



interuniversitäres forschungszentrum
für technik, arbeit und kultur

Grundlagenstudie zu Fleischersatzprodukten

FEP Studie

Manfred Klade, Jutta Kellner

Im Auftrag von „ÖkoKauf Wien“

Dezember 2007



Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und zusammengefasste Ergebnisse.....	5
2	Executive Summary.....	10
3	Soja.....	14
3.1	Soja in der Lebensmittelindustrie.....	14
3.2	Verarbeitung der Sojabohne.....	15
3.3	Herstellungsverfahren von Soja-Produkten.....	16
3.3.1	Die direkte Verarbeitung.....	16
3.3.2	Indirekte Verarbeitung.....	17
3.4	Sojaprodukte.....	17
3.4.1	Sojamilch.....	17
3.4.2	Tofu.....	18
3.4.3	Sojasauce.....	18
3.4.4	BIO-Sojasaucen.....	20
3.5	Sonstige Fleischersatzprodukte aus Soja.....	20
3.5.1	Tempeh.....	20
3.5.2	Miso.....	20
3.5.3	Soja-Fleisch aus texturiertem Sojaprotein (tvp) - konventionell.....	21
3.5.4	Soja-Fleisch aus texturiertem Sojaprotein (tvp) - BIO.....	21
3.5.5	Diskussion um konventionell hergestelltes texturiertes Sojaprotein (tvp).....	22
4	Pflanzliche Fleischprodukte aus Weizeneiweiß.....	22
4.1	Seitan.....	23
4.2	Weizeneiweißprodukte.....	24
4.3	Glutenunverträglichkeit.....	24
5	Erfahrungen im praktischen Einsatz.....	25
5.1	Praktische Erfahrungen aus dem Bereich Einkauf.....	25
5.2	Praktische Erfahrungen aus dem Bereich Küche.....	26
6	Soja - ökologische Wertigkeit.....	28
6.1	Ökologische Relevanz von Tierhaltung und Futtermittelherstellung.....	28
6.2	Klimaschutz, Gesundheitsvorsorge und globaler Fleischkonsum.....	29
6.3	Sojaanbau und -verarbeitung.....	30
6.4	Gentechnisch verändertes (gv) Soja in der EU.....	32
6.4.1	Gv Soja in Futtermittel.....	33
6.4.2	Gv Soja in Lebensmittel.....	33
6.4.3	Trennsysteme.....	33
6.4.4	Kennzeichnung und Schwellenwerte.....	33
6.4.5	Testergebnisse - Gv Verunreinigungen in Lebensmitteln.....	34

6.5	Situation in Österreich.....	36
6.5.1	„Gentechnikfreie“ Lebensmittel und Produktion.....	36
6.5.2	Gv Soja in konventionellem Futtermittel und Biofuttermittel.....	36
6.5.3	Prüfergebnisse - gv Verunreinigungen in Lebensmittel.....	37
6.5.4	Anbau von Soja und Bio-Soja	38
6.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	38
7	Soja - gesundheitliche Wertigkeit	41
7.1	Cholesterin, Atherosklerose und Herz-Kreislaufkrankungen	41
7.2	Sojaprotein und die Senkung des Cholesterinspiegels.....	41
7.3	Ernährungsphysiologische Wertigkeit von Sojaprotein.....	43
7.4	Gesundheitliche Wertigkeit von Soja - Stand der Forschung und Bewertung im Überblick.....	44
7.5	Zusammenfassung und Schlußfolgerungen.....	46
8	Soja – gesundheitliche Risiken.....	47
8.1	Nahrungsmittelallergien	47
8.2	Allergenes Potenzial von Soja.....	48
8.2.1	Kreuzallergie Soja mit Birkenpollen	49
8.3	Unverträglichkeiten, sonstige nachteilige Wirkungen und Bedenken	50
8.4	Wechselwirkung mit Hormonen und Arzneimittel.....	51
8.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	52
9	Der Markt: Hersteller-Verarbeiter-Handel.....	55
10	Literatur & Links.....	56
11	Anhang.....	59

I Problemstellung und zusammengefasste Ergebnisse

Unser gegenwärtiges Ernährungsverhalten zeigt auf mehreren Ebenen erhebliche Defizite und ist mit den Kriterien der Nachhaltigkeit – regionale sowie umwelt- und ressourcenverträgliche Herstellung – nicht vereinbar. Nahrungs- und Futtermittel werden im Gegenteil mit hohem Ressourceninput bzw. Naturverbrauch produziert und gehandelt. Viele Umweltauswirkungen, die durch die industrielle Landwirtschaft bedingt sind, lassen sich direkt oder indirekt auf die Bereitstellung tierischer Nahrungsmittel wie Fleisch- und Milchprodukte zurückführen. Eine verminderte Nachfrage nach tierischen Produkten könnte den ökologischen Druck verringern, welchen die Intensivtierhaltung und Futtermittelproduktion verursachen.

In den Industrieländern sind die Ernährungsgewohnheiten durch einen übermäßigen, nicht den ernährungsphysiologischen Optimum gerecht werdenden Verzehr von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft geprägt. Empfehlungen gehen von einer Reduktion der Verzehrmenge um den Faktor Zwei bis Drei aus und wenden sich gegen eine erhöhte Zufuhr gesättigter Fette und Cholesterin. Letztere sind wesentliche Risikofaktoren für koronare Herzerkrankungen, Stoffwechselstörungen und Adipositas. Vorschläge für die Ernährungspraxis gehen deshalb in Richtung einer Senkung der täglich aufgenommenen Menge tierischen Proteins zugunsten pflanzlichen Proteins. Die Österreichische Gesellschaft für Ernährung empfiehlt, dabei mindestens zwei Drittel aus pflanzlichen und ein Drittel aus tierischen Lebensmitteln aufzunehmen und stellt fest: *Leider sieht die Realität hierzulande genau umgekehrt aus: Laut Österreichischem Ernährungsbericht 2003 kommen zum Beispiel bei Erwachsenen wie auch bei Kindern zwei Drittel der Eiweißaufnahme aus tierischen und nur ein Drittel aus pflanzlichen Lebensmitteln. Da die Aufnahme von Fleisch- und Fleischprodukten generell mit einer gleichzeitig hohen Zufuhr an Fett bzw. gesättigten Fettsäuren, Cholesterin und auch Purinen verbunden ist, könnte ein höherer Anteil an pflanzlichen Proteinlieferanten wie z.B. Hülsenfrüchte eine Verbesserung der Nährstoffrelation bewirken (Mitteilung der ÖGE an das Projektteam).*

Aus der Perspektive von Umwelt- und Gesundheitsschutz ist es daher sinnvoll und überfällig, Möglichkeiten für eine sinnvolle Reduktion des Fleischverzehrs systematisch zu erforschen und aufzuzeigen. In der vorliegenden Studie wird - nach Kenntnis der AuthorInnen zum ersten Mal - der Versuch unternommen, die spezifischen Vor- und Nachteile für die Integration von Fleischersatzprodukten auf Basis von Soja (und eingeschränkt: Seitan) in den Speiseplan von Krankenhausküchen zu untersuchen. Die Studie ist im Auftrag des Wiener Krankenanstaltenverbundes und der Wiener Umweltschutzabteilung MA 22 erstellt und soll zu einer insgesamt nachhaltigeren Ernährung in der Außer Haus Verpflegung beitragen. Es werden Forderungen nach Alltagstauglichkeit berücksichtigt, da in der Außer Haus Verpflegung Verfügbarkeit und leichte Verarbeitbarkeit neben ökologischen und ernährungsphysiologischen Argumenten wichtige Kriterien sind.

Analyse von Angebot und praktischen Einsatz von Fleischprodukten

Wie gestaltet sich das derzeitige Angebot?

Die Hersteller haben ihr Angebot erweitert und gestalten es vielfältiger. In der Regel wird Bio-Qualität sowohl im Soja- als auch im Weizenweiß-Produktbereich angeboten. Bei nicht BIO-zertifizierter Ware wird auf konventionell, gv-frei gesetzt. Fleischersatzprodukte sind als Frisch-, Trocken- und vereinzelt auch in Form tiefgekühlter Convenience-Produkte erhältlich. Das auf Gastronomiebetriebe, Betriebsküchen, Krankenhausküchen, Küchen in Seniorenheimen und Mensen zugeschnittene Angebot wird attraktiver auch bereits von einigen Lieferanten die auf diese Zielgruppe spezialisiert sind, in entsprechenden Mengen geliefert.

Wie gestaltet sich die Anwendung in Großküchen?

Aufholbedarf was die Einsatzfreudigkeit des Produktbereichs betrifft, gibt es, nimmt man die Erfahrungswerte von Herstellern und Lieferanten, vor allem in den Großküchen. Während sich die Gastronomie und hier vor allem der Wellnessbereich kulinarisch offensiv mit Produkten wie Tofu oder Seitan auseinander setzt und Kreationen entwickelt, scheint die Durchsetzung auf den Speiseplan der Großküchen nur sehr langsam vor sich zu gehen. Zu erwähnen ist, dass aufgrund der Kundenwünsche auch einige große Caterer fleischlose Speisen auf Basis der behandelten Fleischersatzprodukte anbieten. Der Wunsch der Hersteller ist eindeutig: Sie wünschen sich die Lust und Neugierde der Köche und KöchInnen, Fleischersatzprodukte auszuprobieren und zu verkosten.

Analyse kritische Aspekte des Fleischkonsums

Was sind die globalen gesundheitlichen und ökologischen Folgen des Konsums tierischer Produkte?

Tierhaltung, Viehzucht und Futtermittelherstellung verursachen global 18 % aller Treibhausgasemissionen und damit mehr als Verkehr oder Industrie. Weitere Umweltfolgen sind die Übernutzung von Wasser und Boden sowie der Verlust von Ökosystemen bzw. von Biodiversität.

Die Ernährungsgewohnheiten in den Schwellenländern verändern sich hin zu mehr tierischem Protein und verschärfen die Nachfrage und den Bedarf an Futtermittel und Anbauflächen.

Die Ernährungsgewohnheiten in den Industrieländern, welche geprägt sind durch eine überhöhte Aufnahme energiereicher Nahrung tierischen Ursprungs einschließlich gesättigter Fettsäuren, bedingen Herz-Kreislauferkrankungen, Stoffwechselstörungen, Bluthochdruck und Fettleibigkeit. Deshalb wird eine Absenkung des Fleischkonsums von derzeit 200 bis 250 g/Person/Tag auf 90 g/Person/Tag empfohlen. Dies entspricht einem Faktor zwei bis drei.

Der Energieeinsatz bei der Herstellung von Protein fällt zugunsten des pflanzlichen Proteins aus: Für 1kg Protein aus Rind sind 1300 MJ, für 1kg Protein aus Schwein sind 590 MJ aufzuwenden. Für 1 kg Protein aus Soja beträgt der Aufwand 30 MJ.

Analyse kritischer Aspekte von Soja als Bestandteil von Fleischersatzprodukten

Steht der Anbau von Soja mit Umweltzerstörung in Verbindung?

Der Anbau von Soja in Brasilien ist zumindest in der Grenzregion *Cerrado* -Amazonasbecken ökologisch bedenklich und mit nachteiligen Umweltfolgen wie der Rodung von Regenwäldern verbunden.

Wofür wird Soja verwendet?

Die weitaus überwiegende Teil Sojaproduktion wird – sieht man von Sojaöl ab – als Tierfutter verwendet. Das Verhältnis Tierfutter zu Lebensmittel(protein) beträgt 30:1 und belegt, dass Soja hauptsächlich der Herstellung tierischer Produkte dient.

Ist gentechnisch verändertes (gv) Soja in Futter- und Lebensmittel enthalten?

Was den Sojaimport zur Futtermittelherstellung betrifft, importiert sowohl die EU insgesamt als auch Österreich große Mengen gentechnisch verändertes Soja hauptsächlich aus den USA und Brasilien, welches ausschließlich zur Herstellung von Futtermittel für die Tiermast dient.

Für die Herstellung von Lebensmittel wird – jedenfalls in der EU - kein gentechnisch verändertes Soja verwendet.

Ein großer Teil des österreichischen Lebensmittelhandels als auch der österreichischen Lebensmittelindustrie hat sich - motiviert auch durch eine ablehnende Haltung der VerbraucherInnen - freiwillig zur Gentechnikfreiheit verpflichtet. Damit verbunden sind strenge Grenzwerte für gentechnische Verunreinigungen (0,1%) als auch das Verbot von gv Soja für die Tierfütterung. Dieser Umstand trägt mit dazu bei, dass in österreichischen Lebensmitteluntersuchungen ein hoher Grad an Gentechnikfreiheit belegt ist.

Der Biolandbau fördert gegenwärtig die Etablierung eines regionalen und gentechnikfreien Anbaus von Bio-Soja in Österreich.

Hat der Konsum von Soja oder Sojaprotein einen nachweislichen gesundheitlichen Nutzen?

Der tägliche Konsum ab einer Menge von 25g Sojaprotein wird mit einer LDL-Cholesterin senkenden Wirkung in Verbindung gebracht, wofür eine wissenschaftliche Evidenz besteht (siehe auch: Food Claim der FDA bzw. des britischen JHCI)

Sojaprotein ist arm an gesättigten Fettsäuren und frei von Cholesterin und wird deshalb - im Austausch gegen tierisches Protein - für die Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen empfohlen (siehe auch: Österreichisches Cholesterin Konsensus Statement).

Welchen ernährungsphysiologischen Wert hat Sojaprotein im Vergleich mit tierischem Protein?

Auf Basis von Angaben der FAO/WHO wird davon ausgegangen, dass Sojaprotein in seiner biologischen Wertigkeit betreffend die Aminosäurezusammensetzung (PDCAAS Wert) tierischem Protein (Rindfleisch) gleichwertig ist.

Zeigen Soja bzw. Sojabestandteile präventive Wirkungen bei bestimmten Erkrankungen?

Für Soja und Sojabestandteile werden positive gesundheitliche und präventive Wirkungen vermutet, etwa bei der Krebsvorsorge, bei der Behandlung post-menopausaler Beschwerden oder der Osteoporoseprävention. Das US amerikanische *National Institutes of Health* stellt dagegen fest, dass es bis dato für die meisten der vermuteten Wirkungen keine abschließende wissenschaftliche Evidenz gibt. Am ehesten sind solche bei der Behandlung von Wechselbeschwerden belegt.

Welches allergene Potenzial wird Soja bzw. Sojaprodukten zugeschrieben?

Soja ist ein in der Ernährung bekanntes Allergen und Produkte, die Soja enthalten, sind in der EU als auch in der USA – analog anderen bekannten Lebensmittelallergenen wie Milch, Getreide oder Erdnüssen – zu kennzeichnen (verpackte Lebensmittel).

Wissenschaftliche Untersuchungen deuten darauf hin, dass das allergene Potenzial von Soja im Vergleich mit dem anderer bedeutender Lebensmittelallergene vergleichsweise gering ist.

Dokumentiert sind Fälle letaler allergischer (anaphylaktischer) Reaktionen nach dem Genuss von Sojaprotein in der schwedischen Bevölkerung. Diese traten jedoch immer in Zusammenhang mit Asthma bronchiale bzw. Erdnussallergie auf.

Dokumentiert sind Fälle von Kreuzallergien nach dem Genuss von Sojamilch bzw. –dessert in der deutschen Bevölkerung. Dabei wird eine kreuzallergische Reaktion in Zusammenhang mit Birkenpollenallergenen vermutet. Das Bundesinstitut für Risikoforschung sieht in diesem Zusammenhang die bestehende Kennzeichnungspflicht als ausreichend an.

Was die Außer Haus Verpflegung betrifft, weist die Studie darauf hin, dass es in Österreich praktisch keine *Informationskultur* gibt, was die Kennzeichnung potenziell allergischer Substanzen in Menüs oder Speiseplänen betrifft. Deshalb wäre - über die individuelle ärztliche Beratung und Information hinaus - eine Information von Risikogruppen wie Erdnuss- oder Birkenpollenallergiker bzw. Asthma bronchiale Patienten zu überlegen.

Welche Unverträglichkeiten sind bekannt?

Unverträglichkeiten mit Soja sind bei Kleinkindern dokumentiert. Soja wird außerdem mit Magen-Darmproblemen - Blähungen, Übelkeit und Verstopfung - in Verbindung gebracht.

Welche Wechselwirkungen mit Hormonen und Arzneimitteln können auftreten?

Aufgrund der schwach östrogenen Wirkung des Sojabestandteils Isoflavone kann eine Interaktion mit körpereigenen Hormonen derzeit nicht ausgeschlossen werden. Deshalb wird bei hormonell beeinflussten Erkrankungen wie bestimmten weiblichen Krebsformen von einer Aufnahme von Soja abgeraten. Bei Schwangeren sollte eine Aufnahme wegen des vermuteten hormonellen Wirkpotenzials von Soja gleichfalls vermieden werden.

Bei hormonell behandelter Fehlfunktion der Schilddrüse wird geraten, den Hormonstatus zu prüfen, wenn über längere Zeit hinweg eine signifikante Änderung bei der Sojaaufnahme erfolgt.

Bei der Einnahme von MAO Hemmern oder Antikoagulantien kann in seltenen Fällen die Aufnahme größerer Mengen von Soja die Medikamentenwirkung beeinflussen.

2 Executive Summary

Food consumption in the industrialised countries shows considerable deficits and do not comply with the criteria of sustainability. Food and animal feedstuff is manufactured and bargained with a huge resource input and livestock production has substantial impact on climate change, since it is responsible for 18 percent of the global greenhouse-gas emissions. A reduced demand for animal products would help to cut the ecological pressure on threatened ecological resources such as rainforests.

In the industrialised countries and increasingly in the emerging markets food consumption is characterised by an excessive uptake of meat far away from a nutritional optimum. It is recommended to reduce it by a factor two to three to avoid associated adverse uptake of saturated fatty acids and cholesterol. This recommendation is made since saturated fatty acids and LDL-cholesterol are well known risk factors for coronary heart diseases. To achieve this goal generally the uptake of animal protein has to be lowered in favour of plant protein uptake. The Austrian Nutrition Society (ANS) recommends, that the overall protein uptake should consist of two thirds of plant protein and one third of animal protein and further outlines, that *the reality reveals the reverse: According to the Austrian Nutrition Report 2003 for instance protein uptake for children as well as for adults consists of two thirds of animal protein and one third of plant protein (disclosure of the ANS to the authors).*

From an ecological as well as human health perspective it is meaningful and outstanding to explore and point out options for a reduction of meat consumption. According to the knowledge of the authors the present study is the first compilation and evaluation of soy and seitan product's potential as meat substitute in canteen cooking application in Austria. The study is done on behalf the municipality of Vienna as a contribution to a more sustainable canteen cooking and analyses crucial aspects of meat substitutes. Therein it puts it's main focus on soy and soy products.

Analysing the present market and application for meat substitutes

What can be said about the present choice of products?

Manufacturer have broadened their product range and made it more diverse. As a general rule organic (bio) products are offered throughout the soy as well as the grain (seitan) segment. If the products are not organic but from conventional production, they are at least gm free. Meat substitutes are available fresh, dried or as convenience products. Product range provided for restaurants and canteen kitchens is getting more attractive and is offered in needed amounts from suppliers specialised on the target group.

What can be said about application in canteens?

According to comments from producers and suppliers there is a great potential for adventurous application in canteens. While gastronomy especially in the wellness segment is offensively creating and integrating meals based on seitan or tofu, the integration of such products in canteen diets seems to proceed tenacious

and tedious. It should be mentioned, that certain caterers are offering diets with meat substitutes according to customer wishes. The producers and suppliers unambiguously state, that they would like to see cooks testing and tasting meat substitutes with lust and curiosity.

