

nutrition-press

Fachzeitschrift für Mikronährstoffe

Deutschland – ein Volk von Kranken?



Mit Nahrungsergänzungsmitteln können Sie *gesund älter werden!*





Coenzym Q10

Das vielseitige Power-Vitaminoid

Die vitaminähnliche Substanz Coenzym Q10 (CoQ10), deren endogene Synthese mit zunehmendem Alter erheblich nachlässt, fungiert nicht nur als Antioxidans, sondern ist als Protonen- und Elektronenüberträger Bestandteil der mitochondrialen Atmungskette und somit an der Energiegewinnung beteiligt. Die höchsten Konzentrationen an CoQ10 finden sich in Organen mit hohem Energiebedarf wie Herz, Gehirn, Leber und Lunge.

Wegen seines hohen Stellenwertes bei der Energieproduktion kann ein CoQ10-Defizit Erschöpfung verursachen. Bei jeder unklaren Erschöpfung sollte deshalb der CoQ10-Spiegel bestimmt werden. Die folgenden Erkrankungen können durch einen CoQ10-Mangel häufiger vorkommen oder sich schneller verschlimmern: Mitochondriale Dysfunktion mit Erschöpfung/Burnout, Hautalterung, Arteriosklerose, Herzinsuffizienz, Hypertonie, Krebs, Migräne, Morbus Parkinson und Parodontose. Auch eine Abnahme der sportlichen Leistung wird mit einem CoQ10-Defizit in Verbindung gebracht. Bei Diabetes mellitus scheint sich die Glukosetoleranz durch CoQ10 zu verbessern und bei männlichen Fertilitätsstörungen ist eine Verbesserung der Spermienqualität möglich ⁽¹⁾.

Während und nach schweren Krankheiten sind Mikronährstoffe für die Mitochondrien wie z. B. CoenzymQ10 wichtig. Denn bei schweren Erkrankungen kommt es häufiger zu einer verminderten ATP-Produktion bzw. zu einer mitochondrialen Dysfunktion. Neben dem Energiestoffwechsel spielen die Mitochondrien eine bedeutende Rolle bei den Zellsignalen, der zellulären Differenzierung, dem Zelltod sowie bei der Kontrolle des Zellzyklus und Zellwachstums. Eine ausreichende Versorgung mit bestimmten Mikronährstoffen, zu denen auch CoQ10 gehört, ist für optimale mitochondriale Funktionen unerlässlich, da sie als Co-Faktoren und/oder Antioxidantien eine entscheidende Rolle im Energiestoffwechsel und in der ATP-Produktion spielen. Beide Funktionen sind miteinander verknüpft, da Antioxidantien Schäden an Enzymen verhindern können, die am Energiestoffwechsel beteiligt sind und dadurch die reduzierte Energieproduktion limitieren. CoQ10 wird zur Verbesserung der Funktionen der Elektronenübertragung empfohlen ⁽²⁾.

CoQ10 und Glaukom

Die mitochondriale Funktion ist zudem mit zahlreichen Aspekten der Augengesundheit eng verknüpft. Ursächlich für mitochondriale Dysfunktionen scheint ein Ungleichgewicht zwischen der Bildung von Energie und der Menge an freien Radikalen zu sein. Dadurch kommt es neben einem Energiemangel zu einer erhöhten oxidativen Belastung der betroffenen Augengewebe mit der Folge einer Vielzahl an ophthalmologischen Beeinträchtigungen. Dabei wird zwischen primären und sekundären mitochondrialen Augenerkrankungen unterschieden. Primäre mitochondriale Erkrankungen wie z. B. die Leber-sche hereditäre Optikusatrophie (LHON), die Retinitis pigmentosa und die chronisch progressive externe Ophthalmoplegie sind die Folge von direkten Schädigungen der mitochondrialen Funktion durch defekte Gene auf der

mitochondrialen DNA (mtDNA) oder auf der nukleären DNA (nDNA). Demgegenüber sind sekundäre mitochondriale Dysfunktionen vor allem auf Umwelteinflüsse zurückzuführen. In jüngster Zeit häufen sich Hinweise darauf, dass auch mitochondriale Dysfunktionen bei vielen häufig auftretenden Augenerkrankungen wie dem Glaukom, dem „Trockenen Auge“, der diabetischen Retinopathie, der Katarakt und der altersabhängigen Makuladegeneration (AMD) eine wichtige Rolle spielen. CoQ10 gilt als mögliche Therapieoption beim Glaukom ⁽³⁾.

