

# Zusammenhang von Ernährungsmustern und ausgewählten Biomarkern bei Jugendlichen

## Association between dietary patterns and selected biomarkers among adolescents

Martina Rabenberg, Almut Richter, Gert B.M. Mensink

**Abstract:** ***Purpose:** Using data from the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS), associations between dietary patterns and biochemical biomarkers are identified. **Study design and study population:** KiGGS is a representative cross-sectional study assessing children's and adolescent's health in Germany. The survey was conducted by the Robert Koch-Institute between May 2003 and May 2006. 17,641 children and adolescents aged 0 to 17 years took part in this survey including interviews and physical examinations. **Methodology:** 5,487 adolescents (2,795 boys and 2,692 girls) ages 12 to 17 answered questions on their food consumption in a Food Frequency Questionnaire (FFQ). Additionally, blood samples were taken. With Principal Component Analysis, two major dietary patterns could be determined. Within these analyses, the participants obtained a score according to the degree to which they conformed to each pattern. Based on these scores, the individuals were categorised into quartiles for sex and age groups separately. Using One-Way Analysis of Variance the adjusted and unadjusted means of the biomarkers Folate, Vitamin B12 and Homocysteine were calculated for every quartile. **Results and Conclusion:** Significant associations between selected biomarkers and the quartiles of the major dietary patterns were seen. This may have implications for target-group-specific preventive measures to improve nutrition among adolescents.*

### Einleitung und Hintergrund

Zur Ermittlung ernährungsbedingter Ursachen von Erkrankungen wurde in diversen klinischen Studien versucht, einzelne Nährstoffe als ätiologische Faktoren verschiedenster Erkrankungen herauszustellen. Dieses Vorgehen hat in der Vergangenheit wichtige Erkenntnisse eingebracht, stößt jedoch bei Beurteilungen der Gesamtbedeutung von Gesundheitseffekten auf den menschlichen Organismus an seine Grenzen. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die habituelle Ernährung durch Kombinationen des Verzehrs verschiedenster Nahrungskomponenten charakterisiert ist. Effekte einzelner Nährstoffe oder Lebensmittel lassen sich dementsprechend nur schwer auf Erkrankungsrisiken separieren. Dabei spielt unter anderem eine Rolle, dass multiple Interaktionen und Interkorrelationen zwischen den zugeführten Nährstoffen eine unterschiedlich starke Bioverfügbarkeit und Absorption im menschlichen Körper bedingen (Hu 2002, Michels & Schulze 2005).

Als ein alternativer Ansatz zur Erfassung möglicher ernährungsbedingter Auswirkungen auf Erkrankungsrisiken wird seit einiger Zeit die Analyse komplexer Ernährungsmuster angewandt. Ernährungsmuster werden durch Kombinationen des Ver-

zehrs bestimmter Lebensmittel und Getränke charakterisiert. Sie spiegeln dadurch die tatsächliche Clusterung verzehrter Nahrungsmittel wider. Durch die simultane Untersuchung der Verzehrsmengen verschiedenster Lebensmittel kann das Ernährungsverhalten somit einer ganzheitlicheren Betrachtung unterzogen und gleichsam Wechselwirkungen und kumulierende Effekte einzelner Nahrungskomponenten in Relation zu Erkrankungsrisiken bewertet werden (Jacques & Tucker 2001, Michels & Schulze 2005).

Gerade im Hinblick auf das Jugendalter kann diese Methode einen wichtigen Ansatz zur Untersuchung ernährungsbedingter Erkrankungen darstellen, da Heranwachsende in Bezug auf die Ernährung eine vulnerable Bevölkerungsgruppe darstellen. Dies zeigt sich insbesondere durch die in dieser Lebensphase ausgelösten körperlichen Veränderungen wie Wachstumsschübe und entwicklungsbedingte Umstellungen der Organfunktionen, die einen erhöhten Bedarf an Mikro- und Makronährstoffen bedingen.