Analysing critical aspects of meat consumption

What are the global health and environmental consequences of consumption of animal based products?

Livestock sector and cultivation of crops for animal feed production is responsible for overall 18 % of greenhouse gas emissions, which is more than emissions created from traffic and industry. There are also negative impacts on the resources of water and soil and biodiversity.

Eating habits in the emerging markets are rapidly changing right up to an increase of animal protein's consumption and thus boosting the demand for feedstuff and areas under crops.

Eating habits in the industrialized countries, which are characterised by an excessive uptake of energy-rich nutrition of animal origin and too much of saturated fatty acids, cause coronary heart diseases, metabolic disorders, high blood pressure and obesity. Therefore a reduction of meat uptake is recommended from actually 200 to 250 g/person/day to 90 g /person/day. This corresponds to a reduction in consumption of factor two to three.

Considering the energy input, the provision of 1 kg of protein can be done much more effectively via plant protein: From soy 30 MJ are needed, whereas for beef 1300 MJ and for pork 590 MJ are afforded.

Analysing critical aspects of soy from part of meat substitutes

Is cultivation of soy a cause for environmental depletion?

The cultivation of soy in Brazil is ecologically doubtful at least in the northern regions where the *cerrado* borders to the Amazon basin. There it is coupled with rainforest depletion due to rising demand for cultivation areas.

What is soy used for?

Excluding the usage of soy oil the outweighing amount of soy production is used as animal feedstock. The relationship between animal feedstock and foodstuff (protein) is 30:1 and attests, that the main application is for manufacturing animal based products.

Is genetically modified (gm) soy applied in feedstock and/or foodstuff?

Considering soy imported to the EU as a whole as well as to Austria a big part of it is gm-soy from Brazil and the USA, which exclusively serves for animal nutrition.

For human nutrition, at least in the EU, no gm-soy is used or processed.

A considerable fraction of the Austrian foodstuff trading business and foodstuff industry has voluntarily committed itself to products free from genetically modified plants. This is due to a critical attitude of the consumers refusing food with gm components. The commitment includes a threshold value for gm-soy contamination of about 0,1% and a ban for use of gm containing feedstock. This is a main reason why food inspections within the last year indicate an almost complete absence of gm soy.

Organic farming in Austria conducts research efforts on cultivation of organic soy, which will notably increase in the near future.

Does consuming of soy or soy protein have a notable benefit on human health?

The daily uptake of 25 g of soy protein as part of a diet low in cholesterol and saturated fatty acids is associated with a blood cholesterol reduction and therefore recommended for reducing risks of coronary heart diseases (FDA and JHCI food claim).

Soy protein is poor in saturated fatty acids and cholesterol free and is therefore recommended to partly replace animal protein as a preventive measure for coronary heart disease (Austrian Cholesterol Consensus Statement)

What is the nutritional value of soy compared to animal protein?

According to FAO/WHO information data the biological value of soy protein's amino acid composition (PDCAAS Value) is equal to that of animal protein (beef).

Does soy show a preventive or curing potential for diseases?

Several constituents of soy as well as soy protein are examined for application in therapy and prevention, but - according to the *US National Institutes of Health* - conclusive evidence for action is rare until now. Most likely a potential exist in the therapy of post menopausal discomforts.

What is known about the incidence and severity of soy protein allergy?

Soy is a well-known food allergen and packaged food containing soy has to be labelled as it is the case with other known food allergens such as peanuts, cow-milk, cereals or eggs.

Scientific research indicates that the allergenic potential of soy is far below that of other main food allergens such as peanuts, eggs or cow-milk.

Few fatal allergenic (anaphylactic) reactions to soy are documented with Swedish consumers, but in all cases the patients suffered from asthma and severe peanut allergy.

Allergenic (anaphylactic) reactions to soy drinks and -desserts are documented with German consumers. The symptoms are associated to a birch pollen allergy. German risk management authorities (BfR) don't conclude a further need for action, since labelling is already compulsory.

As for meals consumed away from home (e.g. in restaurants or canteens), the study would point out that there is hardly an *information culture* about known allergen menu ingredients. Therefore - considering meals

including soy as a component – information tools for at-risk groups (i.e. patients suffering from peanut or birch pollen allergy or asthma) should be considered.

What is known about adverse effects apart from allergy?

Incompatibilities to soy are documented for infants, moreover associated with intestinal symptoms such as flatulence, obstipation and nausea.

What is known about interaction with (synthetic) hormones and medication?

Due to estrogenic effectiveness soy isoflavones interaction with body's own hormones cannot be excluded. Therefore in case of hormone induced illnesses (i.e. several types of female cancer) soy uptake should be avoided. This is also recommended as a preventive measure for pregnant women.

In case of malfunction of the thyroid, hormonal status should be checked if amounts of consumed soy are significantly altered for a longer period.

In rare cases higher amounts of soy can interfere with medication of MAO inhibitors or anticoagulants.

3 Soja

Die Sojabohne besteht aus drei Hauptkomponenten: Schale (Samenmantel mit Hilum, dem Verbindungspunkt zwischen Samen und Hülse), Keimblättern (Kotyledonen) und Keim (Hypokotyl). Die beiden Kotyledonen der Sojabohne werden von der Schale zusammengehalten. Die chemische Zusammensetzung der Sojabohne unterliegt, ebenso wie die morphologische, einer natürlichen Schwankungsbreite, welche sich aus der Varietät und den Wachstumsbedingungen ergibt.

Tabelle 1: Durchschnittlicher Gehalt in 100 Gramm getrockneten, ganzen Sojabohnen (nach Souci Fachmann Kraut (2004) in: Ernährung aktuell 2005/4)

Energiegehalt/Inhaltsstoffe	Pro 100 g essbarem Anteil
Energie	327 kcal
Eiweiß	34,3 g
Fett	18,3 g
Kohlehydrate	6,3 g
Ballaststoffe	22,0 g
Kalium	1.740 mg
Calcium	255 mg
Magnesium	245 mg
Eisen	6600 µg
Carotinoide	380 µg
Vitamin E	1500 µg
Folsäure	240 µg

3.1 Soja in der Lebensmittelindustrie

Die Bestandteile der Sojabohne werden nicht allein wegen ihres ernährungsphysiologischen Nutzens in Lebensmitteln eingesetzt, sondern auch aufgrund ihrer "funktionellen" Eigenschaften, die für bestimmte Anwendungsbereiche maßgeschneidert werden können. Da Fette und Proteine komplexe Moleküle sind, weisen die Sojabohnenbestandteile auf Ölbasis andere funktionelle Eigenschaften auf als die Bestandteile auf

Proteinbasis. Andere Faktoren, die vor allem die Funktionalität der Sojaproteine beeinflussen, sind etwa die Produktionsmethode, die Art der Wärmebehandlung, der pH-Wert sowie der Einsatz von Enzymen¹

Tabelle 2: Einige wichtige funktionelle Eigenschaften der Sojabohnenbestandteile

Klebermögen	Geschmacksbindung
Antioxidantische Eigenschaften	Gelbildung
Bindfähigkeit	Absorption und Speicherung von Feuchtigkeit
Farbkontrolle	Organoleptische Eigenschaften
Kristallisationskontrolle	Löslichkeit / Dispergierbarkeit
Elastizität	Stabilisation
Emulgierfähigkeit	Texturierung
Fettabsorption	
Schaumbildung / Aufschlagfähigkeit	
Klebermögen	

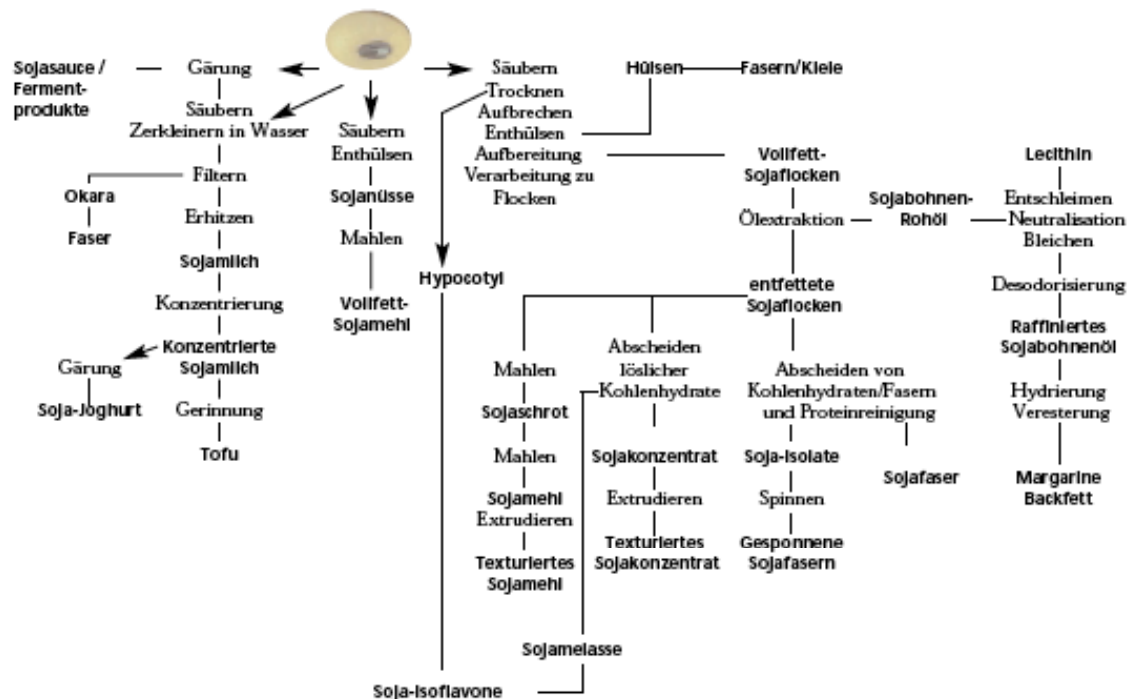
3.2 Verarbeitung der Sojabohne

Die nachstehend abgebildete Graphik bietet einen Überblick über die Verarbeitungsstufen zur Herstellung von Ölprodukten, ganzen Sojabohnenprodukten wie sie für Sojamilch, Tofu, Sojasauce, Miso und Tempeh benötigt werden, Sojafaserprodukten und Sojaproteinprodukten wie entfettete Sojamehle, Konzentrate und Isolate u.a. für Fleischersatzprodukte.

¹ Soja für die Ernährungsindustrie, American Soybean Association, M00CX11858-102001-1000

Graphik 1: Verarbeitung Sojabohne

Verarbeitung der Sojabohne



Quelle: Sojaprodukte für die Ernährungsindustrie (2001), American Soybean Association

3.3 Herstellungsverfahren von Soja-Produkten

Lebensmittel aus Sojabohnen werden über zwei Verarbeitungswege hergestellt. Auf direktem Weg durch die Verarbeitung der ganzen Sojabohne zu vollfetten Sojamehlprodukten, Sojamilchprodukten, Tofu, Sojasauce, Miso oder Tempeh und auf indirektem Weg durch Entölung und Herstellung von entfettetem Sojamehl, SPI Sojaproteinisolat SPC Sojaproteinkonzentrat, woraus auch TVP texturiertes Sojaprotein hergestellt wird.

3.3.1 Die direkte Verarbeitung

Bei der direkten Verarbeitung werden die Sojabohnen gereinigt, geschält und bei anschließender hydrothermischer Behandlung durch mahlen, walzen und sieben zu vollfetten Sojaprodukten verarbeitet. Bei diesem Prozess werden die Schalen von den Keimblättern (Kotelydonen) getrennt. Die Keimblätter sind das Ausgangsmaterial für die vollfetten Sojaprodukte wie Mehlen und Grießen sowie Flocken. Diese Produkte verfügen je nach Verfahren über negative Eigenschaften, darunter insbesondere ihre Enzymaktivität.

Da die oxidative Enzymaktivität beispielsweise zur Herstellung bestimmter Lebensmittel, wie Sojamilchprodukte, durch die Bildung von Oxidationsprodukten zu unerwünschten sensorischen Eigenschaften führt, werden entweder die Sojabohnen oder die vollfetten Verarbeitungserzeugnisse erhitzt (getoastet, blanchiert) und erst danach zu Lebensmitteln weiterverarbeitet (inaktivierte Mehle, Sojamilch, Sojadrinks, Tofu).

Die thermische Behandlung hat neben der erwünschten Inaktivierung der Enzyme eine unerwünschte graduelle Denaturierung der Proteine zur Folge, die sich negativ auf die Ausbeute und Qualitätsmerkmale der Endprodukte auswirken kann. Durch moderne Prozesstechniken, die sich durch eine genaue Kontrolle der Prozessschritte und -parameter auszeichnen, ist es inzwischen gelungen, die Proteindenaturierung einzugrenzen und im Sinne der Erzeugung einer gleichmäßigen Produktqualität zu stabilisieren. Das wiederum hat dazu geführt, dass das Marktpotenzial für viele dieser Produkte, von denen einige bisher in der westlichen Ernährung wenig bekannt waren, wie beispielsweise Sojapaste (Miso), Sojasauce (Sho-yu) oder fermentierter Sojaquark (Su-Fu), deutlich gewachsen ist. Es gibt inzwischen auch im Westen moderne Techniken zur Herstellung dieser traditionellen Sojaprodukte, darunter auf Tofu basierende Eiscreme und Joghurt.²

3.3.2 Indirekte Verarbeitung

Bei der indirekten Verarbeitung ist beispielsweise die Entölung des geschroteten Sojas auf einen sehr geringen Restölgehalt notwendig um Sojaprotein zu erhalten (< 1 %). Die Verarbeitung erfolgt in Ölmühlen wobei es im Wesentlichen um die Gewinnung von Sojaöl und die Herstellung von Sojamehl geht. Die Entölung erfolgt entweder durch mechanisches Auspressen oder durch Verfahren wie die Lösungsmittelextraktion wobei die Extraktion mit Hexan, die durch Auspressen wegen der gegebenen höheren Verarbeitungskapazität und der vergleichsweise niedrigeren Verfahrenskosten bei weitem überwiegt. Eine der Grundvoraussetzungen um Bio-Qualität bei TVP-Produkten zu erreichen ist der Nachweis, dass das verwendete Sojaprotein durch mechanisches Auspressen produziert wurde.

3.4 Sojaprodukte

3.4.1 Sojamilch

Die Sojabohnen werden eingeweicht, gemahlen, und mit Wasser versetzt, bis ein Püree entsteht. Dieses wird aufgekocht, ausgepresst / abgesiebt, damit sich die flüssige Sojamilch von den festen Bestandteilen, dem Fruchtfleisch der Sojabohne, (Okara = „ehrwürdige Hülse“ jap.) trennt. Dabei handelt es sich um einen höchst nährstoffreichen Inhaltsstoff / Ballaststoff der in großen Mengen anfällt (Beispiel: bei einem Hersteller mit einer Tagesproduktion von rund 2000 Kilogramm Bio-Tofu fallen jeden zweiten Tag 6000 bis

² Seiler, Markus, Dissertation (2006), Evaluierung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit eines neuartigen Verfahrenskonzepts zur Herstellung von Proteinprodukten aus Sojabohnen. Download unter: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=982922140&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=982922140.pdf

8000 Kilogramm Okara an). Okara wird hauptsächlich als Futtermittel genutzt und teilweise auch im Lebensmittelbereich als Faser- oder Proteinzusatz in Saucen, Backwaren und Fleischerzeugnissen verarbeitet. Sojamilch enthält die wasserlöslichen Kohlenhydrate, Proteine sowie den Ölanteil der Sojabohne. Aus der Sojamilch werden Desserts, Speiseeis, Joghurt oder andere Milchersatzprodukte hergestellt.

Ein vollwertiger Milchersatz sind Sojadrinks jedoch erst nach Zugabe von Kalzium. Sojabohnen selbst enthalten von Natur aus weniger Kalzium als Milch. Deshalb werden Sojadrinks mit Kalziumzusatz angereichert. Ein Glas Sojadrink (0,2 Liter) deckt dann etwa ein Drittel des Kalzium-Tagesbedarfs eines Erwachsenen. BioproduzentInnen ist es nicht erlaubt, Kalziumkarbonat zu verwenden. Sie setzen daher Meeresalgen zu. Diese sind für Bio-Produkte zugelassen und erfüllen denselben Zweck. Ein Test der Stiftung Warentest (8/2007) zeigt, worauf zu achten es sich empfiehlt. Abgewertet wurde nämlich in Fällen, wo der Kadmiumgehalt knapp unter dem Grenzwert für Soja lag, die Werbeaussage „soviel Calcium wie Kuhmilch“ nicht zutraf, 127 Milligramm Kalzium pro 100 Milliliter gemessen, aber nicht deklariert wurde, die Bezeichnung Bio nicht zulässig war, weil die Kalziumanreicherung mit Kalziumkarbonat erzielt wurde. Von den 16 getesteten Produkten erreichten immerhin 11 Sojadrinks das Stiftung Warentest-Qualitätsurteil *gut* auch wenn bei diesem Test keines mit *sehr gut* abschnitt.³ Derartige Tests liefern als Momentaufnahme Anhaltspunkte wertvolle Hinweise, die auch für die Spezifikation beim Großkücheneinkauf genutzt werden können.

3.4.2 Tofu

Die Sojamilch, das Basisprodukt für Tofu, wird mit einem Gerinnungsmittel versetzt und ausgemolkt. Für diesen Verfahrensschritt bedient man sich zwei verschiedener Methoden. Die eine stammt aus China und nützt Gips (Calciumsulfat - shi-gao) für die Gerinnung (Koagulation). Die zweite stammt aus Japan, wobei traditioneller Weise zur Fällung ein Meerwasserauszug (Magnesiumchlorid – Nigari) zum Einsatz kam, später ebenfalls Calciumsulfat, teilweise in Verbindung mit Magnesiumchlorid.

Durch die Fällung wird die eiweißreiche Substanz von der wässrigen Molke, die als Beiprodukt der Gerinnung anfällt, getrennt. Die Molke gilt als schwer verdaulich und wird abgeschöpft. Die lockere Eiweißmasse, die zurück bleibt, ist der Eiweißkuchen (Tofubruch). Mit druckregulierbaren Pressstempeln oder Druckkästen lässt sich Einfluss auf die Konsistenz des Tofu nehmen. Nach dem Pressen wird der Tofu in Blöcke geschnitten und in Wasser gekühlt und der letzte Molkerest entfernt.

3.4.3 Sojasauce

Sojasaucen gibt es in den verschiedensten Varianten: hell, dunkel, süß, sehr salzig, dick- oder dünnflüssig. Generell ist zwischen Tamari und Shoyu zu unterscheiden. Beides sind fermentierte Sojasoßen. Der Unterschied liegt darin, dass der Grundbestandteil des Tamari Sojabohnen sind, wodurch diese Sauce auch glutenfrei hergestellt werden kann (Glutenunverträglichkeit), während Shoyu aus Sojabohnen und Weizen

³ Test Sojadrinks: Lecker und Gesund, 8/2007, Stiftung Warentest, als Download: www.test.de/themen/essen-trinken/test/-Sojadrinks

produziert wird. Nicht zu verwechseln sind die traditionell hergestellten Produkte mit den industriell hergestellten, nicht-gebrauten Varianten (Aufschluss der Sojaproteine durch Salzsäure). Im Folgenden eine kurze Darstellung beider Verfahren zur Verdeutlichung der Unterschiede:

Traditionelle Herstellung (gebraut): Beim traditionellen Verfahren entsteht aus gedünsteten Sojabohnen und Weizenschrot ein Brei, dem Schimmelpilzkulturen zugefügt werden. In einem ersten Schritt zerlegen die Pilzkulturen die Masse in leicht abbaubare Aminosäuren und vergärbaren Zucker. Für die eigentliche Gärung wird nun Wasser und Salz zugegeben. Dann kommt das Gemisch zusammen mit Hefe und Milchsäurebakterien in spezielle Gärbehälter aus Stahl (früher aus Holz). Der Gärprozess dauert mehrere Monate – bei hochwertigen Saucen kann er gar Jahre in Anspruch nehmen. Durch die Gärung verwandelt sich die Mixtur in einen würzigen Brei, welcher schließlich durch Tücher gefiltert und gepresst wird. Nach dem Pasteurisieren wird die Sojasauce in Flaschen abgefüllt.