CoQ10 und Influenza

Forscher aus den USA und Dänemark haben in ihrer randomisierten, klinischen Studie festgestellt, dass Patienten mit akuter Influenza-Infektion (n=50), im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen (n=29), signifikant geringere CoQ10-Spiegel im Serum aufwiesen und dass diese Werte signifikant, wenn auch schwach, mit einigen Entzündungsmarkern korrelierten. Die Daten stammten aus drei Grippe-saisons ⁽⁴⁾.



CoQ10 und Fertilität

CoQ10 wird sogar in der aktuellen Leitlinie „Diagnostik und Therapie vor einer assistierten reproduktionsmedizinischen Behandlung“ (Stand Februar 2019) neben anderen Mikronährstoffen wie Folsäure, den Vitaminen C, D und E sowie Omega-3-Fettsäuren erwähnt. Denn Eizellen haben die meisten Mitochondrien und mitochondriale DNA. Der Nutzen einer CoQ10-Vorbehandlung zeigte sich in einem prospektiven Ansatz in einem asiatischen Kollektiv junger Frauen (< 35 LJ) mit anamnestisch schlechtem Ansprechen anhand der POSEIDON-Kriterien, die zur Differenzierung der Erfolgsquote einer IVF/ICSI-Therapie

dienen. Insgesamt 76 Patientinnen nahmen vor der Stimulation dreimal täglich über einen Zeitraum von 60 Tagen im off-label use 200 mg CoQ10 ein. Dadurch verdoppelte sich die Anzahl gewonnener Eizellen bei der Punktion, und die Fertilisationsrate sowie die Anzahl an Embryonen guter Qualität stiegen an⁽⁵⁾.

In einer iranisch-australischen, randomisierten, doppelblinden, Placebo-kontrollierten, klinischen Studie mit 86 Frauen, die unter dem polyzystischem Ovarialsyndrom (PCOS) litten, nahmen die Probandinnen über einen Zeitraum von 8 Wochen entweder CoQ10 oder Vitamin E oder eine Kombination aus CoQ10 und Vitamin E oder ein Placebo ein. Die alleinige Supplementierung mit CoQ10 oder in Kombination mit Vitamin E hatte, verglichen mit Placebo, signifikante Effekte auf die Nüchternblutzuckerwerte (FBS). Die Wirkung von Vitamin E auf die FBS-Spiegel war nicht signifikant. Eine signifikante Reduktion der Insulinresistenz (HOMA-IR) wurde in der CoQ10- und in der Kombinationsgruppe beobachtet. CoQ10, Vitamin E und die Co-Supplementierung reduzierten die Gesamt-Testosteron-Level im Serum, verglichen mit der Placebogruppe. CoQ10 in Verbindung mit Vitamin E verbesserte signifikant die SHBG-Konzentrationen, im Vergleich zu den anderen Gruppen⁽⁶⁾. Das Sexualhormon-bindende Globulin (SHBG) ist ein Transportprotein für Sexualhormone, insbesondere für Testosteron und Östradiol.

Ist sowohl die Anzahl der Spermien als auch deren Beweglichkeit eingeschränkt, liegt eine Oligoasthenozoospermie vor. Ist das DNA-Molekül durch eine hohe Anzahl von Bruchstellen (Fragmentation) geschädigt, kann trotz guter Spermienanzahl eine Schwangerschaft ausbleiben oder gehäuft Fehlgeburten auftreten. Eine hohe DNA-Fragmentation kann eine ausbleibende Schwangerschaft erklären, die Befruchtungsrate beeinträchtigen oder zu einer gestörten Embryoentwicklung führen, meistens an Tag 3. Oxidativer Stress ist die Hauptursache für die Schädigung des Erbgutes.

