



Projekt Lebenswert Leben
Vogelsang 1
A-6712 Thüringen
Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
web: www.lebenswert-leben.at
email: info@lebenswert-leben.at

Quelle: Sonderdruck aus ZFL (Int. Zeitschrift für Lebensmittel-Technologie)
Autoren: K. Paulus, M. Dechant, Karlsruhe

Zur Qualität formulierter Sojaprotein-Produkte

Der Einsatz von Sojaprotein wird unter verschiedenen Aspekten diskutiert. Unproblematisch ist das Angebot von Produkten, die überwiegend aus Soja aufgebaut und als solche auch erkennbar sind. Voraussetzung ist allerdings ein akzeptabler Genusswert. Um diesen Punkt mehr charakterisieren zu können, wurden 35 im Handel angebotene Produkte sensorisch beurteilt und hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Qualität abgeschätzt. Die meisten Produkte wiesen eine gute sensorische Qualität auf, einige zeigten Mängel, die jedoch korrigierbar sind. Ernährungsphysiologisch sind die Produkte interessant und können zur Verminderung zB des Ungleichgewichts in der Relation der Energieträger in der Nahrung beitragen.

Die Produktionssteigerung der Sojabohnen in hochentwickelten Ländern geht auf die gestiegene Nachfrage nach pflanzlichen Ölen zurück. Weltweit gesehen hat Sojaöl einen Anteil bei essbaren pflanzlichen Ölen von 30 %, in Deutschland ist Sojaöl mengenmäßig das wichtigste Pflanzenöl (1). Da die Sojabohne neben dem Öl jedoch auch einen sehr hohen Eiweißanteil hat, besteht ein erhebliches Interesse daran, diese Komponenten auch für die menschliche Ernährung zu nutzen. Damit ergeben sich im Vergleich zu den traditionellen Produkten auf der direkten Basis Sojabohne ganz andere Probleme, aber auch Möglichkeiten.

Im Prinzip sollte man zwischen Lebensmitteln unterscheiden, die mit Sojaprotein angereichert sind und solchen, bei denen mit Sojaprotein neue Produktformen formuliert werden. Bereits Anfang der 70er Jahre wurde versucht, derartige Produkte in großen Mengen herzustellen und zu vertreiben. Dieses Vorhaben scheiterte damals aber vor allem aufgrund der noch nicht ausgereiften Technologie und der damit verbundenen Probleme im Zusammenhang mit der Qualität. TVP (Textured Vegetable Protein) hatte damals einen schlechten Klang, gleichgültig, welche Pflanze zur Proteingewinnung herangezogen wurde. TSP (Textured Soy Protein) ist inzwischen jedoch so weit entwickelt worden, dass verschiedene Anforderungen im Hinblick auf Geschmack und Textur als wichtigste Qualitätsparameter erfüllt werden können. Die Verbesserungen waren vor allem durch die enormen Fortschritte auf dem Sektor der Extrusionstechnik möglich. Jedoch nicht nur texturierte Produkte sind von Interesse, sondern alle Produkte, die unter Verwendung von Sojaprotein als Hauptkomponente formuliert und hergestellt werden.



Projekt Lebenswert Leben
Vogelsang 1
A-6712 Thüringen
Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
web: www.lebenswert-leben.at
email: info@lebenswert-leben.at

1. Einleitung

Der Ansatzpunkt für den Einsatz formulierter Sojaprotein-Produkte in industrialisierten Ländern liegt in dem hochwertigen „Rest“, der bei der Herstellung von Sojaöl nach der Ölextraktion resultiert. Wie noch zu zeigen sein wird, kann mit den entfetteten Sojabohnen ein breites Spektrum von Sojazwischenprodukten unterschiedlichen Proteinanteils hergestellt werden, sodass man sich sehr vielen späteren Einsatzmöglichkeiten durch Variationen insbesondere der funktionellen Eigenschaften der Produkte anpassen kann. Um so erstaunlicher ist es, dass die entfetteten Sojabohnen heute immer noch zu nahezu 100 % in die Tierernährung gehen.