Industrielle Herstellung (nicht-gebraut): Die traditionelle Herstellung ist aufwändig und teuer. Deshalb wird heute ein großer Teil der Saucen mit einem chemischen Verfahren produziert. Der Vorteil: Diese Herstellungsart ist wesentlich schneller und daher günstiger. Das Sojaschrot wird mit Salzsäure gekocht, um die Proteine aufzuspalten. Um diesen Prozess wieder zu stoppen, wird Natriumhydroxid beigelegt. Danach wird die Flüssigkeit gefiltert. Manche Hersteller färben ihre Produkte zusätzlich mit Maissirup und Karamellfarbstoffen, häufig geben sie auch Aromen und Konservierungsmittel hinzu. Oft werden die industriellen Produkte auch mit hochwertigen traditionell hergestellten Sojasaucen vermischt, um die Qualität etwas aufzubessern⁴.

Der vom Schweizer Testmagazin Saldo 2003 durchgeführte Test zu Sojasaucen ergab, dass von 15 getesteten Produkten 6 von ihrer Qualität her als ungenügend eingestuft werden mussten und folgende 5 das Gesamturteil „sehr gut“ erhielten - Preis in Franken pro 100 ml): □- Lee Kum Kee (Fr. 1.40, Bild) □- Yamasa (Fr. 1.93) □- Kikkoman (Fr. 2.20) □- Kim Ve wong (Fr. 2.80) □- Bio Tamari Danival (Fr. 5.25).

Folgende Prüfkriterien wurden angelegt: □

- Chlorpropanole: Wird eine Sauce unsauber hergestellt, können sich krebserregende Chlorpropanole bilden. □
- Trockensubstanz: Je mehr Trockensubstanz zurückbleibt, wenn das Wasser verdunstet, desto besser. □
- Gesamtstickstoff: Eine Sauce mit höherem Stickstoffanteil hat ebenfalls mehr Gehalt. □
- Deklaration: Entspricht die Deklaration den lebensmittelrechtlichen Vorschriften?
- Massiver Unterschiede zeigten sich auch beim Salzgehalt. Testergebnisse von unabhängigen Einrichtungen liefern eine Momentaufnahme vom Marktangebot und auch praktische Hinweise zu

⁴ saldo Nr. 16 8. Oktober 2003 S.17, als Download: <http://www.saldo.ch/tests/1018462/Sojasaucen>

Fragen der Qualität und der verwendeten Inhaltsstoffe, die eine Gefahr darstellen können. Außerdem sind Testergebnisse ein probates Mittel um über die Hersteller auf eine Verbesserung des Produktangebots einzuwirken.

3.4.4 BIO-Sojasaucen

Einige ProduzentInnen von Sojasaucen, darunter auch die wenigen, die Bioprodukte erzeugen, verpflichten sich, keine gentechnisch veränderten Sojabohnen zu verwenden. Beim überwiegenden Teil der Soßen ist Gentechnik aber nicht auszuschließen. Weder Stiftung Warentest noch Ökotest haben Sojasoßen bisher untersucht, einen Testbericht gibt es von einer Schweizer Verbraucherorganisation: Saldo Nr.16, Oktober 2003 ⁵ Sojasauce wird nicht nur als Würzmittel in der Küche verwendet, sondern auch für die Herstellung von klassischem Seitan, bei der Zubereitung der Lake. Sojasauce ist sehr ergiebig, so reichen 200 Liter importierter BIO Sojasauce aus Japan unverdünnt als Lake für rund eine Tonne klassischen Seitan (Weizeneiweiß).

3.5 Sonstige Fleischersatzprodukte aus Soja

Obwohl es eine große Bandbreite an Sojaprodukten gibt findet in den Großküchen nur ein Teil davon Verwendung. Zu den selten anzutreffenden Produkten zählen beispielsweise:

3.5.1 Tempeh

Dabei handelt es sich um ein traditionelles Fermentationsprodukt aus Indonesien, das durch die Beimpfung von gekochten Sojabohnen mit verschiedenen Rhizopus-Arten, also mit Hilfe von niederen Schimmelpilzen durch Fermentation entsteht. Rohes Tempeh hat aufgrund des Fermentationsprozesses oftmals einen leicht plastikartigen Geruch; wegen des hohen Wassergehaltes ist es bei hohen Temperaturen leicht verderblich und muss rasch verzehrt werden, lässt sich aber gut einfrieren. Üblicherweise wird es in würziger Soße oder Salzwasser mariniert und heißem Öl gebacken oder frittiert. Tempeh hat einen angenehm milden, nussigen und pilzartigen Geschmack, der mit praktisch jeder Art es zu würzen harmoniert; die Struktur sorgt für einen festen, aber zarten Biss und ermöglicht dem zubereiteten Produkt, Gewürze gut aufzunehmen⁶.

3.5.2 Miso

Miso ist eine (japanische) Würzpaste aus vergorenem Soja und Getreide mit konzentriertem, fleischähnlichem Aroma. Miso besteht hauptsächlich aus Sojabohnen mit veränderlichen Anteilen von Reis, Gerste oder anderem Getreide. Zur Herstellung wird eine Mischung aus gekochten Sojabohnen und

⁵ WDR 5 - Service in WDR 5 - Essen & Trinken - Würze aus Fernost - Sojasaucen.

⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Tempeh>

gekochtem Reis oder gekochter Gerste in Fässern über sechs bis achtzehn Monate vergoren. Diese Herstellung stammt vermutlich ursprünglich aus dem Kaiserreich China⁷.

3.5.3 Soja-Fleisch aus texturiertem Sojaprotein (tvp) - konventionell

Texturiertes Soja ist ein Fleischersatz mit faserförmiger Konsistenz und hohem Eiweißgehalt. Dieses wird aus entfettetem Sojaschrot, einem Nebenprodukt (Presskuchen) der Sojaölproduktion hergestellt, indem das Protein auf chemischem Wege herausgetrennt wird. Die so gewonnene Proteinlösung kann auf mehrere Weise „texturiert“ werden um eine fleischähnliche Konsistenz zu erhalten. Beispielsweise wird das entfettete Sojamehl im Extruder auch unter Beigabe von Wasser, Geschmacks- oder Farbstoffen einem hohen Druck und hoher Temperatur ausgesetzt. Durch einen anschließenden extremen Druck- und Temperaturabfall beim Verlassen des Extruders durch eine Düse verdampft das in der Masse enthaltene Wasser und bläht dadurch den Brei um ein Vielfaches seines eigentlichen Volumens auf. Rotierende Messer schneiden den "Schaum" in Stücke oder Streifen⁸. Es kann auch zu Fasern wie bei Textilien versponnen werden indem die Proteinlösung durch Nass-Spinn Düsen gepresst wird⁹. Die heutige Produktionstechnik ermöglicht es, dem TVP - Fleischimitat je nach Herstellungsverfahren einen „Biss“ von Hühnerfleisch oder Rindfleisch oder Schinken aber auch von Fisch oder anderen Meerestieren zu verleihen. Das Endprodukt ist meist getrocknet und sehr lange haltbar.

TVP kann in vielfältiger Form Fleisch u. Hackfleisch ersetzen: in verschiedensten Saucen (Ragù alla bolognese), als Bestandteil von Füllungen (gefüllte Paprika, Rouladen), als Zugabe in Gemüsepfannen oder in Lasagne und Bratlingen. Es lässt sich schnell garen, enthält viel Protein und wenig Fett. Texturiertes Sojaprotein wird vor allem auch als Streckmittel für Fleischerzeugnisse eingesetzt.

3.5.4 Soja-Fleisch aus texturiertem Sojaprotein (tvp) - BIO

Produkte aus texturiertem Sojaprotein werden auch in Bio-Qualität hergestellt. Dies ist derzeit allerdings nur bis zu einer bestimmten Stückgröße (Würfel, Granulat, Geschnetzeltes) möglich. Im Gegensatz zu den auf konventionellen Weg hergestellten Isolaten werden solche für BIO-Produkte aus gemahlten und rein mechanisch in mehreren Pressgängen bis knapp unter 5% Rest-Fettgehalt ausgepressten Sojabohnen gewonnen. Dieses mechanisch entfettete Sojamehl wird wie das durch Lösungsmittel extraktion entölte Protein in einem Extruder zu seiner fleischähnlichen Form u. Beschaffenheit extrudiert (= "aufgepoppt", ähnlich wie bei Cornflakes)¹⁰. Stückgrößen wie sie für Filets oder Steaks aus texturiertem Sojaprotein in den Küchen benötigt werden, sind in Bio-Qualität noch nicht produzierbar. Der Grund dürfte der zu hohen Rest-Fettgehalt bei der mechanischen Pressung im Pressgut sein, andererseits schreiben die Anforderungen

⁷ <http://de.wikipedia.org/wiki/Miso>

⁸ <http://www.eden.de/eden/service/Lexikon/E/Extrusionsverfahren>

⁹ Münzing-Ruef, Ingeborg, Kursbuch gesunde Ernährung, ISBN 3-43-12256-9

¹⁰ Ebner Werner, Betriebsleiter, www.sojarei.at

der Liste zugelassener Verarbeitungshilfsstoffe, die bei der Verarbeitung ökologisch hergestellter Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs verwendet werden dürfen vor, dass als Lösungsmittel für pflanzliche Produkte nur Ethanol, zulässig ist¹¹. Texturiertes Sojaprotein in Bio-Qualität garantiert ist daher im Vergleich zu konventionell hergestellten Produkten garantiert, dass es nachweislich GVO-frei ist und ohne Lösungsmittel (Hexan) gewonnen wird.

3.5.5 Diskussion um konventionell hergestelltes texturiertes Sojaprotein (tvp)

TVP Produkte werden sehr kontroversiell diskutiert, wobei die Bandbreite zwischen heftiger Ablehnung als reinem Kunstprodukt das auf chemischem Wege entsteht, liegt und einer Anpreisung als moderner Fleischersatz. Der seit 2003 bestehende Interessensverband von Unternehmen die Sojalebensmittel produzieren, die ENSA (European Natural Soyfood Manufacturers Association) äußert sich dazu wie folgt: *The process of extracting isolates from soy beans requires the use of chemical products (hexane a.o.). Although there is no firm evidence of a benefit to the end consumer of using a non-chemical way, ENSA members have a fundamental belief that foods must be as natural as possible*¹².

Gleichzeitig weist die ENSA auf den Verlust an Inhaltsstoffen, der im Verlauf des Reinigungsverfahrens bei der Herstellung von Sojaprotein-Isolaten von statten geht, hin: *Einige der Phytonährstoffe, die Soja-Oligosaccharide (wie Raffinose und Stachyose), Vitamin E, Phytosterole usw. werden während der Sojaproteinreinigung selektiv entfernt. So werden die Proteine bei Sojaprotein-Isolaten im Verlauf des Reinigungsverfahrens mehr oder weniger von den übrigen Makro- und Mikronährstoffen "isoliert."*¹³

4 Pflanzliche Fleischprodukte aus Weizeneiweiß

Grundstoff für diesen Bereich der pflanzlichen Fleischersatzprodukte ist in der Regel Weizengluten der durch Auswaschen der Stärke (Stärkegewinnung) aus Weizenmehl gewonnen wird. Es lassen sich zur Zeit drei Varianten von Fleischersatzprodukten aus Weizenprotein festmachen:

- Zum einen sind das die klassischen Seitan-Produkte, wobei Seitan durch das Kochen eines Glutenbrockens in einer Lake aus Sojasauce und Gewürzen entsteht.
- Zum anderen Weizeneiweißprodukte, die ohne Verwendung von Sojalake hergestellt werden. Bei diesem Verfahren wird bereits die Masse gewürzt und dann gekocht, wodurch sich ein großer Unterschied zum klassischen Glutenteig ergibt. Solche Produkte werden auch als *Weizeneiweißprodukt* ausgelobt.

¹¹ http://www.bio-austria.at/startseite/organisation/bio_austria_richtlinien/bio_austria_produkionsrichtlinien

¹² ENSA - Mail 7. Dez. 2007

¹³ http://www.ensa-eu.org/public/de/about_soy_process_de.php

- Ein Mittelweg ist der Versuch Mischprodukte aus Tofu und Weizeneiweiß herzustellen. Dieser Vorgang soll die positiven Eigenschaften des Tofu mit jenen des Weizeneiweiß kombinieren. Tofu zeichnet sich dadurch aus, dass er wenig Konsistenz, Fasrigkeit oder Struktur hat, sondern eher eine schwammartige Gewebestruktur bildet. Weizeneiweiß wiederum kann mit länglichen Fasern ähnlich wie bei Fleisch und mit einem festen Biss aufwarten.

4.1 Seitan

Betrachtet man das Marktangebot, so zeichnet sich als positiver Trend ab, dass mit wenigen Ausnahmen in diesem Produktbereich alle Zutaten aus kontrolliert biologischem Anbau stammen. Durch Kreativität beim Würzen und bei der Formgebung ist das Angebot an Seitan-Produkten vielfältiger geworden und bietet vielerlei Einsatzmöglichkeiten in Gastronomie und Großküche. Seitan ist ein Weizenprodukt und wird aus Vollweizen gewonnen, indem Stärke und Kleie aus dem Weizenmehl herausgewaschen werden. Übrig bleibt Eiweiß (der Gluten) als klebrige Masse, auch bekannt als Weizenkleber. Gluten ist das Synonym für eine Gruppe von Proteinen, die in Getreiden vorkommen. Er ist der in Salzwasser unlösliche Teil des Proteins des Getreides. Gluten macht ca. 80 % des Gesamteiweißes in Weizen aus und besteht aus den beiden Proteinen Gliadin und Glutenin. Die Höhe des Rohproteins im Weizen kann in hohem Maße durch das Klima, den Boden, die Sorte und die Düngung, besonders durch den Stickstoff, beeinflusst werden. Der Gluten wird dann in einem Fond aus Wasser, Sojasauce und verschiedenen Gewürzen gekocht um den bitteren Geschmack vom Getreide, der auch beim Gluten vorhanden ist, abzumildern.

Seitan gilt aufgrund seiner äußeren Beschaffenheit und der Verarbeitungsmöglichkeiten als die klassische Fleischalternative. Seitan ist vielseitig verwendbar, schmeckt gebraten oder gegrillt. Im Handel sind neben Seitan natur auch breitgefächerte Sortimente von Seitanprodukten erhältlich wie z.B. vegetarische Würstchen, Steaks, Gulasch, Burger, Pasteten und Brotaufstriche.

Seitan kann als Ersatz für Fleisch in vielen Fleischgerichten verwendet, eingelegt und auch eingefroren werden. Da Seitan fertig gekocht und gewürzt ist, lässt er sich rasch und vielseitig verwenden. Die Küchenpraxis zeigt, dass sich dieses fleischähnliche Produkt zum Sautieren, Panieren, Grillen und Kochen eignet. Auch im Sandwich, in Salaten und Suppen kann Seitan den Speiseplan bereichern. Vorteilhaft für den Einsatz von Seitan in Großküchen ist dessen einfache Handhabung (Hygiene) und lange Haltbarkeit (Beispiel: MHD: 35 Tage ab Warenausgang bei durchgängiger Lagerung von 2-6°C.)

Für Großverbraucher wird Seitan zur Weiterverarbeitung in Großgebinden angeboten (Beispiel: 2500g am Stück). Vergleicht man das Grundprodukt Seitan verschiedener Herstellern so zeigt sich nur eine geringe Abweichungen bei den angegebenen durchschnittlichen Nährwerten. Diese Abweichungen ergeben sich aus der Weizenqualität (Weizeneiweiß, Weizenmehl) der Rezeptur und aus dem Fond (Sojasauce), der verwendet wird.

Tabelle 3: Nährwert von Seitan

Durchschnittlicher Nährwerte pro 100g Seitan			
	VIANA	Sojarei	Reinberger
	www.viana.de	www.sojarei.at	www.seitan.at
Brennwert (kJ)	615	625	546,4
Energie (kcal)	148	148	130,5
Eiweiß (g)	28	28,1	25,46
Kohlenhydrate (g)	2	2,8	4,13
Fett (g)	2	2,7	1,23

Seitan hat einen ähnlichen Eiweißgehalt wie Fleisch und enthält die essentiellen Aminosäuren, eignet sich für Diätkost, enthält kein Cholesterin, gilt laut Hersteller als leicht verdaulich, d.h. auch für ältere Menschen, gleichzeitig aber auch für Menschen, die Kraft- bzw. Bodybuilding ausüben.

4.2 Weizeneiweißprodukte

Bei diesem Verfahren wird beispielsweise der Gluten mit Öl, Gewürzen, Salz, fertig abgeschmeckt und gekocht. Öl dient als Geschmacksträger der Kräuter und Gewürze. Diese Produkte orientieren sich vom Biss her und auch von der Würzung her sehr stark an fleischigen Vorbildern wie beispielsweise Aufschnittware, Wüstchen oder zubereitete Speisen wie Gyros.

4.3 Glutenunverträglichkeit

Seitan eignet sich nicht für Menschen die glutenhaltige Nahrungsmittel meiden müssen (Zöliakie). Das im Weizenmehl enthaltene Klebereiweiß Gliadin (Gluten) und ähnliche Eiweißkörper in Roggen, Gerste und Hafer sowie deren Abstammungen und Kreuzungen (z.B. Dinkel, Grünkern, Kamut, Einkorn, Emmer) führen zu einer Schädigung der Dünndarmschleimhaut. Dadurch wird die Funktion des Dünndarms deutlich beeinträchtigt, die Aufnahme von Nährstoffen wird gestört. Als Folge davon leiden die Patienten unter Mangelzuständen, Verdauungsstörungen und weiteren vielfältigen Symptomen. Zöliakie ist eine chronische Erkrankung, die eine lebenslange strikte glutenfreie Ernährung erfordert. Umfangreiche Informationen und praktische Hinweis bietet die Österreichische Arbeitsgemeinschaft Zöliakie (www.zoeliakie.or.at).