In einer Fall-Kontroll-Studie mit 65 infertilen Männern, die unter idiopathischer Oligoasthenozoospermie (OA) litten und 40 fertilen Kontrollpersonen, nahmen die Betroffenen über einen Zeitraum von 3 Monaten, täglich 200 mg CoQ10 ein. Dadurch verbesserten sich bei ihnen die Spermienkonzentration, die progressive Beweglichkeit der Samenzellen, deren Gesamtmotilität, die CoQ10-Werte in der Samenflüssigkeit, die TAC (totale antioxidative Kapazität)- und GPx (Glutathionperoxidase)-Werte. Ferner reduzierten sich bei den Patienten die ROS (reaktive Sauerstoffspezies)-Level und der Prozentsatz der DNA-Fragmentierung der Spermien (SDF), im Vergleich zu den Ausgangswerten. Die CoQ10-Spiegel korrelierten ebenfalls positiv mit der Spermienkonzentration, während es eine negative Korrelation zwischen der SDF und der Beweglichkeit der Spermien gab. Fazit: Eine dreimonatige Supplementierung mit CoQ10 konnte die Spermien-Parameter,



die Marker für oxidativen Stress und die SDF bei infertilen Männern mit OA verbessern⁽⁷⁾.

Der Stellenwert von CoQ10 für Sportler

Laut einer taiwanesischen Querschnittsstudie können gut trainierte Athleten unter einem marginalen CoQ10-Mangel leiden, der sich negativ auf die glykämische Kontrolle und die antioxidative Kapazität auswirkt. Weitere Interventionsstudien sind nötig, um die adäquate CoQ10-Dosis für eine Supplementierung bei Athleten abzuklären, die notwendig ist, um deren CoQ10-Status und deren sportliche Leistung oder Erholung zu optimieren. An der Studie nahmen 43 College-Athleten und 25 gesunde Kontrollpersonen teil⁽⁸⁾.

In einer russischen Studie mit 30 Juniorsportlern im Alter zwischen 14 bis 18 Jahren (9 Mädchen und 21 Jungen) wurden diese in 3 Gruppen mit jeweils 10 Personen eingeteilt. Probanden der ersten und zweiten Gruppe nahmen täglich über einen Zeitraum von 4 Wochen ergänzend zur Basisernährung, entweder L-Carnitin (600 mg/d) oder CoQ10 (60 mg/d) ein. Die Teilnehmer in der dritten Gruppe erhielten nur die Basisernährung. Es zeigte sich ein positiver Effekt von L-Carnitin auf den Hämoglobingehalt der Erythrozyten. Bei den Athleten aus den beiden ersten Gruppen hatte zudem der relative Gehalt an basophilen Leukozyten am Ende der Beobachtungsperiode statistisch signifikant zugenommen, was auf eine erhöhte Allergieresistenz des Körpers hinweist. Biomarker für den immunotropen Effekt von L-Carnitin und CoQ10 waren eine Abnahme der Expression des apoptotischen Markers CD95/Fas auf den peripheren Blutlymphozyten und eine Suppression der Produktion pro-inflammatorischer Zytokine, die durch Th1-Lymphozyten synthetisiert werden. Eine Evidenzgrundlage für die Wirksamkeit von L-Carnitin und CoQ10 bei der Ernährung von Sportlern, um deren Immunstörungen und Anpassungsvermögen zu verbessern, wurde somit geliefert⁽⁹⁾.

Metabolisches Syndrom Statine bei Fettstoffwechselstörungen

Die Therapie mit Statinen führt zu einer beachtlichen Verminderung von CoQ10, wodurch die Energieversorgung

der Nerven beeinträchtigt wird. Die Inzidenz an Polyneuropathie war hoch mit Atorvastatin (65 Prozent), das lipophil ist und relativ gering mit Fluvastatin (54 Prozent), das als hydrophil gilt. Irakische Forscher schlussfolgern aus ihrer Arbeit, dass eine Langzeittherapie mit Statinen, hauptsächlich Atorvastatin und Simvastatin, mit der Entwicklung peripherer Neuropathien verbunden ist ⁽¹⁰⁾.

Meta-Analysen unterstützen zudem den Einsatz von CoQ10 beim Statin-assoziierten Myopathie-Syndrom (SAMS), und die Q-SYMBIO-Studie, eine randomisierte klinische Studie, weist auf eine ergänzende Rolle von CoQ10 (Studienpräparat: Q10 Bio-Qinon Gold[®], Pharma Nord) bei Herzinsuffizienz hin ⁽¹¹⁾.

