

Ernährung bei Diabetes mellitus Typ 2

Mikronährstoffe

Ute Fiederling

Die Ernährung zielt bei Menschen mit Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM) nicht ausschließlich auf eine ausreichende Nährstoffversorgung, sondern stellt darüber hinaus, gemeinsam mit Bewegung, die Therapiegrundlage dar [1]. Dabei werden meist umfangreiche Empfehlungen bezüglich der Makronährstoffe gegeben (s. Heft 3–2019), während Mikronährstoffe häufig weniger Beachtung finden.



Therapiebaustein Ernährung: Bei Typ-2-Diabetes sind neben den Makronährstoffen auch die Mikronährstoffe wichtig für die Krankheitskontrolle. Foto: freshidea/Adobe Stock

Einleitung

Es gibt Hinweise, dass ein schlecht eingestellter T2DM mit einer Unterversorgung an Mikronährstoffen einhergehen könnte, was wiederum mit diabetischen Folgeerkrankungen in Verbindung gebracht wird [2]. Zudem nehmen Mikronährstoffe verschiedenste Aufgaben hinsichtlich der Glukosehomöostase ein und können an unterschiedlicher Stelle im komplexen Krankheitsgeschehen beteiligt sein [3][4]. Des Weiteren ist die Mehrzahl der Menschen mit T2DM übergewichtig, während Adipositas wiederum oftmals mit einer Mangelernährung einhergeht und weitere Komorbiditäten fördert.

Merke

Bei Übergewicht erfolgt die erhöhte Energieaufnahme nicht selten über Nahrungsmittel mit unzureichender ernährungsphysiologischer Qualität, die den Mikronährstoffbedarf nicht decken [5].

Während sich die Zufuhrempfehlungen für Menschen mit T2DM bislang nicht von denen für die Allgemeinbevölkerung unterscheiden [6], wird in vielen Studien untersucht, inwiefern mithilfe einzelner Mikronährstoffe der Krankheitsverlauf positiv beeinflusst werden kann und welche Effekte einzelne Nährstoffe auf das Krankheitsgeschehen haben. Studien dieser Art unterliegen häufig Schwierig-

keiten bei der Durchführung und Ergebnisinterpretation, etwa aufgrund der vielfältigen Aufgaben einzelner Nährstoffe im menschlichen Körper und deren schwieriger Erfassung, genauso wie ein oftmals nur geringer messbarer Effekt [7]. Zwar sind die Studienergebnisse häufig uneinheitlich, doch ergeben sich Hinweise auf Wirkungen, die zukünftig von therapeutischem Nutzen sein könnten.

Zink

Zink ist als essenzielles Spurenelement mit der Insulinsynthese sowie der Speicherung von Insulin in Verbindung zu bringen. Darüber hinaus nimmt es Einfluss auf die Insulinsensitivität [8]. Dabei werden Zink sowie dessen Transportproteine, wie ZIP7, in Verbindung mit oxidativem Stress gebracht. Eine gestörte Funktion von ZIP7 führt zu einem beeinträchtigten Zinkfluss und Stress des endoplasmatischen Retikulums (ER-Stress), was wiederum eine Insulinresistenz begünstigen könnte [3]. Studien zeigten eine Verbindung zwischen einer unzureichenden Zinkaufnahme und dem Risiko für T2DM sowie erhöhten Blutglukosewerten [8].

Merke

Es fehlen signifikante Ergebnisse für evidenzbasierte Empfehlungen bezüglich der Zinkaufnahme bei T2DM [6][9].

Chrom

Ein akuter Chrommangel soll durch eine hierdurch entstehende Insulinresistenz den Glukosestoffwechsel negativ beeinflussen können [7]. Das essenzielle Spurenelement aktiviert in Form von Chromodulin die Insulinrezeptoren, bindet an diese und aktiviert wiederum die Insulinrezeptor-Tyrosinkinase [4][7][10]. Dies fördert die Insulinempfindlichkeit, während durch Chrom außerdem die Sensibilität der pankreatischen β -Zellen erhöht wird [4][10].

