



Soja, Sojaisoflavone und gesundheitliche Auswirkungen

Teil 2

Angela Mörixbauer

Teil 1 dieses Artikels¹ behandelte Sojaisoflavone und deren Metaboliten Equol: Konsum und Zufuhrempfehlungen sowie die gesundheitlichen Zusammenhänge mit Krebserkrankungen, menopausalen Hitzewallungen und dem prämenstruellen Syndrom. Im vorliegenden zweiten Teil stehen die Wirkung von Soja auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Allergien, Osteoporose, Schilddrüsenfunktion, Fertilität und angebliche „Verweiblichung“ bei Männern sowie ökologische Aspekte im Zentrum.

Kardiovaskuläre Erkrankungen

Inkonsistente Datenlage

Die Datenlage zur Wirkung des Konsums von Sojalebensmitteln auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist durchwachsen. In den USA hat die *Food and Drug Administration* (FDA) im Oktober 2017 [1] ein Verfahren zur Neubewertung des 1999 [2] genehmigten Health Claims zu Sojaprotein und seiner cholesterinsenkenden Wirkung eingeleitet. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) wies 2012 den Antrag auf einen vergleichbaren Artikel 14-Health Claim zurück, da die Evidenz für einen klaren Ursache-Wirkung-Zusammenhang fehle [3]. Kanada dagegen genehmigte 2014 einen derartigen Claim [4].

Ähnlich uneinheitlich stellt sich die Lage bei der Sichtung von epidemiologischen Daten dar, wenngleich die Mehrzahl ein verringertes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, insbesondere für (postmenopausale) Frauen, beobachtet. So etwa die *Shanghai Women's Health Study* [5], die *WHO-CARDIAC Studie* [6], die *Japan Public Health Center-Based (JPHC) Study Cohort I* [7], die *Ohsaki National Health Insurance (NHI) Cohort Study* [8] und die *Takayama Studie* [9]. Eine umfangreiche Fall-Kontroll-Studie [10] an chinesischen Frauen und Männern ab 60 Jahren (rund 21000 Fälle und 11000 Kontrollen) ergab, dass der Konsum von Sojaprodukten mindestens vier Mal pro Woche oder öfter im Vergleich zu seltener als einmal pro Monat sowohl mit einer signifikant verringerten Gesamt- als auch

Herzinfarkt mortalität einhergeht. Auch hier war der Effekt bei Frauen ausgeprägter. Eine andere chinesische Fall-Kontroll-Studie (377 Fälle, 753 Kontrollen) [11] ergab zwar keinen Zusammenhang zwischen Isoflavonkonzentration im Harn (ein Biomarker für die Soja- bzw. Sojaisoflavonzufuhr) und koronarer Herzkrankheit (KHK), die Subanalyse zeigte allerdings eine signifikante inverse Assoziation zwischen der Equolkonzentration im Harn und dem kardiovaskulären Risiko bei Frauen.²

Dagegen konnten die Auswertungen der niederländischen EPIC-Ko-

¹ ■■■ Lesen Sie den ersten Teil des Beitrags in ERNÄHRUNGS UMSCHAU 3/2019 [120].

² ■■■ Mehr zum Metabolit Equol in Teil 1 [120]

horte [12] und der *Singapore Chinese Health Study* [13] keine Assoziation zwischen dem Konsum von Sojaprodukten und dem kardiovaskulären Risiko feststellen. Allerdings war die Sojaisoflavonzufuhr in dieser Kohorte extrem gering (unter 1 mg/Tag). Die *Shanghai Men's Health Study* [14] ergab sogar einen positiven Zusammenhang zwischen dem Konsum von Sojaprodukten und der KHK-Inzidenz.

Drei aktuelle Metaanalysen fassen den Stand epidemiologischer Studien zum Zusammenhang von Sojakonsum und kardiovaskulären Erkrankungen zusammen und lassen ebenfalls keine eindeutige Bewertung zu. Lou et al. [15] konnten 2016 anhand der Analyse von fünf prospektiven Kohortenstudien keinen Einfluss des Sojakonsums auf das Herzinfarkt- bzw. KHK-Risiko nachweisen, während die Auswertung der Daten von sechs Fall-Kontroll-Studien eine signifikante Risikoverringerung für Herzinfarkt (standardisiertes Relatives Risiko [SSR] = 0,54; 95 %-Konfidenzintervall [95 %-KI]: 0,34–0,87) und KHK (SSR = 0,66; 95 %-KI: 0,56–0,77) ergab. Die Metaanalyse von Yan et al. aus dem Jahr 2017 [16] war mit zehn prospektiven Kohorten- und sieben Fall-Kontroll-Studien etwas umfangreicher. Die AutorInnen fanden negative Assoziationen zwischen dem Sojakonsum und kardiovaskulären Erkrankungen (SSR = 0,84; 95 %-KI: 0,75–0,94), Herzinfarktrisiko (SSR = 0,82; 95 %-KI: 0,68–0,99) und KHK (SSR = 0,83; 95 %-KI: 0,72–0,95). Eine Subanalyse wies darauf hin, dass der präventive Effekt v. a. in Fall-Kontroll-Studien und asiatischen Populationen zu beobachten war. Die 2018 veröffentlichte Metaanalyse von Namazi et al. [17] wertete vier Kohortenstudien zu Sojakonsum und kardiovaskulärer Mortalität aus und fand keinen signifikanten Zusammenhang.

Erklärungsversuche zur Inkonsistenz

Die Inkonsistenz der bisherigen Ergebnisse kann verschiedene Gründe haben. So spielt offenbar die individuell unterschiedliche Fähigkeit der Darmflora, aus dem Sojaisoflavon Daidzein den biologisch aktiveren



Die Datenlage zur präventiven Wirkung von Soja(lebensmitteln) bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist uneinheitlich, aber vielversprechend. Zum Teil sind die Effekte vermutlich auch mit dem häufig damit einhergehenden Ersatz tierischer Proteinquellen erklärbar.

