



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Einfluss von Supplementen auf den Status ausgewählter Vitamine
und Mineralstoffe burgenländischer Senioren

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Anna Brandtner
Matrikel-Nummer:	0404635
Studienrichtung:	Ernährungswissenschaften
Betreuer:	o. Univ.-Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa

Wien, im Mai 2009

DANKSAGUNG

Zunächst bedanke ich mich bei Herrn o. Univ.-Prof. Dr. I. Elmadfa für die Bereitstellung des Themas sowie die Betreuung meiner Diplomarbeit.

Ein großes Dankeschön gilt Frau Dr. Elisabeth Fabian für ihre Hilfsbereitschaft und ihrer Unterstützung in fachlichen Belangen.

Besonderer Dank gilt meinem Mann und meinen Eltern, die mir während des Studiums unterstützend zur Seite standen.

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	IV
TABELLENVERZEICHNIS.....	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	VII
1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG.....	1
2. LITERATURÜBERBLICK	3
2.1. Theoretische Grundlagen des Alterns	3
2.1.1. Begriffsdefinition – ältere Menschen.....	3
2.1.2. Alternde Gesellschaft – demographische Daten.....	4
2.2. Ernährung im Alter.....	5
2.2.1. Einflüsse auf Nährstoffbedarf und –zufuhr im Alter	5
2.2.1.1. Altersbedingte Veränderungen der Körperzusammensetzung	5
2.2.1.2. Altersbedingte Veränderungen des Energiestoffwechsels	6
2.2.1.3. Altersbedingte Veränderungen des Gastrointestinaltrakts.....	7
2.2.2. Altersbedingte Probleme bei der Nahrungsaufnahme	8
2.2.2.1. Geruchs- und Geschmackssinn.....	8
2.2.2.2. Kau- und Schluckbeschwerden	9
2.2.2.3. Appetit und Sättigung	9
2.2.2.4. Medikamente	10
2.3. Bedeutung ausgewählter Vitamine und Mineralstoffe im Alter.....	12
2.3.1. Vitamin D	12
2.3.2. Vitamin E	14
2.3.3. Vitamin C	17
2.3.4. Vitamin B ₆	19
2.3.5. Cobalamin	20

2.3.6. Folsäure	23
2.3.7. Magnesium	24
2.3.8. Calcium	25
2.3.9. Zink.....	27
2.4. Nahrungsergänzungsmittel.....	30
2.4.1. Begriffsdefinition – Nahrungsergänzungsmittel	30
2.4.2. Daten zur Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln	30
2.4.3. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Multivitamin-Supplementation im Alter	32
2.4.4. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Magnesium-Supplementation im Alter	34
2.4.5. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Supplementation von Calcium, Vitamin D und Vitamin K bei Osteoporose im Alter	35
2.4.6. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Supplementation von sekundären Pflanzenstoffen im Alter.....	37
2.4.6.1. Carotinoide	38
2.4.6.2. Phytosterole	40
2.4.6.3. Phytoöstrogene	42
2.4.7. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer ω -3 Fettsäuren Supplementation im Alter	43
2.4.8. Einfluss einer Supplementation bei Arteriosklerose.....	45
2.4.9. Einfluss einer Supplementation bei Diabetes Typ II	46
3. MATERIAL UND METHODEN	49
3.1. Untersuchtes Kollektiv	49
3.3. Untersuchte Parameter.....	51
3.4. Statistische Auswertung	52
4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	54
4.1. Anzahl und Häufigkeit der Supplementeinnahme.....	54

4.2. Fettlösliche Vitamine	57
4.2.1. Vitamin A und Carotinoide	57
4.2.1.1. Retinol	58
4.2.1.2. β -Carotin.....	60
4.2.2. 25-Hydroxcholecalciferol	63
4.2.3. Vitamin E	67
4.2.4. Vitamin K	70
4.2.5. Gesamtbetrachtung fettlösliche Vitamine	73
4.3. Wasserlösliche Vitamine	74
4.3.1. Vitamin B ₁	74
4.3.1.1. Vitamin B ₁ im Plasma	75
4.3.1.2. Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Transketolase (Thiaminpyrophosphat/ TPP-Effekt).....	77
4.3.2. Vitamin B ₂	80
4.3.2.1. Flavinadenindinucleotid (FAD)- Konzentration im Plasma.....	81
4.3.2.2. Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutathion-Reduktase (FAD- Effekt).....	84
4.3.3. Vitamin B ₆	87
4.3.3.1. Vitamin B ₆ (Pyridoxal-5-Phosphat) im Plasma.....	88
4.3.3.2. Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat- Transaminase (α -EGOT)	90
4.3.4. Folsäure.....	93
4.3.5. Vitamin B ₁₂	97
4.3.6. Vitamin C	100
4.3.7. Gesamtbetrachtung wasserlösliche Vitamine	104
4.4. Mineralstoffe.....	105
4.4.1. Zink.....	105
4.4.2. Selen	108
4.4.3. Eisen.....	111
4.4.4. Magnesium	114
4.4.5. Calcium.....	117

4.4.6. Gesamtbetrachtung	120
5. SCHLUSSBETRACHTUNG	122
6. ZUSAMMENFASSUNG	128
7. SUMMARY	130
8. LITERATURVERZEICHNIS	132
9. ANHANG	151

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb.1: Entwicklung der österreichischen Bevölkerungsstruktur zwischen 1917 und 2007 [STATISTIK AUSTRIA, 2008]	5
Abb.2: Chemische Struktur von 25-Hydroxycholecalciferol	12
Abb.3: Chemische Struktur von Tocopherolen und Tocotrienolen	15
Abb.4: Chemische Struktur von Vitamin C	17
Abb.5: Chemische Struktur von Vitamin B6	19
Abb.6: Chemische Struktur von Cyanocobalamin	21
Abb.7: Chemische Struktur der Folsäure (Pteroylglutaminsäure)	23
Abb.8: Chemische Struktur von β -Carotin	38
Abb.9: Chemische Struktur von Stigmasterin, β -Sitosterin und Campesterin ...	41
Abb.10: Chemische Struktur von Linolensäure (a), Eicosapentaensäure (b) und Docosahexaensäure (c)	43
Abb.11: Beurteilung des Vitamin A-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	59
Abb.12: Beurteilung des β -Carotin-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	61
Abb.13: Beurteilung des 25-Hydroxycholecalciferol-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	65
Abb.14: Beurteilung des Vitamin E- Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	68
Abb.15: Beurteilung des Vitamin K-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	72
Abb.16: Beurteilung des Vitamin B ₁ -Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	76
Abb.17: Beurteilung des Vitamin B ₁ -Status (anhand des TPP-Effekts) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	79
Abb.18: Beurteilung des Vitamin B ₂ -Status (anhand der FAD-Plasmakonzentration) der burgenländischen Senioren unter	

Berücksichtigung von Alter und Supplementation	82
Abb.19: Beurteilung des Vitamin B ₂ -Status (anhand des FAD-Effekts) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation.....	85
Abb.20: Beurteilung des Vitamin B ₆ -Status (anhand der Pyridoxal-5-Phosphat- Plasmakonzentration) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	89
Abb.21: Beurteilung des Vitamin B ₆ -Status (anhand des Aktivierungskoeffizienten α -EGOT) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation.....	92
Abb.22: Beurteilung des Folsäure-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	95
Abb.23: Beurteilung des Vitamin B ₁₂ -Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	98
Abb.24: Beurteilung des Vitamin C-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	102
Abb.25: Beurteilung des Zink-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	106
Abb.26: Beurteilung des Selen-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	110
Abb.27: Beurteilung des Eisen-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	113
Abb.28: Beurteilung des Magnesium-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	116
Abb.29: Beurteilung des Calcium-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation	119

TABELLENVERZEICHNIS

Tab.1: Hauptgruppen der sekundären Pflanzenstoffe.....	38
Tab.2: Regionale Verteilung der Probanden.....	50
Tab.3: Charakteristika der Studienteilnehmer.....	50
Tab.4: Altersstruktur der Studienteilnehmer.....	50
Tab.5: Aufstellung und Methodik der analysierten und bewerteten Parameter.....	51
Tab.6: Einnahme von Supplementen.....	54
Tab.7: Supplementenaufnahme getrennt nach Geschlecht und Altersgruppe.....	54
Tab.8: Anzahl der eingenommen Supplemente.....	55
Tab.9: Art der eingenommen Supplemente.....	56
Tab.10: Einnahmehäufigkeit diverser Supplemente.....	56
Tab.11: Plasmakonzentration von Retinol und β -Carotin.....	57
Tab.12: Plasmakonzentration von 25-Hydroxycholecalciferol.....	63
Tab.13: Plasmakonzentrationen von Tocopherol.....	67
Tab.14: Plasmakonzentrationen von Phyllochinon.....	70
Tab.15: Vitamin B ₁ -Statusparameter.....	75
Tab.16: Vitamin B ₂ -Statusparameter.....	81
Tab.17: Vitamin B ₆ -Statusparameter.....	87
Tab.18: Plasmakonzentrationen von Folsäure.....	94
Tab.19: Plasmakonzentrationen von Vitamin B ₁₂	97
Tab.20: Plasmakonzentrationen von Vitamin C.....	100
Tab.21: Plasmakonzentrationen von Zink.....	105
Tab.22: Plasmakonzentrationen von Selen.....	109
Tab.23: Plasmakonzentrationen von Eisen.....	111
Tab.24: Magnesiumausscheidung im Harn.....	114
Tab.25: Calciumausscheidung im Harn.....	117

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Ab.	Abbildung
BMI	Body-Mass-Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d. h.	das heißt
EGOT	erythrozytäre Glutamat- Oxalacetat- Transaminase
EGR	erythrozytäre Glutathion- Reduktase
etc.	et cetera
FAD	Flavinadenindinucleotid
HDL	High Density Lipoprotein
LDL	Low Density Lipoprotein
m	männlich
MW	Mittelwert
n	Anzahl der Probanden
RÄ	Retinoläquivalente
s.	siehe
sd	Standardabweichung
ROS	Reactive Oxygen Species (reaktive Sauerstoffspezies)
Tab.	Tabelle
TPP	Thiamindiphosphat/Thiaminpyrophosphat
usw.	und so weiter
VLDL	Very Low Density Lipoprotein
w	weiblich
z.B.	zum Beispiel

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Nahrungsergänzungsmittel verschiedenster Zusammensetzung gewinnen stetig an Bedeutung, wobei das derzeitige Angebot enorm umfangreich und nahezu unüberschaubar ist. Die Palette an Nahrungsergänzungsmitteln beschränkt sich nicht nur auf Vitamine und Mineralstoffe sondern beinhaltet auch verschiedene Fett- und pharmakologisch wirksame Pflanzenauszüge und diverse Kombinationspräparate [KIEFER et al., 2003].

Als Grund für den Konsum an Supplementen wird häufig sowohl ein steigendes Gesundheitsbewusstsein, als auch die Erwartung einer gesundheitsfördernden Wirkung durch die Einnahme bzw. Zufuhr angesehen. Neben einem potentiellen gesundheitlichen Zusatznutzen, kann die Wirkung von Nahrungsergänzungsmitteln allerdings auch Bedeutung in der Prävention und in der Therapie von Krankheiten wie Osteoporose, Arteriosklerose etc. haben.

Der tatsächliche positive Effekt einer regelmäßigen Supplementation wird zum Teil kontrovers diskutiert. Eine Vielzahl von Studien untersuchten bereits die Effekte von gezielter Nahrungsergänzungsmittelaufnahme beim Menschen, kamen aber in Hinblick auf den Nutzen der Einnahme zu unterschiedlichsten Resultaten.

Eine gezielte Supplementation kann für bestimmte Personengruppen, wie ältere Menschen, bei denen eine ausreichende Nährstoffversorgung über die normale Nahrung aufgrund physiologischer Veränderungen, altersbedingter Probleme bei der Nahrungsaufnahme usw. vielfach nicht mehr gegeben ist, allerdings durchaus mit positiven Einflüssen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden verbunden sein [KIEFER et al., 2003].

Die vorliegende Auswertung stellt einen Teil der Untersuchung zum Ernährungsstatus von zu Hause lebenden, sich selbständig versorgenden burgenländischen Senioren (70+) dar, welche vom Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien in Zusammenarbeit mit der

burgenländischen Landesregierung durchgeführt wurde.

In dieser Arbeit sollen Art und Häufigkeit von verwendeten Supplementen und deren Einfluss auf den Status ausgewählter Vitamine und Mineralstoffe bei älteren Menschen ab dem 70. Lebensjahr aus ernährungsphysiologischer Sicht betrachtet und bewertet werden.

2. LITERATURÜBERBLICK

2.1. Theoretische Grundlagen des Alterns

2.1.1. Begriffsdefinition – ältere Menschen

Unter alten Menschen versteht man jene, die im Verhältnis zur durchschnittlichen Lebenserwartung ein fortgeschrittenes Alter aufweisen und sich eindeutig jenseits der statistisch errechneten Lebensmitte befinden, also Personen, die das 60. oder 65. Lebensjahr vollendet haben. Laut WHO gelten all jene Personen als alt, die 60 Jahre und älter sind [WHO, 2002], andere Stellen bezeichnen Menschen erst ab dem 65. Lebensjahr als alt [ORIMO et al., 2006].

Da die Lebenserwartung stetig ansteigt, ist die Spanne des Alterns im Sinne von „Altsein“ heute so groß wie nie zuvor. Deshalb ist es angebracht, eine Unterteilung dieser langen Lebensphase in verschiedene Altersgruppen vorzunehmen. Dazu finden sich verschiedene Ansätze:

Die Personengruppe der älteren Menschen kann beispielsweise in die Gruppe der „jungen Alten“ (65-74 Jahre) und „älteren Alten“ (≥75 Jahre) unterteilt werden [ORIMO et al., 2006].

Eine andere Möglichkeit der Unterteilung ist jene in „junge Alte“ (ab 60 oder 65-70 Jahre), „Alte“ (70-80 oder 85 Jahre) sowie „ganz Alte“, „Hochbetagte“ oder „Hochaltrige“ (ab 80 oder 85 Jahre). Über 100-Jährige werden oftmals als „Langlebige“ bezeichnet [THIEME, 2008].

Die WHO differenziert zwischen alternden (51-60 Jahre), älteren (61-75 Jahre), alten (76-90 Jahre) und sehr alten/hochbetagten Menschen (91-100 Jahre).

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung des chronologischen Alters ist, zwischen: „jungen Alte“ (40–60 Jahre), „neuen Alte“ (60–75 Jahre), „Alten“ (75–90 Jahre) und „Hochbetagten“ (ab 90 Jahren) zu unterscheiden.

Zusätzlich kann das Alter in der Gerontologie in ein so genanntes drittes und viertes Lebensalter unterteilt werden - so bezieht sich das dritte Alter auf die Lebensspanne zwischen 60 bzw. 65 und 75 bzw. 80 Jahren und das vierte

Lebensalter beginnt ab dem 75. bzw. 80. Lebensjahr [ZIRP, 2003].

Eine klare, einheitliche Definition von Altersmarken gestaltet sich äußerst schwierig, da das „Altern“ ein individueller Prozess ist und Menschen innerhalb einer „Altersklasse“ große Unterschiede in ihrer Lebens- und Gesundheitssituation aufweisen können. Daher muss generell zwischen dem kalendarischen (chronologischen), dem biologischen und dem funktionalen Alter unterschieden werden. Während das kalendarische Alter lediglich die Zeitspanne seit der Geburt benennt, berücksichtigt das biologische Alter auch individuelle physiologische und anatomische Veränderungen des Menschen. Das funktionale Alter beschreibt die Fähigkeit des Individuums, die von seiner Umwelt gestellten Anforderungen zu erfüllen [DROZDOWSKI und THOMSON, 2006].

Aufgrund der ausgeprägten Heterogenität gibt es bislang keine allgemein anerkannte Altersklassifizierung innerhalb der Personengruppe der älteren Menschen.

2.1.2. Alternde Gesellschaft – demographische Daten

In den letzten Jahren nahm der Anteil an älteren Menschen in Österreich deutlich zu, d.h. die demographische Entwicklung des Landes ist von einer kontinuierlich zunehmenden Zahl älterer Menschen und einer Verschiebung der Altersstruktur geprägt. Die Lebenserwartung steigt sowohl bei Männern als auch bei Frauen stetig an. Im Jahr 1998 betrug die Lebenserwartung eines 60-jährigen Mannes noch 19,1 Jahre, im Jahr 2005 waren es schon 20,8 Jahre. Bei Frauen gilt Ähnliches - hier betrug die Lebenserwartung einer 60-Jährigen im Jahr 1998 noch 23,5 Jahre und im Jahr 2005 bereits 24,7 Jahre [STATISTIK AUSTRIA, 2008].

Gemessen an der Gesamtbevölkerung wird der Anteil der über 85-Jährigen im Zeitraum zwischen 2005 und 2010 eine 40%ige Steigerung erreichen.

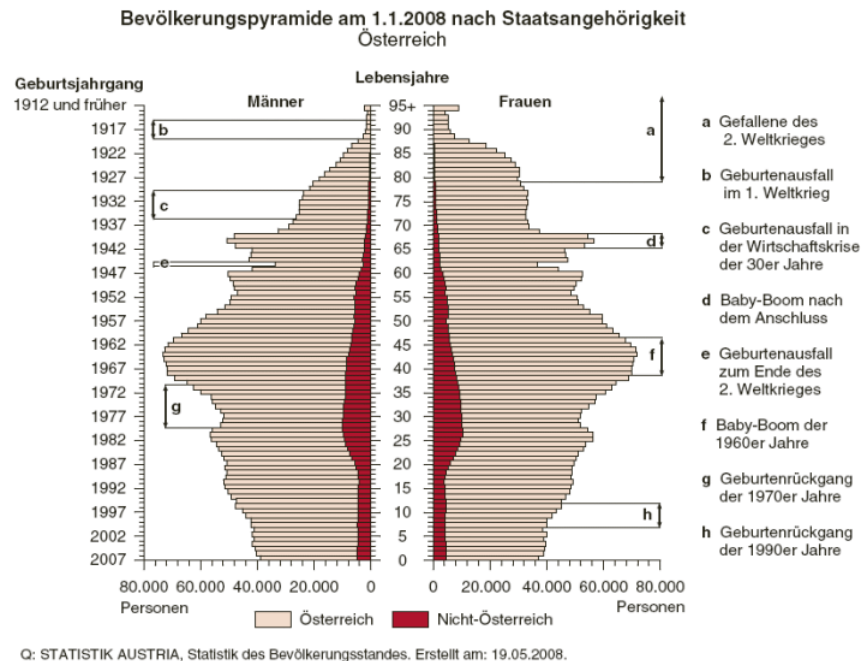


Abb.1: Entwicklung der österreichischen Bevölkerungsstruktur zwischen 1917 und 2007 [STATISTIK AUSTRIA, 2008]

Unter Berücksichtigung der seit 1970 rückläufigen Geburtenrate, kann somit eine drastische Veränderung der Bevölkerungspyramide (weg von der klassischen Pyramidenform hin zu einer Urnenform, Abb.1) festgestellt werden [STATISTIK AUSTRIA, 2008].

2.2. Ernährung im Alter

2.2.1. Einflüsse auf Nährstoffbedarf und -zufuhr im Alter

2.2.1.1. Altersbedingte Veränderungen der Körperzusammensetzung

Im Lauf des Alterns verändert sich die Körperzusammensetzung des Menschen. Dabei kommt es v.a. zur Verringerung der fettfreien Körpermasse, insbesondere der Muskulatur, sowie zu einem kontinuierlichen Anstieg des Körperfettanteils. Diese physiologischen Veränderungen wirken sich auch auf den Grundumsatz aus, welcher mit zunehmendem Alter stetig abnimmt.

Weiters kommt es im Alter auch zu einer Verringerung des Gesamtkörperwassers - während es beim Fötus noch 70% der Körpermasse ausmacht, verringert sich das Gesamtkörperwasser bis zum 85. Lebensjahr auf bis zu 45–50%.

Neben diesen Veränderungen ist im Alter auch eine deutliche Abnahme der Knochenmasse festzustellen. In den ersten 30-35 Lebensjahren wird Knochenmasse überwiegend aufgebaut (Peak Bone Masse), danach kommt es zu einem kontinuierlichen Abbau. Dieser Knochenabbau kann mitunter zu Osteoporose führen, wovon v.a. Frauen, bedingt durch das postmenopausale Absinken des Östrogenspiegels und dem dadurch beschleunigten Matrixabbau des Knochens, betroffen sind [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

2.2.1.2. Altersbedingte Veränderungen des Energiestoffwechsels

Mit zunehmendem Alter kommt es zu einer Verminderung des Grundumsatzes, wobei davon ausgegangen wird, dass es zu einer durchschnittlichen Verminderung von 2% pro Dekade kommt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Frauen über 75 Jahre benötigen nur noch 1810 kcal/Tag, bei Männern dieses Alters reduziert sich der Energiebedarf auf 2100 kcal/Tag [MUCCI und JACKSON, 2008].

Diese Umstellung kann dazu führen, dass ältere Menschen überwiegend bis zum 65. Lebensjahr häufig an Übergewicht leiden (bei 21% der Personen dieser Altersgruppe in Österreich liegt der BMI über 29 kg/m^2). Ab dem Alter von 65 Jahren reduziert sich der Anteil der übergewichtigen Personen, wobei es zu einem gleichzeitigen Anstieg des Anteils von Untergewichtigen ($\text{BMI} < 24 \text{ kg/m}^2$) auf 22% kommt [FRITZ und ELMADFA, 2008].

Für das Alter gibt es daher im Vergleich zu jungen Erwachsenen eine andere Klassifizierung des BMIs. Ein BMI zwischen 25 und 29 kg/m^2 wird ab dem 65. Lebensjahr als normalgewichtig eingestuft und sollte daher kein alleiniger Grund zur Gewichtsreduktion in dieser Personengruppe sein. Jedoch können höhere BMI-Werte auch im Alter das Risiko für Begleiterkrankungen steigern [DGE, 2007].

BMI-Empfehlungen für die allgemeine Bevölkerung können aufgrund der physiologischen Veränderungen im Alter nicht direkt auf ältere Menschen übertragen werden.

Ein in dem Normalbereich für ältere Menschen (25-29,9 kg/m²) liegendes Körpergewicht ist mit entsprechenden Energie- und Nährstoffreserven verbunden, welche diesen Personen einen besseren Schutz beim Auftreten diverser Erkrankungen bzw. in Rekonvaleszenzphasen bieten. Die Mortalität älterer Menschen (>80 Jahre) deren BMI zwischen 25 und 29,9 kg/m² liegt, ist verglichen mit Personen der gleichen Altersgruppe, deren BMI zwischen 18,5 und 24,9 kg/m² liegt, deutlich reduziert [CORRADA et al., 2006]. Im fortgeschrittenen Alter kann somit ein BMI-Wert von kleiner 22 kg/m² ein Hinweis auf latente Mangelernährung sein.

2.2.1.3. Altersbedingte Veränderungen des Gastrointestinaltrakts

Die Veränderungen im Verdauungssystem betreffen v.a. die Verringerung der Organmasse und die Verlangsamung der Darmbewegung. Insbesondere die Leber und die Bauchspeicheldrüse verringern ihr Gewicht, was dazu führt, dass die Produktion von Gallensäuren und Lipasen reduziert und die Fettverdauung bei älteren Personen vielfach beeinträchtigt ist. Zusätzlich kommt es in der Leber zu einer funktionellen Reduktion der Entgiftungsleistung [MORLEY und THOMAS, 1999].

Weiters sind der Magen und der Darm von altersbedingten physiologischen Veränderungen betroffen. Es kann zur Atrophie und Trockenheit der Schleimhäute und somit zu einer verringerten Absonderung von Verdauungsenzymen kommen. Diese Veränderungen können zu Problemen beim Aufschluss der Nahrung und zu einer verminderten Absorption an Mikronährstoffen führen. Zusätzlich ist die Magendehnung verlangsamt sowie dessen Entleerung verzögert.

Häufig kommt es im Alter auch zum vermehrten Auftreten von Obstipation. Hierfür werden insbesondere die verringerte Elastizität der Darmwände, eine reduzierte Darmmortalität und Faktoren wie eine geringe Ballaststoffzufuhr oder

eine verminderte Flüssigkeitszufuhr, verantwortlich gemacht [MORLEY und THOMAS, 1999].

Ein weiteres Organ dessen Funktionstüchtigkeit im Alter verringert wird, ist die Niere. Auch hier kommt es zu einer Verringerung des Gewichts um 70–150 g. Die Anzahl der funktionstüchtigen Glomeruli nimmt bis zum 80. Lebensjahr um 10–40% ab, außerdem betragen die Filtrationsrate und die tubuläre Funktion ab diesem Alter nur noch 50–70%. All diese Veränderungen führen zu einer eingeschränkten Funktionstüchtigkeit der Niere, d.h. die Harnkonzentrationsfähigkeit ist reduziert und es kommt in Folge zu einer Beeinträchtigung des Wasser und Elektrolythaushaltes. Zusätzlich wirkt sich das verminderte Durstempfinden welches im Alter auftritt, negativ auf die Nierenfunktion aus [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

2.2.2. Altersbedingte Probleme bei der Nahrungsaufnahme

2.2.2.1. Geruchs- und Geschmackssinn

Im Alter kommt es vielfach zu Veränderungen diverser Sinneswahrnehmungen, v.a. des Geruchs- und Geschmackssinnes. Durch die Veränderung der Mundschleimhaut und einem verminderten Speichelfluss nimmt im Alter die Geschmackswahrnehmung generell ab.

Erste Veränderungen treten zum Teil schon ab dem 55. Lebensjahr auf. Insbesondere die Sensitivität gegenüber den Geschmacksempfindungen „süß“ und „salzig“ lässt erheblich nach. Deshalb werden Speisen verstärkt mit Zucker und Salz nachgewürzt, was in Hinblick auf Erkrankungen wie Diabetes mellitus und Hypertonie als durchaus problematisch bezeichnet werden muss [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Weiters verändert sich mit zunehmendem Alter die Geruchswahrnehmung - wie beim Geschmack sind auch hier höhere Konzentrationen zur aktiven Wahrnehmung notwendig. Neben den altersbedingten physiologischen Veränderungen wirken sich zusätzliche Faktoren wie zum Beispiel die Einnahme von Medikamenten, chirurgische Eingriffe und Fehlernährung negativ auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung aus [ARENS-AZEVEDO und

BEHR-VÖLTZER, 2002].

2.2.2.2. Kau- und Schluckbeschwerden

Kauen ist nicht nur notwendig um die Nahrung zu zerkleinern, durch diesen Prozess werden auch appetitanregende Geschmacks- und Geruchsstoffe freigesetzt.

Häufig treten im Alter Kauprobleme auf - die Ursachen können verschieden sein: oft sind Zahnprothesen, vor allem Vollzahnprothesen ein Problem, da sie eine zusätzliche Verringerung des Geschmacksempfindens und des Mundgefühls hervorrufen können. Weiters führen schlecht angepasste Prothesen zu häufigen Entzündungen im Mund, wodurch die Nahrungsaufnahme erheblich eingeschränkt wird.

Zusätzlich atrophiert im Alter die Mundschleimhaut und die Speichelproduktion nimmt ab. Durch diese Veränderungen kann es nicht nur zu Entzündungen, sondern auch zu Mundtrockenheit oder anderen Beschwerden, die sich wiederum negativ auf den Kau- und Schluckvorgang auswirken, kommen.

Schluckbeschwerden können zum Teil durch neurologische Erkrankungen verursacht werden. Zu den Krankheiten bei denen dieses Problem vermehrt auftritt, zählen v.a. Bewusstseinsstörungen und Demenz.

Schluckprobleme treten meistens in der so genannten oralen Phase, in der die zerkleinerte Nahrung mit dem Speichel durch die Zunge vermischt wird, oder in der pharyngealen Phase, in der die Atemwege mittels Epiglottis verschlossen werden, auf [DGE, 2007].

2.2.2.3. Appetit und Sättigung

Ältere Menschen leiden häufig unter Appetitlosigkeit. Es gibt mehrere Ursachen der physiologisch bedingten Altersanorexia:

Zum einen tritt, bedingt durch die verringerte Magendehnung, die Sättigung schon sehr früh nach der Nahrungsaufnahme ein, zum anderen bleibt die Sättigung aufgrund der verzögerten Magenentleerung wesentlich länger

erhalten.

Die frühe Sättigung und der verminderte Appetit vieler älterer Menschen sind teils auch durch hormonelle Veränderungen bedingt. So verändern sich im alternden Körper u.a. die Konzentrationen an einigen Peptidhormonen (z.B.: Cholecystokinin und Leptin), die am Sättigungsmechanismus maßgeblich beteiligt sind.

Eine verringerte Konzentration an Verdauungsenzymen führt dazu, dass die Nahrung nicht mehr vollständig aufgeschlossen werden kann.

Weitere Probleme die sich negativ auf den Appetit und die Sättigung auswirken sind u. a. Kau- und Schluckbeschwerden oder der eingeschränkte Geruchs- und Geschmackssinn [MORLEY und THOMAS, 1999].

2.2.2.4. Medikamente

Ein Großteil der älteren Menschen muss täglich Medikamente zu sich nehmen. Mehr als 30% aller verschreibungspflichtigen Medikamente werden von älteren Personen eingenommen. Durch chronische Medikation kann es jedoch zu einer Vielzahl von unerwünschten Nebenwirkungen wie z.B. Übelkeit, Erbrechen, Durchfall oder zur Belastung von Leber und Niere kommen. Neben diesen Faktoren, die sich äußerst negativ auf den Ernährungszustand auswirken, können auch Wechselwirkungen zwischen Nahrungsbestandteilen und Medikamenten auftreten. Dabei unterscheidet man zwischen verschiedenen Typen von Wechselwirkungen.

Ein Typ betrifft die Absorption - hier wird die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen gesteigert oder gemindert. Es können Enzymaktivitäten und Transportmechanismen beeinflusst oder sogar Substanzen im Gastrointestinaltrakt unwirksam gemacht werden.

Bei einem weiteren Typ kommt es, nachdem Nahrungsbestandteile vom Gastrointestinaltrakt absorbiert und in den systemischen Kreislauf abgegeben wurden, zu Veränderungen der Substanzen und zu nachfolgenden Wechselwirkungen im Gewebe.

Ein anderer Typ beschreibt Wechselwirkungen, die bei der renalen oder

enterohepatischen Ausscheidung von Substanzen auftreten können [GENSER, 2008].

2.3. Bedeutung ausgewählter Vitamine und Mineralstoffe im Alter

2.3.1. Vitamin D

Unter dem Begriff Vitamin D versteht man eine Gruppe von Substanzen (Sterole), die als Calciferole bezeichnet werden. Zu den wichtigsten Verbindungen gehören pflanzliches Ergocalciferol (Vitamin D₂) und tierisches Cholecalciferol (Vitamin D₃). Die beiden Verbindungen unterscheiden sich lediglich im Aufbau ihrer Seitenkette. So enthält Ergocalciferol in der Seitenkette eine Doppelbindung zwischen C22 und C23, sowie eine Methylgruppe am C24 (Abb.2).

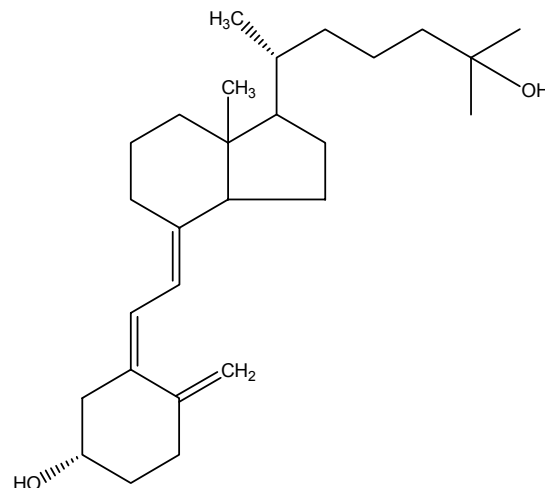


Abb.2: Chemische Struktur von 25-Hydroxycholecalciferol

Vitamin D ist in nur wenigen Lebensmitteln vorhanden; zu den guten Nahrungsquellen zählen vor allem fetter Fisch, Eigelb, Fischöle und Fischleber [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Eine besondere Eigenschaft dieses Vitamins ist, dass es vom Menschen mit Hilfe von Sonnenlichtbestrahlung auch selbst synthetisiert werden kann. Durch Einwirkung von UV-B Strahlen kann in der Epidermis und Dermis aus Dehydrocholesterin Vitamin D₃ generiert werden [D-A-CH, 2000].

Die Absorption von Vitamin D₃, welches mit der Nahrung aufgenommen wird oder durch Synthese des Körpers entstanden ist, erfolgt, indem es nach dem Einbau in Chylomikronen in die Leber gelangt - hier kommt es zur Hydroxylierung am C25 wodurch 25-Hydroxyvitamin D₃ gebildet wird. Nach einer weiteren Hydroxylierung am C1 in der Niere entsteht 1,25-Dihydroxycholecalciferol, welches schließlich zu den Zielorganen transportiert wird. Dieser Syntheseweg wird von mehreren Faktoren beeinflusst; aktivierend wirken das Parathormon und ein niedriger Phosphatspiegel, hemmend (negative feed-back-Schleife) wirkt eine hohe Plasmakonzentration an 1,25-Dihydroxycholecalciferol [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Vitamin D spielt in der Calciumhomöostase und im Phosphatstoffwechsel eine wichtige Rolle. In Bezug auf den Knochenstoffwechsel übt Vitamin D mehrere Funktionen aus. Beim Absinken des Calciumplasmaspiegels bewirkt es die Mobilisierung des Calciums aus den Knochen da es die Aktivität an Osteoklasten steigert. Weiters beeinflusst es auch die Knochenmineralisation, indem es die Calcium- und Phosphor-Absorption aus dem Darm fördert; zusätzlich bewirkt es insbesondere bei niedrigen Calcium-Plasmakonzentrationen eine verstärkte Calciumrückresorption in der Niere [ELMADFA und LEITZMANN, 2004; PETERLIK und CROSS, 2005].

Im Alter ist die Biosynthese von Vitamin D aufgrund der physiologischen Veränderungen von Leber und Niere mitunter erheblich eingeschränkt.

Ein zusätzliches Problem in Bezug auf Vitamin D im Alter ist der verminderte Aufenthalt vieler älterer Menschen im Freien, das vor allem bei gebrechlichen Personen von erheblicher Bedeutung ist [WOLTERS et al., 2005].

Ein weiterer negativer Einflussfaktor auf den Knochenstoffwechsel ist das, durch die Menopause bedingte Absinken der Östrogenproduktion bei älteren Frauen, wodurch der positive Effekt des Östrogens auf die Knochenneubildung, die Absorption von Calcium aus dem Darmlumen und die Osteoblastendifferenzierung wegfällt. Diese negativen postmenopausalen Auswirkungen können allerdings durch Aufnahmemengen von 10 µg Vitamin D/d (bei gesunden postmenopausalen Frauen) deutlich reduziert werden

[RUSSEL und SUTER, 1993].

Eine gezielte Calcium und Vitamin D₃-Supplementation (1 g Calcium, 20 µg Vitamin D₃/Tag) kann nicht nur bei Frauen, sondern auch bei Männern, welche das 50. Lebensjahr überschritten haben, den kortikalen Knochenabbau verlangsamen und die Knochenstärke verbessern [DALY et al., 2006].

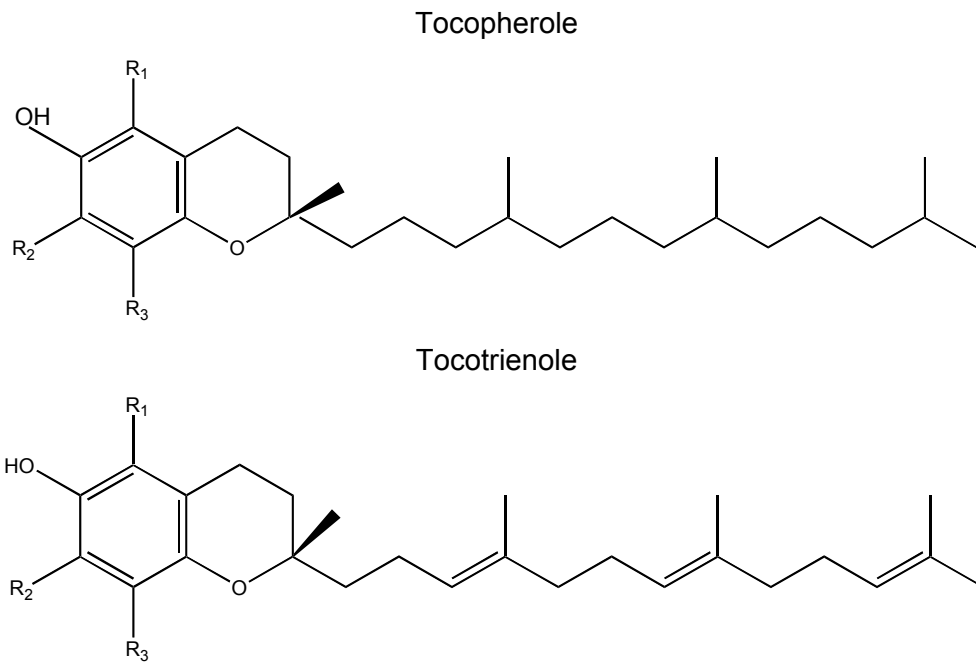
Neben einer zentralen Rolle im Knochenstoffwechsel hat Vitamin D auch eine entscheidende Funktion im Bereich des Immunsystems. 1,25 Dihydroxyvitamin D₃ stimuliert die Phagozytenaktivität und die Bildung von Radikalen in den Abwehrzellen. Deshalb kann die erhöhte Infektanfälligkeit im Alter zum Teil auch auf eine unzureichende Vitamin D Versorgung zurückgeführt werden [PETERLIK und CROSS, 2005].

Zudem zeigen Studien, dass Vitamin D einen Einfluss auf die Entstehung von Prostata-, Colon- und Brustkrebs nimmt. Ein Serumspiegel von > 65 nmol/l an 25-Hydroxycholecalciferol, kann das Risiko an Colonkrebs zu erkranken deutlich reduzieren [WOLTERS et al., 2005].

Laut D-A-CH-Referenzwerten liegt die Zufuhrempfehlung für Personen zwischen dem 51. und 65. Lebensjahr bei 5 µg/d. Ab 65 Jahren erhöht sich die Empfehlung auf 10 µg/d [D-A-CH, 2000].

2.3.2. Vitamin E

Vitamin E ist ein Sammelbegriff für eine Gruppe von chemischen Verbindungen, welche im Molekül einen Chromanring mit einer gesättigten bzw. ungesättigten Phytol-Seitenkette und freien bzw. veresterten OH-Gruppen aufweisen. Durch die Anzahl und Verteilung der Methylgruppen am Ringsystem kann man zwischen α-, β-, γ-, δ-Tocopherol bzw. Tocotrienol unterscheiden (Abb.3).



Vitamin	R1	R2	R3
α -Tocopherol	CH ₃	CH ₃	CH ₃
β -Tocopherol	CH ₃	H	CH ₃
γ -Tocopherol	H	CH ₃	CH ₃
δ -Tocopherol	H	H	CH ₃

Abb.3: Chemische Struktur von Tocopherolen und Tocotrienolen

Tocopherole kommen sowohl in tierischen als auch pflanzlichen Lebensmitteln vor - sehr gute Lieferanten sind pflanzliche Öle wie Weizenkeimöl, Sonnenblumenöl, Maiskeimöl oder Rapsöl. Weitere gute Nahrungsquellen für Vitamin E sind Nüsse und Getreide.

Die dosisabhängige Absorptionsrate (bei einer Verabreichung von 0,04 mg α -Tocopherol werden 60%, bei einer Zufuhr von 20 mg nur noch 30% absorbiert) von α - und γ -Tocopherol liegt bei ca. 20%. Da die Tocopherolabsorption an die Fettverdauung gekoppelt ist, ist sie von der Anwesenheit von Gallensalzen und Pankreassaft abhängig. Die Bioverfügbarkeit wird entscheidend von der Art der gleichzeitig zugeführten Fette beeinflusst. Während mittelkettige gesättigte Fettsäuren die Absorption fördern, wird sie durch langkettige ungesättigte Fettsäuren eher gehemmt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Vitamin E hat aufgrund seiner Struktur besondere Bedeutung als Antioxidans - es wirkt der Lipidperoxidation entgegen und schützt so mehrfach ungesättigte Fettsäuren in den Zellmembranen [MITCHELL et al., 2003].

Eine wesentliche Funktion von Vitamin E im menschlichen Organismus ist die Oxidationshemmung von LDL-Cholesterol im Plasma, was sich wiederum günstig auf die Prävention von Arteriosklerose auswirkt. In einer Studie wurde der Effekt von Vitamin E Supplementen auf die Entstehung von koronaren Herzerkrankungen bei Frauen erforscht. Die Probandinnen nahmen sowohl Multivitaminpräparate, welche Vitamin E enthielten, als auch reine Vitamin E Supplemente ein. Die tägliche Zufuhrdosis lag zwischen 20,1 mg und 67 mg. Bei der regelmäßigen Einnahme der Präparate über 2 Jahre oder länger wurde eine Reduktion des koronaren Herzerkrankungsrisikos um 40% festgestellt [STAMPFER et al., 1993].

Vitamin E übt auch eine positive Funktion auf das Nervensystem, die Muskulatur und die Retina der Augen aus und hat eine große Bedeutung für diverse Immunfunktionen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Zahlreiche Studien beschäftigten sich bereits gezielt mit der Auswirkung von Vitamin E-Supplementation auf das Immunsystem des Menschen. Bei Gaben von 200 mg Vitamin E/d verbesserten sich sowohl die allgemeine Immunfunktion als auch die Antikörperantwort signifikant [MITCHELL et al., 2003].

Über das Ausmaß der effektiven Vitamin E-Supplementation liegen bislang allerdings kontrovers diskutierte Ansätze vor. Unterschiedliche Studien befürworten eine regelmäßige Vitamin E-Aufnahme von 200-800 mg/d, andere wiederum zeigen keinen nennenswerten präventiven Einfluss einer chronischen Supplementation [MITCHELL et al., 2003].

Der Schätzwert für die empfohlene Zufuhr liegt für Personen zwischen dem 51. und 65. Lebensjahr bei 13 mg/d (Männer) bzw. 12 mg/d (Frauen). Die Empfehlung sinkt für ältere Menschen ab dem 65. Lebensjahr auf 12 mg/d für Männer und 11 mg/d für Frauen [D-A-CH, 2000].

2.3.3. Vitamin C

Der Begriff Vitamin C umfasst die Verbindungen L-Ascorbinsäure und L-Dehydroascorbinsäure, welche qualitativ die gleiche physiologische Wirkung ausüben. Ascorbinsäure ist ein einfacher Zucker der die Endiolform von 3-Keto-1-Gulofuranolacton darstellt. Durch Oxidation kann diese Form in L-Dehydroascorbinsäure umgewandelt werden (Abb.4).

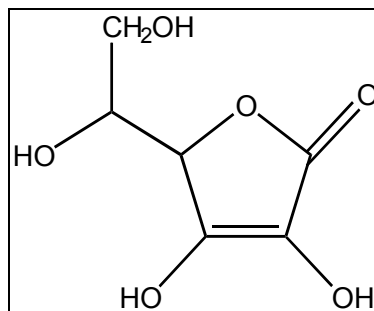


Abb.4: Chemische Struktur von Vitamin C

Obst und Gemüse sind wichtige Vitamin C-Lieferanten. Einen sehr hohen Vitamin C-Gehalt enthalten vor allem Johannisbeeren, Paprika, Brokkoli und Grünkohl.

Die Absorptionsrate von mit der Nahrung zugeführtem Vitamin C beträgt 80-90%. Bei höheren Dosen sinkt die Absorptionsrate jedoch deutlich ab. So werden bei Gaben von 1,5 g nur noch 50% absorbiert.

L-Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure unterscheiden sich in ihren Absorptionsmechanismen. L-Ascorbinsäure wird mittels aktivem, Na-abhängigen, sättigbaren Transport aufgenommen, im Gegensatz dazu erfolgt die Dehydroascorbinsäureabsorption durch erleichterte Diffusion und anschließender Reduktion zu Ascorbinsäure [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Ascorbinsäure hat vor allem Bedeutung als Antioxidans bzw. Coantioxidans (Regeneration von α -Tocopherol) [CARR und FREI, 1999]. Vitamin C, welches im gesamten Redoxsystem des Körpers eine wichtige Rolle spielt, steht auch mit Glutathion in Zusammenhang, da es an der Regeneration beteiligt ist. So konnte man bei Personen (>69 Jahre), denen täglich 0,5 g bzw. 1 g

Ascorbinsäure verabreicht wurde, einen zellulären Konzentrationsanstieg an Glutathion feststellen [TESSIER et al., 2009]. Vitamin C übt als Antioxidans auch eine wichtige präventive Funktion bei der Entstehung von chronischen Erkrankungen, die vor allem im Alter häufig auftreten können, aus. Insbesondere das Risiko an kardiovaskulären Erkrankungen, Krebs oder Katarakt zu erkranken, kann durch entsprechende Supplementation von Vitamin C deutlich reduziert werden [CARR und FREI, 1999].