Einerseits können Sojaerzeugnisse Produkten zugesetzt und andererseits können Produkte nahezu komplett aus Sojaeiweiß hergestellt werden. Erstere Gruppe sind traditionelle Einsatzgebiete, wobei allerdings die zugesetzte Proteinmenge relativ klein ist und je nach Lebensmittel bis zu maximal etwa 5 % geht. Gesetzliche Regelungen sind hierbei zu berücksichtigen. Der Zusatz erfolgt hierbei in erster Linie zur Verbesserung der technologischen Eigenschaften, zB bessere Wasserbindung, bessere Emulgierung, bessere Struktur bzw. Textur. Als Beispiele wären hier vor allem Backwaren, Milchprodukte und Fleischwaren zu nennen. Es gibt aber auch Produkte, bei denen die Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität im Vordergrund steht, wo also durch Anreicherung mit Sojaeiweiß eine Reduzierung des Energiegehaltes und eine erwünschte Verschiebung des Anteils der Energieträger erreicht werden können. Hier wären vor allem diätetische Lebensmittel zu nennen.

Mengenmäßig wirksam werden allerdings eher die neu formulierten Produkte, die vom Sojaeiweiß ausgehen und lediglich durch Zutaten ergänzt werden. Diese Produkte werden z.T. besonders kritisch bewertet, da sie zu Konkurrenten verschiedener tierischer Lebensmittel, vor allem von Fleisch und Fleischwaren werden.

Die Verarbeitungsmöglichkeiten der entfetteten Sojabohnen zu eiweißreichen Zwischenprodukten als Ausgangsmaterial für diese formulierten Produkte sind in den letzten Jahren immer mehr verfeinert und verbessert worden. Der Hauptmangel derartiger Produkte, der bohnlige Geschmack, konnte durch Variation und Optimierung der Verarbeitungstechnologien stark reduziert werden, z.T. auch völlig beseitigt werden, und damit ist der Entwicklung von neuartigen Produkten oder ggf. auch von Imitationsprodukten aus technologischer Sicht keine entscheidende Grenze mehr gesetzt.

Auf eine gewisse Limitierung ist allerdings hinzuweisen, und zwar die rechtliche Situation. Bei den traditionellen Produkten, die mit Sojaerzeugnissen angereichert werden, ist zunächst immer zu prüfen, ob es sich um einen Nichtzusatzstoff oder um einen Zusatzstoff gemäß § 2 LMBG handelt. Während Nichtzusatzstoffe generell Lebensmitteln zugesetzt werden dürfen, sind bei den Zusatzstoffen Zulassung und Zulassungsumfang durch den Ordnungsgeber geregelt. Leider ist die Einstufung unterschiedlich gehandhabt und eine klare Interpretation der rechtlichen Situation schwierig. Zum Teil werden Sojaerzeugnisse als Nichtzusatzstoffe behandelt, z.T. ist eine eindeutige Regelung gegeben, unter welchen Bedingungen welche Mengen zugesetzt werden dürfen. Eine spezielle Situation ist bei Milch und Fleisch durch das Milchgesetz und die Fleischverordnung gegeben. Vielleicht könnte man hier noch von einer Art „Reinheitsgebot“ sprechen.



Projekt Lebenswert Leben
Vogelsang 1
A-6712 Thüringen
Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
web: www.lebenswert-leben.at
email: info@lebenswert-leben.at

Bei Fleisch und Fleischprodukten ist ein Zusatz von Sojaerzeugnissen ausdrücklich verboten und bei Milch besteht sogar ein Nachahmungsverbot. Andererseits ist bei Sojaerzeugnissen zB ein Fleischzusatz bis zu 50 % möglich, wobei allerdings dann der Eindruck vermieden werden muss, dass es sich insgesamt um ein Fleischprodukt handelt. Eigentlich am unproblematischsten ist die rechtliche Situation bei den formulierten Sojaprodukten, weil sie als Sojaprodukt angeboten werden und damit jeder Nachahmung bzw. Verwechslung vorgebeugt ist.

