

1.2 Broschüre

J. VARGA, W. LINDNER, M. SCHEUCH, I. WENZL, S. KAPELARI

1.2.1 Einleitung

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen hat 2016 zum Jahr der Hülsenfrüchte erklärt. Die entsprechende Resolution weist dabei auf die überragende Bedeutung dieser Kulturpflanzen für die Ernährung der Menschen und ihrer Nutztiere hin, betont die Bedeutung für eine gesunde Ernährung und wegen ihrer stickstoffbindenden Eigenschaften auch für die Bodenfruchtbarkeit. Soja ist weltweit die bei weitem wichtigste wirtschaftlich genutzte Leguminose.

Die Thematik ist daher ganz besonders geeignet, unterschiedliche biologische Fragestellungen miteinander zu verknüpfen und in Beziehung zur Lebenswirklichkeit zu setzen. Naturwissenschaftliches, forschungsorientiertes Lernen kann dabei verbunden werden mit Fragen der Globalisierung und des Lebensstils: Der hohe Fleischkonsum der industrialisierten Welt kann nur durch die Produktion von Soja aufrecht erhalten werden. Kostengünstiges Fleisch ist nur aufgrund von Massenproduktion und damit auch nur durch großflächigen Anbau von Soja möglich.

Das Thema vertieft vorhandenes Wissen, insbesondere über die Photosynthese und über Nährstoffkreisläufe: Die Bedeutung von Stickstoffverbindungen für das pflanzliche Wachstum kann hier ebenso aufgegriffen werden wie die Möglichkeiten der Stickstoffdüngung im konventionellen und biologischen Anbau. Soja eignet sich weiters ganz besonders dazu, die Themenkomplexe „physiologisches und ökologisches Optimum“ anzusprechen und zu vertiefen. Temperatur, Wasserversorgung und Bodenstruktur als abiotische Faktoren beeinflussen das Wachstum: Die Auswirkungen können in Versuchsanordnungen untersucht und in Beziehung zu möglichen Anbaugebieten gesetzt werden. Die Bedeutung von Symbiosen (Knöllchenbakterien) kann ebenso veranschaulicht werden wie das Thema Konkurrenz: Soja ist relativ konkurrenzwach gegenüber Beikräutern – auch dies kann in Versuchsanordnungen gut beobachtet werden.

Das naturwissenschaftliche Verständnis für diese Fragestellungen ermöglicht eine differenzierte Sichtweise und ist Grundlage für eine fundierte Auseinandersetzung mit den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Konsequenzen des globalen Sojaanbaus:

- Erst die Fähigkeit zur Symbiose ermöglicht es der Pflanze, große Mengen an Eiweiß zu produzieren. Stickstoffdünger als wichtiger Kostenfaktor in der Landwirtschaft fällt weitgehend weg.
- Die starke Abhängigkeit von Temperatur und Wasserversorgung bei Soja stellt ein erhebliches Risiko für die Landwirtschaft dar.
- Die Konkurrenzschwäche erfordert eine wirksame Beikrautbekämpfung. Die mechanische Bekämpfung im biologischen Landbau ist arbeitsintensiv. Auf sehr großen Flächen ist daher nur die chemische Bekämpfung wirtschaftlich.
- Kulturen mit herbizidresistenten Pflanzen können noch effizienter behandelt werden; dies begründet den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen.

Vor diesem Hintergrund eignet sich die Thematik sehr gut zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit, insbesondere mit Geografie und Wirtschaftskunde, aber auch mit politischer Bildung. In den Sprachunterrichtsfächern können die gesellschaftlichen und ethischen Fragestellungen aufgegriffen werden.

Nicht zuletzt steht Soja in enger Verbindung mit Aspekten des ökologischen Fußabdruckes, mit Fragen des Lebensstils. Hier ist Soja in zweifacher Hinsicht nahezu ein Symbol: zum einen als umweltschonende Alternative zum Fleischkonsum, als Symbol für vegetarische Lebensweise, zum anderen für das Gegenteil – als Voraussetzung für den exorbitant hohen Fleischkonsum.

Forschungsorientiertes Lernen braucht lebensnahe Fragestellungen, braucht Relevanz und Irritationen, die Neugierde fördern. Kaum ein Thema über Ernährungs- und Konsumgewohnheiten ist so nahe am eigenen Lebensstil und gleichzeitig von so globaler Dimension.

1.2.2 Die Sojabohne

Die Sojabohne (*Glycine max*) gehört zur Familie der *Fabaceae* und wird aufgrund ihres hohen Ölgehalts (ca. 20 %) als Ölpflanze geführt (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Leguminosen sind ideale Eiweißlieferanten und können durch ihre Symbiose mit Knöllchenbakterien an den Wurzeln den atmosphärischen Stickstoff binden (Krumphuber u. a. 2014). Daher sind sie von

großer Bedeutung in der Land- und Tierwirtschaft. Die Sojabohne wächst buschig und wird bis zu einem Meter hoch. Ihre gelben, grauen oder braunen bis schwarzen Hülsen sind behaart und enthalten bis zu fünf Samen. Die Samen variieren je nach Sorte in Form, Größe und Farbe (Massholder 2014).

Soja ist eine sehr wärmeliebende und frostempfindliche Kurztagpflanze und sollte daher in Gebieten gepflanzt werden, in denen selten Spätfröste auftreten. Die optimale Keimtemperatur liegt bei 10 °C, die optimale Wachstumstemperatur bei 20 °C. Während der Blüte und in der Phase der Kornfüllung von Mitte Juli bis August reagiert sie empfindlich auf Wassermangel. Des Weiteren sollte man bei der Standortbestimmung beachten, dass der Boden schnell erwärmbar, locker, tiefgründig, mittelschwer und humos ist und einen pH-Wert von 6–7 aufweist. Bei leichteren oder sandigen Böden muss die Möglichkeit der Bewässerung gegeben sein.

Knöllchenbakterien gehen mit Leguminosen eine Symbiose ein. Da Soja aus Asien stammt, gehen die Knöllchenbakterienarten, die in Österreich natürlich in den Böden vorkommen, mit ihr keine Symbiose ein. Somit sollte man zumindest beim Erstanbau auf einem Sojafeld eine Impfung mit Knöllchenbakterien der Art *Bradyrhizobium japonicum* durchführen (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Eine funktionierende Knöllchenbakterienimpfung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Sojaanbau. Erst nach mehrmaligem Anbau auf einer Fläche besteht eine „natürliche Bodeninfektion“ mit „sojaaffinen“ Bakterienstämmen, sodass man dann auf eine Impfung des Saatgutes verzichten kann (siehe Abschnitt Anbau, S. 36) (Krumphuber u. a. 2014).

Exkurs: Stickstoff in der Landwirtschaft

Stickstoff ist in der Luft reichlich enthalten (ca. 80 %), der für Pflanzen jedoch nicht verfügbar ist. Nur als Ammonium- oder Nitratverbindungen kann Stickstoff in die Zelle eingebaut werden. Diese Verbindungen gelangen über folgende Wege in den Boden:

- durch organische Düngung: abgestorbene Pflanzen, Tierkot, Harn
- durch Blitzschlag: Elektrische Entladungen erzeugen Nitrate, diese gelangen mit dem Regen in den Boden.
- durch Abgase: Stickoxide entstehen bei Verbrennungsprozessen.
- durch synthetische Dünger
- durch Bakterien: Schmetterlingsblütler (Leguminosen) leben in Symbiose mit Knöllchenbakterien, die in der Lage sind, Stickstoff aus der Luft zu nutzen (Spiegel 2012).