Das Entstehungsrisiko für Arteriosklerose bzw. kardiovaskuläre Erkrankungen kann bei ausreichender Vitamin C-Versorgung vermindert werden, indem die LDL-Cholesterooloxidation vermindert wird. So bewirkt ein Anstieg der Plasmakonzentration an Vitamin C um 30 µmol/l, eine Steigerung der HDL-Cholesterol-Konzentration um 4-10% und eine Senkung der LDL-Cholesterol-Konzentration um 4% [CARR und FREI, 1999; ELLINGSEN et al., 2008].

Auch in einer weiteren Studie konnte die Steigerung der Plasmakonzentration an Vitamin C von je 57 µmol/l (Bereich 5,7 bis 154 µmol/l) eine Steigerung der HDL-Cholesterol-Konzentration um 2 mg/dl bewirken. In dieser Studie konnte jedoch kein Effekt auf die LDL-Cholesterol-Konzentration festgestellt werden [SIMON und HUDES, 1998].

Im Bereich der Krebsprävention können durch Vitamin C vor allem DNA-Schäden über mehrere komplexe Mechanismen verhindert bzw. minimiert werden, wodurch das Risiko an Krebs zu erkranken deutlich reduziert wird. Die Stimulierung und Unterstützung des Immunsystems oder die Verhinderung der Bildung von kanzerogenen Nitrosaminen spielen dabei eine entscheidende Rolle [CARR und FREI, 1999].

Eine weitere Erkrankung auf deren Pathogenese Ascorbinsäure einen Einfluss hat, ist der Katarakt, von welchem insbesondere Personen ab den 55. Lebensjahren betroffen sind. Der protektive Effekt von Vitamin C beruht dabei auf dem Oxidationsschutz von Proteinen und Fettsäuren in der Augenlinse [CARR und FREI, 1999].

In einer Studie konnte durch eine Supplementation über 10 Jahren bei Personen zwischen 56 und 71 Jahren eine Verminderung des Risikos einer Linsentrübung um 77-83% nachgewiesen werden. Das

Supplementationsausmaß bewegte sich dabei, zwischen <400 mg/d und >700 mg/d [JACQUES et al., 1997].

Die Vitamin C-Zufuhrempfehlung für Personen ab dem 51. Lebensjahr liegt bei 100 mg/d und erhöht sich mit zunehmendem Alter nicht [D-A-CH, 2000].

2.3.4. Vitamin B₆

Unter der Bezeichnung Vitamin B₆ werden die Derivate des 3-Hydroxy-5-Hydroxymethyl-2-Methylpyridins zusammengefasst (Abb.5). Die einzelnen Vitamere unterscheiden sich durch unterschiedliche Restgruppen am C4, die an der Coenzymfunktion beteiligt sind. Pyridoxin, Pyridoxal und Pyridoxamin sind ineinander überführbar und besitzen dieselbe biologische Aktivität.

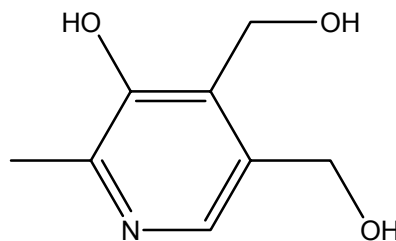


Abb.5: Chemische Struktur von Vitamin B₆

Sämtliche B₆-Vitamere kommen in fast allen Lebensmitteln vor. Als gute pflanzliche Lieferanten gelten Bohnen, Linsen, Vollkorngetreide und Nüsse, zu den tierischen Quellen zählen Leber, Hühner-, Schweinefleisch und Fisch.

Die Absorption erfolgt über einen nicht-sättigbaren, passiven Mechanismus. Nach Hydrolysierung der Pyridoxin-Glykoside (wie es in pflanzlichen Lebensmitteln vorkommt) wird Pyridoxin im Gastrointestinaltrakt vor allem im Jejunum absorbiert. Nach endogener Phosphorylierung am C5 entstehen die Coenzyme Pyridoxalphosphat (PLP) und Pyridoxaminphosphat (PMP), welche im Organismus zurückgehalten werden können.

PLP ist Cofaktor vieler Enzymsysteme, insbesondere jener des Aminosäurestoffwechsels. Vitamin B₆ hat aber auch eine zentrale Funktion im Fettstoffwechsel und spielt eine wichtige Rolle für das Nervensystem. Da PLP

an der Neurotransmittersynthese mitwirkt, kann eine verminderte Zufuhr zu Depressionen führen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Vitamin B₆ beeinflusst zudem die Funktionen des Immunsystems. Bei Personen über 61 Jahren führt ein Mangel zu einer Senkung der Lymphozytenzahl, weiters lässt die Interleukin (IL)-2 Produktion nach und auch die Immunantwort von T- und B-Zellen ist bei einer inadäquaten Vitamin B₆-Versorgung deutlich reduziert [MEYDANI et al., 1991].

Zusätzlich hat Vitamin B₆ Auswirkungen auf den Erythrozytenstoffwechsel, die Gluconeogenese und ist ein wichtiger Einflussfaktor in Bezug auf die Hormonmodulation [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Grundsätzlich wird für Männer zwischen dem 51. und 65. Lebensjahr eine Aufnahme von 1,5 mg/d, für Frauen im selben Alter 1,2 mg/d empfohlen. Ab dem 65. Lebensjahr steigt die Empfehlung für Männer auf 1,4 mg/d, bei Frauen bleibt die Zufuhrempfehlung gleich [D-A-CH, 2000].

In Hinblick auf die Zufuhrempfehlung von Vitamin B₆ ist jedoch zu beachten, dass der Bedarf an Vitamin B₆ aufgrund seiner Rolle im Aminosäurenstoffwechsel vom Proteinumsatz abhängig ist. Da die Proteinaufnahme bei älteren Menschen meist über der gängigen Empfehlung liegt, muss die Aufnahme an Vitamin B₆ entsprechend angepasst werden. Hierzu werden 0,02 mg Vitamin B₆/g Protein empfohlen [HANSEN et al., 1997; D-A-CH, 2000].

2.3.5. Cobalamin

Zu Cobalamin zählt man Verbindungen die ein Kobaltatom im Zentrum eines porphyrinähnlichen Ringsystems halten (Abb.6) [D-A-CH, 2000].

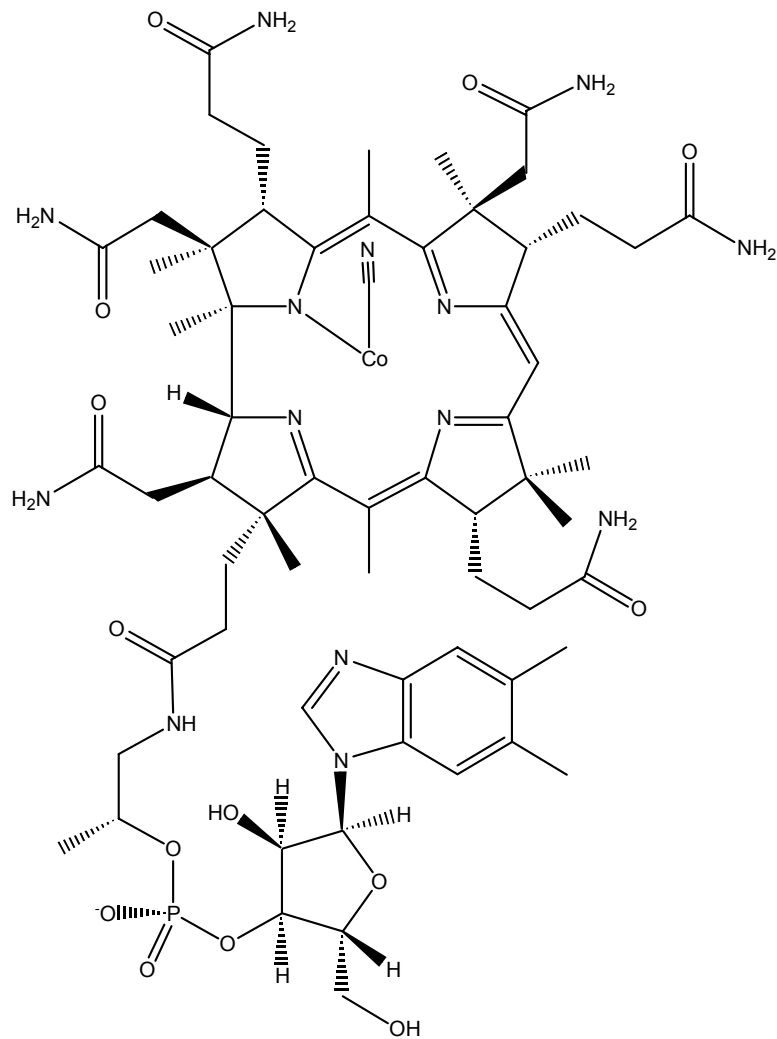


Abb.6: Chemische Struktur von Cyanocobalamin

Vitamin B₁₂ ist vor allem in tierischen Lebensmitteln wie Fleisch-/Fleischprodukten sowie Milch und Milchprodukten enthalten.

Die Absorptionsrate von Vitamin B₁₂ ist von der zugeführten Dosis abhängig. So werden bei Gaben von 0,5 µg Vitamin B₁₂ 75% und bei Verabreichung von 1 µg nur noch 50% aktiv absorbiert. Ab höheren Mengen erfolgt eine zusätzliche passive Diffusion und die Absorptionsrate sinkt auf 1% ab. Im Magen wird Vitamin B₁₂ durch Magensäure aus der Proteinbindung freigesetzt und an den Intrinsic-Faktor, welcher aus den Belegzellen sezerniert wird, gebunden. Dieser Komplex ist gegenüber Peptidasen stabil und wird im Ileum aufgenommen. Nach proteolytischer Spaltung und Freisetzung von Cobalamin wird es in den

Mitochondrien zu 5'-Desoxyadenosyl-Cobalamin umgewandelt. Dieses wird mit Hilfe von Bindungsproteinen zu den Zielzellen transportiert [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Vitamin B₁₂ hat wichtige Funktionen im Homocysteinstoffwechsel. So führt ein Mangel zu einer unerwünschten Homocysteinanreicherung in den Gefäßen, wodurch die Entstehung von arteriosklerotischen Plaques begünstigt wird. Methylcobalamin wirkt als Coenzym bei der Remethylierung von Homocystein zu Methionin. 5-Methyl-Tetrahydrofolsäure wirkt als Methylgruppendonator und reagiert zu 5,6,7,8-Tetrahydrofolsäure (THF), welches wiederum für andere Folsäure-abhängige Reaktionen benötigt wird [WOLTERS et al., 2004].

Ein Mangel an Cobalamin kann neben neurologischen Störungen auch zu Gefäßerkrankungen führen, was wieder auf den erhöhten Homocysteinspiegel zurück zu führen ist. In Studien wurde auch ein Zusammenhang zwischen Homocystein und Alzheimer festgestellt – das Risiko an Alzheimer zu erkranken verdoppelt sich bei einem Homocysteinspiegel über 14 µmol/l [WOLTERS et al., 2004].

Als Ursache dafür werden eine Anreicherung an Homocystein im Gehirn oder eine Störung des Methylstoffwechsels der Nervenzellen diskutiert. Bei älteren Menschen ist eine ausreichende Zufuhr an Cobalamin größtenteils gesichert, Absorption und Bioverfügbarkeit stellen in dieser Personengruppe allerdings durchwegs Problemfaktoren in Hinblick auf eine angemessene Cobalaminversorgung dar [WOLTERS et al., 2005].

Eine mögliche Ursache für einen Vitamin B₁₂-Mangel bei älteren Personen kann mitunter eine atrophische Gastritis sein, woran bereits 30% der über 60-Jährigen leiden. Die ungenügende Absorption ist dadurch bedingt, dass unzureichend Intrinsic Faktor und Magensäure gebildet werden und proteingebundenes Vitamin B₁₂ dadurch schlechter absorbiert werden kann. Durchschnittlich kommt es bei 50% der Personen, die an einer atrophischen Gastritis erkranken, längerfristig betrachtet zu einem Vitamin B₁₂-Mangel [VAN ASSELT et al., 1998].

Ein Cobalamindefizit kann durch Verabreichung hoher Dosen gut therapiert werden, da bei erhöhten Zufuhrmengen eine zusätzlich passive Diffusion erfolgt

[ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Laut D-A-CH-Referenzwerten liegt die empfohlene Zufuhr für Personen ab den 51. Lebensjahren bei 3 µg/d und steigt auch mit zunehmendem Alter nicht weiter an [D-A-CH, 2000].

2.3.6. Folsäure

Folsäure besteht aus drei Komponenten, einem N-hältigen Pteridinring, einem p-Aminobenzoessäurering und mindestens einem Glutamatrest. Durch die Anzahl der Glutamatreste kann man zwischen Pteroylmonoglutamat und Pteroylpolyglutamat (2-8 Glutamatreste) unterscheiden. 5,6,7,8-Tetrahydrofolsäure (THF) ist die biologisch aktive Form der Folsäure (Abb.7).

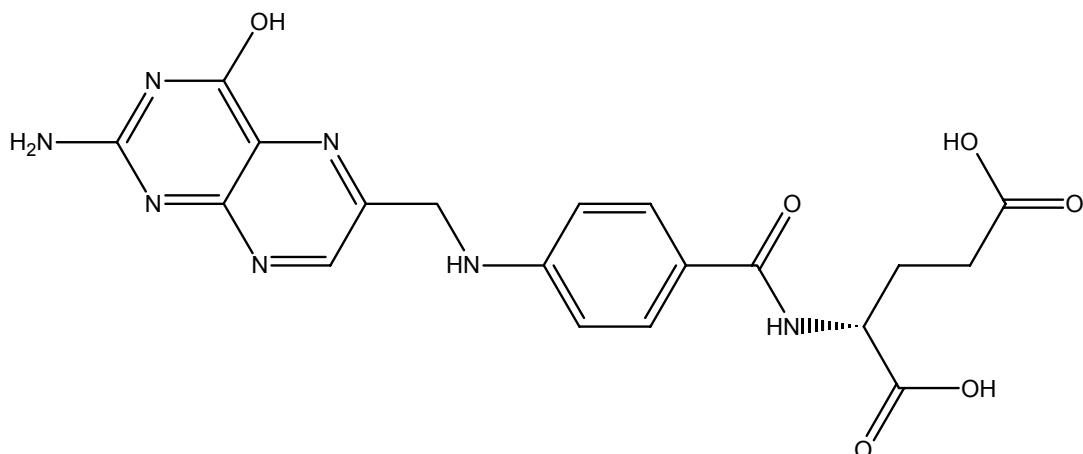


Abb.7: Chemische Struktur der Folsäure (Pteroylglutaminsäure)

Als gute Folsäurelieferanten gelten verschiedene grüne Gemüsesorten wie Grünkohl, Erbsen, Rosenkohl oder Spinat.

Der Hauptort der Folsäure-Monoglutamatabsorption findet im Duodenum und proximalen Jejunum statt. Vor der Absorption müssen Polyglutamate hydrolysiert werden. Dabei werden überzählige Glutamatreste durch Konjugasen, deren Aktivität durch Alkohol, Medikamente, andere Lebensmittelinhaltsstoffe und den pH-Wert beeinflusst werden kann,

abgespalten. Die Folsäureabsorption ist stark pH-abhängig - so findet bei höheren pH-Werten eine passive Diffusion, bei niedrigeren pH-Werten ein Carrier-vermittelter Transport statt. Nach der Absorption von Folsäuremonoglutamat wird dieses in die Leber transportiert, in der es zu einer Umwandlung in die methylierte Form und zur anschließenden Abgabe in den Blutkreislauf bzw. zur weiteren Aufnahme in entsprechende Zielzellen kommt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Folsäure hat wichtige Funktionen im Bereich der Zellteilung und Zellneubildung [D-A-CH, 2000]. Weiters ist eine ausreichende Versorgung in Hinblick auf die Reduktion des Homocysteinspiegels (durch dessen gefäßverengende Wirkung das Herzinfarkt- und Schlaganfallrisiko maßgeblich steigt) von großer Bedeutung. Eine Senkung des Homocysteinspiegels um 25% verringert das Herzinfarktrisiko um 19% und jenes für ischämische Herzerkrankungen um durchschnittlich 11% [WOLTERS et al., 2004].

Weiters ist Folsäure auch für das Immunsystem von Bedeutung. Im Tierversuch wurde älteren Ratten über 3 Wochen täglich Futter, angereichert mit Folsäure (35,7 mg/kg), verabreicht. Durch die regelmäßige Supplementation kam es zu einem gesteigerten Anteil an T-Zellen, Zytokinen und diversen Immunzellen. Diese Studienergebnisse deuten darauf hin, dass ein älterer Organismus mehr Folat als ein jüngerer benötigen könnte um die Funktionen des Immunsystems aufrechtzuerhalten – weitere Untersuchungen an Menschen sind allerdings notwendig um dies zu untermauern [FIELD et al., 2006].

Laut D-A-CH liegen die Folsäure-Zufuhrempfehlungen für Personen ab dem 51. Lebensjahr bei 400 µg-Folatäquivalent/Tag – diese verändert sich mit zunehmendem Alter nicht [D-A-CH, 2000].

2.3.7. Magnesium

Magnesium gehört zur Gruppe der Erdalkalimetalle und weist aufgrund hoher Hydratationsenergie zur Bildung von Komplexen auf.

Magnesium kommt sowohl in tierischen als auch pflanzlichen Lebensmitteln vor. Zu den magnesiumreichen Lebensmitteln gehören insbesondere

Getreideprodukte, Milchprodukte, Fleisch, Geflügel oder Fisch.

Die Magnesiumabsorption wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst; so wird die Absorption durch Phosphate aufgrund der Bildung von Magnesiumphosphat gehemmt. Zudem beeinträchtigen Bindungsformen mit Oxalsäure oder einigen Fettsäuren die Absorption. Auch ein hoher Ballaststoffverzehr kann durch die Bildung von Komplexen die Bioverfügbarkeit von Magnesium negativ beeinflussen.

Durch diese Faktoren und abhängig vom Gehalt in Lebensmitteln beträgt die Absorptionsrate von Magnesium durchschnittlich 35-55%. Der Hauptort der Absorption liegt im Dünndarm vor allem im Ileum. Durch die Reabsorption des sezernierten Anteils aus Gallenflüssigkeit, Bauchspeichel und Darmsaft wird nicht absorbiertes Magnesium mit dem Stuhl ausgeschieden. Zusätzlich erfolgt die Ausscheidung des überschüssigen Magnesiums über die Niere [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Magnesium ist bei der Aktivierung vieler Enzyme beteiligt, es wirkt somit als Cofaktor vor allem im Energiestoffwechsel. Weiters hat es Funktionen im Bereich der Mineralisation des Knochens, in der Nukleinsäuresynthese sowie in der Membranphysiologie, bei der neuromuskulären Reizübertragung und im Bereich der Muskelkontraktionen [D-A-CH, 2000].

Die Zufuhrempfehlung liegt laut DACH bei Männern ab dem 51. Lebensjahr bei 350 mg/d und bei Frauen ab 51 Jahren bei 300 mg/d [D-A-CH, 2000].

2.3.8. Calcium

Calcium gehört zu den Mengenelementen und ist der mengenmäßig am stärksten vertretene Mineralstoff im menschlichen Körper. Es liegt im Organismus zu 46% als biologisch aktives, ionisiertes Calcium vor, 14% sind komplex gebunden und 39% proteingebunden.

Zu den besten Nahrungsquellen für Calcium gehören Milch und Milchprodukte, da es in diesen Lebensmitteln in leicht absorbierbarer Form vorliegt. Auch Gemüsesorten wie Brokkoli, Lauch oder Grünkohl sind gute Calciumlieferanten. Die Absorption ist von vielen Faktoren abhängig. So beeinflussen Vitamin D,

der Calciumstatus selbst, Laktation, Schwangerschaft und Alter die Calciumabsorption maßgeblich. Die Absorption erfolgt über einen passiven, nicht sättigbaren, Vitamin D-unabhängigen Transport, sowie über einen aktiven, sättigbaren, zellulären Transport durch Calbindin (ein Calcium-bindendes Protein). Letztere Art der Absorption findet nur in Anwesenheit von Vitamin D statt und steigt mit dem Bedarf. Die Vitamin D-unabhängige Absorption hängt hingegen überwiegend von der Bioverfügbarkeit des Calciums in der Nahrung ab. Erwachsene absorbieren aus der Nahrung ca. 20–40% des enthaltenen Calciums. Bei gesteigerter Calciumzufuhr sinkt die Absorptionsrate jedoch deutlich ab.

Calcium hat besondere Bedeutung im Knochenstoffwechsel. Zwischen dem 30. und 35. Lebensjahr wird die maximale Knochenmasse aufgebaut, danach kommt es zu einer kontinuierlichen Demineralisierung der Knochen mit steigendem Alter [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Während bei Männern und Frauen nach dem 30. Lebensjahr die Knochenmasse um 0,5–1% pro Jahr abnimmt, kann sich dieser Vorgang hormonell bedingt bei postmenopausalen Frauen auf bis zu 5% pro Jahr beschleunigen [RHEUMA-LIGA, 2004].

In den ersten 3-6 Jahren nach der Menopause treten die stärksten Abbauvorgänge auf [STETTIN et al., 2005].

30-40% der Frauen erkranken nach der Menopause an Osteoporose - vor allem in der Wirbelsäule und den Oberschenkelknochen kommt es vermehrt zu Abbauprozessen [RHEUMA-LIGA, 2004].

Ein Mangel an Calcium und Vitamin D kann die Entstehung der Osteoporose begünstigen. Durch eine Reduktion der Knochenmineralisation bzw. der Knochenmasse, -struktur und -funktion kommt es leichter zu Frakturen. Bezüglich Osteoporose lassen sich zwei Formen, die primäre und die sekundäre unterscheiden.

In Bezug auf ältere Menschen ist v.a. die primäre Osteoporose, bedingt durch die postmenopausale Veränderung des Hormonstoffwechsels und altersabhängige Knochenmasseverluste von Bedeutung [STETTIN et al., 2005] (siehe Kapitel 2.4.5.).

Neben den positiven Funktionen im Knochenstoffwechsel sind in Bezug auf eine Calcium-Supplementation auch kontrovers diskutierte Einflüsse auf die Entstehung von vaskulären Erkrankungen bekannt. So wurde in einer Studie, in der gesunde postmenopausale Frauen täglich 1 g Calcium supplementierten, festgestellt, dass die Supplementation das Risiko einen Myokard- oder Herzinfarkt zu erleiden, deutlich ansteigen lässt [BOLLAND et al., 2008].

Die Verabreichung einer Kombination aus Calcium (1 g/d) und Vitamin D3 (10 µg/d) an postmenopausale, gesunde Frauen ließ allerdings keine negativen Auswirkungen der Supplementation auf das Herzinfarktrisiko oder die Wahrscheinlichkeit eine kardiovaskuläre Erkrankung zu erleiden, erkennen [HSIA et al., 2007].

Die Calcium-Zufuhrempfehlung liegt für Personen ab den 51. Lebensjahren bei 1000 mg/d [D-A-CH, 2000].

2.3.9. Zink

Zink wird zu den Übergangselementen gezählt und weist aufgrund des kleinen Ionenradius des Atoms eine hohe Stabilität in Komplexen auf.

Zink ist sowohl in tierischen als auch pflanzlichen Lebensmitteln vorhanden. Besonders hohe Konzentrationen sind in Leber, Rindfleisch und Käse enthalten.

Die Zinkabsorption kann durch verschiedene Faktoren beeinträchtigt werden, wodurch es trotz ausreichender Zufuhr zu einem unzureichenden Versorgungszustand kommen kann.

Phytinsäure, welche in pflanzlichen Produkten enthalten ist, vermindert die Bioverfügbarkeit von Zink mitunter beträchtlich.

Hohe Dosen an Calcium (durch Bildung unlöslicher Komplexe) und Vitamin D hemmen ebenfalls die Zinkabsorption [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Große Mengen an Zink wirken wiederum negativ auf die Kupferabsorption - so wurde bei einer Supplementation von 20 mg Zink pro Tag ein verminderter Kupferserumspiegel festgestellt [BOUKAÏBA et al., 1993].

Es muss allerdings beachtet werden, dass übliche, mit der Nahrung

aufgenommene Dosen an Calcium, Kupfer oder Vitamin D keine nachweislich negative Auswirkung auf die Zinkabsorption haben.

Zink wird vor allem im Duodenum und im oberen Teil des Jejunums absorbiert, wobei die Absorptionsrate nicht nur von den Nahrungsbestandteilen sondern auch vom körperlichen Versorgungszustand abhängt. Während bei niedriger luminaler Konzentration Zink mittels Carrier transportiert wird, kommt es bei hoher Konzentration zu einer passiven Diffusion. Nach dem aktiven Transport durch die Bürstensaumzellen wird Zink an Bindungsproteine der Mukosazellen gebunden. Die Bindungsproteine fungieren dabei als Kontrolle der Konzentration an freiem Zink [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Zink beeinflusst die Aktivität von vielen Enzymen und hat eine entscheidende Auswirkung auf das Immunsystem. So führt z.B. eine Supplementation von 30 mg Zink/d bei Personen zwischen 50 und 80 Jahren zu einer verbesserten IL-1 Produktion. Weitere Untersuchungen zeigten eine erhöhte Zahl an zirkulierenden T-Lymphocyten als Resultat einer vorangegangenen Zinksupplementierung [MITCHELL et al., 2003].

Zink hat auch eine physiologische Auswirkung auf den Lipidstoffwechsel. In einer Studie von Boukaïba et al. [1993] wurden Personen zwischen 73 und 106 Jahren bezüglich der Auswirkung einer Supplementation auf die Blutlipide untersucht. Die Probanden wurden aufgrund ihres Gewichts in 2 Gruppen geteilt, Gruppe 1 hatte einen BMI $<21 \text{ kg/m}^2$ (einen durchschnittlichen BMI von 18 kg/m^2), die zweite Gruppe hatte einen BMI von $>24 \text{ kg/m}^2$ (einen durchschnittlichen BMI von 25 kg/m^2). Beiden Gruppen wurden täglich 20 mg Zink über 16 Wochen verabreicht, wodurch in beiden Kollektiven der Gehalt an Gesamt-Cholesterol signifikant sank. Gleichzeitig konnte allerdings ein Anstieg des Triglyceridlevels sowie eine Reduktion der HDL-Cholesterolkonzentration erfasst werden. Neben der Beeinflussung der Blutlipide hatte die Zink-Supplementation auch andere gesundheitliche Auswirkungen (verbesserte Nährstoffaufnahme bzw. Albuminkonzentration) [BOUKAÏBA et al., 1993].

In einer weiteren Studie in der die Auswirkung einer Zink-Supplementation auf die Blutlipide erforscht wurde, konnte eine Reduktion der Lipidperoxide bei einer Supplementation von 25 mg Zink/Tag festgestellt werden [FORTES et al.,

1997]. Dies resultiert vermutlich aus der Mitwirkung von Zink als integraler Bestandteil von antioxidativ wirkenden Enzymen im Radikalstoffwechsel.

Laut D-A-CH-Referenzwerten liegt eine angemessene Zinkzufuhr ab 51 Jahren für Männer bzw. Frauen bei 10 bzw. 7 mg/d [D-A-CH, 2000].

2.4. Nahrungsergänzungsmittel

2.4.1. Begriffsdefinition – Nahrungsergänzungsmittel

Im Sinne der Richtlinie 2002/46/EG laut Artikel 2 bezeichnet der Ausdruck Nahrungsergänzungsmittel „Lebensmittel, die dazu bestimmt sind, die normale Ernährung zu ergänzen und die aus Einfach- oder Mehrfachkonzentraten von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung bestehen und in dosierter Form in den Verkehr gebracht werden, d. h. in Form von z. B. Kapseln, Pastillen, Tabletten, Pillen, Pulverbeuteln, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen und ähnlichen Darreichungsformen von Flüssigkeiten und Pulvern zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen“ [EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT, 2002].

2.4.2. Daten zur Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln

Bereits 20% bis 35% der Erwachsenen in Deutschland supplementieren regelmäßig mit Nahrungsergänzungsmitteln. Im Alter steigt die Einnahmehäufigkeit und korreliert mit dem Bildungsniveau, darüber hinaus nehmen Frauen öfter Nahrungsergänzungsmittel als Männer. Menschen greifen häufig zu Supplementen um eine unausgewogene Ernährung auszugleichen. Vielfach ist aber auch die Erwartung die Gesundheit zusätzlich zu verbessern ein wichtiger Grund für den Konsum von Nährstoffpräparaten [KIEFER et al., 2003].

In Deutschland untersuchte man die Aufnahme von Supplementen bei Personen ab dem 60. Lebensjahr. Die Hälfte der 388 teilgenommen Probanden nahm mindestens ein Supplement während der letzten 3 Tage zu sich. Frauen nahmen $2,03 \pm 1,3$ Produkte zu sich während Männer $1,65 \pm 1,07$ Präparate einnahmen. So konnte man feststellen, dass Frauen deutlich häufiger zu Supplementen greifen als Männer. Die beliebtesten Mikronährstoffe bei Frauen waren Magnesium, Vitamin E und Calcium, Männern hingegen supplementierten häufiger Vitamin C, Vitamin E und Magnesium

[SCHWARZPAUL et al., 2006].

In einer weiteren groß angelegten Studie mit 25.544 Teilnehmern, welche in Deutschland durchgeführt wurde, kam man auch zu dem Ergebnis, dass Frauen öfter supplementieren als Männer. So nahmen 47% der Frauen während des vergangenen Jahres regelmäßig Supplemente zu sich, bei Männer supplementierten hingegen nur 41% regelmäßig. Zudem stieg die Zufuhr an Vitamin- und Mineralstoffsupplementen mit dem Alter, der körperlichen Aktivität und einem niedrigen BMI. Weiters wurde ein positiver Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Milch- und Milchprodukten, Fisch und Supplementen nachgewiesen, während Personen mit einem hohen Fleischverzehr und Aufnahme an gesättigten Fettsäuren seltener supplementierten. Schließlich kam man zu dem Ergebnis, dass Personen, die auf einen gesünderen Lebensstil achten auch öfter Supplemente einnehmen [REINERT et al., 2007].

Auch in den USA beschäftigten sich bereits sämtliche Studien mit der Verwendung von diversen Supplementen. So wurde eine Studie an über 51-jährigen Personen durchgeführt um den Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln zu untersuchen - dazu wurde die Bevölkerung in Afroamerikaner, Hawaiianer, in Amerika lebende Japaner und Weiße eingeteilt. Im Durchschnitt supplementieren 50% der Probanden, wobei Weiße mit 57% am häufigsten supplementieren. Die Zufuhrhöhe der einzelnen Mikronährstoffe war sehr unterschiedlich. Die durchschnittliche Vitamin- und Mineralstoffzufuhr durch Nahrungsergänzungsmittel lag bei Vitamin A, Thiamin, Riboflavin, Niacin, Pantothersäure, Vitamin B₆, Folsäure, Vitamin B₁₂, Vitamin E, Zink, Kupfer, Mangan, Molybdän und Chrom über dem jeweiligen RDA-Wert; grenzwertig war die Zufuhr an Vitamin C, Biotin und Vitamin D und deutlich darunter war die Aufnahme an Calcium und Selen. Die Zufuhr an einigen Vitaminen und Mineralstoffen durch Nahrungsergänzungsmittel lag nicht nur über dem RDA-Level – für Vitamin A, Folsäure und Niacin konnten sogar Aufnahmemengen über dem UL festgestellt werden [PARK et al., 2008].

2.4.3. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Multivitamin-Supplementation im Alter

Im Folgenden soll auf die Bedeutung von Multivitamin- und Multimineralstoff-Supplementen in Bezug auf ältere Menschen näher eingegangen werden. Genauer betrachtet werden die Auswirkungen auf kognitive Fähigkeiten, LDL-Cholesterol und Homocysteinspiegel, infektiöse und chronische Erkrankungen. Mc Neil et al. [2007] untersuchten ob eine Multivitamin- und Multimineralstoff-Supplementation Auswirkung auf die kognitive Fähigkeit bei Personen ab dem 65. Lebensjahr hat. Dazu supplementierten die Probanden täglich über 12 Monate 11 Vitamine und 5 Mineralstoffe. Das Präparat enthielten 800 µg Vitamin A, 60 mg Vitamin C, 5 µg Vitamin D, 10 mg Vitamin E, 1,4 mg Thiamin, 1,6 mg Riboflavin, 18 mg Niacin, 6 mg Pantothensäure, 2 mg Vitamin B₆, 1 µg Vitamin B₁₂, 200 µg Folsäure, 14 mg Eisen 150 µg Jod, 0,75 mg Kupfer, 15 mg Zink und 1 mg Mangan. Das Ergebnis deutete zwar auf keinen allgemein nutzbringenden Effekt einer regelmäßigen Supplementation hin, es konnte jedoch bei Personen ab dem 75. Lebensjahr sowie bei Probanden mit einem Vitamin- oder Mineralstoff-Defizit vor Studienbeginn, eine Verbesserung der Sprachfähigkeit festgestellt werden [MC NEIL et al., 2007].

In einer weiteren Studie beschäftigte man sich mit dem Effekt einer Multivitamin- bzw. Multimineralstoff-Supplementation auf die LDL-Cholesterol-Oxidation sowie auf den Homocysteinspiegel von älteren Menschen. Die tägliche Aufnahme der einzelnen Mikronährstoffe überschritt zum Teil deutlich die empfohlene Zufuhr (laut D-A-CH), so lagen die Konzentrationen bei 1000 mg Vitamin C, 10 µg Vitamin D, 536 mg Vitamin E, 25 µg Vitamin K, 3 mg Thiamin, 10 mg Riboflavin, 20 mg Niacin, 25 mg Vitamin B₆, 800 µg Folsäure, 400 mg Vitamin B₁₂, 300 µg Biotin, 10 mg Pantothensäure, 150 µg Jod, 400 mg Magnesium, 15 mg Zink, 100 µg Selen, 2 mg Kupfer, 100 µg Chrom, 400 mg Kalium, 500 mg Cholin, 10 mg Lycopin, 6 mg Lutein und 50 mg Co-Enzyme Q-10. Nach 6 Monaten Multivitamin-/ Multimineralstoff-Supplementation konnte in der supplementierten Gruppe aber auch in der Placebogruppe eine deutliche

Verminderung des Homocysteinspiegels festgestellt werden. Eine verbesserte Oxidationsresistenz konnte allerdings lediglich in der supplementierten Gruppe ausgemacht werden [EARNEST et al., 2003].

Weiters erforschte man die Auswirkung einer Multivitamin- und Multimineralstoff-Supplementation auf das Auftreten infektiöser Erkrankungen im Alter. Die Probanden (ab dem 65. Lebensjahr) erhielten über ein Jahr täglich Supplemente mit folgender Dosierung: 800 µg Vitamin A, 60 mg Vitamin C, 5 µg Vitamin D, 10 mg Vitamin E, 1,4 mg Thiamin, 1,6 mg Riboflavin, 18 mg Niacin, 6 mg Pantothensäure, 2 mg Vitamin B₆, 1 µg Vitamin B₁₂, 200 µg Folsäure, 14 mg Eisen, 0,75 mg Kupfer, 150 µg Jod, 15 mg Zink und 1 mg Mangan. Obwohl 32% der Probanden vor Beginn der Studie ein hohes Risiko eines Defizits für Eisen, Folsäure, Vitamin C oder Vitamin D aufwiesen, konnte man keinen günstigen Effekt der Langzeitsupplementierung nachweisen. Weiters konnte keine positive Auswirkung auf die Lebensqualität der Probanden festgestellt werden [AVENELL et al., 2005].

Mc Kay et al. [2000] untersuchten Personen im Alter von 50-87 Jahren auf das Entstehungsrisiko chronischer Erkrankungen. Über 8 Wochen supplementierten die Probanden täglich 1,5 mg Vitamin A, 10 µg Vitamin D₃, 20,1 mg Vitamin E, 25 µg Vitamin K₁, 250 mg Vitamin C, 1,5 mg Thiamin, 1,7 mg Riboflavin, 2 mg Vitamin B₆, 6 µg Vitamin B₁₂, 20 mg Niacin, 30 µg Biotin, 400 µg Folat, 10 mg Pantothensäure, 0,15 mg Bor, 162 mg Calcium, 65 µg Chrom, 150 µg Jod, 3,5 mg Mangan, 160 µg Molybdän, 5 µg Nickel, 109 mg Phosphor, 80 mg Kalium, 20 µg Selen, 10 µg Zinn, 10 µg Vanadium, 15 mg Zink und 2 mg Silizium. Die Plasmakonzentration an Vitamin D, Vitamin E, Folsäure, Vitamin B₁₂, Vitamin B₆, Vitamin C und Riboflavin stieg im Studienzeitraum deutlich an. Die Plasmakonzentration von Vitamin A und Thiamin zeigte im Zeitraum der regelmäßigen Supplementation jedoch keine nennenswerten Veränderungen. Insgesamt betrachtet konnte der Konzentrationsanstieg diverser Mikronährstoffe mit einem verminderten Risiko für die Entstehung chronischer Erkrankungen assoziiert werden. [MC KAY et al., 2000]

2.4.4. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Magnesium-Supplementation im Alter

In zahlreichen Studien wurde die Auswirkung einer Magnesium-Supplementation auf Herzerkrankungen, Muskelaktivität sowie auf die Entstehung von Osteoporose bei älteren Menschen bereits untersucht.

In einer Studie untersuchte man ob Magnesium eine positive Auswirkung in der Therapie von Patienten mit koronaren Herzerkrankungen hat. Die Probanden waren zwischen 42 und 82 Jahre alt und erhielten über 6 Monate täglich Gaben von 720 mg Magnesium. Die Supplementation bewirkte eine signifikante Verbesserung der endothelialen Funktion der Arteria brachialis [SHETCHER et al., 2000].

In der Studie von Witteman et al. [1994] wurde der Effekt von Magnesium auf den Blutdruck bei Personen mit leichter Hypertonie untersucht. Die Probanden erhielten über 6 Monate Gaben von 480 mg Magnesium pro Tag. Man kam zu dem Ergebnis, dass sowohl der systolische Blutdruck um 2,7 mm Hg, als auch der diastolische Blutdruck um 3,4 mm Hg durch die regelmäßige Magnesiumgabe signifikant sank [WITTEMAN et al., 1994].

Pokan et al. [2006] untersuchten den Effekt einer Magnesium-Supplementation bei Personen mit koronaren arteriellen Erkrankungen. Hier wurde vor allem auf die Auswirkung körperlicher Aktivität auf die Herzfrequenz und Myokardfunktion geachtet. Die Probanden nahmen dazu zwei Mal pro Tag Magnesium in Höhe von 360 mg zu sich. Nach 6 Monaten konnte ein Anstieg der intrazellulären Magnesiumkonzentration festgestellt werden. Beachtet wurden weiters die Sauerstoffaufnahme, die Herzfrequenz und der Auswurf des linken Ventrikels. Das Ergebnis zeigte einen günstigen Effekt einer kontinuierlichen Magnesium-Supplementation auf die Toleranz körperlicher Aktivität, auf die Ventrikelfunktion in Ruhe und Belastung bei Personen mit koronaren Herzerkrankungen [POKAN et al., 2006].

In einer weiteren Studie untersuchte man den Zusammenhang zwischen dem Magnesiumserumspiegel und der Aufrechterhaltung der Muskelfunktion im

Alter. Bei den Probanden (Durchschnittsalter 66,7 Jahre) wurde die Fähigkeit Muskeltätigkeiten auszuführen, unter anderem die Grifffestigkeit, Kraft der Unterschenkel und mögliche Drehung des Knies festgestellt. Man kam zu dem Resultat, dass es eine signifikante Assoziation zwischen dem Magnesium Serumspiegel und der Muskel-Performanz gibt [DOMINGUEZ et al., 2006].

Eine Magnesium-Supplementation wurde auch in Zusammenhang mit der Entstehung von Osteoporose erforscht. Bereits nach 5 Tagen einer Magnesium-Supplementation (360 mg/d) konnte eine Verminderung der Magnesiumkonzentration sowie eine Verringerung der Konzentration des immunreaktiven Parathormons (iPTH) festgestellt werden. Es gab eine deutlich positive Korrelation zwischen dem Serumspiegel an iPTH und jenem an Magnesium; zudem sanken die Serummarker für die Knochenresorption bzw. die Knochenbildung. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass eine Magnesium-Supplementation einen hemmenden Effekt auf den Knochenumsatz hat. Da der Knochenumsatz im Zusammenhang mit dem Knochenverlust steht, könnte die gezielte Magnesium-Supplementation indirekt einen protektiven Effekt auf die Entstehung von Osteoporose sein [DIMAL et al. 1998].

2.4.5. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Supplementation von Calcium, Vitamin D und Vitamin K bei Osteoporose im Alter

Als Osteoporose bezeichnet man eine Reduktion von Knochenmasse, -struktur und -funktion; sowohl der organische als auch anorganische Teil des Knochens sind betroffen. Nachdem die Knochenmasse im dritten Lebensjahrzehnt ihr Maximum erreicht hat, kommt es ab diesem Zeitpunkt zum kontinuierlichen Abbau – nimmt dieser Abbau krankhafte Ausmaße an, so spricht man von Osteoporose.

Bei Osteoporose kann man zwischen zwei Formen unterscheiden, der primären und der sekundären Osteoporose.

Die primäre Osteoporose wird durch metabolische Störungen des Knochens verursacht, hier kann man wieder in zwei Arten unterteilen. Bei Typ sind vor

allem postmenopausale Änderungen des Hormonstoffwechsels für den krankhaften Knochenschwund verantwortlich, Typ 2 kann nicht nur bei Frauen sondern auch bei Männern auftreten - hier handelt es sich um einen generellen altersbedingten Knochenmasseverlust.

Sekundäre Osteoporose tritt nur bei 5% der Betroffenen auf, da sie auf anderen Grunderkrankungen wie zum Beispiel Mangelernährung, medikamentöse Therapie oder endokrinen Störungen basiert [STETTIN et al., 2005].

Für ältere Menschen besteht generell ein erhöhtes Risiko an Osteoporose zu erkranken - bereits jede 3. Frau und jeder 5. Mann über 50 Jahre leiden an dieser Erkrankung [RHEUMA-LIGA, 2004]. Weiters kritisch zu betrachten ist, dass die Aufnahme von Vitamin D und Calcium bei älteren Menschen vielfach zu gering ist [FABIAN und ELMADFA, 2008].

In zahlreichen Studien wurden vor allem die Rolle von Calcium, Vitamin D, Vitamin K und Phytoöstrogen in der Prävention als auch Therapie von Osteoporose untersucht.

Studien belegen vielfach, dass eine alleinige Calcium-Supplementation kaum positive Auswirkungen auf den Knochenstoffwechsel bzw. die Knochengesundheit im Alter hat. Eine Kombination aus Calcium und Vitamin D erwies sich in diversen Untersuchungen als weit effektivere Supplementationsvariante im Bezug auf den Knochenstoffwechsel. So bewirken Gaben von 17,5 µg/d Vitamin D₃ und 500 mg/d Calcium bei Personen ab dem 65. Lebensjahr eine Verbesserung der Knochendichte. Vor allem im Oberschenkelhals stieg die Knochendichte um 0,5% und im Bereich der Wirbelsäule um 2,1% [DAWSON-HUGHES et al., 1997]. Auch in anderen Studien konnten positive Auswirkungen einer Calcium und Vitamin D Supplementation auf den Knochenstoffwechsel ältere Menschen festgestellt werden [DALY et al., 2006].

In einer Studie von Booth et al. [2000] wurde der Effekt von einer Vitamin K Supplementation auf die Knochendichte bei älteren Menschen getestet. Die

Probanden waren im Durchschnitt 75,2 Jahre alt und erhielten täglich 56-254 µg Vitamin K/d. Obwohl die Supplementierung keine Auswirkungen auf die Knochendichte hatte kam es zu einer signifikanten Verringerung des Frakturrisikos.

In einer weiteren Studie zeigte sich, dass eine Kombinationssupplementation aus Vitamin D (45 mg/d) und Vitamin K (0,75 µg/d) in Hinblick auf die Knochendichte der Lendenwirbelsäule positivere Auswirkungen hat, als eine alleinige Calcium Supplementaton (2 g/d). In dieser Studie waren die Probanden postmenopausale Frauen im Alter von 55 und 85 Jahren, welche bereits an Osteoporose erkrankt waren [IWAMOTO et al., 2000].

2.4.6. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer Supplementation von sekundären Pflanzenstoffen im Alter

Sekundäre Pflanzenstoffe zählen zu den bioaktiven Substanzen und besitzen eine gesundheitsfördernde Wirkung beim Menschen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. In den Pflanzen selbst dienen sie als Wachstumsregulator sowie als Farb-, Abwehr- und Schutzstoffe [HAHN et al., 2005].

Mittlerweile sind 30.000 verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe bekannt, davon sind 5000-10.000 in der Nahrung enthalten. Da sie in der Nahrung jedoch nur in sehr geringen Mengen vorkommen, liegt die Gesamtaufnahme bei durchschnittlich 1,5 g/d.

Aufgrund der chemischen Struktur und funktioneller Eigenschaften, können sekundäre Pflanzenstoffe in verschiedenen Gruppen eingeteilt werden. Die Hauptgruppen (Tab.1) der sekundären Pflanzenstoffe sind Carotinoide, Phytosterine, Glucosinolate, Flavonoide, Phenolsäuren, Protease-Inhibitoren, Monoterpene, Phytoöstrogene und Schwefelverbindungen [DGE, 2004].