Typ-2-Diabetes

In einer irakischen Studie mit 54 Typ 2-Diabetikern und 30 gesunden Kontrollpersonen verbesserten sich durch die zusätzliche Einnahme von CoQ10 (300 mg/d) zur Metformin-Therapie (1 g/d) nicht nur die endotheliale Dysfunktion sowie entzündliche Veränderungen bei den Patienten mit Diabetes Typ 2 sondern auch das Stoffwechselprofil. Die Studiendauer betrug 8 Wochen ⁽¹²⁾. Laut einer japanischen Übersichtsarbeit hat CoQ10 in klinischen Studien neben Knoblauch, Fischöl und Probiotika signifikante vorteilhafte Effekte auf den Blutdruck gezeigt ⁽¹³⁾.

Arteriosklerose ist weltweit die häufigste Ursache für den Herztod. Zahlreiche Studien haben ergeben, dass mehr Faktoren als die Anhäufung von Lipiden an arteriellen Schäden auf zellulärer Ebene beteiligt sind und zwar Inflammation, Beeinträchtigung der Autophagie, mitochondriale Dysfunktion und/oder die Überproduktion von freien Radikalen. Ubiquinon oder CoQ10 ist ein multifunktionales Molekül, das theoretisch die meisten der zellulären Veränderungen rückgängig machen könnte, die bei Arteriosklerose gefunden wurden, wie die Störung der Cholesterolsynthese, die beeinträchtigte Autophagie sowie die mitochondriale Dysfunktion und zwar dank seiner Redox- und signalgebenden Eigenschaften, so eine spanische Übersichtsarbeit. Da Arteriosklerose eng mit dem Alterungsprozess verbunden ist, besteht Grund zu der Annahme, dass eine Supplementierung mit CoQ10 für beide Zustände vorteilhaft sein könnte ⁽¹⁴⁾.

Denn während des Alterungsprozesses nehmen die CoQ10-Level in einigen Geweben beim Menschen ab, und eine CoQ10-Supplementierung offenbarte einen Nutzen als Anti-Aging-Mittel, besonders unter bestimmten Bedingungen, die mit erhöhtem oxidativem Stress assoziiert waren. Zudem zeigte CoQ10 therapeutische Vorteile bei altersbedingten Krankheiten, besonders bei kardiovaskulären und metabolischen Erkrankungen ⁽¹⁵⁾.

Systemische Inflammation und oxidativer Stress tragen signifikant zur Entwicklung der koronaren Herzerkrankung bei. Laut einer systematischen Übersichtsarbeit

und Meta-Analyse aus 13 randomisierten, kontrollierten, klinischen Studien, an denen Patienten mit koronaren Herzerkrankungen teilnahmen, erhöhten sich durch eine CoQ10-Supplementierung signifikant die Superoxiddismutase (SOD)- und Katalase (CAT)-Werte, während sich die Malondialdehyd (MDA)- und konjugierte Diene-Spiegel (Lipidperoxidationsprodukte) signifikant reduzierten ⁽¹⁶⁾.

CoQ10 und Selen sind wichtig für die normale Zellfunktion. Gesunde ältere Personen, die diese Substanzen über einen Zeitraum von 4 Jahren in einer schwedischen, doppelblinden, randomisierten, Placebo-kontrollierten, prospektiven Studie einnahmen, zeigten eine reduzierte kardiovaskuläre Mortalität, eine verbesserte kardiale Funktion und geringere Konzentrationen an NT-proBNP. Bei Patienten mit Herzinsuffizienz stellt NT-proBNP einen guten Verlaufparameter für den Therapieerfolg dar. Von dieser Studienpopulation aus 443 gesunden älteren Probanden, die täglich über einen Zeitraum von 4 Jahren entweder 200 µg Selen (SelenoPrecise[®], Pharma Nord) und 200 mg CoQ10 (Q10 Bio-Qinon[®], Pharma Nord) oder ein Placebo einnahmen, wurden jeweils 9 Männer ausgewählt, die entweder Selen plus CoQ10 oder ein Placebo erhielten, um deren Stoffwechselprofil zu untersuchen. Um die Ergebnisse zu bestätigen, wurden zwei Validierungsstudien (Studie 1 mit 60 Männern und Studie 2 mit 37 Männern) durchgeführt. Von 95 identifizierten Metaboliten, hatten sich nach 18 Monaten, 19 in der Interventionsgruppe signifikant reduziert. Signifikante Änderungen zeigten sich u. a. beim Pentosephosphat, Mevalonat, der Beta-Oxidation und der Xanthin-Oxidase-Wege. Die Intervention führte ebenfalls zu Veränderungen im Harnstoffzyklus und erhöhte die Neurotransmittervorläuferspiegel im Gehirn. Dies ergänzt die Information zu vorherigen publizierten Ergebnissen, die über verminderten oxidativen Stress und Entzündungen berichteten ⁽¹⁷⁾.