Metaboliten Equol zu produzieren, eine Rolle. In Studien, die dies berücksichtigen, zeigen Equol-ProduzentInnen (deren Anteil in asiatischen Populationen höher ist) häufig positivere Ergebnisse bzw. signifikante Verbesserungen von kardiovaskulären Risikoparametern [11, 18–23]. Manche AutorInnen [24] gehen sogar davon aus, dass Equol ein Schlüsselfaktor für die antiatherogene Wirkung von Sojaisoflavonen ist. Auch der Menopausestatus bei Frauen ist aufgrund der östrogenmodulierenden Wirkung von Sojaisoflavonen eine Einflussgröße [25].

Sojalebensmittel liefern nicht nur Protein und Isoflavone, sondern zahlreiche andere Inhaltsstoffe, die die Herzgesundheit beeinflussen

können. Es ist daher nicht überraschend, dass die Ergebnisse von Studien mit isolierten Substanzen und jenen mit traditionellen Sojalebensmitteln nicht immer übereinstimmen [26–28]. So werden zwar die cholesterinsenkenden Eigenschaften von Soja v. a. dem Isoflavongehalt zugeschrieben, aber auch andere Sojainhaltsstoffe wie Lezithin, Phytosterole, Saponine und β -Glukane haben darauf Einfluss [29, 30].

In verschiedenen Untersuchungsdesigns wurden auch die hypolipidämischen Eigenschaften von Sojapeptiden nachgewiesen. Viele davon senken Cholesterin- und Triglyzeridspiegel und hemmen die Fettsynthese und -speicherung. Mehrere Metaanalysen und systematische Reviews zeigen, dass Sojaprodukte Gesamt- und LDL-Cholesterinspiegel signifikant und in klinisch relevantem Ausmaß reduzieren [27, 31–40]. Sojaisoflavone sind zudem starke Antioxidanzien, die speziell die Serumspiegel von oxidiertem LDL senken, das eine wesentliche Rolle in der Pathogenese von Atherosklerose spielt [23]. Einen anderen, neuartigen Ansatz gibt die Spermidin-Forschung (♦ Kasten „Hoffnungsträger Spermidin“).

Soja ist reich an Peptiden mit ACE-hemmender Wirkung. ACE, das Angiotensin-konvertierende Enzym, wandelt Angiotensin I zum vasokonstriktorisches Angiotensin II um und erhöht so den Blutdruck. Auf diese Weise kann regelmäßiger Sojakonsum zur Blutdruckmodulation beitragen, wobei die genauen Mechanismen noch nicht geklärt sind [41, 42]. Mehrere Metaanalysen untermauern jedenfalls die hypotensive Wirkung von Sojainhaltsstoffen [43–46].

Nicht zuletzt sind präventive kardiovaskuläre Effekte von Sojalebensmitteln auch mit dem damit häufig einhergehenden Ersatz tierischer Proteinquellen durch Sojaprodukte erklärbar, was u. a. das Fettsäuremuster, die Cholesterinzufuhr und den Ballaststoffgehalt der Ernährung verändert [33, 47].

Hoffnungsträger Spermidin

Hochaktuell ist die Forschung rund um eine Substanz, die in Sojaprodukten in besonders hoher Menge enthalten ist [48, 49]: Spermidin. Dieses natürliche Polyamin zeigt lebensverlängernde Wirkung und ist mit einer verringerten Mortalität bei kardiovaskulären und Krebserkrankungen assoziiert [50–52]. Spermidin wird von allen Körperzellen produziert und kommt in besonders hoher Konzentration im Sperma vor. Darüber hinaus gibt es zwei externe Quellen: die Produktion durch bestimmte Darmbakterien und die Aufnahme über Lebensmittel [51]. Spermidin bewirkt eine epigenetische Veränderung im Zellkern, sodass Autophagieprozesse angeregt werden und das Zellkernprogramm auf „jugendlich“ geschaltet wird. Im Sinne eines Selbstreinigungsprozesses werden dabei fehlerhafte oder nicht mehr benötigte Zellbestandteile abgebaut und verwertet. Mit fortschreitendem Alter verliert die Autophagie an Effizienz und es kommt zu krankheitsrelevanten Ablagerungen in den Zellen.

2018 konnte ein internationales Forscherteam, geleitet von der Medizinischen Universität Innsbruck, diesen Effekt erstmals für den Menschen nachweisen. In einer prospektiven Kohortenstudie mit 829 TeilnehmerInnen hatten ProbandInnen, die mindestens 80 µmol Spermidin pro Tag über die Ernährung aufnahmen, ein deutlich geringeres Mortalitätsrisiko. Der Überlebensvorteil von spermidinreicher im Vergleich zu spermidinarmer Ernährung (unter 60 µmol/Tag) im 20-jährigen Beobachtungszeitraum betrug dabei rund 5 Jahre [53].

Fermentationsprozesse erhöhen die Spermidinkonzentration zusätzlich, fermentierte Sojaprodukte sind daher besonders gute Quellen [48, 51] und erhöhen bei regelmäßigem Konsum nachweislich die Blutwerte für Spermidin [54].

Allergie

Trotz gegenteiliger Meinung in großen Teilen der Bevölkerung haben Lebensmittelallergien in den letzten ein bis zwei Jahrzehnten nicht zugenommen. Demnach blieb die Lebenszeitprävalenz ärztlich diagnostizierter Lebensmittelallergien für Erwachsene aller Altersgruppen in Deutschland von 1998 bis 2011 auf gleichem Niveau und liegt bei 4,7 % (95 %-KI: 4,1–5,4) [55]. Die Häufigkeit von Lebensmittelallergien wird zudem in der Regel überschätzt. So zeigte eine kürzlich in den USA durchgeführte Erhebung [56], dass etwa 19 % der US-AmerikanerInnen laut Selbstangaben glauben, an einer Lebensmittelallergie zu leiden, tatsächlich liegen jedoch nur bei rund 11 % der Befragten überzeugende Symptome und Krankheitsgeschichten vor und nur bei 5 % wurde die Lebensmittelallergie tatsächlich ärztlich diagnostiziert. Zu den am häufigsten vorkommen-

den Lebensmittelallergenen zählten dabei Krebs- und Schalentiere (2,9 %), Kuhmilch (1,9 %), Erdnüsse (1,8 %), Nussfrüchte (1,2 %) und Fisch (0,9 %). Soja lag mit 0,6 % noch hinter Eiern und Weizen (jeweils 0,8 %) und etwa gleichauf mit Walnüssen und Haselnüssen.