Gruppe	Anzahl unterschiedlicher Strukturen
Carotinoide	> 700
Saponine	nicht bekannt
Phytosterine	> 100
Glucosinolate	> 120
Flavonoide	> 6 500
Phenolsäuren	nicht bekannt
Protease-Inhibitoren	nicht bekannt
Phytoöstrogene ⇒ Isoflavonoide	> 870
⇒ Lignane	nicht bekannt
Monoterpene	nicht bekannt
Sulfide	nicht bekannt

Tab.1: Hauptgruppen der sekundären Pflanzenstoffe

2.4.6.1. Carotinoide

Carotinoide kann man aufgrund ihrer chemischen Struktur in zwei Gruppen unterteilen, sauerstoffhaltige (Xanthophylle) und sauerstofffreie (Carotene) Verbindungen. Zu den sauerstoffhaltigen Verbindungen zählen Lutein, Zeaxanthin und β -Cryptoxanthin. α -, β -Carotin (Abb.8) und Lycopin gehören zu den sauerstofffreien Verbindungen.



Abb.8: Chemische Struktur von β -Carotin

Während Xanthophylle vor allem in grünem Gemüse wie Brokkoli und Spinat vorhanden sind, kommt die zweite Gruppe der Carotinoide überwiegend in gelben und roten Obst- und Gemüsesorten vor. Die wichtigsten Funktionen der Carotinoide beim Menschen basieren auf antioxidativen und antikanzerogenen Effekten, weiters besitzen sie auch eine immunmodulierende Wirkung [HAHN et al., 2005].

Lutein und Zeaxanthin können das Risiko an altersbedingter Makuladegeneration (AMD) zu erkranken deutlich positiv beeinflussen. Loane

et al. [2008] zeigten bei Personen zwischen 66 und 75 Jahren, dass das Entstehungsrisikos für AMD mit der Serumkonzentration an Lutein und Zeaxanthin korreliert. Durch eine erhöhte Zufuhr an Lutein und Zeaxanthin steigt die Makulapigmentdichte, die das Auge vor Schäden durch UV-Licht schützt [LOANE et al., 2008].

Auch in einer weiteren Studie wurde ein Augen/Linsen-schützender Effekt diverser Carotinoide nachgewiesen. Durch eine vermehrte Zufuhr and Lutein und Zeaxanthin mit der Nahrung konnte bei gesunden Probanden zwischen 50-79 Jahren das Risiko an AMD zu erkranken signifikant reduziert werden [MOELLER et al., 2006].

Weiters haben Carotinoide auch protektive Effekte in der Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen. Durch die Nahrung aufgenommenes β -Carotin (1,72-7,63 mg) senkt beispielsweise das Erkrankungsrisiko im Bereich der Koronararterie. Die Zufuhr von 7,63 mg über 12 Jahre bewirkt eine Risikominderung um 26% wobei allerdings zu beachten ist, dass die Probandinnen, welche eine hohe Aufnahme von β -Carotin aufwiesen, auch mehr Sport betrieben und zusätzlich durch die Nahrung auch andere Mikronährstoffe vermehrt zu sich nahmen [OSGANIAN et al., 2003].

Durch ein Supplementation von 50 mg β -Carotin/d bei 63-jährigen Personen über einen Zeitraum von 4,3 Jahren konnte hingegen keine protektive Wirkung der regelmäßigen Supplementation auf die Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen nachgewiesen werden [GREENBERG et al., 1996].

Einige Studien deuten auf einen kontrovers diskutierten Einfluss von Carotinoiden auf die Entstehung von Karzinomen hin. So wurde männlichen Rauchern zwischen 50 und 69 Jahren täglich 20 mg β -Carotin oder 50 mg α -Tocopherol, über 5-8 Jahre verabreicht. Betrachtet man nur die Gruppe, welche β -Carotin erhielten, so wurde in dieser Studie festgestellt, dass das Lungenkrebsrisiko der β -Carotin Gruppe, verglichen mit der Placebogruppe deutlich anstieg [ATBC, 1994].

In weiteren Studien konnte man bei Männern zwischen 45 und 60 Jahren welche β -Carotin über 8 Jahre supplementierten eine protektive Auswirkung in

der Entstehung von Krebs und kardiovaskulären Erkrankungen feststellen. Hier wurde aber β -Carotin niedriger (6 mg/d) dosiert und außerdem lag bei den Probanden vor der Studie ein generell schlechter Versorgungszustand vor [HERCBERG et al., 1998].

Während einige Studien positive Effekte einer β -Carotin-Supplementation erfassten, konnte eine große Interventionsstudie mit 22.071 Teilnehmern über 12 Jahre diese Ergebnisse nicht bestätigen. Die männlichen Probanden im Alter von 40-84 Jahren erhielten jeden zweiten Tag 50 mg β -Carotin. Betrachtet wurde sowohl die Entstehung von bösartigen Tumoren als auch das Auftreten kardiovaskulärer Erkrankungen. In Hinblick auf die Krebsentstehung konnten keine positiven oder negativen Auswirkungen nachgewiesen werden. Zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Lungenkrebs im Vergleich mit Rauchern und Nicht-Rauchern wurde ebenfalls kein Zusammenhang festgestellt. Weiters konnten im Bereich der kardiovaskulären Erkrankungen keine Vor- oder Nachteile in Hinblick auf eine regelmäßige β -Carotin-Supplementation nachgewiesen werden; weder auf das Schlaganfall- und Herzinfarktrisiko noch auf andere Todesfälle, welche durch kardiovaskuläre Erkrankungen verursacht werden [HENNEKENS et al., 1996].

Auf die Entstehung von Karzinomen konnte in Studien nur bei geringer Dosierung und vormals schlechtem Versorgungszustand ein schützender Effekt einer β -Carotin-Supplementation festgestellt werden, bei höheren Dosierungen wurden keine Auswirkung oder teils sogar negative Effekte beobachtet.

2.4.6.2. Phytosterole

Phytosterole sind pflanzliche Sterine - aufgrund ihres Sterol-Grundgerüst sind sie dem Cholesterol ähnlich. Zu den bekanntesten Vertretern zählen: Stigmasterin (Abb. 9), β -Sitosterin (Abb. 9) und Campesterin (Abb. 9), wobei β -Sitosterol mengenmäßig das bedeutendste natürlich in Lebensmitteln vorkommende Phytosterol ist.

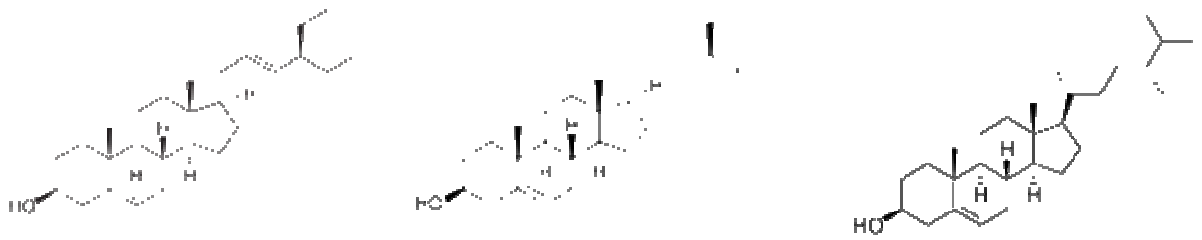


Abb.9: Chemische Struktur von Stigmasterin, β -Sitosterin und Campesterin

Phytosterole kommen vor allem in fettreichen Pflanzenteilen, Samen und Nüssen vor. Die hypocholesterämische Wirkung basiert auf einer Hemmung der Cholesterolabsorption, indem die Löslichkeit von Cholesterol in der mizellären Phase verringert und so die Aufnahme in Mizelle gehemmt wird [HAHN et al., 2005].

Die Auswirkung einer Supplementation auf den Gesamtcholesterolspiegel wurde in einigen Studien untersucht, wobei die Ergebnisse trotz ähnlicher Dosierung variieren.

So wurde der Effekt einer Phytosterolester-Supplementation auf die Entstehung kardiovaskuläre Erkrankungen betrachtet. Dabei wurde den Probanden 2,6 g/d Phytosterolester über einen Zeitraum von 12 Wochen verabreicht. Die Supplemente enthielten 40-58% Sitosterin, 20-28% Campesterin und 14-23% Stigmasterin. Nach 12 Wochen konnte eine Reduktion des Gesamtcholesterols um 3,5% und eine Verringerung des LDL-Cholesterols um 5% festgestellt werden. Bei der HDL-Cholesterol-Konzentration gab es keine Veränderungen, hier konnte die Konzentration aufrechterhalten werden [EARNEST et al., 2007]. In einer anderen Studie erhielten 30 Probanden mit Hypercholesterinämie Phytosterine (1g/d) über 4 Wochen - diese bewirkten eine Verringerung des LDL-Cholesterolspiegels um 11,1% und des Gesamtcholesterols um 6,7%. Nach weiteren 8 Wochen erhielten 11 Probanden 2 g Phytosterin pro Tag dadurch verringerte sich der LDL-Cholesterolllevel (bezogen auf Werte zu Beginn der Studie) um 15% und die Gesamtcholesterolkonzentration um 11% [VOLPE et al., 2001].

In einer weiteren Studie verzehrten Probanden mit leichter Hypercholesterinämie täglich eine Margarine, welche mit Sitostanolestern

angereichert war. Die Aufnahme an Sitostanol lag somit bei 1,8 g oder 2,6 g/d. Nach einem Jahr konnte eine durchschnittliche Reduktion des Serumcholesterolspiegels um 10,2% nachgewiesen werden. Auch die LDL-Cholesterol-Konzentration verminderte sich um 14,1%. Die Sitostanolesteraufnahme hatte jedoch keinen Effekt auf die Triglycerid- und HDL-Cholesterol-Konzentration der Probanden [MIETTINEN et al., 1995].

Nestel et al. [2001] untersuchten die Auswirkung von Sterol- und Stanolesterangereicherten Lebensmitteln auf die LDL-Cholesterolkonzentration bei Patienten mit Hypercholesterinämie. Eine Zufuhr von 2,4 g/d über 12 Wochen bewirkte eine Reduktion der LDL-Cholesterol-Konzentration um 13,6% (bei Sterolester) und 8,3% (bei Stanolester). Eine negative Auswirkung auf den Plasma-Carotinoid-Spiegel sowie auf den Plasma-Tocopherol-Spiegel war nicht gegeben [NESTEL et al., 2001].

Insgesamt betrachtet kann somit festgestellt werden, dass eine Phytosterolsupplementation einen Cholesterolsenkenden Effekt ausüben kann, wobei nur LDL-Cholesterol und der Gesamtcholesterolspiegel betroffen sind. Es konnte keine Auswirkung auf die HDL-Cholesterol-Konzentration beobachtet werden.

2.4.6.3. Phytoöstrogene

Als Phytoöstrogene bezeichnet man chemische Substanzen, welche sowohl östrogene als auch antiöstrogene Wirkung aufweisen. Die Verbindungen sind 17- β -Östradiol ähnlich, und können deshalb mit Östrogenrezeptoren interagieren. Isoflavone (Genistein, Daidzein), Lignane, und Coumestane zählen zu den wichtigsten Vertretern der Phytoöstrogene.

In Nahrungsmitteln kommen Isoflavone überwiegend in Sojabohnen vor. Lignane sind in Vollkornprodukten und Ölsaaten vorhanden. Aufgrund der Wirkungsweise von Phytoöstrogen gibt es Hinweise darauf, dass sie die Funktion besitzen, klimakterische Beschwerden zu senken und das Osteoporoserisiko zu verringern [HAHN et al., 2005].

In vielen Untersuchungen zeigte sich eine Verbesserung der klimakterischen

Beschwerden, besonders bei Hitzewallungen. Jedoch ergab sich in einigen Studien auch eine Verminderung der Symptome in der Placebogruppe, teilweise wurde sogar in der Placebogruppe eine deutlichere Verbesserung nachgewiesen [SECRETO et al., 2004; TICE et al., 2003].

2.4.7. Ernährungsphysiologische Bedeutung einer ω -3 Fettsäuren Supplementation im Alter

α -Linolensäure (Abb.10), Eicosapentaensäure (Abb.11) und Docosahexaensäure (Abb.12) zählen zu den essentiellen ω -3 Fettsäuren.

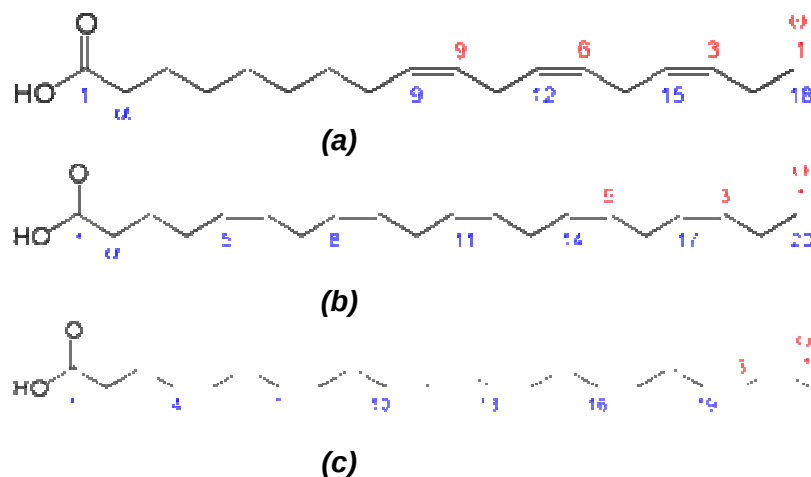


Abb.10: Chemische Struktur von Linolensäure (a), Eicosapentaensäure (b) und Docosahexaensäure (c)

Sie kommen vor allem in fettem Fisch wie Lachs, Hering und Makrelen vor.

ω -3-Fettsäuren haben wichtige Funktionen in der Bildung von Strukturlipiden und Eicosanoiden, welche wiederum Auswirkungen auf Entzündungs- sowie Immunreaktionen haben. Weiters sind sie Bestandteil von Zellmembranen. Insbesondere in den Photorezeptoren der Netzhaut des Auges sowie im Nervengewebe sind hohe Konzentrationen an Docosahexansäure vorhanden [D-A-CH, 2000].

Das empfohlene Zufuhrverhältnis von ω -6: ω -3 sollte bei <5:1 liegen, die tatsächliche Zufuhr bei einer westlichen Ernährungsweise liegt jedoch häufig

bei 20-30:1, wodurch die Entstehung von entzündlichen Erkrankungen, Krebs und koronaren Herzerkrankungen begünstigt werden kann [SIDDIQUI et al., 2008].

Studien belegen, dass eine Supplementation von ω -3-Fettsäuren einen durchaus positiven Effekt auf die Plasmalipide ausübt. So bewirken Gaben über 16 Wochen von 4 g/d eine Reduzierung der Triglyceride um 47%, während sich die HDL-Cholesterolkonzentration um 13% steigerte [HARRIS et al., 1997].

Die Auswirkung einer ω -3-Fettsäure reichen Ernährung auf das Risiko einen plötzlichen Herztod zu erleiden, wurde bei Probanden im Alter von 40-84 Jahren in einer groß angelegten Studie (20 551 Probanden) über 11 Jahre untersucht. Dabei kam man zu dem Ergebnis, dass ein Fischverzehr von mindestens 1-Mal pro Woche das Mortalitätsrisiko signifikant senkt. So ist das Risiko einen plötzlichen Herztod zu erleiden verglichen mit Personen die weniger als 1-Mal im Monat Fisch verzehrten um 52% geringer [ALBERT et al., 1998].

In einer weiteren Studie erhielten Probanden (60 Jahre), welche an peripheren arteriellen Erkrankungen litten über 3 Monate ω -3-Fettsäuren (1 g/d). Das Verhältnis der Supplemente von EPA:DHA entsprach 0,9:1,5. Nach 3 Monaten konnte eine Reduktion der Triglyceride um 36,8% nachgewiesen werden; jedoch änderten sich die HDL-Cholesterolkonzentration, die LDL-Cholesterolkonzentration und der Gesamtcholesterolspiegel im Vergleich zur Placebo Gruppe nicht signifikant [SCHIANO et al., 2008].

Weiters wirkt sich eine regelmäßige ω -3-Fettsäuren-Supplementation auch auf die Thrombozytenaggregation und in weiterer Folge auf die Arterioskleroseentstehung aus [SIDDIQUI et al., 2008].

Aufgrund der Cholesterolsenkenden Wirkung und dem positiven Einfluss auf den Plasmalipidspiegel kann eine gesteigerte Zufuhr an ω -3-Fettsäuren in der Therapie von koronaren Herzerkrankungen einen günstigen Einfluss haben. Weiters bewirkt eine Supplementation oder gesteigerte Nahrungszufuhr an ω -3-Fettsäuren auch protektiv in der Entstehung von Arteriosklerose.

2.4.8. Einfluss einer Supplementation bei Arteriosklerose

Unter Arteriosklerose versteht man eine Störung der Wechselwirkung zwischen Gefäßwand und zirkulierendem Blut. Bei der Gefäßwand kommt es zu Veränderungen wie Verhärtungen, Verdickungen, Lumeneinengung oder Erweiterung und Elastizitätsverlust. Die Arterioskleroseentstehung kann in 4 Phasen eingeteilt werden. In der ersten Phase kommt es aufgrund von thermischen, immunologischen, mechanischen oder chemischen Einflüssen zu einer Endothelläsion, in der zweiten Phase kommt es zur Thrombozytenadhäsion und in der dritten Phase entstehen atherosklerotische Plaques, welche aus Fetten, Wasser, Thrombozyten, Makrophagen, glatten Muskelzellen, Bindegewebsubstanz und Calcium bestehen. In der letzten irreversiblen Phase kommt es zusätzlich zur Bildung von Atheromen. Da Hyperlipoproteinämie ein bedeutender Risikofaktor in der Entwicklung von Arteriosklerose ist [ELMADFA und LEITZMANN, 2004], wurde der Effekt einer gezielten Supplementation auf das Lipidprofil des Menschen bereits vielfach untersucht.

Ca. die Hälfte der in den Industrienationen lebenden über 60-Jährigen stirbt an Arteriosklerose bzw. deren Folgeerkrankungen wie Herz-Kreislauserkrankungen [GEBBERS, 2007].

In Studien wurden in der Prävention von Arteriosklerose vor allem Antioxidantien, Vitamine der B-Gruppe und ω -3 Fettsäuren näher betrachtet.

So zeigten Untersuchungen bereits durchaus positive Effekte von Vitamin C auf die Entstehung von Arteriosklerose bei 70-jährige Männern [ELLINGSEN et al., 2008].

Auch eine regelmäßige Vitamin E Supplementation (20,1-67 mg/d) bewirkte eine Reduktion des koronaren Herzerkrankungsrisikos bei älteren Menschen um 40% [STAMPFER et al., 1993].

Zu anderen Ergebnissen kam man in einem Vergleich von 7 Studien, in der die Wirkung von Antioxidantien (Vitamin E, Vitamin C, β -Carotin und Selen) auf die Entstehung von Arteriosklerose untersucht wurde. Hier konnte bei Personen ab

dem 50. Lebensjahr kein positiver Effekt einer Supplementation auf das Erkrankungsrisiko nachgewiesen werden [BLEYS et al., 2006].

Weiters wurden auch in der Supplementation mit Vitamin B₆, Vitamin B₁₂ und Folsäure (bei Menschen ab 50 Jahren) keine eindeutigen positiven Auswirkungen auf die Arterioskleroseentstehung erkannt. [BLEYS et al., 2006].

Auch hier sind die Ergebnisse sehr widersprüchlich, da in anderen Studien mit einer Vitamin B₆, Vitamin B₁₂ und Folsäure Supplementation über die Reduktion des Homocysteinspiegels, durchaus protektive Effekte erzielt wurden [MC CULLY, 2007].

In Zusammenhang mit der Entstehung von Arteriosklerose wurden außerdem ω -3 Fettsäure Supplemente untersucht. Hier kamen viele Studien zu dem Ergebnis, dass die Supplementation einen gefäßschützenden Effekt bewirkt.

So zeigten Gaben von ω -3-Fettsäuren in Form von Fischölkapseln neben einer antiarteriosklerotischen auch antithrombotische und antientzündliche Wirkung, sowie eine Verbesserung der Endothelfunktion und Verminderung der Triglyceridkonzentration [DIN et al., 2004].

Diese positiven Einflüsse auf die Blutlipidkonzentration und die damit verbundene Verminderung des kardiovaskulären Erkrankungsrisikos konnten ebenso in weiteren Studien beobachtet werden [SIDDIQUI et al., 2008].

2.4.9. Einfluss einer Supplementation bei Diabetes Typ II

Diabetes mellitus Typ 2 ist eine Stoffwechselerkrankung, welche häufig im Alter auftritt. Während Typ 1 insulinabhängig ist, bezeichnet man Diabetes Typ 2 auch als insulinunabhängige Form. Risikofaktoren für die Entstehung dieser Erkrankung stellen Übergewicht, falsche Ernährungsgewohnheiten und geringe körperliche Bewegung dar. [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Diese Erkrankung ist häufig mit einer Steigerung an oxidativem Stress verbunden, was einerseits aufgrund einer reduzierten Antioxidantienverfügbarkeit, andererseits auf eine gesteigerte Produktion an freien Radikalen zurückgeführt werden kann [WASCHER et al., 2007]. So bewirkt bereits eine postprandiale Hyperglykämie eine verstärkte Bildung von

reaktiven Sauerstoffspezies (ROS). Vor allem bei älteren Menschen die an Diabetes erkranken, besteht die Gefahr einer unzureichenden Fähigkeit ROS durch diverse enzymatische, endogene und nutritive Antioxidantien zu inaktivieren, wenn die Versorgung mit Vitaminen, welche antioxidative Effekte erzielen, zu gering ist. Erhöhter oxidativer Stress bei Diabetes kann nicht nur zur Entstehung von vaskulären Erkrankungen beitragen, sondern auch die Entwicklung einer Insulinresistenz fördern und die Sekretion und Bildung von Insulin beeinträchtigen. Das geschieht dadurch, dass die im Pankreas entstandenen ROS zur Induktion der Apoptose der β -Zellen führen [RÖSEN und BELLIN, 2004]. Deshalb werden bei Diabetes Typ 2 vor allem Antioxidantien aber auch Vitamine der B-Gruppe (zur Verringerung des gesteigerten Arterioskleroserisikos) in der Supplementation untersucht. Wascher et al. [2007] untersuchten die Wirkung eines Supplements speziell für Diabetiker über 2 Monate an 58-jährigen Probanden. Diese erhielten täglich eine Kombination aus folgenden Mikronährstoffen: 200 mg Vitamin C, 5 mg Thiamin, 5 mg Vitamin B₆, 600 μ g Folsäure, 10 mg Vitamin B₁₂, 900 μ g Vitamin A, 100 mg Vitamin E, 15 mg Zink, 50 μ g Chrom, 70 μ g Selen und 8,33 mg Ginsengwurzelextrakt. Nach der Supplementation kam es zu einer leichten Verminderung des glycosylierten Hämoglobins (HbA1c) von 7,3% auf 7,1%. Signifikant verbesserte sich jedoch das subjektiv empfundene Wohlbefinden sowie die Leistungsfähigkeit der Probanden [WASCHER et al., 2007].

In einer weiteren Studie erhielten Diabetes Typ 2 Patienten täglich Gaben von 30 mg Zink. Vor der Supplementation waren bei den Probanden die Zinkserumspiegel leicht erniedrigt, weiters lagen die Werte für HbA1c bei über 7,5%. Während der oxidative Stress, gemessen an der Thiobarbitursäurezahl um 15% sank, hatte eine Supplementation weder Auswirkung auf die Glucosehomöostase noch auf die Konzentration an glycosyliertem Hämoglobin [ROUSSEL et al., 2003].

Auch bei Dosen von 500 mg/d Tocopherol wirkte sich eine Supplementation reduzierend auf das Ausmaß des oxidativen Stresses bei Probanden mit Diabetes Typ 2 aus [WU, 2007]. In einigen Studien wurde auch eine präventive Anwendung von Supplementen bei Risikopatienten untersucht.

Es zeigte sich allerdings, dass eine regelmäßige Selen-Supplementation keinen präventiven Effekt auf die Entstehung von Diabetes mellitus Typ 2 hat [STRANGES et al., 2007].

Ebenso wirklos blieb die Supplementation von Antioxidantien (täglich 120 mg Vitamin C, 30 mg Vitamin E, 6 mg β -Carotin, 20 mg Zink und 100 μ g Selen) auf den Nüchtern-Blut-Glucosespiegel von Typ 2 Diabetikern [CZERNICHOW et al., 2006].

3. Material und Methoden

3.1. Untersuchtes Kollektiv

Die Studie zum „Ernährungsstatus burgenländischer Senioren“ wurde vom Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien in Zusammenarbeit mit der burgenländischen Landesregierung durchgeführt. Die Studie umfasste eine Ernährungs- sowie eine Statuserhebung. An der laborchemischen Statuserhebung nahmen Senioren aus dem Kollektiv der vorangegangenen Ernährungserhebung teil. Die Rekrutierung weiterer Probanden für die laborchemischen Bestimmung des Ernährungsstatus erfolgte auf der Seniorenmesse in Eisenstadt sowie über lokale Seniorengruppen, Briefaussendungen und teils persönliche Kontakte.

Folgende Untersuchungen wurden im Rahmen der Statuserhebung durchgeführt:

- ⇒ Analyse in Vollblut, Plasma und Erythrozyten
- ⇒ Harnanalyse (morgendlicher Spontanharn)
- ⇒ 24-h-Recall vom Vortag der Blutabnahme
- ⇒ Bestimmung von Größe und Gewicht
- ⇒ Erhebung von Informationen über Alter, Familienstand/Wohnsituation, diverse Beschwerden bei der Nahrungsaufnahme, die Einnahme von Supplementen (Art und Häufigkeit) und Medikamenten

Die Blutabnahmen erfolgten in den Bezirkshauptmannschaften durch die Amtsärzte in den Monaten Mai und Juni 2007.

Bei den 102 an der Statuserhebung teilnehmenden Probanden handelte es sich um in Privathaushalten lebende, sich selbstständig versorgende Senioren, die 70 Jahre oder älter waren. Insgesamt nahmen 45 Männer und 57 Frauen an der Statuserhebung teil (Tab.2). 44% der Studienteilnehmer lebten im Nordburgenland (Bezirke Neusiedl am See, Eisenstadt, Mattersburg und

Oberpullendorf), 56% stammten aus dem Südburgenland (Bezirke Oberwart, Güssing und Jennersdorf).

Tab.2: Regionale Verteilung der Probanden

	Gesamtes Burgenland	Nord- burgenland	Süd- Burgenland
Gesamt	102	45	57
Männer	45	23	22
Frauen	57	22	35

Tab.3: Charakteristika der Studienteilnehmer

	Anzahl	Anteil	Alter in Jahren (MW $\pm$ sd)	BMI in kg/m ² (MW $\pm$ sd)
Gesamt	102	100%	76 $\pm$ 4	28,0 $\pm$ 4,0
Männer	45	44 %	75 $\pm$ 4	28,3 $\pm$ 3,9
Frauen	57	56%	76 $\pm$ 4	27,8 $\pm$ 4,1

Die Studienteilnehmer waren im Mittel 76 $\pm$ 4 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Senioren unter Berücksichtigung des Geschlechts war in etwa gleich (Männer 75 $\pm$ 4 Jahre; Frauen 76 $\pm$ 4 Jahre) (Tab.3). Auch zwischen den Teilnehmern aus dem Nord- (75 $\pm$ 4 Jahre) und Südburgenland (76 $\pm$ 4 Jahre) gab es keinen signifikanten Altersunterschied. Die Altersstruktur der Probanden ist Tab.4 zu entnehmen.

Tab.4: Altersstruktur der Studienteilnehmer

Alter	Gesamt		Männer		Frauen	
70 – 74 Jahre	n = 48	47%	n = 24	53%	N = 24	42%
75 – 79 Jahre	n = 35	34%	n = 13	29%	N = 22	37%
$\geq$ 80 Jahre	n = 19	19%	n = 8	18%	N = 11	20%
	n = 102	100%	n = 45	100%	N = 57	100%

Im Mittel lag der BMI der Probanden bei 28,0 $\pm$ 4,0 kg/m². Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den männlichen (28,3 $\pm$ 3,9 kg/m²) und

weiblichen Senioren ($27,8 \pm 4,1 \text{ kg/m}^2$) bzw. zwischen den Teilnehmern aus dem Nord- ($27,8 \pm 3,6 \text{ kg/m}^2$) und Südburgenland ($28,2 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$) festgestellt werden. Ein signifikanter Unterschied zeigte sich zwischen der jüngsten und ältesten Altersgruppe: Die 70–75-Jährigen ($28,9 \pm 4,1 \text{ kg/m}^2$) wiesen signifikant ($p < 0,05$) höhere BMI-Werte auf als die ≥ 80 -Jährigen ($26,7 \pm 4,2 \text{ kg/m}^2$).

Da mit dem Alter die Körpergröße abnimmt, werden mit zunehmendem Alter höhere BMI-Werte als normalgewichtig eingestuft. Für über 65-Jährige gilt ein Normalbereich von $24\text{--}29 \text{ kg/m}^2$. BMI-Werte unter 24 kg/m^2 werden als Untergewicht, Werte über 29 kg/m^2 als Übergewicht interpretiert (NRC, 1989). Im untersuchten Kollektiv lagen 45% der Senioren im Normalbereich. 17% der Probanden wurden als untergewichtig und 39% der Probanden als übergewichtig eingestuft. Ein Vergleich der Geschlechter zeigte nur geringe Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens von Untergewicht (Männer: 13%, Frauen: 20%) und Übergewicht (Männer: 38%, Frauen: 40%).

3.3. Untersuchte Parameter

Tab.5: Aufstellung und Methodik der analysierten und bewerteten Parameter

Parameter	analysiert in	Methode
all-trans Retinol	Plasma	modifiziert nach Jakob und Elmadfa [1995]
β -Carotin	Plasma	
α -Tocopherol	Plasma	
γ -Tocopherol	Plasma	
Phyllochinon	Plasma	
25-Hydroxy-cholecalciferol	Plasma	Titz [2002]
Vitamin B ₁	Plasma Erythrozyten	Testkit/ Recipe Bitch [1991]
Thiamin-Phosphat		
TPP-Effekt		
Vitamin B ₂	Plasma	Capo-Chichi et al., [2000]
FAD		

FAD-Effekt	Erythrozyten	Sauberlich [1972]
Vitamin B ₆		
P-5-P	Plasma	Testkit/ Immundiagnostik
α -EGOT	Erythrozyten	Sauberlich [1972]
Folsäure	Plasma	Testkit/ SimulTRAC-SNB
Vitamin B ₁₂	Plasma	
Vitamin C	Plasma	Roe und Kuether [1943]
Eisen	Plasma	VITROS [®] Analyseplättchen
Selen	Plasma	Sabe et al., [1999]
Zink	Plasma	AAS
Magnesium	Harn	VITROS [®] Analyseplättchen
Calcium	Harn	VITROS [®] Analyseplättchen

TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; P-5-P = Pyridoxal-5-Phosphat; α -EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

3.4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Analysenergebnisse erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS 15.0 für Windows.

Zur Überprüfung der Parameter auf Normalverteilung und Varianzhomogenität, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test angewandt.

Für normalverteilte Daten erfolgte der Mittelwertvergleich mit dem t-Test für unabhängige Stichproben, während für nicht normalverteilte Datensätze der Mann-Whitney-U-Test verwendet wurde.

Die signifikanten Mittelwertunterschiede wurden auf 3 verschiedene Niveaus aufgeteilt:

- * p<0,05.....signifikant
- ** p<0,01.....hoch signifikant
- *** p<0,001....höchst signifikant

Bei vorliegender Normalverteilung wurden Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Parametern mittels Korrelationsanalyse nach Pearson, bei nicht normalverteilten Parametern nach Spearman bestimmt.

Geprüft wurde:

- Das Gesamtkollektiv
- Unterschiede zwischen supplementierten und nicht supplementierten Probanden
- Unterschiede zwischen den Geschlechtern
- Unterschiede zwischen 3 Altersgruppen (70-74 Jahre, 75-79-Jahre und ≥ 80 Jahre)

Sämtliche Mittelwerte des Gesamtkollektivs sowie alle Gruppenmittelwerte sind in den Tabellen I-VII im Anhang aufgelistet.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Anzahl und Häufigkeit der Supplementeinnahme

In nachfolgenden Tabellen ist die Supplementenaufnahme (Tab.5, Tab.6) getrennt nach Altersgruppe und Geschlecht, der burgendländischen Senioren dargestellt:

Tab.6: Einnahme von Supplementen

	Anzahl [n]	Gesamt [%]	Männer [%]	Frauen [%]
Gesamt	50	49	42	54
70 – 74 Jahre	20	42	38	46
75 – 79 Jahre	20	57	62	55
≥ 80 Jahre	10	53	25	73

Tab.7: Supplementenaufnahme getrennt nach Geschlecht und Altersgruppe

	Anzahl [n]	Gesamt [%]	Männer [%]	Frauen [%]
Gesamt	50	100	38	62
70 – 74 Jahre	20	40	45	55
75 – 79 Jahre	20	40	40	60
≥ 80 Jahre	10	20	20	80

Gesamt betrachtet nahmen 49% der untersuchten Probanden regelmäßig ein oder mehrere Supplemente zu sich (Tab.5). Dabei zeigte sich, dass Frauen (54%) häufiger Supplemente zu sich nahmen als Männer (42%), was mit steigendem Alter zusätzlich stärker ausgeprägt war.

Zur anschaulichen Darstellung ist in Tab.7 die Anzahl der eingenommen Supplemente unter Berücksichtigung des Alters und des Geschlechts aufgelistet:

Tab.8: Anzahl der eingenommen Supplemente

Einnahme von 1 Supplement				
	Anzahl [n]	Gesamt [%]	Männer [%]	Frauen [%]
Gesamt	31	62	58	65
70 – 74 Jahre	8	40	22	55
75 – 79 Jahre	16	80	100	67
≥ 80 Jahre	7	70	50	75
Einnahme von 2 Supplementen				
Gesamt	16	32	42	26
70 – 74 Jahre	11	55	78	36
75 – 79 Jahre	2	10	-	17
≥ 80 Jahre	3	30	50	25
Einnahme von 3 Supplementen				
Gesamt	3	6	-	9
70 – 74 Jahre	1	5	-	9
75 – 79 Jahre	2	10	-	16
≥ 80 Jahre	-	-	-	-

Gesamt betrachtet supplementierten Frauen häufiger als Männer. Auch innerhalb der untersuchten Altersgruppen nahmen die weiblichen Probanden im Gegensatz zu den männlichen Probanden häufiger Supplemente ein.

In Hinblick auf die Anzahl der eingenommenen Präparate konnte festgestellt werden, dass die Supplementation mit einem Präparat am häufigsten und die Ergänzung mit drei Präparaten am seltensten durchgeführt wurde (Tab.7).

Die Auswertung der erhobenen Daten zeigte, dass insbesondere Multivitamin-Präparate, gefolgt von Magnesium und Calcium-Supplementen von den burgenländischen Senioren aufgenommen werden (Tab.8). In wesentlich geringerem Ausmaß fanden auch diverse pflanzliche Präparate (Carotinoide), ω -3-Fettsäure-Kapseln usw. Verwendung, welche in der Kategorie „sonstige

Supplemente“ zusammengefasst wurden.

In nachstehender Tabelle (Tab.8) ist die Art der eingenommenen Präparate innerhalb der einzelnen Altersgruppen aufgelistet.

Tab.9: Art der eingenommen Supplemente									
Supplementart									
	Gesamt	Männer	Frauen	70 – 74		75 – 79		≥ 80 Jahre	
	[n]	[%]	[%]	Jahre [%]		Jahre [%]		[%]	
				m	w	m	w	m	w
Multivitamin-Supplemente	21	47	39	78	27	13	58	50	25
Ca-Supplemente	8	5	23	11	18	-	25	-	25
Mg-Supplemente	27	53	55	67	73	38	42	50	50
Sonstige Supplemente	16	37	29	22	36	50	25	50	25

In folgender Tabelle (Tab.9) ist die Einnahmehäufigkeit unter Berücksichtigung des Geschlechts und der Altersgruppe dargestellt:

Tab.10: Einnahmehäufigkeit diverser Supplemente				
Einnahme selten (<3x/Woche)				
	Anzahl [n]	Gesamt [%]	Männer [%]	Frauen [%]
Gesamt	11	22	26	19
70 – 74 Jahre	2	10	11	9
75 – 79 Jahre	4	20	25	17
≥ 80 Jahre	5	50	100	38
Einnahme manchmal (3x/Woche)				
Gesamt	12	24	16	29

70 – 74 Jahre	6	30	22	36
75 – 79 Jahre	3	15	13	17
≥ 80 Jahre	3	30	-	38
Einnahme täglich				
Gesamt	27	54	58	52
70 – 74 Jahre	12	60	67	55
75 – 79 Jahre	13	65	62	66
≥ 80 Jahre	2	20	-	24

4.2. Fettlösliche Vitamine

4.2.1. Vitamin A und Carotinoide

In nachfolgender Tabelle (Tab.10) sind die Plasmakonzentrationen von Retinol und β -Carotin der burgenländischen Senioren zusammengefasst.

Tab.11: Plasmakonzentration von Retinol und β -Carotin

		MW $\pm$ sd [μ mol/l]
Retinol	Gesamt –s	2,1 $\pm$ 0,5
	Männer –s	2,2 $\pm$ 0,5
	Frauen –s	2,0 $\pm$ 0,4
	Gesamt +s	2,2 $\pm$ 0,7
	Männer +s	2,6 $\pm$ 0,6
	Frauen +s	2,0 $\pm$ 0,6
β -Carotin	Gesamt –s	0,21 $\pm$ 0,13
	Männer –s	0,19 $\pm$ 0,14
	Frauen –s	0,23 $\pm$ 0,12
	Gesamt +s	0,29 $\pm$ 0,22
	Männer +s	0,27 $\pm$ 0,24
	Frauen +s	0,30 $\pm$ 0,20

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

4.2.1.1. Retinol

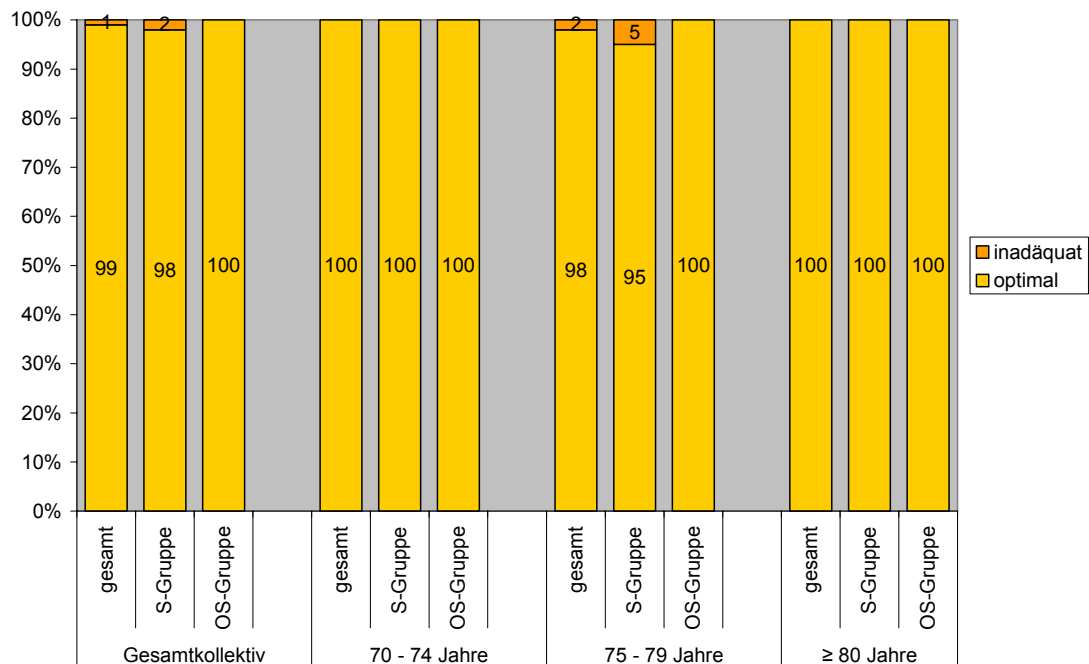
Bei Betrachtung des Gesamtkollektivs konnten zwischen den supplementierten ($2,2 \pm 0,7 \mu\text{mol/l}$) und den nicht supplementierten Probanden ($2,1 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$) keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Weiters zeigte sich zwar keine signifikante Differenz zwischen den weiblichen supplementierenden Probanden und jenen die keine zusätzlichen Nährstoffpräparate aufnahmen, allerdings konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Männern, die regelmäßig supplementierten ($2,6 \pm 0,6 \mu\text{mol/l}$) und Männern, die keine Supplemente einnahmen ($2,2 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$), eruiert werden.

Innerhalb der supplementierten Gruppe wiesen Männer ($2,6 \pm 0,6 \mu\text{mol/l}$) ebenfalls signifikant ($p < 0,001$) höhere Plasmakonzentrationen an Retinol auf als Frauen ($2,0 \pm 0,6 \mu\text{mol/l}$).

Vergleiche innerhalb der einzelnen Altersgruppen unter Berücksichtigung der Supplementation und des Geschlechts zeigten einen signifikanten ($p < 0,05$) Unterschied zwischen den 70-74-jährigen supplementierenden ($2,8 \pm 0,7 \mu\text{mol/l}$) und gleichaltrigen nicht supplementierten Männern ($2,2 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$). Auch innerhalb der supplementierten Gruppe wiesen 70-74-jährige Männer ($2,9 \pm 0,7 \mu\text{mol/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentrationen an Retinol auf als 70-74-jährige Frauen ($2,1 \pm 0,7 \mu\text{mol/l}$).

Zusätzlich wurde bei den 75-79-jährigen Probanden welche supplementierten, bei Männern ($2,4 \pm 0,3 \mu\text{mol/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmawerte festgestellt als bei gleichaltrig supplementierten Frauen ($1,8 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$).

Zwischen den einzelnen Altersgruppen konnten weder innerhalb der supplementierten noch der nicht supplementierten Gruppe signifikante Unterschiede eruiert werden. Auch innerhalb der Gruppe der supplementierten bzw. nicht supplementierten Männer bzw. Frauen konnten bei Vergleichen der einzelnen Altersgruppen keine signifikanten Differenzen der Retinol-Plasmakonzentrationen festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.11: Beurteilung des Vitamin A-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Betrachtet man den Versorgungszustand der burgenländischen Senioren so zeigte sich, dass 99% des Gesamtkollektivs im Referenzbereich von $>0,7 \mu\text{mol/l}$ lagen [SAUBERLICH, 1999] (Abb.13). In der Gruppe der supplementierten Probanden waren gesamt betrachtet 98% optimal versorgt, während in der nicht supplementierten Gruppe alle Probanden einen wünschenswerten Status aufwiesen. Innerhalb der einzelnen Altersgruppen zeigten alle 70-74-jährigen und ≥ 80 -jährigen Probanden Werte im Referenzbereich von $>0,7 \mu\text{mol/l}$. Lediglich in der Gruppe der 75-79-Jährigen wurde bei 5% der supplementierten Probanden ein verbesserungswürdiger Versorgungszustand festgestellt.

Die mittlere Retinol-Aufnahme der burgenländischen Senioren lag bei $0,7 \pm 0,4 \text{ mg/d}$ und somit sowohl in der supplementierten ($0,8 \pm 0,4 \text{ mg/d}$), als auch nicht supplementierten Gruppe ($0,7 \pm 0,4 \text{ mg/d}$) im Bereich der D-A-CH-Empfehlung (Männer: 1 mg/d , Frauen: $0,8 \text{ mg/d}$).

Die Retinol-Plasmakonzentrationen der burgenländischen Senioren bewegten sich geringfügig über den Werten einer Untersuchung von Vogel et al. [1997]. Hier wiesen 67-97-jährige Senioren mittlere Plasmakonzentrationen von $1,8 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$ auf; burgenländische Männer zeigten leicht höhere Werte (+S-Männer: $2,6 \pm 0,6 \mu\text{mol/l}$, -S-Männer: $2,2 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$). Auch bei den weiblichen Probanden ($1,7 \pm 0,5 \mu\text{mol/l}$) lagen die Plasmakonzentrationen der burgenländischen Seniorinnen (+S-Frauen: $2,0 \pm 0,6 \mu\text{mol/l}$, -S-Frauen: $2,0 \pm 0,4 \mu\text{mol/l}$) höher. In einer weiteren Studie an 70-85-jährigen Männern ($2,1 \pm 0,3 \mu\text{mol/l}$) bzw. Frauen ($2,1 \pm 0,4 \mu\text{mol/l}$) [POLITO et al., 2005] zeigten sich hingegen ähnlich hohe Retinol-Plasmakonzentrationen wie in vorliegender Untersuchung.

Ingesamt betrachtet hatte eine regelmäßige Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln allerdings keinen nennenswerten Einfluss auf den Vitamin A-Versorgungszustand des untersuchten Kollektivs.