Natürliche Nahrungsquellen für Chrom sind unter anderem Leber, Eier, Vollkornprodukte und Brokkoli [4][10]. Daneben stehen verschiedene chromhaltige Supplemente zur Verfügung wie Chromchlorid oder Chrompicolinat [10]. Da ein Chrommangel in Zusammenhang mit einer gestörten Glukosetoleranz gebracht wird, wurde der Effekt einer Supplementierung in diversen Studien untersucht. Zwar konnten vereinzelt niedrigere Nüchternblutzuckerwerte und HbA_{1c}-Spiegel festgestellt werden, doch im Allgemeinen bestehen uneinheitliche Ergebnisse mit unzureichender Evidenz [6][7]. Dabei bleibt zudem unklar, mit welchem Chromsupplement die größten Erfolge erzielt werden könnten [4]. Demzufolge kann keine Empfehlung zur Nahrungsergänzung mit Chromsupplementen zur Unterstützung des Glukosestoffwechsels ausgesprochen werden [7].

Selen und Kupfer

Sobczak et al. wiesen in einer Studie Veränderungen der Selen- und Kupferkonzentrationen im Plasma bei Vorliegen eines T2DM nach. Dabei hatten hohe Selen- und Kupferwerte einen höheren HbA_{1c}-Spiegel zur Folge. Ursächlich dafür könnte unter anderem eine Störung der Insulinsignalkaskade durch insulinähnliche Wirkungen von Selenoproteinen sein [9][11].

SELENZUFUHR

Eine angemessene Selenzufuhr liegt bei 60 bzw. 70 μg am Tag [12]. Dies kann durch selenreiche Lebensmittel leicht erreicht werden, wie z. B. durch Schweinefleisch, Hühnerfleisch und Eier [13].

Es gilt, eine angemessene Zufuhr zu erreichen und dabei eine Überdosierung zu vermeiden, die toxisch wirken kann.

Vorsicht

Im Falle einer Supplementierung ist die Dosierung mit über 1 μg Selen pro kg Körpergewicht am Tag nicht empfehlenswert [13].

Bezüglich der Entstehung eines Typ-2-Diabetes nach Supplementierung gibt es bislang keinen Nachweis [11].

Eisen

Inwiefern ein Eisenmangel sowie eine daraus resultierende Anämie Einfluss auf die Glukosehomöostase nimmt, ist bislang nicht ausreichend geklärt [14]. Reduzierte Eisenspeicher sollen jedoch ursächlich für erhöhte HbA_{1c}-Spiegel sein, weshalb vor der Beurteilung dieses Parameters eine Eisenmangelanämie ausgeschlossen werden sollte [14][15]. Über eine Eisenersatztherapie soll dieser Effekt ausgleichbar sein und des Weiteren Komplikationen vermieden werden können [14]. Hingegen berichten Zhou et al. über einen schädigenden Effekt hoher Eisenspiegel auf das Pankreas sowie eine begünstigte Insulinresistenz und ein Anstieg der Blutglukosewerte [16].

Merke

Eine Supplementierung von Eisen bei T2DM ist nur bei nachgewiesenem Mangel angebracht.

Natrium

Natrium steht in Zusammenhang mit Hypertonie und kardiovaskulären Risikofaktoren, weswegen auch für Menschen mit T2DM eine Reduktion der Natriumaufnahme auf unter 2300 mg pro Tag zu empfehlen ist. Bei gleichzeitigem Bestehen einer Hypertonie kann eine weitere Einschränkung der Zufuhr sinnvoll sein. Dadurch kann – bestätigt anhand Ergebnissen eines Reviews – eine Blutdruck-

senkung sowie die Verbesserung kardiovaskulärer Risiken erreicht werden [17].

Micha et al. konnten in einer US-amerikanischen Studie nachweisen, dass Ernährungsfaktoren häufig ursächlich für Todesfälle nach Herzinfarkt, Schlaganfall und T2DM sind. Eine hohe Natriumzufuhr nahm hierbei den bedeutendsten Einfluss [18].

PRAXISTIPP

Verringerung der Natriumzufuhr

Zur Natriumreduktion eignen sich unter anderem:

- Einsparen von Speisesalz bei der Zubereitung
- Einschränkung natriumreicher Lebensmittel, wie etwa
 - Fertiggerichte,
 - Gemüsekonserven,
 - gepökelte Lebensmittel,
 - diverse Käse- und Wurstsorten,
 - Knabberwaren sowie
 - natriumreiche Mineralwässer [19].