5 Erfahrungen im praktischen Einsatz

5.1 Praktische Erfahrungen aus dem Bereich Einkauf

- Wesentlich für einen gelungenen Einsatz von Fleischersatzprodukten in der Küche und für die Kaufentscheidung sind neben sonstigen Überlegungen zur Umsetzung, Bereitschaft und Neugier, um sich mit diesen Produkten als Koch oder Köchin überhaupt befassen zu wollen. Dies betonten Küchenverantwortlichen aber auch mit Herstellern mehrfach.
- Ob Tofu oder Seitan letztendlich im Stück zugekauft wird, vorgeschnitten oder als fertiges Convenience-Produkt oder als TK-Ware hängt wie bei anderen Produkten auch von der technischen und personellen Ausstattung der Küche ab. Wenn beispielsweise bei einem Volumen von täglich 200 Essen auch die Möglichkeit besteht, vieles händisch zuzurichten, dann könnte auch Tofu oder Seitan im Stück zugekauft und ein preislicher Vorteil lukriert werden. Packungsgrößen auch ab 500 Gramm aufwärts werden angeboten.
- Gerade im Bereich der Fleischersatzprodukte empfiehlt es sich Bio-Qualität zu kaufen. Darunter fällt erfreulicher Weise der Großteil der angebotenen Ware. Der Grund für das breite Bio-Angebot könnte darin liegen, dass in der Vergangenheit vor allem eine sehr sensible Zielgruppe zu den KäuferInnen zählte und auch heute noch zählt. (VegetarierInnen, Personen die sich vegan oder einer ähnlichen Ernährungsweise folgen). Zunehmend sind interessierte Jugendliche, LeistungssportlerInnen, Personen die Body Building betreiben und Gastronomiebetriebe im Wellnessbereich gute Indikatoren für die wachsende Gruppe an KonsumentInnen.
- Wenn die Latte betreffend Gentechnik-frei nachweislich höher als im Bio-Bereich liegen soll, dann bieten sich als Einkaufskriterien die Anforderungen an, wie sie die ARGE Gentechnik verlangt. Folgende Österreichische Hersteller von Rohstoffen und Bio-Produkten im Bereich der Fleischersatzprodukte sind Mitglied bei der ARGE Gentechnikfrei: Naturmühle Strobl GmbH, Mona Naturprodukte, Sojarei Vollwertkost GmbH
- Auch beim Einkauf von Sojasaucen sollte Bio-Qualität bevorzugt werden. Das schließt nicht nur unerwünschte Inhaltsstoffe in der Sauce weitgehend aus sondern garantiert auch das Kriterium GVO-frei. Bei konventionellen Produkten bietet sich der Vergleich mit veröffentlichten Produktetests an. Sonst bleiben nur die Möglichkeit, den Herstellerangaben wie Deklaration/Spezifikation mehr Beachtung zu schenken. Doch auch diese können einiges über die Herstellungsprozesse aussagen. Aromen, Glutamat und Farbstoffe zeigen an, dass eine Flüssigkeit auf den richtigen Geschmack getrimmt wurde. Bei billigen Soßen arbeiten die Hersteller mit Salzsäure, um die Proteine aufzuschließen. Wenn dabei nicht einwandfrei gearbeitet wird, können Krebs erregende Chlorpropanole entstehen. Dieses Risiko lässt sich bei natürlich fermentierten

Soßen ausschließen. Auf ihrem Etikett steht dann „natürlich gebraut“ oder „naturally brewed“. Einige Hersteller, darunter auch die wenigen, die Bioprodukte erzeugen, verpflichten sich, keine gentechnisch veränderten Sojabohnen zu verwenden. Beim überwiegenden Teil der Soßen ist Gentechnik aber nicht auszuschließen.

- Für manche Weizeneiweißprodukte bzw. Mischprodukte wird zum Erreichen einer besseren Bindung beispielsweise Ei eingesetzt. Darauf kann beim Einkauf insofern reagiert werden, indem die „schärfere“ Anforderung „vegan“, also frei von Produkten, die vom Tier stammen, verlangt wird. Damit kann man die größte Zielgruppe erreichen und zwar Personen, die sich vegan vegetarisch, ovo-vegetarisch oder konventionell ernähren. In diesem Fall vergrößert eine enger gefasste Anforderung die potentielle NutzerInnengruppe. Zusätzlich sollte als Anforderung Bio-Qualität definiert werden, da der Markt auch die Möglichkeit dazu bietet.

5.2 Praktische Erfahrungen aus dem Bereich Küche

- Im Bereich Tofu, texturiertem Sojaprotein, Seitan oder anderen Weizeneiweißprodukten ist das Angebot sehr vielfältig. Jedes dieser Materialien hat seine spezifische Konsistenz und sein spezifisches Kochverhalten. Wenn es mit dieser Produktgruppe noch wenig Erfahrung in der Küche gibt, wiegt jeder Einkauf mehrfach. Simple Beispiel: Tofu als Topfenersatz für Teig. Ein harter Tofu wird sich dafür nicht eignen. Die Beschäftigung mit den verschiedenen Qualitäten in diesem Produktbereich und ihrem Kochverhalten ist daher eminent wichtig, auch um für den Einkauf die richtige Spezifikation liefern zu können.
- Positive Resonanz bei den Gästen ist erfahrungsgemäß mit pflanzlichen Fleischspeisen wie Spagettisugo, Erdäpfelgulasch, Geschnetzeltes, Gyros oder Eintöpfen zu erreichen. Das hat auch die Nachfrage nach beliebten Rezepten mit Fleischersatzprodukten ergeben. Diese Speisen scheinen auch fleischlos eine hohe Akzeptanz zu genießen, vorausgesetzt sie liefern eine optische und geschmackliche Vergleichbarkeit durch eine gelungene Zubereitung.
- Ein Problem bei oder mit Tofu ist für manchen westlichen Gaumen seit jeher der Geschmack. An sich präsentiert sich Tofu natur neutral und ohne Geschmack. Aus Unwissenheit und fehlender Erfahrung, wie das Produkt zu verwenden ist, wird es im schlimmsten Fall rasch wieder aus der Küche verbannt. Der Kochphantasie sind auch mit Tofu keine Grenzen gesetzt um die vielen Vorteile wie leicht und bekömmlich, kalorienarm, cholesterinfrei und reich an hochwertigem Eiweiß im Speiseplan nutzen zu können..
- Texturiertes Sojafleisch bzw. Granulat muss, da es trocken angeboten wird, rehydriert und gewürzt werden. Es ist vielseitig einsetzbar und erlaubt die Herstellung von vegetarischen oder veganen Versionen vieler bekannter Fleischgerichte. Allerdings erfordert auch der Umgang mit diesem

Sojaweißprodukt Erfahrung, vor allem wenn es Speisen sind wie Filets die in einen noch deutlicheren Vergleich zu Fleisch gebracht werden können als dies bei Eintopfgerichten der Fall ist.

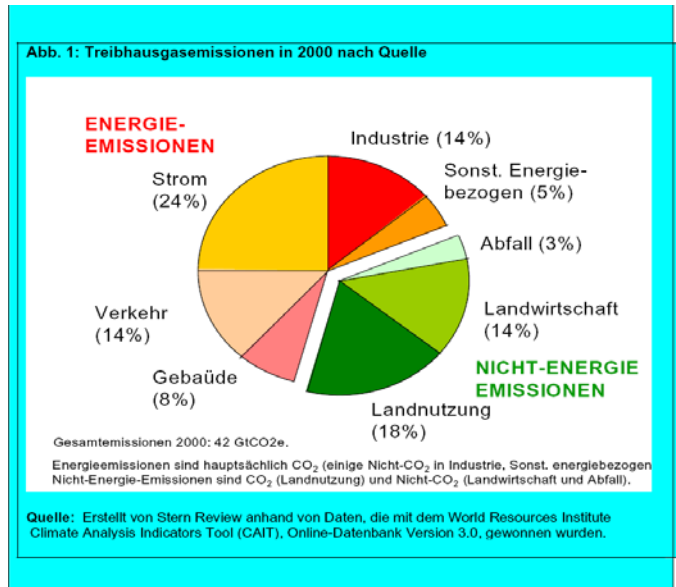
- Wie sich die Produkte in der Verarbeitung verhalten und worauf zu achten ist, kann in der Regel der Hersteller bestens beantworten. Einige Hersteller bieten aus dem Wissen, dass es sich um ein in unserer Küchentradition noch nicht vertrautes Produkt handelt, an, Probeverkostungen durchzuführen und auch gemeinsam mit den KöchInnen das Kochverhalten zu testen.
- Grundsätzlich ist zu sagen, dass für das Gelingen von einer Speisezubereitung mit Fleischersatzprodukten der persönliche Erfahrungsaustausch zwischen KöchInnen untereinander und mit HerstellerInnen bzw. mit deren VertriebspartnerInnen, die Erfahrungen vermitteln können (Kochstudios, Workshops, etc.) ganz wesentlich ist.
- Fleischersatzprodukte bieten gezielt eingesetzt als Bereicherung des Speiseangebotes neben dem ökologischen Wert vor allem auch einen gesundheitlichen Wert. Um die Vorteile dieser Produktpalette nutzen zu können, ist auch hier das Erfolgsrezept eine Zusammenarbeit und zwar zwischen Küche und ErnährungsberaterInnen bzw. DiätassistentInnen.
- Fleischersatzprodukte kommen ursprünglich aus einem anderen Kulturkreis und werden trotz einer steigenden Nachfrage in den letzten Jahren noch immer als eher exotische Möglichkeit auf den Speiseplänen betrachtet. Das dürfte sich langsam ändern, da JungköchInnen viel selbstverständlicher auch schon während Ihrer Lehre mit diesen Produkten in Berührung kommen, im Gegensatz zu ihren älteren KollegInnen, für die es zum Teil noch etwas ganz Neues ist.

6 Soja - ökologische Wertigkeit

6.1 Ökologische Relevanz von Tierhaltung und Futtermittelherstellung

Viehzucht und Tierhaltung beschäftigt weltweit 1,3 Milliarden Menschen und trägt damit zu 40% des landwirtschaftlichen Outputs bei. Die Rahmenbedingungen sind dabei allerdings sehr unterschiedlich: Für Kleinbauern in Entwicklungsländern ist die Viehzucht und Tierhaltung unmittelbar Nahrungslieferant und deckt etwa auch den Bedarf an organischen Düngern. Diese Form einer regionalen Subsistenzwirtschaft kontrastiert stark mit einer auf hohem Ressourceninput angewiesenen Form von Agroindustrie, die den hohen Fleischbedarf in den Industrieländern als auch die stark steigende Nachfrage in den Schwellenländern deckt. Ein Bericht der Food and Agriculture Organization der UNO geht von einer Verdoppelung des Fleischbedarfs bis 2050 aus. Die agroindustrielle Viehzucht, Tierhaltung und Futtermittelbereitstellung belastet aber bereits jetzt die globale Umwelt stark und hat einen wesentlichen Anteil an der Emission von Treibhausgasen: Methan wird bei der Verdauung von Wiederkäuern, Lachgas und Stickoxide aus Exkrementen, Gülle und synthetischen Düngemitteln freigesetzt. Kohlendioxidemissionen entstehen beim Einsatz organischer Düngemittel und Pflanzenschutzmittel, beim Transport und der Bereitstellung von Infrastruktur. Durch Änderungen in der Landnutzung - dazu zählt die Rodung von Waldflächen und deren Umwandlung in Weiden bzw. Futtermittelanbauflächen - gehen CO₂ Senken verloren. Damit entfallen auf Viehzucht und Tierhaltung 9% aller Emissionen an Kohlendioxid, 37% aller Methanemissionen und ca. zwei Drittel aller Stickoxid- bzw. Ammoniakemissionen. Umgerechnet auf CO₂ Äquivalente trägt dies etwa 18% zu den anthropogen verursachten Treibhausgasemissionen bei und übertrifft damit die Emissionen durch den Verkehr oder die Industrie (FAO 2006). Viehzucht, Tierhaltung und Futtermittelanbau sind auch wesentliche Mitverursacher weiterer gravierender Umweltauswirkungen: Die Übernutzung von Wasserressourcen, die Wasserverschmutzung durch tierische Exkremente und Abfälle, Nährstoff- und Pestizideinträge, die Übernutzung von Anbau- und Weideflächen und Erosion, der Verlust von Ökosystemen und die dadurch bedingte Abnahme an Biodiversität (FAO 2006).

Graphik 2: Anteil der Treibhausgasemissionen nach Quellen.



Quelle: http://www.dnr.de/publikationen/eur/archiv/Stern_Review_148906b_LONG_Executive_Summary_GERMAN.pdf

6.2 Klimaschutz, Gesundheitsvorsorge und globaler Fleischkonsum

Ein in der medizinischen Fachzeitschrift *The Lancet* veröffentlichter Artikel stellt den - global ungleich verteilten - Fleischkonsum in einen direkten Zusammenhang mit Treibhausgasemissionen und gesundheitlich nachteiligen Folgen und leitet daraus einen dringenden Handlungsbedarf ab (McMichael et al. 2007). Wie im FAO Bericht gehen die AuthorInnen davon aus, dass die Tierproduktion (life-stock industry) global etwa ein Fünftel der Treibhausgasemissionen verursacht und ein gravierendes Umweltproblem darstellt. Durch eine Umstellung der Ernährungsgewohnheiten in Schwellenländern hin zu mehr tierischen Protein ist außerdem von einer Verschärfung der Situation auszugehen. Die Ernährungsgewohnheiten in den Industrieländern - insbesondere eine überhöhte Aufnahme energiereicher Nahrung tierischen Ursprungs einschließlich gesättigter Fettsäuren - bedingen Fettleibigkeit, Stoffwechselstörungen wie Diabetes, Bluthochdruck und Herz-Kreislaufkrankungen. Ernährungstrends weisen eine Überversorgung mit Kalorien und Salz sowie einer Mangelversorgung mit Mineral- und Nährstoffen aus. Die Autorinnen schlagen deshalb Maßnahmen zur Absenkung der Treibhausgasemissionen je produzierter Einheit tierischen Nahrungsmittels vor und zwar etwa durch Vermeidung von Waldrodungen, einer Absenkung von Methanemissionen durch geänderte Futtermittelzusammensetzung oder ein verbessertes Exkrement- und Gülle-Management. Sie stellen aber fest, dass sich mit solchen Maßnahmen die Treibhausgasemissionen nur um ca. 20% absenken lassen. Deshalb wird als wesentliche Maßnahme die Absenkung des Fleischkonsums, der derzeit in den industrialisierten Ländern bei 200 bis 250 g/Person/Tag liegt, auf ein Optimum von 90 g/Person/Tag vorgeschlagen. Damit sind auch positive Effekte auf Gesundheitsrisiken und Erkrankungshäufigkeiten zu erwarten, nachteilige Wirkungen einer solchen Absenkung werden nur in Ausnahmefällen gesehen.

Tabelle 4: Durch Absenkung des Fleischkonsum auf 90 g/Person/Tag prognostizierte gesundheitliche Auswirkungen (Quelle: McMichael et al. 2007)

	Länder mit hohem Einkommen
<i>Derzeitiger Fleischkonsum (g/Person/Tag)</i>	200 –250
<i>Vorgeschlagener Fleischkonsum (g/Person/Tag)</i>	90
<i>Änderung – Herzkrankheiten*</i>	<i>starke Abnahme</i>
<i>Änderung - Darmkrebs</i>	<i>starke Abnahme</i>
<i>Änderung - Brustkrebs</i>	<i>Abnahme(?)</i>
<i>Änderung - Übergewicht</i>	<i>Abnahme</i>

*...Effekt ist bedingt durch die Abnahme gesättigter Fettsäuren

Die AutorInnen diskutieren als Option auch eine vegetarische Lebensweise und stellen fest, dass diese zwar ein etwas geringeres Sterberisiko für koronare Herzerkrankungen aufweist, aber sich im Vergleich mit gesund lebender Nicht-Vegetariern wenig Unterschiede zeigen. Es wird davon ausgegangen, dass eine Anhebung des zu niedrigen Fleischkonsums in den Entwicklungsländern ebenfalls überwiegend positive gesundheitliche Effekte hat bzw. erst durch einen verminderten Bedarf der Industrieländer ermöglicht würde.

6.3 Sojaanbau und -verarbeitung

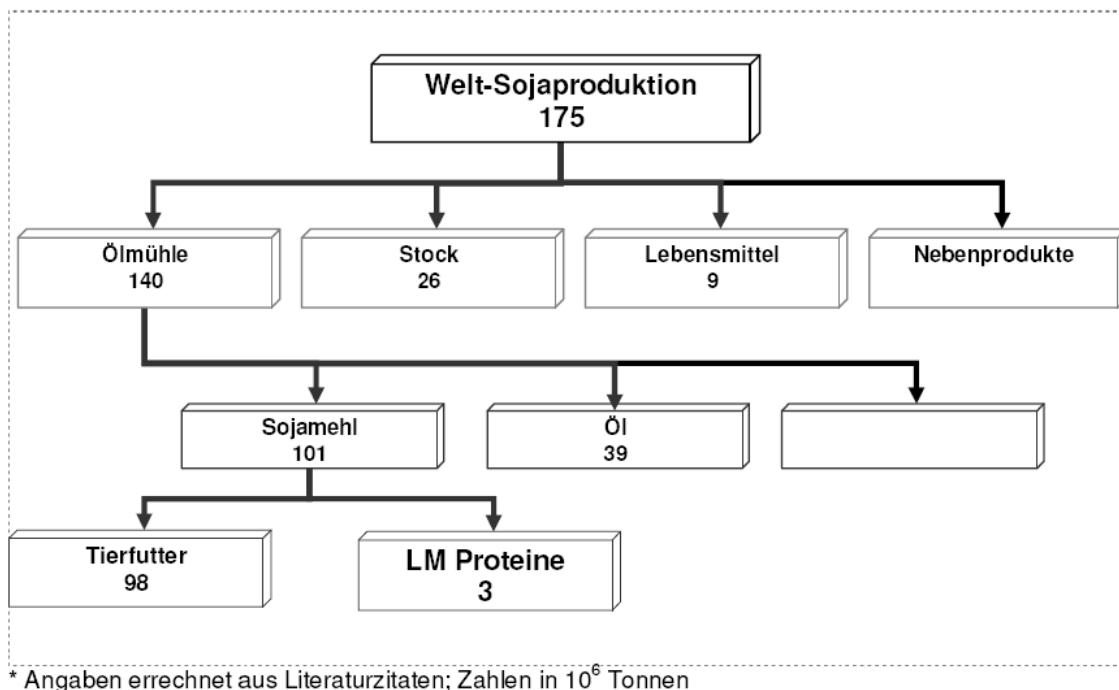
Sojaschrot, ursprünglich ein Nebenprodukt bei der Herstellung von Sojaöl, ist aufgrund seines hohen Proteingehaltes und seiner günstigen Aminosäurezusammensetzung ein bedeutendes Tiermastfutter und Driving Force bei der Ausweitung des Sojaanbaus. 80 % der weltweiten Sojaernte werden von den USA, Brasilien und Argentinien gestellt, die Haupteinfuhr wird von der EU und China getätigt.

Sojaschrot - darunter versteht man die grob gemahlene Bohnen - wird entweder direkt an Geflügel, Schweine und Rinder verfüttert, oder es wird zuerst der Ölanteil abgetrennt und der entölte Presskuchen anschließend ebenfalls zu Tierfutter weiterverarbeitet. Von den global geernteten Sojabohnen werden fast 80 % als Tierfutter verwertet (The Worldwatch Institute 2006).