Da spezifische Ernährungs- und Geschmackspräferenzen, die im (Kindes- und) Jugendalter gebildet werden, in der Regel bis ins Erwachsenenalter persistieren, können in diesem Lebensabschnitt ent-

wickelte, ungünstige Ernährungsverhaltensweisen zu gesundheitlichen Problemen führen (Xie et al. 2003, Ambrosini et al. 2009). Wahrscheinlich sind Ernährungsmuster daher bereits im Jugendalter von Bedeutung für den aktuellen sowie späteren Gesundheitsstatus.

Für Heranwachsende wurden bislang nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Themengebiet durchgeführt. Mittels der Daten des Kinder- und Jugendgesundheitssurveys (KiGGS) können erstmalig für in Deutschland lebende Jugendliche umfassende und bundesweit repräsentative Daten des Lebensmittelverzehr sowie repräsentative Blutproben ausgewertet werden. Dies eröffnet die Möglichkeit, detaillierte Ernährungsmuster für Heranwachsende zu bilden und diese mit den objektiv gemessenen Biomarkern in Beziehung zu setzen.

## Methodik

Der Kinder- und Jugendgesundheitssurvey ist eine bundesweite, repräsentative Studie zum Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen, die im Zeitraum von Mai 2003 bis Mai 2006 durch das Robert Koch-Institut (RKI) durchgeführt wurde. Hierbei nahmen in 167 repräsentativ ausgewählten Sample Points Deutschlands 17.641 Heranwachsende (8.985 Jungen, 8.656 Mädchen) im Alter von 0 bis 17 Jahren an einer Befragung und einer körperlichen Untersuchung zusammen mit ihren Eltern teil (Kurth 2007).

Die Kinder und Jugendlichen wurden hierbei mittels eines Verzehrshäufigkeitsfragebogens (Food Frequency Questionnaire, FFQ) bezüglich ihres Lebensmittelverzehr befragt. Der FFQ ist ein Ernährungserhebungsinstrument, mit dem der übliche, durchschnittliche Verzehr von Lebensmitteln bzw. Lebensmittelgruppen in einem definierten Zeitraum auf individueller Ebene retrospektiv erfasst wird. Bei KiGGS wurden mit Hilfe des FFQs Verzehrsmengen und -häufigkeiten von 45 Lebensmittelgruppen im Zeitraum "der letzten Wochen" abgefragt. Daneben wurden, nach Zustimmung der Sorgeberechtigten, Blutproben entnommen und in diesen verschiedene Biomarker bestimmt.

Auf Basis der FFQ-Daten wurden für 12- bis 17-jährige KiGGS-Teilnehmende Ernährungsmuster via Hauptkomponentenanalyse (inklusive Varimax-Rotation) ermittelt. Das Ziel der Hauptkom-

ponentenanalyse ist es, durch Datenreduktion eine Erhöhung der Informationsdichte zu erhalten, indem die Ausgangsdaten durch eine geringe Anzahl neu berechneter Variablen (sogenannte Faktoren) beschrieben werden. Demnach konnten zwei Faktoren bzw. Hauptmuster mittels des FFQs identifiziert werden. Diese wurden nach ihren vornehmlich integrierten Lebensmittelkomponenten "to go" und "gesundheitsbewusst" benannt. Das Ernährungsmuster "to go" wird insbesondere durch die Lebensmittelgruppen Bratwurst, Currywurst, Hamburger, Döner Kebap, Knabberartikel, frittierte, gebratene Kartoffeln, Nüsse, Pudding, Milchreis, Pfannkuchen, Eis, Eier, Kuchen, Gebäck und Schokolade charakterisiert. Das Muster "gesundheitsbewusst" zeichnet sich dagegen vorwiegend durch die Komponenten Vollkornbrot, Käse, frisches Obst, Wurst, Schinken, Frischkäse, frisches, gekochtes Gemüse, Margarine, Blattsalate, Rohkost, Butter, Quark, Joghurt und Dickmilch aus (**Abbildung 1**).