1.2.3 Soja – eine lange Geschichte

Die Sojabohne stammt von der Wildform *Glycine soja* ab und wurde das erste Mal namentlich 2838 v. Chr. in Asien erwähnt. Ihren Siegeszug nach Europa begann sie im 17. Jahrhundert, wobei sie erst im 19. Jahrhundert auf anderen Kontinenten neben Asien angebaut wurde. Wegbereiter für den Sojaanbau war Friedrich Haberlandt, Professor für Pflanzenbau an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. Er lernte im Rahmen der Weltausstellung in Wien 1873 die Sojabohne kennen und startete Anbauversuche im heutigen österreichischen Staatsgebiet und Umland. 1878 zog er bereits den Schluss, dass Sojaanbau vor allem in jenen Regionen geeignet ist, wo Mais gepflanzt wird. Nach seinem Tod kamen die Anbauversuche im Habsburgerreich zum Erliegen. Die Sojabohne wurde jedoch als Haberlandt-Bohne bzw. in Frankreich als *Haricot Haberlandt* bekannt. In den USA wurden weitere Versuche basierend auf Haberlandts Forschungen durchgeführt. Unter anderem interessierte sich auch Henry Ford für die Sojabohne und ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Er war es, der aus Soja Plastikteile fürs Auto, Kühlschränke, Badewannen, Toiletten und Haushaltsgeräte herstellte (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Kurz vor dem Ersten Weltkrieg wurden in Europa Lebensmittel aus Soja hergestellt und es kam nach und nach zum erweiterten Einsatz von Soja. Zwischen den Weltkriegen gewann der Sojaanbau an Bedeutung, das Aminosäureprofil wurde identifiziert. Soja wurde zum begehrten Viehfutter sowie zur Rohstoffquelle für die Industrie (Öl). Die direkte menschliche Ernährung spielte kaum eine Rolle. In Deutschland strebten die Nationalsozialisten nach Autarkie in der Nahrungsmittelversorgung, wobei die „Nazibohne“ (Drews 2004) die menschliche Ernährung sichern sollte.

Nach Ende des Zweiten Weltkriegs kam der Sojabohne aufgrund ihrer ernährungsphysiologischen Vorzüge große Bedeutung zu. Erst mit Einsatz des Wirtschaftsaufschwungs ging das Interesse an der Bohne wieder zurück, bis Mitte der 1970er Jahre der Sojaanbau wieder boomte. Als Auslöser galten damals die Verknappung von Eiweißfuttermitteln und der steigende Preis für Sojaschrot in den USA, woraufhin eine höhere Selbstversorgungsrate in Europa angestrebt wurde (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Der rezente weltweite Sojaboom ist auf die Nachfrage nach billigem Fleisch sowie nach Agrotreibstoffen zurückzuführen. Die effiziente großtechnische Produktion ist untrennbar mit der gentechnischen Veränderung dieser uralten Kulturpflanze verbunden. Weiters kam es im Zuge der Mais- und BSE-

Krise zu einer erhöhten Sojaverwertung. Seit dem Verbot des Verfütterns von Fleisch- und Knochenmehl an Nutztiere kommt vermehrt Sojamehl und Sojaschrot zum Einsatz (Mirkes 2013; Stocker 2012).

1.2.4 Weltmarkt

Die Bedeutung der Sojabohne hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen und verursacht weltweit die größten Handelsströme (Stocker 2012). Seit 1961 hat sich die Anbaufläche weltweit vervierfacht und die Produktion ums Zehnfache gesteigert (siehe Abbildung 1.4). Insgesamt werden heute auf einer Fläche von 1 Mio. km² Sojabohnen angebaut – das entspricht der Gesamtfläche von Frankreich, Deutschland, Belgien und den Niederlanden zusammen (WWF Deutschland 2014).

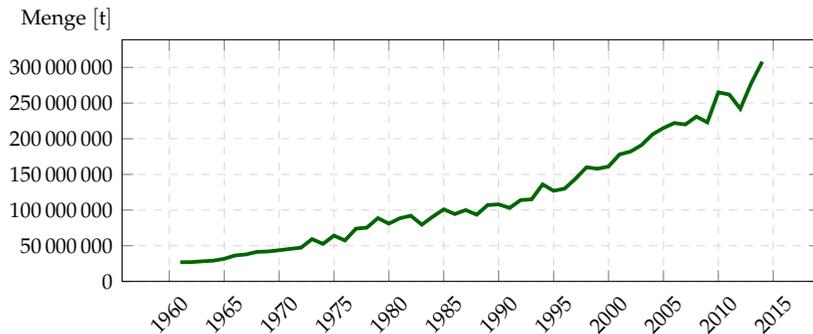


Abb. 1.4: Entwicklung der weltweiten Sojaproduktion von 1961 bis 2014 (Daten aus FAO 2016)

Zurzeit sind der größte Sojaproduzent die USA, gefolgt von Brasilien, Argentinien, China, Indien, Paraguay, Kanada (siehe Abbildung 1.5). In Europa stellt die Ukraine das Land mit der größten Sojaproduktion dar, gefolgt von Russland. Die Länder mit dem größten Sojabohnen-Export sind Brasilien, USA und Argentinien, jene mit dem größten Import China, die EU und Mexiko.

Der zunehmende Fleischkonsum ist die Hauptursache für die kontinuierliche Ausweitung des Sojaanbaus. Etwa drei Viertel der weltweiten Sojaproduktion werden in der Tierfütterung eingesetzt, vor allem in der Geflügel- und Schweinehaltung. Von 1967 bis 2007 stieg die Produktion von Schweinefleisch um 294 %, von Eiern um 353 % und von Geflügelfleisch um 711 %;

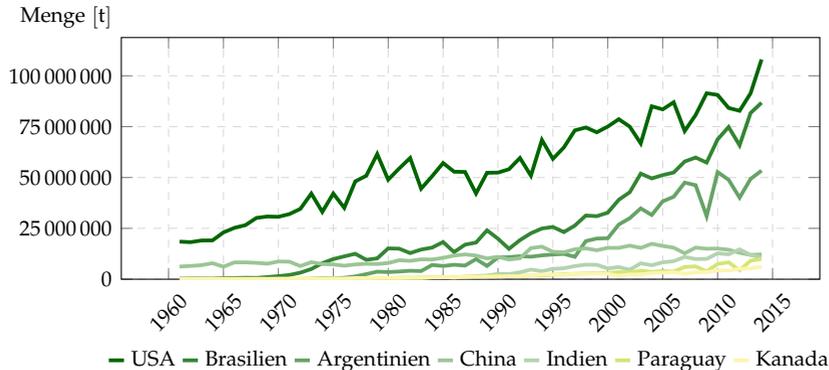


Abb. 1.5: Entwicklung der Sojaproduktion der wichtigsten Länder (Daten aus FAO 2016)

in derselben Zeitspanne konnten die Produktionskosten für diese Nahrungsmittel im Verhältnis gesenkt werden. Als weltweit wichtigstes Futtermittel stellt Soja eine Schlüsselkomponente der industriellen Landwirtschaft dar, die diese Entwicklungen möglich gemacht hat (WWF Deutschland 2014).

