

Ernährungs-Umschau.
v. 63, no. 2 (Feb. 2016)
General Collection
W1 ER6924
2016-03-08 08:03:00

FORSCHUNG
& PRAXIS

ERNÄHRUNGS- UMSCHAU

2

Februar 2016
63. Jahrgang

■ Kurz & bündig

Konsensuspapier Folat
Fleischatlas 2016
Dick durch
Weichmacher
Selbst gemacht
schmeckt besser

■ Wissenschaft & Forschung

Türkeistämmige
Schwängere: Folsäure-
und Jodideinnahme
Leguminosenmehle

■ Special

Essen in der Kita

■ Fortbildung

Motivational
Interviewing



■ Im Focus

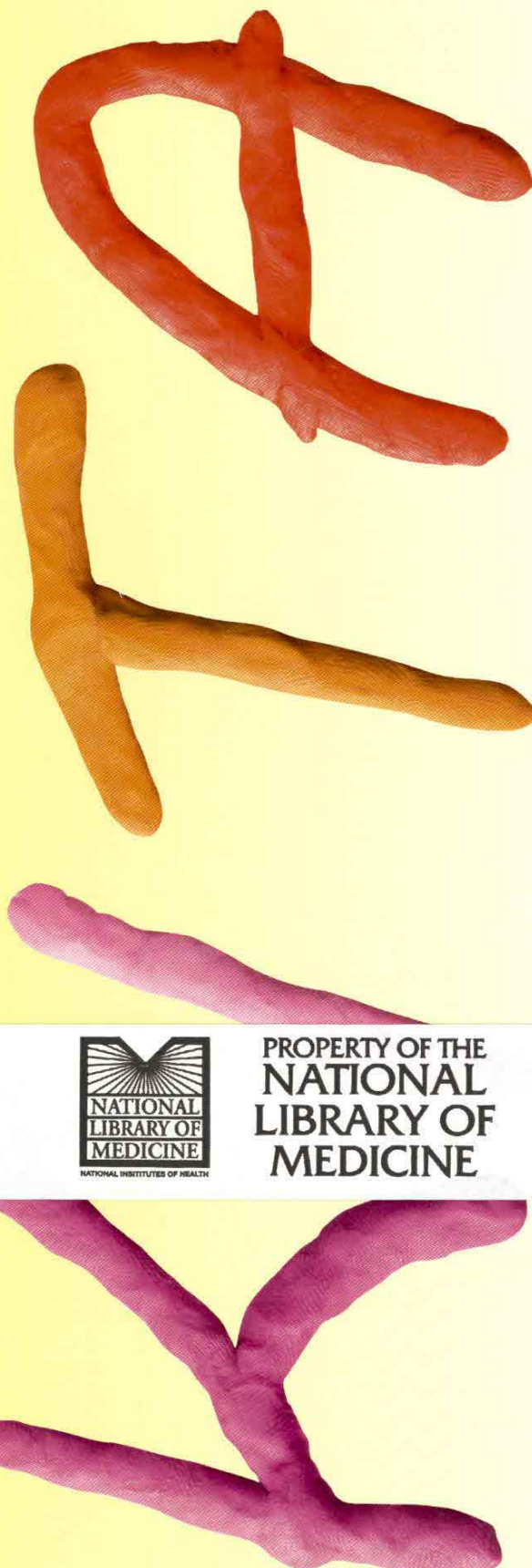
Positionspapier:
Ernährungsversorgung
bei Krebs

■ Ernährungslehre & Praxis

Kita-Ordner

■ Service

Medien & Termine



PROPERTY OF THE
NATIONAL
LIBRARY OF
MEDICINE



Kulinaristik

Wissenschaft – Kultur – Praxis



Neu ab Juni 2016

- 2 Ausgaben pro Jahr
- Im Abonnement oder Einzelbezug, Preisvorteil für Abonnenten der ERNÄHRUNGS UMSCHAU
- Jedes Heft ca. 56–64 Seiten

■ Heft 1/2016 (Juni 2016)

SchwerpunkttHEMA:
Kulinaristik und Literatur

■ Heft 2/2016 (Nov 2016)

SchwerpunkttHEMA:
Kulinaristik und Ökonomie

Kulturen und verstärkt auch die globale Nahrungsmittelindustrie definieren sich nicht zuletzt über Essensnormen, Verhaltensrituale und Speisen.

Kulinarische Bildung ist daher keine Privatsache, sondern ein Teil unserer (inter)kulturellen Bildung, also eine **Schlüsselqualifikation**.

Hierüber informiert **Kulinaristik**.

Weitere Informationen

kulinaristik@uzv.de



Prof. Dr. Helmut Heseke,
Herausgeber

Geld macht keine Kinder

Inzwischen dämmert es nicht nur der (Familien)Politik, dass sich durch eine wahltagnahe Erhöhung des Kindergeldes und durch weitere familienbezogene Leistungen zwar Wahlen gewinnen, aber Familien nicht für ein erstes, zweites oder gar drittes Kind motivieren lassen. Erfahrungen aus anderen europäischen Ländern zeigen, dass andere Aspekte für eine höhere Geburtenrate zielführender und erfolgreicher sind: Familien entscheiden sich viel eher für Kinder, wenn es neben geeigneten finanziellen Beihilfen verlässliche Betreuungsangebote gibt, und zwar vom Kleinkind- bis ins Jugendalter. Frankreich und einige skandinavische Länder gehen seit Jahren mit gutem Beispiel voran. So haben in Frankreich immerhin knapp ein Viertel der Babys einen Platz in privaten oder staatlichen Betreuungseinrichtungen. Hinzu kommt, dass der Schulunterricht ganztätig ist. In Deutschland dominieren dagegen noch immer tradierte gesellschaftliche Strukturen und Auffassungen und hemmen – im Westen mehr als im Osten – die Akzeptanz von Kitas und Ganztagschulen nach dem Motto „Mutter kocht am besten“.

Einige der bestehenden Vorbehalte lassen sich am besten durch eine flächendeckende weitere Qualitätsverbesserung der Kita-Verpflegung entkräften. Dass es hier noch einiges an Verbesserungspotenzial gibt, zeigt die von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durchgeführte bundesweite VeKiTa-Studie¹, die in diesem Heft als gekürzte Vorabversion eines entsprechenden Kapitels im Ernährungsbericht 2016 veröffentlicht wird (S. M106–M113).

Der vollständig überarbeitete Ordner „Essen und Trinken in Tageseinrichtungen für Kinder“ von DGE und aid mit zahlrei-

chen Hilfestellungen stellt einen wichtigen Baustein für eine bestmögliche Kita-Verpflegung dar. Im diesem Heft wird über die wesentlichen Neuerungen informiert (S. S5–S8).

Zertifizierungen von Verpflegungsangeboten stellen Anreize für eine besonders gute und nach außen demonstrierbare Verpflegungsqualität dar. In Baden-Württemberg wurde hierzu das BeKi-Zertifikat² entwickelt, dass die vier Bausteine Ernährungsbildung, Erziehungspartnerschaft, Qualitätsstandards und Außenbeziehungen umfasst und zu nachverfolgbaren Qualitätsverbesserungen in Kitas führt (S. M116–M118).

