



## FRUKTOSE

**Obwohl das Thema Zucker häufig in den Medien diskutiert wird, bestehen hinsichtlich der verschiedenen Zuckerarten und ihrer Verstoffwechslung Unsicherheiten bei Experten und Verbrauchern. Ernährungsfachkräfte wissen grundsätzlich, dass der Begriff „Zucker“ zum einen die Monosaccharide Glukose und Fruktose und zum anderen Saccharose und Laktose aus der Gruppe der Disaccharide umfasst. Insbesondere Fruktose steht im Fokus der öffentlichen Diskussion, da man ihr negative Auswirkungen auf die Gesundheit zuschreibt. Dieses Infoblatt beschäftigt sich mit relevanten Fragen rund um das Thema Fruktose und liefert dabei Antworten, gestützt durch mit Peer-Review geprüfte Veröffentlichungen in Fachzeitschriften.**

### WELCHE LEBENSMITTEL ENTHALTEN FRUKTOSE?

Alle Früchte enthalten von Natur aus Zucker, darunter Fruktose. Deshalb enthalten auch Fruchtsäfte Fruktose. Berücksichtigt man zudem den Fruktoseanteil der Saccharose, variiert der Fruktosegehalt einer Portion Obst zwischen 1 und 6 g bei Zitrusfrüchten, etwa 7 g bei Ananas und zwischen 3 und 10 g bei Äpfeln und Birnen (je nach Sorte). Der Fruktosegehalt von Fruchtsäften entspricht in etwa dem der Ausgangsfrüchte und variiert bei herkömmlichen Säften zwischen 0,5 und 7 g pro 100 g. Beispielsweise enthalten 100 ml Orangensaft 2,4 g und 100 g Orangen 2,2 g Fruktose.<sup>1</sup>

### WAS TRÄGT AM MEISTEN ZUR FRUKTOSE-AUFNAHME IN DER ERNÄHRUNG BEI?

Ein großer Anteil der Fruktose wird durch das Essen von Obst aufgenommen und generell wenig über den Verzehr von Fruchtsäften. Ausgehend vom Fruchtsaftkonsum in 46 Ländern<sup>2</sup> wurde ein durchschnittlicher täglicher Konsum von 1,5 g Fruktose aus Fruchtsäften errechnet. Bei einem Richtwert für die durchschnittliche Energiezufuhr von 2.100 Kalorien (DGE: Frauen 25–51 Jahre, PAL 1,6) würde dies in etwa 0,3 % der Gesamtenergie entsprechen.<sup>3</sup> Mit einem kleinen Glas Orangensaft von 150 ml werden ca. 3,6 g Fruktose aufgenommen. Dies macht ungefähr 0,7 % der empfohlenen täglichen Gesamtenergiemenge aus (1 g Fruktose = 4 Kcal; 3,6 g Fruktose = 14,4 Kcal).

### WAS BESAGT DIE „FRUKTOSE-HYPOTHESE“?

Die „Fruktose-Hypothese“ besagt, dass Fruktose eine ursächliche Rolle beim Risiko für chronische Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck, Diabetes, Krebs und die nichtalkoholische Fettleber spielt.<sup>4</sup> Diese Annahme wurde jedoch von Wissenschaftlern infrage gestellt<sup>4,5</sup>, ausgehend von folgenden Punkten: A) Im Hinblick auf normale Bevölkerungsschichten und -verteilungen führt der Konsum von Fruktose im Vergleich zu dem Konsum anderer Zuckerarten nicht zu erheblich unterschiedlichen physiologischen Prozessen oder Ereignissen; und B) extreme Versuchsmodelle mit einer Überdosierung (> 20 % der täglichen Energiezufuhr) oder Versuchsmodelle, bei denen das normale Verhältnis von Glukose zu Fruktose erheblich verändert wurde (d. h. Aufnahme von purer Fruktose), sind nicht übertragbar auf Menschen mit einer durchschnittlichen Ernährungsweise und auch nicht relevant für die Gesundheitspolitik.