Feldfrüchte	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Getreide insgesamt	835 071	811 789	807 270	784 004	784 004	809 108	780 697
Körnerleguminosen	21 589	24 400	22 722	17 805	17 805	19 758	23 573
Hackfrüchte	66 296	67 007	69 610	72 145	72 145	72 158	65 938
Ölfrüchte	134 024	146 087	148 410	144 299	144 299	144 902	152 045
Feldfutterbau	239 720	246 488	244 778	272 766	272 766	245 732	249 855
Sonstiges Ackerland	69 869	68 019	66 896	62 949	62 949	60 000	74 009
Ackerland insgesamt	1 366 570	1 363 789	1 359 686	1 355 115	1 353 967	1 351 658	1 346 118

Tab. 1.1: Anbau auf dem Ackerland 2009–2015, Fläche in ha (Daten aus Statistik Austria 2016a)

Tabelle 1.1 zeigt, dass seit 2012 die Anbaufläche von Körnerleguminosen zunimmt, während die von Getreide und Hackfrüchten abnimmt. Diese Tabelle können die Schülerinnen und Schüler im Modul Sojaanbau gegebenenfalls nutzen, um mögliche Trends zu begründen.

In Österreich wird Soja hauptsächlich in Form von Sojakuchen importiert, der zur Fütterung verwendet wird. Insgesamt werden jährlich ca. 503 000–815 000 t Soja importiert, wovon ca. 13 % auf gentechnikfreies Soja und 87 % auf GVO-Soja entfallen. Den gesamten Anbauflächenbedarf von Soja in ha für ein autarkes Österreich berechnet man, indem man die heimische Produktion von Sojabohnen und den Nettoimport von Soja summiert und dies durch den durchschnittlichen Hektarertrag des Sojabohnenanbaus in Österreich aus den letzten fünf Jahren dividiert. Für das Jahr 2012 konnte man eine benötigte Anbaufläche von rund 214 000 ha (15,8 % der gesamten Ackerfläche im Jahr 2012) berechnen (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Jahr	Inlandsproduktion [t]	Importüberhang [t]	Gesamtbedarf [t]
1990	17 658	597 858	615 516
1991	36 770	573 865	610 636
1992	92 284	589 407	681 691
1993	125 258	547 498	681 691
1994	104 946	566 801	671 747
1995	31 121	549 592	580 713
1996	26 763	492 896	519 632
1997	33 477	598 162	631 639
1998	50 457	62 231	672 767
1999	50 449	576 434	626 883
2000	32 843	593 456	626 299
2001	33 874	655 151	689 025
2002	35 329	663 980	699 303
2003	39 465	706 256	745 721
2004	44 824	583 499	628 323
2005	60 573	603 563	664 136
2006	64 960	570 140	635 099
2007	52 902	603 597	656 499
2008	54 095	572 299	626 393
2009	71 333	566 834	638 167
2010	94 544	599 605	694 149
2011	109 378	549 278	658 656
2012	104 143	503 358	607 501

Tab. 1.2: Österreichs Gesamtbedarf an Soja in den Jahren 1990–2012
(Daten aus Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014, S. 54)

Tabelle 1.2 können die Schülerinnen und Schüler in den Modulen Sojaanbau und Soja in der Nahrung nutzen, um Prognosen für künftige Trends zu erstellen.

1.2.5 Inhaltsstoffe der Sojabohne

Sojabohnen sind Nährstoff-Kraftpakete: Sie bestehen je nach Sorte und Vegetationsfaktoren aus ca. 15–20 % Öl und 35–50 % Eiweiß (Stocker 2012). Sie ist die Leguminose mit dem größten Anteil an Aminosäure (Methionin und Cystein) (Bursens u. a. 2011). Soja enthält zudem wertvolle sekundäre Pflanzenstoffe. Insbesondere der hohe Gehalt an Isoflavonen wird in Zusammenhang mit Sojalebensmitteln häufig hervorgehoben (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Tabelle 1.3 kann als Hintergrundinformation für das Modul Inhaltsstoffe der Sojabohne hilfreich sein, um die qualitativen Ergebnisse aus den Nachweisverfahren zu ergänzen.

Lebensmittel (je 100 g)	Energie		Eiweiß [g]	Fett [g]	Kohlenhydrate	
	[kcal]	[kJ]			verwertbar [g]	nicht verwertbar (Ballaststoffe) [g]
Bohnen, weiß, reif	238	994	21,1	1,6	34,7	23,2
Erbsen, reif	271	1135	22,9	1,4	41,2	16,6
Kichererbsen	306	1282	19	5,9	44,3	15,5
Sprossen, frische	144	600	8,8	0,7	25,5	2,8
Kidneybohnen, i. D.	104	442	6,9	0,6	17,8	6,2
Linsen	270	1129	23,5	1,5	40,6	17
Mungbohnen, reif	269	1126	23,1	1,2	41,5	17,3
Saubohnen, reif	309	1294	23,9	2	48,9	22
Sojadrink, ungesüßt	32	134	3,3	1,8	0,2	0,6
Sojabohnen, reif	330	1379	34,9	18,3	6,3	22

Tab. 1.3: Nährwert- und Kalorientabelle für ausgewählte Hülsenfrüchte (Daten aus Elmadfa u. a. 2016, S. 28)

1.2.6 Gentechnik und biologisches Soja

Aufgrund der Konkurrenzschwäche von Soja gegenüber Unkraut auf den Feldern kam es vermehrt zum Einsatz von Herbiziden (Unkrautvernichtungsmittel). Da diese jedoch auch der Ackerfrucht schadeten und dadurch Ertragsverluste herbeiführten, begann man 1996, gentechnisch veränderte

Pflanzen anzubauen, die gegenüber dem Herbizid resistent sind. Solche Chemikalien werden in der konventionellen Landwirtschaft verwendet. Durch die gentechnische Veränderung wird die Sojabohne widerstandsfähiger.

Bei Soja werden vor allem herbizidtolerante (Roundup-Ready Soja ist resistent gegen das Herbizid Roundup) Sorten angebaut (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Gen-Soja verspricht eine kostengünstigere, bessere und einfachere Unkrautbekämpfung und wird unter dem Namen „Grüne Gentechnik“ vor allem in Nord- und Südamerika angebaut. Die herbizidresistente Sojabohne ist gegen Glyphosat, ein Breitbandherbizid, resistent. So kann die Herbizidkontrolle unabhängig vom Wachstumsstand der Ackerfrucht erfolgen. Die herbizidresistente Sojabohne wurde 2009 unter anderem in folgenden Ländern angebaut (in Klammern Anteil der herbizidresistenten Sojabohne an der Sojafläche 2008): USA (>90 %), Argentinien (99 %), Brasilien (65 %), Kanada (63 %), Paraguay (95 %), Südafrika (80 %) und Uruguay (100 %). Große Mengen der in Südamerika angebauten Sojabohnen werden als Futtermittel in die EU exportiert (Wikipedia 2016).

Die Hauptkomponente des Herbizids Roundup ist Glyphosat. Es hemmt in pflanzlichen Zellen die Synthese bestimmter Aminosäuren (Phenylalanin, Tryptophan und Tyrosin). Auf den menschlichen Organismus kann es eine krebserregende Wirkung haben. Strenge Kontrollen von Lebensmitteln sollen die Dosis von Glyphosat überwachen, damit keine gesundheitsschädlichen Grenzwerte erreicht werden (Antoniou u. a. 2010; Müller 2011; Fink 2015; Forster, Kula und Schuierer 2015).