Die Einführung einer guten Kita-Verpflegung steht und fällt auch mit der Ernährungsqualifikation der Kita-Leitungen, die ja – im Gegensatz zu Schulleitungen – viel direkter Einfluss nehmen auf das, was auf die Kleinkindteller und in die hungrigen Mäuler kommt. Eine tiefergehende Analyse der Ernährungskennntnisse des Kita-Personals wäre sicherlich lohnenswert.

Die jährliche Zunahme an Plätzen für die Ganztagsbetreuung von unter 3-Jährigen zeigt, dass es quantitativ vorangeht. Damit der jüngste, stolz verkündete Anstieg der Geburtenrate in Deutschland (S. M72) zu einem nachhaltigen Trend wird, sind weitere Anstrengungen und qualifizierte Verbesserungen verlässlicher Betreuungs- und Verpflegungsangebote zwingend erforderlich.

¹ Verpflegung in Kindertageseinrichtungen: Ernährungssituation, Bekanntheitsgrad und Implementierung des DGE-Qualitätsstandards

² Landesinitiative Bewusste Kinderernährung

Ihr

Helmut Heseke

Inhalt



Kurz & bündig

- M68 Arbeitskreis Folsäure und Gesundheit
Konsensuspapier zur präventiven
Bedeutung von Folsäure/Folat
TV-Tipps
- M69 Kardioprotektive Wirkung von Ka-
kao-Flavanolen auch bei Gesunden
Kakao-Flavanole verbessern
Herz-Kreislauf-Funktion von
Dialysepatienten
- M70 Verwirrung und Kritik
BMEL-Ernährungsreport 2016
Gewinner des Weihnachtsrätsels
2015
- M71 Vegetarisch oder vegan im
ersten Lebensjahr
- M72 Aufbau einer
Diabetes-Surveillance
Deutscher Gesundheitsbericht
Diabetes 2015
Anstieg der Geburtenziffer
- M73 Ernährungspsychologie
Selbst gemacht schmeckt besser
- M74 Nahrungsergänzungsmittel
Chrom-Präparate: *In vivo*-
Oxidation zu krebserregendem
Chrom(V) möglich?
Fachtagung
„Bildungsort Esstisch!“
- M75 Die Ernährungswelt in Zahlen
Finanzvolumen für Forschungs-
und Innovationsförderung 2014
- M76 Heinrich-Böll-Stiftung und Bund für
Umwelt und Naturschutz (BUND)
„Fleischatlas Deutschland
Regional 2016“: Höfesterben
setzt sich fort
- M77 Dick durch Weichmacher:
Stoffwechselwege identifiziert

Wissenschaft & Forschung

- Ernaehrungs Umschau international
- M78 Original
Evaluierung der Einnahme
von Folsäure und Jodid
bei Frauen mit türkischem
Migrationshintergrund
vor und während der
Schwangerschaft
Jörg Hampshire, Barbara Pfindel,
Barbara Freytag-Leyer, Fulda
English version online:
DOI: 10.4455/eu.2016.006
 - M82 Original
Leguminosenmehle:
Wichtige Protein- und
Ballaststoffquellen in der Ernährung
Gerhard Jahreis, Melanie Brese,
Matthias Leiterer, Ulrich Schäfer,
Volker Böhm, Jena
English version online:
DOI: 10.4455/eu.2016.007

Special

- M106 Verpflegung in Kindertages-
einrichtungen (VeKiTa):
Ernährungssituation, Bekann-
theitsgrad und Implementierung
des DGE-Qualitätsstandards
Ernestine Tecklenburg, Ulrike Arens-
Azevêdo, Ulrike Pfannes, Hamburg
English version online:
DOI: 10.4455/eu.2016.009
- M114 „Essen und Trinken einen
höheren Stellenwert
einräumen“
Interview mit Uschi Schneider, Wiesloch
- M116 Das BeKi-Zertifikat für
ernährungsbewusste Kitas
in Baden-Württemberg
Andrej Hänel, Monika Radke, Stuttgart

Im Focus

- M89 Für eine Verbesserung der
Ernährungsversorgung
bei Menschen mit Krebs
in Deutschland
Arbeitsgemeinschaft Prävention
und Integrative Onkologie (PRIO)
(Herausgeber), Berlin
English version online:
DOI: 10.4455/eu.2016.011



Fort- und Weiterbildung

M94 Anerkannte Fortbildung für die Zertifikate der DGE, des VDD, des VDOE, des VFED und der Landesärztekammer Hessen



Motivational Interviewing:

Ein Ansatz zur Stärkung der Eigenmotivation in der Ernährungsberatung

Thomas Messner, Heidelberg

English version online:
DOI: 10.4455/eu.2016.010

Ernährungslehre & Praxis Zum Sammeln

S5 Ordner „Essen und Trinken in Tageseinrichtungen für Kinder“
DGE und aid geben Hilfestellung für Verantwortliche in der Kita-Verpflegung

Kathrin Bausch, Bonn

Mitteilungen

M120 DGE
Alarm im Darm – Das Mikrobiom im Fokus der Ernährungstherapien
18. Ernährungsfachtagung der DGE-Sektion Mecklenburg-Vorpommern

Frühjahrsfachtagung Vegetarismus und Veganismus

Seminar Ernährung bei Neurodermitis

M122 VDD
Adipositas mal anders gedacht!
Wenn „Problemsysteme“ den Therapieerfolg behindern

M124 VDOE
VDOE baut Gremienstruktur um:
Mehr Raum für „Versorgung“ und „Außer-Haus-Verpflegung“
OECOTROPHICA-Preis 2016: Bewerbungen möglich
Netzwerktreffen aktuell

Service

M104 Impressum

M126 Medien

M127 Termine + Online-Branche

M128 Heftvorschau März 2016

M128 Zu guter Letzt
Winternachlese

Helmut Hesecker

Bildnachweis

Alle Abbildungen stammen von den Autoren, der Ernährungs Umschau bzw. den bei den Abbildungen angegebenen Quellen, soweit nicht nachstehend angegeben. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte ggf. an die Redaktion.

Titel: © Zhoka-Boss/iStock/Thinkstock

Essen in der Kita

M106

KITA

© Zhoka-Boss/iStock/Thinkstock

Eine gesunde Verpflegung von Kindern in Kitas wird von Fachleuten seit vielen Jahren gefordert. In einer repräsentativen Studie untersuchte die DGE nun, wie sich die Essenssituation in Kitas aktuell darstellt. Im Special werden ausgewählte Ergebnisse der Studie erstmals veröffentlicht. Ergänzend dazu fragte die ERNÄHRUNGS UMSCHAU eine Multiplikatorin „vor Ort“, welche Herausforderungen sie für die Ernährung und Ernährungsbildung in der Praxis sieht, und stellt das „BeKi-Zertifikat für ernährungsbewusste Kitas“ aus Baden-Württemberg vor.

Der Anzeigenteil sowie Beilagen erscheinen außerhalb der Verantwortung der Redaktion, Verbände und Gesellschaften, deren Organ die Ernährungs Umschau ist. Sie stellen allein die Meinung der Auftraggeber dar.