Magnesium, Kalium und Kalzium

Magnesium

Bei T2DM kann es gehäuft zu einem Magnesiumdefizit kommen, wofür unter anderem renale Verluste verantwortlich sind. Dabei bewirken hohe Blutzuckerwerte eine geringere Reabsorption von Magnesium aus dem Urin. Geringe Magnesiumspiegel stehen in Zusammenhang mit Insulinresistenz, da der Mineralstoff beispielsweise an der Signalübertragung am Insulinrezeptor beteiligt ist, etwa als Kofaktor der Tyrosinkinase. Daneben beeinflusst Magnesium auch die Insulinsekretion und die postrezeptorielle Insulinwirkung. Oxidativer Stress sowie Entzündungen können zusätzlich mit einem Magnesiummangel assoziiert sein und die Insulinresistenz begünstigen [8][20].

Ein Ausgleich der Magnesiumdefizite vermag die Insulinsensitivität zu steigern sowie die glykämische Situation und den Entzündungsstatus zu verbessern. Ob eine Supplementierung bei T2DM empfehlenswert ist, muss aufgrund uneindeutiger Studienergebnisse zukünftig geklärt werden [8][20].

Kalium und Kalzium

Neben Magnesium nehmen auch Kalium und Kalzium einen wichtigen Einfluss auf den Glukosestoffwechsel [8]. So kann etwa über die Regulation spannungsabhängiger Kalium- und Kalziumkanäle im Pankreas bei steigenden Glukosewerten die Insulinfreisetzung gesteuert werden [8]. Aufgrund dieser Funktionen wird eine ausreichende oder aber erhöhte Aufnahme von Kalium und Kalzium mit einem geringeren Erkrankungsrisiko für T2DM in Verbindung gebracht. In Studien konnte hierunter außerdem

eine erhöhte Insulinsensitivität gezeigt werden. Nicht auszuschließen ist dabei jedoch der förderliche Einfluss einer gesteigerten Magnesiumaufnahme, welche häufig mit der Zufuhr von Kalzium einhergeht.

Daneben hat sich in Untersuchungen gezeigt, dass durch das Zusammenspiel von Kalzium und Vitamin D das Risiko für T2DM reduziert und Insulinspiegel sowie der HbA_{1c}-Wert gesenkt werden können. Insgesamt ist die Evidenz unzureichend für eindeutige Empfehlungen zur Aufnahme der genannten Mineralstoffe [6][8].

Vitamin D

Für die Aktivierung der Kalziumkanäle der pankreatischen Betazellen wird Vitamin D benötigt. Ein Mangel des Vitamins kann mit einer unzureichenden Kalziumresorption einhergehen und folglich zu einem Kalziummangel führen, mit nachfolgenden Störungen bei der Stimulierung der Insulinsekretion [21]. Daneben nimmt Vitamin D unter anderem Einfluss auf die Immunantwort und kann systemische Entzündungsreaktionen vermindern. In Beobachtungsstudien war ein positiver Zusammenhang zwischen einem Vitamin-D-Mangel und dem Auftreten sowie Vorranschreiten makrovaskulärer Ereignisse feststellbar [22].

Vitamin D nimmt zudem Einfluss auf die Insulinsensitivität, etwa über die Aktivierung des Peroxisom-Proliferator-aktivierten Rezeptors (PPAR) [21]. Metaanalysen zeigen, dass mit der oralen Supplementierung von Vitamin D bei Patienten mit Typ-2-Diabetes eine Verbesserung der Insulinresistenz sowie des HbA_{1c}-Spiegels erreicht werden konnte, während Nüchternglukosewerte unbeeinflusst blieben. Dabei erscheint eine kurzfristige Vitamin-D-Einnahme mit hoher Dosierung am gewinnbringendsten. Andere Studien konnten zu keinen signifikanten Ergebnissen gelangen, sodass evidenzbasierte Empfehlungen fehlen [21][22]. Zwar sehen Hu et al. in der Vitamin-D-Einnahme in Kombination mit anderen Behandlungsmaßnahmen einen möglichen therapeutischen Nutzen [21], dennoch besteht bislang keine Empfehlung zur Supplementierung.

Vitamin B₁₂

Metformin gilt als das zu bevorzugende orale Antidiabetikum, das nach der Modifizierung von Ernährung und Bewegung als nächster Therapieschritt bei der Behandlung des T2DM infrage kommt [1]. Mit der Metformineinnahme geht häufig ein Vitamin-B₁₂-Mangel einher. Dabei konnte mittels einer Metaanalyse eine positive Korrelation zwischen der eingenommenen Dosis und dem Ausmaß des Vitaminmangels nachgewiesen werden [23][24].