Randomisierte, kontrollierte, klinische Studien haben gezeigt, dass eine Supplementierung mit CoQ10 oder CoQ10 plus Selen die Sterblichkeit bei Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen oder in der normalen älteren Bevölkerung um circa 50 Prozent reduziert. Ebenso verbesserte eine CoQ10-Supplementierung die glykämische Kontrolle und die vaskuläre Dysfunktion bei Typ 2 Diabetikern sowie die Nierenfunktion bei Patienten mit chronischen Nierenerkrankungen. Zudem reduzierte sie die Leberentzündung bei Patienten mit nicht-alkoholischer Fettlebererkrankung. Die vorteilhafte Rolle von CoQ10 bei den genannten Erkrankungen beruht auf seiner Funktion bei der zellulären Energiegewinnung sowie seiner antioxidativen und antiinflammatorischen Effekte ⁽¹⁸⁾.

Klinische Studien weisen ferner darauf hin, dass durch eine CoQ10-Supplementierung, der Grad der kardiovaskulären Fibrose, dem ältere Menschen ausgesetzt sind, abnehmen kann. Dadurch kann sich die kardiovaskuläre Funktion verbessern und das kardiovaskuläre

Mortalitätsrisiko reduzieren. Obwohl die verantwortlichen Faktoren, die für die antifibrotische Wirkung von CoQ10 relevant sind, noch vollständig aufgeklärt werden müssen, tragen seine antioxidativen und antiinflammatorischen Funktionen vermutlich hauptsächlich zu seiner klinischen Wirksamkeit bei der Behandlung dieser altersbedingten Erkrankung bei ⁽¹⁹⁾.

Das Nahrungsergänzungsmittel Q10 Bio-Qinon Gold® von Pharma Nord enthält pro Kapsel 100 mg CoQ10 in Form von Ubiquinon und 1,4 mg Vitamin B2. Vitamin B2 (Ri-



Autorin

Heike Lück-Knobloch

Heilpraktikerin /
Medizinjournalistin
Am Pohlacker 19
40885 Ratingen
Heike_lueck@gmx.de
www.lueck-knobloch.de



boflavin) trägt u. a. zur Verringerung von Müdigkeit und Ermüdung sowie zu einem normalen Energiestoffwechsel und einer normalen Funktion des Nervensystems bei. Außerdem trägt es dazu bei, die Zellen vor oxidativem Stress zu schützen ⁽²⁰⁾.

Das Präparat ist das Original CoQ10 (Ubichinon) der Q-Symbio-Studie und laut Herstellerangaben das offizielle Referenzprodukt der internationalen Q10-Forschung. Es wurde vom internationalen Coenzym Q10-Verband aufgrund seiner dokumentierten Bioverfügbarkeit und Sicherheit ausgewählt und wird nach GMP-Richtlinien (Good Manufacturing Practice) hergestellt. Neben den GMP-Richtlinien wendet die Firma das HACCP-Konzept (Hazard Analysis and Critical Control Points) an, das auf Gefahrenanalysen und der Überprüfung kritischer Kontrollpunkte bei der Herstellung von Lebensmitteln basiert ⁽²¹⁾. «