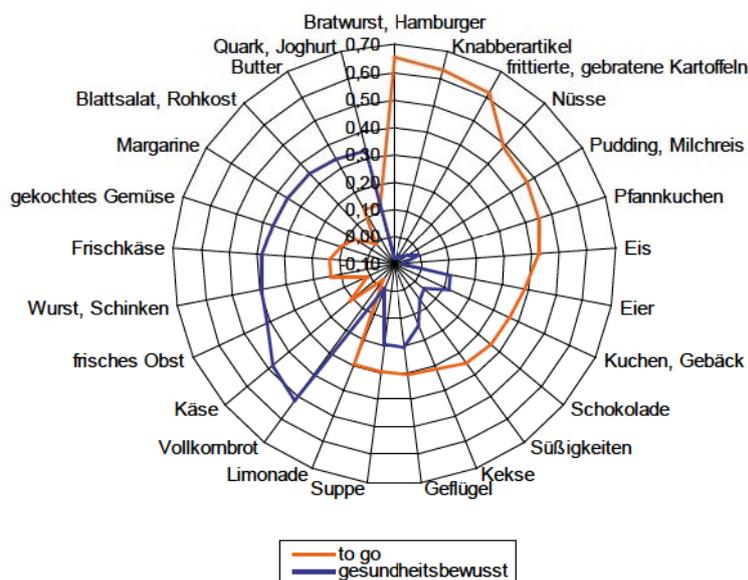
Diese Ernährungsmuster wurden auf ihren Zusammenhang mit den in KiGGS erhobenen Blutparametern Folat im Erythrozyten, Vitamin B12 und Homocystein untersucht. Hierfür wurden die Jugendlichen anhand von Musterscores, welche den Grad der Übereinstimmung mit dem Muster widerspiegeln, in Quartile (Q) eingeteilt. Die Übereinstimmung mit dem Muster steigt dabei von Q1 zu Q4 an. Aufgrund eines Wechsels der Analyseverfahren im Jahr 2005 müssen für das Vitamin Folat (im Erythrozyten) getrennte Auswertungen der Daten von 2003–2005 und 2005–2006 durchgeführt und entsprechend separat dargestellt werden.

Je Musterquartil wurden für die biochemischen Parameter adjustierte und nichtadjustierte Mittelwerte mit Hilfe von einfaktoriellen Varianzanalysen (ANOVA), getrennt nach Geschlecht und den Altersgruppen 12 bis 14 und 15 bis 17 Jahren ermittelt. Adjustiert wurde für die Variablen regelmäßige körperliche Aktivität, regelmäßiger Alkoholkonsum und Saisonalität. Die Analysen wurden mit der Statistik-Software SPSS, Version 17.0, durchgeführt.

## Ergebnisse

Zwischen den Quartilen des Ernährungsmusters "to go" (**Tabelle 1**) zeigen sich bei 12- bis 14-jährigen Jungen signifikante Differenzen für die nichtadjustierten Mittelwerte von Homocystein ( $p=0,001$ ), für die adjustierten Mittelwerte der Parameter Vi-

Abbildung 1: Charakterisierende Lebensmittel der Ernährungsmuster "to go" und "gesundheitsbewusst", die mindestens in einem Muster eine Faktorladung<sup>1</sup> von  $\geq 0,3$  aufweisen.



<sup>1</sup>Faktorladungen stellen Korrelationen dar, die ein Maß für die Stärke und Richtung des jeweiligen Zusammenhangs der Faktoren mit den ursprünglichen Variablen abbilden.

tamin B12 ( $p=0,032$ ) sowie die nichtadjustierten und adjustierten Mittelwerte von Folat 2003–2005 ( $p=0,009$  und  $p=0,006$ ; **Abbildung 2**). Bei 12- bis 14-jährigen Mädchen wurden zwischen den Musterquartilen signifikante Unterschiede für die nichtadjustierten und adjustierten Mittelwerte von Folat 2005–2006 (jeweils  $p=0,002$ ) verzeichnet (**Abbildung 2**), bei 15- bis 17-jährigen Mädchen für die Parameter Folat 2005–2006 ( $p=0,021$  und  $p=0,033$ ), Vitamin B12 ( $p=0,014$  und  $p=0,032$ ) und Homocystein ( $p=0,002$  und  $p=0,005$ ).