2. Zusammensetzung und Verarbeitung der Sojabohnen

Die Sojabohne unterscheidet sich sehr stark von unseren heimischen Hülsenfrüchten. So enthalten beispielsweise Erbsen praktisch kein Fett, nur halb so viel Eiweiß, jedoch wesentlich mehr Kohlenhydrate als Sojabohnen. Aus der Darstellung wird deutlich, dass nicht das Sojarahöl die Hauptkomponente der Bohne darstellt, auch wenn dies der primäre Verarbeitungsgrund ist, sondern Protein. Die biologische Wertigkeit des Sojaweißes ist mit 84 angegeben. Lediglich die biologische Wertigkeit von Kartoffeln mit etwa 100 ist bei Pflanzenprotein günstiger. Sojaöl ist reich an Linolsäure und, wie alle Pflanzenöle, frei von Cholesterin. Bei den Kohlenhydraten wäre die reduzierte Verträglichkeit einiger kurzkettiger Kohlenhydrate zu nennen, zB Stachyose oder Raffinose. Ebenfalls zu beachten sind die in Sojabohnen vorkommenden Trypsin-Inhibitoren, biologisch aktive Substanzen, die eiweißspaltende Enzyme hemmen. Sie sind allerdings durch eine entsprechende Hitzebehandlung inaktivierbar.

Tatsächlich sind die aufgeführten Verarbeitungsrichtungen äußerst aufwendig und bedürfen einer exakten Einhaltung der jeweils zugrunde gelegten Prozessbedingungen. Die Sojabohne wird zunächst verschiedenen Grundoperationen (GO) unterzogen, wie Sieben, Reinigen, Zerkleinern, Schälen. Die Schalen werden als Futtermittel verwertet, die resultierenden geschälten Bohnen entweder zu Vollfettprodukten vermahlen oder für die Ölextraktion vorbereitet. Hierzu ist eine definierte Zerkleinerung auf Flocken einheitlicher Größe erforderlich. Die eigentliche Extraktion wird üblicherweise als Gegenstromextraktion mit n-Hexan ausgeführt. Das Rohöl muss danach raffiniert werden, wobei polare Lipide, freie Fettsäuren, Geruchs- und Geschmacksstoffe, Wachse, Farbstoffe und eine Reihe anderer Komponenten entfernt werden. Die entfetteten Flocken müssen zunächst einer Wärmebehandlung unterzogen werden, um noch enthaltenes Lösungsmittel abzutrennen und zurückzugewinnen. Diese Grundoperation ist besonders kritisch, da hierbei die Gefahr der Proteindenaturierung und damit der Beeinträchtigung funktioneller Eigenschaften besteht, andererseits der Schritt wichtig zur Reduzierung der Trypsin-Inhibitor-Aktivität ist und insbesondere wesentlich zur Reduzierung des unerwünschten bohnenartigen Geschmacks beiträgt.

Die entfetteten Flocken sind letztlich der Ausgangspunkt für das mehrfach genannte Spektrum von Zwischenprodukten für die weitere Verwendung zu formulierten Sojaprotein-Produkten. Werden die entfetteten Flocken weiter vermahlen, so resultieren Mehl und Gries, Produkte mit etwa 40-50 % Eiweißanteil, welche sich lediglich durch die Korngröße unterscheiden. Die Flocken dienen jedoch überwiegend als Ausgangsmaterial für Sojaproteinkonzentrate mit etwa 70 % Eiweiß und –isolate mit etwa 90 % Eiweiß.



Projekt Lebenswert Leben
Vogelsang 1
A-6712 Thüringen
Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
web: www.lebenswert-leben.at
email: info@lebenswert-leben.at

Im Wesentlichen gibt es 3 Anwendungs- bzw. Weiterverarbeitungsstufen für diese Zwischenprodukte. Entweder Mehl, Grieß, Konzentrat und Isolat werden so wie hergestellt weiterverwendet, was insbesondere vom Einsatzzweck abhängt, oder sie werden zu Granulaten weiterverarbeitet, bzw. es werden hieraus texturierte Produkte hergestellt. In Tabelle 1 sind die Möglichkeiten zum Herstellen texturierter Soja-Produkte wiedergegeben. Besonders attraktiv ist heute das Extrudieren, weil diese Technologie nahezu unbegrenzte Möglichkeiten bietet. In Tabelle 2 sind die Eigenschaften dieser strukturierten Proteinprodukte gegenübergestellt. Für die Beurteilung der Qualität formulierter Produkte auf Sojabasis ist die Kenntnis der hier nur angedeuteten Herstellungstechnologien unerlässlich, denn aus den neutralen Zwischenprodukten mit definierten funktionellen Eigenschaften werden Endprodukte mit wiederum vorgegebenen funktionellen und insbesondere sensorischen Eigenschaften hergestellt.