Die Kritik am Sojaanbau richtet sich einerseits gegen den Anbau in Monokulturen in tropischen Regionen wie Brasilien und dort auf Flächen, die ursprünglich Regenwaldgebiete waren (z.B. Greenpeace 2006). Darüber hinaus sind insbesondere in der EU große Teile der Bevölkerung skeptisch bis ablehnend gegenüber

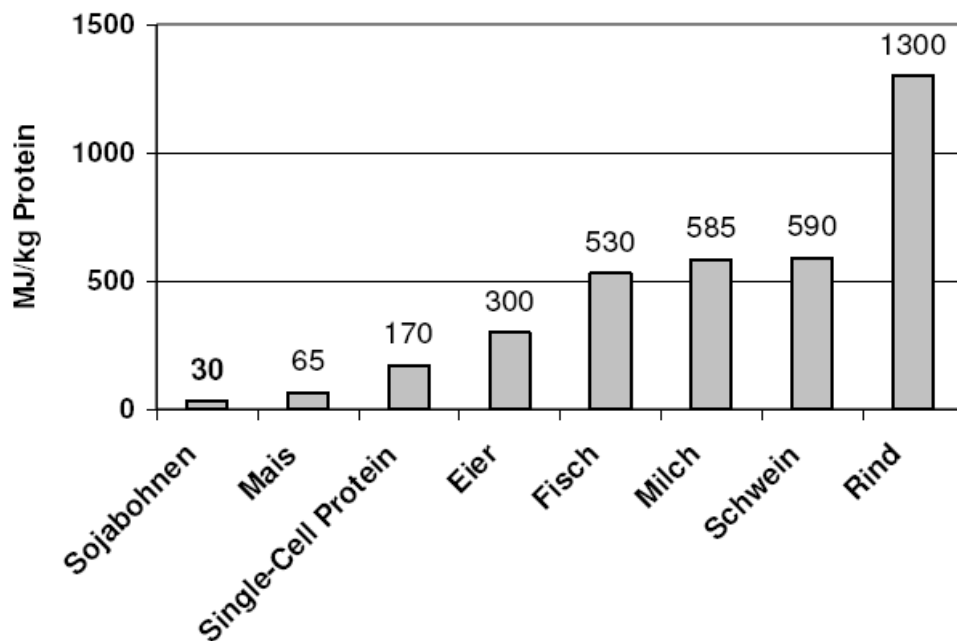
den Anbau als auch die Verwendung von gentechnisch veränderten Pflanzen als Nahrungsmittel eingestellt. Dem steht aber als Faktum gegenüber, dass die EU jährlich zwischen 35 und 40 Mio. t Soja als Rohstoffbasis für die Intensivtierhaltung importiert. Diese Importmengen sind auch deshalb erforderlich, da Futtermittelalternativen etwa in Form von Raps- und Sonnenblumenschrot, Futtererbsen oder Ackerbohnen nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen. Ein Beispiel für diese Abhängigkeit ist das Verbot der Verfütterung von Tiermehl in der EU. Dadurch entstand ab 2001 ein zusätzlicher Bedarf an proteinhaltigen Tierfutter, der fast zur Gänze durch Importe von Sojaschrot gedeckt wurde.

Graphik 3: Verarbeitung Welt-Sojaproduktion (Quelle: Seiler 2006)



Diesbezüglich ist der Vergleich des Energieeinsatzes zur Herstellung eines Kilogramms Protein zwischen pflanzlichen und tierischen Proteinen interessant, der sehr deutlich zu Gunsten pflanzlicher Proteine ausfällt.

Graphik 4: Energieeinsatz zur Proteinherstellung (Quelle: Seiler 2006)



Im Unterschied zu den Ländern der OECD, wo eine Entscheidung für den Anbau von Soja (oder Getreide) zu Lasten anderer Feldfrüchte erfolgt, ist in tropischen Ländern wie Brasilien der Anbau auch mit einer Kulturnahme bis dahin naturbelassener Habitats verbunden. Dies trifft in erster Linie für den Norden Brasiliens zu, wo das große Anbaugelände *Cerrado* an das Amazonasbecken grenzt. Sojaanbau ist, auch wenn die Flächenausweitung im Norden Brasiliens größtenteils zugunsten von Weideflächen erfolgt, als treibende Kraft bei der infrastrukturellen Erschließung von Regenwaldgebieten zu sehen (Brown 2005). Schätzungen gehen davon aus, dass bereits 15 % des Regenwaldes der Abholzung zum Opfer fielen und der Trend – trotz politischer Gegenmaßnahmen etwa in Brasilien – nicht gebrochen ist. Weniger problematisch ist der Sojaanbau in den südlichen Regionen, die zwar keine Regenwälder aufweisen, aber ebenso eine große Artenvielfalt. Zwischen 1994 und 2004 verdoppelte sich in ganz Südamerika die Anbaufläche für Sojabohnen. Waldgebiete werden demnach entweder direkt in Sojaanbauflächen umgewandelt oder es wird dazu Weideland umgewidmet, das auf Waldgebieten errichtet wurde. (Greenpeace 2006).

6.4 Gentechnisch verändertes (gv) Soja in der EU

Die derzeit verwendeten gv Sojasorten sind fast ausschließlich aus der RoundupReady Sojabohne von Monsanto gezüchtet, die eine Resistenz gegen das gleichnamige Totalherbizid besitzen. In den USA (90%) und in Argentinien (98%) werden fast ausschließlich gv Sorten angebaut, in Brasilien beträgt der gv Anteil 40%. Diese Länder sind Hauptexporteure von Soja in die EU. Die EU führt jährlich ca. 15 Millionen Tonnen Sojabohnen aus Brasilien, den USA und Argentinien ein, zusätzlich importieren die EU-Länder etwa 22 Millionen Tonnen Sojaschrot. Der überwiegende Teil des Soja zu Tierfutter weiterverarbeitet. Die

Nachfrage nach gv freien Soja lag in der EU 2005 bei 2 Mio. Tonnen, Herkunftsland war hauptsächlich Brasilien. Importierte Sojabohnen mit besonders hoher Sortenqualität dienen ausschließlich für die menschliche Ernährung (Tofu, Sojadrinks) und stammen aus Vertragsanbau in den USA.

6.4.1 Gv Soja in Futtermittel

Die EU ist der weltweit größte Importeur von Sojaextraktionsschrot für die Tierernährung. Da gentechnikfreie Futtermittel höhere Preise bedingen und da Milch, Fleisch und Eier von Tieren, die mit gv Soja gefüttert wurden, nach der Verordnung 1829/2003 nicht als genetisch verändert zu kennzeichnen sind, ist die Nachfrage nach gentechnikfreier Qualität relativ gering. Eine Nachfrage nach gv freien Soja im Futtermittelbereich entsteht hauptsächlich durch den Biologische Landbau bzw. auch durch Initiativen im konventionellen Landbau, die sich zu einer gv freien Produktionsweise verpflichtet haben.

6.4.2 Gv Soja in Lebensmittel

In der EU ist die Akzeptanz von VerbraucherInnen für Lebensmittel, Zutaten aus gentechnisch veränderten Pflanzen enthalten und somit nach der Verordnung 1829/2003 gekennzeichnet werden müssen, schwankend bzw. gering. Dies hat dazu geführt, dass von der Lebensmittelwirtschaft Sojarahstoffe ohne gv Anteil stark nachgefragt werden. Um diese bereitzustellen, sind entsprechende Trennsysteme erforderlich.

6.4.3 Trennsysteme

Die Trennung von gv Soja und gv freien Soja erfolgt über ein System der Nachvollziehbarkeit in der Produktion und Verarbeitung, der sogenannten Identity Preservation (IP). Bei der Hard IP handelt es sich um einen Vertragsanbau von gv freien Sojabohnen, der bereits vor der Aussaat zwischen Farmer und Abnehmer abgeschlossen wird. Nach der Ernte werden die Sojabohnen in Säcke oder versiegelte Container gefüllt, um sie von den übrigen Bohnen zu trennen. Bei der Soft IP werden in Brasilien Kontrollsysteme angeboten, bei denen der Warenfluss vom Farmer zum Abnehmer nicht nachvollziehbar ist. Stattdessen wird vor der Verladung auf die Schiffe eine Analyse der Sojarahstoffe auf ihren gv Anteil vorgenommen und ein Zertifikat ausgestellt. Auf Wunsch kann eine zweite Analyse im Importhafen, eine dritte in der Ölmühle erfolgen. Für zertifizierte Produkte werden Preisaufschläge verlangt. (Quelle: www.transgen.de).

6.4.4 Kennzeichnung und Schwellenwerte

Die EU hat 2003 Verordnungen über die Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebens- und Futtermittel (VO 1829/2003) sowie über die Rückverfolgbarkeit bei der Herstellung gentechnisch veränderter Lebens- und Futtermittel (VO 1830/2003) veröffentlicht. Nach VO 1829/2003 sind alle Lebens- und Futtermittel

kennzeichnungspflichtig, die etwa gv Soja als Zutaten enthalten bzw. daraus hergestellt wurden. Die Kennzeichnung lautet entweder genetisch verändert oder aus genetisch veränderter Zutat hergestellt. Nicht zu kennzeichnen sind Produkte, die von mit gv Futtermittel gefütterten Tieren stammen. Dazu zählen etwa Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte sowie Eier. Eine Kennzeichnung kann unterbleiben, wenn der gv Anteil des Produktes als auch der Zutat unter 0,9 % bleibt (Kennzeichnungsschwellenwert) und der Eintrag nicht beabsichtigt war, also etwa eine Verunreinigung darstellt. Diese Kennzeichnungsregelung gilt auch für Bioprodukte.

6.4.5 Testergebnisse - Gv Verunreinigungen in Lebensmitteln

Die deutsche Konsumentenzeitschrift Öko-Test (2007) untersuchte 33 Sojaprodukte – Sojadrinks, Tofu, Desserts, Sojaproteinkonzentrate, Säuglingsnahrung - auf Beimengungen von gentechnisch veränderten Soja mit folgendem Ergebnis:

Tabelle 5: Ergebnisse Prüfung auf gv Soja (Ökotest 10/2007)

Typ	Anzahl	Gen-Soja „nachgewiesen“¹⁴	%	Gen-Soja gv Anteil > 0,1	%
<i>Soja Produkte (biologisch)</i>	19	10	52	0	0
<i>Soja Produkte (konventionell)</i>	14	12	86	3	21

Die deutsche Konsumentenzeitschrift Stiftung Warentest (2007) untersuchte 16 Sojadrinks u.a. auf den Gehalt an gentechnisch veränderten Sojabohnen mittels PCR. Herkunftsländer der Sojabohne waren dabei Argentinien, Frankreich, Kanada, Brasilien, China und Österreich:

Tabelle 6: Ergebnisse Prüfung auf gv-Soja (Stiftung Warentest 9/2007)

Typ	Anzahl	Gen-Soja „nachgewiesen“¹⁵
<i>Soja Drinks (biologisch)</i>	12	0
<i>Soja Drinks (konventionell)</i>	4	0

¹⁴ Bestimmungsgrenze: 0,1%; Die Nachweisgrenze liegt für gv Soja derzeit allgemein etwa bei 0,02%

¹⁵ Keine Angaben zu Nachweis- oder Bestimmungsgrenze; Die Nachweisgrenze liegt für gv Soja derzeit allgemein etwa bei 0,02%

2005 bzw. 2006 untersuchte das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelüberwachung Lebensmittelproben unter anderem auf gv Soja (Quelle: www.transgen.de):

Tabelle 7: Ergebnisse Prüfung auf gv-Soja (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelüberwachung)

Jahr	Probenanzahl	positiv¹⁶	davon > 0,9 %
2005	387	136	4
2006	326	135	2

¹⁶ Keine Angaben zur Nachweis- und Bestimmungsgrenze. Die Nachweisgrenze liegt für gv Soja derzeit allgemein etwa bei 0,02%

Situation in Österreich

6.4.6 „Gentechnikfreie“ Lebensmittel und Produktion

Nach Meinungsstudien sind österreichische VerbraucherInnen besonders skeptisch gegenüber gentechnisch veränderten Lebensmitteln¹⁷. Daher arbeiten Lebensmittelhandel als auch Produzenten darauf hin, gv-freie Rohstoffe einzusetzen bzw. eine Kennzeichnung der Produkte zu vermeiden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen einer Kennzeichnungsfreiheit durch das Einhalten des Kennzeichnungsschwellenwertes von 0,9% gv Anteil und einer Kennzeichnung nach der ARGE Gentechnikfrei¹⁸ als gentechnikfrei, bei der ein Grenzwert von maximal 0,1% gv Anteil und die Gentechnikfreiheit von Vorstufen (z.B. Futtermittel) zu gewährleisten ist. Bedeutende Unternehmen des österreichischen Lebensmittelhandels als auch Sojaproduktehersteller sind Mitglied der ARGE Gentechnikfrei. Die ARGE positioniert sich auch zu gv Verunreinigungen bei der konventionellen Futtermittelproduktion, d.h. bei tierischen Produkten ist gentechnikfreieres Tierfutter erforderlich. Insgesamt gibt es einen breiten Konsens zwischen Wirtschaft, Bauern und Umweltschutz, den Markt für gv frei erzeugte Lebensmittel zu erhalten.

6.4.7 Gv Soja in konventionellem Futtermittel und Biofuttermittel

Österreich importierte 2005 0,5 Mio. Tonnen Sojaprodukte als Ausgangsstoff zur Futtermittelherstellung (Statistik Austria). Der Anteil der gv freien Futtermittel liegt insgesamt unter 10%, allerdings müssen Futtermittel für gentechnikfreie Produkte (z.B. Tirol Milch oder Toni's Freilandeier) ausschließlich gv freies Soja verarbeiten (Pöchtrager et al 2005). Bereits in den neunziger Jahren haben sich die österreichischen Bioverbände freiwillig verpflichtet, auf den Einsatz von gv Pflanzen und -produkten zu verzichten.

¹⁷ Siehe auch : http://www.genfood.at/download/EUROBAROMETER_64_3.pdf

¹⁸ Die Mitgliedschaft in der ARGE Gentechnik-frei steht allen Unternehmen und Institutionen offen, die sich aktiv für eine kontrolliert Gentechnik-freie Lebensmittelproduktion einsetzen. Die ARGE Gentechnik-frei ist als eingetragener Verein organisiert. Die folgenden Unternehmen des Lebensmittelhandels und von Sojaprodukteherstellern sind Mitglied: ADEG, BILLA , Hofer, Spar, Zielpunkt (Handel), Sojarei Vollwertkost GmbH <http://www.gentechnikfrei.at>.

6.4.8 Prüfergebnisse - gv Verunreinigungen in Lebensmittel

Die in Tabelle 8 angeführten Prüfergebnisse von Lebensmitteln und Vorstufen auf gv Soja und Mais sind auf der Webseite des Bundesministeriums für Gesundheit, Familie und Jugend (BMGFJ) veröffentlicht¹⁹. Ergänzende Informationen zu den Prüfergebnissen wurden bei der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) eingeholt²⁰.

Tabelle 8: Ergebnisse der Schwerpunktaktionen zu genetisch veränderten Lebensmitteln in Österreich

Jahr	Proben- anzahl*	Soja	Mais	Soja und Mais	negativ**	positiv	davon über den Kennzeichnungs- schwellenwert***	Beanstandung bez. Gentechnik
2001	153	59	54	40	144	9	4	2,6%
2002	251	162	61	28	222	29	1	0,4%
2003	250	141	102	7	192	49	1	0,4%
2004	241	145	87	9	233	8	2	0,8%
2005	242	140	96	6	237	5	0	0,0%
2006	249	148	101	0	249	0	0	0,0%

*...die gezogenen Proben stammen aus Produktion und Handel. Bezogen auf Soja umfasst das Probensortiment u.a. Rohstoffe wie Sojabohnen, Sojaschrot, Sojamehl und Produkte wie Tofu, Sojaschnitzel oder Sojaproteinkonzentrate

**...bezogen auf die Nachweisgrenze: 0,02 %

***...0,9%

Wie die Tabelle zeigt, findet sich im für das Jahr 2006 im Probensample Soja (n=148) keine Probe mit einem nachweisbaren Gehalt an gv Soja, wobei die Nachweisgrenze lt. Auskunft im Regelfall bei 0,02% liegt. Die Entwicklung der gv Verunreinigungen zeigt seit 2001 eine fallende Tendenz.

¹⁹ http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/1/8/0/CH0339/CMS1056124185019/kontrollergebnisse-2001bis_2006.pdf

²⁰ Dr. Hermann Hörtnner; Kompetenzzentrum Biochemie Spargelfeldstrasse 191, 1220 Wien

6.4.9 Anbau von Soja und Bio-Soja

2006 betrug in Österreich die Gesamtanbaufläche für Soja 25.013 ha (Änderung 2006 zu 2005 +17%) mit einer Gesamterntemenge von ca. 64.960 t. Davon entfielen 2.623 ha (10%) auf den Anbau von Bio-Soja (Grüner Bericht 2007). Forschungsaktivitäten zum Anbau von Bio-Soja in Österreich gehen etwa in Richtung Ausbildung einer leistungsfähigen Symbiose mit Knöllchenbakterien, die für eine nachhaltige biologische Sojaproduktion erforderlich ist. Da die EU Verordnung 1294/05 festlegt, dass bis 2012 der Anteil konventioneller Futtermittel in der biologischen Landwirtschaft auf Null reduziert werden muss, besteht ein entsprechender Bedarf an einem Anbau. Entsprechend einer Presseaussendung der Bio Austria stehen dafür auch Vermarktungsstrukturen zur Verfügung.

6.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die industrialisierte Form der Viehzucht, Tierhaltung und Futtermittelherstellung ist mit einem hohen Ressourcen- und Umweltverbrauch verbunden, verursacht komplexe Güter- und Warenströme und steht damit im Gegensatz zu einer regionalen und ökologischen Form der Tierhaltung. Diese Wirtschaftsweise ist allerdings Voraussetzung dafür, dass in den industrialisierten Ländern ein auf hohem Niveau befindlicher Fleisch- und Futtermittelbedarf gedeckt werden kann. In einem Bericht geht Food and Agricultural Organisation (FAO) der Vereinten Nationen außerdem von einer Verdoppelung des Fleischkonsums bis 2050 aus, der hauptsächlich von einer Konsumumstellung in den Schwellenländern verursacht wird. Die industrialisierte Viehzucht, Tierhaltung und Futtermittelherstellung ist noch vor dem Verkehr und der Industrie mit einem Anteil von 18 % weltgrößter Verursacher von Treibhausgasemissionen in Form von Kohlendioxid, Methan, Lachgas und Ammoniak und als einer der Hauptverursacher bei der Übernutzung von Wasser- und Landressourcen, beim Verlust von Lebensräumen und der Abnahme der ökologischen Vielfalt zu sehen. Eine Verbindung zwischen überhöhtem Fleischkonsum und gesundheitlich nachteiligen Folgen wie Herz-Kreislauferkrankungen oder Diabetes kann epidemiologisch hergestellt werden und für die industrialisierten Ländern wird daraus eine Reduktion des derzeit überhöhten Fleischkonsums von 200 bis 250 g/Person/Tag auf 90 g/Person/Tag vorgeschlagen. Erst eine solche Reduktion um den Faktor 2 bis 3 könnte - neben zusätzlichen Maßnahmen bei Tierhaltung und Gülle-Management - die Entwicklung bei Treibhausgasemissionen signifikant beeinflussen.

Sojabohnen bzw. Sojaschrot als Rohstoff der Futtermittelherstellung sind mittlerweile von einem Nebenprodukt zur *Driving Force* für die globale Ausweitung des Sojaanbaus geworden. Insbesondere in Brasilien wurden in den letzten Jahren - auch auf Kosten von Regenwaldgebieten - die Anbauflächen für Soja kräftig ausgeweitet. Die erforderliche Infrastruktur bzw. das Kapital werden von Agrarkonzernen

bereitgestellt, die auch Handelspartner für die größten Abnehmer - EU und China - sind. Trotz gegensteuernder Maßnahmen der brasilianischen Regierung ist der dadurch verursachte Druck auf die Regenwaldgebiete des südlichen Amazonasbeckens ungebrochen und Studien zeigen sich pessimistisch, was deren geschlossene Erhaltung für die Zukunft betrifft.

Bereits wird in den Hauptexportländern USA, Argentinien und Brasilien ein erheblicher bzw. überwiegender Teil des Soja als gentechnisch verändertes, herbizidresistentes RoundupReady Soja angebaut. Da die Akzeptanz von gv Soja bei VerbraucherInnen in der EU eher gering ist, hat sich diese 2003 zu einer Kennzeichnung von Lebensmittel mit gv Anteilen über 0,9% entschlossen. Für Lebensmittel wie Fleisch, Milch oder Eier ist aber weiterhin keine Kennzeichnung erforderlich, auch wenn für deren Herstellung gv Soja verfüttert wurde. Obwohl der überwiegende Teil des Importes von gv Sojaschrot bzw. Sojabohnen für die Futtermittelbereitstellung verwendet wird, „merken“ so VerbraucherInnen nichts vom eingesetzten gv Soja. Eine Nachfrage nach gv freien Soja im Futtermittelbereich entsteht hauptsächlich durch den Biologische Landbau bzw. auch durch Initiativen im konventionellen Landbau, die sich zu einer gv freien Produktionsweise verpflichtet haben.

