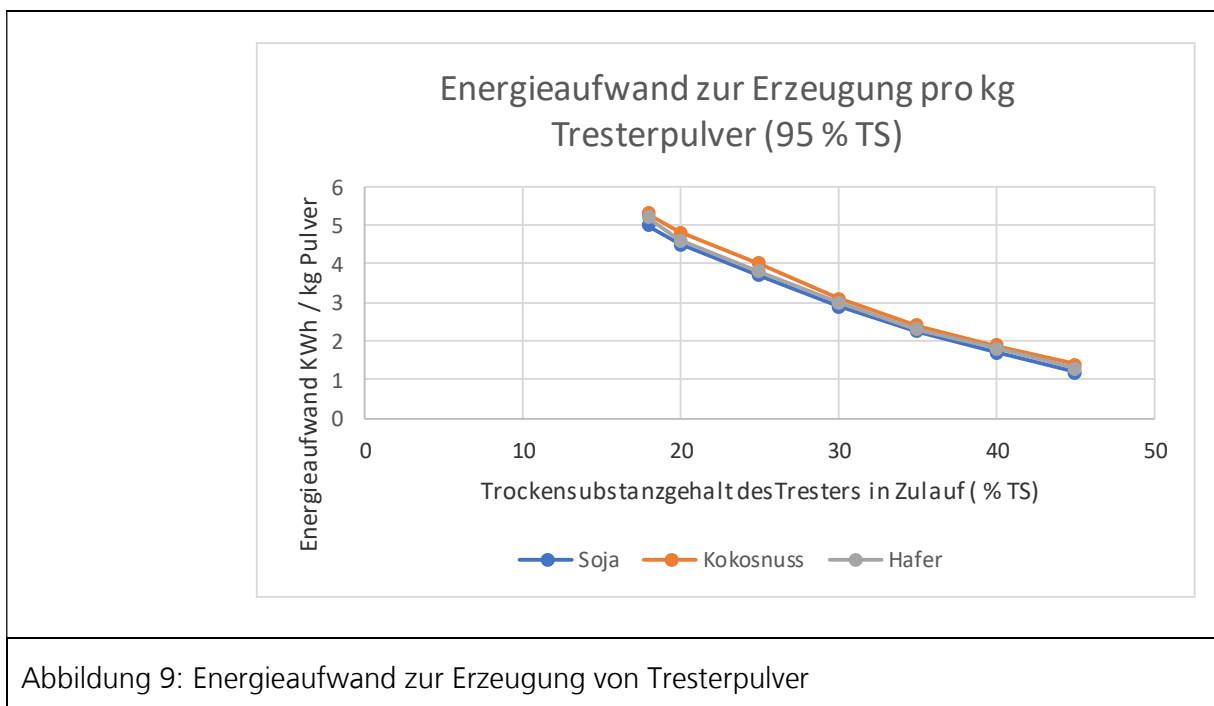
Die zweite Variante ist die Verwendung von gefrorenen Produkten. Der Vorteil hierbei ist, dass der zeitliche Druck hinsichtlich der Verarbeitung der Produkte deutlich geringer ist. Durch das Einfrieren werden das Keimwachstum und enzymatische Prozesse gestoppt. Die Produkte können dann zu einem geeigneten Zeitpunkt beim Handwerk weiterverarbeitet werden. Es ist kein weiterer Trocknungsschritt erforderlich. Je nach Anwendung im Betrieb ist auch keine weitere Wasserzugabe nötig. Den somit nicht anfallenden Trocknungskosten bzw. der nicht notwendigen Trocknungsenergie steht allerdings die Energie zum Einfrieren sowie die damit verbundene Logistik wie geeignete Verpackungen, Tiefkühl-Transport sowie Tiefkühl-Lagerung beim Handwerk gegenüber. Ein weiterer praktischer Aspekt sind die unterschiedlichen Portionsgrößen: Da sich die Portionen wahrscheinlich nur blockweise auftauen lassen, müssten gegebenenfalls Reste verworfen oder Rezepturen an Einfriergrößen angepasst werden.

