



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Energie- und Nährstoffaufnahme von Osteoarthrosepatienten

angestrebter akademischer Grad

Magister/Magistra der Naturwissenschaften (Mag<sup>a</sup>. rer.nat.)

Verfasserin / Verfasser: Ulrike Bachmann  
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt): A 474 Ernährungswissenschaften  
Betreuerin / Betreuer: o. Univ.-Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa

Wien, im Dezember 2010



## **Danksagung**

Am Ende dieser Diplomarbeit möchte ich mir noch die Zeit nehmen um einigen Personen zu danken, die auf dem Weg durch das Studium immer an meiner Seite waren und mich unterstützt haben.

Ich möchte mich vor allem bei Herrn o. Univ.-Prof. Elmadfa für die Themenstellung und Betreuung dieser Diplomarbeit bedanken. Ein weiterer Dank geht an Frau Dr. Sabine Singer, dass auch sie mir die Gelegenheit gab, an ihrer Seite die Studie an der Universitätsklinik Innsbruck zu bearbeiten. Weiters möchte ich mich bei Frau Dr. Ingrid Singer bedanken, die immer für mich da war und mir bei Fragen immer eine große Hilfe war. Ein großer Dank geht an Frau Mag. Verena Nowak, da sie mir speziell in der finalen Phase der Diplomarbeit eine sehr große Hilfe war.

Ein großer Dank geht an meine Freundinnen aus der Studienzeit, da sie immer ein offenes Ohr für meine Probleme hatten aber auch besonders dafür, dass sie mich in schwierigen Zeiten immer motiviert haben.

Speziell möchte ich meinen Großeltern danken, die mich das ganze Studium hindurch unterstützt haben und immer an mich geglaubt haben.

Besonders bedanken möchte ich mich aber bei meinen Eltern und meinen Geschwistern, die in schwierigen Zeiten immer ein offenes Ohr für mich hatten, mich immer unterstützt haben und immer für mich da waren. Ohne euch wäre das alles nicht möglich gewesen!

Danke!

Die **Osteoarthritis und Lebensstil – Studie** wurde von der Universitätsklinik Innsbruck in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien durchgeführt.

### **Geschlechtsneutrale Formulierung**

Auf Grund der einfacheren Lesbarkeit dieser Diplomarbeit, wird auf die geschlechtsspezifische Formulierung, z.B. PatientInnen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichberechtigung grundsätzlich für beide Geschlechter.

## I. Inhaltsverzeichnis

<b>I. INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>I</b>
<b>II. ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>IV</b>
<b>III. TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>VI</b>
<b>IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>3</b>
2.1 Definition von Osteoarthritis .....	3
2.2 Nährstoffbedarf im Alter .....	5
2.3 Nahrungsenergie .....	6
2.3.1 Energiebedarf .....	7
2.3.2 Energieaufnahme von österreichischen Senioren .....	8
2.3.3 Definition von Übergewicht und Adipositas .....	9
2.3.4 Übergewicht und Adipositas bei österreichischen Senioren .....	11
2.3.5 Adipositas und Osteoarthritis .....	11
2.4 Wichtige Nährstoffe im Knochenstoffwechsel .....	13
2.4.1 Vitamin D .....	13
2.4.2 Vitamin K .....	16
2.4.3 Calcium .....	18
2.4.4 Phosphor .....	20
2.4.5 Osteoarthritis und Calciumphosphate .....	21
2.5 Osteoarthritis und körperliche Aktivität .....	23
<b>3 MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Osteoarthritis und Lebensstil-Studie .....	25
3.2 Methode .....	25
3.2.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie .....	26
3.2.2 Die Fragebögen .....	28

---

3.2.2.1	24-Stunden Ernährungsprotokoll.....	28
3.2.2.2	Aktivitätsprofil.....	29
3.2.3	<i>Auswertung der Ernährungsprotokolle</i> .....	31
3.2.3.1	Bundeslebensmittelschlüssel.....	32
3.2.3.2	Österreichische Nährwerttabelle.....	32
3.2.4	<i>Auswertung des Body Mass Index</i> .....	33
3.2.5	<i>Auswertung der Aktivitätsprofile</i> .....	33
3.2.6	<i>Codierung</i> .....	34
3.3	Statistische Auswertung.....	34
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION</b> .....	<b>36</b>
4.1	Soziodemographische Merkmale.....	36
4.1.1	<i>Alter und Geschlecht</i> .....	36
4.1.2	<i>Gruppenaufteilung</i> .....	38
4.1.3	<i>Anthropometrie</i> .....	39
4.2	Energieaufnahme.....	43
4.2.1	<i>Over- und Underreporting</i> .....	46
4.3	Nährstoffaufnahme.....	47
4.3.1	<i>Vitamin D</i> .....	47
4.3.2	<i>Vitamin K</i> .....	49
4.3.3	<i>Calcium</i> .....	50
4.3.4	<i>Phosphor</i> .....	51
4.4	Auswertung der Aktivitätsprofile.....	53
4.4.1	<i>Aktivität in jungen Jahren</i> .....	53
4.4.2	<i>Aktivität in mittleren Jahren</i> .....	55
4.4.3	<i>Aktivität im letzten Jahr</i> .....	56
4.4.4	<i>Vergleich aller drei Abschnitte</i> .....	58
4.4.4.1	<i>Over- und Underreporting</i> .....	59
<b>5</b>	<b>SCHLUSSBETRACHTUNG</b> .....	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY</b> .....	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>70</b>

<b>ANHANG</b> .....	<b>76</b>
<b>LEBENS LAUF</b> .....	<b>89</b>

## II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Darstellung einer ausgeglichenen Bilanz zwischen Nährstoffaufnahme und –bedarf [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] .....	5
Abb. 2 Vitamin D und Calcium-Homöostase [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] .....	14
Abb. 3 Vitamin K und seine Metaboliten [ELAMDFFA und LEITZMANN, 2004] .	16
Abb. 4 Ausschnitt Aktivitätsprofil.....	30
Abb. 5 Aufteilung des Gesamtkollektivs nach dem Geschlecht; n=102 .....	37
Abb. 6 Aufteilung der beiden teilnehmenden Gruppen auf das Geschlecht; n=102 .....	38
Abb. 7 Durchschnittlicher BMI der Studienteilnehmer auf das Geschlecht verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	39
Abb. 8 Durchschnittlicher BMI für das letzte Jahr der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102 .....	40
Abb. 9 Durchschnittlicher BMI, ermittelt durch Selbstangaben der Studienteilnehmer, für die drei Lebensabschnitte – in der Jugend, in mittleren Jahren und im letzten Jahr; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	41
Abb. 10 Verteilung des BMI der Studienteilnehmer nach der Anzahl der Fälle nach der Einteilung durch das NRC [NRC, 1989]; n=102.....	43
Abb. 11 Durchschnittliche Energieaufnahme in [kcal] der Studienteilnehmer auf das Geschlecht verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102 .....	44
Abb. 12 Durchschnittliche Energieaufnahme in [kcal] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	45
Abb. 13 Durchschnittliche Vitamin D-Aufnahme [ $\mu\text{g}$ ] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	49

---

Abb. 14 Durchschnittliche Calciumaufnahme [mg] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102 .....	51
Abb. 15 Durchschnittliche Phosphoraufnahme [mg] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	52
Abb. 16 Durchschnittliche Aktivität pro Jahr der Studienteilnehmer in der Jugend, verteilt auf die Osteoarthrosegruppe und die Referenzgruppe in Stunden; Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	54
Abb. 17 Durchschnittliche Aktivität der Studienteilnehmer jährlich in mittleren Jahren, auf die Osteoarthrosegruppe und die Referenzgruppe verteilt in Stunden; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102..	55
Abb. 18 Durchschnittliche Aktivität der Studienteilnehmer im letzten Jahr, auf die Osteoarthrosegruppe und die Referenzgruppe verteilt in Stunden; Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102.....	57
Abb. 19 Vergleich der durchschnittlichen Aktivität der Osteoarthrosegruppe und der Referenzgruppe, aufgeteilt in die Bereiche "junge Jahre, mittlere Jahre und letztes Jahr" in [h/Jahr]; n=102 .....	59

**III. Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Tägliche Energiezufuhr [MJ] bei österreichischen Senioren (n=423) [ELMADFA et al., 2008].....	8
Tab. 2 Einteilung des BMI für Personen über 55 Jahren nach National Research Council [NRC, 1989].....	10
Tab. 3 Einteilung des BMI ohne Berücksichtigung des Alters.....	10
Tab. 4 Ein- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie.....	26
Tab. 5 Aufteilung der Teilnehmer in Altersgruppen; n=102.....	37

**IV. Abkürzungsverzeichnis**

%	Prozent
/	gebrochen durch
=	ist gleich
>	größer als
µg	Mikrogramm
BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
D-A-CH	Deutschland – Österreich – Schweiz
g	Gramm
GU	Grundumsatz
HTEP	Hüftgelenks-Totalendoprothese
kcal	Kilokalorien
kg	Kilogramm
KTEP	Kniegelenks-Totalendoprothese
L	Liter
LDL	Low Density Lipoprotein
mg	Milligramm
MJ	Megajoule
N	Stickstoff
p	para
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
WHO	World Health Organisation
z.B.	zum Beispiel



## 1 Einleitung und Fragestellung

Die Kosten für medizinische Betreuung stiegen in den letzten Jahren immer weiter an. Ein Grund dafür ist eine immer älter werdende Gesellschaft, aber auch eine immer größer werdende Zahl an Zivilisationskrankheiten. Zu dem bereits bekannten metabolischen Syndrom mit viszeraler Adipositas, Hyperglykämie, Hypertriglyceridämie, einem verminderten HDL-Cholesterin und Hypertonie, kommen immer mehr Menschen, die von einer degenerativen Gelenkserkrankung wie einer Hüft- oder Kniegelenksarthrose betroffen sind. Im Jahr 2007 waren bereits 34 Mio. Menschen in den USA, Europa und in Japan an einer Osteoarthrose erkrankt [NEHRER, 2007].