Während für 12- bis 14-jährige Jungen keinerlei signifikante Unterschiede bezüglich der Blutparameter zwischen den Quartilen des Ernährungsmusters "gesundheitsbewusst" (**Tablelle 2**) beobachtet werden konnten, wurden bei den älteren Jungen zwischen den Musterquartilen signifikante Differenzen der nichtadjustierten und adjustierten Mittelwerte von Homocystein ( $p=0,023$  und  $p=0,043$ ) festgestellt (**Abbildung 3**). Für die jüngeren Mädchen wurden signifikante Unterschiede zwischen den Quartilen für nichtadjustierte und adjustierte Mittelwerte von Folat 2005–2006 ( $p=0,002$  und  $p=0,001$ ) und für nichtadjustierte Mittelwerte von Vitamin B12 ( $p=0,016$ ) beobachtet, bei den älteren

Mädchen für die nichtadjustierten und adjustierten Mittelwerte von Homocystein ( $p=0,0004$  und  $p=0,001$ ; **Abbildung 3**).

## Diskussion

Die Ernährungsmuster "to go" und "gesundheitsbewusst" zeigen signifikante Zusammenhänge mit Homocystein, Folat und Vitamin B12.

Homocystein ist eine Aminosäure, die bei einem gestörten Methioninstoffwechsel vermehrt ins Plasma abgegeben wird. Ab einer bestimmten Konzentration können Schädigungen des Gefäßendothels hervorgerufen werden. Erhöhte Homocystein-Konzentrationen im Blut sind daher mit einem erhöhten Risiko für eine ischämische Herzkrankheit, periphere arterielle Verschlusskrankheit sowie Schlaganfall verbunden (Thomas 2008).

Die beobachteten Mittelwerte von Homocystein weisen in beiden Mustern nachvollziehbare Tendenzen auf. Aufgrund von geringen Verzehrsmengen an Obst und Gemüse sowie der hohen Zufuhrmengen an Lebensmitteln, die sich insbesondere durch verarbeitetes, rotes Fleisch kennzeichnen lassen, wird

die Methionin- und damit einhergehend die Homocysteinproduktion erhöht und so höhere Mittelwerte für diesen Biomarker bei denjenigen Jugendlichen erzielt, die im Muster "to go" eine Vielzahl dieser Produkte in Kombination verzehren. Beim Ernährungsmuster "gesundheitsbewusst" wurde hingegen ein geringerer Mittelwert von Homocystein bei hoher Übereinstimmung mit dem Muster verzeichnet. Dies ist vermutlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass in diesem Muster häufiger Vollkornbrot, Obst und Gemüse in Kombination verzehrt werden und damit wichtige nahrungsbezogene Folatquellen. Dieses Vitamin hat vermutlich einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe des Homocysteinwertes, wie in verschiedenen Querschnittsanalysen bzw. randomisierten klinischen Studien (RCTs) gezeigt wurde. Demnach wurde in der Framingham Heart Study festgestellt, dass ein häufiger, kombinierter Konsum an bestimmten folatreichen Lebensmitteln wie Obst, Gemüse und Cerealien einen geringeren