Organ



der Deutschen
Gesellschaft
für Ernährung
e. V. (DGE)



des Verbandes der
Diätassistenten –
Deutscher Bundes-
verband e. V. (VDD)



der RAL Gütegemein-
schaft Ernährungs-
Kompetenz e. V.
(GEK)



des Berufsverbandes
Oecotrophologie e. V.
(VDOE)

Leguminosenmehle: Wichtige Protein- und Ballaststoff- quellen in der Ernährung

Gerhard Jahreis, Melanie Brese, Matthias Leiterer,
Ulrich Schäfer, Volker Böhm, Jena

Zusammenfassung

Vegetarische und vegane Ernährung liegen im Trend; ein Teil der Konsumenten versteht sich inzwischen als Flexitari-er mit deutlich eingeschränktem Verzehr tierischer Produkte. Somit steigt die Nachfrage nach Proteinalternativen in Form von Hülsenfrüchten und deren Verarbeitungsprodukten. Proteine fördern das Sättigungsgefühl und können zur Senkung des Blutdrucks beitragen; besonders pflanzliche Proteine beeinflussen den Lipidstoffwechsel günstig. Legu-minosenmehle sind daher wichtige Quellen für pflanzliches Protein.

Bei den untersuchten Mehlen aus Soja, Lupine, Kichererbse und grüner Erbse dominieren Soja und Lupine mit jeweils ca. 35 g Protein pro 100 g. Der Gehalt an Kernfaser mit einem hohen Anteil löslicher Ballaststoffe ist mit 35 g/100 g bei Lupine am höchsten. Außerdem sind Lupine und Soja mit ca. 8–10 g/100 g arm an leicht verdaulichen Kohlenhydraten. Zukünftig könnten bei der Herstellung von z. B. Backwaren und Teigwaren stärkereiche und proteinarme Getreide-mehle zu 10–20 % durch Leguminosenmehle substituiert werden. Dadurch würde das Protein des Getreides mit wert-vollen Aminosäuren der Leguminosen aufgewertet. Mit Ausnahme von Sojamehl liegt der Fettgehalt deutlich unter 10 g/100 g. Das Omega-6/Omega-3-Verhältnis von Lupine und grüner Erbse entspricht dem empfohlenen Verhält-nis von höchstens 5:1. Die meisten Leguminosenmehle sind gute Quellen für Magnesium, Eisen und Zink sowie für Vitamin E, B-Vitamine und Carotinoide. Neben ihrem ernährungsphysiologischen Benefit sind Leguminosenmehle preisgünstiger als Protein- und Faserextrakte aus Leguminosen.

Aus ökologischen und ernährungsphysiologischen Gründen sollte eine Proteinanreicherung der Nahrung zuungunsten von Fett und Kohlenhydraten ausschließlich mit Pflanzenprotein erfolgen. Aufgrund des hohen Proteingehaltes ist die Lupine in Europa eine interessante Alternative zur Sojabohne. Wegen ihrer gesundheitsrelevanten Vorteile und ihrer günstigen technofunktionellen Eigenschaften sind Leguminosenmehle für die Anreicherung von Back- und Teigwaren sowie von Fleischerzeugnissen geeignet.

Schlüsselwörter: Leguminosenmehle, Hülsenfrüchte, Pflanzenprotein, Ballaststoffe, Proteinqualität, Fettqualität, Carotinoide, Vitamine, Spurenelemente

Einleitung

Zurzeit steigt die Nachfrage nach Kör-ner-Leguminosen, wie z. B. Erbsen, Lupinen, Bohnen und Linsen. Ein er-höhter Anteil von Körner-Legumi-nosen in der Ernährung hat positive Auswirkungen sowohl bezüglich einer nachhaltigen Land- und Ernährungs-wirtschaft als auch gesundheitlicher Aspekte. In Europa ist die Nutzung der Körner-Leguminosen entwicklungsbe-dürftig. Deshalb entfalten insbesondere Wissenschaftler, aber auch Politiker, Aktivitäten, um diese wertvollen Le-

bensmittel in größerem Umfang für den menschlichen Verzehr zu kultivie-ren. Dadurch hat sich die Anbaufläche von z. B. Erbsen und Ackerbohnen in Deutschland im Jahre 2015 gegenüber dem Vorjahr verdoppelt.

Hochprozessierte Lebensmittel, wie sie heute in erheblichem Umfang konsumiert werden, sind proteinärmer als herkömmlich hergestellte Lebensmit-tel. Durch die gezielte Auswahl von „wohlschmeckenden“, preiswerten und energiedichten Komponenten bei

Zitierweise:

Jahreis G, Brese M, Leiterer M, Schäfer U, Böhm V (2016) Legume flours: Nutritionally important sources of protein and dietary fiber. *Ernährungs Umschau* 63(02): 36–42

The English version of this article is available online:

DOI: 10.4455/eu.2016.007



Aus ökologischen und ernährungsphysiologischen Gründen sollte eine Proteinanreicherung der Nahrung mit Hülsenfrüchten erfolgen: Linsen, Bohnen, Kichererbsen aber auch grüne Erbsen (hier nicht abgebildet) sind geeignete pflanzliche Proteinquellen.

der Be- und Verarbeitung kommt es zu einer Verschiebung des Anteils der Hauptnährstoffe zugunsten des Kohlenhydrat- und Fettanteils. Eine Analyse des Nährstoffangebotes in den USA zwischen 1971 und 2006 ergab eine Verminderung des Proteinanteils um 1 Energieprozent (En%) und eine Zunahme des Kohlenhydrat- und Fettanteils um 8 En% [1]. Auch andere Studien weisen auf eine „Proteinverdünnung“ bei stark prozessierten Lebensmitteln hin. Dies führt zu einer Dysbalance, die sich in einer erhöhten Energieaufnahme aus Kohlenhydraten und Fetten und einer verminderten Energieaufnahme aus Proteinen äußert. Während die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) in ihren Referenzwerten einen Anteil von 15 En% aus Protein vorgibt, existieren Forderungen, diesen Anteil auf 30 En% zu erhöhen [2].

Eine erhöhte Proteinzufuhr sollte aus ökologischen Gründen ausschließlich durch pflanzliche Proteine realisiert werden, wobei ein Anteil von 30 En% sicher zu hoch gegriffen ist. Diese Forderung basiert auf der *protein leverage hypothesis* [3], die von einer „Hebelwirkung“ des Proteinappetits ausgeht. Die Hypothese besagt, dass das Sättigungsgefühl hauptsächlich von der Menge der verzehrten Proteine bestimmt

wird. Der Anteil an Nahrungsprotein ist negativ mit der Gesamt-Energieaufnahme assoziiert ($F = 6,9$; $p < 0,0001$) unabhängig davon, ob Kohlenhydrate oder Fette für die Verdünnung des Proteinanteils verantwortlich sind [4]. LEE et al. [5] beobachteten nach Verzehr eines mit Lupinenmehl angereicherten Frühstücksbrotts eine wesentlich stärkere Senkung der Ghrelinkonzentration im Plasma der Studienteilnehmer verbunden mit einer besseren Sättigung als nach einem Frühstück mit reinem Weizenmehlbrot. Darüber hinaus beträgt die kalorogene Wirkung (spezifisch dynamische Wirkung) für Protein 20–30 En%, für Kohlenhydrate 5–15 En% und für Fett 0–3 En% [6].