Pulverförmige Produkte:

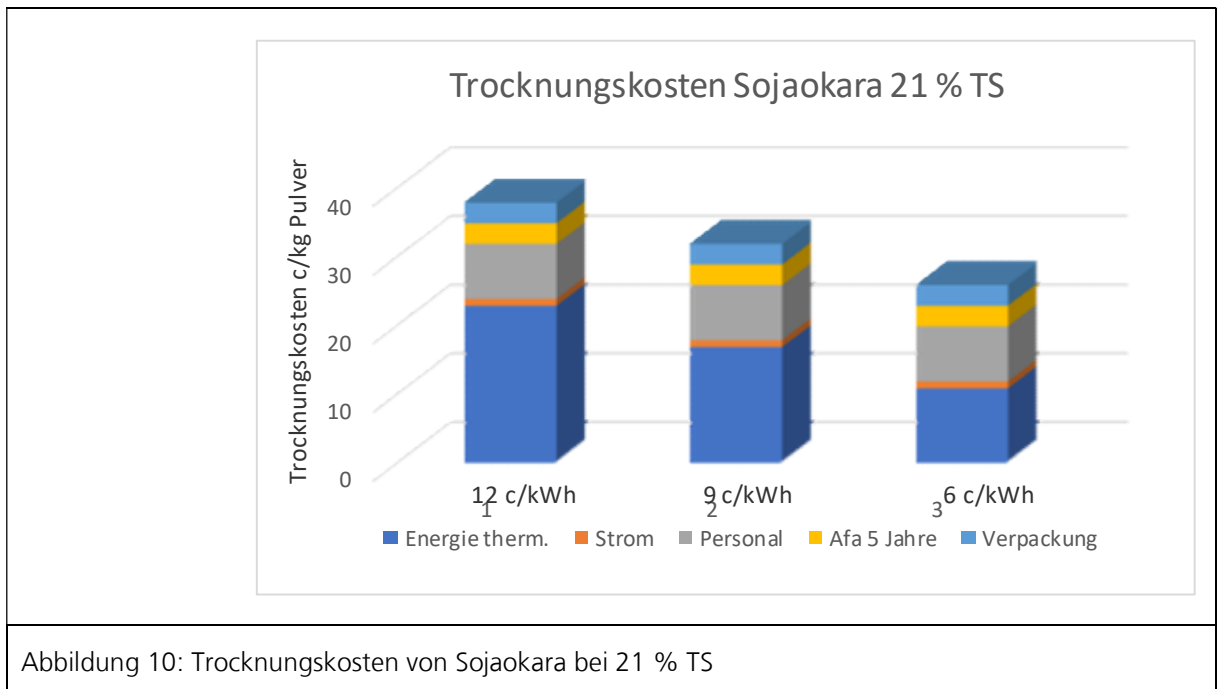
In ProHand erweist sich die dritte Variante zur Verarbeitung als Pulver als besonders geeignet. Dazu wird zur Verarbeitung ein Trocknungsschritt eingeführt. Es entstehen dabei zwar Trocknungskosten und ein weiterer Energieverbrauch, allerdings wird andererseits der Aufwand an Lager- und Transportkosten (Volumen und Energie) erheblich reduziert. Durch die Wahl eines besonders schonenden Verfahrens können die Trocknungskosten niedrig gehalten werden und die Produkte, insbesondere die Proteine, werden thermisch gering belastet. Der Trockner sollte direkt vor Ort oder im regionalen Umfeld installiert werden. Bei einer Trockenmasse von ca. 95 % wird eine geringe Wasseraktivität (niedriger aw-Wert) erreicht, sodass das Produkt bei Raumtemperatur in geeigneter Verpackung über einen längeren Zeitraum mikrobiell und sensorisch stabil ist. Neben den vereinfachten Lagerbedingungen für das Handwerk ist das Produkt praktischer und

individuell zu portionieren. Da in bestimmten Bereichen eher „trockene“ bzw. wasserarme Zutaten gefragt sind, z. B. bei Mürbeteig oder Riegel-Rezepturen, tragen die pulverförmigen Produkte dazu bei, dass keine weiteren zusätzlichen Trocknungskosten (verlängerte Backzeiten) entstehen und Trocknungszeiten reduziert werden können. So entsteht für das regionale Handwerk ein praktischer Zugang zu den Produkten und damit eine Möglichkeit, die ernährungsphysiologisch wertvollen Nebenprodukte in die Verarbeitung zu integrieren.