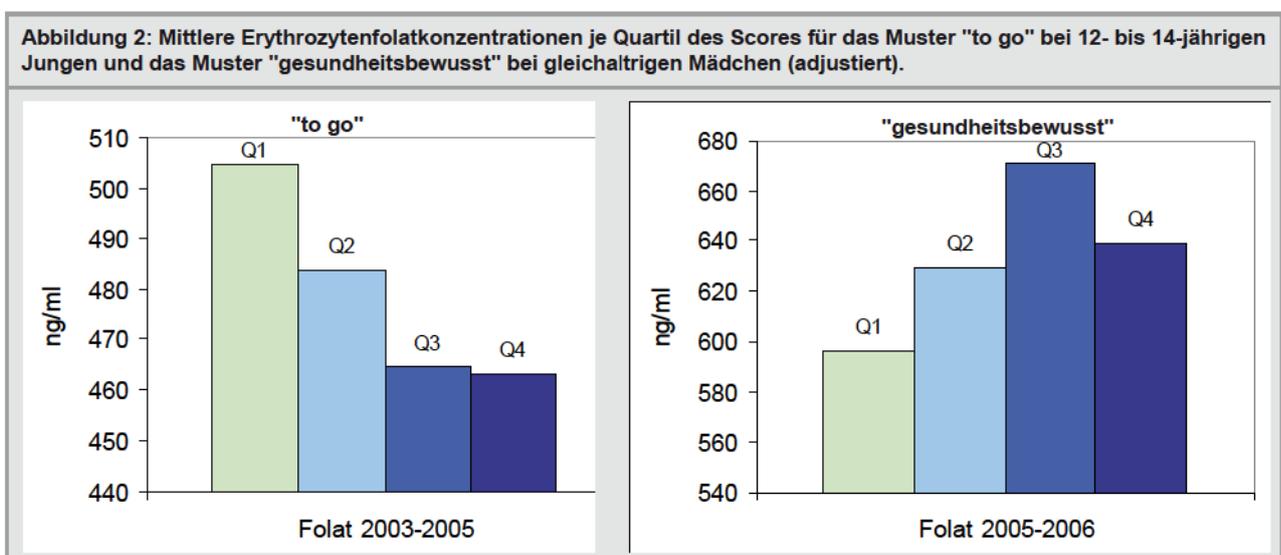
Homocysteinspiegel bedingt (Selhub et al. 1993). Auch in RCTs konnte diese Verbindung bestätigt werden, indem erhöhte Homocysteinspiegel mit der Gabe von hochdosierten Folsäurepräparaten nachweislich gesenkt wurden (Tucker et al. 1996, Appel 2000).

Neben Folat spielen ebenfalls geringere Aufnahmen von Vitamin B6 und B12 bezüglich der Höhe des Homocysteinspiegels eine Rolle (Tucker et al. 1996, Appel 2000). Vitamin B12 muss aufgrund nur geringfügiger Möglichkeiten der Synthese im Dickdarm über tierische Lebensmittel wie (rotes) Fleisch, Fisch, Eier und Milchprodukte zugeführt werden (Bässler et al. 2002, Bundesinstitut für Risikobewertung 2009). Beim Muster "to go" zeigte sich, dass Jungen und Mädchen, die dem vierten Quartil zugewiesen wurden, geringere Mittelwerte von Vitamin B12 verzeichneten als diejenigen, die dem Quartil Q1 zugeordnet wurden. Jugendliche,

**Tabelle 1: Ernährungsmuster "to go": Signifikante Unterschiede der Biomarker zwischen den Quartilen der Musterscores, nach Geschlecht und Altersgruppe.**

Ernährungsmuster "to go"				
	Jungen		Mädchen	
	12–14 Jahre	15–17 Jahre	12–14 Jahre	15–17 Jahre
Folat 2003-2005	▼▼			
Folat 2005-2006			▼▼	▼▼
Vitamin B12	▼			▼▼
Homocystein	▲			▲▲

▼ stellen signifikante Unterschiede adjustierter, ▼ nichtadjustierter Werte dar. Die Pfeile bilden ferner die zugehörigen Richtungen vom niedrigsten bis zum höchsten Quartil ab.