Neben genetischer Prädisposition, dem weiblichen Geschlecht oder traumatisch bedingten Gelenksfehlstellungen haben aber auch Übergewicht und Adipositas einen sehr großen Einfluss auf die Entstehung einer Arthrose. Daher sollte gerade im Sinne einer Osteoarthrose-Prävention auf eine ausgewogene und altersgerechte Ernährung in Kombination mit moderater Bewegung geachtet werden [SCHWELLNUS et al., 2010].

Von Bedeutung sind in diesem Fall vor allem die Gesamtenergieaufnahme in Zusammenhang mit dem Body Mass Index, aber auch die Aufnahme von Nährstoffen, die für den Knochenstoffwechsel relevant sind. Ein zusätzlicher Einflussfaktor ist das Ausmaß an Bewegung über den gesamten Lebenszyklus und die Art der Bewegung, die man gemacht hat. Sportarten, welche die Gelenkbelastung erhöhen, stellen ein zusätzliches Risiko für die Entstehung einer Arthrose dar. Moderate Bewegung ist jedoch gerade in der Osteoarthrosetherapie ein wichtiger Faktor [SCHWELLNUS et al., 2010].

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, sowohl die Aufnahme von Nährstoffen, die für den Knochenstoffwechsel spezifisch sind, als auch die Gesamtenergieaufnahme von Osteoarthrose-Patienten genauer zu betrachten. Weiters soll untersucht werden, ob Personen, die an einer Arthrose des Hüft- oder Kniegelenks erkrankt sind, in früheren Jahren bzw. im letzten Jahr ein anderes Bewegungsmuster hatten, als Personen, bei denen keine Arthrose vorliegt.

In der vorliegenden Diplomarbeit ergeben sich aufgrund der Literatur folgende Fragestellungen:

- Hat die Gruppe der Osteoarthrosepatienten durchschnittlich einen höheren BMI als die Referenzgruppe?
- Hat die Gruppe der Osteoarthrosepatienten eine höhere Gesamtenergieaufnahme als die Referenzgruppe?
- Hat die Referenzgruppe durchschnittlich eine höhere Aufnahme der knochenspezifischen Nährstoffe?
- Hatte die Osteoarthrosegruppe in früheren Jahren mehr Bewegung als die Referenzgruppe?

## 2 Literaturübersicht

Im folgenden Kapitel möchte ich den Begriff der Osteoarthrose definieren, auf den Energiebedarf von Personen über 50 Jahren, sowie die wichtigsten Nährstoffe im Knochenmetabolismus wie Vitamin D, Vitamin K, Calcium und Phosphat eingehen.

Weiters werden die möglichen Zusammenhänge zwischen Adipositas bzw. einem erhöhten Body Mass Index, der körperlichen Aktivität und der Entwicklung einer Osteoarthrose erläutert.

### 2.1 Definition von Osteoarthrose

Der Begriff Osteoarthrose oder Arthrosis deformans, bedeutet die fortschreitende degenerative Erkrankung der peripheren Gelenke. Neben dem Knorpel sind auch noch andere Bestandteile des Gelenksverbandes wie z.B. die Kapsel, Ligamente oder der subchondrale Knochen betroffen. Die Ursache ist ein gestörtes Verhältnis zwischen der Gelenkbelastung und der Belastbarkeit des Gelenkknorpels. Im Vergleich zur Arthritis wird bei der Arthrose das Gelenk nicht über eine Entzündung verändert, sondern durch langsame, chronische Abnutzung. Am häufigsten betroffen sind Gewicht tragende Gelenke wie die Hüfte oder Knie [SCHWELLNUS et al., 2010].

Die Ursachen für die Entwicklung einer Arthrose sind vielfältig. Fortgeschrittenes Alter, weibliches Geschlecht, genetische Prädisposition, positive Familiengeschichte, ernährungsspezifische Faktoren oder Übergewicht können das Risiko für das Auftreten der degenerativen Gelenkserkrankung erhöhen [SCHWELLNUS et al., 2010].

Bei einer bereits diagnostizierten Arthrose wird je nach dem betroffenen Gelenk zwischen den verschiedenen Formen unterschieden: Coxarthrose (Hüftarthrose) oder Gonarthrose (Kniegelenksarthrose) oder bei Erkrankung kleinerer Gelenke, eine Arthrose der Finger- oder Zehengelenke. Es können aber auch noch andere Gelenke befallen sein. Die am häufigsten erkrankten Gelenke sind: Hüfte > Knie > Hand > Schulter > Fuß [REHART und LEHNERT, 2008].

Speziell Frauen haben, wahrscheinlich durch die Veränderungen des Hormonhaushaltes nach der Menopause, ein höheres Risiko an einer Osteoarthrose zu erkranken, als Männer [DING et al., 2007].

Die Österreichische Ärztezeitung berichtete im Jahr 2007, dass bei 70-80 % der über 70-Jährigen Knorpelschäden vorhanden sind, die in weiterer Folge zu degenerativen Gelenkserkrankungen führen können. Insgesamt waren im Jahr 2007 ca. 34 Mio. Menschen in den USA, Europa und in Japan an einer Osteoarthrose erkrankt. Bei einer Analyse von 31.516 Kniearthroskopien konnte festgestellt werden, dass bei einem Durchschnittsalter von 42 Jahren bei 62 % der Patienten Knorpelläsionen vorhanden waren [NEHRER, 2007].

### **Klassifikation der Osteoarthrose**

- primär idiopathisch
- sekundär
  - traumatisch – Fehlheilung, Gelenkfrakturen...
  - strukturell – Achsenfehlstellung, Instabilität...
  - kongenital, entwicklungsassoziiert
  - entzündlich – infektiös, rheumatisch, psoriatisch...
  - endokrin – Diabetes, Hyperparathyreoidismus
  - metabolisch – Hyperurikämie, Chondrocalcinose
  - systemisch – Hämophilie
  - neuropathisch
  - vaskulär – Nekrosen

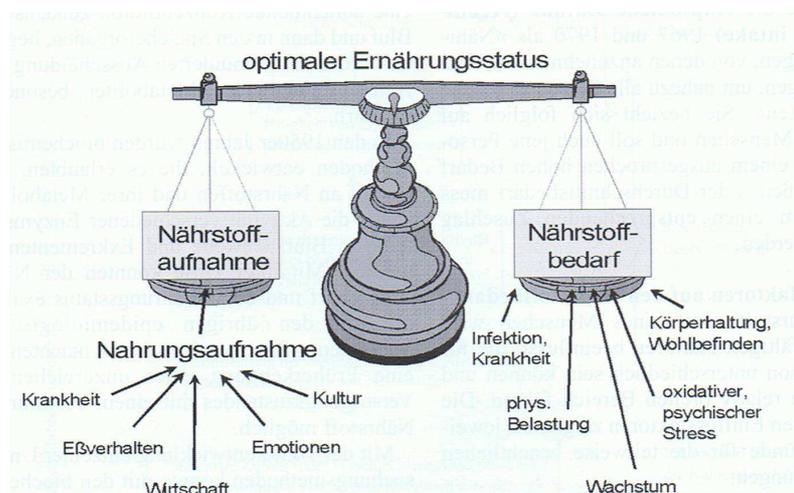
[NEHRER, 2007]

## 2.2 Nährstoffbedarf im Alter

Trotz des sinkenden Energiebedarfs bleibt der Nährstoffbedarf im Alter gleich bzw. erhöht sich im Fall von Vitamin D sogar leicht da im Alter die Fähigkeit der Haut zur Vitamin-D Bildung nachlässt. Ebenfalls geht man davon aus, dass sich ältere Menschen seltener in der Sonne aufhalten und dadurch die Bestrahlung der Haut mit Sonnenlicht verringert ist [MENEBRÖCKER, 2008].

Durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Bevölkerungsgruppe über 60 Jahren, mit noch sehr aktiven Personen auf der einen Seite, und Personen, die in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind auf der anderen Seite, ist in diesem Zusammenhang eine hohe Nährstoffdichte bei den ausgewählten Lebensmitteln von besonderer Bedeutung [STRUBE, 2006].

Bei vielen Senioren kommt es vor allem durch ein ungünstiges Ernährungsverhalten zu einer unzureichenden Versorgung mit Vitamin D, Folsäure, Calcium, Magnesium und speziell bei Männern, Vitamin A. Ist die Aufnahme gleich dem Bedarf ergibt sich eine ausgeglichene Bilanz zwischen Nährstoffaufnahme und –bedarf. Dieser optimale Ernährungsstatus ist in Abbildung 1 dargestellt.



**Abb. 1** Darstellung einer ausgeglichenen Bilanz zwischen Nährstoffaufnahme und –bedarf [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

### 2.3 Nahrungsenergie

Durch die immer steigende Lebenserwartung steigt auch das Bedürfnis vieler Menschen, bis ins hohe Alter aktiv und unabhängig zu bleiben und sich eine hohe Lebensqualität zu erhalten. Ein ausgewogener Ernährungsstatus ist dazu eine grundlegende Voraussetzung. Zur Aufrechterhaltung des Organismus und den damit zusammenhängenden physiologischen Grundfunktionen braucht es die laufende Energiezufuhr. Während in der Jugend und im Wachstum der Energiebedarf stetig zunimmt, nimmt im Alter, ca. ab dem 50. Lebensjahr, die benötigte Energiemenge ab [STRUBE, 2006].