Weil in Europa viele Konsumentinnen und Konsumenten gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in der Nahrungsmittelproduktion skeptisch gegenüberstehen, hat sich hier eine Marktnische für GVO-freien Anbau und die Verarbeitung derselben entwickelt. Dies ist verantwortlich für die Marktführerschaft österreichischer sojaverarbeitender Betriebe im Lebensmittelbereich. In Österreich angebautes Soja ist frei von Gentechnik! Von österreichischen und europäischen Konsumentinnen und Konsumenten werden gentechnikfreie Lebensmittel nachgefragt. Gleichmaßen besteht bei Veredelungsbetrieben ein Bedarf an gentechnikfreien Sojabohnen, denn Marken- und Qualitätsprogramme wie das IBO-Schwein oder diverse Initiativen von Molkereien und Handel setzen eine ausschließlich gentechnikfreie Fütterung voraus (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

In der biologischen Landwirtschaft wird das Futter für die Tiere nur auf heimischen Flächen angebaut und der Zukauf von Futtermitteln ist stark be-

grenzt. Biobäuerinnen und Biobauern dürfen nur so viele Tiere halten, wie sie auch von ihren Ackern und Weideflächen füttern können (Klüber 2010).

1.2.7 Wunderbohne Soja

Soja als Futtermittel

Soja ist hinsichtlich der Fütterungseigenschaften speziell in der Schweine- und Geflügelfütterung nur schwer durch alternative heimische Eiweißquellen ersetzbar. Der Rohproteinanteil liegt bei Eiweißfuttermitteln auf Sojabasis im Vergleich zu anderen heimischen Eiweißquellen wie Körnererbsen, Ackerbohnen, Sonnenblumenkuchen oder Rapsextraktionsschrot deutlich höher. Auch die fütterungsphysiologische Qualität des Eiweißes ist bei Sojafuttermitteln in Relation zu alternativen heimischen Eiweißquellen sehr hoch und spricht für Soja in der Nutztierfütterung (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Drei Viertel der weltweiten Sojaernte wird zu Tierfutter verarbeitet. Für 1 kg Hühnerfleisch werden ca. 575 g Soja verfüttert (Fink 2015).

Soja als Lebensmittel

Soja ist aus dem Lebensmittelbereich nicht mehr wegzudenken. In etwa 6 % der globalen Sojaernte werden direkt als Lebensmittel verzehrt (WWF Deutschland 2014). Sojabestandteile sind in ca. 30 000 verschiedenen Lebensmitteln enthalten. Für den Einsatz in der Lebensmittelproduktion muss die Sojabohne hohe Qualitätsstandards bei beispielsweise Proteingehalt, Korngröße und Farbe erfüllen. Aufgrund der für den menschlichen Organismus vorteilhaften Nährstoffkombination mit einem hohen Gehalt an hochwertigem pflanzlichem Eiweiß, einer günstigen Fettsäurezusammensetzung, der Cholesterinfreiheit und sekundären Pflanzenstoffen wird der Sojabohne eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben. Die Lebensmittelindustrie nutzt sowohl das Sojaeiweiß als auch -öl, um Produkte wie Sojagetränke, Tofu, Sojasauce, Miso und Backmittel herzustellen. Auch für das bei der Speiseölgewinnung als Nebenprodukt anfallende Sojalecithin bieten sich vielfältige Verwendungsmöglichkeiten in der Lebensmittelherstellung an (von der Schokolade bis zum Smoothie, WWF Deutschland 2014). Die heimische Nahrungsmittelindustrie zählt zu den Hauptabnehmern des österreichischen Sojas und ein Großteil der Ernte wird hier weiterverarbeitet. 2009 verarbeiteten die österreichischen Betriebe 40 000–45 000 t Speisesoja. Neben

der GVO-Skepsis beeinflussen auch sich ändernde Ernährungsgewohnheiten, gesundheitliche Aspekte wie Laktoseintoleranz oder Kuhmilchproteinallergien, steigendes Gesundheitsbewusstsein sowie zunehmende vegetarische und vegane Ernährungsweise die Entwicklung des Marktes für regionale Soja-Lebensmittel (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Soja in der Landwirtschaft

Um im Modul Sojaanbau die Entscheidung treffen zu können, ob der landwirtschaftliche Betrieb auf konventionellen oder Bio-Sojaanbau umsteigen soll, ist es wichtig zu überlegen, welche Deckungsbeiträge in den unterschiedlichen Wirtschaftsformen zu berücksichtigen sind (vgl. Abbildung 1.6).

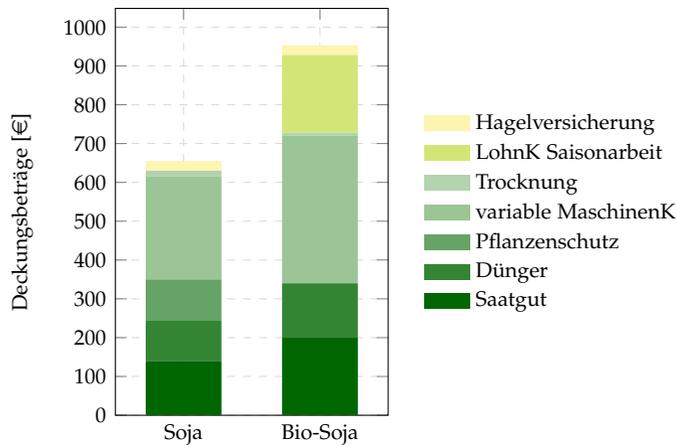


Abb. 1.6: Jahresdurchschnitt (2009–2013) der Deckungsbeiträge von Soja und Bio-Soja (Daten aus Resl 2015)

Soja kann durch andere Eiweißfuttermittel wie Raps, Sonnenblumen oder Mais kaum vollständig ersetzt werden. Um die Importabhängigkeit zu senken, stellt die Verfütterung von Sojabohnen aus heimischem Anbau eine Alternative dar. Besonders in der biologischen Landwirtschaft hat der Sojaanbau positive Effekte. Einerseits stellt er ein bedeutsames Glied einer ausgewogenen mehrjährigen Fruchtfolge dar (eine Fläche darf aber nur max. zwei Jahre mit Soja bepflanzt werden) und andererseits findet die Sojabohne in der Tierernährung als wertvolles Eiweißfuttermittel Verwendung. Jedoch muss die biologische Landwirtschaft eine Reihe von internationalen ökologischen

Kriterien einhalten. So verzichtet sie gänzlich auf den Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngern, chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und Herbiziden (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Das Produktionssystem der Bio-Sojabohne erfordert mehr Arbeitseinsatz, das heißt den Einsatz der Hacke zur Unkrautkontrolle und mehr Sorgfalt im Produktionsprozess. Die Umstellung von konventioneller auf biologische Landwirtschaft wird erst nach zwei Jahren angenommen. Die Sojakörner müssen eine bestimmte Größe und Farbe sowie einen bestimmten Protein- bzw. Feuchtigkeitsgehalt aufweisen. Der Einsatz von Leguminosen trägt zum Humusaufbau, zu einer besseren Wasserhaltefähigkeit und zu einem verbesserten Nährstoffaufschluss, das heißt zur Verbesserung der Struktur des Bodens bei. Vor allem die Eigenschaft, Stickstoff aus der Luft im Boden zu binden, kommt viehlosen biologischen Ackerbaubetrieben entgegen, weil die Zukaufmöglichkeit für organische Düngemittel begrenzt und der Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger verboten ist. Die Flächenausweitung von Bio-Soja hat sich zwischen 2005 und 2012 fast verdreifacht. Je länger der Sojaanbau nach ökologischen Richtlinien erfolgt, desto mehr gewinnt die Einsparung von Betriebskosten an Bedeutung (Klüber 2010; Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Im langjährigen Durchschnitt bringt der biologische Anbau etwa gleich viel Ertrag hervor, wobei man 30 % weniger Energie, weniger Wasser und keine Pestizide benötigt. Darüber hinaus hat er einen positiven Einfluss gegen den Treibhauseffekt (Naimer 2007).