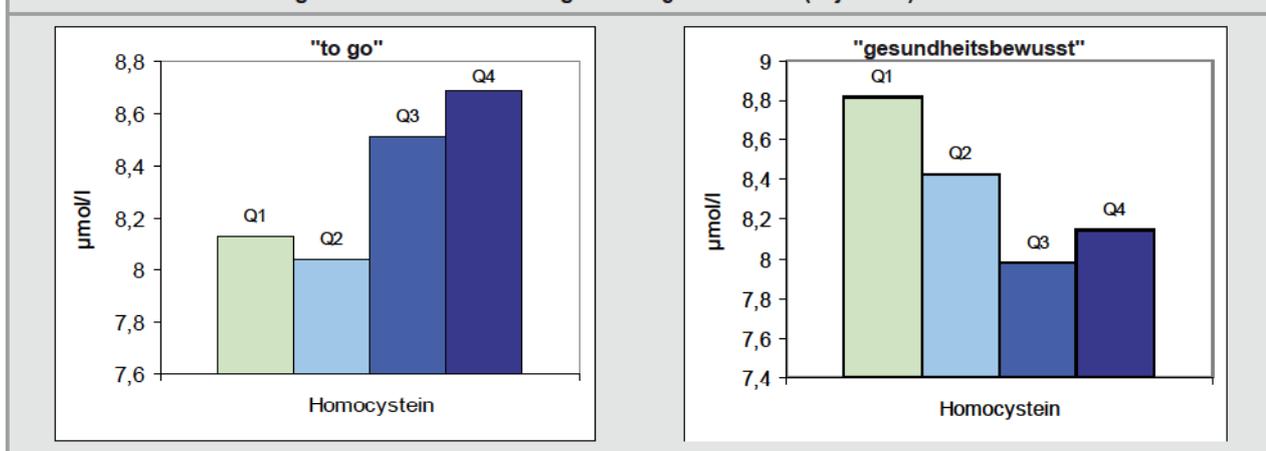


**Tabelle 2: Ernährungsmuster "gesundheitsbewusst": Signifikante Unterschiede der Biomarker zwischen den Quartilen der Musterscores, nach Geschlecht und Altersgruppe.**

Ernährungsmuster "gesundheitsbewusst"				
	Jungen		Mädchen	
	12–14 Jahre	15–17 Jahre	12–14 Jahre	15–17 Jahre
Folat 2003-2005				
Folat 2005-2006			▲ ▲	
Vitamin B12			▲	
Homocystein		▼ ▼		▼ ▼

▼ stellen signifikante Unterschiede adjustierter, ▼ nichtadjustierter Werte dar. Die Pfeile bilden ferner die zugehörigen Richtungen vom niedrigsten bis zum höchsten Quartil ab.

**Abbildung 3: Mittlere Homocysteinkonzentrationen je Quartil des Scores für das Muster "to go" bei 15- bis 17-jährigen Mädchen und das Muster "gesundheitsbewusst" bei gleichaltrigen Mädchen (adjustiert).**



die hingegen beim Muster "gesundheitsbewusst" dem vierten Quartil zugehörig waren, verzeichneten höhere Mittelwerte von Vitamin B12 als diejenigen des ersten Quartils.

Dies lässt sich vermutlich durch eine höhere Anzahl an Vitamin-B12-Lieferanten im Muster "gesundheitsbewusst" erklären, zu denen Käse, Wurst, Schinken, Frischkäse, Butter, Quark, Joghurt und Dickmilch gezählt werden können. Im Muster "to go" werden alimentäre Quellen des Vitamins lediglich durch zwei Lebensmittelgruppen, Fast Food (Bratwurst, Currywurst, Hamburger, Döner Kebap) sowie Eier, abgebildet. Weiterführend können auch andere Lebensmittel, die möglicherweise nicht mit dem FFQ erfasst wurden, eine Rolle spielen.