3. Untersuchungen zur Qualität

Die sensorische Qualität und der Nährwert standen im Vordergrund der Untersuchungen. Es wurde zunächst eine Übersicht über auf dem Markt angebotene Produkte erstellt und aus diesem Produktspektrum eine Reihe von Produktformen ausgewählt, welche einen gewissen Überblick über die Ist-Situation, was Verwertungsmöglichkeit und Qualität betrifft, zulässt. Die Produkte umfassen sehr unterschiedliche Conveniencegrade, von sehr zubereitungsintensiven pulverförmigen Produkten bis hin zu Fertigerzeugnissen, bei denen kein Einfluss auf die Produktqualität seitens des Zubereiters mehr möglich war. Produkte aus dem deutschen Markt wurden durch einige Produkte aus England ergänzt. In Tabelle 3 sind die in Deutschland angebotenen Produkte aufgelistet. Insgesamt wurden 35 direkt von den Herstellern bezogene Produkte bei den Untersuchungen berücksichtigt.

Tabelle 1: Herstellung texturierter Soja-Produkte

Extrudieren	Dampftexturieren	Verspinnen
<ul style="list-style-type: none">- Konzentrat, Mehl- beliebige Zusammensetzung realisierbar- je nach Prozess unterschiedliche Struktur und Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none">- Konzentrat, Isolat, Mehl- beliebige Zusammensetzung realisierbar- besonders rasches Hydrationsvermögen	<ul style="list-style-type: none">- nur mit Isolaten- beliebige Zusammensetzung realisierbar- sehr teuer, weshalb wenig eingesetzt



Projekt Lebenswert Leben
 Vogelsang 1
 A-6712 Thüringen
 Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
 Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
 web: www.lebenswert-leben.at
 email: info@lebenswert-leben.at

Tabelle 2: Eigenschaften strukturierter Proteinprodukte:

Eigenschaft	Produktart		
	Sojamehl	Sojakonzentrat	Sojaisolat
Geschmack	mittel bis gut	gering	gering
Bindestärke	positiv	positiv	positiv
Geschmacksentwicklung bei der Bindung	stark	gering	gering
Flatulenz	positiv	negativ	negativ
Form	Granulate oder Stücke	Granulate oder Stücke	Fasern
Kosten (Trockensubstanz)	niedrig	niedrig	hoch
empfohlener Hydrationsgrad	2:1	3:1	4:1
Kosten des hydrierten Proteins	niedrig	niedrig	hoch
Fettaufnahme	mittel	stark	mittel
optimaler Anwendungsgrad in Fleischwaren (% Hydrationsform)	15-20	30-50	35-50

3.1 Sensorische Qualität

Um eine effektive Qualitätsaussage zu machen, kamen im Prinzip entweder bewertende oder beschreibende Prüfungen in Betracht.

Tabelle 3: Angebote an Sojaprodukten auf dem deutschen Markt

Angebotszustand	Sojaprodukte
getrocknete Lebensmittel	Sojabohnen Sojamehl Soja-Teigwaren texturiertes Sojaprotein in verschiedenen Stückgrößen (Granulat, Streifen, Würfel, größere Stücke)
gekühlte Lebensmittel	Tofu (Sojaquark) Sojamilch Bratlinge Brotaufstriche, Brotbeläge Soja-Würstchen
tiefgekühlte Lebensmittel	bratfertige Scheiben aus texturiertem Sojaprotein, paniert Bratlinge Kohlrouladen gefüllte Paprika Pasteten mit Soja-Füllung
sterilisierte Lebensmittel	Sojabohnen Sojakeimlinge fertig gewürzte Scheiben aus Sojafasern Soja-Frikassee Soja-Klopse Soja-Ragout Soja-Gulasch Nudelsoße („Bologneser Art“) Brotaufstriche, Brotbeläge Soja-Würstchen