Soja im Gesundheitsbereich

Aufgrund der für den menschlichen Organismus vorteilhaften Nährstoffzusammensetzung wird Soja eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben. Soja verfügt über einen hohen Gehalt an hochwertigem pflanzlichem Eiweiß und im Vergleich zu tierischen Fetten über eine günstige Fettsäurezusammensetzung mit hohem Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Neben einem hohen Anteil an essentiellen Aminosäuren sind Sojalebensmittel reich an Ballaststoffen, Kalium, Magnesium, Vitamin B1, B2, E und Folsäure. Die Sojabohne enthält die Isoflavone Genistein, Daidzein und Glyzitein, denen viele positive Effekte auf den menschlichen Organismus zugeschrieben werden (u. a. anderem Prävention von Prostata- und Brustkrebs,

Burssens u. a. 2011). Negative Effekte von Soja auf den menschlichen Organismus beruhen auf möglichen allergischen Reaktionen (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Auf der Internationalen Soja- und Gesundheits-Konferenz in London 2002 wurden gesundheitliche Vorteile rund um Soja vorgestellt. So soll die tägliche Einnahme von 20 g Sojaproteinen zu einer Reduktion des Blut-Cholesterols führen und zur Reduktion des Brustkrebsrisikos beitragen. Sojamilch zeige eine schützende Wirkung auf die Knochenmineralien und -dichte. Ebenfalls konnten positive Effekte von Soja auf die kognitive Leistung bei Frauen und Männern jeglichen Alters nachgewiesen werden (Devine 2002).

Soja in der Zukunft

Soja könnte auch zur Erzeugung von Biosprit verwendet werden, wobei der Produktionsrest zu 98 % aus Eiweiß bestehen würde und somit ideales Tierfutter darstellt (WWF Deutschland 2014). Um den immer weiter ansteigenden Anbau von GVO-Soja entgegenzutreten, sollte der eigene Bedarf an Soja so weit wie möglich mit heimischen Eiweißfuttermitteln gedeckt werden.

Dafür werden drei Lösungsansätze vorgeschlagen (Effizient Soja Toasten 2015):

- Stärkung des heimischen Anbaus und der Verarbeitung von Sojabohnen,
- Reduzierung des Proteineinsatzes durch weniger intensive Tierfütterung,
- Ersatz von Sojaschrot durch andere heimische Eiweißträger wie Rapschrot, Rapspresskuchen, Sonnenblumenschrot.

Weitere Lösungswege zur Deckung des Bedarfs an Soja bei gleichzeitigem Erhalt der biologischen Vielfalt und Ökosysteme sind (WWF Deutschland 2014):

- Änderung der politischen Maßnahmen zum Schutz der Wälder bzw. der heimischen Vegetation sowie Gesetze, die die Schutzanstrengungen außerhalb von Schutzgebieten unterstützen,
- transparente und systematische Landnutzungsplanung,
- verantwortungsvolle Sojaproduktion der Verbraucherländer,

- finanzielle Anreize zum Schutz natürlicher Ökosysteme und der von ihnen ausgehenden Ökosystemleistungen,
- verantwortungsbewusstes Investment der Finanzmärkte,
- Reduzierung von Verbrauch und Abfall,
- Änderung der Ernährungsgewohnheiten in den Industrieländern.

1.2.8 Anbau

Der Sojaanbau in Mitteleuropa stellt große Anforderungen an die Temperaturbedingungen, die Bodenqualität, die Wasserversorgung und die Bekämpfung von Beikräutern. Je nach Sorte hat Soja eine Vegetationszeit (von der Aussaat bis zur Ernte) von 150 bis 180 Tagen. Die Aussaat erfolgt zwischen Mitte April und Mitte Mai bei einer Minimalbodentemperatur von 8–10 °C. Nach der Aussaat sollte wegen der langsamen Jugendentwicklung ein mehrmaliger Einsatz mechanischer Unkrautbekämpfungsmethoden, wie Blindstriegeln und Striegeln eingeplant werden (Beikrautkontrolle), da das Beikraut sonst die jungen Sojapflanzen überwuchert und ihnen das Licht nimmt. Im biologischen Anbau wird das Feld intensiv mechanisch durch Jäten oder Hacken bearbeitet (6–7 Arbeitsdurchgänge). Vor der Saat wird das Feld mit Eggen bearbeitet. Eine „Blindstriegelung“ erfolgt ungefähr 4 Tage nach der Saat, bevor die ersten Bohnenpflanzen sichtbar sind. Der erste Hackdurchgang wird durchgeführt, wenn die ersten Fiederblätter erkennbar sind. Danach folgt eine Striegelung, wenn der Keimling schon 3–5 echte Laubblätter entwickelt hat und weitere Hackdurchgänge. Manche Beikräuter müssen händisch entfernt werden (z. B. Disteln und Winden). All dies ist äußerst arbeitsintensiv, verlangt spezialisierte Maschinen und verursacht hohe Kosten (Arbeitszeit, Treibstoff, Maschinen). Die Methoden sind daher für großflächige Anbauggebiete, etwa in Lateinamerika, wenig geeignet. Zudem ist die Einhaltung einer Fruchtfolge (z. B. alle zwei Jahre Sojaanbau) notwendig (Größ und Schmidt 2010).

Im kommerziellen Landanbau werden chemische Mittel zur Bekämpfung von Beikräutern eingesetzt. In Österreich sind nur wenige Produkte zugelassen, weshalb auch für den konventionellen Anbau die mechanische Unkrautbekämpfung und die Wahl passender Vorfrüchte für den Anbauerfolg bedeutend sind. Schwierigkeiten bereitet auch Vogelfraß und Wildverbiss durch Feldhasen und Rehe (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Wird Soja am 15. April ausgesät, kann man zwischen dem 15. September und dem 15. Oktober ernten. Im Juni und Juli muss die Temperatur über 10 °C in der Nacht liegen. Einzelne Fröste (bis -3 °C) verträgt die Sojapflanze gut. Sie braucht tiefgründige Böden, die Wurzeln reichen bis 1,5 m Tiefe. Insbesondere im Juli und im August braucht es entsprechende Feuchtigkeit, sonst drohen starke Ertragseinbußen. In trockenen Gegenden muss daher beregnet werden. Der Boden muss als Nährstoffe insbesondere Phosphor, Kalium und Magnesium beinhalten, den Stickstoff nimmt Soja mithilfe von Bakterien auf. Meist ist dazu eine Impfung mit Bakterienkulturen erforderlich (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Die Leistungsfähigkeit der Sojapflanze hängt maßgeblich von der Symbiose mit N-fixierenden Knöllchenbakterien ab. *Bradyrhizobium japonicum* ist ein Rhizobienstamm, der mit keiner bei uns heimischen Pflanze in Symbiose steht und dementsprechend in europäischen Böden nicht natürlich vorkommt. Eine sorgfältige Saatgutimpfung ist daher Voraussetzung für einen erfolgreichen Sojaanbau. Nach wiederholtem Sojaanbau etablieren sie sich im Ackerboden, was sich in höheren Eiweißgehalten äußern kann. Eine Impfung zahlt sich selbst nach langjährigem Anbau aus. Die Kosten für den Impfstoff liegen bei 20–30 €/ha, hinzu kommt die Arbeitszeit. Generell unterscheidet man zwischen drei Standard-Impfverfahren:

- Kontaktimpfung: Das Saatgut wird unmittelbar vor der Aussaat mit dem Impfmittel vermischt (trocken oder mit Kleber); besonders bei großen Flächen ist der Arbeitsaufwand nicht zu unterschätzen.
- Fix-und-Fertig-Impfung: Das Saatgut wird bereits vor der Auslieferung vom Vermehrer mit einem stark anhaftenden Impfmittel geimpft. Allerdings kommt es immer wieder zu erheblichen Qualitätsmängeln.
- Bodenimpfung (meist in Kombination mit einer Kontaktimpfung): Das Impfsubstrat wird hierbei direkt vor der Aussaat von Hand mit einem mitgelieferten Granulat vermengt und über einen Granulatstreuer, der auf der Sämaschine mitfährt, gleichmäßig in die Drillreihe gestreut. Bei deutlich verringertem Aufwand werden sehr gute Ergebnisse erzielt (Beesten 2016).

Im Umgang mit dem Impfmittel ist zu beachten, dass die Aussaat und die Impfung parallel erfolgen. Das Impfmittel sollte nicht über 25 °C gelagert und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden, da UV-Licht die Knöllchenbakterien abtötet (Beesten 2016).

1.2.9 Soja in Österreich

Der derzeitige Sojaanbau in Österreich und in der EU ist sehr beschränkt. In Amerika ergibt sich beim Anbau dieser Kultur ein höheres Ertragspotential und höhere Ertragssicherheit. Deshalb stammt auch der Großteil der Sojaimporte nach Europa aus Südamerika. Der Klimawandel eröffnet jedoch Aussichten, dass der Anbau der Sojabohne in Mitteleuropa attraktiver werden könnte. In Österreich konnte zwar in den letzten Jahren durch große Bemühungen der Anbau ausgeweitet werden (siehe Abbildung 1.7), dennoch steigt der Bedarf nach Soja und es kann nur ein Teil des Bedarfs in Österreich produziert werden (Donau Soja 2016).

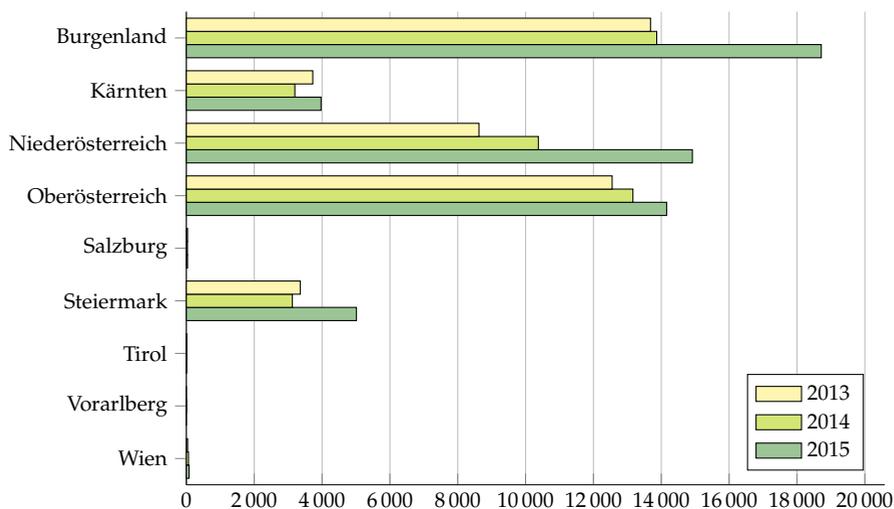


Abb. 1.7: Sojaanbaufläche in Österreich in ha von 2013 bis 2015 (Daten aus STATcube 2016)

Als besonderes Merkmal der in Österreich produzierten Sojalebensmittel gilt ihre Gentechnikfreiheit. Gentechnikfreies Soja wird sowohl in Form von Sojalebensmitteln als auch für die Nutztierfütterung nachgefragt. Zum Einschätzen der Anbaupotenziale von Soja in Österreich eignen sich Klimadaten, Bodenkarten, Bodenklimazahl, Niederschlagsmengen, Wärmesummen usw. und eine Ableitung aus den Zahlen zu den bestehenden Flächen des Zuckerrüben- und Körnermaisbaus (siehe Abbildung 1.8). Das biologische Anbaupotenzial für Soja wird somit von den Körnermais-, Zuckerrüben- und Sojaflächen abgeleitet. Zur Sojaproduktion eignen sich in Österreich die

feucht-warmen Gebiete im Südosten, die warmen Anbauggebiete Ostösterreichs, das niederösterreichische Westbahngebiet und der oberösterreichische Zentralraum (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Der Anbau von heimischen Eiweißpflanzen wie Soja für die Tierfütterung und Herstellung von Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten wird gezielt gefördert. Als Ziel gilt es, die Eigenversorgung mit Nahrungs- und Futterproteinen bei gleichzeitiger Zurückdrängung gentechnisch veränderter Sojaprodukte zu erreichen.

Generell ist das Potential zur Ausweitung des österreichischen Sojaanbaus vorhanden. Der Bedarf sowohl an konventionellem als auch an biologisch angebautem heimischem Soja ist groß – ob nun für Lebensmittel oder als Futtermittel. Die Gentechnikfreiheit ist ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil und ein Alleinstellungsmerkmal am wachsenden Sojamarkt, die Nachfrage ist vorhanden. Soja hat entscheidend bessere Fütterungseigenschaften als die verfügbaren Eiweißalternativen, zudem werden für den Sojaanbau keine Spezialmaschinen benötigt. Die Vorteile einer Ausweitung des österreichischen Sojaanbaus liegen in der Unabhängigkeit von importiertem (GVO) Soja, der Möglichkeit einer neuen Wertschöpfung für die heimische Landwirtschaft, den pflanzen- und ackerbaulichen Vorteilen von Soja sowie in der wirtschaftlichen Nachfrage nach genetisch unverändertem Saatgut (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

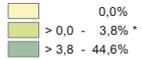
Donau Soja (Donau Soja 2016)

Entlang der Donau eignen sich viele Gebiete für den Sojaanbau: tiefgründige Böden, mildes Klima, genügend Niederschläge und Bewässerungsmöglichkeiten. In Europa wird Soja vor allem in der Ukraine, in Serbien und Italien angebaut. 2015 haben Landwirte aus der Donauregion (exklusive Ukraine) auf 950 000 ha Soja angesät. Zählt man die Produktion in der Ukraine dazu, werden in diesem Jahr 7,5 Mio. t Soja in der Donauregion produziert. Um den Anbau gentechnikfreien Sojas zu unterstützen, wurde 2012 der Verein „Donau Soja“ gegründet und 2014 in eine GmbH weiterentwickelt. Abbildung 1.9 zeigt das Einzugsgebiet von Donau Soja.