Unter normalen Ernährungsbedingungen wird Fruktose nur selten isoliert konsumiert, sondern fast immer in Kombination mit Glukose. Dies führt zu einer Insulinantwort, die bei isolierter Verabreichung von Fruktose fehlt.<sup>6,7</sup> Eine Übersichtsarbeit zeigt deutlich, dass im Falle einer Überernährung die Auswirkungen von Fruktose und Glukose ähnlich sind, was darauf hindeutet, dass überschüssige Kalorien einen größeren Einfluss haben als die Art der Kohlenhydrate.<sup>8</sup>

### WIE WIRD FRUKTOSE VERSTOFFWECHSELT?

Im Gegensatz zur Glukose wird kein Insulin für die Verstoffwechslung benötigt, wenn Fruktose aus dem Darm aufgenommen wird. Nach der Aufnahme aus dem Dünndarm wird etwa ein Viertel der Fruktose in Milchsäure umgewandelt, die vom Körper als Energiesubstrat verwendet oder in Form von Glykogen gespeichert wird. Etwa die Hälfte der Fruktose wird in Glukose umgewandelt, von der nur ein kleiner Teil (1–3 %) in Fettsäuren umgewandelt wird.<sup>9</sup> Der Rest wird von der Leber aufgenommen und in Leberglykogen umgewandelt. Wenn eine positive Energiebilanz vorliegt, wie zum Beispiel bei übermäßiger Energiezufuhr, wird das Übermaß an Zucker, das nicht oxidiert wurde, entweder in Form von Glykogen oder Fetten gespeichert.<sup>9</sup>

### GIBT ES NEUE ERKENNTNISSE ÜBER FRUKTOSE, DIE BESORGNIS-ERREGEND SIND?

Die aktuelle Fokussierung auf die Fruktose basiert vermutlich auf der generellen, vor allem in den Medien geführten Diskussion zum Thema Zucker und der Suche nach den Ursachen für Übergewicht. Die aktuelle Forschung zeigt keinen Zusammenhang zwischen regelmäßigem Fruktosekonsum und Übergewicht oder metabolischen Erkrankungen auf. Tatsächlich zeigen Studien, dass moderate Mengen an Fruktose (< 50 g/Tag) dazu beitragen können, den Blutzuckerspiegel<sup>10</sup>, den HbA1c-Wert (eine Messgröße für eine beeinträchtigte Blutzuckerspiegelkontrolle)<sup>11</sup>, den diastolischen Blutdruck<sup>12</sup> und das Risiko für Typ-2-Diabetes zu senken.<sup>13</sup>

Die EU-Gesetzgeber haben eine gesundheitsbezogene Angabe für Fruktose<sup>14</sup> autorisiert, die auf einer positiven Einschätzung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) basiert.<sup>15</sup> Diese Angabe besagt: „Der Konsum von Lebensmitteln, die Fruktose enthalten, führt zu einem geringeren Anstieg des Blutzuckerspiegels

als der Konsum von Lebensmitteln, die Saccharose oder Glukose enthalten.“ Die Angabe hat Gültigkeit, wenn mindestens 30 % der Saccharose oder Glukose in einem Lebensmittel durch Fruktose ersetzt werden.

### WIE VIEL FRUCHTSAFT MÜSSTE MAN TRINKEN, UM MÖGLICHE NEGATIVE EFFEKTE ZU BEWIKREN?

Um selbst die striktesten Grenzwertmengen, die in der aktuellen Literatur beschrieben werden, zu erreichen, müsste man mindestens 1 Liter Fruchtsaft pro Tag konsumieren. In Anbetracht des durchschnittlichen Fruchtsaftkonsums in den 28 EU-Mitgliedstaaten von 12,7 Litern pro Person und Jahr<sup>28</sup> ist es äußerst unwahrscheinlich, dass die allgemeine Bevölkerung diesen Wert von 1 Liter erreicht.