Trennsysteme sollen gewährleisten, dass für die Produktion von Futter- und Lebensmitteln gv freies Soja importiert und bereitgestellt werden kann. Ergebnisse von Prüfungen von Sojaprodukten auf ihren gv Anteil etwa in Deutschland zeigen, dass zwar dabei kaum der Kennzeichnungsschwellenwert von 0,9 % überschritten wird, aber ein erheblicher Teil untersuchten Lebensmittel Verunreinigungen von gv Soja bis zu diesem Wert aufweisen.

Was die Verwendung von gv Soja betrifft, zeigt sich die aktuelle Situation in Österreich günstig: Einerseits gibt es eine breite Koalition von Hersteller und Handel, die auf weitgehende Gentechnikfreiheit setzen, wobei auch die Vorketten einbezogen werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen einer Kennzeichnungsfreiheit durch das Einhalten des Kennzeichnungsschwellenwertes von 0,9% und einer Kennzeichnung nach der ARGE Gentechnikfrei als gentechnikfrei, bei der ein Grenzwert von maximal 0,1% gv Anteil und die Gentechnikfreiheit von Futtermittel zu gewährleisten ist. Bedeutende Unternehmen des österreichischen Lebensmittelhandels als auch Sojaproduktehersteller sind Mitglied der ARGE Gentechnikfrei. Insgesamt gibt es einen breiten Konsens zwischen Wirtschaft, Bauern und Umweltschutz, den Markt für gv frei erzeugte Lebensmittel zu erhalten. Auch die Position des Biolandbau ist ambitioniert und dieser hat sich zu einem Schwellenwert von maximal 0,1 % für gv Verunreinigungen in Bioprodukten verpflichtet. Diese verbreitete Gentechnik Skepsis trug wahrscheinlich mit dazu bei, dass in Lebensmitteluntersuchungen 2006 in keinem Fall gv Soja nachgewiesen werden konnte. Darüber hinaus gibt es Bestrebungen, den Anbau von Bio-Soja auszubauen. Dem steht allerdings immer noch die Tatsache gegenüber, dass die Produktion konventioneller Futtermittel in Österreich nach wie vor zu einem erheblichen Ausmaß vom Import von gv Soja aus Übersee angewiesen ist. Somit ergibt sich zusammengefasst:

- Der Fleischkonsum in den industrialisierten Ländern ist in Anbetracht der begrenzten Umweltressourcen, der damit verbundenen Treibhausgasemissionen zu hoch und entwickelt sich in den Schwellenländern zu dynamisch.
- Der Fleischkonsum ist auch aus gesundheitlicher Sicht (Prävention) zu hoch, eine Absenkung um den Faktor 2 bis 3 für die industrialisierten Länder wird empfohlen.
- Der überwiegende Anteil importierten Soja dient zur Herstellung von Futtermittel für die Tierhaltung und somit unmittelbar an die Fleischherstellung und den Fleischkonsum gebunden.
- Der Anbau und Import von agroindustriell hergestellten Soja aus Regionen wie Brasilien ist bedenklich, da mit gravierenden Umweltfolgen wie der Abholzung von Regenwäldern verbunden.
- Die direkte Verwendung von Soja für die menschliche Ernährung – etwa in Form von texturiertem Sojaprotein oder Tofu – stellt nur einen kleinen Teil am globalen Sojabedarf und steht mit den genannten Umweltfolgen in keinem ursächlichen Zusammenhang.
- Was die Situation in Österreich betrifft, gleicht diese - was den Fleischkonsum und Sojaimport betrifft - derjenigen in der EU.
- Andererseits ist in Österreich die ablehnende Haltung gegenüber der Gentechnik verbreitet und die Position des Biolandbaus stärker als in der übrigen EU. Daraus ergeben sich bessere Optionen für die Etablierung eines regionalen Anbaus von (Bio-)Soja.
- Begründet durch Ergebnisse von Produktprüfungen kann für den österreichischen Lebensmittelhandel und österreichische Produktion eine weitgehend Freiheit von gv Verunreinigungen angenommen werden, wie sie in anderen EU Staaten (Deutschland) nicht besteht. Dies für die Beschaffung von ökologischen, gentechnikfreien Sojaprodukten eine erhebliche Sicherheit darstellen.

7 Soja - gesundheitliche Wertigkeit

7.1 Cholesterin, Atherosklerose und Herz-Kreislaufkrankungen

Atherosklerose als wesentlicher Risikofaktor für Herz-Kreislaufkrankungen entsteht primär durch Einlagerung von überschüssigen Fetten und Cholesterin in die Gefäßwand. Die Konzentration an LDL-Cholesterin im Plasma wird durch die Energiezufuhr, die Art und Menge der Fettsäure in der Nahrung und durch das Cholesterin der Nahrung nachhaltig bestimmt (Wallner & Wascher 2003). Die durchschnittlichen Cholesterinspiegel als Maß für den Fettstoffwechsel liegen in Österreich über 200 mg/dl, also bei mehr als der Hälfte der Bevölkerung in einem Bereich, der Atherosklerose hervorruft und Herz-Kreislaufkrankungen zur Folge hat. In westlichen Überfluggesellschaften stirbt etwa die Hälfte der Bevölkerung an den Folgen von Herz-Kreislaufkrankungen, in epidemiologischen Studien zeigt sich dabei ein signifikanter Einfluss von Lebensstil und Ernährungsverhalten: Cholesterinspiegel von Japanern sowie Bewohnern des Mittelmeerraums liegen im Durchschnitt um 160 mg/dl, die Infarktinzidenz beträgt etwa 25 % der österreichischen Werte (Slany 2005). Als therapeutisches Grundprinzip gilt es, den am stärksten atherogen wirksamen Risikofaktor, die Konzentration an LDL-Cholesterin, durch Lebensstil Maßnahmen möglichst gering zu halten ist, um die Einlagerung in die Gefäßwand zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Zielwerte sind bei Erwachsenen: Gesamtcholesterin < 200 mg/dl bzw. LDL-Cholesterin < 130 mg/dl. Der LDL-Cholesterinspiegel steht mit der Art und Menge der über die Nahrung zugeführten Fettsäuren bzw. mit dem zugeführten Cholesterin in Zusammenhang. Eine erhöhte Zufuhr von Cholesterin in der Nahrung kann die Wirkung der langkettigen gesättigten Fettsäuren verstärken, führt zu einem signifikanten Anstieg des Verhältnisses von Gesamtcholesterin zu HDL-Cholesterin im Plasma und erhöht damit das Koronarrisiko. Aus diesen Gründen sollte auf eine nicht zu hohe Cholesterinzufuhr hingewirkt werden (Wallner & Wascher 2003). Das österreichische Konsensus-Statement Cholesterin fordert bei der Ernährung eine Reduktion von (gesättigtem) Fett und Energie, wobei vor allem der Anteil der gesättigten tierischen Fette zu reduzieren ist. Zur Senkung des Risikos einer vorzeitigen Atherosklerose bei Personen mit ungünstigen Cholesterinwerten wird insgesamt eine fettmoderate oder fettmodifizierte, aber ballaststoffreiche Kost empfohlen, wobei der Schwerpunkt auf Lebensmittel pflanzlicher Herkunft liegt. Als eine von mehreren Optionen bei der Ernährung schlägt das Konsensus-Statement Cholesterin den Austausch Sojaprotein gegen tierisches Protein vor (Bauer et al. 2002).

7.2 Sojaprotein und die Senkung des Cholesterinspiegels

Eine cholesterinsenkende Wirkung von Sojaproteinen wurde beim Menschen erstmals 1967 behauptet. 1995 wurde eine Meta-Analyse von Studien veröffentlicht, nach der die Substitution von tierischen Proteinen

durch Sojaprotein eine Absenkung des Cholesteringehaltes als auch des LDL Cholesterins um mehr als 10 % bewirkt, die allerdings eine tägliche Aufnahme von 20 bis 50 g Sojaprotein voraussetzt (Anderson et al. 1995). Es gibt verschiedene Thesen zum verantwortlichen Wirkmechanismus des Sojaproteins, darunter die Beeinflussung des Hormonspiegels von Insulin oder Thyroxin, Bindung an LDL Rezeptoren oder Anregung der Ausscheidung von Gallensäuren, für dessen Synthese Cholesterin benötigt wird. Die Hypothesen konnten bisher nur bedingt verifiziert werden und sind Gegenstand weiterer Forschung (Erdman 2000). So ist derzeit auch offen, ob Isoflavone die cholesterinsenkende Wirkung von Sojaprotein verstärken oder überhaupt beeinflussen.

FDA Health Claim (1999): Unter anderem aufbauend auf die angeführten Forschungsergebnisse genehmigte die amerikanische Lebensmittelbehörde 1999 einen Health Claim für Sojaprotein (FDA 1999). Danach können die Hersteller von Sojaprodukten behaupten, dass die Verwendung ihrer Produkte das Risiko koronarer Herzerkrankungen durch Senkung des LDL-Cholesterin vermindert, sofern dabei als Zielwert eine tägliche Aufnahmemenge von zumindest 25 g Sojaprotein erreicht wird. Dies entspricht dies in etwa 40 bis 50% der empfohlenen täglichen Aufnahme von Protein bei Erwachsenen. Ziel des Health Claims ist es somit, etwa die Hälfte der empfohlenen täglichen Proteinaufnahme durch nicht-tierisches Protein aus Soja zu decken. Zusätzlich wird verlangt, dass die Ernährung insgesamt arm an Cholesterin und gesättigten Fettsäuren ist. Als mögliche Quellen für Sojaprotein werden genannt: Isolated Soy protein (ISP), Soy Protein Concentrate (SPC), Sojamehl (SF), Texturiertes Soja (TVP). In ihrer Begründung zum Health Claim geht die FDA auch auf Kommentare und Gegenargumente ein, welche u.a. nachteilige Wirkungen von Bestandteilen wie Trypsin Inhibitoren, Phytate (Salze der Phytinsäure) und Isoflavone in Sojaprotein behaupten. Die FDA fand in keinem Fall genügend wissenschaftliche Evidenz, um von ihrem Health Claim abzuweichen.

JHCI Health Claim (2002): Im Juli 2002 genehmigte die Joint Health Claims Initiative in Großbritannien seine Version eines Health Claims für Sojaprotein (JHCI 2002). Nach dieser kann – wie beim FDA Health Claim - ebenfalls eine tägliche Aufnahme von zumindest 25 g Sojaprotein dazu beitragen kann, den Blutcholesterinwert zu senken. Während der FDA Health Claim an keine Aufnahme von Isoflavonen gebunden ist, hat für den JHCI Health Claim das Sojaprotein seine natürlich vorkommenden Isoflavone zu bewahren. In der Begründung weist das JHCI zudem darauf hin, dass Sojaprodukte einen relativ niedrigen Gehalt an gesättigten und relativ hohen Gehalt an ungesättigter Fettsäuren aufweisen und kein Cholesterin enthalten. Deshalb sieht das JHCI im Health Claim - auch ohne Berücksichtigung einer unmittelbaren cholesterinsenkenden Wirkung – eine wertvolle Ergänzung von Ernährungsempfehlungen. Um zu der täglichen Aufnahmemenge zu gelangen, werden Menüpläne vorgeschlagen, in die neben Fleischersatz (z.B. Tofu, vegetarisches Hackfleisch) auch Sojadrinks, Sojajoghurt und sojahaltige Müsliriegel enthalten sind.

Aktuelle Meta-Analysen legen allerdings die Schlußfolgerung nahe, dass der direkte Einfluss von Sojaprotein auf die Reduktion von LDL-Cholesterin überschätzt wurde: Weggemans und Trautwein (2003) zeigten in einer Meta-Analyse klinischer Studien seit 1995, dass die durchschnittliche Reduzierung bei LDL

nur 4 % beträgt, dem eine Zunahme von HDL-Cholesterin um 3% gegenübersteht. Sacks et al. (2006) werteten in einer Arbeit für die American Heart Association Studien aus dem Zeitraum 1998 bis 2005 aus. Dabei zeigt sich, dass die Abnahme von LDL-Cholesterin bei einer verabreichten Menge von 50 g Sojaprotein im gewichteten statistischen Mittel nur 3% betrug. Aus den untersuchten Daten ergibt sich somit, dass eine Verminderung des LDL Cholesterins durch Sojaprotein erst bei hoher Dosierung (entspricht nahezu der empfohlene Tagesaufnahme an Protein) im Ausmaß von einigen wenigen Prozent auftritt. Für eine Beteiligung von Isoflavonen an diesem Effekt zeigt sich keine Evidenz, von einer Verwendung von Isoflavon-Supplementen zur Senkung von LDL-Werten rät die Studie daher ab. Trotz der eher geringfügigen positiven Effekte von Sojaprotein auf LDL-Cholesterin wird von den AuthorInnen der Studie darauf hingewiesen, dass Sojaprotein einen geringen Anteil an gesättigten bzw. einen hohen Anteil an ungesättigten Fetten aufweist. In diesem Zusammenhang wird weiterhin die Verwendung von Sojaprodukten im Sinne einer Substitution tierischer Nahrungsmittel als günstig für das kardiovaskuläre bzw. umfassende Gesundheitsbild empfohlen.

7.3 Ernährungsphysiologische Wertigkeit von Sojaprotein

Die JHCI Empfehlung geht davon aus, dass Sojaprotein - bezogen auf den PDCAAS Wert²¹ - hinsichtlich seiner Wertigkeit mit tierischen Protein vergleichbar ist (equal to animal protein). Diese Aussage korrespondiert mit Angaben, die von Schaafsma (2000) gemacht werden und auf Werten der FAO/WHO basieren. Schaafsma nennt für Beef (Rindfleisch) ein PDCAAS Wert von 92, für Soja ein Wert von 91. Der Vergleich der in Sojaproteinprodukten enthaltenen essentiellen Aminosäuren zum Eiprotein als Referenzprotein zeigt, dass der Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren (Methionin und Cystein) deren Wertigkeit limitieren. Die Wertigkeit beträgt im Vergleich zu Vollei nur 70%. Die ernährungsphysiologische Wertigkeit eines Proteins ergibt sich aus der biologischen Verfügbarkeit der einzelnen Aminosäuren im Verdauungsgeschehen. Der mittels PDCAAS festgestellte Bedarf an essentiellen Aminosäuren wird für verschiedene Altersgruppe durch Sojaproteinprodukte jedoch wesentlich abgedeckt, auch für die Altersgruppe der 2 bis 5jährigen, wie Tabelle 9 zeigt:

Tabelle 9: Bedarf an Aminosäuren und deren Gehalt in Sojaprodukten

²¹ Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) is a method of evaluating the protein quality based on the amino acid requirements of humans. The PDCAAS rating is a fairly recent evaluation method (it was adopted by the US Food and Drug Administration (FDA) and the Food and Agricultural Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO in 1993) as "the preferred 'best'" method to determine protein quality. These organizations have suggested that other methods for evaluating the quality of protein are inferior (Quelle: Wikipedia)

Essenzielle Aminosäure	FAO/WHO			Entfettetes Sojamehl	Sojaprotein	
	2-5	10-12	Erwachsen		Konzentrat	Isolat
Histidin	19	19	16	26	25	28
Isoleuzin	28	28	13	46	48	49
Leuzin	66	44	19	78	79	82
Lysin	58	44	16	64	64	64
Methionin+ Cystein	25	22	17	26	28	26
Phenylalanin+ Tyrosin	63	22	19	88	89	92
Threonin	34	28	9	39	45	38
Tryptophan	11	9	5	14	16	14
Valin	35	25	13	46	50	50

Quelle: FAO/WHO Expert Consultation (1991); [81]

7.4 Gesundheitliche Wertigkeit von Soja – Stand der Forschung und Bewertung im Überblick

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über vermutete oder belegte gesundheitliche Vorteile von Sojaprodukten in der menschlichen Ernährung, Prävention und Therapie. Da die Forschung dazu sehr umfangreich ist und eine detaillierte Aufbereitung den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen würde, wird stattdessen eine Bewertung von Themenfeldern und dazu vorliegenden Erkenntnissen des amerikanischen National Institutes of Health (NIH) übernommen und wiedergegeben. Unter dieser Bezeichnung betreibt die US Bundesregierung eine Reihe von medizinisch-wissenschaftlichen Forschungsinstituten, deren Aufgaben die Unterstützung der medizinischen Forschung, die Publikation von Leitlinien sowie die Überwachung des medizinischen Marktes sind. Die in Tabelle 10 aufbereiteten bzw. zusammengefassten Information sind über das Internetportal *MedlinePlus* zugänglich.

Tabelle 10: Gesundheitliche Wertigkeit von Soja nach Einsatzgebieten (Quelle: MedlinePlus, Stand: 20.11.2007)

Thema	Behauptung	Evidence*
Nahrungsquelle für Protein	<i>Soy products such as tofu are high in protein and are an acceptable source of dietary protein...</i>	A
Einfluss auf Cholesterin im Blut	<i>studies report that adding soy protein to the diet can moderately decrease blood levels of total cholesterol and low-density lipoprotein ("bad" cholesterol) [...] Small reductions in triglycerides may also occur, while high-density lipoprotein ("good" cholesterol) does not seem to be significantly altered...</i>	A

Diarrhoe bei Babies und Kleinkindern	<i>...research suggests soy to have benefits over other types of formula, including cow milk-based solutions...</i>	B
Wechselbeschwerden (Hitzewallungen)	<i>The scientific evidence is mixed [...] with several human trials suggesting reduced number of hot flashes</i>	B
Brustkrebsvorsorge	<i>higher soy intake (such as dietary tofu) to be associated with a decreased risk of developing breast cancer[...] this ...can only be considered preliminary..</i>	C
Krebsbehandlung	<i>Genistein, an isoflavone found in soy, has been found in laboratory and animal studies to possess anti-cancer effects [...]In contrast, genistein has also been reported to increase the growth of pancreas tumor cells in laboratory research. Until reliable human research is available, it remains unclear if dietary soy or soy isoflavone supplements are beneficial, harmful, or neutral in people with various types of cancer...</i>	C
Herz Kreislaufkrankungen	<i>Dietary soy protein has not been shown to affect long-term cardiovascular outcomes such as heart attack or stroke.</i>	C
Gehirnfunktion	<i>a recent study suggests that isoflavone supplementation in postmenopausal women may have favorable effects on cognitive function, particularly verbal memory...</i>	C
Senkung des Darmkrebsrisikos	<i>...not enough evidence...</i>	C
Morbus Crohn	<i>...not enough evidence...</i>	C
Menstruationsbedingte Brustschmerzen bei prämenopausalen Frauen	<i>...not enough evidence...</i>	C
Diarrhoe bei Erwachsenen	<i>...not enough evidence...</i>	C
Krebsvorsorge (endometrial)	<i>...not enough evidence...</i>	C
Gallensteine	<i>...not enough evidence...</i>	C
Bluthochdruck	<i>...not enough evidence...</i>	C
Nierenerkrankung	<i>...not enough evidence...</i>	C
Menstruationsbedingte Migräne	<i>One study of a phytoestrogen combination showed a reduced the number of migraine attacks suffered...</i>	C
Übergewicht (Gewichtsverlust)	<i>Further research is needed before a recommendation can be made...</i>	C
Postmenopausale Osteoporose	<i>It has been theorized that the presence in soy of "phytoestrogens" (plant-based compounds with weak estrogen-like properties) such as isoflavones may increase bone mineral</i>	C

	<i>density in post-menopausal women and reduce the risk of fractures. However, most studies have not been well designed or reported. Until better research is available, a firm conclusion cannot be drawn.</i>	
Prostatakrebs (Vorsorge)	<i>...Better study is needed before a recommendation can be made.</i>	C
Magenkrebs	<i>...study suggests that intake of soy products may be associated with a reduced risk of death from stomach cancer.</i>	C
Typ II Diabetes	<i>Several small studies have examined the effects of soy products on blood sugars in people with type 2 ("adult-onset") diabetes. Results are mixed...</i>	C

A: Strong scientific evidence

B: Good scientific evidence

C: Unclear scientific evidence

Tabelle 10 zeigt, dass nach der Einschätzung des NIH für viele Einsatzgebiete derzeit keine abschließende Bewertung oder Empfehlung möglich ist. Dazu zählen etwa der Einsatz bei verschiedenen Krebserkrankungen, in der Krebsvorsorge, bei menstruationsbedingte Beschwerden oder der postmenopausalen Osteoporose. Allerdings wird in zwei Fällen die positive Wirkung von Soja klar bestätigt (*strong evidence*): Als Proteinquelle für die menschliche Ernährung und in Hinblick einer Einflussnahme auf den Cholesterinspiegel. Für den Einsatz als Babynahrung als Substitut bei Kuhmilchunverträglichkeiten und Wechselbeschwerden gibt es zumindest klare Hinweise (*good evidence*).