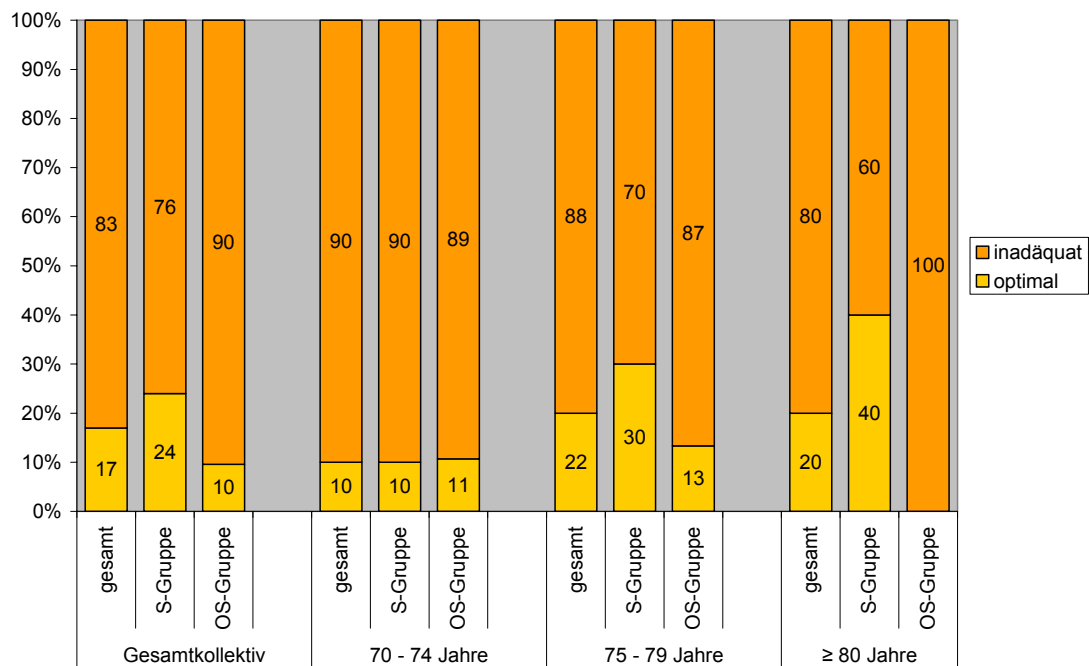
4.2.1.2. *β -Carotin*

Die mittlere β -Carotin-Plasmakonzentration lag bei den burgenländischen Probanden (gesamt betrachtet), welche Supplemente einnahmen ($0,29 \pm 0,22 \mu\text{mol/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höher als bei denen, die nicht supplementierten ($0,21 \pm 0,13 \mu\text{mol/l}$). Unter Berücksichtigung des Geschlechts zeigten sich jedoch (Supplement vs. nicht Supplement) weder innerhalb noch zwischen den einzelnen Gruppen signifikante Unterschiede.

Betrachtet man in den einzelnen Altersgruppen die supplementierte und nicht supplementierte Gruppe sowie das Geschlecht, so zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Auch innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe konnten keine signifikanten Differenzen zwischen Männern und Frauen erfasst werden.

Ein Vergleich der drei Altersgruppen (gesamt) in der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe ließ ebenfalls keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der β -Carotin-Plasmakonzentration erkennen.

Betrachtet man innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe die einzelnen Altersgruppen getrennt nach Geschlechtern, so zeigten sich ebenfalls keine nennenswerten Differenzen.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.12: Beurteilung des β -Carotin-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Die Plasmakonzentration von β -Carotin lag bei lediglich 17% aller Probanden über dem wünschenswerten Bereich von $>0,35 \mu\text{mol/l}$ [SAUBERLICH, 1999] (Abb. 14). In der supplementierten Gruppe waren gesamt betrachtet 24% optimal versorgt, während in der nicht supplementierten Gruppe nur 10% den angegebenen Wert erreichten. Bei den 70-74-Jährigen waren 10% der supplementierten Probanden gut, in der nicht supplementierten Gruppe derselben Altersgruppe 11% optimal versorgt. In der Gruppe der 75-79-Jährigen wiesen 30% der supplementierten Senioren und 13% der nicht supplementierten Senioren einen ausreichenden Status auf. Innerhalb der

Altergruppe der ≥ 80 -jährigen Probanden welche Supplemente einnahmen, lagen die Werte zu 40% im Referenzbereich. In der nicht supplementierten gleichaltrigen Gruppe wies niemand einen optimalen Versorgungszustand auf.

Die durchschnittliche β -Carotin-Aufnahme der burgenländischen Senioren lag laut 24h-Recalls bei $2,0 \pm 1,8$ mg/d und somit unter der empfohlene Zufuhr zur Prävention (2-4 mg/d) [D-A-CH, 2000]. Die nicht supplementierte Gruppe ($2,3 \pm 1,9$ mg/d) wies eine geringfügig höhere Zufuhr als die supplementierte Gruppe ($1,7 \pm 1,6$ mg/d) auf.

Ein Vergleich der erfassten β -Carotin-Plasmakonzentrationen mit anderen Studienergebnissen [VOGEL et al., 1997] zeigte sowohl bei 67-96-jährigen Männern ($0,35 \pm 0,34$ $\mu\text{mol/l}$) als auch bei gleichaltrigen Frauen ($0,49 \pm 0,32$ $\mu\text{mol/l}$) teils höhere Werte als sie bei den burgenländischen Senioren, unabhängig vom Supplementationsausmaß eruiert wurden (+S-Männer: $0,27 \pm 0,24$ $\mu\text{mol/l}$, S-Frauen: $0,30 \pm 0,20$ $\mu\text{mol/l}$; -S-Männer: $0,19 \pm 0,14$ $\mu\text{mol/l}$, +S-Frauen: $0,23 \pm 0,12$ $\mu\text{mol/l}$). Dies konnte auch beim Vergleich der Studienergebnisse mit einer weiteren Studie [GRITSCHNEDER et al., 1998] festgestellt werden.

In vorliegender Untersuchung konnte gezeigt werden, dass eine regelmäßige Supplementation eine deutliche Verbesserung des β -Carotin-Status bewirkt. Der signifikante Unterschied zwischen supplementierten und nicht supplementierten Senioren ist, trotz ähnlicher Aufnahme über die Nahrung, vermutlich auf β -Carotin-hältige Supplemente (als Beitrag zu Vitamin A als Renioläquivalent oder als explizit ausgelobter Zusatz) zurück zu führen.

Eine ausreichende β -Carotin-Versorgung ist aufgrund der antioxidativen Wirkung und des präventiven Effekts in der Entstehung von Arteriosklerose und Krebs insbesondere bei älteren Menschen von Bedeutung [D-A-CH, 2000]. Die regelmäßige Supplementation könnte hierbei einen durchaus positiven Einfluss ausüben.

4.2.2. 25-Hydroxcholecalciferol

In Tabelle 11 sind die Plasmawerte von 25-Hydroxcholecalciferol der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe getrennt nach Geschlecht dargestellt:

Tab.12: Plasmakonzentration von 25-Hydroxycholecalciferol

	MW $\pm$ sd [nmol/l]
Gesamt -s	29,0 $\pm$ 11,1
Männer -s	32,7 $\pm$ 11,2
Frauen -s	24,7 $\pm$ 10,0
Gesamt +s	37,4 $\pm$ 14,0
Männer +s	42,1 $\pm$ 13,0
Frauen +s	34,0 $\pm$ 13,4

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Gesamt betrachtet gab es einen höchst signifikanten Unterschied ($p < 0,001$) der Vitamin D-Plasmakonzentration zwischen der supplementierten ($29,0 \pm 11,1$ nmol/l) und der nicht supplementierten Gruppe ($37,4 \pm 14,0$ nmol/l).

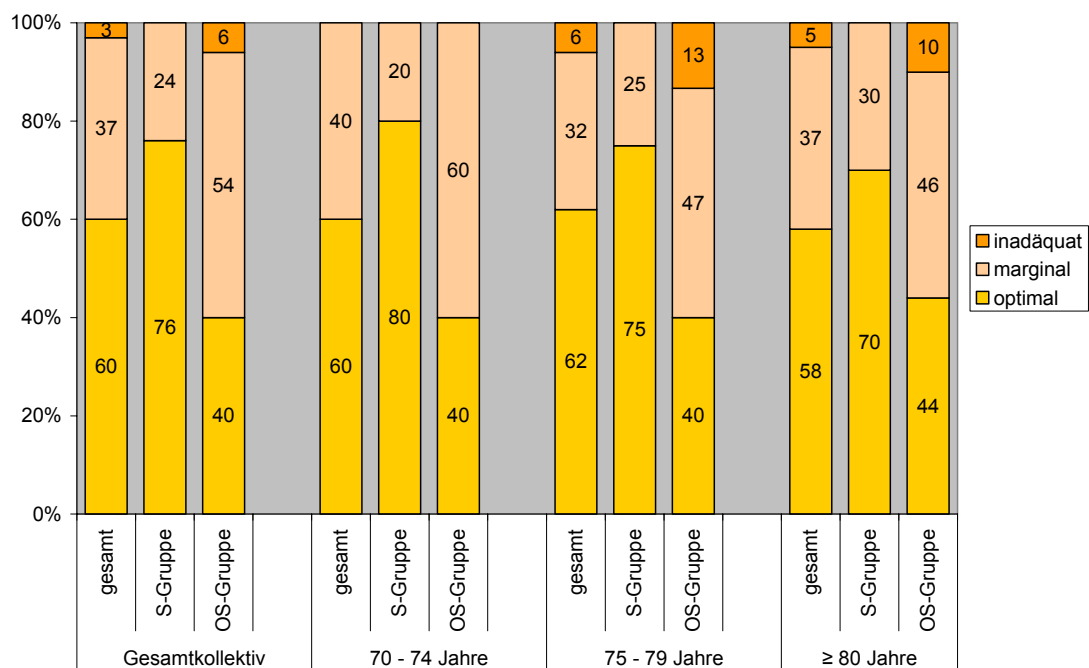
Unter Berücksichtigung des Geschlechtes (insgesamt) wiesen gesamt betrachtet supplementierende Männer ($42,1 \pm 13,0$ nmol/l) signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentration an 25-Hydroxycholecalciferol als nicht supplementierende ($32,7 \pm 11,2$ nmol/l) auf. Auch supplementierende Frauen ($34,0 \pm 13,4$ nmol/l) zeigten eine hoch signifikant ($p < 0,01$) höhere Plasmakonzentration an Vitamin D als nicht supplementierende Probandinnen ($24,7 \pm 10,0$ nmol/l).

Bei Betrachtung der nicht supplementierten Gruppe konnte zwischen Männern ($32,7 \pm 11,2$ nmol/l) und Frauen ($24,7 \pm 10,0$ nmol/l) ein hoch signifikanter ($p < 0,01$) Unterschied des Kollektivs festgestellt werden. In der supplementierten Gruppe zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Männern ($42,1 \pm 13,0$ nmol/l) und Frauen ($34,0 \pm 13,4$ nmol/l).

Ein Vergleich der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe innerhalb der einzelnen Altersgruppen des Gesamtkollektivs ließ lediglich bei den 70-74-Jährigen einen hoch signifikanten ($p < 0,01$) Unterschied zwischen den Gruppen (+S-Gruppe: $36,4 \pm 13,1$ nmol/l, -S-Gruppe $28,0 \pm 8,1$ nmol/l) erkennen. Unter Berücksichtigung des Geschlechts wiesen supplementierende Männer ($40,0 \pm 13,4$ nmol/l) jedoch nicht Frauen (+S-Gruppe: $33,4 \pm 12,8$ nmol/l, -S-Gruppe: $25,8 \pm 6,3$ nmol/l), innerhalb dieser Altersgruppe, signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentration an 25-Hydroxycholecalciferol als nicht supplementierende Männer ($29,9 \pm 9,1$ nmol/l) auf. Weiters konnte auch zwischen den supplementierenden ($35,1 \pm 13,4$ nmol/l) und nicht supplementierenden ≥ 80 -jährige Frauen ($16,3 \pm 4,1$ nmol/l) ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied festgestellt werden.

Innerhalb der Gruppen der supplementierten bzw. nicht supplementierten Probanden zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Altersgruppen.

Betrachtet man die einzelnen Altersgruppen unter Berücksichtigung der Supplementation und des Geschlechts, so konnten keine nennenswerten Differenzen festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.13: Beurteilung des 25-Hydroxycholecalciferol-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Status wurden Werte ≤ 12 nmol/l als inadäquat, 12,01 – 29,99 nmol/l als marginal und Werte ≥ 30 nmol/l als optimal versorgt eingestuft [SAUBERLICH, 1999].

Die Ergebnisse zeigten, dass 60% der Probanden dieser Studie optimal, 37% marginal und 3% inadäquat versorgt waren (Abb.15). Gesamt betrachtet wiesen 76% der supplementierten Gruppe einen ausreichenden, 24% einen marginalen und kein Proband einen unzureichenden Versorgungszustand auf. In der nicht supplementierten Gruppe waren nur 40% der burgenländischen Senioren optimal versorgt, 54% marginal und 6% inadäquat.

Innerhalb der einzelnen Altersgruppen zeigte sich in der Gruppe der 70-74-Jährigen, dass 80% der supplementierten Probanden ausreichend und 20% marginal versorgt waren. In der nicht supplementierten Gruppe waren hingegen 40% der Studienteilnehmer optimal und 60% marginal versorgt.

Bei den 75-79-Jährigen wiesen in der supplementierten Gruppe 75% einen optimalen und 25% einen marginalen Versorgungszustand an Vitamin D auf. In

der nicht supplementierten Gruppe waren hingegen nur 40% der Probanden optimal, 47% marginal und 13% inadäquat versorgt.

In der Gruppe der ≥ 80 -Jährigen zeigten die supplementierten Probanden zu 70% einen optimalen und zu 30% einen marginalen Status an Vitamin D, in der nicht supplementierten Gruppe dieses Alters waren 44% der Studienteilnehmer optimal, 46% marginal und 10% inadäquat versorgt.

Betrachtet man die Aufnahmedaten von Vitamin D, so nahmen die untersuchten Senioren insgesamt durchschnittlich $2,0 \pm 1,9 \mu\text{g/d}$ auf. Die tägliche durchschnittliche Aufnahme der supplementierten ($2,0 \pm 2,1 \mu\text{g}$) und nicht supplementierten Gruppe ($2,0 \pm 1,6 \mu\text{g}$) lag in einem ähnlichen Bereich. Die mittlere Zufuhr bewegte sich somit, sowohl gesamt als auch in den einzelnen Gruppen, deutlich unter der Empfehlung von $10 \mu\text{g/d}$ [D-A-CH, 2000].

Ein Vergleich der Plasmakonzentration der burgenländischen Senioren zu den Probanden einer Studie von Jacques et al. [1997] zeigte einen deutlichen Unterschied. So wurden bei 67-95-jährigen Frauen 25-Hydroxycholecalciferol-Konzentrationen von $82 \pm 29 \text{ nmol/l}$ und bei gleichaltrigen männlichen Probanden ein Plasmalevel von $71 \pm 29 \text{ nmol/l}$ festgestellt, während burgenländische Senioren (+S-Männer: $42,1 \pm 13,0 \text{ nmol/l}$; -S-Männer: $32,7 \pm 11,2 \text{ nmol/l}$; +S-Frauen: $34,0 \pm 13,4 \text{ nmol/l}$, -S-Frauen: $24,7 \pm 10,0 \text{ nmol/l}$) deutlich niedrigere Plasmakonzentrationen aufwiesen. Weiters konnte in einer Studie an ≥ 65 -Jährigen Probanden (Männer: $56,2 \pm 1,5 \text{ nmol/l}$; Frauen: $48,4 \pm 1,3 \text{ nmol/l}$) ebenso eine durchschnittlich höhere 25-Hydroxycholecalciferol-Konzentrationen, als bei den burgenländischen Senioren, eruiert werden [HIRANI und PRIMATESTES, 2005].

Gerade in Hinblick auf die deutlich zu niedrige Zufuhr an Vitamin D mit der Nahrung konnte im Zuge dieser Untersuchung dennoch festgestellt werden, dass die regelmäßige Einnahme von Supplementen eine geringe Vitamin D-Aufnahme teils kompensieren und den Status entsprechend verbessern kann. Dies ist vor allem in Bezug auf die Gesunderhaltung der Knochen bzw. des

Knochenstoffwechsels [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] gerade bei älteren Menschen von immenser Bedeutung.

4.2.3. Vitamin E

In nachstehender Tabelle (Tab.12) sind die Vitamin E-Plasmakonzentrationen der burgenländischen Senioren aufgelistet:

Tab.13: Plasmakonzentrationen von Tocopherol	
	MW $\pm$ sd [μ mol TÄ/l]
Gesamt –s	28,8 $\pm$ 6,1
Männer –s	28,5 $\pm$ 6,4
Frauen –s	29,8 $\pm$ 6,4
Gesamt +s	33,2 $\pm$ 9,6
Männer +s	34,6 $\pm$ 12,7
Frauen +s	31,2 $\pm$ 6,5

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe
TÄ = Tocopheroläquivalente

Betrachtet man das Gesamtkollektiv so wies die supplementierte Gruppe (33,2 $\pm$ 9,6 TÄ μ mol/l) hoch signifikant ($p < 0,01$) höhere Plasmakonzentrationen an Vitamin E auf als die nicht supplementierte Gruppe (28,8 $\pm$ 6,1 TÄ μ mol/l). Unter Berücksichtigung des Geschlechts zeigten supplementierende Männer (34,6 $\pm$ 12,7 TÄ μ mol/l) signifikant ($p < 0,05$) höhere Vitamin E-Konzentrationen als nicht supplementierende Männer (28,5 $\pm$ 6,4 TÄ μ mol/l) des Gesamtkollektivs.

Innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe konnte zwischen den Geschlechtern (gesamt) jedoch keine signifikante Differenz festgestellt werden.

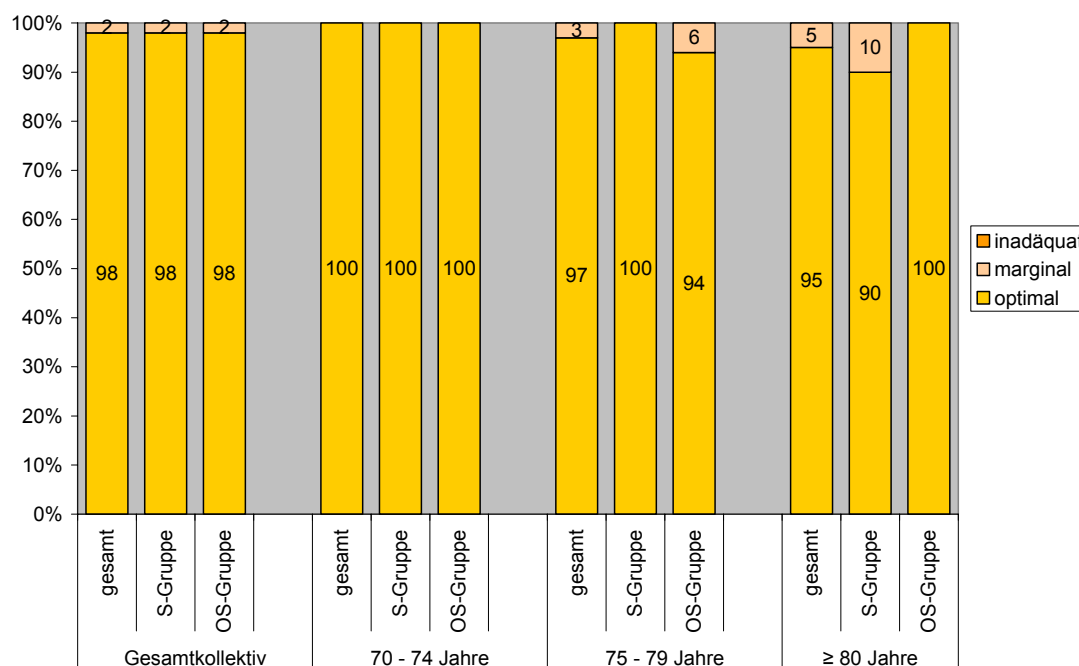
Vergleicht man innerhalb der drei Altersgruppen die supplementierten und nicht supplementierten Probanden so zeigten sich gesamt betrachtet keine signifikanten Unterschiede.

Unter Berücksichtigung des Geschlechts wiesen jedoch die 70-74-jährigen supplementierten Männer ($39,7 \pm 12,1 \mu\text{mol TÄ/l}$), nicht jedoch die 75-80-Jährigen (+S-Gruppe: $30,9 \pm 8,7 \mu\text{mol TÄ/l}$, -S-Gruppe: $27,7 \pm 5,6 \mu\text{mol TÄ/l}$) bzw. ≥ 80 -Jährigen (+S-Gruppe: $32,6 \pm 8,8 \mu\text{mol TÄ/l}$, -S-Gruppe: $27,8 \pm 5,2 \mu\text{mol TÄ/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Werte als gleichaltrige nicht supplementierte Männer ($29,4 \pm 6,4 \mu\text{mol TÄ/l}$) auf.

Innerhalb der supplementierten Gruppe zeigten lediglich 70-74-jährige Männer ($39,7 \pm 12,1 \mu\text{mol TÄ/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Vitamin E-Plasmakonzentrationen als Frauen ($29,4 \pm 5,9 \mu\text{mol TÄ/l}$) dieser Altersgruppe.

Betrachtet man innerhalb der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe die drei Altersgruppen, so konnten insgesamt keine signifikanten Differenzen zwischen diesen Gruppen festgestellt werden.

Auch zwischen den einzelnen Altersgruppen wurden unter Berücksichtigung der Supplementation sowie des Geschlechts keine signifikanten Unterschiede eruiert.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.14: Beurteilung des Vitamin E- Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Versorgungszustandes mit Vitamin E wurden Werte $<11,6 \mu\text{mol}$ als inadäquat, Werte im Bereich von $12 - 16,2 \mu\text{mol/l}$ als marginal und $>16,2 \mu\text{mol/l}$ als optimal eingestuft [SAUBERLICH, 1999].

Im untersuchten Gesamtkollektiv sowie in der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe (gesamt) waren 98% der Probanden optimal und lediglich 2% marginal mit Vitamin E versorgt (Abb. 16). Innerhalb der Gruppe der 70-74-Jährigen waren alle Probanden unabhängig von einer Supplementation zu 100% optimal versorgt. Die 75-79-Jährigen supplementierenden Probanden waren zu 100% gut versorgt, jedoch waren in der nicht supplementierten Gruppe dieser Altersstufe nur 94% zufrieden stellend und 6% marginal versorgt. Bei den ≥ 80 -Jährigen zeigten innerhalb der supplementierten Gruppe 90% einen optimalen und 10% einen marginalen Vitamin E-Status. In der nicht supplementierten Gruppe waren alle Probanden adäquat versorgt.

Laut 24-h-Recall bewegte sich die durchschnittliche Vitamin E-Aufnahme bei den burgenländischen Senioren mit $6,6 \pm 4,3 \text{ mg/d}$ (gesamt), sowie in der supplementierten ($6,5 \pm 4,3 \text{ mg/d}$) und nicht supplementierten Gruppe ($6,6 \pm 4,4 \text{ mg/d}$) deutlich unter der empfohlenen Zufuhr, welche laut D-A-CH-Referenzwerten für Personen ab dem 65. Lebensjahr bei 12 mg (Männer) bzw. 11 mg (Frauen) pro Tag liegt.

Die Plasmakonzentrationen der burgenländischen Senioren rangierten in einem ähnlichen Bereich (67-96-jährige Männer: $30,6 \pm 13,6 \mu\text{mol TÄ/l}$, bzw. Frauen $33,1 \pm 12,6 \mu\text{mol TÄ/l}$) [VOGEL et al., 1997], (70-74-Jährige: $29,3 \pm 5,8 \mu\text{mol TÄ/l}$) [POLITO et al., 2005] wie in vorangegangenen Studien ermittelt. Insgesamt konnten allerdings bei den nicht supplementierten burgenländischen Senioren (-S-Männer: $28,5 \pm 6,4 \mu\text{mol TÄ/l}$, -S-Frauen: $29,8 \pm 6,4 \mu\text{mol TÄ/l}$) signifikant niedrigere Plasmakonzentrationen eruiert werden, als innerhalb der supplementierten Gruppe (+S-Männer: $34,6 \pm 12,7 \mu\text{mol TÄ/l}$, +S-Frauen: $31,2$

$\pm 6,5 \mu\text{mol TÄ/l}$).

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass sich eine regelmäßige Supplementation, trotz inadäquater Vitaminaufnahme über die Nahrung, durchwegs positiv auf den Status an Vitamin E von Senioren auswirkt.

Vitamin E übernimmt im Körper eine besonders wichtige Rolle im Radikalstoffwechsel bzw. hat eine bedeutende Funktion bei der Abwehr und Neutralisation von freien Radikalen. Eine entsprechende Plasmakonzentration an Vitamin E ist daher wichtig um sämtliche Moleküle, insbesondere Lipide (Membrane, LDL-Cholesterol usw.) vor oxidativen Veränderung zu schützen [ELMADAF und LEITZMANN, 2004]. Dies ist vor allem auch in Hinblick auf die Prävention bezüglich Entstehung von degenerativen bzw. arteriosklerotischen sowie diversen chronischen Erkrankungen im Alter von großer Bedeutung.

4.2.4. Vitamin K

Die mittleren Plasmakonzentrationen der burgenländischen Senioren von Phyllochinon sind in nachfolgender Tabelle (Tab.13) dargestellt.

Tab.14: Plasmakonzentrationen von Phyllochinon	
	MW $\pm$ sd [nmol/l]
Gesamt –s	0,58 $\pm$ 0,45
Männer –s	0,53 $\pm$ 0,32
Frauen –s	0,61 $\pm$ 0,54
Gesamt +s	0,62 $\pm$ 0,57
Männer +s	0,78 $\pm$ 0,68
Frauen +s	0,54 $\pm$ 0,48

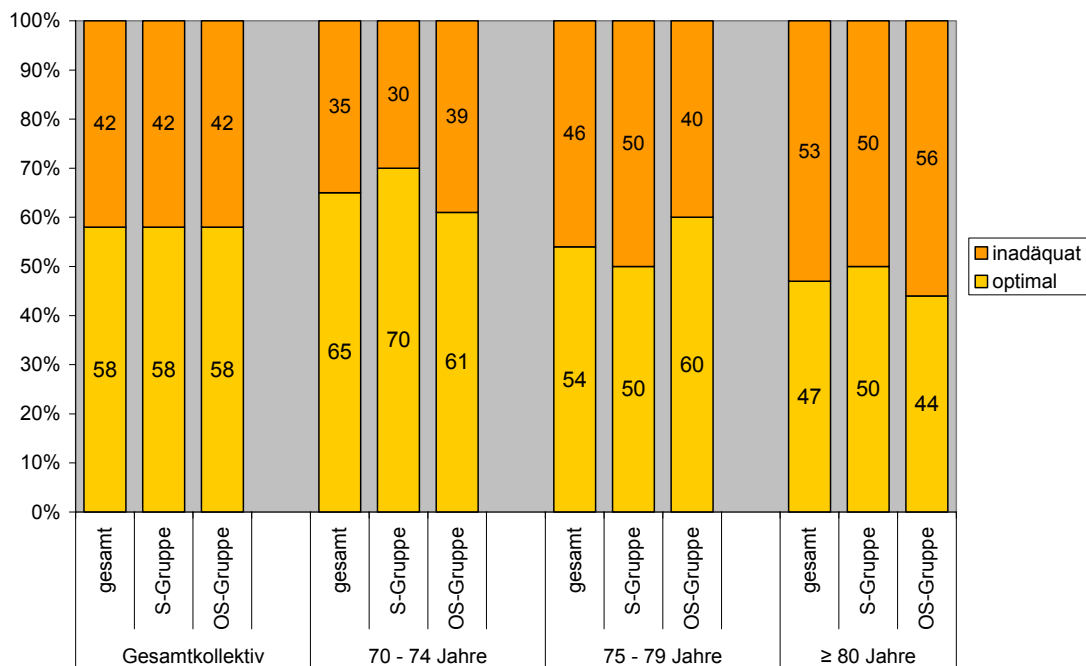
+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Im Gesamtkollektiv gab es keinen signifikanten Unterschied der Plasmakonzentration zwischen den supplementierten und den nicht supplementierten Probanden. Auch unter zusätzlicher Berücksichtigung des

Geschlechts konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden.

Betrachtet man innerhalb der einzelnen Altersgruppen des Gesamtkollektivs Probanden die supplementierten und jene die nicht supplementierten, so zeigte sich in der Gruppe der 70-74-Jährigen, nicht aber in den beiden anderen Gruppen eine signifikante ($p < 0,05$) Differenz zwischen den supplementierten ($0,91 \pm 0,77$ nmol/l) und nicht supplementierten Probanden ($0,51 \pm 0,29$ nmol/l). Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnten innerhalb der Altersgruppe der 70-74-Jährigen zwischen supplementierenden ($1,1 \pm 0,86$ nmol/l) und nicht supplementierenden Männern ($0,50 \pm 0,22$ nmol/l), nicht jedoch bei den Frauen ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied hinsichtlich der Vitamin K-Plasmakonzentration festgestellt werden. Innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppen zeigten sich in keiner Altersgruppe, nennenswerte Differenzen zwischen Männern und Frauen.

Vergleicht man innerhalb der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe die drei Altersgruppen so zeigten sich keine signifikanten Differenzen. Auch unter zusätzlicher Berücksichtigung des Geschlechts konnten keine signifikanten Unterschiede erfasst werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.15: Beurteilung des Vitamin K-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Bei 58% des untersuchten Gesamtkollektivs lagen die ermittelten Werte im optimalen Referenzbereich von $\geq 0,38$ nmol/l [JAKOB und ELMADFA, 1995] (Abb.17). Gesamt betrachtet waren 58% der supplementierten Gruppe und 58% der nicht supplementierten Gruppe gut, jeweils 42% inadäquat, mit Vitamin K versorgt.

Unter Berücksichtigung der einzelnen Altersgruppen zeigte sich, dass mit steigendem Alter der Anteil an optimal versorgten Probanden kontinuierlich abnimmt. So wiesen bei den 70-74-Jährigen 70% der supplementierten, jedoch nur 61% der nicht supplementierten Probanden eine gute Versorgung auf. 30% bzw. 39% der Senioren dieser Altersgruppe waren unzureichend mit Vitamin K versorgt. Bei den 75-79-Jährigen waren in der supplementierten Gruppe 50%, in der nicht supplementierten Gruppe 60% der Probanden adäquat versorgt und bei den ≥ 80 -Jährigen wiesen 50% bzw. 44% der nicht supplementierten Probanden einen guten Status an Vitamin K auf.

Die mittlere Aufnahme der burgenländischen Senioren an Vitamin K lag bei

234,6 ± 132,0 µg/d. Laut D-A-CH beträgt die empfohlene Zufuhr für Frauen 65 mg/d und für Männer 80 mg/d, womit die burgenländischen Senioren gesamt, sowie in der supplementierten (257,9 ± 138,8 µg) und in der nicht supplementierten Gruppe (214,7 ± 123,8 µg) die wünschenswerte Vitamin K-Aufnahme erreichten.

Im Vergleich zu den 65-95-jährigen Senioren (1,05 nmol/l) der Studie von Sadwoski et al. [1989] wiesen die burgenländischen Senioren (+S-Männer: 0,78 ± 0,68 nmol/l, +S: Frauen: 0,54 ± 0,48 nmol/l, -S-Männer: 0,53 ± 0,32 nmol/l, +S-Frauen: 0,61 ± 0,54 nmol/l) einen deutlich schlechteren Vitamin K-Status auf. In einer weiteren Studie zeigten ≥65-jährige Probanden (0,54 ± 0,56 nmol/l) [THANE et al., 2002] hingegen ähnliche Werte wie die Probanden der vorliegenden Untersuchung.

Im Rahmen der Studie an burgenländischen Senioren konnte gezeigt werden, dass eine regelmäßige Einnahme von Supplementen den Vitamin K-Status von älteren Menschen nicht nennenswert beeinflusst.

Obwohl die durchschnittliche Aufnahme an Vitamin K den Empfehlungen für diese Altersgruppe entsprachen, wiesen ca. 40% der Studienteilnehmer einen verbesserungswürdigen Status auf. Diese Diskrepanz könnte mitunter auf Wechselwirkungen zwischen Vitamin K und diversen Medikamenten oder eine altersbedingte verschlechterte Absorption des Vitamins zurückzuführen sein [ELMADFA und LEITZMANN, 2004], welche offensichtlich auch durch eine gezielte Supplementation nur unzureichend kompensiert werden konnte.

4.2.5. Gesamtbetrachtung fettlösliche Vitamine

Die mittleren Plasmakonzentrationen von Vitamin A und Vitamin E lagen nahezu im gesamten Kollektiv in den entsprechenden Referenzbereichen. Zwischen der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe gab es in Bezug auf Vitamin A keine nennenswerten Unterschiede. Der Status und die Aufnahme an β-Carotin wurden generell als verbesserungswürdig eingestuft,

trotzdem konnte innerhalb der supplementierten Gruppe ein signifikant ($p < 0,05$) besserer Status (+S-Gruppe: 24%; -S-Gruppe: 17%) ermittelt werden. Betrachtet man Vitamin E, so zeigte die Plasmakonzentration innerhalb der supplementierten Gruppe einen signifikant ($p < 0,01$) besseren Level, als in der nicht supplementierten Gruppe, was bei nahezu gleicher Aufnahme an Vitamin E über die Nahrung (24-h Recalls) auf die regelmäßige Zufuhr diverser Vitamin E-hältiger Supplemente zurückgeführt werden kann.

Sowohl bei Vitamin D als auch bei Vitamin K wiesen die Plasmakonzentrationen nur bei 60% bzw. 58% der Probanden auf einen optimalen Versorgungszustand hin. Während bei Vitamin D die supplementierte Gruppe (76%) im Gegensatz zur nicht supplementierten Gruppe (40%) insgesamt betrachtet höchst signifikant ($p < 0,001$) besser versorgt war, konnte in Hinblick auf Vitamin K lediglich in der Altersgruppe der 70-74-Jährigen, nicht jedoch gesamt gesehen ein signifikanter Unterschied des Status festgestellt werden. Betrachtet man die Aufnahme, so zeigte sich bei Vitamin D eine unzureichende Zufuhr in beiden Gruppen, welche allerdings durch die Einnahme von Supplementen merklich kompensiert werden konnte.

Bei Vitamin K konnte trotz ausreichender Aufnahme sowie Supplementation kein signifikant positiver Effekt auf den Status erfasst werden, was mitunter auf Interaktionen mit Medikamenten oder eine altersbedingt verschlechterte Nährstoffabsorption zurückgeführt werden kann.

4.3. Wasserlösliche Vitamine

4.3.1. Vitamin B₁

Zur übersichtlichen Darstellung sind in nachfolgender Tabelle (Tab.14) die Vitamin B₁-Statusparameter getrennt nach Geschlecht und Supplementation dargestellt.

Tab.15: Vitamin B₁-Statusparameter

		MW ± sd
Vitamin B ₁ im Plasma [nmol/l]	Gesamt –s	11,9 ± 4,4
	Männer –s	10,7 ± 4,4
	Frauen –s	13,0 ± 4,4
	Gesamt +s	15,6 ± 12,9
	Männer +s	15,0 ± 17,4
	Frauen +s	15,7 ± 8,4
TPP-Effekt [%]	Gesamt –s	16,2 ± 7,0
	Männer –s	16,8 ± 7,3
	Frauen –s	16,1 ± 7,4
	Gesamt +s	12,9 ± 6,1
	Männer +s	11,3 ± 6,2
	Frauen +s	13,8 ± 5,4

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität

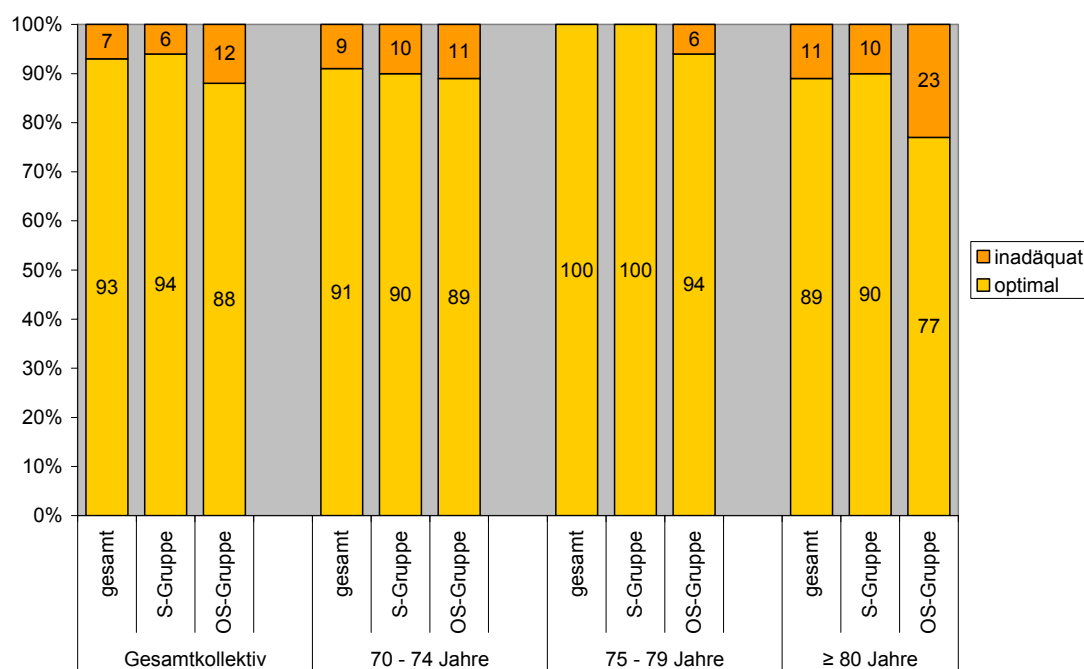
4.3.1.1. Vitamin B₁ im Plasma

Betrachtet man das untersuchte Gesamtkollektiv so zeigte die supplementierte Gruppe (15,6 ± 12,9 nmol/l) eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentration an Vitamin B₁ als die nicht supplementierte Gruppe (11,9 ± 4,4 nmol/l). Unter Berücksichtigung des Geschlechts gab es jedoch keine nennenswerten Differenzen in Bezug auf das Gesamtkollektiv. Auch innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe zeigte sich zwischen den Geschlechtern keine nennenswerte Differenz.

Vergleicht man innerhalb der einzelnen Altersgruppen die supplementierenden und nicht supplementierenden Probanden unter Berücksichtigung des Geschlechts, so konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen supplementierten Frauen bzw. Männern und nicht supplementierten Frauen bzw. Männern festgestellt werden. Auch innerhalb der einzelnen Altersgruppen konnten weder in der Gruppe der supplementierenden, noch bei den nicht

supplementierenden Probanden signifikante Differenzen zwischen Männern und Frauen eruiert werden.

Innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe zeigten Vergleiche der drei Altersgruppen weder gesamt, noch in Bezug auf die Männer bzw. Frauen signifikante Unterschiede hinsichtlich der Vitamin B₁-Plasmakonzentration.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.16: Beurteilung des Vitamin B₁-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Im Gesamtkollektiv lag bei 93% der Senioren die Plasmakonzentration an Vitamin B₁ im Referenzbereich von 6,6 – 43 nmol/l [WEBER und KEWITZ, 1985] (Abb.18). Innerhalb der supplementierten Gruppe waren 94% und in der nicht supplementierten Gruppe, 88% gut versorgt.

Betrachtet man die einzelnen Altersgruppen so waren 90% der supplementierten 70-74-Jährigen, in der nicht supplementierten Gruppe 89% optimal mit Vitamin B₁ versorgt. Bei den 75-79-Jährigen wiesen alle Probanden in der supplementierten Gruppe einen guten Vitamin B₁-Versorgungszustand

auf, in der nicht supplementierten Gruppe konnte der Status bei 94% als zufrieden stellend eingestuft werden. In der Gruppe der ≥ 80 -Jährigen zeigten 90% der supplementierten, aber nur 77% der nicht supplementierten Probanden einen guten Vitamin B₁-Status.

Die Vitamin B₁-Aufnahme des untersuchten Kollektivs bewegte sich mit durchschnittlich $0,8 \pm 0,4$ mg/d geringfügig unter der D-A-CH-Empfehlung von 1 mg/d. Die Zufuhr an Vitamin B₁ in der supplementierten Gruppe lag bei $0,7 \pm 0,3$ mg/d, jene in der nicht supplementierten Gruppe bei $0,9 \pm 0,4$ mg/d.

In einer Studie von Konstantinova et al. [2008], wiesen 70-74-jährige Probanden Thiamin-Plasmakonzentrationen von 6,7-14,4 nmol/l auf, womit sowohl die Werte der supplementierten burgenländischen Senioren (+S-Männer: $15,0 \pm 17,4$ nmol/l, +S-Frauen: $15,7 \pm 8,4$ nmol/l) als auch die der nicht supplementierten Gruppe (-S-Männer: $10,7 \pm 4,4$ nmol/l, -S-Frauen: $13,0 \pm 4,4$ nmol/l) höher als in der angeführten Studie lagen.

In vorliegender Untersuchung konnte gezeigt werden, dass sich eine regelmäßige Supplementation trotz etwas zu geringer Vitamin B₁-Aufnahme über die Nahrung signifikant ($p < 0,05$) positiv auf die Plasmakonzentration auswirken kann. Vor allem in der Altersgruppe der ≥ 80 -jährigen wies die supplementierte Gruppe (90%) eine erkennbar höhere Plasmakonzentration als das nicht supplementierte Kollektiv (77%) auf.

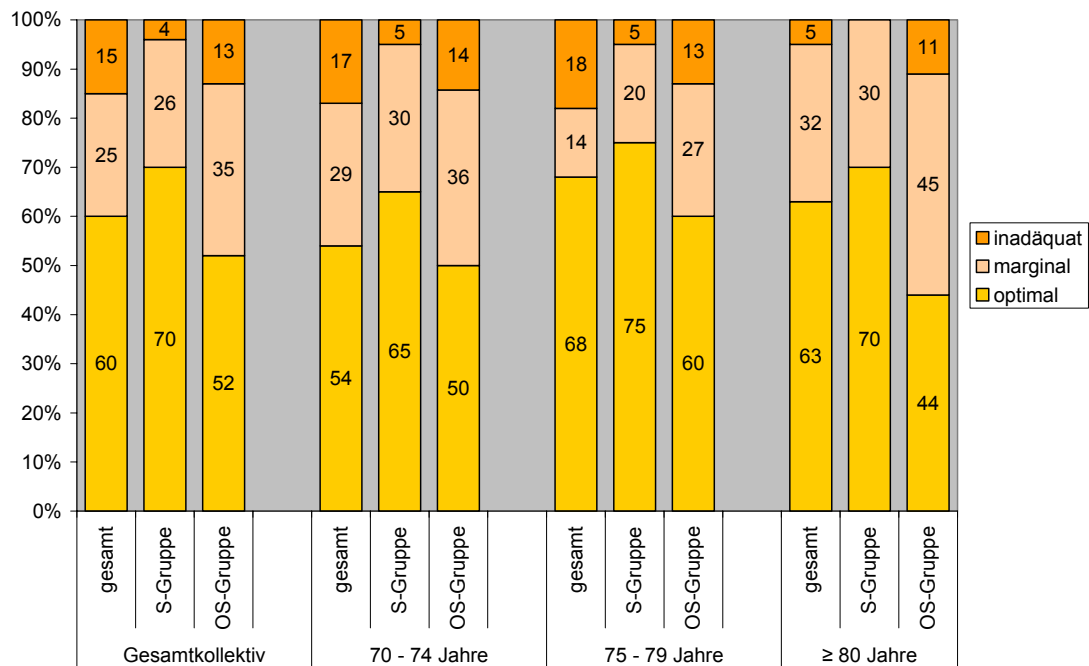
4.3.1.2. Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Transketolase (Thiaminpyrophosphat/ TPP-Effekt)

Im Gesamtkollektiv zeigte sich in Hinblick auf die erythrozytäre Transketolase-Aktivität ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der supplementierten ($12,9 \pm 6,1\%$) und der nicht supplementierten Gruppe ($16,2 \pm 7,0\%$). Unter Berücksichtigung des Geschlechts wiesen gesamt betrachtet supplementierte Männer ($11,3 \pm 6,2\%$) signifikant ($p < 0,05$) niedrigere Werte auf als nicht

supplementierte Männer ($16,8 \pm 7,3\%$). Innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe zeigten sich zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Differenzen.

Vergleiche der supplementierten ($11,4 \pm 5,2\%$) und nicht supplementierten ($18,04 \pm 6,8\%$) Probanden ließ innerhalb der Altersgruppe der ≥ 80 -Jährigen einen signifikanten ($p < 0,05$) Unterschied erkennen. Unter zusätzlicher Beachtung des Geschlechts konnten in keiner der untersuchten Altersgruppen signifikante Differenzen zwischen Männern und Frauen festgestellt werden. Auch innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe der einzelnen Altersgruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Zwischen den drei Altergruppen konnten unter Berücksichtigung der Supplementation gesamt betrachtet keine signifikanten Unterschiede eruiert werden. Auch unter Beachtung des Geschlechts gab es in Bezug auf die unterschiedlichen Altersgruppen keine nennenswerten Differenzen.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.17: Beurteilung des Vitamin B₁-Status (anhand des TPP-Effekts) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Versorgungszustands wurden Werte von >25% als inadäquat, Werte im Bereich von 16-24% als marginal und Werte <15% als optimal bewertet [SAUBERLICH, 1999].