Projekt Lebenswert Leben
Vogelsang 1
A-6712 Thüringen
Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
web: www.lebenswert-leben.at
email: info@lebenswert-leben.at

Die Entscheidung fiel auf die bewertende Prüfung mit Skale. Bei diesem Prüfverfahren wird anhand eines mehr oder weniger spezifischen Bewertungsschemas, das dann eine gewisse Produktstandardisierung beinhaltet, die sensorische Qualität anhand einzelner Produktmerkmale beschrieben. Für diese Produkte wurden die Merkmale Farbe, Form, Geschmack und Textur berücksichtigt. Im folgenden sollen vor allem die Bewertungen wiedergegeben werden, Interpretationen und ausführliche Beschreibung für die einzelnen Produkte sind an anderer Stelle erfolgt.

3.2 Nährwert

Eine umfassende chemische Analyse im Hinblick auf die energieliefernden Komponenten war bei der Vielzahl der Produkte nicht möglich. Vielmehr wurde auf der Basis der Herstellerangaben unter Zugrundelegung der Nährwerttabellen eine Abschätzung über den Energiegehalt und die relativen Anteile von Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate durchgeführt. Es ist deshalb zu betonen, dass die errechneten Ergebnisse lediglich Anhaltspunkte liefern. Von den insgesamt 35 Produkten konnten lediglich 16 in diese Betrachtung mit einbezogen werden, da bei den anderen Produkten die Angaben über die Zusammensetzung fehlten oder zu unpräzise waren. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse dieser Nährwertberechnungen wiedergegeben und vergleichbaren tierischen Produkten gegenübergestellt. Auch bei dieser Gegenüberstellung ist zu beachten, dass es sich lediglich um einen sehr groben Vergleich handeln kann.

Die panierten Sojastücke stimmen im Energiegehalt relativ gut überein, die Anteile von Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten weichen voneinander ab.

Die Produkte in Würfel- und Streifenform unterscheiden sich im wesentlichen durch einen niedrigeren Fett- und einen höheren Kohlenhydratgehalt, was aus ernährungsphysiologischer Sicht positiv zu bewerten ist, da die neuesten Empfehlungen der DGE für die Nährstoffzufuhr von einem Energieanteil von lediglich 25-30 % für Fett und 55-60 % für Kohlenhydrate ausgeht. Deshalb ist jede Maßnahme sinnvoll, die den Fettgehalt zugunsten des Kohlenhydratgehaltes reduziert. In diesem Sinne besonders vorteilhaft sind die Bratlinge zu werten, also an Frikadellen erinnernde Produkte. Sie liegen im Energiegehalt deutlich unter dem der entsprechenden Frikadellen und unterscheiden sich durch einen um mehr als die Hälfte niedrigeren Fettgehalt sowie einen um Faktor 4-5 höheren Kohlenhydratgehalt.

Tabelle 4: Energiegehalt vergleichbarer Produkte auf Soja- und Fleischbasis

Produkt	N	Energie kJ / 100 g	Eiweiß %	Fett %	KH %
Panierte S.-Stücke	4	1020	30	50	20
Schnitzel	Tab.	1120	35	57	8
S.-Würfel (getr.)	3	530	48	36	16
S.-Gulasch	2	450	31	45	24
Gulasch (Rind)	Tab.	520	40	48	12
S.-Hackfleischprodukt	3	730	33	31	36
Frikadellen (gemischt)	Tab.	1280	24	68	8
S.-Nudelsoße	1	500	36	29	35
Nudelsoße	Tab.	1400	26	66	8
S.-Brotaufstrich	3	1030	24	67	9
Leberwurst	Tab.	1800	12	87	1



Projekt Lebenswert Leben
Vogelsang 1
A-6712 Thüringen
Austria / Europe

Tel: +43(0)5550 / 20 020 21
Fax: +43(0)5550 / 20 020 19
web: www.lebenswert-leben.at
email: info@lebenswert-leben.at

Noch deutlicher ist der Unterschied bei einer der berechenbaren Soßen, obwohl dieses eine Produktbeispiel nicht repräsentativ sein muss.