7.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Aufnahme von (gesättigten) Fetten und Cholesterin, zu hohe Werte an Cholesterin im Blut, die Einlagerung von überschüssigen Fetten und Cholesterin in die Gefäßwand (Atherosklerose) und Herz-Kreislaufkrankungen stehen in einem Zusammenhang, der mittlerweile ausreichend begründet ist. An den Folgen von Herz-Kreislaufkrankungen stirbt in den westlichen Überflussgesellschaften mittlerweile mehr als die Hälfte der Bevölkerung, in epidemiologischen Studien zeigt sich dabei ein signifikanter Einfluss von Lebensstil und Ernährungsverhalten. Als therapeutisches Grundprinzip wird daher versucht, den stärksten atherogenen Risikofaktor, die Konzentration an LDL-Cholesterin im Plasma, durch Lebensstil Maßnahmen möglichst gering zu halten. So fordert das österreichische Konsensus-Statement Cholesterin u.a. bei der Ernährung eine Reduktion von (gesättigtem) Fett, wobei vor allem der Anteil der gesättigten tierischen Fette reduziert werden sollte. Von Sojaprotein wird seit den 60er Jahren angenommen, dass es eine cholesterinsenkende Wirkung aufweist. Die Forschung dazu führte dazu, dass von Behörden bzw. beratenden Einrichtungen - dem FDA in den USA und dem JHCI in Großbritannien - Health Claims erarbeitet wurden: Darin wird bestätigt, dass eine über die Nahrung täglich aufgenommene Menge von 25g Sojaprotein in der Lage ist, den LDL-Cholesterinspiegel abzusenken. In das österreichische Konsensus-

Statement Cholesterin (2002) wurde die Empfehlung übernommen bzw. schlägt dieses Sojaprotein als eine von mehreren Optionen für den Austausch gegen tierisches Protein vor. Obwohl wissenschaftliche Studien in Folge zeigten, dass die unmittelbar cholesterinsenkende Wirkung vermutlich geringer als angenommen ist, wird nach wie vor davon ausgegangen, dass Soja bzw. Sojaprotein insgesamt durch seinen niedrigen Gehalt an gesättigten Fettsäuren und das Fehlen von Cholesterin einen Beitrag zu einer gesunden Ernährung leisten kann. Da bei der Erstellung der erwähnten Health Claims Einwände – betreffend unverträgliche (antinutritive) Bestandteile in Soja - eingebracht und von den Behörden geprüft wurden, ist deren Relevanz für die Ernährung nunmehr als zumindest geringfügig anzusehen. Außerdem wird bestätigt, dass die ernährungs-physiologische Wertigkeit des Sojaproteins derjenigen von Fleischprotein (*beef*) gleichkommt.

Darüber hinaus wird eine gesundheitliche Wirkung von Soja bzw. Sojabestandteilen wie Isoflavonen in Zusammenhang mit einer Vielzahl von präventiven und therapeutischen Einsatzgebieten diskutiert: Dazu zählen Krebsbehandlung und -vorsorge, Wechsel- und Menstruationsbeschwerden, Osteoporose u.a. Eine gesicherte - d.h. mit einer starken wissenschaftlichen Evidenz verbundene – Wirkung ist nach dem US amerikanischen National Institutes of Health (NIH) allerdings nur für den Einsatz als Proteinquelle bei der menschlichen Ernährung bzw. bei der (positiven) Beeinflussung des Cholesterinspiegels gegeben. Mit Einschränkungen wird dazu auch der Einsatz als Babynahrung (Substitut bei Kuhmilchunverträglichkeiten) und bei Wechselbeschwerden genannt. In allen anderen Bereichen erscheint dem NIH die wissenschaftliche Evidenz der Wirkung als nicht ausreichend abgesichert, wird allerdings auch nicht ausgeschlossen.

8 Soja – gesundheitliche Risiken

8.1 Nahrungsmittelallergien

Eine Allergie ist eine Überempfindlichkeitsreaktion, die durch immunologische Mechanismen ausgelöst wird. Bei der Nahrungsmittelallergie handelt es sich häufig um die „klassischen“ Allergie vom Soforttyp (Typ I). Der eigentlichen allergischen Reaktion geht dabei eine Sensibilisierung voraus, bei weiteren Kontakt reagiert das Immunsystem mit der Freisetzung von Mediatorsubstanzen wie Histamin, welche wesentlich die Symptomatik allergischer Reaktionen mitbestimmen. Reaktionen treten in der Regel innerhalb der ersten 30 Minuten nach dem Verzehr auf, sie können jedoch auch verzögert eine oder zwei Stunden nach dem Verzehr in Erscheinung treten. Mitunter klingen leichte frühe Symptome ab und treten nach 30 bis 60 Minuten plötzlich und schwerer wieder auf. Die Symptome manifestieren sich häufig auf der Haut (40 bis 60%), können aber auch den Respirations- und Gastrointestinaltrakt oder das Herz-Kreislaufsystem betreffen. Eine häufige klinische Erscheinungsform ist dabei das orale Allergiesyndrom (OAS), bei dem unmittelbar nach Nahrungsmittelverzehr Juckreiz und Schwellung der Mundschleimhaut, der Lippen,

Zunge oder Gesicht auftreten. Bei Ödembildung im Rachen sind Schluckbeschwerden die Folge. Eine bei Kindern häufige Form ist die atopische Dermatitis. Symptome sind:

Dermatologisch: Ausschlag, Ekzem, lokale Schwellungen

Gastrointestinal: Bauchschmerzen, Durchfall, Übelkeit und Erbrechen

Respiratorisch: Atembeschwerden, Kontraktion der Atemwege, Rhinitis

Systemisch: Atemnot, Blutdruckabfall, Herzrhythmusstörungen, Organversagen

Eine besonders ernstzunehmende Form sind anaphylaktische Reaktionen mit folgendem Symptomenspektrum: Juckreiz/Rötung, Übelkeit/Bauchkrämpfe, Herzjagen, rapider Blutdruckabfall, erhöhter Puls, Benommenheit, Ohnmacht, Atem- und Kreislaufstillstand, Tod des Patienten (Lorenz et al 2001). Die Prävalenz von Allergien auf ein bestimmtes Nahrungsmittel ist regional verschieden und hängt von den lokalen Ernährungsgewohnheiten und dem Verbreitungsgrad ab. Häufigkeit der Allergie und Verbreitung des Nahrungsmittels stehen dabei in direktem Zusammenhang.

8.2 Allergenes Potenzial von Soja

Soja bzw. Sojaprotein ist eine mittlerweile in der Nahrungsmittelindustrie (Fertigprodukte) häufig verwendete Komponente und allergische Reaktionen sind – insbesondere bei Kindern - gut beschrieben (EFSA 2004). Sojaallergien werden hauptsächlich in den ersten Lebensjahren beobachtet, wenn dieses Bestandteil der Ernährung sind, verlieren sich anschließend und sind bei Erwachsenen weniger häufig (Mittag et al 2004). Derzeit sind in Soja zumindest 16 Proteine identifiziert, die ein allergenes Potenzial aufweisen. Deshalb nimmt auch der Verarbeitungsprozess Einfluss auf das allergene Potenzial bzw. besitzen völlig proteinfreie Sojaprodukte wie Sojaöl kein allergenes Potenzial. Cordle (2004) berichtet über die Bedenklichkeit bzw. relative „Schwere“ der Sojaallergie im Verhältnis zu anderen bedeutenden Lebensmittelallergenen. Zur Bestimmung des relativen allergenen Potenzials wurde sensibilisierten Personen eine steigende Dosierung des betreffenden Allergens verabreicht, bis eine positive Reaktion eintrat. Dabei wurden folgende „sicheren Dosierungen“ für bekannte Lebensmittelallergene festgestellt (mg Protein): Erdnuss $\approx 0,1$, Haselnuss ≈ 1 , Eier und Milch ≈ 3 , Soja ≈ 400 . Ähnliche Ergebnisse zeigen sich für die Schwere von Symptomen oraler Sensibilisierung im Tierversuch. Weiters findet sich bei Soja im Vergleich zu Eiern, Milch, Weizen und Erdnüssen in der Gesamtheit ein relativ kleiner Anteil an „ernsten“ allergischen Reaktionen.

In ganz wenigen Fällen werden auch letale allergische Reaktionen auf Soja berichtet, die allerdings in allen Fällen mit Asthma bzw. einer Erdnussallergie in Zusammenhang stehen. Foucard & Malmheden Yman (1999) untersuchten in Schweden lebensbedrohliche bzw. tödliche Fälle von Nahrungsmittelallergien nachdem 1992 ein Mädchen nach dem Konsum eines Hamburgers mit 2,2% Sojaprotein eine

anaphylaktische Reaktion erleidet und in Folge an einer Asthmaattacke stirbt. Im Zeitraum von 1993 bis 1996 wurden 61 Fälle ernsthafte Fälle von Nahrungsmittelallergien berichtet, von denen 5 tödlich endeten. Nüsse inkl. Erdnüsse sowie Soja werden in der Studie für 45 der Fälle verantwortlich gemacht. Einschließlich zweier tödlicher Fälle im Jahr vor dem Untersuchungszeitraum schreiben die Autoren 2 Fälle dem Konsum von Erdnüssen und 4 Fälle dem von Soja zu. Bei den vier Todesfällen handelt es sich um Jugendliche, die aufgenommene Menge Soja variierte zwischen 1 und 10 Gramm. Nach einer symptomfreien Zeit von 30 bis 90 Minuten folgt eine letale anaphylaktische Reaktion (Asthmaattacke). Die Personen waren bekanntermaßen allergisch gegenüber Erdnüssen, eine Sojaallergie war nicht bekannt und wurde post mortem auch nicht untersucht.

Aus Auswertungen fatal verlaufender Fälle (Bock et al. 2001) leiten sich wichtige Risikofaktoren ab, um eine lebensbedrohliche allergische Reaktion auf Nahrungsmittel zu erleiden: Fast alle Patienten litten unter einem manifesten Asthma bronchiale. Bei fast allen Patienten war eine Allergie auf das Nahrungsmittel, das die tödliche Reaktion auslöste, bekannt. Das verantwortliche Nahrungsmittel wurde in der Regel versehentlich eingenommen, meist versteckt in Saucen und Süßigkeiten. Ein weiterer Risikofaktor sind Gerichte, in denen Erdnüsse, Baumnüsse, Sesam, Milchproteine oder Soja versteckt vorkommen. In einer britischen Studie trat die Mehrzahl der tödlichen Fälle außerhalb des Hauses in Restaurants, Kantinen oder Schulküchen auf (Pumphrey 2000). Die Notfallbehandlung besteht in der Verabreichung von Antihistaminika bzw. Adrenalin und sollte eine zumindest vierstündigen Beobachtung beinhalten (Ballmer-Weber 2003).

Kausale Therapiekonzepte zur Behandlung von Nahrungsmittelallergien stehen bislang nicht zur Verfügung. Das Vermeiden allergener Nahrungsmittel ist für Allergiker daher die einzige geeignete Maßnahme (Lorenz 2001). Deshalb regelt die EU in der Richtlinie 2003/89/EG die Kennzeichnung von Lebensmittelzutaten, die – entsprechend dem Codex Alimentarius der FAO/WHO - am häufigsten Allergien und bestimmte Unverträglichkeiten auslösen. Die Regelung bezieht sich auf verpackte Fertignahrungsmittel und nicht auf „lose Ware“ wie Backwaren, Wurst und Käse. Dabei müssen die Zutaten unabhängig von ihrem Mengenanteil aufgezählt werden, wenn sie aus einer von 12 Gruppen potenzieller Allergene stammen, die für über 90% aller allergischen Reaktionen verantwortlich gemacht werden: Glutenthaltiges Getreide (z.B. Weizen, Roggen Gerste, Hafer, Dinkel, t), Fisch, Krebstiere, Eier, Erdnüsse, Soja, Milch (inkl. Laktose), Nüsse (Mandel, Walnuss, Haselnuss usw.), Sellerie, Senf, Sesamsamen, Sulfite. In den USA besteht eine ähnliche Regelung, die von der Food and Drug Administration (FDA) administriert wird und die Kennzeichnung von verarbeiteten Lebensmittelprodukten nach den 8 Hauptallergenen Milch, Eier, Erdnüsse, Nüsse, Fisch, Meeresfrüchte, Soja und Weizen vorsieht.

8.2.1 Kreuzallergie Soja mit Birkenpollen

Kreuzreaktionen sind allergische Reaktionen, die auf Strukturähnlichkeiten allergener Proteine mit denen von Lebensmittel beruhen. Personen mit Überempfindlichkeit gegen Birkenpollen haben bis zu 80% der

Fälle eine Kreuzreaktivität gegenüber Nahrungsmitteln wie Äpfel, Kirsche, Paranuss, Sellerie, Haselnuss, Soja oder Kiwi. Süß et al. (2005) beschreiben, wie drei Personen nach dem Genuss von Sojaprodukten eine anaphylaktische Reaktion mit Schwellungen des Gesichtes, Husten, Heiserkeit und Atemnot entwickelten und ambulant behandelt wurden. Dieser Fallbericht lieferte den Anlass zu einer Stellungnahme durch das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR 2007). In dem Fallbericht wird vermutet, dass es sich bei den beobachteten Fällen um eine birkenpollenassoziierte Nahrungsmittelallergie im Sinne einer Kreuzreaktion handeln könnte. Als Agens wird das Protein Gly m 4 vermutet, dass eine ausgeprägte Struktur- und Sequenzhomologie mit dem Hauptallergen der Birke aufweist (Mittag et al. 2004).

Das Bundesinstitut für Risikobewertung hält in seiner Stellungnahme fest, dass wie bei anderen Nahrungsmittelallergien die Vermeidung die einzige Möglichkeit darstellt (BfR 2007). Da alle Lebensmittel, denen Soja oder Sojaprodukte zugesetzt sind, nach europäischen Lebensmittelrecht mengen-unabhängig zu kennzeichnen sind, ist somit die Möglichkeit, solche Komponenten zu vermeiden, gegeben. Die Frage darüber hinausgehender Kennzeichnungen beantwortet das BfR so: Neben Soja gibt es zahlreiche weitere Nahrungsmittel, auf die vor allem Birkenpollenallergiker mit einer Kreuzallergie reagieren. Dazu gehören Äpfel, Erdbeeren, Haselnüsse, Karotten und Sellerie. Ein Warnhinweis allein auf Sojaprodukten würde einem Birkenpollenallergiker deshalb keine Sicherheit vor einer Kreuzallergie bieten. Es sollte stattdessen Teil der ärztlichen Betreuung nach Diagnoseerstellung sein, Patienten mit (Birken)pollenallergie auf dieses Risiko hinzuweisen. Darüber hinaus wird vom BfR eine ärztliche Beratung – etwa eine Information über mögliche Kreuzreaktionen - als zielführende Maßnahme gesehen. Für Säuglinge und Kleinkinder, die jünger als 2 Jahre sind, empfiehlt das BfR generell, Sojaprodukte zu vermeiden.

8.3 Unverträglichkeiten, sonstige nachteilige Wirkungen und Bedenken

Das National Institutes of Health nennt folgende belegte oder vermutete nicht allergene nachteilige Wirkungen von Sojaprotein nach oraler Aufnahme (Stand: August 2006):

- Magen-Darmprobleme mit Blähungen, Übelkeit und Verstopfung
- In wenigen Fällen bei Babynahrung auf Sojabasis Erbrechen, Durchfall und Blutungen der Darmwand
- Bei Kleinkindern nach überstandener akuter Gastroenteritis Darmschäden und Durchfall.
- Bei Personen mit durch Kuhmilch hervorgerufene Entzündung des Darmes können auch auf Soja reagieren.
- Soja als Bestandteil der täglichen Ernährung wird für die Schwangerschaft und Stillzeit als sicher erachtet, die wissenschaftliche Forschung zum Thema ist allerdings begrenzt. So wird von der Aufnahme größerer Mengen an Soja bzw. Isoflavonen abgeraten.

- Forschungsergebnisse an Kleinkindern im ersten Jahr zeigten, dass eine Substitution von Milch durch eine sojähaltige Babynahrung zu einer verringerten Knochendichte führen kann.
- Obwohl Babynahrung mit isoliertem Sojaprotein weit verbreitet ist, gibt es keine Studien, welche einen gesundheitlichen Nutzen oder eine Risikofreiheit belegen.

8.4 Wechselwirkung mit Hormonen und Arzneimitteln

Das National Institutes of Health nennt in Zusammenhang mit Soja folgende belegte oder vermutete Wechselwirkungen mit Arzneimitteln und Therapeutika (Stand: August 2006):

- Soja enthält Phytoöstrogene (Isoflavone mit schwachen östrogen-ähnlichen Eigenschaften). In Laboruntersuchungen konnte nicht eindeutig gezeigt werden, ob diese die Effekte von Östrogen blockieren oder stimulieren. Deshalb ist auch nicht klar, ob Soja oder Isoflavon-Supplemente im Körper die Wirkung von Östrogen verstärken oder vermindern. Demnach kann auch nicht eindeutig gesagt werden, ob die Wirksamkeit oraler Kontrazeptiva beeinflusst wird.
- Bedingt durch die östrogen-ähnliche Wirkung der in Soja enthaltenen Isoflavone wird von einer Aufnahme von Soja bei Patientinnen mit hormonell-sensitiven Erkrankungen wie Brust-, Eierstock- und Gebärmutterkrebs bzw. Endometriose abgeraten, obwohl das eigentliche Wirkprinzip dabei nicht bekannt ist.
- Durch Fallbeispiele an Menschen und Tierversuchsergebnisse ist belegt, dass bei Kleinkindern eine Ernährung mit Sojaprotein zu einer Abnahme der Thyroidhormonspiegel bzw. Zunahme der thyroïdstimulierenden Hormone führen kann.
- Es ist nicht bekannt, welche Effekte Soja Phytoöstrogene auf die tumorhemmende Wirkung selektiver Östrogen Rezeptor-Modulatoren (SERM) wie Tamoxifen hat. Die Wirkung von Aromatase Inhibitoren Anastrozol (ArimidexR), Exemestane (AromasinR), oder Letrozol (FemaraR) können eingeschränkt sein.
- Soja interagiert mit Warfarin (CoumadinR), wobei diese Wechselwirkung nicht ausreichend untersucht ist.