Außerdem entwickelte sich in den letzten Jahren in den westlichen Ländern ein deutlicher Trend zu einer stärker pflanzenbasierten Ernährung, die dem Wunsch nach mehr Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit folgt [7]. Für die Bildung von 1 kg Fleischprotein sind in der Tiermast (Schwein und Geflügel) etwa 3 kg Pflanzenprotein erforderlich. Folglich gehen beim Verzehr von 1 kg Tierprotein 2 kg Pflanzenprotein verloren. Neben diesem ökologischen Aspekt bietet ein pro-vegetarisches Ernährungsmuster, charakterisiert durch den

Verzehr von viel Gemüse, Obst, Hülsenfrüchten und Nüssen, als zusätzliches Benefit eine Risikominderung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Dies wird u. a. durch die PREDIMED-Studie, eine randomisierte, kontrollierte klinische Studie mit mehr als 7 000 Probanden, bestätigt [8]. Eine höhere Aufnahme an pflanzlichem Protein im isokalorischen Austausch gegen Kohlenhydrate oder tierisches Protein ist mit einer geringeren Mortalität durch koronare Herzkrankheiten assoziiert, wie z. B. die *Iowa Women's Health Study* zeigt [9].

Im Zusammenhang mit einem pro-vegetarischen Ernährungsmuster sind pflanzliche Proteinträger, z. B. Sojabohne, Lupine, Kichererbse, grüne Erbse, Linse, Kidney-Bohne, von besonderem Interesse. Für die vorliegenden Untersuchungen wurden ausschließlich Mehle aus europäischem Anbau verwendet.

Material & Methoden

Material

Für die Untersuchungen wurden Mehle folgender Hersteller ausgewählt:

1. 5 Soja-Mehle (W. Schoenberger, Magstadt; Vantastic foods, Nabburg; Bauck, Rosche; Spielberger, Brackenheim; L.I. Frank, Twello/Niederlande)
2. 4 Kichererbsen-Mehle (Naturawerk, Hannover; TRS Wholesale, Southall/UK; Global Foods Trading, Biebesheim; Bauck, Rosche)
3. 5 Lupinen-Mehle (Gesund & Leben, Stockach; Prolupin, Grimmern; purvegan, Ramsen mit 2 Chargen; L.I. Frank, Twello/Niederlande)
4. 1 Grüne Erbsen-Mehl (Müller's Mühle, Gelsenkirchen)

Methoden

Die Bestimmung des Protein Gehaltes erfolgte nach KJELDAHL (N-Faktor 5,8). Der Fettgehalt wurde mittels SOXHLET-Extraktion nach HCl-Auflösung ermittelt. Die Aminosäuregehalte wurden mittels Aminosäuren-Ana-

lysator (Biochrom 30; Laborser-vice Onken, Gründau) bestimmt. Die Bestimmung der Gesamtbal-laststoffe erfolgte mittels Bioquant (Merck Darmstadt; nach L.00.00–18 § 35 Lebensmittel- und Futtermittel-gesetzbuch [LFGB]). Die Bestimmung der Mengen- und Spurenelemente wurde nach Säure-Druckaufschluss der Asche mit folgenden Techniken durchgeführt: Kalzium, Phosphor, Schwefel, Magnesium, Kalium, Eisen, Kupfer, Zink, Mangan mittels ICP-AES, Selen mittels Hydrid-AAS. Für die Bestimmung der Gehalte an Carotinoiden und Vitamin E wurden die Mehle mit Methanol/Tetrahydrofuran (1+1, v/v) extrahiert. Für die quantitative Extraktion der Carotinoide wurden die Mehle vor der Lösungsmittelextraktion in Wasser eingeweicht. Die HPLC-Analytik der Carotinoide erfolgte mit einer C30-Säule [10], die der Vitamin-E-Iso-meren mit einer Diol-Säule [11].

Ergebnisse

Der Trockensubstanzgehalt der ein-zelnen Leguminosenmehle vari-ierte zwischen 90 und 95 g/100 g. Den höchsten Proteinanteil hatten mit ca. 35 g/100 g Soja- und Lupinenmehl; Kichererbse und grüne Erbse enthielten weniger als 20 g/100 g (♦ Tabelle 1). Beim Fett dominierte Sojamehl mit > 20 g/100 g. Der Gehalt an Bal-laststoffen lag bei Lupinenmehl mit 35 g/100 g am höchsten. Während Soja- und Lupinenmehl nur einen ge-ringen Anteil an Kohlenhydraten auf-wiesen, war dieser bei Erbsenmehl mit > 50 g/100 g sehr hoch. Der Asche-gehalt der Mehle betrug 3–4 g/100 g. Bei Soja und Kichererbse betrug der

Gehalt an schwefelhaltigen Amino-säuren ca. 3 % des Gesamtproteins. Lupine und grüne Erbse enthielten mit über 2 % schwefelhaltigen Amino-säuren deutlich weniger (♦ Tabelle 2). Der Lysingehalt der beiden Erbsenvari-anten war mit ca. 7 % höher im Ver-gleich zu Soja (6 %) und besonders zu Lupine (5 %). Auffällig war der hohe Arginingehalt der Lupine mit ca. 11 %, während er bei Sojamehl unter 8 % lag. Lupinenmehl zeichnete sich durch einen hohen Gehalt an einfach unge-sättigten Fettsäuren aus (♦ Tabelle 3). Insgesamt enthielten die Lipide der untersuchten Leguminosenmehle wenig gesättigte Fettsäuren. Soja und Kichererbse waren reich an polyun-gesättigten Fettsäuren (ca. 60 %). Das Omega-6/Omega-3-Verhält-nis (n6/n3) war besonders bei Soja mit 22 sehr weit, nur bei Lu-pine und grüner Erbse wurde ein n6/n3-Verhältnis von 5 erreicht (♦ Tabelle 3). Auffällig war ein Anteil von über 2 % an C22:0 bei Lupine. Unter Berücksichtigung der abso-luten Fettsäuregehalte liefert So-jamehl aufgrund seines hohen Fett-gehalts den höchsten Anteil an n3-Fettsäuren (1,4 g/100 g). Parallel dazu sind allerdings erhöhte Men-gen an n6-Fettsäuren (11,5 g/100 g) enthalten (♦ Tabelle 4). Lupine ist auf-grund ihres engen n6/n3-Verhältnis-ses eine günstigere Quelle für n3-Fett-säuren als Soja. Soja- und Lupinenmehl sind reich an Kalzium (♦ Tabelle 5). Den höchsten Gehalt an Magnesium hatte Sojamehl. Alle untersuchten Mehle sind reich an Eisen. Einen relativ hohen Selenanteil von fast 20 µg/100 g hat Sojamehl. Die analysierten Leguminosen-mehle enthielten Lutein. Zeaxanthin

wurde in ernährungsrelevanten Konzentrationen nur in Kichererb-sen- und Lupinenmehl ermittelt (♦ Tabelle 6). Der Carotingehalt kann bei allen Mehlen vernachlässigt wer-den. Beim Vitamin E dominierte das γ-Tocopherol, auch α-Tocopherol war besonders in Soja enthalten. Sojamehl enthielt zusätzlich relevante Mengen an δ-Tocopherol, während sich Lu-pinenmehl durch einen entsprechenden Anteil an γ-Tocotrienol auszeichnete.