Da Tiere und Menschen im Vergleich zu Pflanzen die benötigte Energie nicht durch Photosynthese selbst synthetisieren können, sind sie auf die Aufnahme von Energie durch die Nahrung angewiesen. Energieliefernde Nährstoffe sind Fett, Kohlenhydrat, Eiweiß und Alkohol. Die mit der Nahrung aufgenommene Energie wird in der Einheit Kalorie bzw. Kilokalorie (kcal) angegeben. Diese Einheit steht für die Energie, insbesondere die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 Kilogramm Wasser um 1 Grad zu erwärmen. Die international gebräuchliche Einheit ist jedoch das Joule (J) bzw. Kilojoule (kJ) oder Megajoule (MJ). Eine Kilokalorie entspricht demzufolge 4,184 Kilojoule ( $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$ ) [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

### 2.3.1 Energiebedarf

Der Energiebedarf eines Menschen setzt sich immer aus dem Grundumsatz und dem Leistungsumsatz zusammen. Der Grundumsatz ist die benötigte Energiemenge zur Aufrechterhaltung aller physiologischen Grundfunktionen. Der Leistungsumsatz wird durch die Summe der Nettoenergiemenge, die für eine messbare Leistung benötigt wird, definiert [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Die Höhe des Grundumsatzes ist vom Körpergewicht (KG), dem Alter sowie dem Geschlecht abhängig. Der Grundumsatz für einen Tag wird normalerweise mit 1 kcal pro kg Körpergewicht pro Stunde angegeben. Da Männer aufgrund einer anderen Körperzusammensetzung, z.B. geringerer Anteil an Körperfett im Verhältnis zum Körpergewicht, einen höheren Grundumsatz als Frauen haben wird in der Berechnung für Männer pauschal von einem um 10 % höheren Grundumsatz ausgegangen. Daher wird für Frauen in dieser Berechnung statt 1 kcal nur 0,9 kcal verwendet.

Daraus ergeben sich folgende Formeln

$GU = 24h \times KG \times 0,9 \text{ kcal für Frauen}$

$GU = 24h \times KG \times 1 \text{ kcal für Männer}$

[ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

Bei verschiedenen Personengruppen ist der Grundumsatz durch einen gesteigerten Energiebedarf erhöht. z.B. während der Schwangerschaft, bei Sportlern, bei einer Schilddrüsenüberfunktion oder während der Menstruation.

Der gesamte Tagesenergiebedarf ist hauptsächlich von der Intensität und Dauer der körperlichen Aktivität abhängig aber auch von der nahrungsinduzierten Thermogenese. Das bedeutet, dass es durch die Nahrungsaufnahme zu einer Steigerung des Energieumsatzes kommt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Im Alter sollte eine ausgewogene Ernährung immer das Ziel haben, die Lebensqualität zu erhalten bzw. zu verbessern, Mangelernährung zu verhindern, die psychische und physische Leistungsfähigkeit zu erhalten, sowie Krankheiten und Pflegebedürftigkeit vorzubeugen. Speziell im Alter sollte die Energiezufuhr individuell für jeden Menschen bestimmt bzw. beurteilt werden [ARENS-AZEVÊDO und BEHR-VÖLTZER, 2002].

Die Richtwerte für die Energiezufuhr bei einer geringen bis mäßigen körperlichen Belastung liegen für Frauen mit 51–65 Jahren bei 1800 kcal (7,4 MJ) und für gleichaltrige Männer bei 2200 kcal (9,2 MJ). Für Frauen über 65 Jahren liegt der Richtwert bei 1600 kcal (6,9 MJ) und für Männer bei 2000 kcal (8,3 MJ) [D-A-CH-REFERENZWERTE, 2000].

### 2.3.2 Energieaufnahme von österreichischen Senioren

Wie in Tab. 1 dargestellt wird, zeigt sich, dass in Österreich die empfohlenen Werte bei Frauen sowohl zwischen 55 und 65 Jahren als auch bei der Altersgruppe über 85 Jahren geringfügig überschritten wurden. Bei den österreichischen Männern zeigte sich laut Österreichischem Ernährungsbericht 2008, dass die empfohlene Zufuhr in allen Altersgruppen geringfügig nicht erreicht wurde [ELMADFA et al, 2008].

**Tab. 1:** Tägliche Energiezufuhr [MJ] bei österreichischen Senioren (n=423)  
[ELMADFA et al., 2008]

	<b>Gesamt</b>	<b>55-64 Jahre</b>	<b>65-74 Jahre</b>	<b>75-84 Jahre</b>	<b>&gt; 84 Jahre</b>
Frauen	7,3 MJ	7,8 MJ	6,9 MJ	7,0 MJ	7,8 MJ
Männer	7,9 MJ	8,5 MJ	8,0 MJ	7,0 MJ	8,4 MJ

Die Folgen einer dauerhaft negativen, aber auch positiven Energiebilanz können vielfältig und schwerwiegend sein. Eine langfristig zu geringe Energiezufuhr kann bei älteren, bereits geschwächten Personen zur Abnahme der Leistungsfähigkeit bis zur Unterernährung und in weiterer Folge zur Pflegebedürftigkeit führen. Eine zu hohe Energieaufnahme kann, bei verminderter körperlicher Aktivität, im Laufe der Zeit zu Adipositas führen [STRUBE, 2006].

Auch bei der Entwicklung einer Arthrose sowohl als auch bei der Osteoarthrose-Therapie spielt die Energieaufnahme eine wichtige Rolle. Auf die Zusammenhänge zwischen einem erhöhten Body Mass Index und einer Arthrose der gewichtstragenden Gelenke sowie einer verringerten Energieaufnahme zur Gewichtsreduzierung in der Osteoarthrosetherapie werde ich in einem eigenen Kapitel genauer eingehen.

### **2.3.3 Definition von Übergewicht und Adipositas**

Unter Übergewicht oder auch Adipositas versteht man ein zu hohes Körpergewicht im Verhältnis zur Körpergröße. Die Definition erfolgt durch den Body Mass Index (BMI).

$$\text{BMI} = \text{Körpergewicht} / \text{Körpergröße}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Die Einteilung in Untergewicht, Normalgewicht und Übergewicht kann beispielsweise nach Tabelle 2 erfolgen.

**Tab. 2** Einteilung des BMI für Personen über 55 Jahren nach National Research Council [NRC, 1989]

Klassifikation	BMI	
	55-64 Jahre	>65 Jahren
Untergewicht	< 23	< 24
Normalgewicht	23–28	24–29
Übergewicht	> 28	> 29

Im Vergleich dazu steht die Einteilung des BMI ohne Berücksichtigung des Alters. Diese Bewertung wird in Tabelle 3 dargestellt. In dieser Einteilung wird nicht berücksichtigt, dass der BMI aufgrund von Veränderungen der Körpergröße im Laufe des Lebens ansteigt. Daher werden die einzelnen Werte ab 55 sowie ab 65 Jahren angehoben [SORKIN, MULLER und ANDRES; 1999].

**Tab. 3** Einteilung des BMI ohne Berücksichtigung des Alters

Klassifikation	BMI	
	Männlich	weiblich
Untergewicht	< 20	< 19
Normalgewicht	20-25	19-24
Übergewicht	25-30	24-30
Adipositas	30-40	30-40
massive Adipositas	> 40	> 40

### **2.3.4 Übergewicht und Adipositas bei österreichischen Senioren**

Untersuchungen im Rahmen des Österreichischen Ernährungsberichtes aus dem Jahr 2008 zeigten, dass auch in der Gruppe der älteren Erwachsenen ein hoher Anteil an Personen nach NRC, 1989 als übergewichtig einzustufen war. Bei den über 55-jährigen waren 40 % als übergewichtig oder sogar als adipös einzustufen. Zwischen den beiden Geschlechtern konnte kein Unterschied festgestellt werden, es gab jedoch einen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Altersgruppen. Der größte Anteil an Übergewichtigen war mit 52 % bei den 55-64-jährigen, gefolgt von der Gruppe der 65-74-jährigen mit 40 % und den 75-84-jährigen. Mit nur 31 % an Übergewichtigen oder Adipösen war der Anteil bei der Gruppe der über 84-jährigen am geringsten.

Ein großer Unterschied konnte auch zwischen den österreichischen Regionen festgestellt werden. So zeigte sich, mit einem Anteil von 45 % an Übergewichtigen oder Adipösen in Ostösterreich und nur 29 % in Westösterreich, ein eindeutiges Ost-West-Gefälle [ELMADFA et al, 2008].

### **2.3.5 Adipositas und Osteoarthritis**

Neben den schon genannten möglichen Ursachen für das Erkranken an einer Osteoarthritis sind Übergewicht bzw. Adipositas die Hauptrisikofaktoren für die Entwicklung einer degenerativen Gelenkerkrankung an den gewichttragenden Gelenken Knie oder Hüfte. Im Vergleich zum Geschlecht oder einer genetischen Prädisposition sind Übergewicht oder Adipositas von den Patienten selbst beeinflussbar. Personen mit einem erhöhten BMI erkranken hauptsächlich an einer Gelenksarthritis des Knies [ENGELHARDT, 2003].

Coggon et al. [2001] untersuchten bereits im Jahr 2001 525 Männer und Frauen über 45 Jahren mit bereits diagnostizierter Kniegelenksarthrose und verglichen sie mit 525 Männern und Frauen in der Kontrollgruppe. Ermittelt wurde, ob es einen Zusammenhang zwischen Übergewicht und einer Kniearthrose gibt, speziell bei einer Prädisposition durch eine Arthrose in mehreren Gelenken, Gelenksgruppen oder einer Verletzung bzw. Behandlung am Knie. Sind einer oder mehrere dieser Risikofaktoren gemeinsam mit Übergewicht bzw. Adipositas vorhanden, ist auch das Risiko einer Kniearthrose besonders hoch [COGGON et al., 2001].

Auch der durchschnittliche BMI hat großen Einfluss auf die Entwicklung einer Kniegelenksarthrose. Personen mit einem durchschnittlichen BMI von über  $28,41 \text{ kg/m}^2$  haben ein 10 Mal höheres Risiko an einer Gelenksarthrose zu erkranken, als Personen mit einem BMI von unter  $22,86 \text{ kg/m}^2$ . Es kann gesagt werden, dass pro  $3,4 \text{ kg/m}^2$  BMI-Anstieg, ein doppelt so großes Risiko für die Entstehung einer Arthrose vorliegt [VREZAS et al., 2010].