Sojaallergie

Ebenso wie andere Lebensmittel kann auch Soja eine Allergie auslösen. Zwar zählen Sojabohnen gemeinsam mit Kuhmilch, Eiern, Weizen, Erdnüssen, Nüssen, Fisch und Meeresfrüchten zu jenen Lebensmitteln, die am häufigsten Allergien auslösen, allerdings existieren kaum verlässliche Prävalenzdaten. Eine 2012 durchgeführte Metaanalyse [57] von Daten aus Europa ergab für Sojaallergie eine Prävalenz über alle Altersgruppen von 0,3 (Basis: Provokationstest) bzw. 0,4 % (Basis: Selbstangaben). Ein Review im Auftrag der EFSA [58] zeigte 2013, dass

für europäische Länder lediglich eine Studie aus Schweden zur Prävalenz von Sojaallergie vorlag, die nicht auf Selbstangaben, sondern klinischer Diagnose beruhte. Demnach betrug die Prävalenz bei einjährigen Kindern 0,2 % und bei 4- bis 8-Jährigen 0,8 %. Vier Studien mit klinischer Diagnostik aus anderen Ländern beobachteten Prävalenzen zwischen 0 % (Säuglinge und Kleinkinder bis 2 Jahre in Israel) und 0,6 % (bei 11- bis 13-Jährigen in den USA). Im Kindesalter verschwindet eine Sojaallergie in vielen Fällen spontan – bei rund der Hälfte bis zum Schulalter. Bis zum Alter von zehn Jahren haben etwa 70 % der betroffenen Kinder eine Sojateranz entwickelt [59].

Soforttyp

Bei der sogenannten Soforttypallergie reagieren Immunglobuline vom Typ E (IgE-Antikörper) mit Allergenen und lösen allergische Reaktionen aus. Das Vorhandensein von IgE-Antikörpern ist eine unbedingte Voraussetzung für die klinische Ausprägung einer Allergie, also auftretende Symptome. Man bezeichnet das als allergische Sensibilisierung. Diese kann aber auch vorliegen, ohne dass beim Kontakt mit dem Allergen Beschwerden auftreten. So sind in Deutschland 25,5 % (95 %-KI: 24,2–26,9) der Erwachsenen und 20 % der Kinder und Jugendlichen gegen mindestens ein Lebensmittelallergen sensibilisiert, von einer klinischen Allergie betroffen sind jedoch weniger als 5 % [60].

Kreuzallergie

Die pollenassoziierte Lebensmittelallergie gegen Sojaprotein ist eine besondere Form der Sojaallergie, die eine primäre Sensibilisierung gegen Pollen, v. a. der Birke, voraussetzt. Das Hauptallergen von Soja (rGly m 4) ähnelt in seiner Struktur nämlich stark jenem der Birke, (rBet v 1). Daher können bei BirkenpollenallergikerInnen Kreuzallergien mit Soja auftreten. Die Prävalenz der Sensibilisierung gegen rGly m 4 beträgt in Deutschland rund 10 %. Jene für