Donau Soja fördert den Anbau von Qualitätssoja in der Donauregion – als Basis für eine qualitativ hochwertige, herkunftsgesicherte und gentechnikfreie Futtermittel- und Lebensmittelproduktion und leistet damit einen wichtigen Beitrag für eine eigenständige europäische Eiweißversorgung. Donau Soja ist

Ackerflächen 2015: Öfrüchte - Soja nach Gemeinden

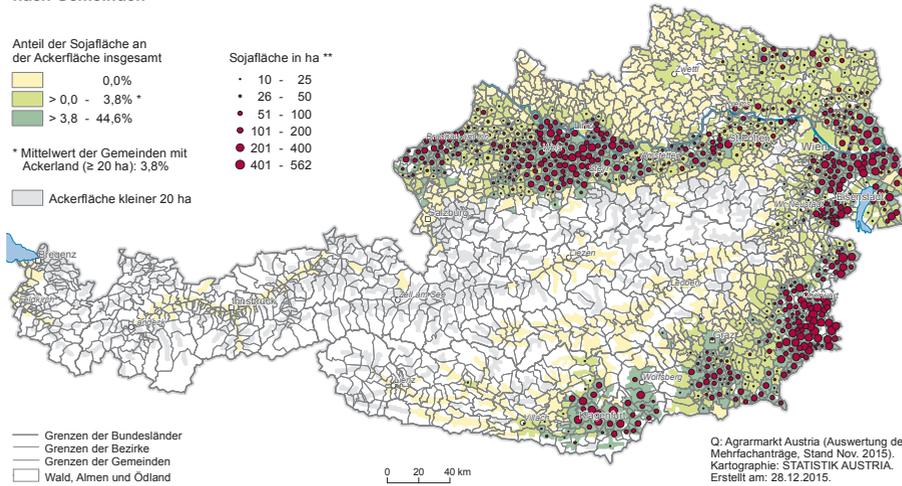
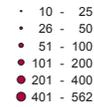
Anteil der Sojafläche an der Ackerfläche insgesamt



* Mittelwert der Gemeinden mit Ackerland (≥ 20 ha): 3,8%

 Ackerfläche kleiner 20 ha

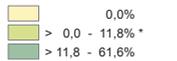
Sojafläche in ha **



** Für die Kartenserie Ackerflächen 2015 wurden einheitliche Klassengrößen verwendet. Gemeinden mit Ackerflächen unter 20 ha bleiben unberücksichtigt.

Ackerflächen 2015: Futtergetreide - Körnermais inkl. CCM nach Gemeinden

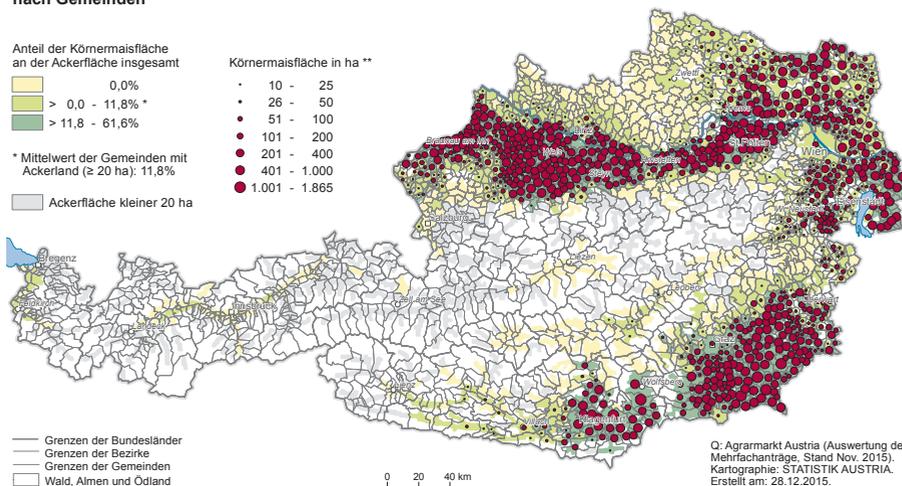
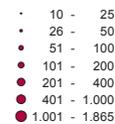
Anteil der Körnermaisfläche an der Ackerfläche insgesamt



* Mittelwert der Gemeinden mit Ackerland (≥ 20 ha): 11,8%

 Ackerfläche kleiner 20 ha

Körnermaisfläche in ha **



** Für die Kartenserie Ackerflächen 2015 wurden einheitliche Klassengrößen verwendet. Gemeinden mit Ackerflächen unter 20 ha bleiben unberücksichtigt.

Abb. 1.8: Ackerfläche 2015 Soja und Körnermais (Bilder von Statistik Austria 2016b)



Abb. 1.9: Einzugsgebiet von Donau Soja

ein Markenprogramm für Sojabohnen, Lebensmittel aus Soja (z. B. Tofu, Sojadrinks) und Produkten von Tieren, welche mit Sojamehl oder gerösteten Sojabohnen gefüttert wurden (z. B. Milch, Eier, Fleisch). Zu den Zielen des Projekts zählen:

- Förderung des gentechnikfreien Sojaanbaus und der Verarbeitung in der Donauregion für Europa unter dem Markenzeichen Donau Soja,
- Aufbau von verlässlichen Liefer- und Wertschöpfungsketten durch die Mitgliedsunternehmen,
- Führung eines geförderten Züchtungs-, Forschungs- und Kontrollprogramms für gentechnikfreies Soja-Saatgut und Pflanzenschutzkonzepte für den Donaoraum,
- Anbau ausschließlich auf bereits vorhandenen Ackerbau- und Brachflächen im Donaoraum, unter ausdrücklichem Ausschluss von Naturschutzgebieten und anderen Schutzzonen,
- Beitrag zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks bei Sojaprodukten und Fleisch durch die Förderung europäischer Eiweißpflanzen.

Des Weiteren gelten die EU-Bestimmungen betreffend den Pestizideinsatz im Sojaanbau sowie des Arbeits- und Sozialrechts. Die Herkunftsländer bzw. -regionen für Donau Soja werden politisch und geografisch definiert.

Mit dem Qualitätslabel „Donau Soja“ werden Produkte ausgezeichnet, die aus zertifiziertem und kontrolliertem Donau Soja bestehen oder Donau Soja beinhalten. Das Qualitätszeichen „Gefüttert mit Donau Soja“ wird ausschließlich für zertifizierte und kontrollierte tierische Produkte vergeben. Die Futterration der Tiere muss mindestens 10 % Soja beinhalten und diese muss zu 100 % Donau Soja sein.

Eine rosarote Soja-Welt

Durch die ungleiche Verteilung des Sojaanbaus und Sojaverbrauchs kann man unterschiedliche Folgen für die Gesellschaft und Umwelt beobachten. Brasilien, das Land mit dem größten Sojaanbau, ist gleichzeitig das Land mit den meisten hungernden Menschen. Darüber hinaus wird seit den 1970er Jahren konsequent tropischer Regenwald (Amazonas) gerodet, um Soja für Europa und Asien anzubauen. Im Lauf der vergangenen Jahrzehnte wurden riesige Wald-, Grasland- und Savannenflächen in Ackerflächen umgewandelt. Zwar konnte so die Fleischproduktion erhöht werden und die Erzeugerländer und Handelspartner zogen wirtschaftlichen Nutzen aus dieser Expansion, doch die Umwandlung natürlicher Ökosysteme in Ackerflächen wirkt sich auf die Biodiversität, die Beschleunigung des Klimawandels und auf wichtige Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts (von sauberem Wasser und gesunden Böden bis hin zu Bestäubungsleistungen und Schädlingsbekämpfung) aus (WWF Deutschland 2014).