Literatur

- (1) Schmiedel, Volker. Nährstofftherapie. Orthomolekulare Medizin in Prävention, Diagnostik und Therapie. 10. Juli 2019. DOI: 10.1055/b-0039-169087, Thieme Verlag, 4. Auflage.
- (2) Wesselink E, Koekkoek W.A.C., Grefte S et al.: Feeding mitochondria: Potential role of nutritional components to improve critical illness convalescence. June 2019, Volume 38, Issue 3, Pages 982–995.
- (3) Erb C, Konieczka K: Mitochondriale Dysfunktion und Bedeutung von Coenzym Q10 beim Glaukom. Klin Monatsbl Augenheilkd 2018; 235(02):157-162.
- (4) Chase M, Cocchi MN, Liu X et al.: Coenzyme q10 in acute influenza. Influenza Other Respir Viruses. 13 (1), 64-70. Jan 2019.
- (5) https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/015-085L_S2k_Diagnostik-Therapie-vor-ART_2019-04.pdf, abgerufen am 14.01.2020.
- (6) Izadi A, Ebrahimi S, Shirazi S et al.: Hormonal and metabolic effects of coenzyme q10 and/or vitamin E in patients with polycystic ovary syndrome. J Clin Endocrinol Metab, 104 (2), 319-327. 2019 Feb 1.
- (7) Alahmar AT, Calogero AE, Sengupta P et al.: Coenzyme Q10 improves sperm parameters, oxidative stress markers and sperm DNA fragmentation in infertile patients with idiopathic oligoasthenozoospermia. World J Mens Health. DOI: 10.5534/wjmh.190145. 2020 Jan 20.
- (8) Ho C-C, Tseng C-Y, Chen H-W et al.: Coenzyme Q10 status, glucose parameters, and antioxidative capacity in college athletes. J Int Soc Sports Nutr. 17 (1), 5. 2020 Jan 10.
- (9) Trushina EN, Vybornov VD, Riger NA et al.: Immunomodulating effects of using L-carnitine and coenzyme q10 in the nutrition of junior athletes. Vopr Pitan, 88 (2), 40-49. 2019.
- (10) Al-Kuraishy HM, Al-Gareeb AI, Hussien NR et al.: Statins an often prescribed drug is implicated in peripheral neuropathy: The time to know more. J Pak Med Assoc. 2019 Aug;69(Suppl 3) (8):S108-S112.
- (11) Raizner AE: Coenzyme Q10. Methodist Debaque Cardiovasc J. 2019 Jul-Sep;15(3):185-191.
- (12) Al-Kuraishy HM, Al-Gareeb AI, Shams HA et al.: Endothelial dysfunction and inflammatory biomarkers as a response factor of concurrent coenzyme q10 add-on metformin in patients with type 2 Diabetes mellitus. J Lab Physicians, 11 (4), 317-322. Oct-Dec 2019.
- (13) Matsumoto T: Potential benefits of garlic and other dietary supplements for the management of hypertension. Exp Ther Med, 19 (2), 1479-1484. Feb 2020.
- (14) Suárez-Rivero JM, Pastor-Maldonado CJ, de la Mata M et al.: Atherosclerosis and Coenzyme Q10. Int J Mol Sci. 2019 Oct 20;20(20). doi: 10.3390/ijms20205195.
- (15) Díaz-Casado ME, Quiles JL, Barriocanal-Casado E et al.: The paradox of coenzyme Q10 in aging. Nutrients. 2019 Sep 14;11(9). doi: 10.3390/nu11092221.
- (16) Jorat MV, Tabrizi R, Kolahdooz F et al.: The effects of coenzyme q10 supplementation on biomarkers of inflammation and oxidative stress in among coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Inflammopharmacology, 27 (2), 233-248). Apr 2019.
- (17) Alehagen U, Johansson P, Aaseth J et al.: Significant changes in metabolic profiles after intervention with selenium and coenzyme q10 in an elderly population. Biomolecules. 2019 Sep 30;9(10). doi: 10.3390/biom9100553.
- (18) Mantle D, Hargreaves I: Coenzyme Q10 and degenerative disorders affecting longevity: An overview. Antioxidants (Basel), 8 (2). 2019 Feb 16.
- (19) Hargreaves IP, Mantle D: Coenzyme Q10 Supplementation in fibrosis and aging. Adv Exp Med Biol. 1178, 103-112. 2019.
- (20) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1454323459180&uri=CELEX:32012R0432>, abgerufen am 03.02.2020.
- (21) <https://www.pharmanord.de/produkte/q10-qinon-gold>, abgerufen am 03.02.2020.

Fotos: alfaolga – stock.adobe.com (S. 58), alex.pin – stock.adobe.com (S. 59),
Fotos: zakalinka – stock.adobe.com (S. 60), Rawpixel.com – stock.adobe.com (S. 61)