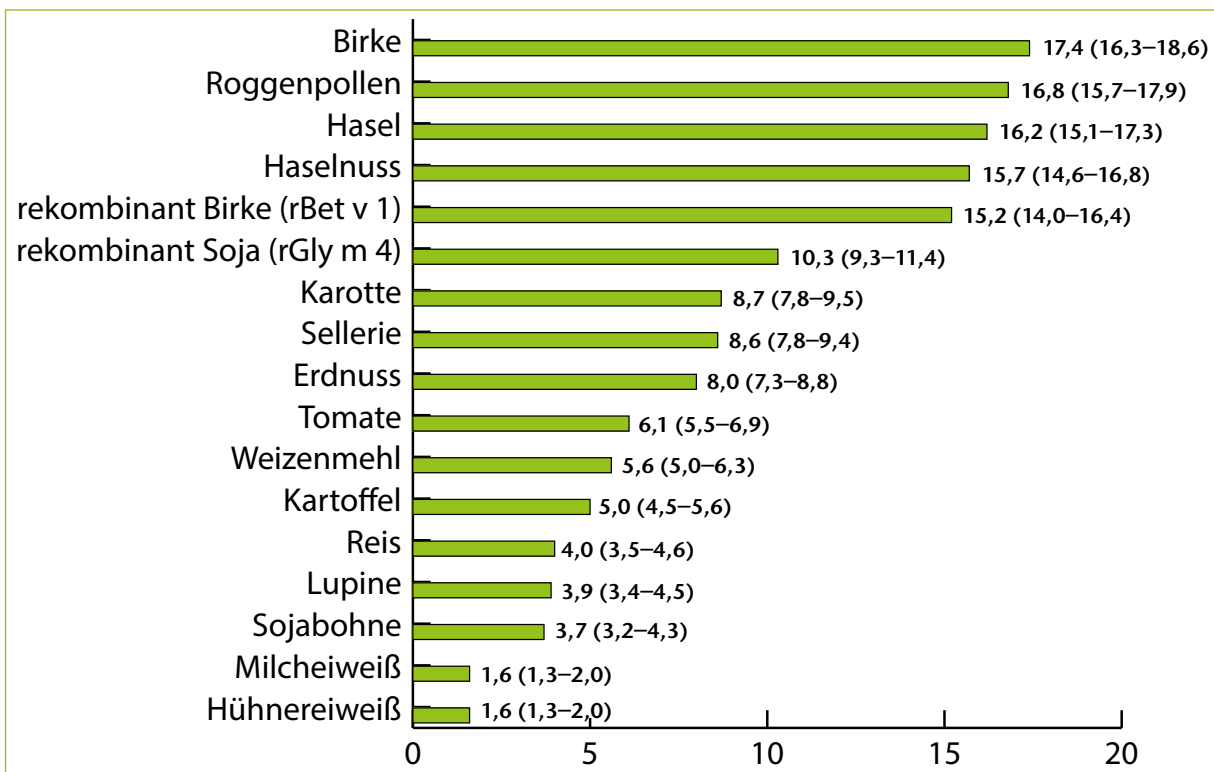


Abb. 1: Prävalenz (in Prozent, gewichtet; in Klammern 95 %-Konfidenzintervalle) von Sensibilisierungen gegen ausgewählte Allergene in der deutschen Erwachsenen-Bevölkerung (DEGS1, n = 7 025) (mod. nach [60])

Sojabohnen macht 3,7 % aus und ist somit deutlich geringer als die Sensibilisierung für andere, häufig verzehrte Lebensmittel wie Karotten, Sellerie, Tomaten, Kartoffeln oder Reis (♦ Abbildung 1) [60].

Ob BirkenpollenallergikerInnen tatsächlich mit Beschwerden auf Sojaprodukte reagieren, hängt eng mit der Art des Lebensmittels und dessen Verarbeitung zusammen. So ergab eine Leipziger Erhebung [61], dass bei 72 % der BirkenpollenallergikerInnen auch eine Sensibilisierung gegen Gly m 4 vorlag, jedoch nur einem Teil der Betroffenen Probleme bereitete. Vor allem Sojadrinks scheinen laut Befragungen zu Sofortreaktionen zu führen, da darüber in kurzer Zeit große Mengen gering verarbeiteten Sojaproteins zugeführt werden. In vielen anderen Sojaprodukten kommt es durch Fermentations- und Verarbeitungsprozesse zur vollständigen oder teilweisen Hydrolyse des Allergens, sodass die Allergenität deutlich abnimmt. Schweizer ForscherInnen [62] kommen zu vergleichbaren Zahlen: 71 % einer Gruppe von Bir-

kenpollenallergikerInnen mit hohem Bet v 1-Werten wies auch spezifisches IgE für das Sojahauptallergen Gly m 4 auf. In einer telefonischen Befragung gaben 70 % der PatientInnen an, Sojaprodukte zu konsumieren, doch nur bei 9,6 % lösten diese nach dem Verzehr Beschwerden aus. Die Konzentration von Gly m 4 nimmt mit dem Reifestadium und der Lagerdauer der Sojabohnen zu. Erhitzen reduziert den Gehalt jedoch deutlich. Insbesondere die Kombination aus Hitze und Fermentation scheint besonders effektiv und reduziert die IgE-Bindekapazität für das Allergen um 65–99 %. In hochfermentierten Lebensmitteln wie Sojasoße und Miso, aber auch in gerösteten Sojabohnen ist das Allergen i. d. R. nicht mehr nachweisbar. Die höchsten Gehalte an Gly m 4 wiesen Sojadrinks auf der Basis von Sojaproteinisolaten sowie Sojaproteinpulver auf [62, 63]. Die meisten Produkte mit Sojabestandteilen können AllergikerInnen deshalb verzehren, ohne dass es zu Beschwerden kommt [64].

BirkenpollenallergikerInnen reagieren aufgrund von Kreuzallergien auch auf zahlreiche weitere Lebensmittel wie Äpfel, Erdbeeren, Haselnüsse, Karotten und Sellerie. Einen Warnhinweis auf Sojaprodukten, wie ihn manche fordern, lehnt das Bundesinstitut für Risikobewertung [65] daher ab, zumal aufgrund der EU-Allergenverordnung auf verpackten Lebensmitteln bereits angeführt werden muss, ob Soja enthalten ist. ErnährungsberaterInnen und Ärztinnen sowie Ärzte sollten jedoch PatientInnen mit bekannter Birkenpollenallergie auf die Möglichkeit derartiger Kreuzallergien hinweisen und bei der Lebensmittelauswahl und -zubereitung entsprechend beraten.

Atopische Dermatitis

Gemeinsam mit Ei, Kuhmilch, Erdnuss und Weizen zählt Soja zu jenen Lebensmitteln, die im Kindesalter am häufigsten atopische Dermatitis auslösen – eine chronische, intermittierende, entzündliche Hauterkrankung. Kinder mit atopischem Ekzem reagieren in 2–4,4 % der Fälle auf



© Evelyn Schipchenko/Stock/Getty Images Plus

Sojaprotein – wie auch einige Kräuter, Ballaststoffe, Kalziumsupplemente oder Medikamente – beeinflusst die Absorption des T₄-Medikaments Levothyroxin. Daher muss bei Thyroxin-Einnahme und regelmäßigem Verzehr von Sojaprodukten möglicherweise die Medikamentendosis erhöht werden.

Sojaprotein. Schwere anaphylaktische Schocks sind jedoch selten [65]. Jugendliche mit atopischer Dermatitis weisen zwar in 30 % der Fälle eine Sensibilisierung für Sojaprotein auf. Laut einer tschechischen Studie an 175 PatientInnen zeigten jedoch weniger als 3 % beim Verzehr von Sojaprodukten tatsächlich klinische Symptome [66].