## 2.4 Wichtige Nährstoffe im Knochenstoffwechsel

### 2.4.1 Vitamin D

Vitamin D zählt zu den fettlöslichen Vitaminen und gehört aufgrund seiner regulierenden Funktion im Calcium- und Phosphatstoffwechsel zu den wichtigen Nährstoffen im Knochenstoffwechsel. Eine unzureichende Zufuhr von Vitamin D ist auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen. Schlechte Ernährung aber auch eine ungenügende Sonnenbestrahlung können die Ursache einer Vitamin D-Hypovitaminose sein [WOLFF et al., 2008].

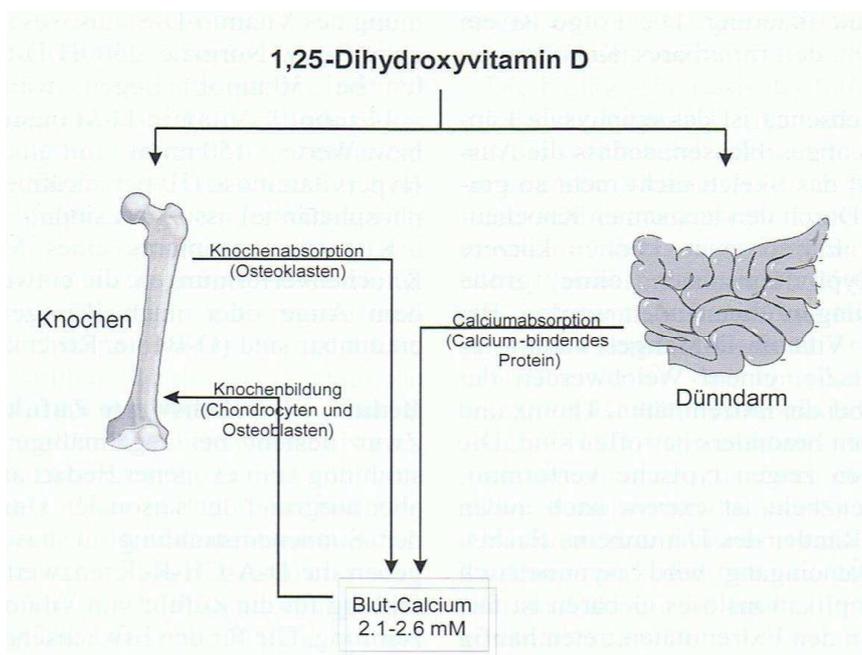
Die Vitamin D-Familie umfasst Verbindungen, die alle Vitaminaktivität besitzen. Die beiden wichtigsten Moleküle sind das Ergocalciferol (Vitamin D<sub>2</sub>) und das Cholecalciferol (Vitamin D<sub>3</sub>), welche dieselbe Aktivität besitzen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Vitamin D<sub>2</sub> und Vitamin D<sub>3</sub> werden über die Nahrung aufgenommen. Zusätzlich ist der menschliche Körper aber auch zur Biosynthese von Vitamin D durch die Bestrahlung der Haut mit Sonnenlicht fähig. Über das aus Cholesterin gebildete 7-Dehydrocholesterin wird unter UV-Strahlung das Provitamin D<sub>3</sub> gebildet. Dieses wird über das Prävitamin D<sub>3</sub> zu Vitamin D<sub>3</sub> isomerisiert. In der Leber werden Vitamin D<sub>2</sub> und Vitamin D<sub>3</sub> durch die 25-Hydroxylase zu 25-Hydroxycalciferol umgewandelt, welches auch die Speicherform des Vitamin D im Fettgewebe und in der Skelettmuskulatur darstellt. Vitamin D, welches mit der Nahrung aufgenommen wird, wird in Chylomikronen eingebaut und so über das Lymphsystem in die Leber transportiert, wo es, gleich wie das vom Körper synthetisierte Vitamin D, hydroxyliert wird. Erst durch eine zweite Hydroxylierung in der Niere wird das 25-Hydroxycalciferol in die aktive Form, das 1,25-

Dihydroxycholecalciferol, umgewandelt. Dieses wird in die Zielorgane transportiert, bindet dort an spezifische Rezeptoren und löst die biologischen Reaktionen aus [BIESALSKI et al., 2004].

Die wichtigste Funktion von Vitamin D ist die Aufrechterhaltung der Calcium- und Phosphathomöostase und in weiterer Folge die Mineralisation von Knochen und Zähnen [WOLFF et al., 2008].

Vitamin D fördert die Aufnahme von Calcium und Phosphat in den Darm sowie die Rückabsorption von Calcium über die Niere. Um eine ausreichende Calciumkonzentration zu gewährleisten, wird bei reduziertem Plasmaspiegel Calcium aus den Knochen freigesetzt, was zu einer erhöhten Osteoklastenaktivität und somit zu einem Abbau der Knochenmatrix führt. 1,25-Dihydroxycholecalciferol fördert bei ausreichender Calciumversorgung wiederum die Bildung von Osteocalcin durch Osteoblasten wo es durch die Differenzierung von Chondrozyten zur Knochenbildung kommt Diese sogenannte Vitamin D und Calcium-Homöostase wird in Abbildung 2 dargestellt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].



**Abb. 2** Vitamin D und Calcium-Homöostase [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

Ein Mangel an Vitamin D äußert sich bei Kindern hauptsächlich in Form von Rachitis und Wachstumsverzögerung. Bei Erwachsenen führt ein chronischer Vitamin D Mangel zu unzureichender Mineralisierung der Knochen und in weiterer Folge zu Osteomalazie, Osteopenie bzw. Osteoporose und einem erhöhten Frakturrisiko [HOLICK und CHEN, 2008].

Eine unzureichende Versorgung mit Vitamin D hat in erster Linie eine ungenügende Knochenmineralisation zur Folge. Zusätzlich beeinflusst Vitamin D aber noch den Stoffwechsel des Knorpels. Daher kann eine ungenügende Zufuhr von Vitamin D in weiterer Folge auch zu einem vermehrten Auftreten von Osteoarthrosen führen. Zu den Zusammenhängen zwischen dem Vitamin D Status und dem Auftreten einer Osteoarthrose gibt es jedoch unterschiedliche Ansichten. In einer Studie die 2007 von Felson et al. durchgeführt wurde, konnten keine Zusammenhänge zwischen dem Vitamin D Status und der Entwicklung einer Osteoarthrose gefunden werden [FELSON et al., 2007].

Bei der im Jahr 2009 von Chaganti et al. durchgeführten Untersuchung zu den Zusammenhängen zwischen dem Vitamin D-Gehalt im Serum und dem weit verbreiteten Auftreten von Hüftosteoarthrosen bei älteren Männern konnte jedoch eine zweimal höhere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Hüftarthrose bei Männern mit einer ungenügenden Vitamin D Versorgung nachgewiesen werden [CHAGANTI et al., 2010].

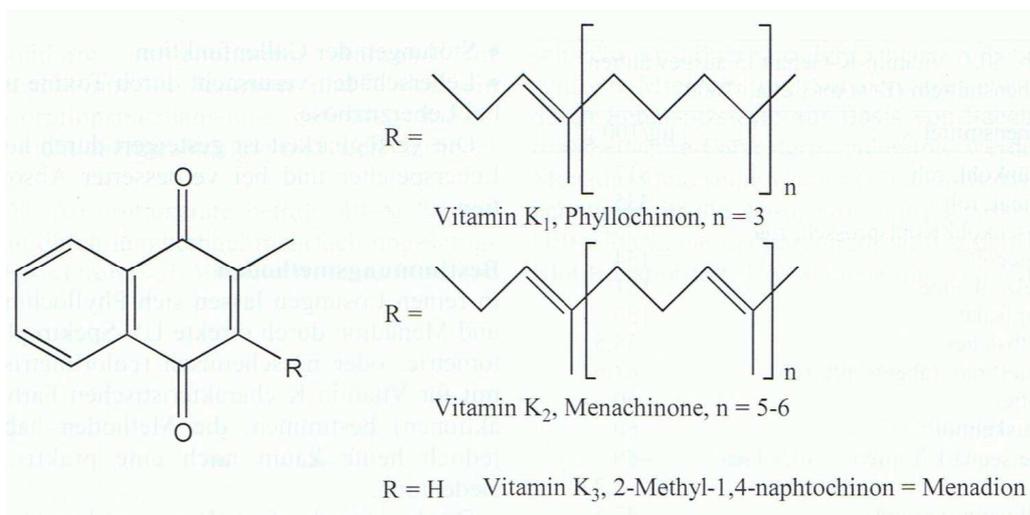
Die Zufuhrempfehlung für die Aufnahme von Vitamin D liegt für Frauen und Männer über 51 Jahren bei 5 µg pro Tag und steigt bei Senioren über 65 Jahren auf 10 µg pro Tag [D-A-CH REFERENZWERTE 2000].

Dem Österreichischen Ernährungsbericht aus dem Jahre 2008 zufolge, liegt die durchschnittliche Aufnahme von Vitamin D aus der Nahrung bei den Senioren in allen Altersklassen unter den empfohlenen Werten. Insgesamt konnten die Empfehlungen nur zu einem Viertel erreicht werden. Speziell die Gruppe der

75-84-jährigen erreichte mit nur durchschnittlich 1,96 µg pro Tag eine sehr geringe Zufuhr an Vitamin D [ELMADFA et al., 2008].