Die dritte Variable, Vitamin B6, die Einfluss auf den Homocysteinspiegel hat, wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht mit einbezogen, da es in KiGGS nicht gemessen wurde, sodass der Zusammenhang dieses Vitamins mit den Mustern so-

wie den Homocysteinwerten nicht nachvollzogen werden konnte.

Das individuelle Risiko erhöhter Homocysteinspiegel obliegt jedoch nicht nur ernährungsbedingten Faktoren, sondern ebenfalls dem Wechselspiel von genetischen Faktoren sowie ungesunden Lebensgewohnheiten. Hierbei werden unter anderem der Konsum von Tabak und Alkohol diskutiert (Chrysohoou et al. 2004, Gibson et al. 2008).

### Schlussfolgerung

Bereits im Jugendalter sind existierende Ernährungsmuster mit wichtigen Blutparametern assoziiert. Weitere Untersuchungen dieser Muster könnten Impulse für zielgruppenspezifische Präventionsstrategien zur Verbesserung der Ernährung geben.

## Literatur

Ambrosini G L, Oddy W H, Robinson M et al. (2009): Adolescent dietary patterns are associated with lifestyle and family psycho-social factors. *Public Health Nutrition* 12(10): 1807–15.

Appel L J, Miller E R, Jee S H et al. (2000): Effect of Dietary Patterns on Serum Homocysteine: Results of a Randomized Controlled Feeding Study. *Circulation* 102: 852–857.

Bässler K H, Grün E, Loew D et al. (2002): *Vitamin-Lexikon für Ärzte, Apotheker und Ernährungswissenschaftler*. 3. Auflage. München: Urban & Fischer.

Bundesinstitut für Risikobewertung (2009): Studie zu Fleischverzehr und Sterblichkeit. Stellungnahme Nr. 023/2009 des BfR vom 29. Mai 2009. URL: [http://www.bfr.bund.de/cm/208/studie\\_zu\\_fleischverzehr\\_und\\_sterblichkeit.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/208/studie_zu_fleischverzehr_und_sterblichkeit.pdf). Abrufdatum: 10.11.2010.

Chrysohoou C, Panagiotakos DB, Pitsavos C et al. (2004): The associations between smoking, physical activity, dietary habits and plasma homocysteine levels in cardiovascular disease-free people: the ‚ATTICA‘ study. *Vasc Med*. 9(2):117–23.

Gibson A, Woodside JV, Young IS et al. (2008): Alcohol increases homocysteine and reduces B vitamin concentration in healthy male volunteers--a randomized, crossover intervention study. *QJM* 2008;101:881–7.

Hu F B (2002): Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Lipidology* 13; 3: 3–9.

Jacques P F, Tucker K L (2001): Are dietary patterns useful for understanding the role of diet in chronic disease? *American Journal of Clinical Nutrition* 73: 1–2.

Kurth B M (2007): Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 50(5-6): 533–46.

Michels K B, Schulze M B (2005): Can dietary patterns help us detect diet-disease associations? *Nutrition Research Reviews* 18: 241–248.

Selhub J, Jacques P F, Wilson P W et al. (1993): Vitamin status and intake as primary determinants of homocysteinemia in an elderly population. *Journal of the American Medical Association* 270: 2693–2698.

Thomas L (Hrsg.) (2008). *Labor und Diagnose: Indikation und Bewertung von Laborbefunden für die medizinische Diagnostik*. 7. Auflage. Frankfurt am Main: Th-Books.

Tucker KL, Selhub J, Wilson P W et al. (1996): Dietary intake pattern relates to plasma folate and homocysteine concentrations. *Journal of Nutrition* 126: 3025–3031.

Xie B, Gilliland F D, Li Y F et al. (2003): Effects of ethnicity, family income, and education on dietary intake among adolescents. *Preventive Medicine* 36(1): 30–40.

## Kontakt

Martina Rabenberg  
Robert Koch-Institut  
Abteilung Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung  
General-Pape-Straße 62  
12101 Berlin  
E-Mail: RabenbergM[at]rki.de

[RKI]