Schilddrüse

Wiederholt wird Soja mit negativen Wirkungen auf die Schilddrüsenfunktion oder gar mit Schilddrüsenkrebs in Zusammenhang gebracht, insbesondere bei Personen mit einer subklinischen Schilddrüsenunterfunktion (latente Hypothyreose). In diesem Fall ist der TSH-Wert (Thyreotrope-stimulierendes Hormon) erhöht, die Schilddrüsenhormone T₃ und T₄ liegen jedoch im Normbereich. Nach Schätzungen haben etwa 5 von 100 Personen eine latente Hypothyreose. Der häufigste Auslöser bei Erwachsenen ist die Hashimoto-Krankheit, eine Autoimmunerkrankung.

In der Regel sind mit der subklinischen Hypothyreose keine Beschwerden verbunden. Im Laufe der Zeit entwickelt etwa jede zweite bis dritte Person mit diesem Krankheitsbild eine manifeste Form der Erkrankung. Der Verdacht, dass Soja

proteine dabei eine Rolle spielen könnten, wird nicht durch aussagekräftige Langzeitstudien unterstützt, so das Resümee der ExpertInnen vom Department für Evidenzbasierte Medizin und klinische Epidemiologie an der Donau-Universität Krems sowie von Chochrane Österreich [67]. Bedenken lösten u. a. Beobachtungen aus Tier- und Zellstudien aus. Darin konnten die Soja-isoflavone Genistein und Daidzein u. a. die Aktivität der Schilddrüsen-Peroxidase hemmen, die für die Synthese von Schilddrüsenhormonen nötig ist. Diese Hemmung ist allerdings in Anwesenheit von Jod reversibel [68]. Isoflavone konkurrieren bei der Jodierung mit Tyrosin und können so theoretisch die Synthese des Schilddrüsenhormons reduzieren. Klinische Studien zeigen allerdings, dass das Ausmaß der Isoflavonjodierung klinisch nicht relevant ist [41, 69]. Ein aktueller Review [70] weist darauf hin, dass Ergebnisse von Studien zur Wirkung von Isoflavonen auf die Schilddrüsenfunktion, die den Jodstatus der ProbandInnen nicht berücksichtigen, fragwürdig sind.

Aus präventiver Sicht wird Risikogruppen – Personen mit unzureichender Jodversorgung, latenter Hypothyreose und genetisch bedingter Schilddrüsenfunktionsstörung – von der Einnahme hochdosierter Isoflavonpräparate abgeraten. Der Konsum von herkömmlichen Sojalebensmitteln in einer Menge, die auch in asiatischen Ländern üblich ist und der Zufuhr von 50 mg/Tag Soja-isoflavonen entspricht, gilt jedoch als sicher [70]. PatientInnen, die aufgrund einer Unterfunktion Schilddrüsenhormone einnehmen, müssen bei regelmäßigem Konsum von Sojalebensmitteln möglicherweise die nötige Medikamentendosis erhöhen. Allerdings nicht wegen einer direkten Wirkung auf die Schilddrüse, sondern weil Sojaprotein – wie auch einige Kräuter, Ballaststoffe, Kalziumsupplemente oder Medikamente – die Absorption des T₄-Medikaments Levothyroxin beeinflussen kann. In der Regel genügt

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt!

Verbreitung und Weitergabe (auch auszugsweise) in allen Medienformen nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Umschau Zeitschriftenverlag GmbH, Wiesbaden.
Autorisiertes pdf für Verein Soja aus Österreich mit freundlicher Genehmigung des Verlages.

es, die Dosierung des Ersatzhormons geringfügig zu erhöhen, um die Absorptionshemmung auszugleichen [41].

Bei Menschen mit normaler Schilddrüsenfunktion und adäquatem Jodstatus existieren keine Hinweise darauf, dass Soja-isoflavone die Schilddrüsenfunktion beeinflussen [70–76]. Behauptungen, dass Soja die Entstehung von Schilddrüsenkrebs begünstigt, entbehren einer wissenschaftlichen Grundlage. Eher könnte das Gegenteil der Fall sein: In der San-Francisco-Bay-Schilddrüsenkrebs-Studie war der Konsum von Sojalebensmitteln mit einem geringeren Risiko für Schilddrüsenkrebs assoziiert [77].

Osteoporose

Die Menopause geht durch den Östrogenabfall häufig mit einer geringeren Knochenmineralisation einher. Postmenopausale Frauen haben deshalb ein erhöhtes Osteoporose- und Frakturrisiko. Sojaprodukte können hier präventiv wirken, indem sie zum Erhalt der Knochenmineraldichte (BMD) beitragen, wie die AutorInnen mehrerer (systematischer) Reviews aus den letzten Jahren betonen [41, 76, 78–82].

Große prospektive Kohortenstudien wie die *Shanghai Women's Health Study* [83] und die *Singapore Chinese Health Study* [84] beobachteten eine signifikante, inverse Assoziation zwischen der Zufuhr von Sojaprodukten und dem Frakturrisiko. Eine Metaanalyse ergab, dass Soja-isoflavonpräparate die Knochenmineraldichte signifikant erhöhen und Knochenresorptionsmarker verringern. Bei postmenopausalen Frauen und einer Dosierung über 75 mg/Tag waren die Effekte besonders ausgeprägt [85]. Isoflavonmischungen, wie sie auch in natürlichen Sojalebensmitteln vorkommen, sind offenbar effektiver als isoliertes Genistein [86].

Die Ergebnisse aus epidemiologischen und klinischen Studien sind



© Image Source/Photodisc_/Getty Images Plus

Sojaverzehr für Männer: Epidemiologische Studien in Populationen mit hohem Sojakonsum sowie klinische Studien mit teilweise hohen Isoflavondosierungen geben keinen Anlass für Bedenken.

vielversprechend. Dennoch ist die Evidenz derzeit nicht ausreichend, um konkrete Empfehlungen auszusprechen. Mehrere Faktoren wie die Dosierung von Isoflavonsupplementen, isolierte Soja-isoflavone versus Sojalebensmittel, die Fähigkeit zur Equolproduktion, Studiendauer, Population, Alter, Geschlecht, gewählte Endpunkte oder Menopausenstatus machen Vergleiche und Interpretationen schwierig [87–90].