### GIBT ES ANGABEN DAZU, WIE VIEL FRUKTOSE MAN KONSUMIEREN DARF?

Fruktose zählt zu den Monosacchariden, für die es in den einzelnen Ländern unterschiedliche Verzehrsobergrenzen gibt. Die WHO und mehrere nationale Gesundheitsbehörden empfehlen, dass die Aufnahme von freiem Zucker nicht mehr als 10 % der täglichen Energiezufuhr ausmachen sollte.<sup>16</sup> Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit überprüft momentan die Literatur zu freiem/hinzugefügtem Zucker und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit und wird zeitnah Richtlinien veröffentlichen.

### HAT DER FRUKTOSEKONSUM EINFLUSS AUF DAS KRANKHEITSRISIKO?

Interventionsstudien zu moderatem Fruktosekonsum (< 50 g/Tag) berichteten von statistisch niedrigeren Blutzuckerspiegeln<sup>10</sup>, HbA1c-Werten (Langzeitblutzuckerwert)<sup>11</sup>, diastolischem Blutdruck<sup>12</sup> und einem reduzierten Diabetesrisiko.<sup>13</sup> Im Allgemeinen stellen die Studien zu einem moderaten Fruktosekonsum, entweder neutrale

<sup>2</sup> Singh GM et al. (2015) Global burden of diseases nutrition and chronic diseases expert group (NutriCoDE). Global, regional and national consumption of sugar-sweetened beverages, fruit juices and milk: a systematic assessment of beverage intake in 187 countries. PLoS One 10: e0124845.

<sup>3</sup> Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Richtwerte für die Energiezufuhr in kcal/Tag. Abrufbar unter [www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/energie](http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/energie)

<sup>4</sup> White JS (2013) Challenging the Fructose Hypothesis: New Perspectives on Fructose Consumption and Metabolism. Adv Nutr 4: 246–256.

<sup>5</sup> van Buul VJ et al. (2014) Misconceptions about fructose-containing sugars and their role in the obesity epidemic. Nutr Res Rev 27: 119–30.

<sup>6</sup> Sievenpiper JL et al. (2012) 'Catalytic' doses of fructose may benefit glycaemic control without harming cardiometabolic risk factors: a small meta-analysis of randomised controlled feeding trials. Br J Nutr 108: 418–423.

<sup>7</sup> Sievenpiper JL et al. (2012) Effect of fructose on body weight in controlled feeding trials: a systematic review and meta-analysis. Ann Intern Med 156: 291–304.

<sup>8</sup> Macdonald IA (2016) A review of recent evidence relating to sugars, insulin resistance and diabetes. Eur J Nutr 55 (Suppl 2): S17–S23.

<sup>9</sup> Tappy L & Lê KA (2010). Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. Physiol Rev 90: 23–46.

<sup>10</sup> Wiebe N et al. (2011) A systematic review on the effect of sweeteners on glycaemic response and clinically relevant outcomes. BMC Med 9: 123.

<sup>11</sup> Livesey G & Taylor R (2008) Fructose consumption and consequences for glycation, plasma triacylglycerol, and body weight: meta-analyses and meta-regression models of intervention studies. Am J Clin Nutr 88: 1419–37.

<sup>12</sup> Ha V et al. (2012) Effect of fructose on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. Hypertension 59: 787–795.

<sup>13</sup> Livesey G (2009). Fructose ingestion: dose-dependent responses in health research. J Nutr 139: 1246S–1252S.

<sup>14</sup> EU health claims register. Abrufbar unter [http://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/claims/register/public/?event=register.home](http://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=register.home).

<sup>15</sup> European Food Safety Authority (2011) Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to fructose and reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 558) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal 9(6): 2223.

<sup>1</sup> UK Department of Health (2013) Nutrient analysis of fruit and vegetables. <https://www.gov.uk/government/publications/nutrient-analysis-of-fruit-and-vegetables>.

oder positive Auswirkungen der Fruktose fest. Der Mechanismus dahinter steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit einer verbesserten Glukosetoleranz infolge einer Stimulation der Glukoseaufnahme durch Leber und Muskeln.<sup>13</sup>