Nach der Bindung des Vitamin B₁₂ an den intrinsischen Faktor kann der Komplex im terminalen Ileum resorbiert werden. Dabei ist eine kalziumabhängige Bindung an den ilealen Cubilinrezeptor nötig. Mit der Metformin-



Regelmäßige Kontrollen empfohlen: Patienten mit Typ-2-Diabetes sollten unter einer Therapie mit Metformin eventuell Vitamin B₁₂ supplementieren. Foto: bit24/Adobe Stock

einnahme wird die Darmschleimhaut positiv geladen und Kalziumkationen werden abgestoßen. Dies behindert die Bindung an den Cubilinrezeptor und es kommt zur Malabsorption [23].

Merke

Bei Dauermedikation mit Metformin sollte eine regelmäßige Kontrolle der Vitamin-B₁₂-Spiegel durchgeführt werden und bei bestehendem Mangel ein Ausgleich stattfinden [24].

Vitamin E, A und C

Vitamin E und C sowie β -Carotin werden in Verbindung mit Wirkungen zur Verbesserung der Immunfunktion gebracht [2]. Aufgrund von erhöhtem oxidativem Stress bei Diabetes mellitus, im Besonderen bei schlecht eingestellter Stoffwechsellage, stellt sich die Frage, inwiefern eine gesteigerte Zufuhr von Antioxidanzien sich vorteilhaft auswirken kann [20].

Wenngleich eine langfristige Supplementierung von Vitamin E und C die Glykierung von Hämoglobin zu verringern scheint [25], besteht ebenso das Risiko für negative Folgen durch die Supplementierung mit Antioxidanzien. Insgesamt scheint der Nutzen bezüglich des Glukosestoffwechsels eingeschränkt und eine Supplementierung kann nicht empfohlen werden [6][17].

Schlussfolgerungen

Die Entstehung und der Verlauf des Typ-2-Diabetes mellitus beschreiben einen vielschichtigen Krankheitsprozess aus einem Komplex verschiedener Ursachen sowie Neben-

und Folgeerkrankungen mit Auswirkungen auf eine individuelle Erkrankungssituation [13].

Der Glukosestoffwechsel wird durch eine Vielzahl physiologischer Prozesse gesteuert [13], an denen in unterschiedlicher Weise Mikronährstoffe beteiligt sind. Ein Ungleichgewicht von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen kann zusätzlich zu Störungen der Stoffwechselfunktionen führen und die adäquate Therapie des T2DM weiter erschweren sowie Komplikationen verursachen. Dabei nimmt auch der Erkrankungszustand selbst, mit Hyperglykämie und -insulinämie, Einfluss auf Plasmakonzentrationen von Mikronährstoffen [9].

Folglich besteht ein begründeter Verdacht, wonach mittels einer ausreichenden Versorgung mit Mikronährstoffen therapeutische Vorteile erzielt und Risiken für Folgekomplikationen reduziert werden können. Dabei sollte die individuelle Ernährungsweise den Bedarf an Vitaminen, Mineralstoffen sowie Spurenelementen decken, weshalb die Lebensmittelauswahl entsprechend modifiziert werden sollte [6]. Darüber hinaus ist es möglich, den individuellen Versorgungsstatus mit Mikronährstoffen über Blut- und Urinalysen zu bestimmen und Ableitungen zu treffen, ob ein Mangel vorliegt, welcher durch Supplemente ausgeglichen werden sollte [26].

Die Vorteile von Mikronährstoffergänzungen über Supplemente sind derzeit über Studien nicht ausreichend abgesichert [17]. Studien, die Auswirkungen der Nährstoffaufnahme überprüfen, haben im Vergleich zu Medikamentenwirkungen häufig nur einen geringen messbaren Effekt und unterliegen erheblichen Einflüssen auf das Messergebnis [7]. Dabei sind untersuchte Stichproben teilweise

auch dem Einfluss der Basistherapie sowie oraler Antidiabetika unterworfen, was die Ergebnisinterpretation weiter erschwert [7].

Es besteht weiterer Forschungsbedarf, um komplexe Wirkweisen einzelner Mikronährstoffe, aber auch deren Wechselbeziehungen weiter zu erforschen und um zu evidenzbasierten Empfehlungen zu gelangen.

Werden zukünftig Supplementierungen von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen durch eindeutige Forschungsergebnisse empfehlenswert, hätte dies deutliche Auswirkungen auf die Therapie des Typ-2-Diabetes [2].