Testosteronspiegel und „Verweiblichung“

In sozialen Medien werden Soja auffällig oft eine verweiblichende Wirkung auf Männer, negativer Einfluss auf den Testosteronspiegel sowie Libido- und Fertilitätsstörungen zugeschrieben. Ergebnisse aus Tierstudien und Einzelfallberichte nähren diese Befürchtungen [91, 92].

Eine Crossover-Studie mit 99 Männern [93] fand einen inversen Zusammenhang zwischen dem Sojakonsum und der Spermienkonzentration, insbesondere bei übergewichtigen und adipösen Männern und wenn der Sojakonsum am oberen Ende der Verteilung lag (70.

und 90. Perzentile). Relativierend ist, dass die Probanden aus Paaren mit Fertilitätsstörungen ausgewählt wurden. Die Angaben zum Sojakonsum waren zudem nicht detailliert, die Isoflavonzufuhr wurde anhand von *Food-Frequency*-Fragebögen geschätzt und nicht durch Blutanalysen bestimmt. Auf die Spermienbeweglichkeit, -morphologie oder das Ejakulatvolumen hatte der Sojakonsum dagegen keinen Einfluss.

Eine Pilotstudie [94] – 48 Männer mit eingeschränkter Samenqualität und 10 Kontrollen – kommt im Gegensatz zum Ergebnis, dass eine höhere Zufuhr der beiden wichtigsten Soja-isoflavone, Genistein und Daidzein, mit signifikant besserer Samenqualität (Spermienzahl und -motilität) einhergeht. Und die AutorInnen einer Metaanalyse [95] fanden keinen Zusammenhang zwischen der Zufuhr von Sojaprotein oder Isoflavonen und Parametern des Testosteronspiegels.

Die wissenschaftliche Datenlage ist zwar dünn und teilweise widersprüchlich [96], doch Beobachtungen aus epidemiologischen Studien in Populationen mit hohem Sojakonsum sowie klinische Studien mit teilweise hohen Isoflavondosierungen

geben keinen Anlass für Bedenken [76, 97, 98].

Kinderernährung

Manche Kinderärztinnen und -ärzte raten besorgten Eltern von Sojaprodukten im Kindesalter ab. Laut Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) spricht jedoch auch in dieser Altersgruppe nichts gegen den gelegentlichen Verzehr von Sojaprodukten im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung. Die ExpertInnen weisen lediglich darauf hin, dass Sojaprodukte, die als Kuhmilchersatz dienen sollen, mit Kalzium angereichert sein sollten, um die Kalziumversorgung zu gewährleisten [99].

Bislang existieren nur wenige, zumeist kleine Studien zum Einfluss der Isoflavonaufnahme aus Soja bei Kindern. Deren Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Konsum von Soja im Kindesalter keine unerwünschten Auswirkungen, etwa auf den Sexualhormonstatus oder die Geschlechtsreife, hat [100].

Für Frauen geht die sogenannte „early intake“-Hypothese vielmehr davon aus, dass das Brustkrebsrisiko insbesondere dann ge-



Antinutritive Inhaltsstoffe

Rohe Sojabohnen enthalten antinutritive Inhaltsstoffe wie Proteaseinhibitoren (hemmen die Proteinverdauung), Lektine (v. a. Sojabohnen-Agglutinin [SBA], das die Dünndarmmukosa beeinträchtigen sowie Disaccharidasen und Proteasen hemmen kann) und Phytate (Chelatbildner, die die Bioverfügbarkeit bestimmter Mineralstoffe, v. a. Kalzium, Zink und Eisen verringern).

Sojabohnen können daher nicht roh gegessen werden und alle Sojalebensmittel werden im Zuge ihrer Herstellung erhitzt. Auch im Zuge anderer Bearbeitungsprozesse wird der Großteil der antinutritiven Inhaltsstoffe inaktiviert bzw. deren Gehalt deutlich verringert. So inaktiviert Hitze (kochen, rösten) Proteaseinhibitoren und Lektine. Der Keimvorgang bei Sojasprossen, das Einweichen (z. B. im Zuge der Tofu- oder Sojamilch-Herstellung) und Fermentierung verringern insbesondere den Phytatgehalt und verbessern dadurch die Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen [108]. Im Zuge der Fermentierung, aber auch durch Wässern und Kochen, nimmt der Oligosaccharidgehalt ab, der für die gastrointestinale Gasbildung (Blähungen) verantwortlich ist [109, 110].

Der Gehalt antinutritiver Inhaltsstoffe in rohen Sojabohnen wird durch Erhitzen, Keimen und Fermentieren verringert.

senkt wird, wenn bereits im Kindes- und Jugendalter regelmäßig Sojaprodukte auf dem Speiseplan stehen. Dies untermauern mehrere Fall-Kontroll-Studien, die eine starke und konsistente inverse Assoziation zwischen dem Sojakonsum in der Kindheit und dem späteren Brustkrebsrisiko zeigen [101–104].

Im Rahmen einer kürzlich durchgeführten US-amerikanischen Studie [105] mit 248 männlichen Jugendlichen zwischen 12 und 18 Jahren wurde die Aufnahme von Sojaisoflavonen sowie der Zeitpunkt des Einsetzens der Geschlechtsreife erhoben. Die Gesamtisoflavonaufnahme lag in einem breiten Bereich zwischen 0,8 und 54,9 mg/Tag. Die Geschlechtsreife setzte bei Jungen mit moderatem und hohem Sojakonsum zwar tendenziell um bis zu fünf Monate früher ein als in der Gruppe mit geringem Sojakonsum, lag aber noch immer innerhalb der normalen Bandbreite.