Gesamt betrachtet wiesen 60% der Probanden einen optimalen Versorgungszustand auf, 25% waren marginal und 15% inadäquat versorgt (Abb. 19). In der supplementierten Gruppe zeigten 70% der Studienteilnehmer einen optimalen Versorgungszustand, 26% einen marginalen und 4% einen inadäquaten; in der nicht supplementierten Gruppe waren nur noch 52% optimal, 35% marginal und 13% inadäquat versorgt. Die Betrachtung der einzelnen Altersgruppen ließ erkennen, dass innerhalb der supplementierten Gruppe bei den 70-74-Jährigen 65% der Probanden eine gute, 30% eine marginale und 5% eine inadäquate Versorgung an Vitamin B₁ zeigten. In der nicht supplementierten Gruppe waren 50% zufrieden stellend, 36% marginal

und 14% unzureichend versorgt. Bei den supplementierten 75-79-Jährigen konnte der Status bei 75% der Probanden als optimal, bei 20% als marginal und bei 5% als inadäquat eingestuft werden. Gleichaltrige nicht supplementierte Probanden waren zu 60% optimal, zu 27% marginal und zu 13% inadäquat versorgt. In der Gruppe der ≥ 80 -Jährigen waren in der supplementierten Gruppe 70% optimal und 30% marginal versorgt. Bei den nicht supplementierten Probanden waren 44% gut, 45% marginal und 11% mangelhaft versorgt.

Betrachtet man den TPP-Effekt der burgenländischen Senioren und den TPP-Effekt einer Studie von Juguan et al. [1999], in der 60-75-jährige Probanden hinsichtlich ihres Vitamin B₁-Status untersucht wurden, so zeigte sich in beiden Studien eine ähnliche Situation – jeweils ca. 40% der Studienteilnehmer wiesen einen unzureichenden Versorgungszustand auf. In Bezug auf die burgenländischen Senioren konnte allerdings festgestellt werden, dass sich eine regelmäßige Supplementation signifikant positiv auf den Langzeitstatus von Vitamin B₁ auswirkt.

Obwohl die Vitamin B₁-Aufnahme des untersuchten Kollektivs knapp unterhalb der D-A-CH-Empfehlungen lag, zeigte die vorliegende Studie, dass der langfristige Vitamin B₁-Status der burgenländischen Senioren durch eine regelmäßige Supplementation durchaus positiv beeinflusst werden konnte. Als Cofaktor hat Vitamin B₁ wichtige Funktionen in diversen Stoffwechselreaktionen. Da eine unzureichende Versorgung insbesondere zu Problemen des Herz- Kreislaufsystems und des Nervensystems führen kann [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] könnte eine regelmäßige Supplementation gerade bei älteren Menschen einen durchaus positiven gesundheitlichen Effekt ausüben.

4.3.2. Vitamin B₂

In nachfolgender Tabelle (Tab.15) sind die Vitamin B₂-Statusparameter der burgenländischen Senioren dargestellt:

Tab.16: Vitamin B₂-Statusparameter

				MW ± sd
FAD im Plasma [nmol/l]		Gesamt –s		39,8 ± 8,2
				39,5 ± 9,1
				39,6 ± 8,0
		Gesamt +s		38,6 ± 9,8
				37,6 ± 8,0
				39,9 ± 10,4
FAD-Effekt [%]		Gesamt –s		28,4 ± 12,8
				28,2 ± 10,3
				28,1 ± 15,4
		Gesamt +s		22,1 ± 10,8
				25,5 ± 13,0
				21,1 ± 9,5

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

FAD = Flavinadenindinucleotid

4.3.2.1. Flavinadenindinucleotid (FAD)- Konzentration im Plasma

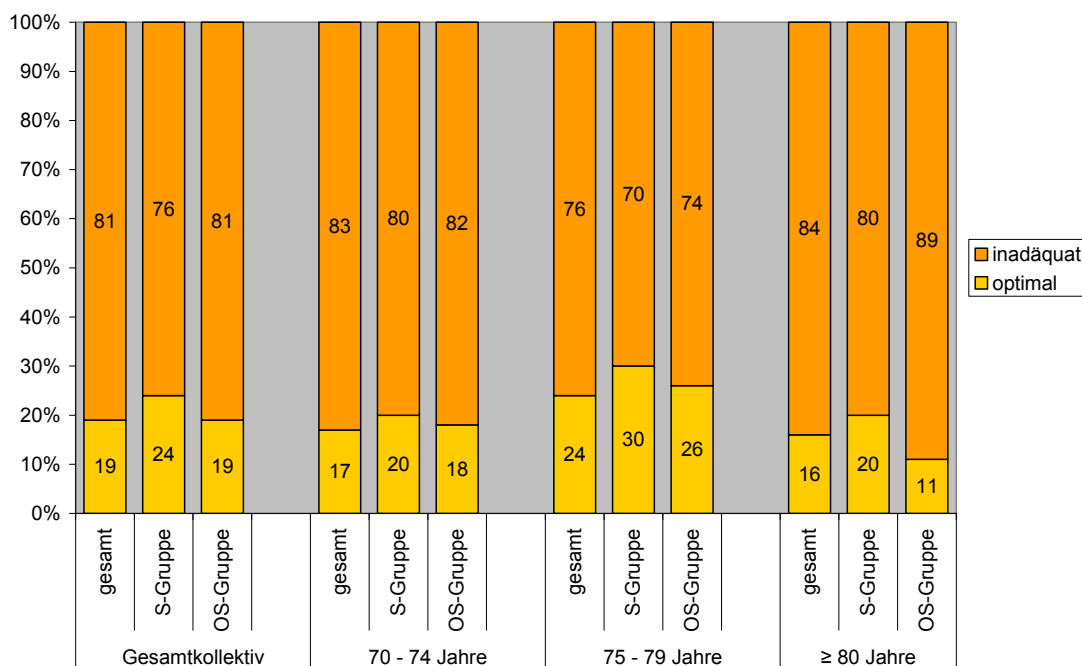
Gesamt betrachtet zeigten sich im untersuchten Kollektiv hinsichtlich der FAD-Plasmakonzentration keine signifikanten Unterschiede zwischen der supplementierten ($38,6 \pm 9,8$ nmol/l) und der nicht supplementierten ($39,8 \pm 8,2$ nmol/l) Gruppe. Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnte weder innerhalb des supplementierten und nicht supplementierten Kollektivs, noch zwischen diesen eine signifikante Differenz festgestellt werden.

Vergleiche der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe innerhalb der einzelnen Altersgruppen sowie unter Berücksichtigung des Geschlechts, ließen keine signifikanten Unterschiede in Hinblick auf die FAD-Plasmakonzentration erkennen. Auch innerhalb der einzelnen Altersgruppen konnten unter Einbezug der Supplementation keine signifikanten Differenzen

zwischen den Geschlechtern eruiert werden.

Betrachtet man innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe die einzelnen Altersgruppen (gesamt), so zeigte sich lediglich in der Gruppe der nicht supplementierten Probanden ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied der FAD-Plasmakonzentration zwischen den 70-74-Jährigen ($40,3 \pm 7,0$ nmol/l) und den ≥ 80 -Jährigen ($33,7 \pm 8,2$ nmol/l).

Unter Beachtung der Supplementation und des Geschlechts zeigten Vergleiche zwischen den drei Altersgruppen jedoch keine nennenswerten Differenzen.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.18: Beurteilung des Vitamin B₂-Status (anhand der FAD-Plasmakonzentration) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Bei der Betrachtung des Gesamtkollektivs wurde festgestellt, dass die FAD-Werte von nur 19% der Probanden im wünschenswerten Referenzbereich von 44,5 – 79,1 nmol/l lagen [HUSTAD et al., 1999] (Abb.20). Auch bei Beurteilung der supplementierten Gruppe waren gesamt betrachtet nur 24% der Probanden gut versorgt, bei den nicht supplementierten Probanden wiesen 19% einen optimalen Versorgungszustand an Vitamin B₂ auf. In der Gruppe der 70-74-

Jährigen zeigten 20% der supplementierten und 18% der nicht supplementierten Studienteilnehmer einen guten Versorgungszustand. Basierend auf der FAD-Plasmakonzentration waren die 75-79-Jährigen am besten versorgt, hier wiesen innerhalb der supplementierten Gruppe 30% einen optimalen Status auf; in der nicht supplementierten Gruppe waren es lediglich 26%. Bei den ≥ 80 -Jährigen zeigten 20% der supplementierten Senioren eine ausreichende Versorgung, die nicht supplementierten Probanden konnten nur zu 11% als gut versorgt eingestuft werden.

Die mittlere Vitamin B₂-Aufnahme lag bei den burgendländischen Senioren mit $1,0 \pm 0,4$ mg/d geringfügig unter der empfohlenen Zufuhr (D-A-CH-Empfehlung für Senioren: bei 1,2 mg/d). Innerhalb der supplementierten ($1,0 \pm 0,4$ mg/d) und nicht supplementierten Gruppe ($1,0 \pm 0,3$ mg/d) waren die Aufnahmen ähnlich hoch.

Die in dieser Studie erfassten mittleren FAD-Plasmakonzentrationen (+S-Männer: $37,6 \pm 8,0$ nmol/l, +S-Frauen: $39,9 \pm 10,4$ nmol/l; -S-Männer: $39,5 \pm 9,1$ nmol/l, -S-Frauen: $39,6 \pm 8,0$ nmol/l) waren verglichen mit den Daten einer Studie von Hustad et al. [2002] deutlich niedriger (74 nmol/l (56–97 nmol/l)), weshalb der Status bei 80% der Studienteilnehmer als verbesserungswürdig bewertet werden musste. In einer weiteren Studie betrachtete man die Vitamin B₂-Aufnahme, welche bei 2,3% der 60-70-jährigen Frauen unterhalb von 1,1 mg/d lag [WOLTER et al., 2003] und somit im ähnlichen Bereich wie bei den burgenländischen Senioren (+S-Gruppe: $1,0 \pm 0,4$ mg/d, -S-Gruppe: $1,0 \pm 0,4$ mg/d, -S-Gruppe: $1,0 \pm 0,3$ mg/d).

Basierend auf den vorliegenden Studienergebnissen zeigte sich, dass auch eine regelmäßige Supplementation den kurzfristigen Status an Vitamin B₂ der Probanden nicht nennenswert beeinflussen konnte. Neben der etwas zu geringen Aufnahme könnten mitunter Krankheiten und die Einnahme von Medikamenten [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] den Vitamin B₂-Status negativ beeinflusst haben.

4.3.2.2. Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutathion-Reduktase (FAD- Effekt)

Im untersuchten Gesamtkollektiv konnte in Bezug auf den FAD-Effekt ein hoch signifikanter ($p < 0,01$) Unterschied zwischen der supplementierten ($22,1 \pm 10,8\%$) und der nicht supplementierten Gruppe ($28,4 \pm 12,8\%$) festgestellt werden. Zwischen den Frauen, nicht jedoch den Männern des Gesamtkollektivs, zeigte sich ebenfalls ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied in Hinblick auf die supplementierende ($21,1 \pm 9,5\%$) und nicht supplementierende ($28,1 \pm 15,4\%$) Gruppe. Ein weiterer Vergleich der Geschlechter innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe zeigte jedoch keine nennenswerte Differenz.

Betrachtet man innerhalb der einzelnen Altersgruppen Unterschiede zwischen supplementierten und nicht supplementierten Probanden sowie Unterschiede zwischen den Geschlechtern, so zeigte sich in der Gruppe der supplementierten 70-74-Jährigen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den männlichen ($19,4 \pm 10,9\%$) und weiblichen ($28,4 \pm 7,6\%$) Studienteilnehmern.

Weiters konnte hinsichtlich des FAD-Effekts innerhalb der Gruppe der 75-79-Jährigen ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen supplementierten ($18,5 \pm 8,8\%$) und nicht supplementierten Frauen ($31,7 \pm 18,5\%$) erfasst werden.

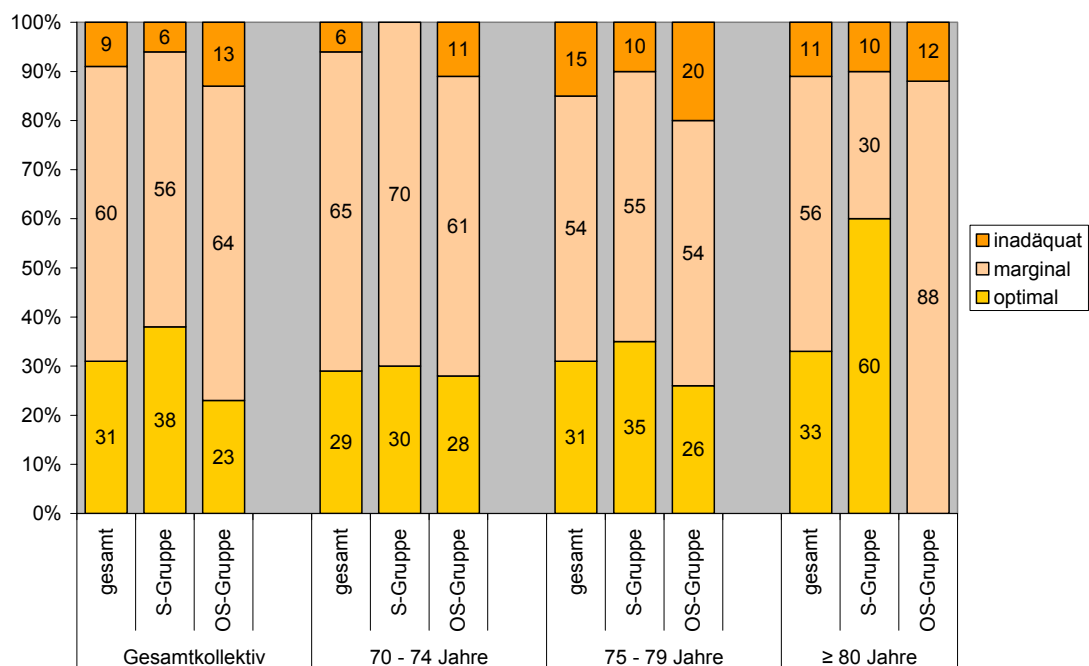
Innerhalb der supplementierten Gruppe konnte bei den 75-79-Jährigen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Männern ($19,4 \pm 11,0\%$) und Frauen ($28,4 \pm 7,6\%$) festgestellt werden.

Gesamt zeigte sich auch innerhalb des Kollektivs der ≥ 80 -Jährigen ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen den supplementierten ($19,4 \pm 11,3\%$) und nicht supplementierten Probanden ($32,1 \pm 8,8\%$). Weiters konnte in dieser Gruppe, unter Berücksichtigung des Geschlechts, ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen supplementierenden ($15,9 \pm 7,9\%$) und nicht

supplementierenden ($30,5 \pm 10,0\%$) Frauen, nicht aber den Männern eruiert werden.

Vergleiche zwischen den einzelnen Altersgruppen (gesamt) zeigten unter Beachtung der Supplementation keine signifikanten Differenzen.

Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnte bei supplementierten 70-74-jährigen ($28,4 \pm 7,6\%$) und 75-79-jährigen Frauen ($18,5 \pm 8,8\%$) allerdings ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied hinsichtlich des FAD-Effekts festgestellt werden. Auch zwischen den 70-74-jährigen ($28,4 \pm 7,6\%$) und den ≥ 80 -jährigen Probandinnen ($15,9 \pm 7,9\%$) zeigte sich eine hoch signifikante ($p < 0,01$) Differenz des durchschnittlichen FAD-Effekts.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.19: Beurteilung des Vitamin B₂-Status (anhand des FAD-Effekts) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Vitamin B₂ Versorgungszustandes anhand des FAD-Effekts der burgenländischen Senioren wurden Werte von $>40\%$ als inadäquat, Werte im Bereich von $39-19\%$ als marginal und Werte $<20\%$ als optimal eingestuft [SAUBERLICH, 1999].

Bei der Beurteilung des FAD-Effekts zeigte sich, dass gesamt betrachtet nur 31% der Probanden optimal, 60% hingegen marginal und 9% sogar inadäquat versorgt waren (Abb.21). In der supplementierten Gruppe lagen bei insgesamt 38% der Probanden die Werte im optimalen Bereich, 56% der Senioren waren marginal und 6% inadäquat versorgt. Bei den nicht supplementierten Probanden wiesen nur 23% gute, 64% einen marginalen und 13% einen inadäquaten Status auf. Betrachtet man die drei Altersgruppen so zeigten sich bei den 70-74-Jährigen welche supplementierten bei 30% der Probanden ein optimaler und bei 70% ein marginaler Versorgungszustand an Vitamin B₂. Bei den gleichaltrigen nicht supplementierten Probanden lagen 28% im entsprechenden Referenzbereich, 61% waren marginal und 11% inadäquat versorgt. In der Gruppe der 75-79-Jährigen waren 35% der supplementierten Probanden gut, 55% marginal und 10% inadäquat mit Vitamin B₂ versorgt. In dieser nicht supplementierten Altersgruppe wiesen 26% der Studienteilnehmer einen optimalen, 54% einen marginalen und 20% einen inadäquaten Versorgungszustand auf. In der Gruppe der supplementierten ≥80-Jährigen waren 60% der Studienteilnehmer zufrieden stellend versorgt, 30% marginal und 10% inadäquat. Nicht supplementierte Probanden der gleichen Altersgruppe waren zu 88% marginal und zu 12% inadäquat versorgt, wobei kein Proband als optimal versorgt eingestuft werden konnte.

Die im Zuge einer Studie von Wolters et al. [2003] erfassten mittleren EGR-Werte bzw. der FAD-Effekt bei 60-70-jährigen Frauen (EGR: $1,15 \pm 0,11$, welches einem FAD-Effekt von <20% entspricht) waren verglichen mit dem FAD-Effekt der burgenländischen Senioren (+S-Männer: $25,5 \pm 13,0\%$, +S-Frauen: $21,1 \pm 9,5\%$; -S-Männer: $28,2 \pm 10,3\%$, -S-Frauen: $28,1 \pm 15,4\%$) deutlich niedriger, was mitunter auf das durchschnittlich jüngere Alter der Probanden dieser Vergleichsstudie zurück geführt werden kann.

In dieser Studie zeigte sich, dass der langfristige Vitamin B₂-Status der burgenländischen Senioren durch eine regelmäßige Supplementation durchaus

signifikant ($p < 0,01$) positiv beeinflusst werden konnte. Eine mögliche Ursache für den jedoch generell verbesserungswürdigen Vitamin B₂-Status könnte neben, auf die leicht erniedrigte Zufuhr über die Nahrung auch auf Wechselwirkungen mit Medikamenten oder altersbedingte Absorptionsstörungen zurückgeführt werden [ELMADFA und LEITZAMNN, 2004]. Da Riboflavin u.a. an Redoxreaktionen im Energiestoffwechsel beteiligt ist sowie Bedeutung im Immunsystem hat, sollten insbesondere ältere Menschen auf eine ausreichende Zufuhr achten, wobei die Einnahme von Supplementen hierbei einen durchaus positiven Beitrag leisten kann.

4.3.3. Vitamin B₆

In nachfolgender Tabelle (Tab.16) sind die mittleren Vitamin B₆-Statusparameter aufgeteilt nach Supplementation und Geschlecht dargestellt:

Tab.17: Vitamin B ₆ -Statusparameter				MW ± sd
P-5-P [nmol/l]	im Plasma	Gesamt –s		46,1 ± 36,2
		Männer –s		45,0 ± 38,2
		Frauen –s		45,2 ± 32,6
		Gesamt +s		87,6 ± 136,4
		Männer +s		89,7 ± 154,9
		Frauen +s		82,6 ± 117,1
α-EGOT		Gesamt –s		1,8 ± 0,2
		Männer –s		1,7 ± 0,2
		Frauen –s		1,8 ± 0,2
		Gesamt +s		1,6 ± 0,3
		Männer +s		1,6 ± 0,3
		Frauen +s		1,7 ± 0,3

+s = supplementierte Gruppe; –s = nicht supplementierte Gruppe

P-5-P = Pyridoxal-5-Phosphat; α-EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

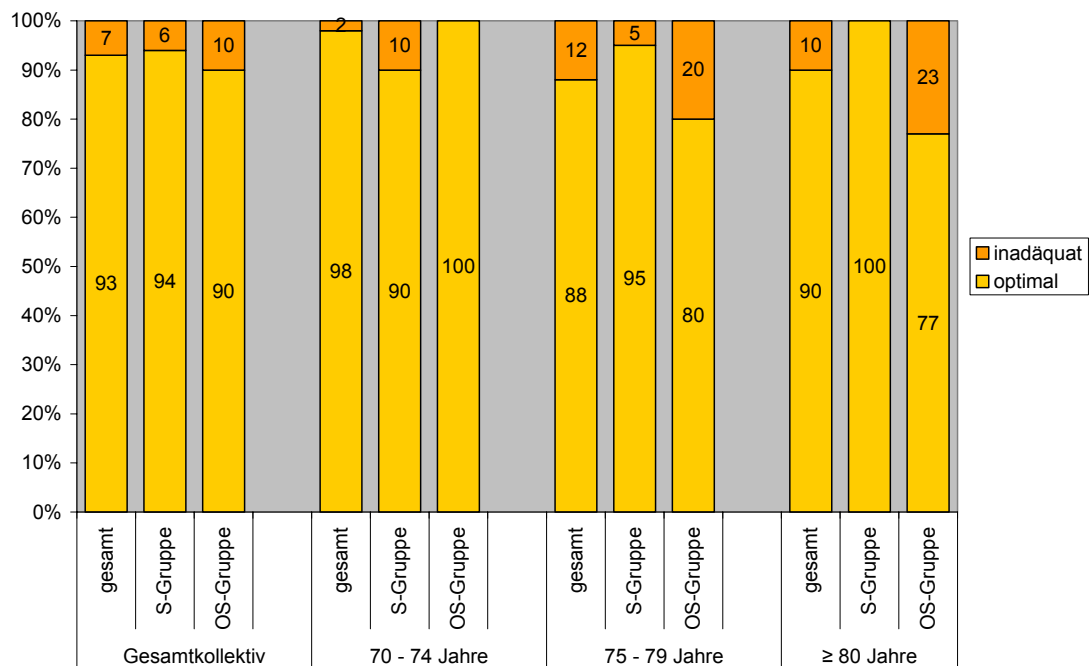
4.3.3.1. Vitamin B₆ (Pyridoxal-5-Phosphat) im Plasma

Bei Betrachtung des Gesamtkollektivs zeigte die supplementierte Gruppe ($87,6 \pm 136,4$ nmol/l) eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentration an Vitamin B₆ als die nicht supplementierte Gruppe ($46,1 \pm 36,2$ nmol/l). Zwischen den männlichen und weiblichen Studienteilnehmern konnte jedoch keine signifikante Differenz bezüglich der Vitamin B₆-Plasmakonzentration festgestellt werden.

Auch innerhalb der supplementierten Gruppe bzw. nicht supplementierten Gruppe zeigte sich zwischen den Geschlechtern kein nennenswerter Unterschied.

Vergleicht man innerhalb der einzelnen Altersgruppen die supplementierten und nicht supplementierten Gruppen, so konnten weder gesamt noch unter Einbezug des Geschlechts nennenswerte Differenzen des Vitamin B₆-Levels erfasst werden. Auch ein Vergleich der Geschlechter unter Berücksichtigung der Supplementation zeigte innerhalb der einzelnen Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede.

In den supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppen konnten zwischen den drei Altersgruppen gesamt betrachtet, sowie unter weiterer Berücksichtigung des Geschlechts, keine signifikanten Differenzen hinsichtlich der Vitamin B₆-Plasmakonzentration festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.20: Beurteilung des Vitamin B₆-Status (anhand der Pyridoxal-5-Phosphat-Plasmakonzentration) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Der Vitamin B₆-Status lag im Gesamtkollektiv bei 93% der Probanden im optimalen Referenzbereich von 20 – 134 nmol/l [EDWARDS et al., 1989] (Abb.22), wobei in der supplementierten Gruppe 94% der Senioren, in der nicht supplementierten Gruppe 90% gut versorgt waren.

Betrachtet man die einzelnen Altersgruppen, so wiesen 90% der supplementierten 70-74-Jährigen eine ausreichende Versorgung auf, die nicht supplementierten Probanden der gleichen Altersgruppe waren zu 100% optimal versorgt. Bei den 75-79-Jährigen waren die Vitamin B₆-Plasmakonzentrationen der supplementierten Gruppe bei 95% ausreichend. Bei den nicht supplementierten Probanden waren nur 80% gut, 20% jedoch unzureichend versorgt. In der Gruppe der ≥80-Jährigen waren alle Senioren, welche Supplemente einnahmen, gut versorgt, jene die nicht supplementierten nur zu 77%.

Die durchschnittliche Vitamin B₆-Aufnahme der burgenländischen Senioren lag

mit $1,1 \pm 0,5$ mg/d im Gesamtkollektiv knapp unter der D-A-CH-Empfehlung (1,2 mg/d für Frauen, 1,4 mg/d für Männer). Innerhalb der supplementierten ($1,1 \pm 0,4$ mg/d) und der nicht supplementierten Gruppe ($1,1 \pm 0,5$ mg/d) war die durchschnittliche Zufuhr ident.

Ein Vergleich der Vitamin B₆-Plasmakonzentrationen die bei burgenländischen Senioren (+S-Männer: $89,7 \pm 154,9$ nmol/l, +S-Frauen: $82,6 \pm 117,1$ nmol/l; -S-Männer: $82,6 \pm 117,1$ nmol/l, -S-Frauen: $45,2 \pm 32,6$ nmol/l) eruiert wurden, zeigte, dass das untersuchte Kollektiv deutlich höhere Werte aufwies als Probanden in einer Studie von Wright et al. [1995]. In dieser Vergleichsstudie konnte bei 60% der 68-73-jährigen Frauen und bei 50% der gleichaltrigen Männer eine Vitamin B₆-Plasmakonzentration von $<34,4$ nmol/l und somit eine nicht zufrieden stellende Vitamin B₆-Versorgung festgestellt werden. Auch in einer weiteren Studie zeigten 22% der 74-76-jährigen Studienteilnehmer Vitamin B₆-Werte von <20 nmol/l [VAN DER WIELEN et al., 1996] und schnitten dadurch in Bezug auf den Vitamin B₆-Status wesentlich schlechter ab als das burgenländische Kollektiv.

Gesamt betrachtet zeigte eine regelmäßige Supplementation in der vorliegenden Studie einen signifikanten Einfluss auf die kurzfristige Vitamin B₆-Plasmakonzentration.

4.3.3.2. Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (α -EGOT)

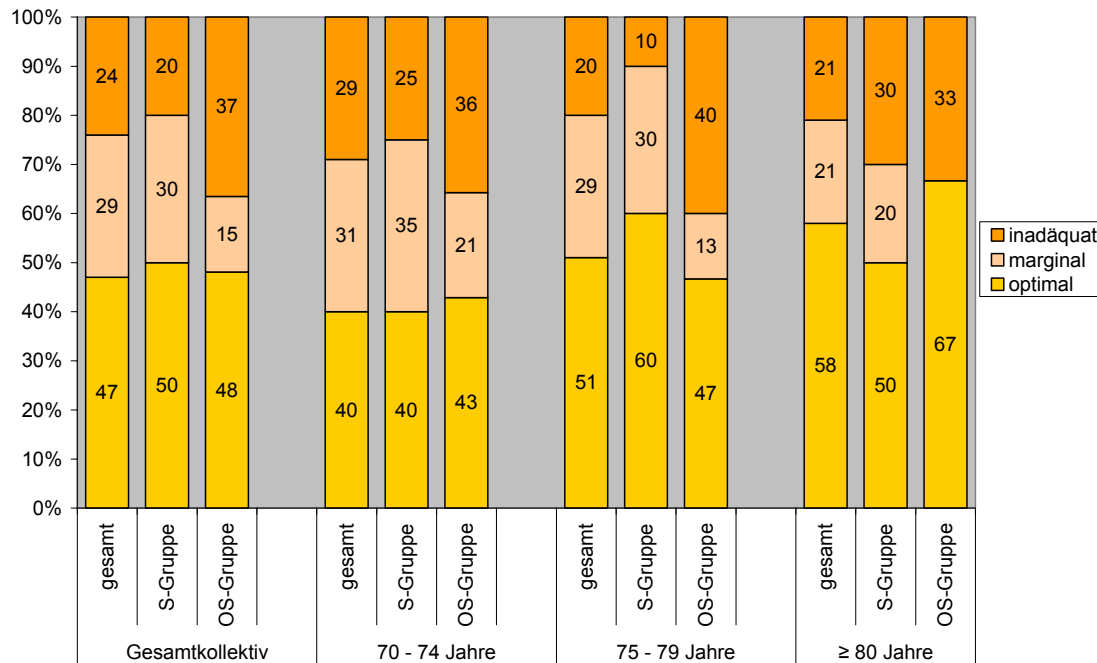
Die Betrachtung des Gesamtkollektivs zeigte einen hoch signifikanten ($p < 0,01$) Unterschied zwischen α -EGOT der supplementierten ($1,6 \pm 0,3$) und der nicht supplementierten Gruppe ($1,8 \pm 0,2$). Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnte bei den supplementierten Frauen ($1,7 \pm 0,3$) ein signifikant ($p < 0,05$) niedrigerer Wert als bei den nicht supplementierten Probandinnen ($1,8 \pm 0,2$) beobachtet werden.

Vergleiche der Geschlechter innerhalb der supplementierten und nicht

supplementierten Gruppe ließen keine nennenswerten Differenzen erkennen.

Zwischen der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe sowie den Geschlechtern konnte innerhalb der einzelnen Altersgruppen lediglich bei den 75-79-Jährigen ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied (supplementierte Gruppe: $1,5 \pm 0,3$; nicht supplementierte Gruppe: $1,8 \pm 0,2$) erfasst werden. Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Geschlechts zeigten supplementierte 75-79-jährige Frauen ($1,5 \pm 0,3$) signifikant ($p < 0,05$) niedrigere Werte als nicht supplementierte 75-79-jährige Frauen ($1,8 \pm 0,3$).

Innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe wiesen Vergleiche der einzelnen Altersgruppen (gesamt) auf keine nennenswerten Differenzen hinsichtlich des α -EGOT hin. Allerdings konnte unter Berücksichtigung des Geschlechts innerhalb der supplementierten Gruppe zwischen 70-74-jährigen ($1,8 \pm 0,2$) und 75-79-jährigen Frauen ($1,5 \pm 0,3$) ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.21: Beurteilung des Vitamin B₆-Status (anhand des Aktivierungskoeffizienten α -EGOT) der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Um den Versorgungszustand der burgenländischen Senioren zu bewerten, wurden Werte >1,80 als inadäquat, Werte im Bereich von 1,75-1,80 als marginal und Werte im Bereich von <1,75 als optimal versorgt eingestuft [SAUBERLICH, 1999].

Bei 47% der gesamten Probanden lag der Versorgungszustand an Vitamin B₆ im optimalen Bereich, bei 29% war die Versorgung marginal und bei 24% sogar inadäquat (Abb.23). 50% der supplementierten Probanden wiesen einen zufrieden stellenden, 30% einen marginalen und 20% einen inadäquaten Status an Vitamin B₆ auf. In der nicht supplementierten Gruppe waren 48% optimal, sowie 15% marginal und 37% mangelhaft versorgt.

Betrachtet man die einzelnen Altersgruppen so zeigte sich mit steigendem Alter eine leichte Verbesserung des Versorgungszustandes. In der Gruppe der supplementierten 70-74-Jährigen konnte bei 40% der Probanden ein guter, bei

35% ein marginaler und bei 25% ein unzureichender Status eruiert werden. In der nicht supplementierten Gruppe waren 43% gut, 21% marginal und 36% inadäquat versorgt. Bei den 75-79-Jährigen welche supplementierten waren 60% der Studienteilnehmer optimal mit Vitamin B₆ versorgt, 30% marginal und 10% wiesen eine inadäquate Versorgung auf; bei gleichaltrigen nicht supplementierten Senioren waren 47% der Probanden optimal, 13% marginal und sogar 40% inadäquat versorgt.

In der Gruppe der ≥80-Jährigen, welche Supplemente einnahmen, konnte bei 50% eine gute, bei 20% eine marginale und bei 30% eine inadäquate Versorgungslage festgestellt werden. Nicht supplementierende Probanden der gleichen Altersgruppe wiesen zu 67% eine optimale und zu 33% eine inadäquate Versorgung an Vitamin B₆ auf.

Betrachtet man bezüglich des Aktivierungskoeffizienten andere Studien, so zeigten sich durchaus ähnliche Werte wie sie bei den burgenländischen Senioren (+S-Männer: $1,6 \pm 0,3$, +S-Frauen: $1,7 \pm 0,3$; -S-Männer: $1,7 \pm 0,2$, -S-Frauen: $1,8 \pm 0,2$) eruiert wurden – bis zu 37% der 60-70-jährigen Probanden wiesen ebenfalls eine unzureichende (α -EGOT: $1,6 \pm 0,2$) Versorgung auf [WOLTERS et al., 2003].

Im Zuge dieser Studie konnte gezeigt werden, dass sich der Vitamin B₆-Langzeitparameter, α -EGOT, durch eine regelmäßige Supplementation hoch signifikant verbessern lässt. Der dennoch größtenteils unzureichende Vitamin B₆-Status des untersuchten Kollektivs könnte mitunter durch einen hohen Verzehr an Proteinen, welche eine höhere Vitamin B₆-Zufuhr erfordern würden [HANSEN et al., 1997], durch Medikamenteneinnahme oder eventuell auch durch eine altersbedingte, eingeschränkte Absorption verursacht worden sein.

4.3.4. Folsäure

In nachstehender Tabelle (Tab.17) sind die mittleren Plasmakonzentrationen von Folsäure differenziert nach Supplementation und Geschlecht aufgelistet:

Tab.18: Plasmakonzentrationen von Folsäure

	MW $\pm$ sd [$\mu\text{g/l}$]
Gesamt -s	7,5 $\pm$ 5,7
Männer -s	6,5 $\pm$ 3,9
Frauen -s	7,6 $\pm$ 5,3
Gesamt +s	11,5 $\pm$ 9,4
Männer +s	13,8 $\pm$ 11,2
Frauen +s	10,3 $\pm$ 8,4

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

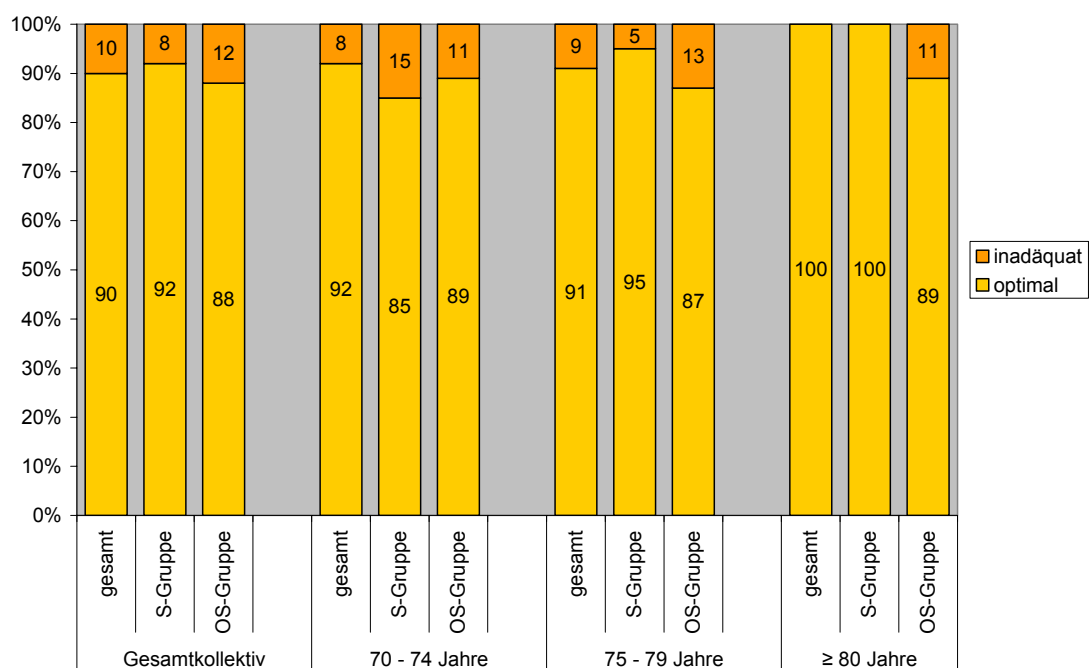
Eine Differenzierung des Gesamtkollektivs nach supplementierter (11,5 $\pm$ 9,4 $\mu\text{g/l}$) und nicht supplementierter Gruppe (7,5 $\pm$ 5,7 $\mu\text{g/l}$) zeigte einen hoch signifikanten ($p < 0,01$) Unterschied hinsichtlich der Folsäureplasmakonzentration zwischen den beiden Gruppen. Unter Beachtung des Geschlechts wiesen supplementierte Männer (gesamt) (13,8 $\pm$ 11,2 $\mu\text{g/l}$), nicht jedoch Frauen, signifikant ($p < 0,05$) höher Plasmakonzentrationen an Folsäure auf als nicht supplementierte Männer (6,5 $\pm$ 3,9 $\mu\text{g/l}$).

Vergleiche der Geschlechter innerhalb der Gruppe der supplementierten und nicht supplementierten Probanden zeigten keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich der Folsäure-Plasmakonzentration.

Betrachtet man innerhalb der einzelnen Altersgruppen die supplementierte und nicht supplementierte Gruppe so zeigte sich lediglich in der Gruppe der 70-74-Jährigen ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen supplementierten (12,1 $\pm$ 11,2 $\mu\text{g/l}$) und nicht supplementierten Probanden (6,4 $\pm$ 4,0 $\mu\text{g/l}$). Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Geschlechts konnte in dieser Altersgruppe ein hoch signifikanter ($p < 0,01$) Unterschied zwischen supplementierenden (18,5 $\pm$ 13,6 $\mu\text{g/l}$) und nicht supplementierenden Männern (5,6 $\pm$ 2,7 $\mu\text{g/l}$) nicht aber bei den Frauen, eruiert werden. Weiters wiesen innerhalb der supplementierten Gruppe 70-74-jährige Männer (18,5 $\pm$ 13,6 $\mu\text{g/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentrationen an Folsäure auf als gleichaltrige Frauen (6,1 $\pm$ 3,0 $\mu\text{g/l}$).

Vergleiche der einzelnen Altersgruppen (gesamt) innerhalb der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe ließen keine nennenswerten altersabhängigen Unterschiede erkennen.

Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Geschlechts zeigte sich jedoch zwischen den 70-74-jährigen supplementierten Frauen ($6,1 \pm 3,0 \mu\text{g/l}$) und den ≥ 80 -jährigen supplementierten Probandinnen ($12,7 \pm 6,7 \mu\text{g/l}$) ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.22: Beurteilung des Folsäure-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Im untersuchten Gesamtkollektiv wiesen 90% der Probanden Folsäure-Plasmakonzentrationen im Referenzbereich von $>3 \mu\text{g/l}$ auf [SAUBERLICH, 1999] (Abb.24). Betrachtet man die supplementierte Gruppe so lagen 92% der Probanden im wünschenswerten Bereich, in der nicht supplementierten Gruppe waren 88% gut versorgt.

In der Altersgruppe der 70-74-Jährigen waren insgesamt 85% der supplementierten Probanden zufrieden stellend mit Folsäure versorgt, bei den

nicht supplementierten lagen 89% im wünschenswerten Referenzbereich. In der Gruppe der 75-79-Jährigen waren 95% der Probanden der supplementierten Gruppe gut, jedoch waren nur 87% in der nicht supplementierten Gruppe optimal versorgt. Bei den ≥ 80 -Jährigen konnte der Versorgungszustand der supplementierten Probanden zur Gänze als zufrieden stellend bewertet werden. In der nicht supplementierten Gruppe lagen 89% der Studienteilnehmer im Referenzbereich.

Gesamt betrachtet betrug die mittlere Folsäureaufnahme der burgenländischen Senioren nur $152,6 \pm 74,9 \mu\text{g/d}$. Laut D-A-CH-Empfehlung sollte die tägliche Zufuhr dieser Altersgruppe allerdings bei $400 \mu\text{g/d}$ liegen. Die Aufnahme der supplementierten ($153,3 \pm 69,3 \mu\text{g/d}$) und nicht supplementierten Gruppe ($152,0 \pm 79,7 \mu\text{g/d}$) bewegte sich in einem ähnlich niedrigen Bereich.

Eine Studie von Brevik et al. [2005], welche an 71-74-Jährigen Senioren durchgeführt wurde, zeigte im Vergleich zu den burgenländischen Senioren deutlich niedrigere Folsäure-Plasmakonzentrationen ($3,4 \pm 2,3 \mu\text{g/l}$ bei Männern und $4,3 \pm 3,4 \mu\text{g/l}$ bei Frauen). Auch in einer weiteren Studie wiesen ≥ 60 -Jährige Plasmalevel von $4,3 - 7,1 \mu\text{g/l}$ auf [SELHUB et al., 2007] - im Gegensatz zu den Resultaten dieser Untersuchung konnten bei den burgenländischen Senioren sowohl in der supplementierten Gruppe (+S-Männer: $13,8 \pm 11,2 \mu\text{g/l}$, +S-Frauen: $10,3 \pm 8,4 \mu\text{g/l}$) als auch im nicht supplementierten Kollektiv (-S-Männer: $6,5 \pm 3,9 \mu\text{g/l}$, -S-Frauen: $7,6 \pm 5,3 \mu\text{g/l}$) deutlich höhere Folsäure-Plasmakonzentrationen festgestellt werden.

Die durchgeführte Studie zeigte, dass sich eine regelmäßige Supplementation mit Multipräparaten signifikant positiv auf den Folsäure-Status älterer Menschen auswirken kann. Trotz der (laut 24h-Recalls) zu geringen Aufnahme über die Nahrung, wiesen 90% der Senioren einen ausreichenden Versorgungszustand an Folsäure auf.

Da Folsäure eine wichtige Rolle im Homocysteinestoffwechsel spielt und somit das Herzinfarkt- und Schlaganfallrisikos senken kann [WOLTERS et al., 2004],

ist eine ausreichende Versorgung in Hinblick auf die Prävention dieser Erkrankungen, insbesondere auch im Alter von großer Bedeutung.

4.3.5. Vitamin B₁₂

Die mittleren Plasmakonzentrationen von Vitamin B₁₂ sind in nachstehender Tabelle (Tab.17) dargestellt:

Tab.19: Plasmakonzentrationen von Vitamin B₁₂	
	MW ± sd [nmol/l]
Gesamt –s	0,20 ± 0,07
Männer –s	0,17 ± 0,06
Frauen –s	0,19 ± 0,05
Gesamt +s	0,28 ± 0,34
Männer +s	0,26 ± 0,32
Frauen +s	0,29 ± 0,34

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

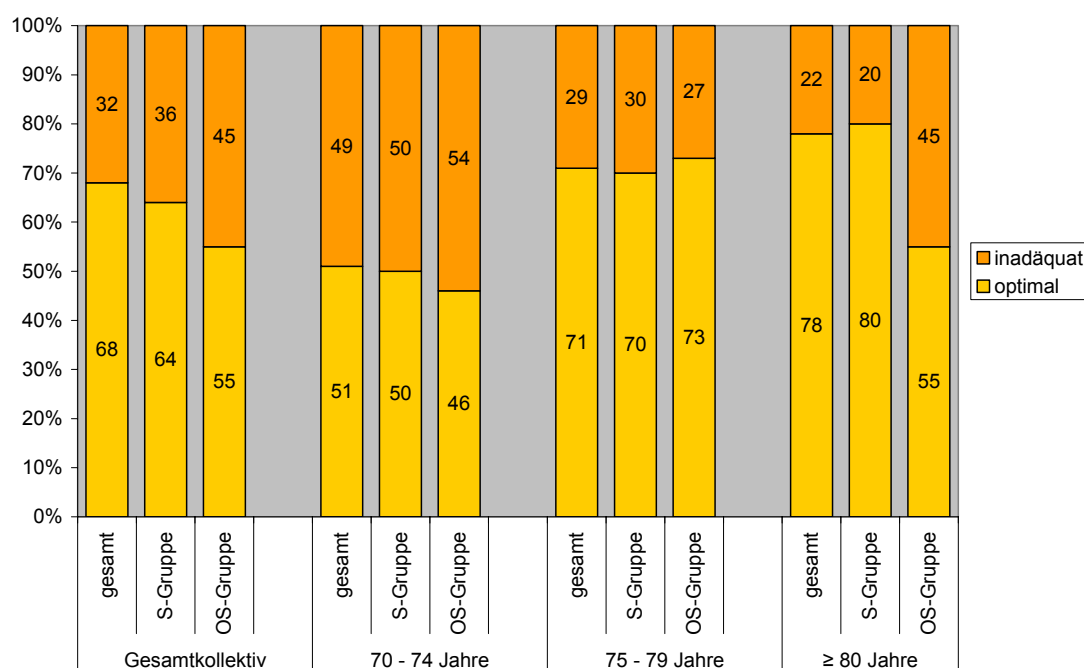
Gesamt betrachtet zeigte sich im untersuchten Kollektiv hinsichtlich der Vitamin B₁₂-Plasmakonzentration ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen der supplementierten ($0,28 \pm 0,34$ nmol/l) und der nicht supplementierten Gruppe ($0,20 \pm 0,07$ nmol/l). Unter Berücksichtigung des Geschlechtes (gesamt) konnten allerdings keine signifikanten Differenzen ausgemacht werden.