## KANN FRUKTOSE BESTANDTEIL EINER KALORIENARMEN ERNÄHRUNG SEIN?

Ja. In einer Interventionsstudie wurden insgesamt 131 Patienten, die alle eine kalorienreduzierte Diät einhielten, zu einer von zwei Gruppen randomisiert, um Auswirkungen auf Gewichtsverlust und das metabolische Syndrom zu vergleichen. Die erste Gruppe erhielt nur wenig Fruktose (< 20 g/Tag), die zweite nahm 50–70 g Fruktose/Tag aus Früchten zu sich. Nach sechs Wochen hatten die Probanden mit moderaten Zufuhrmengen an Fruktose mehr Gewicht verloren als die Personen mit niedrigem Fruktosekonsum (4,2 ggü. 2,8 kg; P = 0,0016).<sup>17</sup> Generell gilt, dass die Gesamtenergiezufuhr wichtiger ist als die Art der Kohlenhydrate, die verzehrt werden.

In einer kürzlich durchgeführten, randomisierten Interventionsstudie<sup>18</sup> wurden Probanden, die eine kalorienreduzierte Diät durchführten, in zwei Gruppen eingeteilt. Während die eine Gruppe nur Wasser als Getränk zu sich nahm, bekam die andere Gruppe zusätzlich 750 ml Orangensaft pro Tag. Trotz der zusätzlichen Energiezufuhr in Form von Fruktose war der Gewichtsverlust im Verlauf der acht Wochen bei beiden Gruppen ähnlich. Zudem zeigten sich bei der Gruppe der Orangensaft-Trinker erhebliche Verbesserungen der metabolischen Risikofaktoren.

## GIBT ES IRGEND EINE ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEM DIABETESRISIKO UND FRUCHTSAFT- BZW. FRUKTOSE-KONSUM?

Zahlreiche systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen zeigen, dass es weder einen statistischen Zusammenhang zwischen dem Fruktosekonsum und dem Risiko für Typ-2-Diabetes<sup>19</sup> noch einen Zusammenhang zwischen regelmäßigem Konsum von Fruchtsaft und dem Risiko für Typ-2-Diabetes<sup>20</sup> gibt. Moderater

Fruchtsaftkonsum führt weder zu einer schlechten Blutzuckerkontrolle noch zu einer verminderten Insulinsensitivität.<sup>21</sup> Zudem konnten bei verschiedenen randomisierten klinischen Studien bei einem Konsum von 400 ml Fruchtsaft pro Tag und mehr keine bedeutsamen Veränderungen des Nüchternblutzuckerspiegels und des Insulinspiegels<sup>22</sup> festgestellt werden. Es ist wahrscheinlich, dass der Konsum moderater Mengen an Fruktose die Glukosetoleranz durch Steuerung der Insulinsensitivität verbessert.<sup>13</sup>

## IST FRUKTOSE EIN PROBLEM FÜR MENSCHEN MIT DIABETES?

Dies scheint nicht der Fall zu sein. Eine systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse von kontrollierten Verzehrsstudien (zumeist von weniger als 12 Wochen Dauer) untersuchten die Auswirkungen von Fruktose auf den Blutzuckerspiegel bei Menschen mit Diabetes (152 Probanden: 18 mit Typ-1-Diabetes und 134 mit Typ-2-Diabetes).<sup>23</sup> Die Analyse zeigte, dass, gemessen an den glykierten Serumproteinen, ein isokalorischer Austausch von Fruktose durch andere Kohlenhydrate keine Auswirkungen auf die langzeitige Einstellung des Blutzuckerspiegels hatte. Der Insulinspiegel bei Diabetikern wurde dabei nicht beeinflusst. Die Forscher deuten jedoch daraufhin, dass für eine Bestätigung dieser Ergebnisse größere und längere Fruktose-Verzehrsstudien erforderlich sind. Allgemein passen diese Ergebnisse jedoch zu der Beobachtung, dass der Verzehr geringer bis moderater Mengen an Fruktose zusammen mit den Hauptmahlzeiten positive Auswirkungen auf die Insulinempfindlichkeit hat.<sup>13</sup>