Dieselbe AutorInnengruppe [106] kam 2014 bei 339 Mädchen zwischen 12 und 18 Jahren zu vergleichbaren Ergebnissen und konnte keinen Einfluss des Sojakonsums auf den Zeitpunkt des Einsetzens der ersten Menstruation feststellen. Eine 2018 veröffentlichte Studie [107] untersuchte den Einfluss von Sojaprotein auf die Sexualreife bei 51

präpubertären Kindern anhand der Tanner-Stadien. Für die Dauer eines Jahres erhielten 29 der ProbandInnen täglich 45 g eines handelsüblichen Sojaproteinsupplements. Dies entsprach 0,13 mg Isoflavonen pro kg Körpergewicht und Tag. Die Ergebnisse ergaben keinen Unterschied zwischen Verum- und Placebogruppe.

Ökologische Aspekte

EAT-Lancet-Kommission

Spätestens seit dem Report der EAT-Lancet-Kommission [111] Anfang 2019 ist klar, dass sich der Speiseplan in den wohlhabenden Ländern nicht nur aus gesundheitlichen, sondern auch aus ökologischen Gründen verändern muss. Unsere Ernährungsgewohnheiten sind bereits heute ein Risiko für die Klimastabilität. 37 ExpertInnen aus 16 Ländern haben gemeinsam mit dem Fachmagazin *The Lancet* erstmals umfassende und detaillierte wissenschaftsbasierte Ziele für eine Ernährungsweise vorgelegt, die sowohl die Gesundheit des Menschen als auch jene des Planeten schützt. Dazu zählen bezogen auf die durchschnittlichen Ernährungsgewohnheiten hierzulande u. a. eine Verdopplung des Gemüseanteils und eine

Halbierung des Konsums von rotem Fleisch und Zucker [112].

Eine Studie des *Institute for Ecological Economics* der Wirtschaftsuniversität Wien im Auftrag des WWF Österreich [113] hat berechnet, dass rund ein Viertel des ökologischen Fußabdrucks jedes Österreicherers bzw. jeder Österreicherin auf die Ernährung zurückzuführen ist. Fleisch ist der größte Faktor – mit nur 9 % des konsumierten Lebensmittelvolumens verursacht es 43 % der Treibhausgasemissionen.

Pflanzlichen Proteinquellen wie Soja

Nur circa 5 % der weltweiten Soja-ernte werden zu Lebensmitteln verarbeitet, 80 % zu Tierfutter, 15 % zu Biodiesel und Kosmetika.



kommt als Alternative zu Fleisch in diesem Zusammenhang eine besondere Rolle zu. Die ExpertInnen der EAT-Lancet-Kommission empfehlen u. a. im Durchschnitt 25 g Soja pro Tag als Proteinquelle, um den Fleischanteil in der Kost zu reduzieren [111].

Stickstoffdünger

Die Sojapflanze ist eine ökologisch wertvolle und sehr dankbare Feldfrucht: Durch die Symbiose mit Knöllchenbakterien in ihrem Wurzelgeflecht kann sie Stickstoff aus der Luft binden und kommt im Normalfall ohne Stickstoffdünger aus. In dieser Hinsicht ist Soja effizienter als andere Leguminosen. Sojapflanzen verbessern die Bodenstruktur, weil sie den Boden mit Humus anreichern und durch ihr ausgeprägtes Wurzelsystem auflockern. Sie sind auch als Vorfrucht in der Fruchtfolge besonders geeignet, da sie den Boden für Folgepflanzen aufbereiten und auch hier den Bedarf an Stickstoffdünger verringern [119].

Sojaanbau

Die Hauptanbauländer und wichtigsten Handelspartner der EU für Soja sind die USA, Brasilien und Argentinien. In diesen Ländern wird Soja häufig in großen Monokulturen angebaut. Dafür werden jährlich beträchtliche Flächen Regenwald gerodet, Grasland und Savannen zerstört. Damit verbunden sind hohe Treibhausgasemissionen, zunehmende Bodenerosion und Wasserverschmutzung, eine verringerte Biodiversität sowie soziale Konflikte rund um Landnutzungsrechte in den Herkunftsländern [114].

Nach Schätzungen sind über 80 % des weltweit angebauten Sojas gentechnisch verändert. In den Hauptanbauländern USA und Brasilien wird zu 93 bzw. 94 % gentechnisch verändertes Soja angebaut, in Argentinien sind es gar 100 %. Der überwiegende Teil – weltweit schätzungsweise 80 % – landet als Tierfutter im Trog, v. a. in der Schweine- und Geflügelmast. Der Rest geht in die Herstellung von Bio-

Soja aus Europa und in D-A-CH

Aktuell ist die Proteinlücke in der EU sehr groß, die Nachfrage nach pflanzlichen Proteinquellen übersteigt die EU-Eigenproduktion deutlich. Daher hat das Europäische Parlament im April 2018 eine europäische Strategie zur Förderung von Eiweißpflanzen verabschiedet. Die Nachfrage nach pflanzlichem Protein in Europa nimmt stark zu und betrug 2016/2017 rund 27 Mio. t Rohprotein. 17 Mio. t davon mussten importiert werden, 13 Mio. t alleine auf Sojabasis.

Der Selbstversorgungsgrad für Soja in der EU betrug 2018 mit einer Produktion von 2,8 Mio. t gerade einmal 5 % [116]. Zwar wird Europa nie Selbstversorger mit Eiweißpflanzen werden, doch für die europäische Landwirtschaft ist die verstärkte Unabhängigkeit von Sojaimporten eine der wichtigsten Zukunftsfragen. Zudem steht der regionale Anbau auch für hohe Umwelt- und Qualitätsstandards sowie Gentechnikfreiheit.

Diese Chance haben in den letzten zwei Jahrzehnten zahlreiche Sojabauern und -bäuerinnen aus Deutschland und Österreich erkannt: Die Anbauflächen steigen stetig (♦ Abbildung 2) [117]. In der Schweiz ist der Sojaanbau aufgrund der klimatischen Bedingungen schwierig. Doch das kleine Land ist anderweitig Vorreiter: als Initiator der Basler Kriterien für einen verantwortungsbewussten Sojaanbau sowie als einziges Land der Welt, das ausschließlich nachhaltig zertifiziertes und gentechnikfreies Soja importiert. Und: In den letzten vier Jahren konnte die Schweiz den Anteil von Soja aus Europa von 1 auf 40 % erhöhen [118].