## 2.4.2 Vitamin K

Vitamin K gehört, wie Vitamin A, D und E, zu den fettlöslichen Vitaminen, die gemeinsam mit Fett absorbiert werden. Insgesamt gibt es bis zu 100 Verbindungen mit Vitamin K-Wirksamkeit die sich nur durch die lipophile Seitenkette am Naphtochinon-Grundgerüst und dem unsubstituierten, aromatischen Ring unterscheiden. Für den menschlichen Körper sind hauptsächlich Vitamin K<sub>1</sub> – α-Phyllochinon, Vitamin K<sub>2</sub> – Menachinon und Vitamin K<sub>3</sub> – Menadion von Bedeutung. Vitamin K<sub>1</sub> und K<sub>2</sub> kommen ausschließlich in pflanzlichen Lebensmitteln vor, Vitamin K<sub>3</sub> kann nur synthetisch hergestellt werden und ist in fester Form toxisch. Den größten Anteil an Vitamin K in der Ernährung liefert grünes Blattgemüse. Die chemische Struktur vom Vitamin und seinen Metaboliten wird in Abbildung 3 dargestellt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].



**Abb. 3** Vitamin K und seine Metaboliten [ELAMDFFA und LEITZMANN, 2004]

Vitamin K wird gemeinsam mit Fett absorbiert und über Chylomikronen über die Lymphe zur Leber transportiert. Dort wird es in Lipoproteine eingebaut und im Blut durch LDL-Partikel transportiert. Diese binden an Membranrezeptoren und setzen Vitamin K in die Zielzellen frei [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Durch die Anwesenheit von Vitamin K und Vitamin K-abhängigen Proteinen in den Knochen konnte schon früh angenommen werden, dass Vitamin K auch im Knochenstoffwechsel eine wichtige Rolle spielt. Die wichtigste Funktion von Phyllochinon im Knochenmetabolismus ist seine Beteiligung an der Bildung der Vitamin K-abhängigen Proteine Osteocalcin und dem Matrix- $\gamma$ -Carboxyglutamat-Protein. Osteocalcin wird in den Osteoblasten produziert und reguliert die Knochenmineralisation. Seine Bildung wird von Vitamin D reguliert, ist jedoch nicht vollständig davon abhängig. Matrix-  $\gamma$ -Carboxyglutamat-Protein kommt sowohl in den Knochen als auch im Knorpel vor und tritt in der Calcifikation früher auf, als das Osteocalcin. Weiters sind Vitamin K-abhängige Proteine und die entsprechenden Enzyme mit dem Vorliegen von Calcium verbunden. Vitamin K ist zusätzlich auch an der Bildung von verschiedenen Blutgerinnungsfaktoren wie z.B. Prothrombin oder Prokonvertin beteiligt [SHEA und BOOTH, 2007].

Neogi et al. veröffentlichten im Jahr 2008 die Ergebnisse ihrer 3 Jahre andauernden, doppel-blind kontrollierten Untersuchung zu dem Thema "Vitamin K in hand osteoarthritis". Die Patienten wurden in 2 Gruppen eingeteilt, die Behandlungsgruppe und die Kontrollgruppe, und erhielten über den gesamten Zeitraum entweder eine gewisse Menge an Phyllochinon über ein Multivitaminpräparat verabreicht, oder ein Präparat ohne Vitamin K. Zusätzlich wurde eine definierte Menge an Calcium und Vitamin D eingenommen. Die Ergebnisse der Studie konnten keine Zusammenhänge zwischen einer Vitamin K Supplementation und dem Auftreten einer Osteoarthrose der Hand aufzeigen [NEOGI et al., 2008].

Eine zweite Studie, die ebenfalls von Neogi et al. im Rahmen der Framingham Offspring Studie durchgeführt wurde, bei der die Zusammenhänge zwischen einem geringen Vitamin K-Plasma Spiegel und dem Auftreten einer Osteoarthritis in Händen oder Knien untersuchte, konnte eine erhöhte Prävalenz für die Erkrankung an einer Arthrose bei reduziertem Vitamin K-Plasma Spiegel feststellen [NEOGI et al., 2006].

Die empfohlene Zufuhr von Vitamin K liegt für Frauen über 50 Jahren bei 65 µg pro Tag und für Männer über 50 Jahren bei 80 µg pro Tag [D-A-CH REFERENZWERTE 2000].

Die Aufnahme von Vitamin K lässt sich aufgrund der schwierigen analytischen Bestimmung des Vitamins in Lebensmitteln sowie auch der Unsicherheit über die Synthese durch Bakterien im Darm nur schwer ermitteln. Daher wird im Kapitel 4 "Ergebnisse und Diskussion" auf die Ergebnisse von Vitamin K nicht näher eingegangen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

### **2.4.3 Calcium**

Ca. 99 % des im menschlichen Körper vorkommenden Calciums sind in Knochen und Zähnen gespeichert. Der Rest ist in extrazellulären und intrazellulären Flüssigkeiten enthalten. Wichtige Funktionen von Calcium sind neben der Mineralisierung von Zähnen und Knochen auch seine Rolle als second messenger, sowie die Kontraktion von Herzmuskel und Skelettmuskel und die Blutgerinnung [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Die Absorption von Calcium erfolgt entweder im Duodenum und Jejunum als aktiver, steuerbarer Transport oder über eine passive Aufnahme im gesamten Darm. Die Resorptionsrate wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Eine

verminderte Absorption von Calcium wird durch einen Vitamin-D-Mangel, eine Oxalat-, Phytat- oder ballaststoffreiche Nahrung oder eine exzessive Phosphatzufuhr verursacht, wodurch es auch zu Mineralablagerungen kommen kann. Die Problematik dieser Kristallarthropathien wird in einem eigenen Kapitel genauer dargestellt. Positiv auf die Absorption wirken sich v.a. Vitamin D, verschiedene Zucker oder Aminosäuren und Fruchtsäuren, wie z.B. Citrat, aus [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Da Calcium der mengenmäßig wichtigste Mineralstoff im menschlichen Körper für den Aufbau von Knochen und Zähnen ist, sollte bereits im Kindes- und Jugendalter auf eine ausreichende Calciumversorgung für das intensive Knochenwachstum geachtet werden, um spätere Krankheiten am Skelettsystem wie z.B. Osteoarthritis vorzubeugen. Bis zum Alter von 30 Jahren überwiegen Knochenbildungsprozesse, die mit dem Erreichen der maximalen Knochenmasse (peak bone mass) abgeschlossen sind. Je größer die peak bone mass, desto geringer ist das Risiko in späteren Jahren an Osteoarthritis zu erkranken. Ist aber das Knochenwachstum abgeschlossen, kann eine Calcium-Supplementation in späteren Jahren eine zu geringe Knochendichte nicht mehr ausgleichen [BIESALSKI et al., 2004].

Die Aufrechterhaltung einer konstanten Calcium-Konzentration im Bereich der Calcium-Homöostase wird über Hormone wie das Parathormon geregelt. Bei einem Abfall von Calcium-Ionen im Plasma reagiert das Parathormon. In der Niere wird daraufhin aktives Vitamin D gebildet. Parathormon und Vitamin D können durch Aktivierung von Osteoklasten Calcium und Phosphat aus den Knochen mobilisieren. Gleichzeitig wird die Rückresorption von Calcium in die Zelle gefördert. Bei einem Anstieg des Blut-Calcium-Spiegels und einem erhöhten Calcium- und Phosphatangebot wird die Osteoklastenaktivität gehemmt und das Knochenwachstum durch den Einbau von Calcium wieder angeregt [THEWS, MUTSCHLER und VAUPEL, 1999].

Eine unzureichende Calciumzufuhr kann durch die großen Speicher im Skelett lange ausgeglichen werden. Bei langfristiger mangelhafter Calciumversorgung kann es zu Muskelkrämpfen, Blutgerinnungsstörung und einer unzureichenden Calcifizierung des Skeletts kommen [BIESALSKI et al., 2004].

Für Erwachsene über 20 Jahren wird für eine ausreichende Versorgung mit Calcium eine Zufuhr von 1000 mg Calcium pro Tag empfohlen. Das entspricht auch den Zufuhrempfehlungen für Personen über 51 Jahren [D-A-CH REFERENZWERTE 2000].

Die Aufnahme von Calcium bei österreichischen Senioren war laut dem Österreichischen Ernährungsbericht 2008 jedoch nur unzureichend. Die Empfehlung für die Calciumzufuhr wurde durchschnittlich nur zu zwei Dritteln erreicht. Die höchste Aufnahme war bei Frauen über 84 Jahren mit 748 mg pro Tag zu verzeichnen, was jedoch immer noch unter der Empfehlung lag [ELMADFA et al., 2008].

#### **2.4.4 Phosphor**

Phosphor kommt im Körper zum größten Teil (ca. 85 %) als Calciumphosphat und Hydroxylapatit vor und bildet die festen Knochen- und Zahnstrukturen. Der Rest findet sich in weichen Gewebestrukturen und zu ca. 1 % im Blut [BIESALSKI et al., 2004].

Die Absorption von Phosphor wird, ähnlich wie Calcium, von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Phytinsäure und Mineralien wie Eisen oder Aluminium verschlechtern die Aufnahme von Phosphor aus der Nahrung. Aktives Vitamin D wiederum steigert die Absorption. Phosphorverbindungen führen unterschiedliche Funktionen im Körper aus. Calciumphosphat und Hydroxylapatit sind für die

festen Knochen- und Zahnstrukturen zuständig, organische Phosphorverbindungen führen Funktionen im Energiestoffwechsel aus. Anorganisches Phosphat bildet den intrazellulär wirksamen Phosphatpuffer zur Aufrechterhaltung des pH-Wertes [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

Die Regulierung des Phosphat-Haushaltes ist sehr eng mit der Calcium-Homöostase verbunden wobei der Plasmaphosphatspiegel wesentlich größeren Schwankungen als der Plasmacalciumspiegel unterliegt. Bei einem zu hohen Plasmaphosphatspiegel wird durch das aktivierte Parathormon mehr Phosphat über die Niere ausgeschieden. Weiters wird bei einer zu hohen Phosphatkonzentration die Bildung von Vitamin D gehemmt und so die Absorption von Phosphat aus dem Darm sowie die Phosphatmobilisierung aus den Knochen reduziert woraufhin der Plasmaphosphatspiegel sinkt [THEWS, MUTSCHLER und VAUPEL, 1999].