## GIBT ES EINE ZUSAMMENHANG ZWISCHEN FRUKTOSEKONSUM UND BLUTHOCHDRUCK?

Nein. Eine Metaanalyse prospektiver Kohortenstudien, an denen mehr als 200.000 erwachsene Probanden teilnahmen, fand keinen Unterschied beim Risiko für das Auftreten von Bluthochdruck zwischen den Quantilen, die die geringsten Mengen an Fruktose (5–6 % der Energiezufuhr), und denen, die die höchsten (14 % der Energiezufuhr) Mengen an Fruktose konsumierten.<sup>24</sup>

Tatsächlich mutmaßten die Autoren, dass der Konsum von Fruktose von bis zu 10 % der täglichen Energiezufuhr (ca. 50 g pro Tag) in Zusammenhang mit einem niedrigeren Risiko für Bluthochdruck steht.

Die Ergebnisse wurden durch eine 10-wöchige Interventionsstudie<sup>25</sup> bestätigt, die zeigte, dass der zusätzliche Konsum von fruktosehaltigen Zuckern (bis zu 9 % der Energiezufuhr) keinen bedeutsamen Einfluss auf den Blutdruck oder die Harnsäurewerte (ein Risikofaktor für Gicht und endotheliale Funktionsstörungen) hat. Eine weitere Metaanalyse von 13 kontrollierten Verzehrsstudien<sup>12</sup> ergab, dass der isokalorische Austausch von Fruktose gegen andere Kohlenhydrate (53–182 g/Tag an Fruktose) den diastolischen Blutdruck signifikant senkte, aber keinen signifikanten Einfluss auf den systolischen Blutdruck hatte.

## GIBT ES EINE ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEM FRUKTOSEKONSUM UND DEN BLUTFETTWERTE?

Das hängt von der verzehrten Menge und einem möglicherweise übermäßigen Konsum ab. Eine Metaanalyse<sup>28</sup>, die die postprandialen Triglyzeridwerte untersuchte, fand in 14 Studien (290 Probanden) mit isokalorischer Ernährung keine Auswirkungen des Fruktosekonsums auf die Blutfettwerte. Nur in zwei Studien (33 Probanden) mit hyperkalorischen Ernährungsweisen waren die postprandialen Triglyzeridwerte erhöht. Nichtsdestotrotz lag die Fruktoseaufnahme in beiden Studiendesigns um ein Vielfaches über der tatsächlichen Verzehrsmenge in Europa. In den isokalorischen Studien stammten 20 % der Energie aus Fruktose gegenüber > 25 % in den hyperkalorischen Studien.

Eine Metaanalyse von 16 Verzehrsstudien (236 Probanden)<sup>27</sup>, die die Auswirkungen von Fruktose auf Menschen mit Diabetes mellitus Typ 2 untersuchte, zeigt, dass der isokalorische Austausch von Speisestärke durch Fruktose die Triglyzeridwerte erhöhte und das Gesamtcholesterin senkte, jedoch keinen Einfluss auf das LDL-Cholesterin bzw. das HDL-Cholesterin hatte. Diese Wirkung wurde nur bei einem Fruktosekonsum von mehr als 60 g/Tag (entspricht 120 g zusätzlichem Zucker pro Tag) beobachtet.<sup>7</sup>

## GIBT ES EINE ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEM FRUKTOSEKONSUM UND DEM KÖRPERGEWICHT?

Studien, die die Auswirkungen von Fruktose auf die Körperzusammensetzung untersuchten, fanden keine schlüssigen Beweise für einen schädlichen Einfluss, wenn die Energiebilanz der Probanden ausgeglichen war und die verzehrte Fruktose aus natürlichen Quellen wie Obst oder Fruchtsaft stammte. Ganz im Gegenteil: Moderate Mengen von Fruktose stehen sogar mit einem reduzierten Risiko für Übergewicht im Zusammenhang<sup>13</sup> und die Auswirkungen von Fruktose und Glukose sind bei übermäßigem Verzehr gleich, was darauf hindeutet, dass eine hyperkalorische Ernährung bedeutsamer ist als die Art der Kohlenhydrate.<sup>8</sup>