Bedeutsam ist stets die Berücksichtigung der individuellen Gesamtsituation, sodass sich etwa bei einer fortgeschrittenen Nephropathie auch die Zufuhrempfehlung für Natrium, Kalium, Phosphat, aber auch Kalzium ändert [1]. Daneben ist die Einnahme von Nährstoffsupplementen für einige Patientengruppen mit T2DM bereits empfehlenswert, wozu Immunsupprimierte, Schwangere, Stillende oder geriatrische Menschen zählen [6][17].

Da T2DM häufig im Zuge des metabolischen Syndroms mit Adipositas, Hypertonie und Dyslipidämie auftritt, ist eine Veränderung des Lebensstils hinsichtlich einer ausgewogenen Ernährung und gesteigerter körperlicher Aktivität mit vielerlei Vorteilen verbunden [13]. Durch damit einhergehende Veränderungen kann bereits eine Modifikation der Mikronährstoffaufnahme erreicht werden. Ursächlich für das metabolische Syndrom kann unter anderem eine Überernährung mit energiedichten Nahrungsmitteln sein, die häufig viel Fett und niedermolekulare Kohlenhydrate enthalten. Werden solche Lebensmittel gegen eine abwechslungsreiche Speisenauswahl aus allen Lebensmittelgruppen mit viel Gemüse, Obst und Vollkornprodukten ersetzt, kann neben einer geringeren Energiezufuhr gleichzeitig die Mikronährstoffaufnahme verbessert werden. Dies lässt sich beispielsweise mit einer energiereduzierten Mischkost oder aber der Mittelmeerdiät erreichen. Bei einer Ernährungsanpassung, welche die Energiezufuhr auf weniger als 1200 kcal pro Tag einschränkt, ist eine ausreichende Versorgung mit Mikronährstoffen jedoch nicht gegeben [19]. Höfler und Sprengart weisen zudem darauf hin, dass bei Adipösen oftmals ein Mikronährstoffmangel vorliegt und eine Supplementierung dennoch nur bei stark ausgeprägten Mängeln oder einseitiger Ernährungsweise erfolgen sollte [19]. Ebenso wird die Aufnahme von Mikronährstoffen über Nahrungsergänzungsmittel bei Menschen mit Diabetes ohne zugrunde liegenden Mangel nicht empfohlen [17].

Interessenkonflikt

Die Autorin erklärt, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorin



Ute Fiederling

Ute Fiederling, Jahrgang 1994, ist Angestellte der Diabetesberatung in der Diabetes-Klinik Bad Mergentheim. Mit der Ausbildung zur Diätassistentin an der Berufsfachschule für Diätassistenten am Uniklinikum Würzburg belegte sie den dualen Studiengang Diätetik an der Hochschule Fulda. Schon während der Ausbildung lag das Interesse verstärkt auf dem Krankheitsbild Diabetes mellitus. Nach erfolgreichem Abschluss arbeitete sie zunächst bei den Neckar-Odenwald-Kliniken in Mosbach, seit Februar 2019 ist sie in der Diabetes-Klinik Bad Mergentheim tätig.

Korrespondenzadresse

Ute Fiederling

Diabetes-Klinik Bad Mergentheim
Theodor-Klotzbücher-Straße 12
97980 Bad Mergentheim
E-Mail: diabetesberater@diabetes-zentrum.de

Literatur

- [1] Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2014). Nationale VersorgungsLeitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes – Langfassung, 1. Auflage. Version 4. 2013, zuletzt geändert: November 2014. Im Internet: www.dm-therapie.versorgungsleitlinien.de; zuletzt eingesehen am 14.10.2019
- [2] Gariballa S, Afandi B, Haltem MA et al. Effect of antioxidants and B-group vitamins on risk of infections in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nutrients* 2013; 5: 711–724
- [3] Adulcikas J, Sonda S, Norouzi S et al. Targeting the zinc transporter ZIP7 in the treatment of insulin resistance and type 2 diabetes. *Nutrients* 2019; 11: E408
- [4] Weser G. Ernährungsmedizin bei Typ-2-Diabetes – die aktuelle Studienlage. Weit mehr als eine Versorgung des Körpers mit Nährstoffen. *Diabetes Aktuell* 2015; 13: 27–30
- [5] Schneider A. Mangelernährung bei Adipositas. *Epidemiologie, Diagnostik und Therapie. Aktuelle Ernährungsmed* 2008; 33: 280–283
- [6] Schindler K, Ludvik B. Ernährungsempfehlungen bei Diabetes mellitus. Österreichische Diabetes Gesellschaft, Hrsg. Diabetes mellitus – Anleitungen für die Praxis. Überarbeitete und erweiterte Fassung 2012. Wien: Klin Wochenschr 2012; 124 (Suppl 2): 79–83
- [7] Costello RB, Dwyer JT, Bailey RL. Chromium supplements for glycemic control in type 2 diabetes: limited evidence of effectiveness. *Nutrition Reviews* 2016; 74: 455–468
- [8] Brandão-Lima PN, Barbosa de Carvalho G, Fonseca Santos RK et al. Intakes of zinc, potassium, calcium, and magnesium of individuals with type 2 diabetes mellitus and the relationship with glycemic control. *Nutrients* 2018; 10: 1948
- [9] Sobczak AIS, Stefanowicz F, Pitt SJ et al. Total plasma magnesium, zinc, copper and selenium concentrations in type-I and type-II diabetes. *Biometals* 2019; 32: 123–138