Initiativen wie der Deutsche Sojafördering e. V. (www.sojafoerderring.de), der Verein Donau Soja (www.donausoja.org), der Verein Soja aus Österreich (<https://soja-aus-oesterreich.at>) sowie das Soja Netzwerk Schweiz (www.sojanetzwerk.ch) setzen sich für nachhaltigen Sojaanbau in Europa ein. Leider wissen noch viel zu wenige VerbraucherInnen, dass in ihrer Region Soja wächst, für das keine Urwaldflächen gerodet werden müssen.

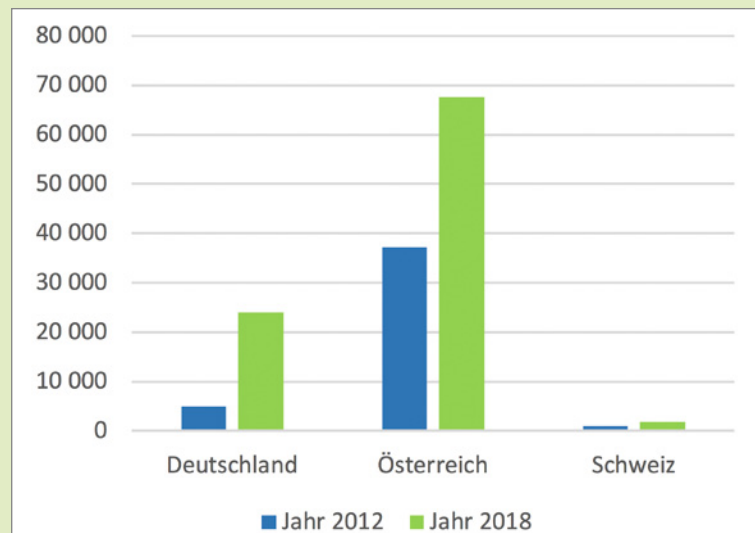


Abb. 2: Sojaanbauflächen in D-A-CH in ha (nach [117])

diesel und Kosmetikprodukten und nur etwa 5 % der weltweiten Sojaernte werden direkt zu Lebensmitteln verarbeitet [115]. In der EU sind gentechnisch veränderte Sojabohnen nicht für den Anbau zugelassen.

Für KonsumentInnen ist nicht ersichtlich, ob Produkte wie Fleisch, Eier oder Milch von Tieren stammen, die mit gentechnisch verändertem Soja gefüttert wurden. Denn rechtlich besteht hierfür keine Kenn-

zeichnungspflicht. Daher engagieren sich private Initiativen wie der europaweit agierende Verein Donau Soja dafür, dass nicht nur Lebensmittel-soja, sondern auch Sojafuttermittel verstärkt aus europäischer Produktion stammen. In Österreich ist die Milch- und Hühnerfleischproduktion durch freiwillige Verpflichtung der Produzenten mittlerweile zur Gänze GVO-frei. Für Bio-Lebensmittel gilt dies ohnehin aufgrund der EU-Bioverordnung.

Fazit

Die Datenlage zur präventiven Wirkung von Soja bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist uneinheitlich, aber vielversprechend. Manche Einflussgrößen und wirksame Inhaltsstoffe wie der Isoflavonmetabolit Equol oder das Polyamin Spermidin sind erst seit kurzer Zeit bekannt und blieben daher in älteren Studiendesigns unberücksichtigt. Bei Frauen nach der Menopause trägt der regelmäßige Konsum von

Sojalebensmitteln zum Knochenerhalt bei. Männer müssen keine Bedenken wegen angeblich „verweiblichender“ Wirkungen der sojatypischen Phytoöstrogene haben. Und Eltern sollten bereits jungen Mädchen Appetit auf Sojalebensmittel machen, weil dies deren späteres Brustkrebsrisiko offenbar besonders wirksam senkt. Bisherige Daten geben zudem weder bei Mädchen noch Jungen Anlass zur Sorge, dass SojaIsoflavone unerwünschte Effekte auf den Sexualhormonstatus oder die Geschlechtsreife haben könnten.

Ebenso wie andere Lebensmittel kann auch Sojaprotein allergen wirken. Für die Ernährungsberatung sind speziell eine mögliche Kreuzallergie mit Birkenpollen relevant sowie der Hinweis für PatientInnen mit medikamentös behandelter Hypothyreose, auf hochdosierte Isoflavonpräparate zu verzichten.

Antinutritive Inhaltsstoffe spielen aufgrund der Verarbeitungsprozesse bei der Produktion von Sojalebensmitteln keine praktisch relevante Rolle.

In Zukunft wird sich die Bedeutung von Sojaprodukten im Rahmen einer gesundheitsförderlichen und ökologisch verträglichen Ernährungsweise wohl auch in unseren Breiten stark erhöhen. Europa bereitet sich mit einer Strategie zur Förderung von Eiweißpflanzen in der Region intensiv darauf vor.

Literatur online

Mag. Angela Mörixbauer
 eatconsult – agentur für ernährungs-kommunikation
 Im Vogelsang 21
 3340 Waidhofen an der Ybbs/Österreich
 am@eatconsult.at

Interessenkonflikt

Mag. Angela Mörixbauer arbeitet seit 2003 als selbstständige Ernährungswissenschaftlerin in der freien Wirtschaft und erhält dafür Honorare für ihre Dienstleistungen. Unter anderem betreut sie seit 2018 den gemeinnützigen Verein Soja aus Österreich im PR-Bereich und berät Firmen aus der Soja-Branche. Für die Erstellung des vorliegenden Manuskriptes hat die Autorin keine Honorare von Unternehmen oder Vereinen bezogen.