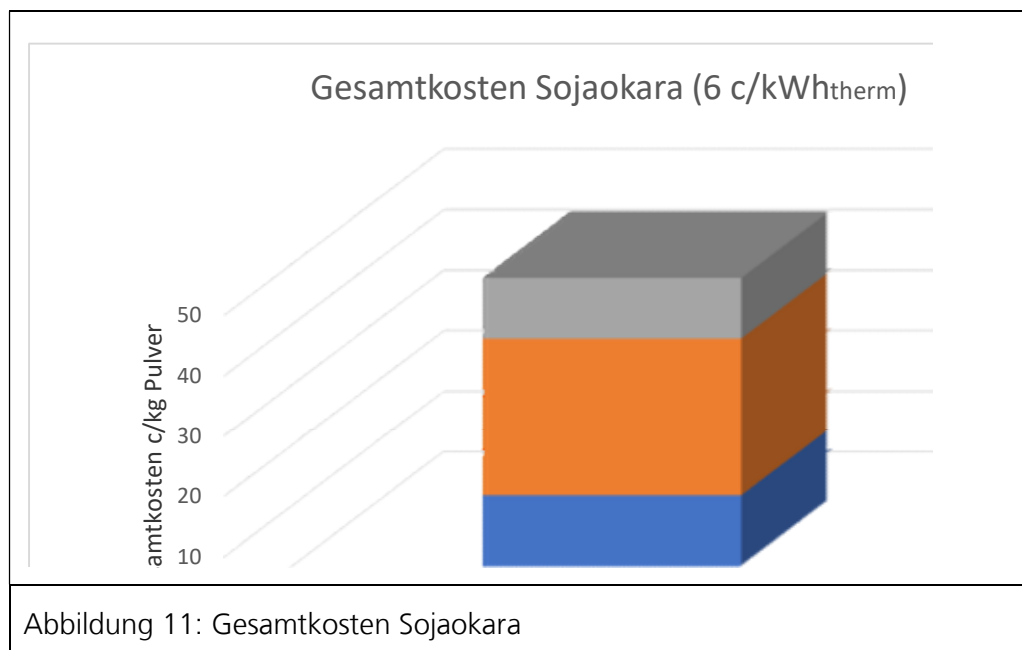
Für die jeweiligen Nebenprodukte und neuen Rohstoffe ist der Energieaufwand der Trocknung in Abhängigkeit vom Restfeuchtegehalt der jeweiligen Produkte bestimmt worden. In Abbildung 9 ist der Zusammenhang für drei Nebenströme zu erkennen. Der Energieaufwand ist stark abhängig vom Trockensubstanzgehalt des zu verarbeitenden Produkts. Der Trockensubstanzgehalt hängt dabei von der jeweiligen zum Einsatz kommenden Verarbeitungstechnik der Nebenprodukte ab. Es ist vorteilhaft, die Trester durch Aufschluss und mechanische Trennung möglichst weit zu entwässern.



Auf Basis dieser Ergebnisse konnten dann ausgehend von einem Produkt mit einem bestimmten Trockensubstanzgehalt die Trocknungskosten ermittelt werden, wobei die Energiekosten von zentraler Bedeutung sind.



Zu den Trocknungskosten kommen noch Logistik- und Rohstoffkosten. Die Rohstoffkosten basieren auf aktuellen Erlösen, die sich aus der Verwertung im Futterbereich ohne weitere Behandlung ergeben. In Abbildung 11 sind die Gesamtkosten beispielhaft dargestellt für Sojaokara, das mit 21 % TS in die Trocknung gelangt und bei Wärmekosten von 6 C/kWh_{therm} Gesamtkosten von ca. 0,48 € pro kg Pulver verursachen.



Preisabschätzung und Einsatzmöglichkeiten ergeben dann für die Trester folgende Einordnung hinsichtlich des wirtschaftlichen Potentials:

Mandeltrester > Kokosnusstrester > Hafertrester > Sojaokara > Reistrester

Die aus Erbse, Lupine, Spinat, Dinkelgras, Algen und Wasserlinsen gewonnenen Produkte können zukünftig an Bedeutung gewinnen. Sie sind heute nur bedingt verfügbar. Interessante Verwertungswege in der Vielfalt der Brot-, Gebäck- und Snackprodukte konnten beschrieben werden.

Für den Anwender des neuen Produkts bzw. den Bäcker müssen die Kosten des Tresters (inklusive zusätzlicher Verarbeitungs- und Vertriebschritte) versus Kosten für das zu ersetzende Produkt betrachtet werden.