Vergleiche der Geschlechter innerhalb der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe zeigten auch keine nennenswerten Unterschiede.

Betrachtet man innerhalb der drei Altersgruppen die supplementierte und nicht supplementierte Gruppe, sowie supplementierte Frauen bzw. Männer und nicht supplementierte Frauen und Männer so zeigten sich keine signifikanten Differenzen. Ein weiterer Vergleich (in den einzelnen Altersgruppen) zwischen Männern und Frauen, jedoch innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe, ließ ebenfalls keine nennenswerten Unterschiede

hinsichtlich der Vitamin B₁₂-Plasmakonzentration erkennen.

Innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe zeigte sich zwischen den einzelnen Altersgruppen (gesamt) kein signifikanter Unterschied in Hinblick auf die Vitamin B₁₂-Plasmakonzentration. Auch unter Beachtung des Geschlechts konnten innerhalb der einzelnen Altersgruppen keine signifikanten Differenzen in der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.23: Beurteilung des Vitamin B₁₂-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Gesamt betrachtet wiesen 68% der untersuchten Senioren Vitamin B₁₂-Plasmakonzentrationen im Bereich von >0,15 nmol/l auf und lagen somit im optimalen Bereich [SAUBERLICH, 1999] (Abb. 25). In der supplementierten Gruppe waren bei 64% der Probanden die Plasmakonzentrationen im wünschenswerten Referenzbereich, in der nicht supplementierten Gruppe waren hingegen 55% gut versorgt.

In der Gruppe der 70-74-Jährigen wiesen 50% der supplementierten Probanden

zufrieden stellende Vitamin B₁₂-Werte auf. In der nicht supplementierten Gruppe waren 46% der Senioren optimal versorgt. Bei den 75-79-Jährigen zeigten 70% der supplementierten Probanden einen guten und 73% der nicht supplementierten Studienteilnehmer einen ausreichenden Versorgungszustand. In der Gruppe der ≥80-Jährigen waren 80% der Probanden welche Supplemente einnahmen gut versorgt; hingegen lagen nur bei 55% der nicht supplementierten Senioren die Plasmakonzentrationen im entsprechenden Referenzbereich.

Die durchschnittliche Zufuhr an Vitamin B₁₂ der burgenländischen Senioren lag bei $3,4 \pm 2,3 \mu\text{g/d}$ und somit im empfohlenen Bereich von $3 \mu\text{g/d}$ [D-A-CH, 2000]. Die supplementierte Gruppe nahm im Mittel $3,2 \pm 2,5 \mu\text{g/d}$, die nicht supplementierte Gruppe ebenso $3,6 \pm 2,1 \mu\text{g/d}$ auf.

Allen [2009] stellte bei 20% der im Zuge seiner Studie untersuchten ≥60-Jährigen Probanden Vitamin B₁₂-Plasmakonzentrationen von $0,15 - 0,22 \text{ nmol/l}$ fest; somit wiesen die burgenländischen Senioren im Vergleich zu dieser Studie, innerhalb der nicht supplementierten Gruppe (+S-Männer: $0,17 \pm 0,06 \text{ nmol/l}$, +S-Frauen: $0,19 \pm 0,05 \text{ nmol/l}$) ähnlich hohe Werte und innerhalb der supplementierten Gruppe (-S-Männer: $0,26 \pm 0,32 \text{ nmol/l}$, -S-Frauen: $0,29 \pm 0,34 \text{ nmol/l}$) etwas höhere Werte auf. Ein Vergleich mit einer weiteren Untersuchung zeigte ähnliche Werte wie sie bei den burgenländischen Senioren ermittelt wurden, hier wurde bei 24,8% der 74-80-jährigen Probanden eine Vitamin B₁₂-Plasmakonzentrationen von $\leq 0,15 \text{ nmol/l}$ und bei 35,5% der Senioren ein Plasmalevel zwischen $0,15 \text{ nmol/l}$ und $0,26 \text{ nmol/l}$ festgestellt [VAN ASSELT et al., 1998].

Insgesamt betrachtet, konnte im Rahmen der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass die regelmäßige Aufnahme von Supplementen bei annähernd gleicher Aufnahme von Vitamin B₁₂ über die Nahrung, den Status bei älteren Menschen signifikant ($p < 0,05$) verbessern kann. Eine mögliche Ursache des, trotz ausreichend hoher Vitamin B₁₂-Zufuhr, durchwegs verbesserungswürdigen

Vitamin B₁₂-Status könnte die im Alter auftretende Atrophie der Magenschleimhaut und die dadurch verminderte Absorption des Vitamins, sowie eventuell negative medikamentöse Einflüsse sein [VAN ASSELT et al., 1998].

4.3.6. Vitamin C

In folgender Tabelle (Tab.19) sind die mittleren Plasmakonzentrationen von Vitamin C unter Berücksichtigung des Geschlechts und der Supplementation dargestellt:

Tab.20: Plasmakonzentrationen von Vitamin C

	MW ± sd [µmol/l]
Gesamt –s	61,1 ± 21,0
Männer –s	58,0 ± 18,6
Frauen –s	64,3 ± 20,7
Gesamt +s	80,9 ± 17,4
Männer +s	76,0 ± 23,2
Frauen +s	81,3 ± 17,6

+s = supplementierte Gruppe;-s = nicht supplementierte Gruppe

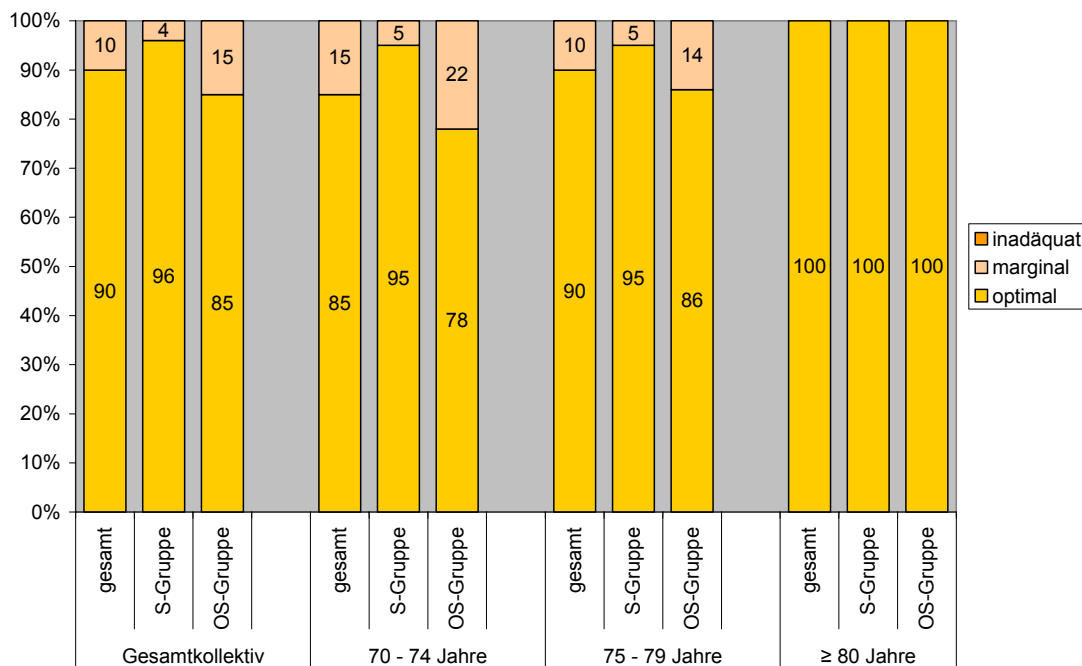
Im untersuchten Gesamtkollektiv konnte ein höchst signifikanter ($p < 0,001$) Unterschied zwischen der supplementierten ($80,9 \pm 17,4 \mu\text{mol/l}$) und der nicht supplementierten Gruppe ($61,1 \pm 21,0 \mu\text{mol/l}$) hinsichtlich des durchschnittlichen Vitamin C-Plasmaspiegels festgestellt werden. Unter Berücksichtigung des Geschlechts zeigten supplementierte Männer ($76,0 \pm 23, \mu\text{mol/l}$) hoch signifikant ($p < 0,01$) höhere Werte als nicht supplementierte männliche Probanden ($58,0 \pm 18,6 \mu\text{mol/l}$). Weiters konnte auch bei weiblichen supplementierenden ($81,3 \pm 17,6 \mu\text{mol/l}$) und nicht supplementierenden Studienteilnehmern ($64,3 \pm 20,7 \mu\text{mol/l}$) ein höchst signifikanter ($p < 0,001$) Unterschied hinsichtlich des Vitamin C-Levels festgestellt werden. Innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe konnte zwischen den

männlichen und weiblichen Studienteilnehmern jedoch keine signifikante Differenz eruiert werden.

Vergleiche zwischen den supplementierten und nicht supplementierten Probanden innerhalb der drei Altersgruppen zeigten in der Gruppe der 70-74-Jährigen signifikante Differenzen hinsichtlich des Vitamin C-Levels. So wies gesamt betrachtet, die supplementierte Gruppe ($72,8 \pm 17,5 \mu\text{mol/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Vitamin C-Werte auf als die nicht supplementierte Gruppe ($58,8 \pm 19,1 \mu\text{mol/l}$). Auch in Bezug auf das Geschlecht zeigten supplementierte Männer ($77,1 \pm 18,9 \mu\text{mol/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höhere Plasmakonzentrationen an Vitamin C als nicht supplementierte Männer ($53,9 \pm 20,1 \mu\text{mol/l}$).

In der Altersgruppe der 75-80-Jährigen wiesen supplementierte Frauen ($86,3 \pm 13,1 \mu\text{mol/l}$) hoch signifikant ($p < 0,01$) höher Plasmawerte als nicht supplementierte Frauen ($59,1 \pm 23,1 \mu\text{mol/l}$) auf.

Betrachtet man innerhalb der nicht supplementierten Gruppe die einzelnen Altersgruppen (gesamt) lagen die Vitamin C-Level der ≥ 80 -Jährigen ($87,4 \pm 16,8 \mu\text{mol/l}$) im Vergleich zu den 70-74-Jährigen ($72,8 \pm 17,5 \mu\text{mol/l}$) signifikant ($p < 0,05$) höher. Weiters konnte innerhalb der nicht supplementierten Gruppe ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen den 70-74-Jährigen ($58,6 \pm 19,1 \mu\text{mol/l}$) und den ≥ 80 -Jährigen ($73,4 \pm 17,7 \mu\text{mol/l}$) festgestellt werden. Innerhalb der supplementierten Gruppe zeigten sich signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen 70-74-jährigen ($69,3 \pm 16,3 \mu\text{mol/l}$) und 75-80-jährigen Frauen ($86,3 \pm 13,1 \mu\text{mol/l}$). Zusätzlich wurden auch zwischen den ≥ 80 -jährigen Probandinnen ($90,2 \pm 17,7 \mu\text{mol/l}$) und den 70-74-jährigen Frauen ein ($69,3 \pm 16,3 \mu\text{mol/l}$) signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied hinsichtlich der Vitamin C-Plasmakonzentration nachgewiesen.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.24: Beurteilung des Vitamin C-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Um den Vitamin C-Versorgungszustand zu beurteilen wurden Werte im Bereich von $\leq 20 \mu\text{mol/l}$ als inadäquat, im Bereich von $20 - 37 \mu\text{mol/l}$ als marginal und $>37 \mu\text{mol/l}$ als optimal eingestuft [HESEKER et al., 1992; LEVINE et al., 1999].

Anhand der erfassten Daten im Gesamtkollektiv konnten 90% der Probanden als optimal, 10% als marginal und kein Studienteilnehmer als inadäquat versorgt eingestuft werden (Abb.26). In der supplementierten Gruppe waren 96% der Studienteilnehmer gut und 4% marginal mit Vitamin C versorgt, jedoch wiesen nur 85% der nicht supplementierten Probanden Werte innerhalb des Referenzbereiches auf, 15% waren marginal versorgt.

Bei den 70-74-Jährigen waren innerhalb der supplementierten Gruppe 95% optimal und 5% marginal versorgt. Bei gleichaltrigen nicht supplementierten Probanden wurden bei 78% eine gute und bei 22% eine marginale Versorgung an Vitamin C festgestellt. Im Kollektiv der 75-79-Jährigen waren in der supplementierten Gruppe 95% der Probanden optimal und 5% marginal versorgt. Bei den nicht supplementierten Studienteilnehmern wiesen 86%

Vitamin C-Werte im Referenzbereich auf, 14% waren marginal versorgt. Bei den ≥ 80 -Jährigen waren sowohl die supplementierten, als auch die nicht supplementierten Probanden zu 100% optimal mit Vitamin C versorgt.

Basierend auf der Auswertung der 24-h-Recalls lag die mittlere Zufuhr der burgenländischen Senioren an Vitamin C mit $77,3 \pm 65,6$ mg/d unter der D-A-CH-Empfehlungen (100 mg/d) für diese Altersgruppe. Innerhalb der supplementierten Gruppe war die Zufuhr an Vitamin C ($87,2 \pm 80,6$ mg/d) etwas höher als in der nicht supplementierten Gruppe ($69,0 \pm 47,8$ mg/d).

Khaw et al. [2008] fanden bei einer Untersuchung an 45-79-jährigen Probanden mittlere Vitamin C-Plasmakonzentrationen von $68,2 \mu\text{mol/l}$ (min $33,2 \mu\text{mol/l}$, max $102,3 \mu\text{mol/l}$). Im Vergleich zu dieser Studie bewegten sich die im Zuge der vorliegenden Untersuchung analysierten Vitamin C-Plasmakonzentrationen (+S-Männer: $76,0 \pm 23,2 \mu\text{mol/l}$, +S-Frauen: $81,3 \pm 17,6 \mu\text{mol/l}$; -S-Männer: $58,0 \pm 18,6 \mu\text{mol/l}$, -S-Frauen: $64,3 \pm 20,7 \mu\text{mol/l}$) der burgenländischen Senioren in einem durchaus ähnlichen Bereich.

Die Ergebnisse der durchgeführten Studie zeigen deutlich, dass die regelmäßige Supplementation eine verbesserungswürdige Vitamin C-Aufnahme über die Nahrung bei ältern Menschen durchwegs kompensieren und verglichen mit nicht supplementierten Senioren, einen signifikant besseren Status in dieser Altersgruppe bedingen kann.

Da Vitamin C eine große Bedeutung im Bereich des Immunsystems sowie im Radikalstoffwechsel hat und wichtige protektive Funktionen im Körper ausübt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004], ist ein angemessener Status vor allem bei älteren Menschen in Hinblick auf die Erhaltung der Gesundheit von immenser Bedeutung. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen könnte eine moderate Supplementation bei älteren Menschen somit einen durchaus positiv erwünschten Effekt haben.

4.3.7. Gesamtbetrachtung wasserlösliche Vitamine

Die Aufnahme der burgenländischen Senioren an Vitamin B₁, B₂ und B₆ lag laut 24h-Recalls generell nur geringfügig unterhalb der D-A-CH-Empfehlung und war in der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe sehr ähnlich. Hinsichtlich der Plasmakonzentrationen zeigte die supplementierte Gruppe verglichen mit der nicht supplementierten Gruppe signifikant höhere Level an Vitamin B₁ und B₆, nicht jedoch an Vitamin B₂. In Bezug auf die Langzeitparameter TPP-Effekt (Vitamin B₁), FAD-Effekt (Vitamin B₂) und α -EGOT (Vitamin B₆) konnte bei allen drei Vitaminen ein signifikant positiver Einfluss einer regelmäßigen Supplementation erfasst werden. Dennoch musste der Status an Vitamin B₁, B₂ und B₆ gemessen an den Aktivierungskoeffizienten bei ca. 40%, 69% und 53% der Probanden als verbesserungswürdig eingestuft werden.

Bezüglich Folsäure-Status zeigte sich, dass die burgenländischen Probanden trotz massiv unzureichender Aufnahme über die Nahrung einen durchwegs günstigen Versorgungszustand aufwiesen (90% im optimalen Bereich), wobei in der supplementierten Gruppe signifikant bessere Plasmalevel erfasst werden konnten als im nicht supplementierten Kollektiv. Die mittlere Vitamin B₁₂-Plasmakonzentration war insgesamt betrachtet in der supplementierten Gruppe signifikant ($p < 0,05$) höher als im nicht supplementierten Kollektiv. Trotz ausreichender Zufuhr über die Nahrung konnte lediglich bei 64% der Probanden innerhalb der supplementierten und bei 55% der nicht supplementierten Senioren der Status als zufrieden stellend bewertet werden. Ursache dafür könnte neben ungünstigen medikamentösen Einflüssen eventuell die im Alter auftretende Atrophie der Magenschleimhaut, welche absorptionshemmend wirkt, sein [VAN ASSELT et al., 1998].

Obwohl die Vitamin C-Zufuhr über die Nahrung im untersuchten Kollektiv deutlich unterhalb der Empfehlung lag, konnte der Vitamin C-Status insgesamt bei 90% der untersuchten Probanden als optimal eingestuft werden, wobei die supplementierte Gruppe (96%) signifikant bessere Werte aufwies, als die nicht supplementierte (85%).

4.4. Mineralstoffe

4.4.1. Zink

In folgender Tabelle (Tab.20) sind die mittleren Plasmakonzentrationen an Zink unter Berücksichtigung des Geschlechts und der Supplementation dargestellt:

Tab.21: Plasmakonzentrationen von Zink

	MW $\pm$ sd [μ mol/l]
Gesamt –s	12,5 $\pm$ 1,4
Männer –s	12,6 $\pm$ 1,5
Frauen –s	12,6 $\pm$ 1,3
Gesamt +s	12,4 $\pm$ 2,7
Männer +s	12,8 $\pm$ 1,4
Frauen +s	12,1 $\pm$ 3,0

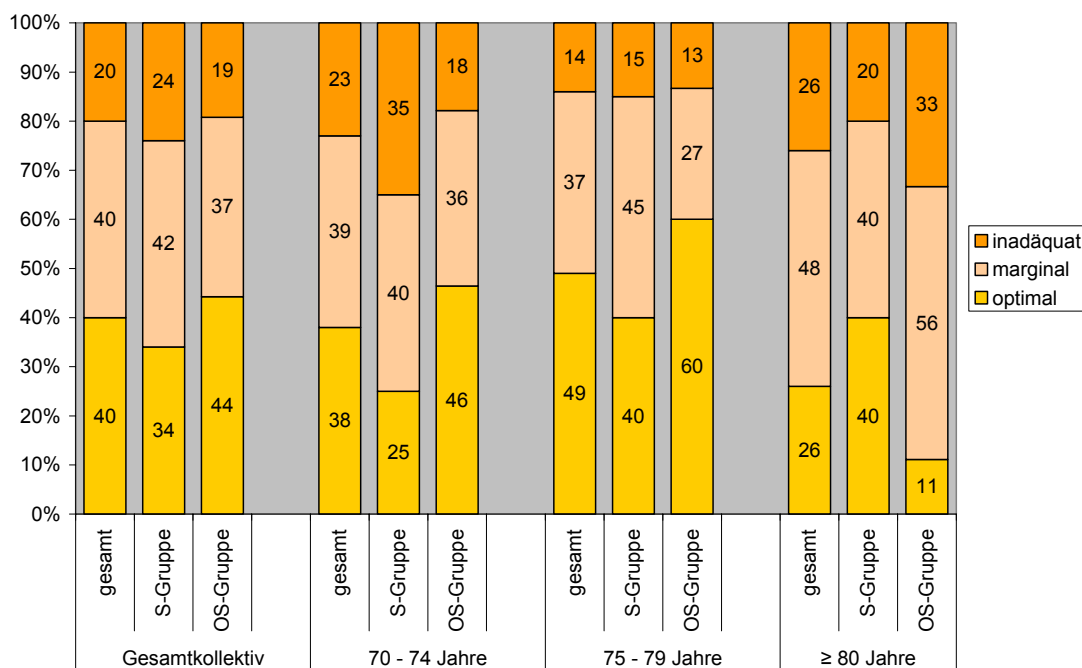
+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Im untersuchten Gesamtkollektiv konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Zink-Plasmakonzentration zwischen der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe festgestellt werden. Auch unter Berücksichtigung des Geschlechts zeigten sich keine signifikanten Differenzen. Vergleiche zwischen Männern und Frauen innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe ließen ebenfalls keine nennenswerten Unterschiede erkennen.

Innerhalb der drei Altersgruppen konnte zwischen den supplementierten und nicht supplementierten Gruppen ebenso keine signifikante Differenz festgestellt werden. Weiters konnte hinsichtlich der Zink-Plasmakonzentration auch (innerhalb der einzelnen Altersgruppen) in Bezug auf Männer und Frauen keine nennenswerte Differenz zwischen supplementierten und nicht supplementierten Probanden eruiert werden. Zwischen supplementierten Männern bzw. Frauen und nicht supplementierten Männern bzw. Frauen konnten innerhalb der einzelnen Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede erfasst werden.

Vergleiche der einzelnen Altersgruppen (gesamt) innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe zeigten lediglich zwischen den nicht supplementierten 70-74-Jährigen ($12,7 \pm 1,5 \mu\text{mol/l}$) und den nicht supplementierten ≥ 80 -Jährigen ($11,7 \pm 1,0 \mu\text{mol/l}$) einen signifikanten ($p < 0,05$) Unterschied der Zink-Plasmakonzentration. Innerhalb der supplementierten Gruppe konnten keine altersabhängigen Veränderungen des Zinkstatus beobachtet werden.

Die Differenzierung der Plasmawerte nach supplementierter und nicht supplementierter Gruppe, sowie innerhalb der männlichen bzw. weiblichen Gruppe zeigte bei Vergleichen der einzelnen Altersgruppen keine nennenswerten Unterschiede.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.25: Beurteilung des Zink-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Versorgungszustands wurden Werte $< 11,5 \mu\text{mol/l}$ als inadäquat, Werte zwischen $11,5 - 13,0 \mu\text{mol/l}$ als marginal und Werte im Bereich von $13 - 19 \mu\text{mol/l}$ als optimal eingestuft [SAUBERLICH, 1999].

Im Gesamtkollektiv der burgenländischen Senioren waren 40% der Probanden optimal, 40% marginal und 20% inadäquat mit Zink versorgt (Abb.27). Differenziert nach supplementierter und nicht supplementierter Gruppe, wiesen 34% der supplementierten Probanden einen optimalen, 42% einen marginalen und 24% einen inadäquaten Versorgungszustand an Zink auf. In der nicht supplementierten Gruppe waren 44% der Senioren gut, 37% marginal und 19% inadäquat versorgt.

Betrachtet man die einzelnen Altersgruppen so zeigten supplementierte 70-74-Jährige zu 25% einen optimalen, zu 40% einen marginalen und zu 35% einen inadäquaten Versorgungszustand. In der nicht supplementierten Gruppe waren 46% zufrieden stellend, 36% marginal und 18% unzureichend versorgt. In der Gruppe der 75-79-Jährigen wiesen Probanden welche Supplemente einnahmen zu 40% eine gute, zu 45% eine marginale und zu 15% eine inadäquate Zink-Versorgung auf. Bei den nicht supplementierten Senioren der gleichen Altersgruppe zeigten 60% einen optimalen, 27% einen marginalen und 13% einen inadäquaten Status an Zink. Bei den supplementierten ≥ 80 -Jährigen waren 40% der Probanden optimal, 40% marginal und 20% mangelhaft versorgt; in der nicht supplementierten Gruppe konnten 11% der Studienteilnehmer als zufrieden stellenden, 56% als marginal und 33% als unzureichend versorgt eingestuft werden.

Gesamt betrachtet lag die mittlere Zinkaufnahme der burgenländischen Senioren bei $7,9 \pm 2,7$ mg/d und somit geringfügig unterhalb der D-A-CH-Empfehlung von 10 mg/d für Senioren, entsprach jedoch dem Sollwert von 7 mg/d für Seniorinnen. Die Zinkaufnahme der supplementierten Gruppe lag mit $7,8 \pm 2,6$ mg/d in einem ähnlichen Bereich wie jene der nicht supplementierten Gruppe ($8,0 \pm 3,2$ mg/d).

In einer Studie von Boukaïba et al. [1993] zeigten Senioren durchaus vergleichbare Zink-Plasma-Konzentrationen wie die burgenländischen Senioren. So wiesen >73 -jährige Probanden mittlere Zink-Plasma-Konzentrationen von $12,2 \pm 0,44$ $\mu\text{mol/l}$ auf, welche den Werten der

burgenländischen Senioren in der supplementierten (+S-Männer: $12,8 \pm 1,4$ $\mu\text{mol/l}$, +S-Frauen: $12,1 \pm 3,0$ $\mu\text{mol/L}$) und in der nicht supplementierten Gruppe (-S-Männer: $12,6 \pm 1,5$ $\mu\text{mol/l}$, -S-Frauen: $12,6 \pm 1,3$ $\mu\text{mol/l}$) entsprachen. Probanden ($67,1 \pm 5,5$ Jahre) in einer Studie von Soares et al. [2008] zeigten hingegen geringfügig niedrigere Zink-Plasmalevel ($10,9 \pm 2,9$ $\mu\text{mol/l}$) als die Senioren der vorliegenden Studie.

Die Resultate dieser Studie zeigen, dass eine regelmäßige Supplementation mit Multipräparaten bei annähernd gleicher Zink-Aufnahme über die Nahrung, keinen nennenswerten Effekt auf die Zink-Plasmakonzentration burgenländischer Senioren hatte.

Da Zink von besonderer Bedeutung für das Immunsystem ist und als integraler Bestandteil der Superoxiddismutase eine wichtige Funktion im Radikalstoffwechsel übernimmt [ELMDAFA und LEITZMANN, 2004], ist eine ausreichende Versorgung insbesondere im Alter entscheidend. Eine gezielte Supplementation, nicht aber jene mit Multipräparaten könnte hierbei eventuell einen positiven Einfluss in Bezug auf die Gesunderhaltung im Alter mit sich bringen.

4.4.2. Selen

In nachstehender Tabelle (Tab.21) sind die Plasmakonzentrationen der burgenländischen Senioren aufgelistet:

Tab.22: Plasmakonzentrationen von Selen

	MW $\pm$ sd [$\mu\text{mol/l}$]
Gesamt –s	0,76 $\pm$ 0,16
Männer –s	0,77 $\pm$ 0,17
Frauen –s	0,73 $\pm$ 0,15
Gesamt +s	0,80 $\pm$ 0,17
Männer +s	0,82 $\pm$ 0,15
Frauen +s	0,77 $\pm$ 0,18

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Betrachtet man das untersuchte Gesamtkollektiv so gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe; auch unter Beachtung des Geschlechts zeigten sich keine signifikanten Differenzen zwischen männlichen und weiblichen Studienteilnehmern. Vergleiche der Geschlechter innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe (gesamt) wiesen auf keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Selenstatus hin.

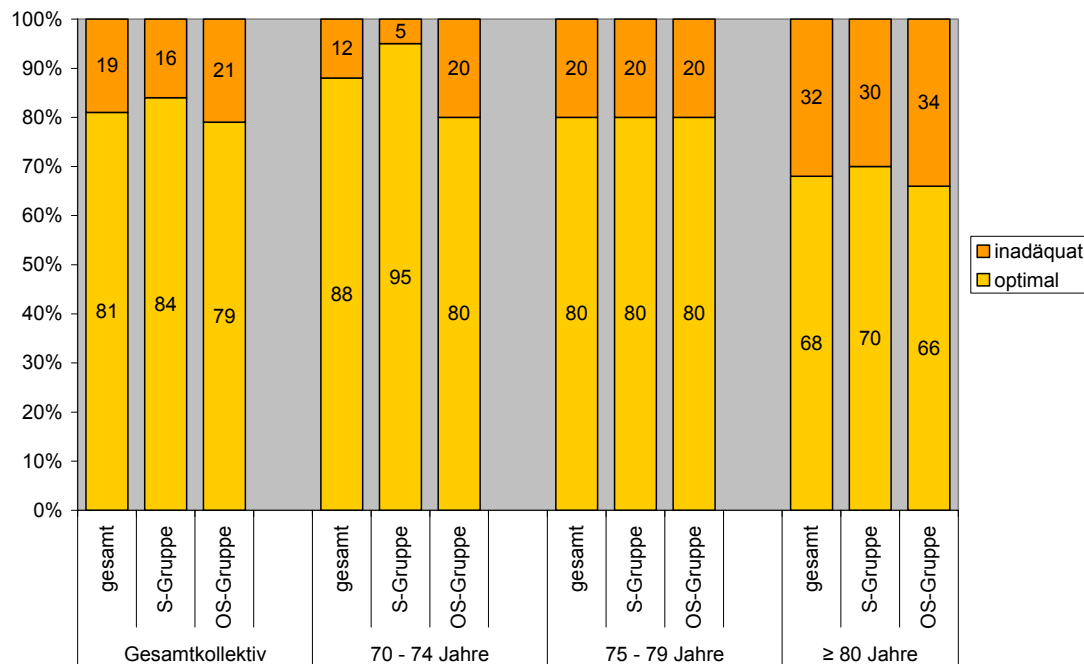
Weiters zeigten Vergleiche der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe (gesamt) auch innerhalb der drei Altersgruppen unter Berücksichtigung des Geschlechts keine signifikanten Differenzen.

Innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen in Hinblick auf den Selen-Status ausgemacht werden.

Zwischen den drei Altersgruppen konnten weder bei der supplementierten noch bei der nicht supplementierten Gruppe eine signifikante Differenz eruiert werden.

Bei zusätzlicher Differenzierung in Geschlechter zeigte sich in der supplementierten Gruppe, dass 70-74-jährige Frauen ($0,87 \pm 0,19 \mu\text{mol/l}$) eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Selen-Plasmakonzentration aufwiesen als ≥ 80 -

jährige ($0,67 \pm 0,17 \mu\text{mol/l}$).



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.26: Beurteilung des Selen-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Die Beurteilung des Versorgungszustands der burgenländischen Senioren zeigte, dass gesamt betrachtet 81% der untersuchten Probanden im Referenzbereich von $0,63 - 1,39 \mu\text{mol/l}$ lagen [SAUBERLICH, 1999] (Abb.28). In der supplementierten Gruppe waren 84% der Studienteilnehmer optimal versorgt, während in der nicht supplementierten Gruppe 79% der Probanden einen zufrieden stellenden Versorgungszustand aufwiesen.

Betrachtet man die einzelnen Altersgruppen, zeigte sich eine schwache tendenzielle Verschlechterung des Selen-Status mit zunehmendem Alter. So waren bei den 70-74-jährigen supplementierten Probanden 95% optimal versorgt und in der Gruppe der nicht supplementierten 80%. Im Kollektiv der 75-79-Jährigen welche Supplemente einnahmen, wiesen 80% eine zufrieden stellende und 20% eine unzureichende Selen-Versorgung auf. Bei den nicht supplementierten Senioren der gleichen Altersgruppe konnte das gleiche Verteilungsmuster erfasst werden. Innerhalb der Gruppe der ≥ 80 -Jährigen

zeigten sich die supplementierten Probanden zu 70% gut und zu 20% unzureichend, in der nicht supplementierten Gruppe zu 66% zufrieden stellend und zu 24% inadäquat mit Selen versorgt.

Im Vergleich zu den Ergebnissen von Wolters et al. [2006], welche bei 60-70-jährigen Frauen, unabhängig von einer regelmäßigen Supplementation eine durchschnittliche Selen-Plasmakonzentration von $1,17 \pm 0,22 \mu\text{mol/l}$ eruiert haben, wiesen burgenländische Senioren (+S-Männer: $0,82 \pm 0,15 \mu\text{mol/l}$, +S-Frauen: $0,77 \pm 0,18 \mu\text{mol/l}$; -S-Männer: $0,77 \pm 0,17 \mu\text{mol/l}$, -S-Frauen: $0,73 \pm 0,15 \mu\text{mol/l}$) deutlich schlechtere Werte auf. In einer weiteren Studie [ODABASI et al., 2008] zeigten Seniorinnen ($61 \pm 7,5$ Jahre) in Bezug auf burgenländische Senioren zwar geringfügig höhere, jedoch durchwegs vergleichbare Selen-Plasmakonzentrationen ($0,98 \pm 0,41 \mu\text{mol/l}$).

Die vorliegende Studie zeigt, dass eine regelmäßige Multipräparat-Supplementation keinen nennenswerten Effekt auf den Selen-Versorgungszustand ausübt.

Da Selen u. a. präventiv in der Entstehung von Krebs und kardiovaskulären Erkrankungen wirken kann [D-A-CH, 2000], was vor allem mit zunehmendem Alter von Bedeutung ist, sollte gerade bei älteren Menschen auf einen entsprechenden Status geachtet werden. Aufgrund zahlreicher physiologisch und generell altersbedingter Veränderungen, könnte eine gezielte Supplementation ab dem ca. 80. Lebensjahr mitunter diskutiert werden.

4.4.3. Eisen

In nachstehender Tabelle (Tab.22) sind die mittleren Eisen-Plasmakonzentrationen der burgenländischen Senioren aufgelistet:

Tab.23: Plasmakonzentrationen von Eisen

	MW $\pm$ sd [$\mu\text{mol/l}$]
Gesamt –s	$16,0 \pm 5,0$

ERGEBNISSE und DISKUSSION

Männer –s	17,1 ± 5,6
Frauen –s	14,9 ± 4,5
Gesamt +s	16,0 ± 5,3
Männer +s	16,9 ± 5,0
Frauen +s	15,1 ± 5,3

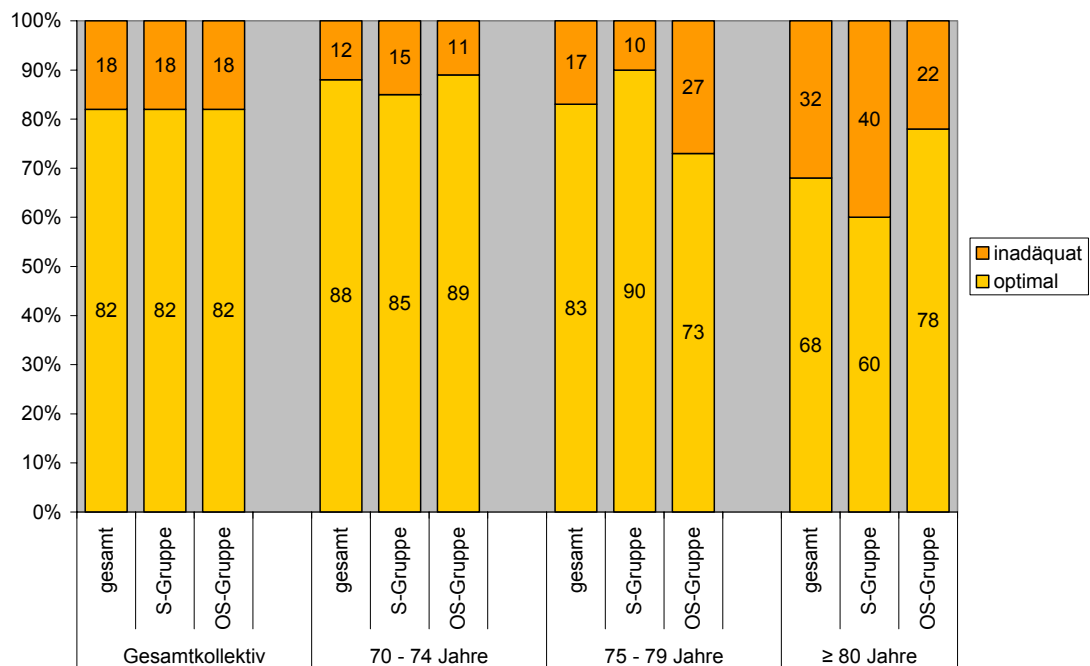
+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Im untersuchten Gesamtkollektiv gab es weder zwischen der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe noch unter Einbezug des Geschlechts signifikante Differenzen in Hinblick auf den Eisen-Status. Weiters zeigten sich auch innerhalb der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe keine signifikanten Differenzen zwischen Männern und Frauen.

Innerhalb der einzelnen Altersgruppen konnten im Gesamtkollektiv sowie unter Berücksichtigung der Geschlechter keine signifikanten Unterschiede zwischen der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe festgestellt werden. Auch innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe (gesamt) zeigten sich zwischen den Geschlechtern keine nennenswerten Differenzen.

Vergleiche der drei Altersgruppen innerhalb der supplementierten und der nicht supplementierten Probanden wiesen auf keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf den Eisen-Status hin.

Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Geschlechts konnten ebenfalls keine nennenswerten Differenzen festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.27: Beurteilung des Eisen-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Im Gesamtkollektiv der burgenländischen Senioren wiesen 82% der Probanden eine Eisen-Plasmakonzentration von $>10,74 \mu\text{mol/l}$ auf und konnten somit als optimal versorgt eingestuft werden [SAUBERLICH, 1999] (Abb.29). In der supplementierten sowie in der nicht supplementierten Gruppe waren 82% der Probanden zufrieden stellen und 18% inadäquat versorgt. Betrachtet man die untersuchten Altersgruppen so zeigte sich, dass mit steigendem Alter der Anteil an optimal versorgten Senioren deutlich abnahm. So waren innerhalb der 70-74-Jährigen welche Supplemente einnahmen 85% optimal versorgt und in der Gruppe der nicht supplementierten 89%. Bei den 75-79-Jährigen waren die supplementierten Probanden zu 90% und die nicht supplementierten zu 73% gut versorgt. Die ≥ 80 -Jährigen zeigten sich innerhalb der supplementierten Gruppe zu 60% und innerhalb der nicht supplementierten Gruppe zu 78% optimal mit Eisen versorgt.

Die durchschnittliche Eisenaufnahme der burgenländischen Senioren lag laut 24-h-Recalls bei $8,7 \pm 3,0 \text{ mg/d}$ und war somit geringfügig unter der D-A-CH-

Empfehlung von 10 mg/d. Die tägliche Zufuhr der supplementierten ($8,9 \pm 2,8$ mg) und der nicht supplementierten Gruppe ($8,5 \pm 3,2$ mg) unterschieden sich lediglich marginal.

Die im Zuge dieser Studie erfassten mittleren Eisen-Plasmakonzentrationen waren verglichen mit den Werten einer Studie von Lam et al. [2008] deutlich niedriger. So wurden bei 75 ± 8 -jährigen Männern Plasmakonzentrationen von $19,4 \pm 6,2$ $\mu\text{mol/l}$ und bei gleichaltrigen Frauen Werte von $21,8 \pm 7,2$ $\mu\text{mol/l}$ festgestellt; während burgenländische Senioren sowohl in der supplementierten (+S-Männer: $16,9 \pm 5,0$ $\mu\text{mol/l}$, +S-Frauen: $15,1 \pm 5,3$ $\mu\text{mol/l}$) als auch in der nicht supplementierten Gruppe (-S-Männer: $17,1 \pm 5,6$ $\mu\text{mol/l}$, -S-Frauen: $14,9 \pm 4,5$ $\mu\text{mol/l}$) deutlich niedrigere Werte aufwiesen.

Betrachtet man die Eisen-Plasmakonzentration so zeigte eine regelmäßige Multipräparat-Supplementation keinen signifikanten Einfluss auf den Versorgungszustand der burgenländischen Senioren.

4.4.4. Magnesium

Tabelle 23 gibt einen Überblick über die mittlere Magnesiumausscheidung der burgenländischen Senioren im Harn, differenziert nach Geschlecht sowie supplementierter und nicht supplementierter Gruppe:

Tab.24: Magnesiumausscheidung im Harn

	MW $\pm$ sd [mmol/mol Kreatinin]
Gesamt –s	$0,24 \pm 0,12$
Männer –s	$0,21 \pm 0,07$
Frauen –s	$0,26 \pm 0,14$
Gesamt +s	$0,29 \pm 0,14$
Männer +s	$0,24 \pm 0,13$
Frauen +s	$0,32 \pm 0,13$

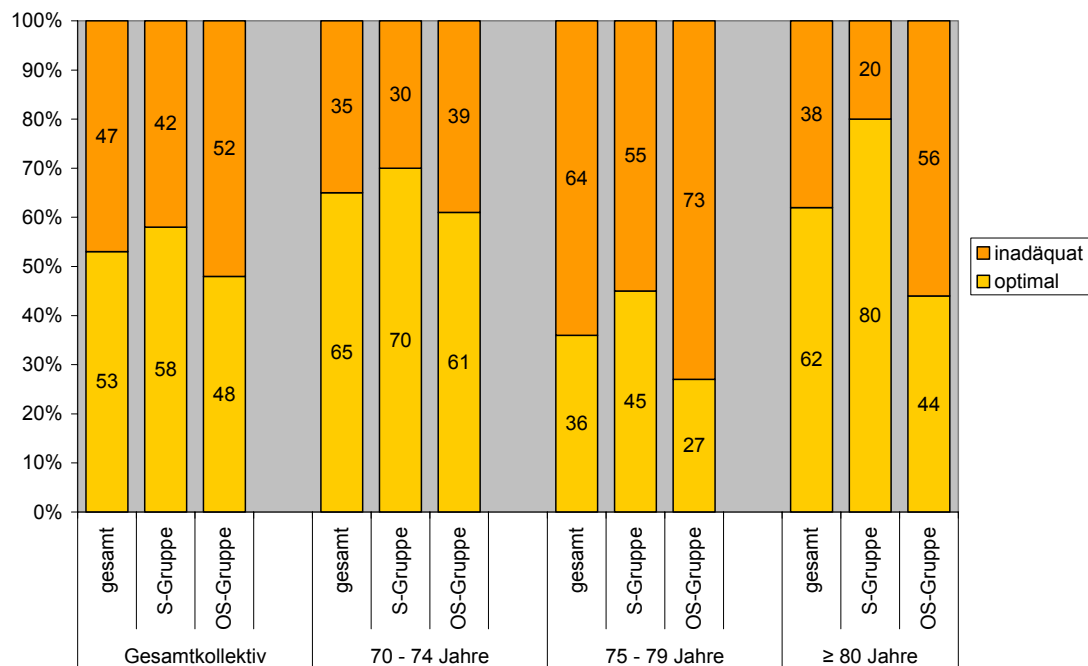
+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Betrachtet man das Gesamtkollektiv so zeigte die supplementierte Gruppe ($0,29 \pm 0,14$ mmol/mol Kretinin) eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Magnesium-Ausscheidung als die nicht supplementierte Gruppe ($0,24 \pm 0,12$ mmol/mol Kretinin). Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnten im Gesamtkollektiv jedoch keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden. Auch innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe zeigten sich keine signifikanten Differenzen zwischen den männlichen und weiblichen Studienteilnehmern.

Innerhalb der einzelnen Altersgruppen zeigten Vergleiche des supplementierten und nicht supplementierten Kollektivs lediglich in der Gruppe der ≥ 80 -Jährigen einen hoch signifikanten ($p < 0,01$) Unterschied zwischen der supplementierten ($0,33 \pm 0,10$ mmol/mol Kretinin) und der nicht supplementierten Gruppe ($0,19 \pm 0,07$ mmol/mol Kretinin) auf. Auch unter Berücksichtigung des Geschlechts konnte innerhalb dieser Altersgruppe bei den weiblichen Probanden ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der supplementierten ($0,34 \pm 0,10$ mmol/mol Kretinin) und der nicht supplementierten Gruppe ($0,19 \pm 0,05$ mmol/mol Kretinin) eruiert werden.

Betrachtet man in den einzelnen Altersgruppen unter Beachtung der Supplementation Männer und Frauen, so zeigten sich keine signifikanten Differenzen hinsichtlich der Magnesium-Ausscheidung.

Vergleiche der einzelnen Altersgruppen innerhalb der Gruppen der supplementierten bzw. nicht supplementierten Probanden (gesamt) ließen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Magnesium-Ausscheidung erkennen. Auch unter Berücksichtigung der Geschlechter konnten keine signifikanten Differenzen zwischen den Altersgruppen der supplementierten bzw. nicht supplementierten Studienteilnehmern eruiert werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.28: Beurteilung des Magnesium-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Versorgungszustands wurden Werte $>0,21\text{mmol/mol}$ Kreatinin als ausreichend eingestuft.

Im untersuchten Gesamtkollektiv lag die Magnesiumausscheidung der burgenländischen Senioren bei 53% im optimalen Bereich. Innerhalb der supplementierten Gruppe wiesen 58% einen ausreichenden Status auf, während die nicht supplementierte Gruppe nur zu 48% gut versorgt war. Innerhalb der einzelnen Altersgruppen zeigte sich in der Gruppe der 70-74-Jährigen, dass 70% der supplementierten und 61% der nicht supplementierten Probanden gut mit Magnesium versorgt waren. Im Kollektiv der 75-79-Jährigen wiesen in der supplementierten Gruppe 45%, in der Gruppe der nicht supplementierten Probanden 27% einen optimalen Versorgungszustand auf. Bei den ≥ 80 -Jährigen wies die supplementierte Gruppe zu 80% einen ausreichenden Magnesium-Status auf, hingegen waren in der nicht supplementierten Gruppe lediglich 44% der Probanden gut versorgt.