Die Empfehlung für die Phosphorzufuhr liegt für Frauen und Männer über 51 Jahren bei 700 mg Phosphor pro Tag [D-A-CH REFERENZWERTE 2000].

Ähnlich wie Calcium spielt auch Phosphor in der Jugend bis zum Erreichen der Peak Bone Mass eine wichtige Rolle. In letzter Zeit wird Calcium gemeinsam mit Phosphor in Zusammenhang mit Gelenksarthrosen vor allem in Form von kristallinen Mineralablagerungen, sogenannten Kristallarthropathien, eine wichtige Rolle, daher wird auf dieses Thema in einem eigenen Kapitel eingegangen.

#### **2.4.5 Osteoarthrose und Calciumphosphate**

Calcium und Phosphor haben ihre Funktionen hauptsächlich während der Jugend im Aufbau der Knochenstruktur, bis zum Erreichen der maximalen Knochenmasse. Im Bereich der degenerativen Gelenkserkrankungen, zu denen die

Osteoarthrose zählt, oder entzündlichen Gelenkserkrankungen wie z.B. der Arthritis, spielen Ablagerungen von Mineralisationen eine immer größere Rolle. Die Kristallarthropathie beschreibt eine pathologische Veränderung eines Gelenks bei der sich durch Kristallisation aus Lösungen Minerale bilden. Generell sind 4 verschiedene Klassen von Mineralien mit Kristallarthropathien verbunden:

- basische Calciumphosphate
- Calciumpyrophosphatdihydrat
- Harnsäurekristalle
- Calciumoxalate

[FUERST et al., 2009a]

In den letzten Jahren wurde in der Literatur speziell die Verbindung von basischen Calciumphosphaten mit einer Osteoarthrose im Knie beschrieben. Die genauen Zusammenhänge zwischen der degenerativen Gelenkserkrankung und dem Auftreten einer Kristallarthropathie sind auf Grund des schwierigen Nachweises noch nicht vollkommen geklärt. Es weisen jedoch schon mehrere Studien darauf hin, dass pathologische Mineralisationen in beinahe allen Patienten mit Hüft- oder Kniegelenksarthrosen auftreten. Oft wird das Vorhandensein der Calciumphosphate mit einem schwereren Verlauf der Krankheit und einer vermehrten Ergussbildung assoziiert. Das Auftreten bzw. der Nachweis ist dabei aber vor allem von der Empfindlichkeit der verwendeten Identifikationsmethode abhängig [FUERST et al., 2009b].

## 2.5 Osteoarthrose und körperliche Aktivität

Eine weitere Komponente in der Entwicklung einer Arthrose ist die Bewegung. In verschiedenen Studien wird körperliche Aktivität einerseits als Risikofaktor gesehen und andererseits als Therapie bei übergewichtigen oder adipösen Personen mit Gelenksarthrosen. Verschiedene Sportarten, wie z.B. Schifahren oder Fußball spielen, die mit einem erhöhten Risiko für Kniegelenksverletzungen einhergehen und auch die Gesamtbelastung für das Gelenk erhöhen, stellen einen Risikofaktor für die Entwicklung einer Arthrose dar. Im Gegensatz dazu steht moderate Bewegung um die Beweglichkeit der Gelenke zu erhöhen, Muskeln aufzubauen und Übergewicht zu reduzieren. In diesem Fall kann die Bewegung als Therapie und auch als Vorsorge für die Entstehung einer Gelenksarthrose gesehen werden [SCHWELLNUS et al., 2010].

Im Jahr 2010 veröffentlichten Vrezas et al. eine Studie, die neben dem Risikofaktor Alter auch die Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen Lifestyle Faktoren wie dem BMI und sportlichen Aktivitäten und der Prävalenz an Osteoarthrose zu erkranken, untersuchten. Es konnte eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen dem Alter und dem Auftreten einer Arthrose festgestellt werden. Personen über 65 Jahren hatten, verglichen mit unter 35-Jährigen, ein 19 Mal höheres Risiko, an einer Arthrose zu erkranken. Für jedes zusätzliche Lebensjahr steigt das Risiko für eine Kniegelenksarthrose um 8 %. Weiters wurde auch das Risiko einer Arthrose mit dem BMI in Verbindung mit körperlicher Belastung durch knien und kauern untersucht. So konnte bei Personen mit einem BMI über  $24,92 \text{ kg/m}^2$  und einer mittleren und hohen körperlichen Belastung ein 9 Mal so großes Risiko ermittelt werden [VREZAS et al., 2010].

Eine weitere Studie von Messier et al., aus dem Jahr 2004, geht speziell auf Bewegung und Gewichtsverlust zur Therapie bei übergewichtigen und adipösen älteren Personen mit Kniegelenksarthrose ein. *The Arthritis, Diet and Activity Promotion Trial (ADAPT)* war eine 18 Monate lang dauernde, randomisierte,

einfachblinde klinische Studie, bei der die Einflüsse von moderater Bewegung über den gesamten Studienzeitraum und ernährungsbedingtem Gewichtsverlust auf die Mobilität, die physiologische Funktion und die Schmerzen von älteren, übergewichtigen oder adipösen Patienten mit Kniegelenksarthrose untersucht wurde. Es wurde einerseits der Einfluss der Bewegung und des Gewichtsverlusts getrennt voneinander betrachtet aber auch die Kombination der beiden Faktoren [MESSIER et al., 2004].

Die Studie zeigte, wie schon einige Kurzzeit-Studien zuvor, dass ein Gewichtsverlust durch eine Diät gemeinsam mit moderater Bewegung die größten Erfolge bei der Verbesserung der physiologischen Funktionen und der Mobilität von Osteoarthrose-Patienten zeigt. Wurde die Ernährung mit einem Bewegungsprogramm kombiniert, konnten beständig bessere und klinisch relevantere Ergebnisse in den selbst berichteten physiologischen Funktionen erfasst werden, als bei einer Betrachtung von Ernährung oder Bewegung alleine. Weiters wurde berichtet, dass bei einer Kombination von Ernährung und Bewegung der Gewichtsverlust signifikant höher war als bei einer veränderten Ernährung alleine. Die Höhe des verlorenen Gewichts hing ebenfalls mit einer Verbesserung der Bewegungsfähigkeit, der Lebensfähigkeit und einer Verringerung der Osteoarthrose-bedingten Schmerzen zusammen. Die Gewichtsabnahme sollte jedoch immer in Verbindung mit Bewegung stattfinden, denn nur so waren signifikante Fortschritte zu erwarten [MESSIER et al., 2004].

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Osteoarthrose und Lebensstil-Studie**

Im Jahr 2008 wurde an der Universitätsklinik in Innsbruck in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien die Studie „Osteoarthrose und Lebensstil“ begonnen. Das Ziel dieser Studie war das Erkennen von Faktoren der Osteoarthrose, die durch den Lebensstil beeinflussbar sind. Es wurde mit Hilfe von Fragebögen ein Aktivitätsprofil der Patienten erstellt, die Gewichtsveränderungen über den Lebensverlauf dokumentiert, sowie ein Ernährungsprofil erstellt. Weiters wurde das Gewicht, die Größe sowie der Bauchumfang gemessen und Nüchternblut und Harn untersucht. Zusätzlich wurde eine Knochendichtemessung durchgeführt. Die Umsetzung der Studie wurde von der Ethikkommission in Innsbruck genehmigt.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden die Ergebnisse der Ernährungsprotokolle sowie Teile der Aktivitätsprofile ausgewertet.

#### **3.2 Methode**

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte an der Universitätsklinik in Innsbruck auf den orthopädischen Stationen. Es wurden Patienten, die zu einer Hüft- bzw. Kniegelenks-Totalendoprothese (HTEP, KTEP) aufgenommen wurden, befragt. Patienten, die nicht zu einer HTEP oder KETEP aufgenommen wurden und in den letzten drei Monaten weder Hüft- noch Knieschmerzen hatten, wurden für

die Kontrollgruppe befragt. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und die Befragung wurde anonym und unter Berücksichtigung des Datenschutzes durchgeführt. Der Zeitraum der Befragung war von November 2008 bis Juni 2009, wobei sich die Dauer der Befragung nach der Anzahl der Teilnehmer richtete. Ab Februar 2009 wurden die Teilnehmer sowohl über Ärzte in Innsbruck als auch über Inserate in Zeitungen rekrutiert. Es wurde eine Teilnehmerzahl von insgesamt 120 Patienten angestrebt (40 Personen mit HTEP, 40 Personen mit KTEP, 40 Personen für die Kontrollgruppe), wobei sich herausstellte, dass es sehr schwierig war, genügend Teilnehmer zu finden.

### 3.2.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie

**Tab. 4** Ein- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie

<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienten, die zu einer HTEP aufgenommen wurden</li> <li>• Patienten, die zu einer KTEP aufgenommen wurden</li> <li>• Patienten, die in den letzten drei Monaten weder Hüft- noch Knie-schmerzen hatten wurden in die Kontrollgruppe aufgenommen</li> <li>• Alter über 50 Jahre</li> <li>• Patienten, die bereits eine Hüft- oder Knieprothese hatten und für eine Prothese des anderen Gelenks gekommen waren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienten mit sekundärer Arthrose (posttraumatisch, postinfektiös, medikamentös durch langjährige Cortison- oder Chemotherapie, bei Hüfte Hüftdysplasie)</li> <li>• Patienten, die am betreffenden Gelenk bereits eine Operation hatten</li> <li>• Patienten, die geistig nicht in der Lage waren, die Fragen zu beantworten</li> <li>• Patienten, die sprachlich nicht in der Lage waren, die Fragen zu beantworten</li> </ul>

Insgesamt wurden 169 Patienten gefragt, ob sie an der Studie teilnehmen wollten. 66 Patienten durften entweder auf Grund von Kontraindikationen, die in den Ausschlusskriterien für die Teilnahme definiert waren, nicht teilnehmen, viele Patienten wollten aber auch nicht an der Studie teilnehmen, da die abgenommene Menge an Blut relativ groß war. Eine Patientin aus der Kontrollgruppe musste im Nachhinein aus der Studie genommen werden, da sie angab nicht an einer Arthrose zu leiden, aus der Krankenakte ging jedoch hervor, dass sie an einer Gelenksarthrose erkrankt war. Es konnten somit insgesamt 102 Patienten in die Studie aufgenommen und ausgewertet werden. Ein- und Ausschlusskriterien sind in Tab. 4 angegeben.