Diskussion

Der „Landverbrauch“ für die Bereit-stellung der in Deutschland verzehrten Nahrung – kalkuliert anhand der Er-gebnisse der Nationalen Verzehrstu-die II (NVS II) – beträgt 2 365 m² pro Person und Jahr [12]. Damit wird pro Einwohner in Deutschland mehr land-wirtschaftliche Fläche „verbraucht“, als in Deutschland für die Gesamtbe-völkerung zur Verfügung steht (1 920 m² pro Person und Jahr). 69 % der Fläche werden für die Erzeugung der tierischen Produkte benötigt. Um dies-bezüglich eine ausgeglichene Bilanz zu erreichen, müssen v. a. die Importe für Sojabohnen als Tierfutter reduziert werden. Der Anbau von heimischen Leguminosen und ihr direkter Einsatz in der menschlichen Ernährung sind für die Erreichung dieses Zieles eine wichtige Voraussetzung.

Protein

Um den hohen Sättigungseffekt des Proteins optimal zu nutzen, empfeh-len mehrere Autoren (z. B. [2]), seinen Anteil von 15 En% an der Gesamtener-gieaufnahme deutlich zu erhöhen. Aus ökologischen Gründen sollte ein höhe-rer Proteinanteil in der Nahrung aus-schließlich durch pflanzliches Protein realisiert werden. Aufgrund diverser ernährungsphysiologischer und tech-nologischer Vorteile steht hierbei der erhöhte Verzehr von Leguminosen an erster Stelle. Eigene Untersuchungen wurden insbesondere mit Lupinenpro-tein durchgeführt. Die Ergebnisse einer Human-Interventionsstudie mit einem Zusatz von 25 g Lupinenprotein zur

	Gesamtprotein	Gesamtfett	Gesamtballaststoffe	Asche	verdauliche Kohlenhydrate (Differenz geschätzt)
Soja	35,6 ± 0,6	22,8 ± 2,3	22,6 ± 6,8	3,6	ca. 10
Kichererbse	18,6 ± 1,4	5,8 ± 0,1	15,4 ± 4,5	3,5	ca. 45
Lupine	35,0 ± 1,8	8,8 ± 2,1	35,1 ± 3,7	4,3	ca. 8
Grüne Erbse	19,4	1,3	10,2	3,1	> 50

Tab. 1: Gehalt an Gesamtprotein, Gesamtfett und Gesamtballaststoffen der untersuchten Leguminosenmehle (g/100 g Originalsubstanz)

	Soja	Kichererbse	Lupine	Grüne Erbse
Cystin	1,5 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,4 ± 0,2	1,4
Methionin	1,4 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,9
Threonin	4,1 ± 0,1	3,9 ± 0,2	4,2 ± 0,6	4,2
Valin	4,4 ± 0,4	4,2 ± 0,2	3,8 ± 0,3	4,4
Isoleucin	4,2 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,0 ± 0,4	3,9
Leucin	7,7 ± 0,4	7,7 ± 0,3	7,3 ± 0,7	7,1
Tyrosin	4,0 ± 0,5	2,7 ± 0,2	4,3 ± 0,9	3,6
Phenylalanin	5,0 ± 0,2	5,9 ± 0,4	4,0 ± 0,4	4,9
Lysin	6,0 ± 0,1	7,0 ± 0,3	4,9 ± 0,4	7,2
Tryptophan	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,0 ± 0,3	0,7
Asparaginsäure/ Asparagin	11,8 ± 0,1	12,1 ± 0,4	10,7 ± 0,7	12,2
Serin	5,5 ± 0,2	5,6 ± 0,2	5,6 ± 0,4	5,6
Glutaminsäure/ Glutamin	18,2 ± 0,4	17,1 ± 0,4	21,5 ± 1,6	19,7
Glycin	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,1	4,4 ± 0,5	4,8
Alanin	4,7 ± 0,2	4,5 ± 0,1	3,8 ± 0,5	4,4
Histidin	2,7 ± 0,2	2,7 ± 0,1	2,8 ± 0,5	2,5
Arginin	7,8 ± 0,2	9,2 ± 0,5	11,2 ± 1,1	8,6
Prolin	5,3 ± 0,8	4,4 ± 0,4	4,4 ± 0,5	3,9

Tab. 2: Gehalt an Aminosäuren der untersuchten Leguminosenmehle (% des Gesamtproteins)

täglichen Nahrung zeigten eine positive Beeinflussung der Plasmalipide [13]. Besonders günstig war die Wirkung bei der Verabreichung von Lupinenkernfasern, die zu einer signifikant positiven Beeinflussung der Blutlipide bei hypercholesterinämischen Probanden führten [14].

Auch wenn diese Studien separat entweder mit Leguminosenprotein oder mit Leguminosenkernfasern durchgeführt wurden, eignen sich für die Anreicherung von Lebensmitteln die meisten Leguminosenmehle auch im direkten Einsatz (Brot, Brötchen, Wurst, Brotaufstriche u. a.). Das Schälen der Samen (z. B. Lupine) zur Herstellung von Mehl führt zu einer zusätzlichen Anreicherung von Protein und zu einer Veränderung der Ballaststoffkomponenten. Der Anteil an ernährungsphysiologisch wichtigen löslichen Ballaststoffen erhöht sich.

Bezüglich der Aminosäurenverteilung enthalten Soja- und Erbsenprotein 6 % Lysin und mehr, während Lupinenprotein ca. 5 % Lysin enthält (♦ Tabelle 2). Dies wird beim Einsatz von Lupinenmehl, z. B. in Mehlmischungen, durch den hohen Protein-

gehalt teilweise kompensiert. Dagegen zeichnet sich Lupinenprotein durch einen sehr hohen Arginingehalt (ca. 11 %) aus. Klinische Studien mit Lupinenmehl ergaben einen signifikant verminderten systolischen Blutdruck und teilweise auch eine günstige Beeinflussung des Fettstoffwechsels. Diese Ver-

änderungen werden größtenteils mit dem hohen Arginingehalt des Lupinenproteins begründet. In einer aktuellen Studie konnte gezeigt werden, dass eine mit Arginin angereicherte Milchproteindiät ebenso zu einer Senkung von Gesamt- und LDL-Cholesterin führt wie die Lupinenproteindiät selbst [15]. Arginin scheint somit als NO-Donator nicht nur zu einer Blutdrucksenkung beizutragen, sondern auch den Fettstoffwechsel durch Modulation von Genen der Lipidhomöostase zu beeinflussen [16]. Für die blutdrucksenkende Wirkung der Lupine müssen bei der Verdauung freigesetzte Peptide (z. B. ACE-Inhibitoren) als bioaktive Komponenten in Betracht gezogen werden [17]. Auf diese Weise kann Lupinenprotein analog zu Soja im Austausch mit Kohlenhydraten kardiovaskuläre Risikofaktoren positiv beeinflussen [13, 15, 18, 19].