Obwohl der Anbau von genetisch verändertem Soja in Österreich verboten ist, landet genmanipuliertes Soja in vielen Produkten auf den Tellern. Besonders Tiere in der konventionellen Landwirtschaft werden häufig mit gentechnisch verändertem Soja gefüttert. Soja wird zum großen Teil in agrarindustriellen Monokulturen angebaut. In Lateinamerika stammen bereits über zwei Drittel der Bohnen von sogenannten transgenen, also gentechnisch veränderten Pflanzen. Der Sojaboom hat verheerende Folgen für die lokale, regionale und globale Umwelt. Sojafelder fressen sich in wertvolle Wälder und seltene Savannen wie den brasilianischen Cerrado, die artenreichste Savanne der Welt. Gewässer werden durch erheblichen Pestizid- und Düngereinsatz verschmutzt. Der hohe Fleischkonsum in Europa trägt maßgeblich zu den

hohen Soja-Importen bei. Aus gesundheitlichen und ökologischen Gründen sollte der Fleischkonsum überdacht werden. In Österreich, das Land mit dem höchsten Fleischverbrauch, liegt der jährliche Fleischkonsum pro Kopf bei über 100 kg (Klein 2015). Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung rät zum Beispiel, 300–600 g Fleisch pro Woche zu essen. Das ist etwa die Hälfte des aktuellen durchschnittlichen Verbrauchs (WWF Deutschland 2013).

Literatur

- Antoniou, M., P. Brack, A. Carrasco, J. Fagan, M. Habib, P. Kageyama, C. Leifert, R. O. Nodari und W. Pengue (2010). *GM SOY. Sustainable? Responsible?* URL: http://www.gmwatch.org/files/GMsoy_SustainableResponsible_Sept2010_Summary.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Beesten, F. von (2016). *Saatgutimpfung: Sorgfalt zahlt sich aus.* URL: <https://www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/aussaat/impfung/> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Burssens, S., I. Pertry, D. Diasolua, Y.-H. Kuo, M. Van und F. Lambei (2011). "Soya, Human Nutrition and Health". In: *Soya Bean Meal and Its Extensive Use in Livestock Feeding and Nutrition*. Hrsg. von Y. Yin, A. A. Fatufe und F. Blachier. INTECH Open Access Publisher, S. 157–180.
- Devine, D. (2002). "Soya and health 2002 - clinical evidence, dietetic applications". In: *Nutrition Bulletin* 27.3, S. 195–198.
- Donau Soja (2016). *Donau Soja*. URL: <http://www.donausoja.org/de/home/> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Drews, J. (2004). *Die "Nazi-Bohne": Anbau, Verwendung und Auswirkung der Sojabohne im Deutschen Reich und Südosteuropa (1933 -1945): Zugl.: Hannover, Univ., Diss., 2002. Bd. 4. Politik und Geschichte.* Münster: LIT-Verl.
- Effizient Soja Toasten (2015). *Sojaanbau - globale Mengenverteilung und Mengenströme.* URL: <http://www.sojatoaster.com/hintergrundinfos/sojaanbau-globale-mengenverteilung-und-mengenstroeme/> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Elmadfa, I., W. Aign, E. Muskat und D. Fritzsche (2016). *Die große GU Nährwert-Kalorien-Tabelle 2016/2017.* München: Gräfe und Unzer Verlag.
- Fink, A. (2015). "Die Killerbohne". In: *TERRA MATER* 4, S. 76–98.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *FAOSTAT: Crops.* URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (aufgerufen am 12. 12. 2016).

- Forster, R., C. Kula und K. Schuierer (2015). "Der Wirkstoff Glyphosat in der Pflanzenschutzmittel - Zulassung – aktueller Stand". In: *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 10.3, S. 235–240.
- Größ, C. und J. Schmidt (2010). *Kulturblatt Sojabohne*.
- Klein, F. (2015). *Achtung: Heiss und Fettig – Klima und Ernährung in Österreich. Auswirkungen der österreichischen Ernährung auf das Klima*. Hrsg. von WWF Österreich. Wien.
- Klüber, L. (2010). "Nachhaltige Entwicklung und genmanipulierte Nutzpflanzen. Effekte der Einführung genmanipulierter Soja auf das soziale und ökologische System der Familienlandwirtschaft". Diplomarbeit. Wien: Universität Wien.
- Krumphuber, C., M. Bäck, H. Köppl, P. Köppl, T. Wallner, C. Rechberger und R. Schütz (2014). *Soja. Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft*. Hrsg. von L. N. Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Linz.
- Massholder, F. (2014). *Lebensmittellexikon: Sojabohne*. URL: <https://www.lebensmittellexikon.de/s0000130.php> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Mirkes, D. (2013). *Das Land, das wir uns nehmen: Der Griff nach tropischem Regenwald und Ackerboden*. Hrsg. von ASTM/Klima-Bündnis Luxemburg.
- Müller, W. (2011). *Gentech-Soja: Auswirkungen von gentechnisch verändertem Soja auf Mensch und Umwelt*. Hrsg. von GLOBAL 2000. Wien. URL: [https://www.global2000.at/sites/global/files/import/content/gentechnik/Gentech-Hintergrundpapier-Soja.pdf](https://www.global2000.at/sites/global/files/import/content/gentechnik/Gentech-Hintergrundpapier-Soja.pdf_me/Gentech-Hintergrundpapier-Soja.pdf) (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Naimer, J. (2007). "Bio-Marketing. Besonderheiten der Vermarktung von Bio-Produkten, dargestellt am Beispiel Bio-Soja". Diplomarbeit. Eisenstadt: Fachhochschule Eisenstadt.
- Pistrich, K., S. Wendtner und H. Janetschek (2014). *Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex*. Wien. URL: <https://repository.publisso.de/resource/fri:6400094/data> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Resl, T. (2015). *Strategieprozess Zukunft Pflanzenbau. Wirtschaftliche, volkswirtschaftliche und soziale Betrachtungen*. Wien. URL: http://www.zukunft-pflanzenbau.at/fileadmin/Redakteure_ZP/Zukunft_Pflanzenbau/Strategie_Pflanzenbau_-_AWL.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Spiegel, A.-K. (2012). *So funktionieren die Knöllchen*. URL: <http://www.bodenfruchtbarkeit.org/651.html> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- STATcube – Statistical Database of STATISTICS AUSTRIA (2016). *Field crop production as of 1970*. URL: <http://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml> (aufgerufen am 12. 12. 2016).

- Statistik Austria (2016a). *Anbau auf dem Ackerland 2015*. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/bodennutzung/index.html (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- (2016b). *Feldfruchternte 2015*. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/feldfruechte/index.html (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Stocker, T. (2012). *Soja. Boom der Bohne*. URL: [http://www.beobachter.ch/natur/flora-fauna/landwirtschaft/artikel/soja_boom-der-bohne/](http://www.beobachter.ch/natur/flora-fauna/landwirtschaft/artikel/soja-boom-der-bohne/) (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Wikipedia (2016). *Herbizidresistente Sojabohne*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Herbizidresistente_Sojabohne (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- WWF Deutschland (2013). *Die Soja-Lüge*. URL: <http://www.wwf.de/themenprojekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/genmanipuliertes-soja/> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- (2014). *Der Sojaboom: Auswirkungen und Lösungswege*. Berlin. URL: http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/20140312_WWF_Kurzfassung_Sojaboom_Auswirkungen_Loesungswege.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).