Gesamt betrachtet lag die mittlere Magnesiumzufuhr der untersuchten Senioren bei $235,1 \pm 113,3$ mg/d. Laut D-A-CH-Empfehlungen sollten Seniorinnen 300 mg und Senioren 350 mg Magnesium täglich zuführen. Die durchschnittliche Aufnahme bewegte sich sowohl in der supplementierten Gruppe ($244,3 \pm 125,6$ mg/d) als auch in der nicht supplementierten Gruppe ($227,3 \pm 102,2$ mg) auf einem ähnlichem Niveau, erreichte allerdings die Höhe der wünschenswerten Zufuhr nicht.

Ein Vergleich der Magnesiumausscheidung der burgenländischen Senioren mit anderen Studien konnte aufgrund der unterschiedlichen Angaben (z.B. Magnesium im 24h Harn) nicht durchgeführt werden. Die vorliegende Studie zeigt jedoch, dass eine regelmäßige Supplementation den Versorgungszustand, trotz inadäquater Aufnahme, durchaus signifikant verbessern kann.

Von besonderer Bedeutung ist die Auswirkung von Magnesium auf die Muskelaktivität, so kann sich eine unzureichende Zufuhr negativ auf den Herzrhythmus auswirken und infolge für ein erhöhtes Risiko von Myokarderkrankungen verantwortlich sein [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Eine gezielte Supplementation könnte daher mit fortgeschrittenem Alter durchaus einen positiven gesundheitlichen Effekt bei älteren Menschen haben.

4.4.5. Calcium

In folgender Tabelle (Tab.24) ist die mittlere Calciumausscheidung im Harn, der burgenländischen Senioren dargestellt:

Tab.25: Calciumausscheidung im Harn	
	MW $\pm$ sd [μ mol/mol Kreatinin]
Gesamt –s	$32,1 \pm 21,2$
Männer –s	$27,1 \pm 23,1$
Frauen –s	$34,6 \pm 18,6$
Gesamt +s	$50,1 \pm 57,6$

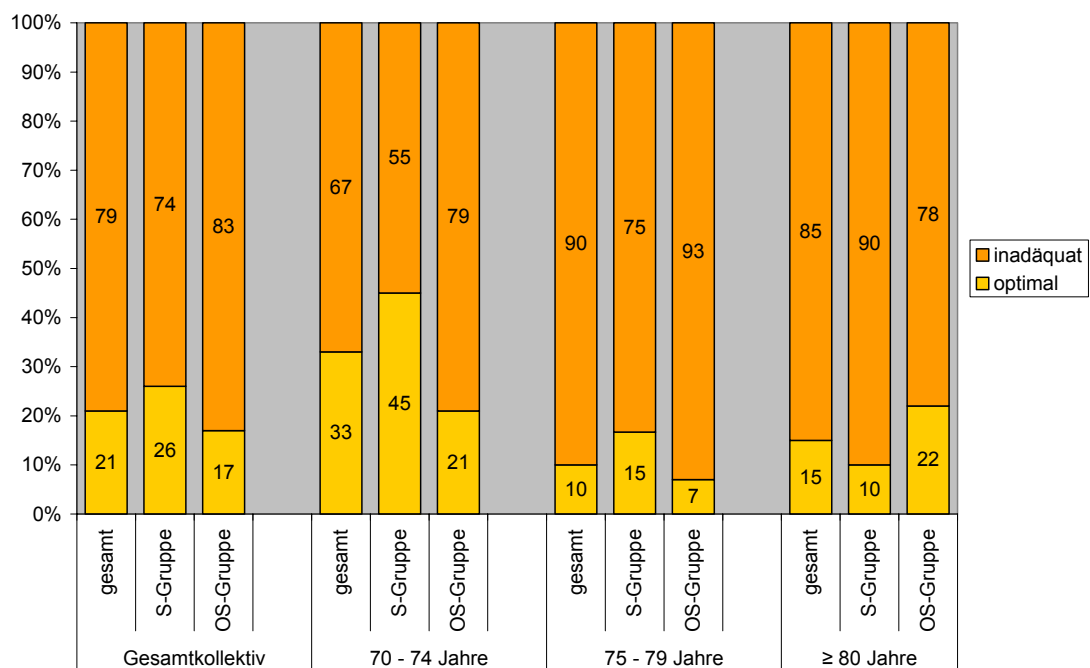
Männer +s	46,5 ± 36,0
Frauen +s	51,6 ± 63,5

+s = supplementierte Gruppe; -s = nicht supplementierte Gruppe

Gesamt betrachtet zeigten supplementierte Probanden ($50,1 \pm 57,6 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin) eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Calcium-Ausscheidung als nicht supplementierte Probanden ($32,1 \pm 21,2 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin). Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnte zwischen den Männern, nicht jedoch den Frauen innerhalb der supplementierten ($46,5 \pm 36,0 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin) und nicht supplementierten Gruppe ($27,1 \pm 23,1 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin) ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied hinsichtlich der Calcium-Ausscheidung erfasst werden. Es zeigten sich aber keine signifikanten Differenzen beim Vergleich der Geschlechter innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe.

Betrachtet man innerhalb der einzelnen Altersgruppen die supplementierte und nicht supplementierte Gruppe (+S-Gruppe: $60,1 \pm 54,6 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin, -S-Gruppe: $34,8 \pm 22,0 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin) so zeigte sich bei den 70-74-Jährigen ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied. Unter Berücksichtigung des Geschlechts konnten innerhalb der einzelnen Altersgruppen keine signifikanten Differenzen bei der durchschnittlichen Calcium-Ausscheidung erfasst werden. Auch Vergleiche zwischen gleichaltrigen männlichen und weiblichen Probanden innerhalb der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe ließen keine nennenswerten Differenzen erkennen.

Innerhalb der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen. Weiters konnten auch keine nennenswerten Differenzen unter Berücksichtigung der Geschlechter festgestellt werden.



S-Gruppe: Gruppe mit Supplementation; OS-Gruppe: Gruppe ohne Supplementation

Abb.29: Beurteilung des Calcium-Status der burgenländischen Senioren unter Berücksichtigung von Alter und Supplementation

Zur Beurteilung des Versorgungszustands der burgenländischen Senioren wurde eine Calcium-Ausscheidung $>50 \mu\text{mol/mol}$ Kreatinin als ausreichend eingestuft.

Bei lediglich 21% aller untersuchten Probanden lag der ermittelte Wert der Calcium-Ausscheidung im optimalen Bereich. Eine zusätzliche Differenzierung zeigte bei 26% der supplementierten Gruppe und 17% der nicht supplementierten Gruppe eine ausreichende Versorgung.

Unter Berücksichtigung der einzelnen Altersgruppen, wiesen 45% der supplementierten 70-74-Jährigen, jedoch nur 21% der nicht supplementierten Senioren eine wünschenswerte Calcium-Versorgung auf. Innerhalb der Gruppe der 75-79-Jährigen konnte bei 15% der supplementierten und 7% der nicht supplementierten Gruppe ein ausreichender Versorgungszustand festgestellt werden. In der Gruppe der ≥ 80 -Jährigen wiesen 10% der supplementierten Probanden und 22% der nicht supplementierten Probanden eine adäquate Calcium-Ausscheidung auf.

Die mittlere Calcium-Aufnahme der burgenländischen Senioren lag bei $645,3 \pm 320,5$ mg/d und somit deutlich unterhalb der Aufnahmeempfehlung von 1000 mg/d [D-A-CH, 2000]. Die mittlere Aufnahme an Calcium bewegte sich in beiden, der supplementierten ($686,3 \pm 365,7$ mg/d) und der nicht supplementierten Gruppe ($610,5 \pm 275,3$ mg/d), in einem ähnlichen Bereich.

Ein Vergleich der Calcium-Ausscheidung der burgenländischen Senioren mit anderen Studien war aufgrund der unterschiedlichen Resultatangaben zur Beurteilung des Versorgungszustandes nicht möglich.

Im Rahmen dieser Studie zeigte sich, dass eine regelmäßige Einnahme von Supplementen den Calcium-Status trotz unzureichender Aufnahme über die Nahrung signifikant verbessern konnte.

Da Calcium eine wichtige Rolle in der Erhaltung der Knochengesundheit spielt und eine unzureichende Aufnahme die Entstehung von Osteoporose begünstigt [D-A-CH, 200], könnte eine gezielte Supplementation im Alter durchaus sinnvoll sein.

4.4.6. Gesamtbetrachtung

Die Aufnahmedaten zeigten deutlich, dass die Zufuhr sämtlicher Mineralstoffe (Zink, Eisen, Magnesium und Calcium) bei den burgenländischen Senioren unter den D-A-CH-Empfehlungen für diese Altersgruppe lag.

Gesamt betrachtet wurde im Zuge dieser Studie festgestellt, dass die Einnahme von Multimineralstoff-Supplementen den Status an Zink, Selen und Eisen bei älteren Menschen nicht signifikant beeinflusst. Insgesamt konnte der Status an Eisen und Selen unabhängig von einer Supplementation bei jeweils ca. 80% der Probanden als optimal eingestuft werden. Der Versorgungszustand an Zink wurde lediglich bei ca. 40% der Studienteilnehmer als adäquat, bei weiteren 40% als marginal und bei 20% als inadäquat bewertet.

Bei Magnesium und Calcium zeigte eine regelmäßige Supplementation einen durchaus positiven Effekt auf den Versorgungszustand. So wies die

supplementierte Gruppe (basierend auf der Ausscheidung der Mineralstoffe im Harn) sowohl bei Magnesium (+S-Gruppe: 58%, -S-Gruppe: 48%) als auch bei Calcium (+S-Gruppe: 26%, -S-Gruppe: 17%) einen jeweils signifikant besseren Status auf als das nicht supplementierte Kollektiv. Der jedoch generell (gesamt betrachtet) durchaus unzureichende Versorgungszustand könnte eventuell auf die inadäquate Aufnahme der beiden Mengenelemente, medikamentöse Interaktionen oder alterbedingte Absorptionsstörungen zurückgeführt werden.

5. SCHLUSSBETRACHTUNG

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit dem Versorgungszustand an ausgewählten Vitaminen und Mineralstoffen von burgenländischen Senioren ab dem 70. Lebensjahr, wobei im Rahmen dieser Arbeit insbesondere eventuelle Unterschiede hinsichtlich des Status zwischen Probanden welche Supplemente einnahmen und Probanden die keine Supplemente zuführten, erfasst und beurteilt wurden.

In Bezug auf die fettlöslichen Vitamine zeigte sich, dass die Versorgung der burgenländischen Senioren mit Retinol sowie Tocopherol generell zufrieden stellend, während jene an 25-Hydroxycholecalciferol und Phyllochinon durchwegs verbesserungswürdig war.

Die Aufnahme an Retinol lag im untersuchten Kollektiv etwas unterhalb der D-A-CH-Empfehlung, trotzdem zeigten 99% der Senioren eine optimale Vitamin A-Versorgung, wobei sich keine nennenswerten Differenzen zwischen der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe zeigten. Betrachtet man die Versorgung der burgenländischen Senioren mit β -Carotin so wiesen nur 17% der Probanden einen wünschenswerten Plasmalevel auf. Innerhalb der supplementierten Gruppe (24%) zeigte sich jedoch, obwohl die β -Carotin-Aufnahme in beiden Gruppen unter den D-A-CH-Empfehlungen lag, ein signifikant besserer Status als in der nicht supplementierten Gruppe (10%). Dies ist vermutlich auf die Einnahme diverser β -Carotin-hältiger Supplemente zurück zu führen. Da β -Carotin eine wichtige Rolle in der Prävention von Arteriosklerose und Krebs spielt, könnte eine gezielte Supplementation im Alter einen durchaus positiven gesundheitlichen Effekt haben.

Die durchschnittliche Tocopherol-Aufnahme der burgenländischen Senioren bewegte sich insgesamt, sowie in der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppen in einem ähnlichen Bereich, jedoch deutlich unter den D-A-CH-Empfehlungen für diese Altersgruppe. Obwohl die Vitamin E-Plasmawerte innerhalb der supplementierten Gruppe signifikant höher waren als in der nicht supplementierten Gruppe konnte der Versorgungszustand bei

insgesamt 98% der Senioren als zufrieden stellend bewertet werden. Da Vitamin E wichtige Funktionen im Radikalstoffwechsel hat und durch seine lipidschützende Wirkung die Entstehung von Arteriosklerose positiv beeinflusst werden kann [ELMADFA und LEITZMANN, 2004], sollten vor allem ältere Menschen zur Gesunderhaltung einen ausreichenden Versorgungszustand aufweisen. Die vorliegenden Studienergebnisse zeigen, dass sich eine regelmäßige Supplementation, trotz inadäquater Vitaminaufnahme über die Nahrung, durchwegs positiv auf den Status an Vitamin E von Senioren auswirkt. In Hinblick auf Vitamin D wiesen die burgenländischen Senioren sowohl eine zu geringe Zufuhr als auch einen generell verbesserungswürdigen Versorgungszustand auf. Die Aufnahme betrug in beiden Gruppen (der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe) im Durchschnitt nur 20% der empfohlenen D-A-CH-Zufuhr. Weiters wiesen insgesamt nur 60% der Senioren einen optimalen Status auf, wobei in der supplementierten Gruppe (76%) deutlich mehr Senioren optimal versorgt waren als im nicht supplementierten Kollektiv (40%). Neben der nachweislich unzureichenden Aufnahme an Vitamin D über die Nahrung könnte auch eine altersbedingte, verringerte Eigensynthese von Vitamin D mit ein Grund für den schlechten Status der burgenländischen Senioren sein. In Hinblick auf die Bedeutung von Vitamin D im Knochenstoffwechsel, sollten ältere Menschen, insbesondere jedoch Frauen, bei denen das Osteoporoserisiko bedingt durch hormonelle Veränderungen nach der Menopause deutlich erhöht ist, auf eine adäquate Versorgung achten. Die regelmäßige Einnahme von Multipräparaten kann, wie aus dieser Studie ersichtlich, den Vitamin D-Status älterer Menschen signifikant ($p < 0,001$) positiv beeinflussen, weshalb eine gezielte Supplementation in dieser Personengruppe als durchwegs sinnvoll erachtet werden könnte.

Die Phyllochinon-Aufnahme der untersuchten Senioren lag gesamt, sowie in der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe deutlich über den D-A-CH-Empfehlungen; dennoch wiesen in beiden Gruppen lediglich ca. 60% der Probanden einen optimalen Versorgungszustand auf.

Eine mögliche Ursache für dieses Ergebnis könnten unabhängig von einer Supplementation eventuell Absorptionsstörungen oder Beeinträchtigungen des

Vitamin –K-Stoffwechsels durch medikamentöse Behandlungen (z.B. mit Antikoagulantien) sein [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Die mittlere Aufnahme der burgenländischen Senioren an Vitamin B₁, B₂ und Vitamin B₆ lag knapp unter den D-A-CH-Referenzwerten und bewegte sich in der supplementierten und nicht supplementierten Gruppe in einem sehr ähnlichen Bereich. Innerhalb der supplementierten Gruppe konnte eine signifikant bessere Plasmakonzentration an Vitamin B₁ und B₆, nicht jedoch an Vitamin B₂, festgestellt werden. In Bezug auf die Langzeitparameter TPP Effekt (Vitamin B₁), FAD-Effekt (Vitamin B₂) und α -EGOT (Vitamin B₆) konnte allerdings ein signifikant positiver Einfluss einer regelmäßigen Multipräparat-Supplementation erfasst werden. Der Status an Vitamin B₁, B₂ und B₆ musste jedoch, gemessen an den entsprechenden Aktivierungskoeffizienten bei ca. 40%, 69% und 53% der Senioren als verbesserungswürdig eingestuft werden.

Die leicht unzureichende Vitamin B₁, B₂ und B₆-Zufuhr könnte mitunter auf einen, bedingt durch Kau- und Schluckbeschwerden verminderten Verzehr B-Vitamin-reicher Lebensmittel wie z.B. Vollkornprodukte, Fisch und Fleisch/Innereien sein [D-A-CH, 2000; DGE, 2008]. Weiters könnte die Einnahme von Medikamenten oder eine altersbedingte Malabsorption den Versorgungszustand dieser Vitamine negativ beeinflusst haben. Eine regelmäßige Supplementation dieser Vitamine erscheint speziell für ältere Menschen eventuell als sinnvoll, da in vorliegender Studie die supplementierte Gruppe signifikant bessere Statusparameter aufwies als das unsupplementierte Kollektiv.

Der Folsäure-Status der burgenländischen Senioren konnte trotz massiv unzureichender Aufnahme über die Nahrung bei dennoch 90% der Probanden als optimal bezeichnet werden. Innerhalb der supplementierten Gruppe zeigte sich allerdings ein signifikant ($p < 0,01$) besserer Plasmalevel als in der nicht supplementierten Gruppe. Die Diskrepanz zwischen inadäquater Folsäure-Aufnahme und ausreichendem Plasmaspiegel könnte mitunter auf den Verzehr von diversen angereicherten Lebensmitteln zurück zu führen sein. Weiters muss beachtet werden, dass die Aufnahmedaten die im Zuge dieser Studie

erfasst wurden, aus 24h-Recalls stammen, welche lediglich einen einmaligen Eindruck der Vitamin-Zufuhr widerspiegeln und diese daher langfristig gesehen mitunter unterschätzen könnte.

Trotz einer ausreichenden Vitamin B₁₂-Zufuhr über die Nahrung konnte in der vorliegenden Untersuchung nur bei 61% der Probanden ein optimaler Status festgestellt werden. Diese Diskrepanz könnte durch die im Alter häufig auftretende Atrophische Gastritis verursacht worden sein, welche durch eine unzureichende Intrinsic Faktor- und Magensäurebildung die Absorption von Vitamin B₁₂ hemmt [VAN ASSELT et al., 1998]. Im Zuge dieser Studie konnte allerdings gezeigt werden, dass der Vitamin B₁₂-Status durch eine regelmäßige Supplementation bei älteren Menschen signifikant verbessert werden kann.

Hinsichtlich des Vitamin C-Status konnte in dieser Studie festgestellt werden, dass trotz einer unzureichenden Aufnahme, der Versorgungszustand innerhalb der supplementierten Gruppe bei 96% und in der nicht supplementierten Gruppe bei 85% als optimal einzustufen war. Die vorliegende Studie verdeutlicht, dass eine regelmäßige Supplementation eine zu geringe Zufuhr über die Nahrung signifikant ($p < 0,001$) verbessern und sich somit positiv auf den Versorgungszustand wirken kann, was im Alter vor allem in Hinblick auf die protektive Funktion von Vitamin C im Körper (Immunsystem und Radikalstoffwechsel usw.) von besonderer Bedeutung ist. [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Die Tatsache, dass auch nicht supplementierte Probanden trotz deutlich inadäquater Aufnahme einen durchwegs zufrieden stellenden Vitamin C-Status aufwiesen, könnte mitunter auf den Verzehr von diversen angereicherten Lebensmitteln zurückgeführt werden.

Betrachtet man die Aufnahme an Zink und Eisen so lag diese gesamt, sowie in der supplementierten bzw. nicht supplementierten Gruppe unterhalb der D-A-CH-Empfehlungen. Dennoch konnte die Versorgung mit Selen und Eisen gemessen an den Plasmakonzentrationen bei ca. 80% der Probanden als zufrieden stellend bewertet werden. In Bezug auf den Zink-Status wurden allerdings lediglich 40% der untersuchten Studienteilnehmer als optimal versorgt eingestuft, wobei eine Differenzierung in supplementierte und nicht

supplementierte Gruppe einen durchwegs schlechteren Versorgungsstatus im supplementierten Kollektiv erkennen ließ. Dieses Ergebnis könnte mitunter auf eine langfristige, vergleichsweise generell geringere Zinkzufuhr zurückgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass eine regelmäßige Multipräparat-Supplementation den Status an Zink, Selen und Eisen bei burgenländischen Senioren nicht signifikant beeinflusste.

Eine regelmäßige Supplementation konnte bei ähnlicher Aufnahme über die Nahrung, jedoch den Status an Magnesium und Calcium des untersuchten Kollektivs signifikant verbessern. So zeigte die supplementierte Gruppe sowohl bei Magnesium (+S-Gruppe: 58%) als auch bei Calcium (+S-Gruppe: 26%) signifikant ($p < 0,05$) bessere Werte als das nicht supplementierte Kollektiv (Magnesium –S-Gruppe: 48%, Calcium –S-Gruppe: 17%). Trotz dieser Beobachtung, musste der Status an Magnesium und Calcium generell als verbesserungswürdig eingestuft werden. Dies könnte eventuell durch eine längerfristige inadäquate Aufnahme dieser Mineralstoffe, eine altersbedingte Absorptionsverschlechterung oder diverse ungünstige medikamentöse Einflüsse bedingt sein. Da Magnesium Auswirkungen auf die Muskelaktivität hat und eine unzureichende Zufuhr die Entstehung von Myokarderkrankungen begünstigt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] und Calcium eine wichtige Rolle in der Entstehung von Osteoporose spielt [D-A-CH, 2000], könnte eine gezielte Supplementation der beiden Mengenelemente im Alter mitunter von Vorteil sein.

Zusammenfassend kann basierend auf der Auswertung dieser Studie festgestellt werden, dass eine regelmäßige Supplementation einen signifikant positiven Effekt auf den Status an Vitamin E, D und β -Carotin, sowie in Bezug auf wasserlösliche Vitamine auf den Versorgungszustand an Vitamin B₁, B₂, B₆, Folsäure, B₁₂ und Vitamin C älterer Menschen haben kann. Weiters wirkte sich eine Multipräparat-Supplementation signifikant positiv auf den Versorgungszustand an Magnesium und Calcium aus. Der Status an Vitamin A und K, sowie der Mineralstoffe Zink, Selen und Eisen blieb in vorliegender

Studie unbeeinflusst von jeglicher Supplementation. Gesamt betrachtet zeigten eine gezielte sowie eine regelmäßige Multipräparat-Supplementation einen durchaus positiven Einfluss auf den Status sämtlicher Vitamine und Mineralstoffe burgenländischer Senioren. In Hinblick auf die Gesunderhaltung bzw. Prävention diverser Erkrankungen im Alter, könnte daher eine gezielte Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln eine teils altersbedingt unzureichende Aufnahme von Nährstoffen über die Nahrung kompensieren.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war es den Einfluss einer regelmäßigen Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln auf den Status ausgewählter Vitamine und Mineralstoffe bei burgenländischen Senioren ab dem 70. Lebensjahr zu erfassen. Um den Versorgungszustand der fettlöslichen (Vitamin A inkl. β -Carotin, Vitamin E, D, K) und wasserlöslichen Vitamine (Vitamin B₁, B₂, B₆, Folsäure, B₁₂, Vitamin C) sowie bestimmter Mineralstoffe (Zink, Eisen, Selen, Calcium, Magnesium) zu beurteilen, wurden sowohl laborchemische Daten in Plasma, Harn und Erythrozyten als auch Daten bezüglich der Nährstoffaufnahme, welche mittels 24h-Recall ermittelt wurden, herangezogen. Der Versorgungszustand an Vitamin A und E lag im gesamten Kollektiv nahezu vollständig in den entsprechenden Referenzbereichen. Bezüglich Vitamin A Status konnte kein nennenswerter Einfluss einer regelmäßigen Supplementation festgestellt werden. Die supplementierten Probanden zeigten allerdings signifikant höhere Vitamin E-Plasmakonzentrationen als die ungesuplementierten. Die Aufnahme sowie der Status an β -Carotin musste, obwohl die Plasmalevel in der supplementierten Gruppe signifikant höher lagen, im gesamten Kollektiv als unzureichend eingestuft werden. Die Plasmakonzentrationen von Vitamin D und Vitamin K bewegten sich nur bei 60% bzw. 58% der Probanden im optimalen Bereich, wobei sich eine regelmäßige Supplementation signifikant positiv auf den Status an Vitamin D, nicht jedoch an Vitamin K auswirkte.

Die Plasmalevel an Vitamin B₁ und B₆, nicht aber B₂, wiesen in der supplementierten Gruppe signifikant höhere Werte als in der ungesuplementierten auf. Obwohl die Langzeitparameter TPP-Effekt (Vitamin B₁), FAD-Effekt (Vitamin B₂) und α -EGOT (Vitamin B₆) signifikant positiv durch eine Supplementation beeinflusst wurden, musste der Status an Vitamin B₁, B₂ und B₆ bei 40%, 69% und 53% als verbesserungswürdig eingestuft werden. Der Folsäure-Status des untersuchten Kollektivs konnte trotz massiv unzureichender Aufnahme bei insgesamt 90% der Probanden als optimal bewertet werden, wobei in der supplementierten Gruppe signifikant bessere

Werte erfasst wurden. Trotz ausreichender Vitamin B₁₂-Zufuhr wies der Plasmaspiegel auf eine generell unzureichende Versorgung des untersuchten Kollektivs hin. Der Vitamin C-Status konnte trotz inadäquater Aufnahme als durchwegs zufriedenstellend (+S-Gruppe: 90%; -S-Gruppe: 85%) eingestuft werden.

Die Plasmakonzentrationen der Mineralstoffe Selen, Eisen und Zink lagen bis auf Zink (40%) überwiegend im adäquaten Bereich, wobei kein nennenswerter Einfluss einer Supplementation auf den Status beobachtet werden konnte. Der Versorgungszustand an Magnesium und Calcium konnte durch eine regelmäßige Supplementation zwar signifikant positiv beeinflusst werden, musste im burgenländischen Kollektiv jedoch als generell verbesserungswürdig eingestuft werden.

7. SUMMARY

The object of this present study was to evaluate information about kind and frequency of selective supplements in elderly people, furthermore to evaluate the influence, of a regular supplementation on the nutritional status of specific vitamins and minerals of the elderly population from Burgenland (+70 years). To assess the status of liposoluble (vitamin A inc. β -carotene, vitamin E, vitamin D and vitamin K) and watersoluble (vitamin B₁, B₂, B₆, folic acid, B₁₂ and vitamin C) vitamins as well as specific minerals (zinc, iron, selenium, calcium and magnesium) the biochemical status was determined by analyses performed in plasma, urine and erythrocytes and the nutritional intake of the subjects was assessed using 24h-recalls.

The population showed an adequate plasma retinol and plasma tocopherol status although the intake data of these vitamins were lower than the recommended levels. Within the supplemented group the tocopherol plasma concentration was significantly higher, but the retinol status showed no significant differences. The β -carotene intake and status were inadequate. The plasma concentration of vitamin D and vitamin K were only in 60% and 58% in the reference value; however the supplemented group showed a significant better vitamin D status. The vitamin D intake was clearly under the recommended level but the vitamin K intake was adequate. The plasma concentration of vitamin B₁ and B₆, but not vitamin B₂, were significantly better in the supplemented group, the activation coefficient of TPP (vitamin B₁), FAD-effect (vitamin B₂) and α -EGOT (vitamin B₆) had an inadequate status but were in the supplemented group significantly better. The intake data of vitamin B₁, B₂ and B₆ were lower than the D-ACH-references showed no differences between the supplemented and not supplemented group. The folic acid intake was lower than the recommended level, but the plasma concentration showed in 90% an adequate status, the status of supplemented group, however, was significantly better. Although the vitamin B₁₂ intake was enough, the plasma concentration showed an inadequate status (+s-group: 64%; -s-group: 55%). The vitamin C intake was below the recommended level, but the plasma concentration with the

elderly people was adequate (+s-group: 90%, -s-group: 85%).

The plasma concentration of minerals nutrients (zinc, iron and selenium) showed expects of zinc (40%) an optimal status. There were no significant differences between the supplemented and the not supplemented group. The intake was below the D-A-CH references. The supplemented group had a better magnesium and calcium status than the not supplemented group, but the common status was inadequate which could be ascribed to the insufficient intake.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ALBERT CM, HENNEKENS CH, O'DONNELL CJ, AJANI UA, CAREY VJ, WILLETT WC, RUSKIN JN, MANSON JE. Fish consumption and risk of sudden cardiac death. The Journal of the American Medical Association 1998; 279: 23-28.

ALLEN LH. How common is vitamin B-12 deficiency? American Journal of Clinical Nutrition 2009; 89: 693-696.

ARENS-AZEVEDO U, BEHR-VÖLTZER C. Ernährung im Alter, Vincentz Verlag, Hannover, 2002.

AVENELL A, CAMPELL MK, COOK JA, HANNAFORD C, KILONZO MM; MC NEIL G, MILNE AC, RAMSAY CR, SEYMOUR GD, STEPHEN AI, VALE LD. Effect of multivitamin and multimineral supplements on morbidity from infections in older people (MAVIS trial): pragmatic randomised, double blind, placebo controlled trial. BMJ 2005, 331: 324-329.

(ATBC) BETA CAROTENE CANCER PREVENTION STUDY GROUP THE ALPHA-TOCOPHEROL. The Effect of Vitamin E and Beta Carotene on the Incidence of Lung Cancer and Other Cancer in Male Smokers. The New England Journal of Medicine 1994; 330: 1029-1035.

BITSCH R. Erythrocyte transketolase activity-micromethod. In: Nutritional Status Assessment (Fidanza F) Chapman & Hall, London; 1991: 233-235.

BLEYS J, MILLER ER, PASTOR-BARRIUSO R, APPLE LJ, GUALLAR E. Vitamin-mineral supplementation and the progression of atherosclerosis: a meta-analysis of randomized controlled trials. American Journal of Clinical Nutrition 2006; 84: 880-887.

BOLLAND MJ, BARBER PA, DOUGHTY RN, MASON B, HORNE A, AMES R, GAMBLE GD, GREY A, REID IR. Vascular events in healthy older women receiving calcium supplementation: randomised controlled trial. *British medical journal* 2008; 336: 262-266.

BOOTH SL, TUCKER KL, CHEN H, HANNAN MT, GAGNON DR, CUPPLES LA, WILSON PW, ORDOVAS J, SCHAEFER EJ, DAWSON-HUGHES B, KIEL DP. Dietary vitamin K intakes are associated with hip fracture but not with bone mineral density in elderly men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71: 1201-1208.

BOUKAÏBA N, FLAMENT C, ACHER S, CHAPPUIS P, PIAU A, FUSSELIER M, DARDENNE M, LEMONNIER D. A physiological amount of zinc supplementation: effects on nutritional, lipid, and thymic status in an elderly population. *American Journal of Clinical Nutrition* 1993; 57: 566-572.

BREVIK A, VOLLSET SE, TELL GS, REFSUM H, UELAND PM, LOEKEN EB, DREVON CA, ANDERSEN LF. Plasma concentration of folate as a biomarker for the intake of fruit and vegetables: the Hordaland Homocysteine Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 81: 434-439.

CARR A C, FREI B. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in human. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69: 1086-1107.

CAPO-CHICHI CD, GUÉANT JL, FEILLET F, NAMOUR F, VIDAILHET M. Analysis of riboflavin and riboflavin cofactor levels in plasma by high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B* 2000; 739: 219-224.

CORRADA MM, KAWAS CH, MOZAFFAR F, PAGANINI-HILL A. Association of Body Mass Index and Weight Change with All-Cause Mortality in the Elderly.

American Journal of Epidemiology 2006; 163: 938-949.

CZERNICHOW S, COUTHOUIS A, BERTRAIS S, VERGNAUD AC, DAUCHET L, GALAN P, HERCBERG S. Antioxidant supplementation does not affect fasting plasma glucose in the Supplementation with Antioxidant Vitamins and Minerals (SU.VI.MAX) study in France: association with dietary intake and plasma concentrations. American Journal of Clinical Nutrition 2006; 84: 395-399.

D-A-CH. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung, Hrsg). 1. Auflage. Umschau/Braus Verlag, Frankfurt/Main, 2000.

DALY RM, BASS S, NOWSON C. Long-term effects of calcium-vitamin-D3-fortified milk on bone geometry and strength in older men. Bone 2006; 39: 946-953.

DAWSON-HUGHES B, HARRIS SS, KRALL EA, DALLAL GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. The New England journal of medicine 1997; 337: 670-676.

DGE: Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit, 2004 Internet: <http://www.dge-medianservice.de/Leseproben/PDF/Ernaehrungsbericht-2004-Kapitel-7-Einfluss-sekundaerer-Pflanzenstoffe-auf-die-Gesundheit.pdf> (Stand: 11.7.08)

DGE: Fit im Alter- Gesund essen besser leben. Kau und Schluckbeschwerden, 2007. Internet: <http://www.dge-projektservice.de/editor/File/PDF/Kau-und-Schluckbeschwerden.pdf> (Stand: 10.7.08)

DGE: Fit im Alter- Gesund essen besser leben. Veränderungen im Alter, 2007.

Internet: <http://www.fitimalter-dge.de/index.php?id=95> (Stand:18.08.08)

DIMAI HP, PORTA S, WIRNSBERGER G, LINDSCHINGER M, PAMPERL I, DOBNIG H, WILDERS-TRUSCHNIG M, LAU KH. Daily oral magnesium supplementation suppresses bone turnover in young adult males. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 1998; 83: 2742-2748.

DIN JN, NEWBY DE, FLAPAN AD. Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease--fishing for a natural treatment. British medical journal 2004; 328: 30-35

DOMINGUEZ LJ, BARBAGALLO M, LAURETANI F, BANDINELLI S, BOS A, CORSI AM, SIMONSICK EM, FERRUCCI L. Magnesium and muscle performance in older persons: the InCHIANTI study. American Journal of Clinical Nutrition 2006; 84: 419-426.

DROZDOWSKI L, THOMSON AB. Aging and the intestine. World journal of gastroenterology 2006; 12: 7578-7584.

EBBING M, BLEIE O, UELAND PM, NORDREHAUG JE, NILSEN DW, VOLLSET SE, REFSUM H, PEDERSEN EK, NYGÅRD O. Mortality and cardiovascular events in patients treated with homocysteine-lowering B vitamins after coronary angiography: a randomized controlled trial. Journal of the American Medical Association 2008; 300: 795-804.

EARNEST CP, MIKUS CR, LEMIEUX I, ARSENAULT BJ, CHURCH TS. Examination of encapsulated phytosterol ester supplementation on lipid indices associated with cardiovascular disease. Nutrition 2007; 23: 625-633.

EARNEST CP, WOOD KA, TIMOTHY S, CHURCH BS, CHURCH T. Complex Multivitamin Supplementation improves homocysteine and resistance to LDL-C Oxidation. Journal of the American College of Nutrition 2003, 22: 400-407.

EDWARDS P, LIU PKS, ROSE GA. A simple liquid- chromatographic methode for measuring Vitamin B6 compounds in plasma. Clinical Chemistry 1989; 35: 241-245.

ELLINGSEN I, SELJETFLOT I, ARNESEN H, TONSTAD S. Vitamin C consumption is associated with less progression in carotid intima media thickness in elderly men: A 3-year intervention study. Nutrition, Metabolism Cardiovascular Diseases 2008; 1-7.

ELMADFA I, LEITZMANN C. Ernährung des Menschen. 4. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2004.

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT. Nahrungsergänzungsmittel, 2002. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:183:0051:0057:DE:PDF> (Stand 12.7.08)

FABIAN E, ELMADFA I. Nutritional Situation of the Elderly in the European Union: Data of the European Nutrition and Health Report (2004). Annals of Nutrition and Metabolism 2008; 52: 57-61.

FIELD CJ, AERDE AV, DRAGER KL, GORUK S, BASU T. Dietary folate improve age-related decreases in lymphocyte function. Journal of Nutritional Biochemistry 2006; 17: 37-44.

FORTES C, AGABITI N, FANO V, PACIFICI R, FORASTIERE F, VIRGILI F, ZUCCARO P, PERRUCI CA, EBRAHIM S. Zinc supplementation and plasma lipid peroxides in an elderly population. European Journal of Clinical Nutrition 1997; 51: 97-101.

FRITZ K, ELMADFA I. Quality of Nutrition of Elderly with Different Degrees of Dependency: Elderly Living in Private Homes. Annals of Nutrition and

Metabolism 2008; 52: 47-50.

GEBBERS JO. Atherosclerosis, cholesterol, nutrition, and statins – a critical review. German Medical Science 2007; 5:1-11

GENSER D, Food and Drug Interaction: Consequences for the Nutrition/Health Status. Annals of Nutrition and Metabolism 2008; 52: 29-32.

GRANT AM, AVENELL A, CAMPBELL MK, MCDONALD AM, MACLENNAN GS, MCPHERSON GC, ANDERSON FH, COOPER C, FRANCIS RM, DONALDSON C, GILLESPIE WJ, ROBINSON CM, TORGERSON DJ, WALLACE WA. Oral vitamin D3 and calcium for secondary prevention of low-trauma fractures in elderly people (Randomised Evaluation of Calcium or vitamin D, RECORD): a randomised placebo-controlled trial. Lancet. 2005; 365: 1621-1628.

GREENBERG ER, BARON JA, KARAGAS MR, STUKEL TA, NIERENBERG DW, STEVENS MM, MANDEL JS, HAILE RW. Mortality associated with low plasma concentration of beta carotene and the effect of oral supplementation. The Journal of the American Medical Association 1996; 275:699-703

GRITSCHNEDER K, HERBERT B, LÜHRMANN P, NEUHAUSER-BERTHOLD M. Versorgungszustand von Teilnehmern der Giessener Seniorenlangzeitstudie (GISELA) mit antioxidativ wirksamen Vitaminen und Selen. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie 1998; 31: 448-453.

HAHN A, STRÖHLE A, WOLTERS M. Sekundäre Pflanzenstoffe – die neuen "Vitamine!?" Deutsche Apotheker Zeitung 2005; 145: 73-81.

HANSEN MC, LEKLEM JE, MILLER LT. Changes in vitamin B-6 status indicators of women fed a constant protein diet with varying levels of vitamin B-6. American Journal of Clinical Nutrition 1997; 66: 1379-1387.

HARRIS WS, GINSBERG HN, ARUNAKUL N, SHACHTER NS, WINDSOR SL, ADAMS M, BERGLUND L, OSMUNDSEN K. Safety and efficacy of Omacor in severe hypertriglyceridemia. *Journal of Cardiovascular Risk* 1997; 4: 385-391.

HENNEKENS CH, BURNING JE, MANSON JE, STAMPFER M, ROSNER B, COOK NR, BELANGER C, LAMOTTE F, GAZIANO JM, RIDKER PM, WILLETT W, PETO R. Lack of effect o long-term supplementation with beta-carotene on the incidence of malignant neoplasm's and cardiovascular disease. *The New England Journal of Medicine* 1996; 344: 1145-1149.

HERCBERG S, PREZIOSI P, BRIANÇON S, GALAN P, TRIOL I, MALVY D, ROUSSEL AM, FAVIER A. A Primary Prevention Trial Using Nutritional Doses of Antioxidant Vitamins and Minerals in Cardiovascular Diseases and Cancers in a General Population: The SU.VI.MAX Study—Design, Methods, and Participant Characteristics. *Controlled Clinical Trials* 1998; 19: 336-351.

HIRANI V, PRIMATESTA P. Vitamin D concentrations among people aged 65 years and over living in private households and institutions in England: population survey: *Age Ageing* 2005; 34: 485-491.

HSIA J, HEISS G, REN H, ALLISON M, DOLAN NC, GREENLAND P, HECKBERT SR, JOHNSON KC, MANSON J, SIDNEY S, TREVISAN M. Calcium/Vitamin D Supplementation and Cardiovascular Events. *Circulation Journal of the American Heart Association* 2007; 115: 846-854.

HUSTAD S, KINLEY MC, NULTY H, SCHNEEDE J, STRAIN JJ, SCOTT JM, UELAND PM. Riboflavin, Flavin Mononucleotide and Flavin Adenine Dinucleotide in human plasma and erythrocytes at baseline and after low-dose Riboflavin supplementation. *Clinical Chemistry* 2002; 48: 1571-1577.

HUSTAD S, UELAND PM, SCHNEEDE J. Quantification of Riboflavin, Flavin,

Mononucleotide and Flavin Adenine Dinucleotide in human plasma by capillary electrophoresis and laser- induced fluorescence detection. Clinical Chemistry 1999; 45: 862-868

IWAMOTO J, TAKEDA T, ICHIMURA S. Effect of combined administration of vitamin D3 and vitamin K2 on bone mineral density of the lumbar spine in postmenopausal women with osteoporosis. Journal of orthopaedic science 2000; 5: 546-551.

JACQUES PF, FELSON DT, TUCKER KL, MAHNKEN B, WILSON PW, ROSENBERG IH, RUSH D. Plasma 25-hydroxyvitamin D and its determinants in an elderly population sample. American Journal of Clinical Nutrition 1997; 66: 929-936

JACQUES PF, TAYLOR A, HANKINSON SE, WILLETT WC, MAHNKEN B, LEE Y, VAID K, LAHAV M. Long-term vitamin C supplement use and prevalence of early age-related lens opacities. American Journal of Clinical Nutrition 1997; 66: 911-916.

JAKOB E, ELMADFA I. Rapid HPLC assay for the assessment of vitamin K₁, A, E and beta-carotene status in children (7-19 years). International Journal for Vitamin and Nutrition Research 1995; 65: 31-5.

JUGUAN JA, LUKITO W, SCHULTINK W. Thiamine deficiency is prevalent in a selected group of urban Indonesian elderly people. The Journal of Nutrition 1999; 129: 366-371.

KHAW KT, WAREHAM N, BINGHAM S, WELCH A, LUBEN R, DAY N. Combined impact of health behaviours and mortality in men and women: the EPIC- Norfolk prospective population study. PLoS Med. 2008; 8:e12

KIEFER I, KUNZE M, RAHTMANN T. Nahrungsergänzungsmittel-

Marktsituation in Österreich. Journal für Ernährungsmedizin 2003; 5: 25-29.

KONSTANTINOVA SV, TELL GS, VOLLSET SE, ULVIK A, DREVON CA, UELAND PM. Dietary patterns, food groups, and nutrients as predictors of plasma choline and betaine in middle-aged and elderly men and women. American Journal of Clinical Nutrition 2008; 88: 1663-1669.

LAM PK, KRITZ-SILVERSTEIN D, BARRETT CONNOR E, MILNE D, NIELSEN F, GAMST A, MORTON D, WINGARD D. Plasma trace elements and cognitive function in older men and women: the Rancho Bernardo study. The journal of nutrition, health & aging 2008; 12: 22-27

LOANE E, NOLAN JM, O'DONOVAN O, BHOSALE P, BERNSTEIN PS, BEATTY S. Transport and Retinal Capture of Lutein and Zeaxanthin with Reference to Age-related Macular Degeneration. Survey of Ophthalmology 2008; 53: 68-81.

MCCULLY KS. Homocystein, vitamins and vascular disease prevention. American Journal of Clinical Nutrition 2007; 86:1563-1568.

MCKAY DL, PERRONE G, RASMUSSEN H, DALLAL G, HARTMAN W, CAO G, PRIOR RL, ROUBENOFF R, BLUMBERG JB. The effects of a multivitamin/mineral supplement on micronutrient status, antioxidant capacity and cytokine production in healthy older adults consuming a fortified diet. Journal of the American College of Nutrition 2000; 19: 613-621.

MCNEIL G, AVENELL A, CAMPELL K, COOK JA, HANNAFORD PC, KILONZO MM, MILNE AC, RAMSAY CR, SEYMOUR DG, STEPHEN AI, VALE LD. Effect of multivitamin and multimineral supplementation on cognitive function in men and women aged 65 years and over: a randomized controlled trial. Nutrition Journal 2007; 6:10

MEYDANI SN, RIBAYA-MERCADO JD, RUSSELL RM, SAHYOUN N, MORROW FD, GERSHOFF SN. Vitamin B-6 deficiency impairs interleukin 2 production and lymphocyte proliferation in elderly adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 1991; 53:1275-1280.

MIETTINEN TA, PUSKA P, GYLLING H, VANHANEN H, VARAINEN E. Reduction of serum cholesterol with sitostanol-ester margarine in a mildly hypercholesterolemic population. *The New England Journal of Medicine* 1995; 333:1308-1312.

MITCHELL BL, ULRICH CM, MCTIERNAN A. Supplementation with vitamins or minerals and immune function: can the elderly benefit? *Nutrition Research* 2003, 23: 1117-1139.

MOELLER SM, PAREKH N, TINKER L, RITENBAUGH C, BLODI B, WALLACE RB, MARES JA. Associations between intermediate age-related macular degeneration and lutein and zeaxanthin in the Carotenoids in Age-related Eye Disease Study (CAREDS): ancillary study of the Women's Health Initiative. *Archives of Ophthalmology* 2006; 124: 1151-1162.

MORLEY JE, THOMAS DB. Anorexia and aging. *Nutrition* 1999; 15: 499-503.

MUCCI E, JACKSON SHD. Nutritional Supplementation in Community-Dwelling Elderly People. *Annals of Nutrition and Metabolism* 2008; 52: 33-77.

MUNTWYLER J, HENNEKENS CH, MANSON JE, BURING JE, GAZIANO M. Vitamin Supplement use in a low-risk population of US male physicians and subsequent cardiovascular mortality. *Archives of Internal Medicine* 2002, 162: 1472-1476.

NESTEL P, CEHUM M, POMEROY S, ABBEY M, WELDON G. Cholesterol-lowering effects of plant sterol esters and non-esterified stanols in margarine,

butter and low-fat foods. *European Journal of Clinical Nutrition* 2001; 55:1084-1090.

NRC (National Research Council). Obesity and eating disorders. In: *Diet and health: Implications for reducing disease risk*. National Academy Press; Washington D.C., 1989; 563-592.

ODABASI E, TURAN M, AYDIN A, AKAY C, KUTLU M. Magnesium, zinc, copper, manganese, and selenium levels in postmenopausal women with osteoporosis. Can magnesium play a key role in osteoporosis? *The Annals, Academy of Medicine, Singapore* 2008; 37: 564-567.