In diesem Zusammenhang untersuchte eine systematische Übersichtsarbeit<sup>7</sup> 31 Studien (637 Probanden) mit isokalorischen und 10 Studien (119 Probanden) mit hyperkalorischen Ernährungsweisen, wobei der Fruktosekonsum von durchschnittlichen 69 g/Tag (17 % der Energiezufuhr) in den isokalorischen Studien bis durchschnittlich 182 g/Tag (38 % der Energiezufuhr) in den hyperkalorischen Studien reichte. Auch bei solch großen Mengen hatte die Fruktose keine signifikanten Gesamteffekte auf das Körpergewicht (-0,14 kg) bei normalgewichtigen Probanden oder Menschen mit Diabetes in den isokalorischen Studien. Interessanterweise kam es in fünf Studien, an denen übergewichtige/adipöse Probanden teilnahmen, zu einem Gewichtsverlust (-0,55 kg; P = 0,04). Im Gegensatz dazu wurde in den hyperkalorischen Studien eine Gewichtszunahme festgestellt (+0,53 kg; P = <0,001), was die Autoren zu dem Schluss veranlasste, dass dieser Effekt auf die bereitgestellten zusätzlichen Kalorien und nicht auf die Fruktose an sich zurückzuführen sein könnte.

---

**Haftungsausschluss:** Es wurden alle Anstrengungen unternommen, um sicherzustellen, dass die in diesem Dokument enthaltenen Informationen zuverlässig sind und überprüft wurden. Die Informationen sind ausschließlich für nichtgewerbliche Mitteilungen an medizinische Fachkräfte gedacht. Die Angaben in diesen Unterlagen stellen keine Ernährungsempfehlungen dar.

<sup>16</sup> Buyken AE et al. (2018) Dietary carbohydrates: a review of international recommendations and the methods used to derive them. Euro J Clin Nutr doi: 10.1038/s41430-017-0035-4. [Epub ahead of print]

<sup>17</sup> Madero M et al. (2011) The effect of two energy-restricted diets, a low-fructose diet versus a moderate natural fructose diet, on weight loss and metabolic syndrome parameters: a randomized controlled trial. Metabolism 60: 1551-9.

<sup>18</sup> Ribeiro C et al. (2017) Orange juice allied to a reduced-calorie diet results in weight loss and ameliorates obesity-related biomarkers: A randomized controlled trial. Nutr 38: 13–19.

<sup>19</sup> Tsalis CS et al. (2017) Relation of total sugars, fructose and sucrose with incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. CMAJ 189: E711-E720.

<sup>20</sup> Xi B et al. (2014) Intake of fruit juice and incidence of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. PLoS One 9: e93471.

<sup>21</sup> Murphy MM et al. (2017) 100% Fruit juice and measures of glucose control and insulin sensitivity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. J Nutr Sci 6: e59 (15 pages).

<sup>22</sup> Wang B et al. (2014) Effect of fruit juice on glucose control and insulin sensitivity in adults: a meta-analysis of 12 randomized controlled trials. PLoS One 9: e95323.

<sup>23</sup> Cozma AI et al. (2012) Effect of Fructose on Glycemic Control in Diabetes: A systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. Diabetes Care 35: 1611–1620. <http://care.diabetesjournals.org/content/35/7/1611>.

<sup>24</sup> Jayalath VH et al. (2014) Total fructose intake and risk of hypertension: a systematic review and meta-analysis of prospective cohorts. J Am Coll Nutr 33: 328–339.

<sup>25</sup> Angelopoulos TJ et al. (2015) Fructose containing sugars do not raise blood pressure or uric acid at normal levels of human consumption. J Clin Hypertens 17: 87–94.

<sup>26</sup> Wang DD et al. (2014) Effect of fructose on postprandial triglycerides: A systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. Atherosclerosis 232: 125–133.

<sup>27</sup> Sievenpiper JL et al. (2009) Heterogeneous effects of fructose on blood lipids in individuals with type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of experimental trials in humans. Diabetes Care 32: 1930-7.

<sup>28</sup> AIJN 2018 Liquid Fruit Market Report. Abrufbar unter <http://viewer.zmags.com/publication/bc62cfea#/bc62cfea/14>