Bei den Brotaufstrichen ergeben sich im Hinblick auf den Energiegehalt deutliche Vorteile bei den Sojaprodukten. Der Energieanteil über das Fett ist aber noch hoch, wenn auch deutlich niedriger als in der als Vergleich herangezogenen Leberwurst.

Insgesamt lässt diese grobe Vergleichsberechnung die Schlussfolgerung zu, dass überwiegend auf Soja-Eiweiß aufgebaute Produkte energiemäßig und auch im Hinblick auf die Anteile von Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten an der Energie günstiger zu bewerten sind. Dabei spielt weniger die Tatsache eine Rolle, dass es sich um pflanzliches Eiweiß handelt, als vielmehr die z.T. beträchtliche Verringerung des Fettanteils zugunsten des Kohlenhydratanteils. Mit zunehmender Veredelung der Sojaprodukten in Richtung auf Fertiggerichte besteht die Gefahr, dass diese Vorteile durch andere Zusätze wieder reduziert werden. Erwähnenswert ist weiterhin der Ballaststoffgehalt der Sojaprodukte. So enthalten die Produkte in Würfel- und Streifenform in einer Portion, laut Herstellerangaben, etwa 6 g Ballaststoffe, womit 1/5 der empfohlenen Menge von 30 g / Tag abgedeckt ist.

4. Zusammenfassende Folgerungen

Die Untersuchung sollte eine Momentaufnahme über die Situation der Qualität von Sojaprodukten abgeben. Die Entwicklung moderner Verfahrenstechnik ermöglicht die Herstellung verschiedener, überwiegend geschmacksneutraler Sojaprodukte mit hohem Proteingehalt. Durch entsprechende Weiterverarbeitung dieser Mehle, Konzentrate und Isolate lassen sich Produkte mit sehr unterschiedlichen funktionellen Eigenschaften herstellen. Damit ist die Ausgangssituation für die Anwendung dieser Produkte im Lebensmittelbereich günstig. Wegen der Verbesserungen bei der Herstellung der Ausgangsprodukte sowie der ständig verbesserten Techniken zur Weiterverarbeitung, z.B. Extrudieren, sind ständig Produktneuerungen innerhalb dieses Segments zu erwarten.

Neben Problemen im Hinblick auf die Rohware und die Verarbeitung bestehen in Deutschland auch noch rechtliche Einschränkungen. Sojaprodukte sind als Zusatz oder teilweiser Fleischersatz in Fleisch und Fleischerzeugnissen rechtlich nicht zulässig, es dürfen jedoch fleischähnliche Sojaprodukte hergestellt werden. Aufgrund der hier gewonnenen Ergebnisse ergeben sich einige Folgerungen, die besonders unter dem Aspekt der heutigen Haupternährungsrisiken Über- und Fehlernährung zu sehen sind:

- Im Zusammenhang mit der Anpassung der Ernährungsweise an die Empfehlungen der Wissenschaft kommen pflanzlichen Lebensmitteln und Pflanzeneiweiß Bedeutung zu.
- Die technischen Möglichkeiten für ein vielfältiges Angebot von Produkten (Zwischen- und Fertigprodukte) auf Sojabasis sind gegeben.
- Untersuchungen von angebotenen Produkten aus überwiegend Sojaeiweiß führten zu dem Ergebnis, dass bei Beachtung der Rohwareauswahl, der Rezepturzusammenstellung und der Verarbeitung einwandfreie Genussqualität möglich ist.
- Derartige Produkte sind von ihrer Zusammensetzung her geeignet, das genannte Ungleichgewicht in der Relation der Energieträger zu reduzieren.
- Wichtige Inhaltsstoffe werden bei der Zubereitung derartiger Produkte nur unwesentlich verändert.

Sojaprodukte stellen somit eine Bereicherung des Angebotes an bedarfsgerechten Lebensmitteln dar.

Kontakt: www.lebenswert-leben.at

email: info@lebenswert-leben.at