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die Fraktion Conglutin γ oftmals in Lupinenproteinisolaten nicht enthalten ist. Da Conglutin γ hinsichtlich seiner cholesterinsenkenenden Wirkung besonders effektiv ist [20], sollten für die Lebensmittelherstellung Totalprotein-Extrakte eingesetzt werden.

In mehreren Publikationen wird auf das hohe allergene Potenzial einzelner Leguminosen hingewiesen. Eigene

	Soja	Kichererbse	Lupine	Grüne Erbse
SFA	15,3 ± 4,2	13,6 ± 0,3	17,6 ± 3,6	17,5
MUFA	23,0 ± 3,6	27,7 ± 4,6	47,8 ± 15,3	26,2
PUFA	59,7 ± 4,5	58,7 ± 4,6	34,6 ± 12,0	56,6
Σ n3	6,6 ± 1,1	2,6 ± 0,2	7,5 ± 2,3	8,5
Σ n6	53,1 ± 3,5	56,2 ± 4,4	27,1 ± 13,9	47,8
n6/n3	8,2	21,8	4,6	5,7
C16:0	10,8 ± 0,5	10,5 ± 0,3	9,9 ± 2,6	12,6
C18:1 c9	21,4 ± 3,4	25,7 ± 4,6	42,0 ± 11,4	25,0
C18:1 c11	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,8 ± 0,9	0,5
C18:2 c9,12	53,1 ± 3,5	56,1 ± 4,4	26,8 ± 14,1	47,7
C18:3 c9,12,15	6,6 ± 1,1	2,6 ± 0,2	7,4 ± 2,3	8,3
C22:0	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	2,3 ± 1,1	0,2

Tab. 3: Fettsäurenverteilung der untersuchten Leguminosenmehle (% der FAME) sowie n6/n3-Verhältnis (fett gedruckt)
FAME = fatty acid methyl esters; MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; n3 = Omega-3-Fettsäuren; n6 = Omega-6-Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren; SFA = gesättigte Fettsäuren

	Soja	Kichererbse	Lupine	Grüne Erbse
SFA	3,3	0,7	1,5	0,2
MUFA	5,0	1,5	4,0	0,3
PUFA	12,9	3,2	2,9	0,7
Σ n3	1,4	0,1	0,6	0,1
Σ n6	11,5	3,1	2,3	0,6
C16:0	2,3	0,6	0,8	0,2
C18:1 c9	4,6	1,4	3,5	0,3
C18:1 c11	0,3	0,1	0,2	0,0
C18:2 c9,12	11,5	3,1	2,2	0,6
C18:3 c9,12,15	1,4	0,1	0,6	0,1

Tab. 4: Mittlere Fettsäuregehalte der untersuchten Leguminosenmehle (g/100 g)
MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; n3 = Omega-3-Fettsäuren; n6 = Omega-6-Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren; SFA = gesättigte Fettsäuren

Untersuchungen ergaben keine wesentlichen Unterschiede zwischen den geprüften Leguminosen und Erdnuss – als bekanntem Allergen – sowohl bei Atopikern als auch bei Nicht-Atopikern (♦ Tabelle 7). Im Gegensatz zu den meist milderen Symptomen bei einer allergischen Reaktion gegenüber Sojabohne gibt es Hinweise, dass eine Lupinenallergie häufiger mit systemischen Reaktionen einhergeht, vergleichbar mit denen einer Erdnussallergie [22]. Dies bedarf weiterer Klärung, sollte aber nicht zur Verunsicherung beitragen oder zu einer eingeschränkten Verwendung der Lupine in der Lebensmittelherstellung führen.

Kohlenhydrate und Ballaststoffe

Bedingt durch ihren hohen Protein- und Ballaststoffanteil haben Lupinen- und Sojamehl niedrige Gehalte an Kohlenhydraten von unter 10 g/100 g. Mit ihrem geringeren Anteil an leicht löslichen Kohlenhydraten mindern Lupinen- und Sojamehl die postprandiale Glykämie [23]. Dagegen weisen Erbsen aufgrund ihres geringeren Protein- und Ballaststoffgehaltes einen hohen Anteil an Kohlenhydraten von über 50 g/100 g auf. Vor Einführung der Kartoffel war die Erbse in Mitteleuropa ein

	Soja	Kichererbse	Lupine	Grüne Erbse
Kalzium	221 ± 37	86 ± 48	220 ± 34	47
Phosphor	594 ± 48	370 ± 23	407 ± 108	417
Magnesium	231 ± 14	127 ± 11	162 ± 30	96
Kalium	176 ± 11	104 ± 7	116 ± 19	103
Schwefel	389 ± 25	219 ± 14	280 ± 49	158
Eisen	7,7 ± 3,0	5,9 ± 1,1	4,6 ± 1,7	4,3
Zink	4,1 ± 0,6	3,1 ± 0,3	3,7 ± 0,4	2,5
Mangan	2,8 ± 0,4	2,6 ± 0,8	4,8 ± 5,2	0,1
Kupfer	1,3 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,5 ± 0,1	6,0
Selen (µg/100 g)	19,1 ± 12,3	6,2 ± 5,7	4,7 ± 2,5	1,6

Tab. 5: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen der untersuchten Leguminosenmehle (mg/100 g; Selen µg/100 g)

wichtiger Stärkelieferant. Deshalb ist sie im Kontext einer zunehmend gewünschten *De-Energization* weniger geeignet als Lupine und Soja.
Die Kernfasern der Leguminosen weisen mit 50–80 % der Gesamtballaststoffe einen hohen Anteil an löslichen Ballaststoffen auf. Bei der Lupinenkernfaser ist dieser Anteil am höchsten, bei der Erbsenfaser dagegen am niedrigsten [24]. Hohe Anteile an Ballaststoffen und niedrige Anteile an leicht löslichen Kohlenhydraten führen nach Verzehr aufgrund der verzögerten Verfügbarkeit zu einer geringen postprandialen Glykämie. Eine Ernährungsweise, die diese Vorteile berücksichtigt, vermindert den Anteil des Körperfettes sogar bei *ad-libitum*-Verzehr [25].
Diäten, die einen erhöhten Anteil an Protein und Kohlenhydraten mit niedrigem glykämischen Index enthalten, begünstigen die Aufrechterhaltung des Körpergewichts (nach Abnahme) und verbessern Risikomarker von Inflammation, Diabetes mellitus Typ 2 und kardiovaskulären Erkrankungen.
Leguminosenfasern weisen weitere Vorteile im Vergleich zu Getreidefasern auf. Der höhere Anteil an löslichen Bestandteilen der Leguminosenfasern führt zu einer verstärkten Bildung flüchtiger Fettsäuren (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure). Flüchtige Fettsäuren hemmen die

	Soja	Kichererbse	Lupine	Grüne Erbse
(all-E)-Lutein	0,64 ± 0,27	0,47 ± 0,06	0,56 ± 0,25	0,75
(all-E)-Zeaxanthin	0,07 ± 0,01	0,43 ± 0,08	0,21 ± 0,04	0,08
(all-E)-α-Carotin	n. n.	< 0,06	< 0,06	< 0,06
(all-E)-β-Carotin	n. n.	n. n.	< 0,06	n. n.
(9Z)-β-Carotin	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
(13Z)-β-Carotin	n. n.	n. n.	0,08 ± 0,03	n. n.
α-Tocopherol	6,4 ± 1,5	2,2 ± 0,2	1,1 ± 1,7	0,11
β-Tocopherol	0,44 ± 0,24	< 0,15	n. n.	n. n.
γ-Tocopherol	23,0 ± 3,5	11,5 ± 2,3	15,3 ± 1,5	5,0
δ-Tocopherol	7,0 ± 3,3	0,74 ± 0,32	0,47 ± 0,19	0,15
β-Tocotrienol	n. n.	< 0,15	n. n.	n. n.
γ-Tocotrienol	n. n.	< 0,15	0,41 ± 0,47	n. n.