Das Körpergewicht sowie die Körpergröße und der Bauchumfang wurden mit einer Personenwaage bzw. mit einem Maßband gemessen. Die verwendete Waage war an der Universitätsklinik in Innsbruck auf der orthopädischen Station vorhanden. Es war eine Waage mit Drehzeiger und einer Genauigkeit im kg-Bereich. Das Maßband wurde ebenfalls von der Station verwendet und hatte eine mm-Genauigkeit.

Die Hälfte der Teilnehmer wurde befragt, die zweite Hälfte füllte den allgemeinen Fragebogen selbst aus bzw. wurde befragt.

### **3.2.2 Die Fragebögen**

Da in dieser Diplomarbeit nur das Ernährungsprotokoll und das Aktivitätsprofil ausgewertet werden, werden nur diese beiden Fragebögen beschrieben und es finden sich auch nur diese im Anhang. Zusätzlich werden nur die demographischen Daten wie Größe und Gewicht aus dem „Allgemeinen Fragebogen zum Ernährungs- und Gesundheitszustand“ verwendet.

#### **3.2.2.1 24-Stunden Ernährungsprotokoll**

Das Ernährungsprotokoll war ein 24-Stunden Protokoll. Es sollte die gesamte Menge der aufgenommenen Speisen und Getränke angegeben werden. Die Einteilung erfolgte in Frühstück, Vormittagsjause, Mittagessen, Nachmittagsjause, Abendessen und Spätmahlzeit. Für jede Mahlzeit sollte die tatsächlich aufgenommene Menge so genau wie möglich angegeben werden.

Zur Abschätzung der Portionsgrößen wurden Bilder mit Portionsgrößen aus dem EPIC-SOFT Fotobuch [SLIMANI und VALSTA, 2002] sowie der 2. Bayerischen Verzehrsstudie [HIMMERICH et al., 2004] dazugegeben.

Die Portionsgrößen wurden später bei der Dateneingabe in das Ernährungsprogramm auch über die Kalorienfibel 1 und 2 bestimmt [KIEFER et al., 2007; KIEFER et al., 2006].

In den Ernährungsprotokollen wurde speziell noch auf Getränke und Naschereien hingewiesen, da diese oft vergessen werden. Da jedoch ein Teil der Patienten interviewt wurden, konnte speziell nach Getränken oder Naschereien

nachgefragt werden und es bestand nicht die Gefahr, dass Lebensmittel vergessen wurden. Zusätzlich wurde am Ende des Protokolls gefragt, ob die Mahlzeiten „so wie immer“ waren, oder „anders als sonst“. Die Patienten hatten auch noch die Möglichkeit Besonderheiten dieses Tages zu protokollieren bzw. Bemerkungen oder Sonstiges anzugeben.

### **3.2.2.2 Aktivitätsprofil**

Das Aktivitätsprofil diente der Erfassung der körperlichen Aktivität im Laufe des Lebens der Patienten. Der Fragebogen war in jeweils fünf zeitliche Abschnitte unterteilt und es wurde nach der körperlichen Aktivität zu fünf verschiedenen Zeitpunkten gefragt:

- im letzten Jahr vor Teilnahme an der Studie
- zum Zeitpunkt der höchsten körperlichen Aktivität
- zum Zeitpunkt der geringsten körperlichen Aktivität
- während der Jugend (ca. 20 Jahre)
- im mittleren Alter (ca. 45 Jahre).

Zusätzlich war jeder Abschnitt in zwei Bereiche unterteilt: in den Bereich Sport und Freizeit, wo nach durchgeführten Sportarten gefragt wurde und in den Bereich Alltag und Beruf.

In den Bereich Sport und Freizeit fielen folgende Sportarten:

Gehen/Nordic Walking, Schwimmen, Radfahren in der Ebene mit geringer Anstrengung, Sportliches Radfahren in der Ebene, Radfahren in steilem, unwegsamem Gelände/Mountainbiken, Segeln, Eisstockschießen, Kegeln/Bowling/Billard, Joggen, Wandern, Eislaufen, Aerobics, Golfen, Gartenarbeit, Langlaufen, Skifahren, Fußball, Handball, Volleyball, Tennis, Krafttraining inkl. maximales Gewicht mit dem trainiert wurde, Leistungssport

In den Bereich Alltag und Beruf fielen folgende Tätigkeiten:

Liegen/Schlafen, Sitzende Tätigkeit, Gehen auf ebenem Gelände, Langes Stehen, Gehen über lange Strecken auf unebenem Gelände, Häufiges Bücken, Häufiges Hocken, Tragen schwerer Lasten, Schieben oder Ziehen schwerer Lasten, Kniende Tätigkeit

Innerhalb der Bereiche Sport und Freizeit bzw. Alltag und Beruf war die Dauer einer durchschnittlichen Einheit in Minuten bzw. Stunden pro Einheit einzutragen sowie die Häufigkeit der Einheiten in der Anzahl der Einheiten pro Tag, Woche, Monat und Jahr

Aktivität Freizeit	Durchschnittliche Dauer der Einheit		Häufigkeit der Tätigkeit			
	Minuten/ Einheit	Stunden/ Einheit	Einheiten/ Tag	Einheiten/ Woche	Einheiten/ Monat	Einheiten/ Jahr
Gehen/ Nordic Walking		<b>1</b>		<b>3</b>		
Schwimmen						
Radfahren in der Ebene mit geringer Anstrengung	<b>30</b>		<b>1</b>			

**Abb. 4** Ausschnitt Aktivitätsprofil

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt eines Aktivitätsprotokoll, eines Patienten, der dreimal in der Woche jeweils eine Stunde lang geht und einmal täglich eine halbe Stunde lang mit dem Rad in der Ebene mit geringer Anstrengung fährt.

### 3.2.3 Auswertung der Ernährungsprotokolle

Für die Berechnung der Nährstoffaufnahme der Osteoarthrose-Patienten wurden die Daten, die über das Ernährungsprotokoll erhoben wurden, über nut.s science (nutritional software) ausgewertet. nut.s science ist eine Software für die Codierung und Auswertung von Protokollen und die Berechnung von Rezepten [DATO DENKWERKZEUGE, Software, 2010 v. 1.29.].

nut.s science wurde in den letzten Jahren in Österreich entwickelt und soll die Auswertung von ernährungsepidemiologischen Studien, die oft eine sehr große Zahl an Studienteilnehmern haben, erleichtern.

Die Auswertung der Ernährungsprotokolle über nut.s science basiert auf verschiedenen Quellen als Datenhintergrund:

- Nährwerte und Portionsgrößen nach dem Bundeslebensmittelschlüssel inklusive österreichischen Synonymen (Version BLS II.3.1) [MAX RUBNER INSTITUT, 2005]
- Nährwerte und Portionsgrößen nach der Österreichischen Nährwerttabelle [DATO DENKWERKZEUGE, ÖNWT, 2010]
- Nährstoffverluste und Erhaltungsfaktoren nach Bognár und der USDA [BOGNÁR und PIEKARSKI, 2000], [USDA, 2003]
- D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr [D-A-CH REFERENZWERTE, 2000]

### 3.2.3.1 Bundeslebensmittelschlüssel

Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS) ist eine Lebensmittelnährwerttabelle und dient als Standardinstrument zur Auswertung von Ernährungsprotokollen im Rahmen von ernährungsepidemiologischen Studien.

Der BLS besteht aus folgenden drei Teilen:

- einem Schlüsselsystem, um die Lebensmittel eindeutig zu bestimmen, zu klassifizieren, zu identifizieren und die Verarbeitung, Zubereitung und einen etwaigen Gewichtsverlust zu definieren
- einer Datenbank mit berechneten und analysierten Inhaltsstoffen der einzelnen Lebensmittel
- einer Zusammenstellung von Gerichten und Menüfolgen aus Haushalt, Gastronomie und Gemeinschaftsverpflegung in Standardportionsgrößen [HARTMANN et al., 2005]

Im BLS sind insgesamt 138 Inhaltsangaben für die wichtigsten Lebensmittel am Markt erfasst. Der BLS ist so aufgebaut, dass Lebensmittel aus einer bestimmten Lebensmittelgruppe immer zusammengefasst sind. Jedes Lebensmittel wird durch einen siebenstelligen Code angegeben, der dieses eindeutig definiert [HARTMANN et al., 2005].

### 3.2.3.2 Österreichische Nährwerttabelle

Die Österreichische Nährwerttabelle ist wie der BLS eine Nährwertdatenbank und setzt sich nach demselben Prinzip wie der BLS zusammen, enthält aber ausschließlich österreichische Produkte.

Im Programm nut.s science, mit dem die Auswertung der Ernährungsprotokolle gemacht wurde, ist der BLS mit der Österreichischen Nährwerttabelle kombiniert, sodass die Ernährungsprotokolle mit beiden Nährwerttabellen analysiert wurden [DATO DENKWERKZEUGE, ÖNWT, 2010].