Neben den wirtschaftlichen Faktoren bieten die Produkte zusätzliche Vorteile wie einen neuen „Unique Selling Point“ (USP), wodurch neue Aufmerksamkeit beim Kunden generiert und die Kundenbindung an den handwerklichen, regionalen Bäcker gefördert werden kann. Die Produkte bieten zudem Vorteile in der Ernährung in Hinblick auf Nährstoffe, den Bedarf an vegetarischen bzw. veganen Produkten sowie Vorteile in der CO₂-Bilanz gegenüber tierischen Produkten.

AP 6 (Industrielle Forschung): B2B-Konzept für die neuen Zwischenprodukte

Erste Schritte zur Ermittlung der Vertriebswege von oben beschriebenen Produkten für bestehende und für denkbare neue Strukturen wurden unternommen.

Trends wie alternative Proteinquellen und Rohstoffe aus pflanzlichen Produkten haben sich verstärkt. Die hohe Aufmerksamkeit der Konsumenten zu den Themen Nachhaltigkeit und Gesundheit führte dazu, dass Unternehmen der Lebensmittelwirtschaft sich im letzten Jahr intensiv mit der Erweiterung ihres Portfolios hin zu pflanzenbasierten Produkten oder Produkten mit einem gesundheitlichen Zusatznutzen befasst haben. Das zeigt sich deutlich bei den Angeboten im Bereich der pflanzenbasierten Alternativen wie Fleisch, Fisch und Molkereiprodukte.

Die sich bereits im letzten Jahr abzeichnende Verteuerung der Rohstoffe hat sich sowohl bestätigt als auch durch den Krieg in der Ukraine verstärkt. Das spüren nicht nur Lebensmittelverarbeiter aus dem industriellen, sondern auch aus dem handwerklichen Umfeld. Alternativen aus regionaler Herstellung sowie die Verwertung von Nebenströmen und Reststoffen bieten eine Lösung zur Gewährleistung der Nahrungssicherheit.

Zudem zeichnet sich eine deutliche Zunahme im Außerhausverzehr ab, bei der Bäckereien eine wichtige Rolle spielen. Dieser Trend, gekoppelt mit dem Wunsch des Verbrauchers, sich jederzeit und überall gesund zu ernähren, bietet einen sich

SCHLUSSBERICHT ProHand

stetig vergrößernden Markt für gesunde Snackprodukte. Hier konnte das Projektteam Potentiale für neue Rohstoffe erarbeiten.

In verschiedensten Anwendungen können Algen, Wasserlinsen (soweit eine Zulassung vorliegt), Erbsen-, Lupinen-, Grünpflanzen-, Spinaterzeugnisse sowie Mandel-, Kokosnuss- und Hafertrester sowie Sojaokara in getrockneter Form eingesetzt werden.

Die Produkte sollen in kleineren Chargen an handwerkliche Zwischenhändler oder direkt an das Handwerk geliefert werden. Diese hochwertigen Produkte bieten durch ihre günstige Nährstoffzusammensetzung eine gute Basis für Produkte mit gesundheitlichem Zusatznutzen.

Unter anderem wurden Konzepte für Mischbrote erstellt, die sich neben ihrem guten Geschmack durch ihren hohen Anteil an gut verwertbaren Proteinen auszeichnen. Das Konzept sieht eine Komplettlösung für Anwender (Bäcker, Caterer usw.) vor und soll neben der Rezeptur auch Marketingelemente wie Banderolen, Flyer und Aufsteller beinhalten. Verschiedene Verfahren zur Haltbarmachung sind unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten geeignet. Auch die Verpackung und die Verpackungseinheiten spielen hierbei eine tragende Rolle. Insgesamt ist die Trocknung hinsichtlich der erforderlichen Logistik und der Haltbarkeit vorteilhaft. Des Weiteren ist die Rechtskonformität der Rezeptur, Deklaration und Etikettierung zu klären.