- [10] Yin RV, Phung OJ. Effect of chromium supplementation on glycated hemoglobin and fasting plasma glucose in patients with diabetes mellitus. *Nutrition Journal* 2015; 14: 14
- [11] Kohler LN, Foote J, Kelley CP et al. Selenium and type 2 diabetes: Systematic review. *Nutrients* 2018; 10: 1924
- [12] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). Selen. Schätzwerte für eine an-gemessene Zufuhr. Im Internet: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/selen/>; zuletzt eingesehen am 13.10.2019
- [13] Kasper H, Burghardt W. Ernährungsmedizin und Diätetik. 12. Aufl. München: Urban & Fischer; 2014: 75ff., 304ff.
- [14] Soliman AT, De Sanctis V, Yassin M, Soliman N. Iron deficiency anemia and glucose metabolism. *Acta Biomed* 2017; 88: 112–118
- [15] Christy AL, Manjrekar PA, Babu RP et al. Influence of iron deficiency anemia on hemoglobin A1C levels in diabetic individuals with controlled plasma glucose levels. *Iranian Biomed J* 2014; 18: 88–93
- [16] Zhou Q, Guo W, Jia Y, Xu J. Comparison of chromium and iron distribution in serum and urine among healthy people and prediabetes and diabetes patients. *BioMed Research Int* 2019 (3801639): 1–8
- [17] Evert AB, Boucher JL, Cypress M et al. Nutrition Therapy Recommendations for the Management of Adults With Diabetes. *Diabetes Care* 2014; 37: S120–S143
- [18] Micha R, Peñalvo JL, Cudhea F et al. Association between dietary factors and mortality from heart disease, stroke, and type 2 diabetes in the United States. *JAMA* 2017; 317: 912–924
- [19] Höfler E, Sprengart P. *Praktische Diätetik. Grundlagen, Ziele und Umsetzung der Ernährungstherapie*. 2. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2018: 344ff., 366, 427ff., 592ff
- [20] Barbagallo M, Dominguez LJ. Magnesium and type 2 diabetes. *World J Diabetes* 2015; 6: 1152–1157
- [21] Hu Z, Chern J, Sun X et al. Efficacy of vitamin D supplementation on glycemic control in type 2 diabetes patients. A meta-analysis of interventional studies. *Medicine* 2019; 98: 1–7
- [22] Li X, Liu Y, Zheng Y et al. The effect of vitamin D supplementation on glycemic control in type 2 diabetes patients: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 2018; 10: 375
- [23] Ahmed MA. Metformin and vitamin B₁₂ deficiency: Where do we stand? *J Pharm Pharm Sci* 2016; 19: 382–398
- [24] Hasan NU, Makki MU, Abid I, Abid Butt MUR. Association of vitamin B₁₂ deficiency with intake of oral met-formin in diabetic patients. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2019; 31: 72–75
- [25] Roden M. Diabetes mellitus – Definition, Klassifikation und Diagnose. In: Österreichische Diabetes Gesellschaft, Hrsg. *Diabetes mellitus – Anleitungen für die Praxis*. Überarbeitete und erweiterte Fassung 2012. Wien: Klin Wochenschr 2012; 124 (Suppl 2): 1–3
- [26] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (2012). Deutschland ist kein Vitaminmangelland. Im Internet: <https://www.dge.de/uploads/media/DGE-Presse-meldung-AdW-02-2012-Stellungnahme-Vitaminversorgung.pdf>, zuletzt eingesehen am 20.10.2019