Die Austria Codex CD-ROM 2007 informiert zu allen in Österreich zugelassenen Arzneispezialitäten. Diese wurde auf den Suchbegriff Soja ausgewertet, zudem wurde der Arzneimitteltyp Schilddrüsenhormone auf Einträge bezüglich „Soja“ recherchiert

Schilddrüsenhormone: In Studien wurde die Sorge geäußert, dass extrem sojareiche Kost die Funktion der Schilddrüse beeinträchtigen könnte bzw. bei Aufnahme synthetischer Schilddrüsenhormone kontraindiziert ist (z.B. Doerge & Sheehan 2002). Dazu wurden Arzneimittel, welche (synthetische) Schilddrüsenhormone

als Wirkprinzip enthalten, im den Austria Codex auf Einträge möglicher Wechselwirkungen mit Sojaprodukten hin recherchiert. Dabei ergab sich in einem Fall ein Eintrag: Euthyrox („Sojaprodukte“). Auf telefonische Nachfrage beim deutschen Hersteller des Arzneimittels wurde auf Publikationen verwiesen, aus denen hervorgeht, das zumindest bei Erwachsenen keine Wechselwirkung zwischen Sojaprotein bzw. Isoflavonen und der Schilddrüsenfunktion bzw. auf den Serumgehalt der Schilddrüsenhormone festgestellt werden konnten. In der Literatur wird empfohlen, bei Erwachsenen mit bestehender Schilddrüsenunterfunktion diese zu überprüfen, wenn über die alltägliche Variabilität hinaus signifikante Änderungen bei der Sojaaufnahme erfolgen (Messina & Redmond 2006, Dillingham et al. 2007).

Die CD-ROM bietet eine Suchfunktion, mit der Interaktionen zwischen Arzneistoffen, Fertigarzneimitteln und Lebensmittel allgemein abgefragt werden können. Eine Stichwortsuche lieferte 2 Treffer:

Tyraminhaltige Nahrungsmittel - MAO Hemmer: Tyraminreiche Lebensmittel (Käse, luftgetrocknete, geräucherte oder gepökelte Fleisch- und Fischprodukte, Sauerkraut, Hefeextrakte, Saubohnen, Soja- und ähnliche Würzsossen, Suppenwürfel und Tütensuppen) können bei Patienten, die reversible und selektive MAO-Hemmer einnehmen, in seltenen Fällen einen Blutdruckanstieg auslösen. Maßnahmen: Patienten, die mit den genannten reversiblen und/oder selektiven MAO-Hemmern behandelt werden, sollen vorsichtshalber große Mengen Tyraminreicher Lebensmittel meiden, besonders, wenn sie ohnehin an hohem Blutdruck leiden (Bedeutung: geringfügig).

Verminderte Wirkung Antikoagulantien - Vitamin K Derivate: Die blutgerinnungshemmende Wirkung oraler Antikoagulantien kann durch Zufuhr höherer Vitamin-K-Dosen über mehrere Tage abgeschwächt werden. Die Zufuhr hoher Vitamin-K-Dosen ist auch durch Nahrungsmittel möglich. Ungenügende Antikoagulation ist möglich; Thrombosen können auftreten. Besonders reich an Vitamin K sind Kohlrarten wie Blumenkohl, Brokkoli, Grünkohl und Rosenkohl, Avocado, Eisbergsalat, Kopfsalat, Spinat, auch Erbsen, Bohnen, Spargel und Sojabohnen, grüner Tee, außerdem Leber. Maßnahmen: Patienten unter Antikoagulantien-Therapie sollen eine abwechslungsreiche Mischkost zu sich nehmen und ihre Ernährungsgewohnheiten nicht abrupt ändern. Die gelegentliche Einnahme von Nahrungsmitteln oder Multivitaminpräparaten mit hohem Vitamin-K-Gehalt (250-500 µg Vitamin K) erfordert keine speziellen Maßnahmen (Bedeutung: geringfügig).

8.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Insgesamt sind für 90% aller allergischen Reaktionen auf Lebensmittel eine Handvoll von Allergenen verantwortlich, zu denen außer Milch, Getreide, Nüsse, Getreide, Fisch, Eier auch Soja zählt. Symptome einer Nahrungsmittelallergie sind Juckreiz, Hautausschlag, Rhinitis, Übelkeit, Atembeschwerden oder Durchfall. Eine besonders ernstzunehmende Form sind anaphylaktische Reaktionen mit Herzjagen, erhöhten Puls, Blutdruckabfall, Ohnmacht, Atem- und Herzstillstand und Tod. Nahrungsmittelallergien auf Soja sind häufiger bei Kleinkindern und verlieren sich bei Erwachsenen. Was die Schwere der Reaktionen

betrifft, deuten Untersuchungen darauf hin, dass im Verhältnis zu anderen wichtigen Nahrungsmittelallergenen (Nüsse, Weizen, Milch oder Eier) seltener schwerwiegende Symptome auftreten bzw. erheblich größere Mengen an allergenen Protein erforderlich sind, um allergische Reaktionen auszulösen. Was die Häufigkeit schwerer bzw. letaler anaphylaktischer Reaktionen auf Soja betrifft, sind einige wenige Fälle dokumentiert, die allerdings in einem Zusammenhang mit Asthma und Erdnussallergien zu sehen sind. Eine weitere Form allergischer Reaktionen auf Soja sind Kreuzallergien, diese sind zu Birkenpollen beschrieben und auch bewertet. Das dafür verantwortliche Protein ist in den Sojaprodukten je nach Verarbeitung in unterschiedlicher Menge vorhanden und kann auch ganz fehlen. Für verpackte bzw. verarbeitete Lebensmittel besteht derzeit sowohl in der EU als auch in den USA eine Kennzeichnungspflicht (12 bzw. 8 allergene Nahrungsmittel inkl. Soja). Was den Einsatz von Soja in verarbeiteten bzw. verpackten Lebensmitteln betrifft, besteht derzeit eine ausreichende Information für Allergiker.

Unabhängig davon ist der Bereich Außer Haus Verpflegung - also in Restaurants, Großküchen, Kantinen, Schulen – zu sehen, der für den Großteil (letaler) anaphylaktischer Reaktion auf Nahrungsmittel verantwortlich ist und bei dem die Lebensmittelkennzeichnung nur bedingt greift. Das Hauptrisiko ist vor allem darin zu sehen, als allergene Bestandteile in der Verpflegung unerkannt bleiben („versteckte Allergene“). Von der FEP-Studie werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Risikogruppe	Belege, Hinweise, Hypothesen	Vorschlag
Kleinkinder	Sojaallergien tritt bei Kleinkindern statistisch häufiger auf als bei Erwachsenen	(Klein)kinder von Sojaverpflegung ausnehmen
Asthmapatienten	Dokumentierte Fälle schwerer bzw. letaler anaphylaktischer Reaktionen bei jugendlichen Asthmapatienten mit Erdnussallergie	Identifikation bzw. vorsorgende Information der Risikogruppe(n)
Nahrungsmittelallergiker (Nüsse, Erdnüsse)		
Birkenpollenallergiker	Dokumentierte Fälle von Kreuzallergie mit Soja	

Sojaprodukte enthalten Isoflavone in einer - je nach Verarbeitungsprozess – unterschiedlichen Menge. Isoflavone werden schwache, östrogen-ähnliche Wirkungen zugeschrieben. Bei oraler Aufnahme kann eine Interaktion mit Hormonen und hormonell beeinflussten Prozessen nicht ausgeschlossen werden. Das amerikanische National Institutes of Health rät daher bei hormonell sensitiven Erkrankungen - dazu zählen einige weibliche Krebsformen sowie Endometriose - derzeit von einer Sojaaufnahme ab, ebenso kann bei Schwangeren und Stillenden keine abschließende Risikofreiheit angenommen werden:

Risikogruppe	Belege, Hinweise, Hypothesen	Vorschlag
Kleinkinder	Unverträglichkeiten auf Soja sind beschrieben; Abnahme des Thyroidhormonspiegels; Verminderung Knochendichte	(Klein)kinder von Sojaernährung ausnehmen
Schwangere und stillende Mütter	Keine abschließende wissenschaftliche Bewertung möglich	Keine Aufnahme größerer Mengen Sojaprodukten mit Isoflavongehalt
PatientInnen mit hormonell sensitiven Erkrankungen (versch. Krebsformen & Endometriose)	Mögliche Interaktion mit Isoflavonen in Sojaprodukten kann nicht ausgeschlossen werden	Keine Aufnahme von Sojaprodukten mit Isoflavongehalt

Eine Auswertung von Fachinformationen und Herstellerinformationen, die sich auf die Wechselwirkung von Arzneimitteln mit Nahrungsmitteln im allgemeinen und Soja im besonderen beziehen, ergibt folgendes Bild:

Risikogruppe	Belege, Hinweise, Hypothesen	Vorschlag
Synthetische Schilddrüsenhormone	Hypothese: Sojareiche Ernährung könnte bei Aufnahme synthetischer Schilddrüsenhormone kontraindiziert sein (Herstellerinformation: Aktuelle Studien konnten diese Hypothese zumindest bei Erwachsenen nicht bestätigen)	Bei erwiesener Schilddrüsenunterfunktion und signifikanten Änderungen im täglichen Sojakonsum sollte Schilddrüsenfunktion geprüft werden
MAO Hemmer	Tyraminhaltige Nahrungsmittel (u.a. Sojasoße) können in seltenen Fällen einen Blutdruckanstieg verursachen	keine
Antikoagulantien	Die blutgerinnungshemmende Wirkung oraler Koagulantien kann durch Zufuhr höherer Mengen an Vitamin K (auch aus Nahrungsmitteln) abgeschwächt werden	Keine Zufuhr hoher Mengen an Soja

Östrogen Modulatoren Tamoxifen	Rezeptor (SERM):	Phytoöstrogene sind hormonell aktiv (?)	Keine Zufuhr hoher Mengen an Soja (?)
Aromatase Anastrozole Exemestane oder Letrozole (FemaraR)	Inhibitoren (ArimidexR), (AromasinR),	Wirkung könnte eingeschränkt sein	
Warfarin (CoumadinR)		Nicht ausreichend untersuchte Wechselwirkung	

9 Der Markt: Hersteller-Verarbeiter-Lieferanten

Im Zuge der Recherchen zur Grundlagenstudie wurde auch eine Liste zu Herstellern, Verarbeitern und Lieferanten von Fleischersatzprodukten wie Soja, Tofu, Seitan und anderen Produkten erstellt. Diese enthält Angaben zur Bezugsquelle (Hersteller, Großhandel/Generalvertretung), zur Produktdeklaration (Bio, konventionell, gentechnikfrei), zum Sortiment (=Produkttypen) und allgemeine Anmerkungen. Erfasst sind Hersteller und Händler mit Schwerpunkt Österreich bzw. deutschsprachiger Raum.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit und Aktualisierung ist die Liste als eigenständiges Dokument der Studie beigelegt.

10 Literatur & Links

Austria Codex CD-ROM (2007) Arzneimittelinformation - Datenbank. Österreichischer Apotheker Verlag Wien

FAO (2006) Livestock's long shadow – environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations; Rome. Download: http://www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/a0701e/A0701E00.pdf

Brown, L. (2005) Outgrowing the earth: the food security challenge in an age of falling water tables and rising temperatures. Download: <http://www.earth-policy.org/Books/Out/Contents.htm>

Greenpeace (2006) Eating up the amazone. Download: <http://www.greenpeace.org/international/press/reports/eating-up-the-amazon>

McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D., Uauy, R. (2007) Food, livestock production, energy, climate change, and health. The Lancet 2007; 370:1253-1263

Verordnung (EG) 1829/2003 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22.September über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel.

Verordnung (EG) 1830/2003 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22.September über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genetisch veränderten Organismen und über die Rückverfolgbarkeit von aus genetisch veränderten Organismen hergestellten Lebensmitteln und Futtermitteln.

Öko-Test (2007) Gen Au! Gen-Technik in Sojaprodukten. 10: 22-27

Stiftung Warentest (2007) Lecker und Gesund – Sojadrinks. 9: 20-25

BMFG (2005) Bundesministerium für Gesundheit und Frauen: Gentechnik gehört auf's E-tikett. Endbericht zum BMFG-Projekt GZ.72.005/19-IV/6/04

Grüner Bericht (2007). Download: <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/gb/>

Pöchtrager, S., Moder, G., Heissenberger, A. (2005) Machbarkeit einer gentechnikfreien Futtermittelproduktion. Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie. 14: 187 – 198. Download unter: www.boku.ac.at/oega

Wallner, S.J., Wascher, T.C. (2003) Hyper-/Dyslipoproteinämien: Nahrung und mediterrane Lebensweise als Therapie. J Kardiol 10(10):434-439

- Slany, J. (2005) Cholesterin: Je tiefer, desto besser! J Kardiol 12(Supplementum B):5-6
- Bauer, K. et al. (2002) Cholesterin - 2.ACCC – Konsensusstatement. Clinicum. Download unter: <http://www.medizin-akademie.at/mm/cholesterin02.pdf>
- FDA (1999). Food Labelling, health claims, soy protein and coronary heart disease. Fed Reg 1999 57:699-733; <http://vm.cfsan.fda.gov/~lrd/fr991026.html>
- Anderson, J.W., Johnstone, B.M., Cook-Newell, M.E. (1995) Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. N Engl J Med. 333:276-282
- Erdman, J.W. (2000) Soy protein and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the AHA. Circulation; 102: 2555-2559
- Weggemans, R.M., Trautwein, E.A. (2003) Relation between soy-associated isoflavones and LDL and HDL cholesterol concentrations in humans: a meta-analysis. Eur J Clin Nutr. 57:940-946
- Sacks, F.M., Lichtenstein, A., Van Horn, L., Harris, W., Kris-Etherton, P., Winston, M. (2006) Soy proteins, isoflavones and cardiovascular health. Circulation 113:1034-1044 download unter: <http://circ.ahajournals.org/cgi/reprint/113/7/1034>
- JHCI (2002) Joint Health Claims Initiative: Does the inclusion of 25g soya protein per day as a part of a diet low in saturated fat help to reduce blood cholesterol?
- FAO/WHO Expert Consultation (1991) Protein Quality Evaluation. Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO Food and Nutrition Paper 51, Rome.
- Schaafsma, G. (2000) The protein digestibility-corrected amino acid score. J.Nutr. 130: 1865S-1867S
- Lorenz, A.R., Reese, G., Hausteil, D., Vieths, S. (2001) Versteckte Allergene in Lebensmitteln – noch immer ein Problem. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz. 44/7:666-675
- EFSA (2004) Wissenschaftliches Gremium für diätetische Produkte, Ernährung und Allergien (NDA) der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit: Opinion zum Thema Lebensmittelallergene und Kennzeichnung.
- Mittag, D., Vieths, S., Vogel, L., Becker, W.M., Rihs, H.P., Helbling, A., Wüthrich, B., Ballmer-Weber, B.K. (2004) Soybean allergy in patients allergic to birch pollen: Clinical investigation and molecular characterization of allergens. J Allergy Clin Immunol 113/1:148-154
- Cordle, C.T. (2004) Soy Protein Allergy: Incidence and relative severity. J. Nutr. 134:1213S-1219S

Foucard, T., Malmheden Yman, I. (1999) A study on severe food reactions in Sweden – is soy protein an underestimated cause of food anaphylaxis? *Allergy* 55:261-265

Bock, S.A., Munoz-Furlong, H.A., Sampson, H.A. (2001) Fatalities due to anaphylactic reactions to food. *J. Allergy Clin. Immunol.* 107:191-193

Pumphrey, R.S.H. (2000) Lessons for management of anaphylaxis from a study of fatal reactions. *Clin. Exp. Allergy* 30: 1144-1150

Ballmer-Weber, B.K.: Notfälle in der Allergologie: Nahrungsmittelallergien. Download unter: http://www.herbsttagung-vab.de/archiv/abstracts12/abstract12_ballmer-weber.pdf

Süß, A., Rytter, M., Sticherling, M., Simon, J.C. (2005) Anaphylaktische Reaktion auf ein Sojagetränk bei drei Patienten mit Birkenpollenallergie. *JDDG* 3: 895-897

BfR (2007) Bundesinstitut für Risikobewertung Sojaprodukte können bei Birkenpollen-Allergikern schwere allergische Reaktionen auslösen. Stellungnahme Nr. 016/2007 vom 17. April 2007. Download unter:

http://www.bfr.bund.de/cm/208/sojaprodukte_koennen_bei_birkenpollen_allergikern_schwere_allergische_reaktionen_ausloesen.pdf

Richtlinie 2003/89/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2000/13/EG hinsichtlich der Angabe der in Lebensmittel enthaltenen Zutaten. Download unter: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2003/l_308/l_30820031125de00150018.pdf

Doerge, D.R., Sheehan, D.M. (2002) Goitrogenic and estrogenic activity of soy isoflavones. *Environ Health Perspect* 110 (Suppl 3): 349-353

Dillingham, B.L., McVeigh, B.L., Lampe, J.W., Duncan, A.M. (2007) Soy protein isolates of varied isoflavone content do not influence serum thyroid hormones in healthy young men. *Thyroid* 17/2: 131-136

Messina, M., Redmond, G. (2006) Effects of soy protein and soybean isoflavones on thyroid function in healthy adults and hypothyroid patients: a review of the relevant literature. *Thyroid* 16/3: 249 - 258

Seiler, M. (2006) Evaluierung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit eines neuen Verfahrenskonzeptes zur Herstellung von Proteinprodukten aus Sojabohnen. Dissertation – TU Berlin. Download: <http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2006/1446/>

The Worldwatch Institute (2006) *State of the World 2006*; Norton & Company New York.

II Anhang

Anhang Tabelle 1: Nährstoffgehalt von Sojaprodukten (Quelle: Sacks et al (2006))

TABLE 4. Nutrient Content of Popular Soy-Containing Foods

Food Item	Quantity	Calories, kcal	Carbohydrates, g	Protein, g	Total Fat, g	Saturated Fat, g	Polyunsaturated Fat, g	n-3 Fatty Acids, g	n-6 Fatty Acids, g	Monounsaturated Fat, g	Cholesterol, mg	Sodium, mg	Dietary Fiber, g
Edamame	1/2 cup, 90 g	126	10	11	5	0.5	3	0.5	2.5	1.5	0	225	4
Miso	2 Tbsp, 34 g	71	10	4	2	0.5	1.1	0.1	1	0.5	0	1200	2
Tofu, extra firm	79 g	80	2	8	4	0.5	2.5	0.5	2	1	0	0	1
Tofu, firm	79 g	70	2	7	3	0.5	2	0.5	1.5	0.5	0	0	<1
Tofu, silken	91 g	45	2	4	2.5	0.5	1.5	0.5	1	0.5	0	5	0
Soy burger	1 patty, 57 g	60	6	13	0	0	0	0	0	0	0	270	3
Soy hot dog	1 link, 42 g	45	2	9	0	0	0	0	0	0	0	320	1
Roasted soy butter	2 Tbsp, 32 g	170	10	6	11	1.5	6	NA	NA	2.5	0	170	1
Soy milk, plain flavor	1 cup, 240 mL	100	8	7	4	0.5	2.5	0.5	2	1	0	120	1
Soy milk, chocolate	1 cup, 240 mL	140	23	5	3.5	0.5	2	0.2	1.8	1	0	100	2
Soy candy bar, chocolate	1 bar, 61.5 g	240	35	14	5	3	NA	NA	NA	NA	0	210	2
Soy nuts, roasted, unsalted	1 oz, 28 g	120	9	12	4	0	NA	NA	NA	NA	0	10	5

NA indicates not available. Values derived from Nutritionist Pro, version 2.10.13, First DataBank, Inc, 2004.