Der Transfer in andere Anwendungsfelder und Teilbranchen erfolgte im Berichtszeitraum. Der spezifischen Branche konnten die Ergebnisse im Rahmen des Mitgliederstammtisches der Food-Processing Initiative e.V. (FPI), auf der Anuga FoodTec und beim 7. NRW-Klimabäckerei-Treffen vorgestellt werden:

- Vernetzungstreffen agrathaer GmbH, 23.11.21 via Zoom
- FPI – Mach MIT: Dienstag, 11. Januar 2022, 16 Uhr; Impulstalk „Alternative Proteinquellen“
- ANUGA FoodTec, Köln: Mittwoch, 27. April 2022; Vortrag „New Processes for Vegetable Protein Sources in Bakery Products“, Vortragsreihe DLG e. V.
- NRW-Klimabäckerei-Treffen, Münster: Dienstag, 24. Mai 2022, 13:00–17:00 Uhr, Mit neuen Produkten „Generation Greta“ erreichen. Alternative Rohstoffe auf Pflanzenbasis
- Abschlussveranstaltung BMEL, Berlin, 10.06.2022

Weitere Bäckereien erhielten Probepakete. Die neuen Produkte (Ebenen 2 u.3) waren dabei noch sehr erklärungsbedürftig, während insbesondere Produkte der Ebene 1 – der Mandel- und Kokosnusstrester – gut angenommen wurden.

Im Projektzeitraum wurden Recherchen zur Transferfähigkeit in andere Anwendungsfelder und Teilbranchen durchgeführt. Die Erfahrungen mit den Bäckern

geben der Umsetzung eine hohe Wahrscheinlichkeit. Allerdings wird die Vertriebs- und Preisgestaltung entscheidenden Einfluss auf die weitere Umsetzbarkeit haben.

Weitere mögliche Anwendungsfelder könnten unter anderem Müsliriegel, Knäckebrot, Aufstriche und Pasten sowie gesunde Snacks sein.

2.2 Zahlenmäßiger Nachweis

Der zahlenmäßige Nachweis wurde separat übermittelt.

Für die Bäckerei Hecker waren die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises Personal und Verbrauchsmaterial. Den größten Posten machten die Personalkosten aus, da die Bearbeitung der Fragestellungen sehr zeitintensiv war.

Das Verbrauchsmaterial ging mit den durchgeführten Versuchen einher.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit

Zu Beginn des Projekts waren es am Standort Neubeckum (Berief Food GmbH) mehr als 10.000 t pro Jahr an Trester aus der Soja-, Hafer-, Mandel- und Kokosdrink-Herstellung, die möglicherweise so aufbereitet werden können, dass man sie einer Nutzung im Lebensmittelbereich zuführen kann. Während der Projektlaufzeit ist dieser Anteil an Trester durch Umsatzwachstum noch gestiegen, was die Dringlichkeit dieser Projektarbeit erneut bestätigt. Das Projekt ProHand konnte dazu beitragen, das erforderliche Wissen und die notwendige Technik zu entwickeln, die ungenutzten Nebenprodukte so aufzubereiten, dass sie in Backwaren einsetzbar sind. Darüber hinaus bieten diese Rohstoffe eine Aufwertung der Backwaren an, indem sie das Nährwertprofil verbessern. Eine Überführung dieser Lebensmittelrohstoffe in hochwertige handwerkliche Brot- und Backwaren könnte ab 2023 möglich werden.

Auch der Einsatz von Erbsen, Weizengrasproteinen, Algen und anderen neuen Proteinquellen kann, wie sich im Projekt abzeichnet hat, einen Beitrag für eine nachhaltige Ernährung bieten. Gleichzeitig stärken sie bestehende Bäckerei- und Handwerksstrukturen durch neuen Input zu aktuellen Ernährungstrends. Es konnten neue Wertschöpfungspartnerschaften geschlossen werden.

2.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Der voraussichtliche Nutzen wurde unter Punkt 3 genannt. Die Bäckerei Hecker kann die Produkte einsetzen und auch weiteren handwerklichen Betrieben die Möglichkeiten dazu aufzeigen.

2.5 Fortschritte auf dem Gebiet des Projekts bei anderen Stellen

Es sind keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind.

2.6 Veröffentlichungen der Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts wurden öffentliche Vorträge gehalten:

- FPI – Mach MIT: Dienstag, 11. Januar 2022, 16 Uhr; Impulstalk „Alternative Proteinquellen“
- ANUGA FoodTec, Köln: Mittwoch, 27. April 2022; Vortrag „New Processes for Vegetable Protein Sources in Bakery Products“, Vortragsreihe DLG e. V.
- NRW-Klimabäckerei-Treffen, Münster: Dienstag, 24. Mai 2022, 13:00–17:00 Uhr, Mit neuen Produkten „Generation Greta“ erreichen. Alternative Rohstoffe auf Pflanzenbasis
- Abschlussveranstaltung BMEL, Berlin, 10.06.2022

Weitere Veröffentlichungen sind nicht geplant.