Tab. 6: Gehalte an Carotinoiden und Tocopherolen/Tocotrienolen in den untersuchten Leguminosenmehlen (mg/100 g)
n. n. = nicht nachweisbar

	Sojabohne	Erdnuss	Lupine	Grüne Erbse
Nicht-Atopiker	3,3	2,2	2,2	2,2
Atopiker	7,0	4,2	5,6	14,1

Tab. 7: Anteil positiver Reaktionen auf Leguminosen (%)
beim Haut-Pricktest an 183 Probanden (81 Atopiker,
102 Nicht-Atopiker) [21]

Cholesterinsynthese [14] und mindern via Buttersäure das Risiko der kolorektalen Krebsentstehung [26]. Aktuelle Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass Essigsäure die sättigende Wirkung der Ballaststoffe durch Beeinflussung zentraler homöostatischer Mechanismen zusätzlich zur bekannten Wirkung über Barorezeptoren des Gastrointestinaltraktes fördert [27].

Fette

Der Anteil an Lipiden spielte bei den untersuchten Leguminosen eine untergeordnete Rolle. Lediglich in den Sojamehlen wurden mit über 20 g/100 g relativ hohe Fettgehalte nachgewiesen. Damit liefert Sojamehl pro 100 g auch den höchsten Anteil an n6-Fettsäuren (ca. die Hälfte des Fettgehaltes) (♦ Tabelle 4). Das n6/n3-Verhältnis sollte entsprechend den Forderungen der DGE bei maximal 5:1 liegen; im vorliegenden Fall beträgt es jedoch 7:1 bis 10:1 (♦ Tabelle 3). Lediglich Lupinen- und Erbsenmehl erfüllen mit einem n6/n3-Verhältnis von 5:1 die Anforderungen der Referenzwerte; besonders ungünstig ist das Fett der Kichererbse. Das Fett der Lupine zeichnet sich dadurch aus, dass es fast zur Hälfte aus einfach ungesättigten Fettsäuren besteht. Darüber hinaus hat es zusammen mit der grünen Erbse den höchsten Anteil an der n3-Fettsäure α -Linolensäure (♦ Tabelle 3). Bei der teilweisen Substitution von Weizen- und Roggenmehl in Lebensmitteln empfiehlt sich somit der Einsatz von Lupinenmehl, da dieses nur wenig zusätzliches Fett bei gleichzeitig hoher Fettqualität einbringt.

Spurenelemente und Vitamine

Der Anteil an Eisen und Zink in der Größenordnung von 4–8 mg/100 g bzw. 2–4 mg/100 g ist ernährungs-

physiologisch relevant (♦ Tabelle 4). Mit 50 g Lupinenmehl wird ein Fünftel bis ein Viertel der täglichen Zufuhrempfehlung für diese Spurenelemente abgedeckt. Die Phytatgehalte in heimischen Leguminosen liegen unter 2 % (Soja: 2–5 %). Besonders niedrig ist der Phytatgehalt in der Lupine. Im Gegensatz zu Soja wird durch Lupinenprodukte die Zinkabsorption kaum beeinflusst [28].

Die Tocopherol-Gehalte der Leguminosenmehle (α -Tocopherol: 0,1–6,4 mg/100 g, γ -Tocopherol: 5,0–23,0 mg/100 g) weisen ein dem Leinsamen ähnliches Muster auf [10]. Mit 50 g Sojabohnenmehl werden die Zufuhrempfehlungen für Vitamin E (Tocopherol-Äquivalente) von 12–15 mg/Tag erfüllt. Auch Lupine und Kichererbse liefern einen beachtlichen Beitrag zur Versorgung mit Tocopherolen. Die untersuchten Leguminosenmehle lagen mit Gehalten an (*all-E*)-Lutein in Höhe von 0,5–0,8 mg/100 g Mehl in der gleichen Größenordnung wie für Hartweizen, Gelbweizen und Mais und deutlich höher als für Weichweizen, Dinkel, Roggen und Hafer beschrieben [29]. In den letzten Jahren sind Lutein und Zeaxanthin in den Fokus einer Therapieunterstützung bei Makula-Degeneration gerückt [30]. Außerdem sind Leguminosen reich an Vitamin B₁ (ca. 0,5 mg/100 g), an Vitamin B₂ (0,3–0,5 mg/100 g) und Folat (200–400 μ g/100 g) [31, 32].

Technofunktionelle Eigenschaften

Für eine breite Anwendung von Leguminosenmehlen in der Lebensmittelherstellung sind verschiedene technologische Eigenschaften erforderlich. Dazu gehören eine gute Löslichkeit, Emulgierfähigkeit, Schaumbildung, Gelierfähigkeit und Wasserbindungs-Kapazität. Aktuelle Veröffent-

lichungen zeigen, dass Leguminosenmehle diesbezüglich dem Weizenmehl teilweise überlegen sind. RAIKOS et al. [33] fanden für die Wasserbindungseigenschaften folgende Reihenfolge: Lupine > Ackerbohne > grüne Erbse > Weizen.

Mit Erbsenmehl angereichertes Brot hatte im Vergleich zur Kontrolle einen niedrigeren glykämischen Index bei gleichzeitig signifikant verbesserten Teigeigenschaften und verminderter Festigkeit des Brotes [34].

Studien zeigen, dass Lupinenmehl im Vergleich zu Weizenmehl auch die Qualität des Brotes bei einer 10 %igen Substitution von Weizenmehl durch Lupinenmehl verbessert [35]. Ursachen für diese Qualitätsverbesserung sind *crosslinks* aus Lupinen- und Weizenprotein sowie die hohe Wasserbindungskapazität der Fasern. Eine Substitution von über 10 % reduzierte die Brotqualität aufgrund der geringeren Elastizität des Lupinenproteins und einer Störung der Glutenstruktur durch den höheren Faseranteil. Bisher sind zu den Backeigenschaften von Leguminosen-angereicherten Getreidemehlen nur wenige Untersuchungen durchgeführt worden. Besonders der Einfluss der variierenden Proteinzusammensetzung der Leguminosen bedarf hinsichtlich ihrer technofunktionellen Eigenschaften einer weiteren Klärung.