ORIMO H, ITO H, SUZUKI t, ARAKI A, HOSOI T, SAWABE M. Reviewing the definition of „elderly“. *Geriatrics & gerontology international* 2006; 6: 149-158.

OSGANIAN SK, STAMPFER MJ, RIMM E, SPIEGELMAN D, MANSON JE, WILLETT WC. Dietary carotenoids and risk of coronary artery disease in women. *American Journal of Clinical Nutrition* 2003; 77: 1390-1399.

OSTLUND J. Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition* 2002; 22: 533-549.

PARK SY, SUZANNE P. MURPHY, CARRIE L. MARTIN, LAURIENCE N. KOLONEL. Nutrient intake from multivitamin/mineral supplements is similar among users from five ethnic groups: the Multiethnic Cohort Study. *Journal of the American Dietetic Association* 2008; 108: 529-533.

PAXMAM JR, RICHARDSON JC, DETTMAR PW, CORFE BM. Alginate reduces the increased uptake of cholesterol and glucose in overweight male subject: a pilot study. *Nutrition Research* 2008; 28: 501-505.

PETERLIK M, CROSS HS. Vitamin D and calcium deficits predispose for

multiple chronic diseases. European Journal of Clinical Investigation 2005; 35: 290-304.

POLITO A, INTORRE F, ANDRIOLLO-SANCHEZ M, AZZINI E, RAGUZZINI A, MEUNIER N, DUCROS V, O'CONNOR JM, COUDRAY C, ROUSSEL AM, MAIANI G. Estimation of intake and status of vitamin A, vitamin E and folate in older European adults: the ZENITH. European Journal of Clinical Nutrition 2005; 59: 42-47.

POKAN R, HOFMANN P, VON DUVILLARD SP, SMEKAL G, WONISCH M, LETTNER K, SCHMID P, SHECHTER M, SILVER B, BACHL N. Oral magnesium therapy, exercise heart rate, exercise tolerance, and myocardial function in coronary artery disease patients British Journal of Sports Medicine 2006; 40: 773-778.

REINERT A, ROHRMANN S, BECKER N, LINSEISEN J. Lifestyle and diet in people using dietary supplements: a German cohort study. European Journal of Nutrition 2007; 46: 165-173.

RHEUMA-LIGA BUNDESVERBAND e.V., Osteoporose, 2004. Internet: <http://www.rheuma-liga.de/uploads/3/osteoporose1.7.pdf> (Stand: 21.08.08)

ROE JH, KUETHER CA. The determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2,4-dinitrophenylhydrazine derivate of dehydroascorbic acid. Journal of Biological Chemistry 1943; 147: 399-407.

RÖSEN B, BELLIN C. Diabetes und oxidativer Stress. Wissenschaftliches Journal für Männergesundheit. Der Mann 2004; 2: 23-40.

ROSENBERG IH, MILLER JW. Nutritional factors in physical and cognitive function of elderly people. American Journal of Clinical Nutrition 1992; 55: 1237-1243.

ROUSSEL AM, KERKENI A, ZOUARI N, MAHJOUB S, MATHEAU JM, ANDERSON RA. Antioxidant effects of zinc supplementation in Tunisians with type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American College of Nutrition* 2003; 22: 316-321.

ROUSSEL AM, KERKENI A, ZOUARI N, MAHJOUB S, MATHEAU JM, ANDERSON RA. Antioxidant effects of zinc supplementation in Tunisians with type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American College of Nutrition* 2003; 22: 316-321.

RUSSELL RM, SUTER PM. Vitamin requirements of elderly people: an update. *American Journal of Clinical Nutrition* 1993; 58: 4-14.

SABE R, RUBIO R, GARCIA-BELTRAN L. Study and comparison of several chemical modifiers for selenium determination in human serum by Zeeman electrothermal atomic absorption spectrometry. *Analytical Chimica Acta* 1999; 398: 279-287.

SADOWSKI JA, HOOD SJ, DALLAL GE, GARRY PJ. Phylloquinone in plasma from elderly and young adults: factors influencing its concentration. *American Journal of Clinical Nutrition* 1989; 50: 100-108.

SAUBERLICH HE. *Assesment of Nutritional Status*. CRC Press, Boca, Raton, London, New York, Washington DC, 1999.

SAUBERLICH HE. *Laboratory Tests for the Assessment of Nutritional Status (Modern Nutritional Series)*, CRC Press, Portland, OR, USA, 1999.

SAUBERLICH HE, CANHAM JE, BAKER EM, RAICA JN, HERMAN YF. Biochemical assessment of the nutritional status of vitamin B6 in the human. *American Journal of Clinical Nutrition* 1972; 25: 629-642.

SCHATZKIN A, MOUW T, PARK Y, SUBAR AF, KIPNIS V, HOLLENBECK A, LEITZMANN MF, THOMPSON FE. Dietary fiber and whole-grain consumption in relation to colorectal cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007; 85:1353-1360.

SCHIANO V, LAURENZANO E, BREVETTI G, DE MAIO JI, LANERO S, SCOPACASA F, CHIARIELLO M. Omega-3 polyunsaturated fatty acid in peripheral arterial disease: Effect on lipid pattern, disease severity, inflammation profile and endothelial function. *Clinical Nutrition* 2008; 27: 241-247.

SCHWARZPAUL S, STRASSBURG A, LUHRMANN PM, NEUHAUSER-BERTHOLD M. Intake of vitamin and mineral supplements in an elderly german population. *Annals of Nutrition and Metabolism* 2006; 50: 155-162.

SECRETO G, CHIECHI L M, AMADORI A, MICELI R, VENTURELLI E, VALERIO T, MARUBINI E. Soy isoflavones and melatonin for the relief of climacteric symptoms: a multicenter, double-blind, randomized study. *Matutitas The European menopausal Journal* 2004; 47: 11-20.

SELHUB J, MORRIS MS, JACQUES PF. In vitamin B12 deficiency, higher serum folate is associated with increased total Homocystein and methylmalonic acid concentrations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2007; 104: 19995-20000.

SHECHTER M, SHARIR M, LABRADOR MJ, FORRESTER J, SILVER B, BAIREY MERZ CN. Oral magnesium therapy improves endothelial function in patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2000; 102: 2353-2358.

SIDDIQUI RA, HARVEY KA, ZALOGA GP. Modulation of enzymatic activities by n-3 polyunsaturated fatty acid to support cardiovascular health. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2008; 19: 417-437.

SIMON JA, HUDES ES. Relation of serum ascorbic acid to serum lipids and lipoproteins in US adults. Journal of the American College of Nutrition. 1998; 17: 250-255

SOARES FM, NOGUEIRA NDO N, MARREIRO DDO N, DE CARVALHO CM, DO MONTE SJ, MOITA NETO JM, ROCHA VDE S, CARDOSO BV. Plasma and erythrocyte zinc concentrations in elderly patients with and without senile cataract in a tertiary eye care center at Teresina-Piau . Arquivos Brasileiros de Oftalmologia 2008; 71: 674-678.

STAMPFER MJ, HENNEKENS CH, MANSON JA, COLDITZ GA, ROSNER B, WILLETT C. Vitamin E Consumption and the Risk of Coronary Disease in Women. The New England Journal of Medicine 1993; 328: 1444-1449.

STATISTIK AUSTRIA: Indikatoren zu Sterblichkeit und Lebenserwartung (inkl. Säuglingssterblichkeit) seit 1961; Internet: http://www.statistik.at/web_de/static/indikatoren_zu_sterblichkeit_und_lebenserwartung_inkl._saeuglingssterblich_023576.pdf (Stand 17.08.08)

STETTIN D, STR HLE A, WOLTERS M, HAHN A. Ernährung und Osteoporose-Bedeutung von Calcium und Vitamin D. Deutsche Apotheker Zeitung 2005; 145: 1-7.

STRANGES S, MARSHALL JR, NATARAJAN R, DONAHUE RP, TREVISAN M, COMBS GF, CAPPUCCIO FP, CERIELLO A, REID ME. Effects of Long-Term Selenium Supplementation on the Incidence of Type 2 Diabetes. A Randomized Trial. Annals of Internal Medicine 2007; 147: 217-223.

TESSIER D M, KHALIL A, TROTTIER L, F L P T. Effects of vitamin C supplementation on antioxidants and lipid peroxidation markers in elderly subjects with type 2 diabetes. Archives of Gerontology and Geriatrics 2009; 48:

67-72

THANE CW, BATES CJ, SHEARER MJ, UNADKAT N, HARRINGTON DJ, PAUL AA, PRENTICE A, BOLTON-SMITH C. Plasma phylloquinone (vitamin K₁) concentration and its relationship to intake in national sample of British elderly people. *The British journal of nutrition* 2002; 87: 615-622.

THIEME F. Alter(n) in der alternden Gesellschaft. Eine soziologische Einführung in die Wissenschaft vom Alter(n). VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2008.

TICE JA, ETTINGER B, ENSRUD K, WALLACE R, BLACKWELL T, CUMMINGS SR. Phytoestrogen supplements for the treatment of hot flashes: the Isoflavone Clover Extract (ICE) Study: a randomized controlled trial. *The Journal of the American Medical Association* 2003; 290: 207-214.

TITZ A. In vivo-Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit von Kalzium und Vitamin D. Dissertation an der Universität Wien; 2002.

UESUGI T, FUKUI Y, YAMORI Y. Beneficial effects of soybean isoflavone supplementation on bone metabolism and serum lipids in postmenopausal japanese women: a four-week study. *Journal of the American College of Nutrition* 2002; 21: 97-102.

VAN ASSELT DZ, DE GROOT LC, VAN STAVEREN WA, BLOM HJ, WEVERS RA, BIEMOND I, HOEFNAGELS WH. Role of cobalamin intake and atrophic gastritis in mild cobalamin deficiency in older Dutch subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 1998; 68: 328-334.

VAN DER WIELEN RP, LOWIK MR, HALLEN J, VAN DER BERG H, FERRY M, VAN STAVEREN WA. Vitamin B6 malnutrition among elderly Europeans: the SENECA study. *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and*

Medical Sciences 1996; 51: 417-424.

VAN MEURS JB, DHONUKSHE-RUTTEN RA, PLUIJM SM, VAN DER KLIFT M, DE JONGE R, LINDEMANS J, DE GROOT LC, HOFMAN A, WITTEMAN JC, VAN LEEUWEN JP, BRETELER MM, LIPS P, POLS HA, UITTERLINDEN AG. Homocystein levels and the risk of osteoporotic fracture. The New England Journal of Medicine 2004; 350: 2033-2041.

VOGEL S, CONTOIS JH, TUCKER KL, WILSON PW, SCHAEFFER EJ, LAMMI-KEEFE CJ. Plasma retinol and plasma and lipoprotein tocopherols and carotenoid concentrations in healthy elderly participants of the Framingham Heart Study. American Journal of Clinical Nutrition 1997; 66: 950-958.

VOLKERT D, KREUEL K, HESEKER H, STEHLE P. Energy and nutrient intake of young-old, old-old and very-old elderly in Germany. European journal of clinical nutrition 2004; 58: 1190-1200

VOLPE R, NIITTYNEN L, KORPELA R, SIRTORI C, BUCCI A, FRAONE N, AND PAZZUCCONI F. Effects of yoghurt enriched with plant sterols on serum lipids in patients with moderate hypercholesterolemia. British Journal of Nutrition 2001; 86:233-239.

WASCHER TC, WEITGASSER R, LECHLEITNER M, FÖGER B, ZIRM B. Mikronährstoffe als adjuvant-therapeutische und prophylaktische Anwendung bei Diabetes mellitus-Typ 2. Journal für Ernährungsmedizin 2007; 9: 33-36.

WEBER W, KEWITZ H. Determination of Thiamine in human plasma and its pharmacokinetics. European Journal of Clinical Pharmacology 1985; 28: 213-219.

WHO (World Health Organization). Active ageing: A policy framework. Genf, 2002. Internet: <http://www.euro.who.int/document/heal/eactagepolframe.pdf>

(Stand: 5.7.2008)

WITTEMAN JC, GROBBEE DE, DERKX FH, BOUILLON R, DE BRUIJN AM, HOFMAN A. Reduction of blood pressure with oral magnesium supplementation in women with mild to moderate hypertension. American Journal of Clinical Nutrition 1994; 60: 129-135.

WOLTERS M, HAHN A. Sojaisoflavone in der Therapie menopausaler Beschwerden. Ernährungs-Umschau 2004; 51: 440-445.

WOLTERS M, HERMANN S, HAHN A. B vitamin status and concentration of homocystein and methylmalonic acid in elderly german women. American Journal of Clinical Nutrition 2003; 78: 765-772.

WOLTERS M, HERMANN S, GOLF S, KATZ N, HAHN A. Selenium and antioxidant vitamin status of elderly german women. European Journal of Clinical Nutrition 2006; 60: 85-91.

WOLTERS M, STRÖHLE A, HAHN A, Qualifizierte Ernährungsberatung in der Apotheke. Neue Erkenntnisse zu Vitamin D und Vitamin B12. Deutsche Apotheker Zeitung 2005; 2: 49-51.

WOLTERS M, STRÖHLE A, HAHN A. Cobalamin: a critical vitamin in the elderly. Preventive Medicine 2004; 39: 1256-1266.

WRIGHT AJ, SOUTHON S, BAILEY AL, FINGLAS PM, MAISEY S, FULCHER RA. Nutrient intake and biochemical status of non-institutionalized elderly subjects in Norwich: comparison with younger adults and adolescents from the same general community. The British journal of nutrition 1995; 74: 453-75.

WU H, DWYER KM, FAN Z, SHIRCORE A, FAN J, DWYER JH. Dietary fiber and progression of atherosclerosis: the Los Angeles Atherosclerosis Study.

American Journal of Clinical Nutrition 2003; 78: 1085-1091.

WU JH, WARD NC, INDRAWAN AP, ALMEIDA CA, HODGSON JM, PROUDFOOT JM, PUDDEY IB, CROFT KD. Effects of alpha-tocopherol and mixed tocopherol supplementation on markers of oxidative stress and inflammation in type 2 diabetes. Clinical Chemistry 2007; 53:511-519.

ZIRP (Zukunftsinitiative Rheinland-Pfalz): Der Begriff „Alter“, 2003. Internet: <http://www.zukunftsradar2030.de/images/pdf/Marktchancen/Altersbegriff.pdf>
(Stand: 25.07.08)

9. ANHANG

Tabelle I: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter unter Berücksichtigung des Geschlechts

	gesamt MW ± sd	männlich MW ± sd	Weiblich MW ± sd
Vitamin A Plasma [µmol RÄ/l]	2,2 ± 0,6	2,4 ± 0,6	2,0 ± 0,5
β-Carotin Plasma [µmol/l]	0,25 ± 0,18	0,23 ± 0,19	0,27 ± 0,17
Vitamin D Plasma [nmol/l]	33,2 ± 13,3	37,2 ± 13,1	29,9 ± 12,6
Vitamin E Plasma [µmol TÄ/l]	30,7 ± 8,7	31,3 ± 9,8	30,9 ± 7,8
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,60 ± 0,51	0,63 ± 0,51	0,57 ± 0,51
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	12,9 ± 6,2	10,9 ± 4,4	14,5 ± 6,99
TPP-Effekt [%]	15,4 ± 7,6	16,2 ± 8,5	14,8 ± 6,8
FAD Plasma [nmol/l]	38,5 ± 7,7	38,3 ± 8,0	38,7 ± 7,5
FAD-Effekt [%]	25,7 ± 12,3	27,4 ± 11,4	24,3 ± 13,0
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	49,5 ± 33,9	49,1 ± 36,2	49,9 ± 32,2
EGOT	1,7 ± 0,3	1,7 ± 0,3	1,8 ± 0,3
Folsäure Plasma [µg/l]	9,3 ± 7,8	10,0 ± 8,5	9,1 ± 7,2
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,23 ± 0,20	0,21 ± 0,17	0,24 ± 0,20
Vitamin C Plasma [µmol/l]	70,1 ± 21,7	65,7 ± 22,4	73,5 ± 20,7
Zink Plasma [µmol/l]	12,5 ± 2,0	12,7 ± 1,5	12,3 ± 2,4
Selen Plasma [µmol/l]	0,77 ± 1,67	0,79 ± 0,16	0,76 ± 0,17
Eisen Plasma [µmol/l]	15,9 ± 5,2	17,0 ± 5,3	15,0 ± 4,9
Magnesium Harn [mmol/mol Kreatinin]	0,26 ± 0,13	0,21 ± 0,89	0,30 ± 0,14
Calcium Harn [µmol/mol Kreatinin]	30,8 ± 24,8	26,8 ± 23,8	34,6 ± 25,4

RÄ = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β-Carotin + 0,083 x mg β-Cryptoxanthin + 0,083 x mg α-Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α-Tocopherol + 0,25 x γ-Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α-EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Tabelle II: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter unter Berücksichtigung der Supplementation und des Geschlechts

	+S-Gruppe			-S-Gruppe		
	gesamt	männlich	weiblich	gesamt	männlich	weiblich
Vitamin A Plasma [$\mu\text{mol RÄ/l}$]	2,2 $\pm$ 0,7	2,5 $\pm$ 0,6	2,0 $\pm$ 0,6	2,1 $\pm$ 0,5	2,4 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,5
β -Carotin Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	0,29 $\pm$ 0,22	0,28 $\pm$ 0,24	0,30 $\pm$ 0,20	0,21 $\pm$ 0,13	0,20 $\pm$ 0,14	0,23 $\pm$ 0,12
Vitamin D Plasma [nmol/l]	37,4 $\pm$ 14,0	42,1 $\pm$ 13,0	34,0 $\pm$ 13,4	29,0 $\pm$ 11,1	32,7 $\pm$ 11,2	24,7 $\pm$ 9,9
Vitamin E Plasma [$\mu\text{mol TÄ/l}$]	33,2 $\pm$ 9,6	34,7 $\pm$ 12,7	31,2 $\pm$ 6,5	28,8 $\pm$ 6,1	28,5 $\pm$ 6,4	29,8 $\pm$ 6,4
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,62 $\pm$ 0,57	0,78 $\pm$ 0,68	0,54 $\pm$ 0,48	0,58 $\pm$ 0,45	0,53 $\pm$ 0,32	0,61 $\pm$ 0,54
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	15,6 $\pm$ 12,9	14,9 $\pm$ 17,3	15,7 $\pm$ 8,4	11,9 $\pm$ 4,4	10,7 $\pm$ 4,4	13,0 $\pm$ 4,3
TPP-Effekt [%]	12,9 $\pm$ 6,1	11,3 $\pm$ 6,2	13,8 $\pm$ 5,4	16,2 $\pm$ 7,0	16,8 $\pm$ 7,3	16,1 $\pm$ 7,4
FAD Plasma [nmol/l]	38,6 $\pm$ 9,7	37,6 $\pm$ 8,0	39,9 $\pm$ 10,4	39,8 $\pm$ 8,2	39,5 $\pm$ 9,1	39,6 $\pm$ 8,0
FAD-Effekt [%]	22,1 $\pm$ 10,8	25,5 $\pm$ 13,0	21,1 $\pm$ 9,5	28,4 $\pm$ 12,8	28,7 $\pm$ 10,3	28,1 $\pm$ 15,4
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	87,6 $\pm$ 136,5	89,7 $\pm$ 154,9	82,6 $\pm$ 117,1	46,1 $\pm$ 36,2	45,0 $\pm$ 38,2	45,1 $\pm$ 32,6
EGOT	1,6 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,3	1,7 $\pm$ 0,6	1,8 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,2
Folsäure Plasma [$\mu\text{g/l}$]	11,5 $\pm$ 9,4	13,8 $\pm$ 11,2	10,3 $\pm$ 8,4	7,5 $\pm$ 5,7	6,5 $\pm$ 3,9	7,6 $\pm$ 5,3
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,28 $\pm$ 0,34	0,26 $\pm$ 0,32	0,29 $\pm$ 0,33	0,19 $\pm$ 0,07	0,16 $\pm$ 0,06	0,19 $\pm$ 0,06
Vitamin C Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	80,9 $\pm$ 17,4	76,0 $\pm$ 23,2	81,3 $\pm$ 17,6	61,1 $\pm$ 21,0	58,0 $\pm$ 18,6	64,3 $\pm$ 20,7
Zink Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	12,4 $\pm$ 2,7	12,8 $\pm$ 1,4	12,1 $\pm$ 3,0	12,5 $\pm$ 1,4	12,6 $\pm$ 1,5	12,6 $\pm$ 1,3
Selen Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	0,80 $\pm$ 0,17	0,82 $\pm$ 0,16	0,79 $\pm$ 0,18	0,80 $\pm$ 0,16	0,76 $\pm$ 0,17	0,74 $\pm$ 0,15
Eisen Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	15,9 $\pm$ 5,3	16,9 $\pm$ 5,1	15,1 $\pm$ 5,3	15,9 $\pm$ 5,0	17,1 $\pm$ 5,6	14,9 $\pm$ 4,5
Magnesium Harn [$\text{mmol/mol Kreatinin}$]	0,29 $\pm$ 0,14	0,25 $\pm$ 0,13	0,32 $\pm$ 0,14	0,24 $\pm$ 0,11	0,21 $\pm$ 0,07	0,26 $\pm$ 0,14
Calcium Harn [$\mu\text{mol/mol Kreatinin}$]	50,1 $\pm$ 57,6	46,5 $\pm$ 36,0	51,6 $\pm$ 63,5	32,1 $\pm$ 21,3	27,2 $\pm$ 23,1	34,6 $\pm$ 18,6

+S-Gruppe = supplementierte Gruppe; -S-Gruppe = nicht supplementierte Gruppe

RÄ = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β -Carotin + 0,083 x mg β -Cryptoxanthin + 0,083 x mg α -Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α -Tocopherol + 0,25 x γ -Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α -EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Tabelle III: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter unter Berücksichtigung der Altersgruppen (MW ± sd)

	Gesamt MW ± sd	70-74 Jahre MW ± sd	75-79 Jahre MW ± sd	≥ 80 Jahre MW ± sd
Vitamin A Plasma [µmol RÄ/l]	2,2 ± 0,6	2,3 ± 0,6	2,2 ± 0,5	2,1 ± 0,4
β-Carotin Plasma [µmol/l]	0,25 ± 0,18	0,23 ± 0,17	0,27 ± 0,21	0,27 ± 0,15
Vitamin D Plasma [nmol/l]	33,2 ± 13,3	31,7 ± 10,7	35,1 ± 15,6	33,5 ± 14,8
Vitamin E Plasma [µmol TÄ/l]	30,7 ± 8,7	31,2 ± 8,3	31,6 ± 10,0	29,8 ± 7,51
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,60 ± 0,51	0,68 ± 0,57	0,54 ± 0,46	0,53 ± 0,42
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	12,9 ± 6,2	12,5 ± 5,8	13,7 ± 7,7	12,6 ± 4,0
TPP-Effekt [%]	15,4 ± 7,6	16,5 ± 7,7	15,1 ± 8,1	13,6 ± 6,3
FAD Plasma [nmol/l]	38,5 ± 7,7	38,9 ± 7,4	39,6 ± 7,8	35,4 ± 7,9
FAD-Effekt [%]	25,7 ± 12,3	25,3 ± 10,8	26,4 ± 14,8	24,5 ± 15,3
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	49,5 ± 33,9	56,3 ± 39,5	40,0 ± 20,4	48,7 ± 35,6
EGOT	1,7 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,3	1,7 ± 0,2
Folsäure Plasma [µg/l]	9,3 ± 7,8	8,7 ± 8,2	9,8 ± 8,2	10,0 ± 6,3
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,23 ± 0,20	0,19 ± 0,07	0,25 ± 0,26	0,28 ± 0,39
Vitamin C Plasma [µmol/l]	70,1 ± 21,7	64,6 ± 19,6	71,8 ± 24,2	69,7 ± 13,6
Zink Plasma [µmol/l]	12,5 ± 2,0	12,3 ± 2,4	12,7 ± 1,3	12,4 ± 2,2
Selen Plasma [µmol/l]	0,77 ± 1,67	0,81 ± 0,17	0,78 ± 0,14	0,69 ± 0,16
Eisen Plasma [µmol/l]	15,9 ± 5,2	16,7 ± 4,5	16,5 ± 6,5	15,1 ± 4,8
Magnesium Harn [mmol/mol Kreatinin]	0,26 ± 0,13	0,27 ± 0,14	0,23 ± 0,12	0,29 ± 0,11
Calcium Harn [µmol/mol Kreatinin]	30,8 ± 24,8	36,4 ± 29,8	27,0 ± 18,0	23,7 ± 18,6

RÄ = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β-Carotin + 0,083 x mg β-Cryptoxanthin + 0,083 x mg α-Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α-Tocopherol + 0,25 x γ-Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α-EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Tabelle IV: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter getrennt nach Supplementation und Alter (MW $\pm$ sd)

	+S-Gruppe			-S-Gruppe		
	70-74 Jahre MW $\pm$ sd	75-79 Jahre MW $\pm$ sd	≥ 80 Jahre MW $\pm$ sd	70-74 Jahre MW $\pm$ sd	75-79 Jahre MW $\pm$ sd	≥ 80 Jahre MW $\pm$ sd
Vitamin A Plasma [μmol RÄ/l]	2,4 $\pm$ 0,8	2,0 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,5	2,1 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,3
β -Carotin Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	0,26 $\pm$ 0,21	0,30 $\pm$ 0,24	0,32 $\pm$ 0,19	0,20 $\pm$ 0,14	0,23 $\pm$ 0,15	0,20 $\pm$ 0,06
Vitamin D Plasma [nmol/l]	36,4 $\pm$ 13,1	37,7 $\pm$ 14,8	37,4 $\pm$ 13,8	28,0 $\pm$ 8,1	29,8 $\pm$ 14,4	29,2 $\pm$ 15,3
Vitamin E Plasma [μmol TÄ/l]	34,1 $\pm$ 10,4	31,0 $\pm$ 8,8	32,6 $\pm$ 8,8	30,2 $\pm$ 7,0	27,7 $\pm$ 5,6	27,8 $\pm$ 5,1
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,91 $\pm$ 0,77	0,44 $\pm$ 0,25	0,48 $\pm$ 0,34	0,51 $\pm$ 0,29	0,67 $\pm$ 0,62	0,58 $\pm$ 0,51
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	13,1 $\pm$ 6,8	19,1 $\pm$ 17,8	12,8 $\pm$ 4,6	12,0 $\pm$ 5,0	11,3 $\pm$ 4,1	12,4 $\pm$ 3,4
TPP-Effekt [%]	14,1 $\pm$ 5,6	12,5 $\pm$ 6,2	11,4 $\pm$ 5,2	16,1 $\pm$ 6,8	16,2 $\pm$ 8,8	18,0 $\pm$ 6,8
FAD Plasma [nmol/l]	38,0 $\pm$ 9,1	41,1 $\pm$ 10,6	36,9 $\pm$ 7,8	40,3 $\pm$ 7,0	41,6 $\pm$ 10,2	33,7 $\pm$ 8,2
FAD-Effekt [%]	24,1 $\pm$ 10,2	23,0 $\pm$ 11,9	19,4 $\pm$ 11,3	26,1 $\pm$ 11,4	30,5 $\pm$ 17,1	32,1 $\pm$ 8,8
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	60,3 $\pm$ 30,7	120,7 $\pm$ 199,3	62,1 $\pm$ 42,8	53,6 $\pm$ 44,3	35,8 $\pm$ 14,8	33,7 $\pm$ 17,8
EGOT	1,7 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,3	1,7 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,2
Folsäure Plasma [$\mu\text{g/l}$]	12,0 $\pm$ 11,3	11,5 $\pm$ 9,6	11,4 $\pm$ 6,6	6,4 $\pm$ 4,0	7,6 $\pm$ 5,2	8,3 $\pm$ 5,7
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,20 $\pm$ 0,08	0,29 $\pm$ 0,34	0,39 $\pm$ 0,52	0,17 $\pm$ 0,06	0,20 $\pm$ 0,07	0,17 $\pm$ 0,04
Vitamin C Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	72,8 $\pm$ 17,5	81,6 $\pm$ 22,2	87,4 $\pm$ 16,8	58,6 $\pm$ 19,1	58,6 $\pm$ 20,6	73,4 $\pm$ 17,7
Zink Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	11,8 $\pm$ 3,2	12,7 $\pm$ 1,4	13,1 $\pm$ 2,8	12,8 $\pm$ 1,5	12,8 $\pm$ 1,2	11,7 $\pm$ 1,0
Selen Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	0,84 $\pm$ 0,18	0,81 $\pm$ 0,15	0,70 $\pm$ 0,16	0,78 $\pm$ 0,17	0,74 $\pm$ 0,13	0,67 $\pm$ 0,17
Eisen Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	14,8 $\pm$ 3,5	17,8 $\pm$ 6,4	13,9 $\pm$ 4,7	16,5 $\pm$ 4,4	14,7 $\pm$ 6,5	16,5 $\pm$ 4,9
Magnesium Harn [mmol/mol Kretinin]	0,29 $\pm$ 0,15	0,27 $\pm$ 0,14	0,34 $\pm$ 0,10	0,27 $\pm$ 0,13	0,21 $\pm$ 0,09	0,20 $\pm$ 0,07
Calcium Harn [$\mu\text{mol/mol}$ Kreatinin]	60,1 $\pm$ 34,8	51,3 $\pm$ 67,0	26,8 $\pm$ 17,9	34,8 $\pm$ 22,0	26,8 $\pm$ 19,5	24,4 $\pm$ 20,4

+S-Gruppe = supplementierte Gruppe; -S-Gruppe = nicht supplementierte Gruppe

RÄ = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β -Carotin + 0,083 x mg β -Cryptoxanthin + 0,083 x mg α -Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α -Tocopherol + 0,25 x γ -Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α -EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Tabelle V: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter getrennt nach Geschlecht und Alter (MW $\pm$ sd)

	Frauen			Männer		
	70-74 Jahre MW $\pm$ sd	75-79 Jahre MW $\pm$ sd	≥ 80 Jahre MW $\pm$ sd	70-74 Jahre MW $\pm$ sd	75-79 Jahre MW $\pm$ sd	≥ 80 Jahre MW $\pm$ sd
Vitamin A Plasma [μ mol RÄ/l]	2,1 $\pm$ 0,5	2,1 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,6	2,6 $\pm$ 0,7	2,4 $\pm$ 0,4	2,1 $\pm$ 0,4
β -Carotin Plasma [μ mol/l]	0,22 $\pm$ 0,15	0,30 $\pm$ 0,23	0,30 $\pm$ 0,15	0,24 $\pm$ 0,22	0,23 $\pm$ 0,17	0,22 $\pm$ 0,15
Vitamin D Plasma [nmol/l]	28,7 $\pm$ 8,8	31,3 $\pm$ 15,4	30,0 $\pm$ 14,3	34,6 $\pm$ 11,7	41,4 $\pm$ 14,5	38,4 $\pm$ 14,8
Vitamin E Plasma [μ mol TÄ/l]	30,0 $\pm$ 0,54	31,3 $\pm$ 9,1	30,1 $\pm$ 6,6	31,9 $\pm$ 9,2	31,2 $\pm$ 11,8	27,6 $\pm$ 8,6
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,62 $\pm$ 0,53	0,56 $\pm$ 0,53	0,49 $\pm$ 0,44	0,73 $\pm$ 0,62	0,49 $\pm$ 0,31	0,58 $\pm$ 0,42
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	12,5 $\pm$ 5,7	15,7 $\pm$ 8,8	13,7 $\pm$ 3,0	12,4 $\pm$ 6,0	11,0 $\pm$ 5,1	12,0 $\pm$ 4,5
TPP-Effekt [%]	17,2 $\pm$ 7,1	14,2 $\pm$ 8,0	14,1 $\pm$ 5,5	15,6 $\pm$ 8,3	16,3 $\pm$ 8,3	13,1 $\pm$ 7,1
FAD Plasma [nmol/l]	38,7 $\pm$ 7,6	38,6 $\pm$ 8,2	31,7 $\pm$ 5,9	39,2 $\pm$ 7,3	41,3 $\pm$ 7,08	38,0 $\pm$ 8,4
FAD-Effekt [%]	26,3 $\pm$ 11,6	24,5 $\pm$ 15,3	19,9 $\pm$ 10,4	24,3 $\pm$ 10,2	30,2 $\pm$ 13,5	33,1 $\pm$ 9,6
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	61,1 $\pm$ 46,8	43,2 $\pm$ 22,6	37,6 $\pm$ 16,6	51,4 $\pm$ 29,4	35,4 $\pm$ 16,5	56,7 $\pm$ 43,8
EGOT	1,8 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,3	1,7 $\pm$ 0,2
Folsäure Plasma [μ g/l]	6,8 $\pm$ 4,3	10,0 $\pm$ 9,2	12,62 $\pm$ 6,5	8,7 $\pm$ 8,2	9,8 $\pm$ 8,2	10,0 $\pm$ 6,3
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,20 $\pm$ 0,07	0,22 $\pm$ 0,17	0,38 $\pm$ 0,50	0,19 $\pm$ 0,07	0,25 $\pm$ 0,26	0,28 $\pm$ 0,39
Vitamin C Plasma [μ mol/l]	66,2 $\pm$ 16,8	73,9 $\pm$ 22,6	88,8 $\pm$ 17,3	63,0 $\pm$ 22,4	68,1 $\pm$ 27,1	69,7 $\pm$ 13,6
Zink Plasma [μ mol/l]	11,8 $\pm$ 2,9	12,6 $\pm$ 1,4	12,9 $\pm$ 2,8	11,8 $\pm$ 2,9	12,6 $\pm$ 1,4	12,9 $\pm$ 2,75
Selen Plasma [μ mol/l]	0,79 $\pm$ 0,20	0,77 $\pm$ 0,12	0,69 $\pm$ 0,16	0,79 $\pm$ 0,20	0,77 $\pm$ 0,12	0,69 $\pm$ 0,16
Eisen Plasma [μ mol/l]	14,8 $\pm$ 3,5	15,6 $\pm$ 6,3	14,2 $\pm$ 4,7	16,7 $\pm$ 4,5	17,9 $\pm$ 7,0	16,4 $\pm$ 5,1
Magnesium Harn [mmol/mol Kreatinin]	0,31 $\pm$ 0,16	0,26 $\pm$ 0,13	0,32 $\pm$ 0,12	0,31 $\pm$ 0,16	0,26 $\pm$ 0,13	0,32 $\pm$ 0,12
Calcium Harn [μ mol/mol Kreatinin]	41,2 $\pm$ 31,8	30,4 $\pm$ 18,4	27,0 $\pm$ 19,3	41,2 $\pm$ 31,8	30,4 $\pm$ 18,4	27,0 $\pm$ 19,3

RA = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β -Carotin + 0,083 x mg β -Cryptoxanthin + 0,083 x mg α -Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α -Tocopherol + 0,25 x γ -Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α -EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Tabelle VI: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter innerhalb der supplementierten Gruppe getrennt nach Geschlecht und Alter (MW ± sd)

	Frauen			Männer		
	70-74 Jahre MW ± sd	75-79 Jahre MW ± sd	≥ 80 Jahre MW ± sd	70-74 Jahre MW ± sd	75-79 Jahre MW ± sd	≥ 80 Jahre MW ± sd
Vitamin A Plasma [µmol RÄ/l]	2,1 ± 0,7	1,8 ± 0,5	2,0 ± 0,49	2,9 ± 0,7	2,4 ± 0,3	2,1 ± 0,6
β-Carotin Plasma [µmol/l]	0,23 ± 0,12	0,33 ± 0,27	0,33 ± 0,18	0,29 ± 0,28	0,25 ± 0,20	0,33 ± 0,32
Vitamin D Plasma [nmol/l]	33,4 ± 12,8	34,0 ± 15,0	35,1 ± 13,4	40,0 ± 13,4	43,3 ± 13,4	46,8 ± 15,9
Vitamin E Plasma [µmol TÄ/l]	29,4 ± 5,9	31,3 ± 6,7	33,5 ± 7,0	39,7 ± 12,1	30,4 ± 11,7	28,9 ± 18,1
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,74 ± 0,7	0,42 ± 0,26	0,46 ± 0,38	1,1 ± 0,9	0,46 ± 0,27	0,56 ± 0,10
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	15,4 ± 8,1	17,6 ± 10,5	13,5 ± 4,8	10,4 ± 3,3	21,3 ± 26,1	9,8 ± 2,1
TPP-Effekt [%]	15,8 ± 5,9	12,8 ± 5,1	12,5 ± 5,0	11,8 ± 4,7	12,0 ± 7,9	6,8 ± 4,0
FAD Plasma [nmol/l]	39,5 ± 9,6	41,4 ± 12,8	38,3 ± 7,9	36,4 ± 8,9	40,6 ± 6,7	31,2 ± 5,6
FAD-Effekt [%]	28,4 ± 7,6	18,5 ± 8,8	15,9 ± 7,9	19,4 ± 11,0	32,0 ± 12,8	33,4 ± 15,1
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	53,8 ± 22,0	117,1 ± 179,1	66,7 ± 47,1	67,6 ± 38,2	126,2 ± 239,4	43,6 ± 8,4
EGOT	1,8 ± 0,2	1,5 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,6 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,7 ± 0,2
Folsäure Plasma [µg/l]	6,1 ± 3,0	12,2 ± 11,3	12,7 ± 6,7	18,5 ± 13,6	10,5 ± 7,0	6,5 ± 4,9
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,22 ± 0,09	0,25 ± 0,23	0,4 ± 0,58	0,19 ± 0,07	0,37 ± 0,47	0,15 ± 0,03
Vitamin C Plasma [µmol/l]	69,3 ± 16,3	86,3 ± 13,1	90,2 ± 17,7	77,1 ± 18,9	74,6 ± 31,1	76,0 ± 4,0
Zink Plasma [µmol/l]	10,7 ± 3,8	12,6 ± 1,5	13,3 ± 3,1	13,0 ± 1,7	12,8 ± 1,3	12,2 ± 1,2
Selen Plasma [µmol/l]	0,87 ± 0,19	0,79 ± 0,17	0,67 ± 0,16	0,80 ± 0,17	0,85 ± 0,17	0,82 ± 0,2
Eisen Plasma [µmol/l]	13,8 ± 3,1	17,8 ± 6,3	12,8 ± 4,7	16,0 ± 3,6	17,7 ± 6,9	18,2 ± 0,4
Magnesium Harn [mmol/mol Kreatinin]	0,33 ± 0,15	0,29 ± 0,15	0,34 ± 0,1	0,25 ± 0,14	0,24 ± 0,13	0,29 ± 0,0
Calcium Harn [µmol/mol Kreatinin]	69,9 ± 68,6	54,5 ± 78,2	25,3 ± 18,5	48,0 ± 29,7	45,9 ± 48,7	38,8 ± 0,0

RÄ = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β-Carotin + 0,083 x mg β-Cryptoxanthin + 0,083 x mg α-Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α-Tocopherol + 0,25 x γ-Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α-EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

Tabelle VII: Übersicht der Vitamin und Mineralstoff Statusparameter innerhalb der nicht supplementierten Gruppe getrennt nach Geschlecht und Alter (MW $\pm$ sd)

	Frauen			Männer		
	70-74 Jahre MW $\pm$ sd	75-79 Jahre MW $\pm$ sd	≥ 80 Jahre MW $\pm$ sd	70-74 Jahre MW $\pm$ sd	75-79 Jahre MW $\pm$ sd	≥ 80 Jahre MW $\pm$ sd
Vitamin A Plasma [$\mu\text{mol RÄ/l}$]	2,0 $\pm$ 0,4	2,1 $\pm$ 0,6	2,0 $\pm$ 0,3	2,3 $\pm$ 0,5	2,3 $\pm$ 0,5	2,1 $\pm$ 0,4
β -Carotin Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	0,21 $\pm$ 0,10	0,25 $\pm$ 0,17	0,25 $\pm$ 0,02	0,20 $\pm$ 0,17	0,20 $\pm$ 0,13	0,19 $\pm$ 0,07
Vitamin D Plasma [nmol/l]	25,8 $\pm$ 6,4	25,9 $\pm$ 14,2	16,3 $\pm$ 4,1	29,9 $\pm$ 9,2	38,7 $\pm$ 11,9	35,6 $\pm$ 14,8
Vitamin E Plasma [$\mu\text{mol TÄ/l}$]	31,2 $\pm$ 7,8	28,2 $\pm$ 4,6	28,0 $\pm$ 2,9	29,4 $\pm$ 9,2	26,9 $\pm$ 7,7	27,7 $\pm$ 6,2
Vitamin K Plasma [nmol/l]	0,52 $\pm$ 0,36	0,73 $\pm$ 0,72	0,59 $\pm$ 0,65	0,50 $\pm$ 0,22	0,54 $\pm$ 0,39	0,58 $\pm$ 0,49
Vitamin B1 Plasma [nmol/l]	13,1 $\pm$ 4,9	12,7 $\pm$ 4,3	13,4 $\pm$ 2,5	11,0 $\pm$ 5,1	8,6 $\pm$ 2,0	11,8 $\pm$ 4,0
TPP-Effekt [%]	15,3 $\pm$ 5,1	16,9 $\pm$ 10,5	17,6 $\pm$ 4,6	17,0 $\pm$ 8,1	14,9 $\pm$ 4,6	18,3 $\pm$ 8,0
FAD Plasma [nmol/l]	39,9 $\pm$ 4,4	40,9 $\pm$ 10,0	33,9 $\pm$ 13,7	40,6 $\pm$ 8,8	43,0 $\pm$ 11,5	33,6 $\pm$ 5,7
FAD-Effekt [%]	24,7 $\pm$ 14,0	31,7 $\pm$ 18,5	30,5 $\pm$ 9,6	27,2 $\pm$ 8,9	28,1 $\pm$ 15,6	33,0 $\pm$ 9,2
Vitamin B6 Plasma [nmol/l]	51,0 $\pm$ 43,7	36,4 $\pm$ 16,1	48,6 $\pm$ 6,0	55,9 $\pm$ 46,3	34,7 $\pm$ 13,4	26,3 $\pm$ 17,1
EGOT	1,9 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,7	1,8 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,3
Folsäure Plasma [$\mu\text{g/l}$]	7,4 $\pm$ 5,1	6,5 $\pm$ 4,8	12,5 $\pm$ 7,2	5,6 $\pm$ 2,7	10,0 $\pm$ 6,0	6,2 $\pm$ 4,0
Vitamin B12 Plasma [nmol/l]	0,20 $\pm$ 0,06	0,18 $\pm$ 0,05	0,19 $\pm$ 0,05	0,15 $\pm$ 0,4	0,21 $\pm$ 0,11	0,15 $\pm$ 0,02
Vitamin C Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	63,6 $\pm$ 17,3	59,1 $\pm$ 23,1	85,1 $\pm$ 19,2	53,9 $\pm$ 20,0	57,7 $\pm$ 16,9	67,6 $\pm$ 15,3
Zink Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	12,7 $\pm$ 1,4	12,7 $\pm$ 1,3	11,8 $\pm$ 0,2	12,8 $\pm$ 1,7	13,0 $\pm$ 1,3	11,6 $\pm$ 1,0
Selen Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	0,72 $\pm$ 0,19	0,75 $\pm$ 0,08	0,74 $\pm$ 0,18	0,83 $\pm$ 0,14	0,73 $\pm$ 0,20	0,64 $\pm$ 0,17
Eisen Plasma [$\mu\text{mol/l}$]	15,7 $\pm$ 3,6	13,0 $\pm$ 5,3	17,8 $\pm$ 2,4	17,2 $\pm$ 5,0	18,2 $\pm$ 7,9	15,8 $\pm$ 5,8
Magnesium Harn [$\text{mmol/mol Kreatinin}$]	0,30 $\pm$ 0,17	0,23 $\pm$ 0,10	0,19 $\pm$ 0,05	0,23 $\pm$ 0,07	0,17 $\pm$ 0,03	0,20 $\pm$ 0,07
Calcium Harn [$\mu\text{mol/mol Kreatinin}$]	38,1 $\pm$ 15,7	31,0 $\pm$ 21,4	31,5 $\pm$ 24,8	32,1 $\pm$ 26,2	19,4 $\pm$ 14,7	20,2 $\pm$ 19,1

RÄ = Retinoläquivalente = 1 mg all-trans Retinol + 0,167 x mg β -Carotin + 0,083 x mg β -Cryptoxanthin + 0,083 x mg α -Carotin; TÄ = Tocopheroläquivalente = 1 mg α -Tocopherol + 0,25 x γ -Tocopherol; TPP = erythrozytäre Transketolase-Aktivität; FAD = Flavinadenindinucleotid; α -EGOT = Aktivierungskoeffizient der erythrozytären Glutamat-Oxalacetat-Transaminase

LEBENS LAUF

ANGABEN ZUR PERSON

Name Anna Brandtner
Geburtsdaten 17.03.1985, Mödling

SCHULE UND STUDIUM

seit 10/2004 Studium der Ernährungswissenschaften
an der Universität Wien
1999 – 2004 HLA in Baden
1995 – 1999 Wirtschafts – Hauptschule 1 in Berndorf
1991 – 1995 Volksschule in Pottenstein

PRAKTIKA

01.07.2008 – 25.07.2008
CaSa Leben im Alter, Marienheim Baden
06.09.2007 – 02.11.2007
Ernährungsinstitut Walleczek e.U., Wien
01.07.2007 – 31.07.2007
Zuckerforschung Tulln Ges.M.B.H., Tulln