Interessenkonflikt

Prof. JAHREIS ist Vorsitzender der UFOP-Fachkommission Humanernährung (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V.). Darüber hinaus erklären die Autoren, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Prof. Dr. Gerhard Jahreis^{1, 2}
Dr. Melanie Brese¹
Dr. Matthias Leiterer³
Dr. Ulrich Schäfer¹
PD Dr. Volker Böhm¹

¹ Institut für Ernährungswissenschaften
Friedrich-Schiller-Universität, Jena

² E-Mail: b6jage@uni-jena.de

³ Thüringer Landesanstalt für
Landwirtschaft, Jena

Literatur

1. Simpson SJ, Raubenheimer D (2014) Perspective: Tricks of the trade. *Nature* 508: S66
2. Abete I, Astrup A, Martínez JA et al. (2010) Obesity and the metabolic syndrome: role of different dietary macronutrient distribution patterns and specific nutritional components on weight loss and maintenance. *Nutr Rev* 68: 214–231
3. Simpson SJ, Raubenheimer D (2005) Obesity: the protein leverage hypothesis. *Obes Rev* 6: 133–142
4. Gosby AK, Conigrave AD, Raubenheimer D et al. (2014) Protein leverage and energy intake. *Obes Rev* 15: 183–191
5. Lee YP, Mori TA, Sipsas S et al. (2006) Lupin-enriched bread increases satiety and reduces energy intake acutely. *Am J Clin Nutr* 84: 975–980
6. Westerterp KR, Wilson SAJ, Rolland V (1999) Diet induced thermogenesis measured over 24h in a respiration chamber: effect of diet composition. *Int J Obes* 23: 287–292
7. Reijnders L, Soret S (2003) Quantification of the environmental impact of different dietary protein choices. *Am J Clin Nutr* 78(3 Suppl): 664S–668S
8. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J et al. (2013) Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med* 368: 1279–1290
9. Kelemen LE, Kushi LH, Jacobs DR et al. (2005) Associations of dietary protein with disease and mortality in a prospective study of postmenopausal women. *Am J Epidemiol* 161: 239–249
10. Arnold C, Schwarzenbolz U, Böhm V (2014) Carotenoids and chlorophylls in processed xanthophyll-rich food. *LWT – Food Sci Technol* 57: 442–445
11. Franke S, Fröhlich K, Werner S et al. (2010) Analysis of carotenoids and vitamin E in selected oilseeds, press cakes and oils. *Eur J Lipid Sci Technol* 112: 1122–1129
12. Meier T, Christen O, Semler E et al. (2014) Balancing virtual land imports by a shift in the diet. Using a land balance approach to assess the sustainability of food consumption. Germany as an example. *Appetite* 74: 20–34
13. Bähr M, Fechner A, Krämer J et al. (2013) Lupin protein positively affects plasma LDL cholesterol and LDL: HDL cholesterol ratio in hypercholesterolemic adults after four weeks of supplementation: a randomized, controlled crossover study. *Nutr J* 12: 107
14. Fechner A, Kiehntopf M, Jahreis G (2014) The formation of short-chain fatty acids is positively associated with the blood lipid-lowering effect of lupin kernel fiber in moderately hypercholesterolemic adults. *J Nutr* 144: 599–607
15. Bähr M, Fechner A, Kiehntopf M et al. (2014) Consuming a mixed diet enriched with lupin protein beneficially affects plasma lipids in hypercholesterolemic subjects: a randomized controlled trial. *Clin Nutr* 34: 7–14
16. Jobgen WS, Fried SK, Fu WJ et al. (2006) Regulatory role for the arginine-nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates. *J Nutr Biochem* 17: 571–588
17. Boschini G, Scigliuolo GM, Resta D et al. (2014) ACE-inhibitory activity of enzymatic protein hydrolysates from lupin and other legumes. *Food Chem* 145: 34–40
18. Sirtori CR, Triolo M, Bosisio R et al. (2012) Hypocholesterolaemic effects of lupin protein and pea protein/fibre combinations in moderately hypercholesterolaemic individuals. *Br J Nutr* 107: 1176–1183
19. Weisse K, Brandsch C, Zernsdorf B et al. (2010) Lupin protein compared to casein lowers the LDL cholesterol: HDL cholesterol-ratio of hypercholesterolemic adults. *Eur J Nutr* 49: 65–71
20. Radtke J, Schutkowski A, Brandsch C et al. (2015) Isolated conglutin γ from lupin, but not phytate, lowers serum cholesterol without influencing vascular lesion development in the apoE-deficient mouse model. *Plant Foods Hum Nutr* 70: 113–118
21. Bähr M, Fechner A, Kaatz M et al. (2014) Skin prick test reactivity to lupin in comparison to peanut, pea, and soybean in atopic and non-atopic German subjects: A preliminary cross-sectional study. *Immun Inflamm Dis* 2: 114–120
22. Peeters KABM, Koppelman SJ, Penninks AH et al. (2009) Clinical prevalence of sensitization to lupine in peanut-sensitized adults. *Allergy* 64: 549–555
23. Dove ER, Mori TA, Chew GT et al. (2011) Lupin and soya reduce glycaemia acutely in type 2 diabetes. *Br J Nutr* 106: 1045–1051
24. Bähr M, Fechner A, Hasenkopf K et al. (2014) Chemical composition of dehulled seeds of selected lupin cultivars in comparison to pea and soya bean. *LWT – Food Sci Technol* 59: 587–590
25. Astrup A, Brand-Miller J (2014) Obesity: Have new guidelines overlooked the role of diet composition? *Nat Rev Endocrinol* 10: 132–133
26. Fechner A, Fenske K, Jahreis G (2013) Effects of legume kernel fibres and citrus fibre on putative risk factors for colorectal cancer: a randomised, double-blind, crossover human intervention trial. *Nutritional Journal* 12: 101
27. Frost G, Sleeth ML, Sahuri-Arisoylu M et al. (2014) The short-chain fatty acid acetate reduces appetite via a central homeostatic mechanism. *Nat Commun* 5: 3611
28. Petterson DS. Composition and food uses of lupins. In: Gladstones JS, Atkins CA, Hamblin J (Hg). *Lupins as crop plants. Biology, production, and utilization*. CAB International, Wallingford/UK, New York/USA (1998), S. 353–384
29. Werner S, Böhm V (2012) Carotinoide in Getreideprodukten. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 108: 361–365
30. Arnold C, Winter L, Fröhlich K et al. (2013) Macular xanthophylls and omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in age-related macular degeneration – A randomized trial. *JAMA Ophthalmol* 131: 564–572
31. BSL, Bundeslebensmittelschlüssel (BLS 3.0)
32. Souci SW, Fachmann W, Kraut H. *Food Composition and Nutrition Tables/Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen/La Composition Des Aliments Tableaux Des Valeurs Nutritiv*. Taylor and Francis (2008)
33. Raikos V, Neacsu M, Russell W et al. (2014) Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp, and buckwheat flours as affected by pH. *Food Sci Nutr* 2: 802–810
34. Mastromatteo M, Danza A, Lecce L et al. (2015) Nutritional and physicochemical characteristics of wholemeal bread enriched with pea flour. *Int J Food Sci Technol* 50: 92–102
35. Villarino CBJ, Jayasena V, Coorey R et al. (2015) Nutritional, health and technological functionality of lupine flour addition to bread and other baked products: Benefits and challenges. *Crit Rev Food Sci Nutr* [DOI: 10.1080/10408398.2013.814044]

DOI: 10.4455/eu.2016.007