### **3.2.4 Auswertung des Body Mass Index**

Zur Klassifizierung des Körpergewichts in Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas wurde die Einteilung des National Research Councils herangezogen, da sich diese speziell auf vorliegende Altersgruppe beziehen [NRC, 1989]. Diese Einteilung des BMI wurde bereits im Kapitel 2 unter 2.3.3 Definition von Übergewicht und Adipositas, beschrieben. Die Schätzung der Körpergröße in der Jugend und in mittleren Jahren erfolgte nach dem Schema von Sorkin, Muller und Andres, 1999, die angaben, dass Frauen zwischen dem 30. und 70 Lebensjahr 5 cm und Männer 3 cm an Körpergröße verlieren. Ab dem 80. Lebensjahr verringert sich die Körpergröße bei Frauen um 8 cm und bei Männern um 5 cm [SORKIN, MULLER und ANDRES, 1999].

### **3.2.5 Auswertung der Aktivitätsprofile**

Die Auswertung des Aktivitätsprofils erfolgte nach der Gesamtanzahl der Stunden in denen die Patienten körperlich aktiv waren.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird auf die gesamte körperliche Aktivität im Bereich Sport und Freizeit im letzten Jahr, in mittleren Jahren und auch in jungen Jahren eingegangen.

### **3.2.6 Codierung**

Der Fragebogen, das Aktivitätsprofil, sowie das Ernährungsprotokoll wurden mit einer fortlaufenden Nummer bezeichnet, sodass eine anonyme Auswertung gewährleistet war. Gleichzeitig konnten die Fragebögen jedoch den Teilnehmern richtig zugeordnet werden.

### **3.3 Statistische Auswertung**

Für die statistische Auswertung wurde das Programm SPSS 15.0 verwendet (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Incorp., Chicago, USA). Die Grafiken wurden über das Programm Microsoft Excel 2010 erstellt. Die Vergleiche von Gruppen wurden, nach Prüfung auf die Erfüllung der Voraussetzungen wie Normalverteilung und Homogenität der Varianzen, mittels t-Test durchgeführt. Die Analyse von Zusammenhängen wurde über die Korrelation nach Pearson errechnet. Aufgrund der Erkenntnisse aus der Literatur wurde die Berechnung durch einseitige Tests durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte stets auf einem Signifikanzniveau von 5 %. Die Beurteilung der Nährstoffaufnahme wurde über die D-A-CH Referenzwerte durchgeführt. Die Aufnahme der Nährstoffe sollte, im Sinne der Prävention von ernährungsabhängigen Erkrankungen des Knochenstoffwechsels, im Bereich der Refe-

renzwerte liegen. Sie sollte jedoch unter dem „tolerable upper intake level“ (UL) liegen, um eine Überdosierung zu vermeiden. Der UL ist die kritische Obergrenze der Nährstoffaufnahme, über der es zu schädlichen Effekten kommen kann.

## **4 Ergebnisse und Diskussion**

### **4.1 Soziodemographische Merkmale**

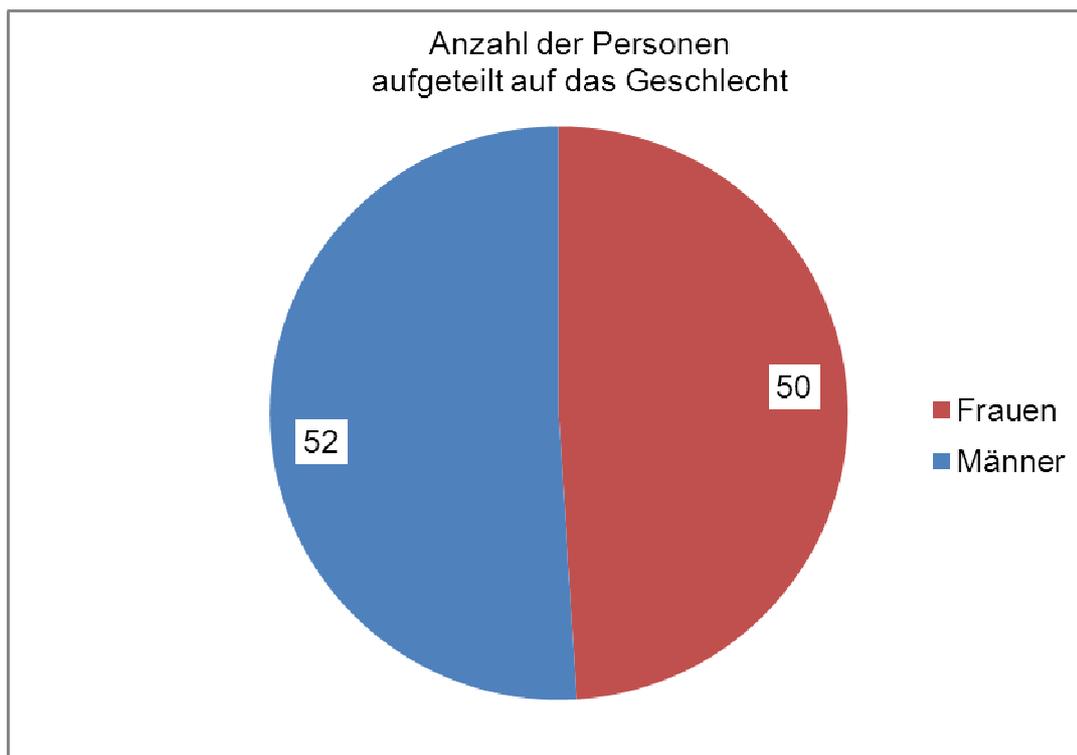
An der Untersuchung zum Thema „Osteoarthrose und Lebensstil“ nahmen im Zeitraum von Oktober 2008 bis Juli 2009 insgesamt 102 Personen im Alter von 51 bis 86 Jahren teil.

Die Personen wurden an der Universitätsklinik Innsbruck auf den orthopädischen Stationen, aber auch über Inserate in Zeitungen rekrutiert.

#### **4.1.1 Alter und Geschlecht**

Die Aufteilung der Probanden nach dem Geschlecht war sehr gleichmäßig. Es nahmen 50 Frauen und 52 Männer an den Befragungen teil.

Die meisten Teilnehmer waren zwischen 65 und 74 Jahren alt (50 Personen), 32 Personen aus der Altersgruppe von 50 bis 64 Jahren nahmen an der Studie teil und 20 Personen waren 75 Jahre und älter. Im Durchschnitt waren die Teilnehmer 67,3 Jahre alt. Standardabweichung betrug 8 Jahre. Die jüngsten Teilnehmer waren 51 Jahre alt, die älteste Teilnehmerin war 86 Jahre alt. In der folgenden Abbildung 5 wird die Aufteilung des Gesamtkollektivs nach dem Geschlecht dargestellt. Die Aufteilung der Teilnehmer in die unterschiedlichen Altersgruppen zeigt die Tabelle 5.



**Abb. 5** Aufteilung des Gesamtkollektivs nach dem Geschlecht; n=102

**Tab. 5** Aufteilung der Teilnehmer in Altersgruppen; n=102

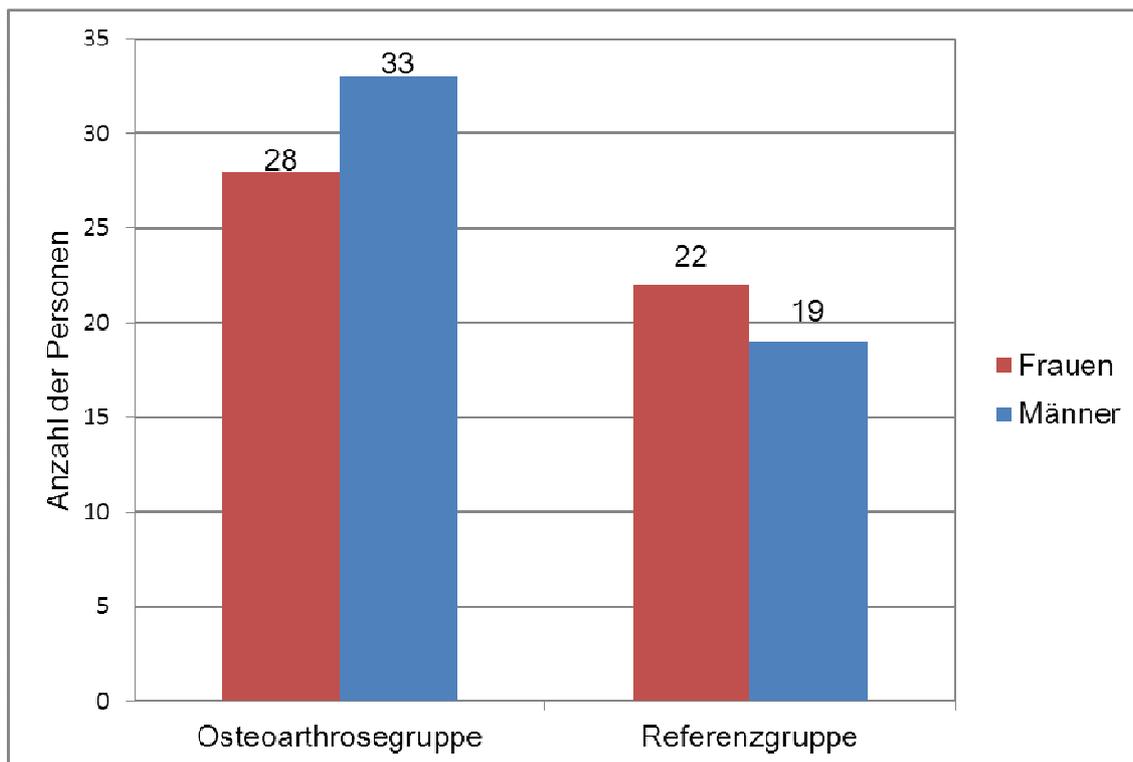
Alterskategorie	Anzahl der Personen	Anzahl der Personen in %
50-64	32	31,37
65-74	50	49,02
74-86	20	19,61

#### 4.1.2 Gruppenaufteilung

Das Gesamtkollektiv verteilte sich wie folgt auf die beiden Gruppen „Osteoarthrosegruppe“ und „Referenzgruppe“:

- 61 Personen in der Osteoarthrosegruppe
- 41 Personen in der Referenzgruppe

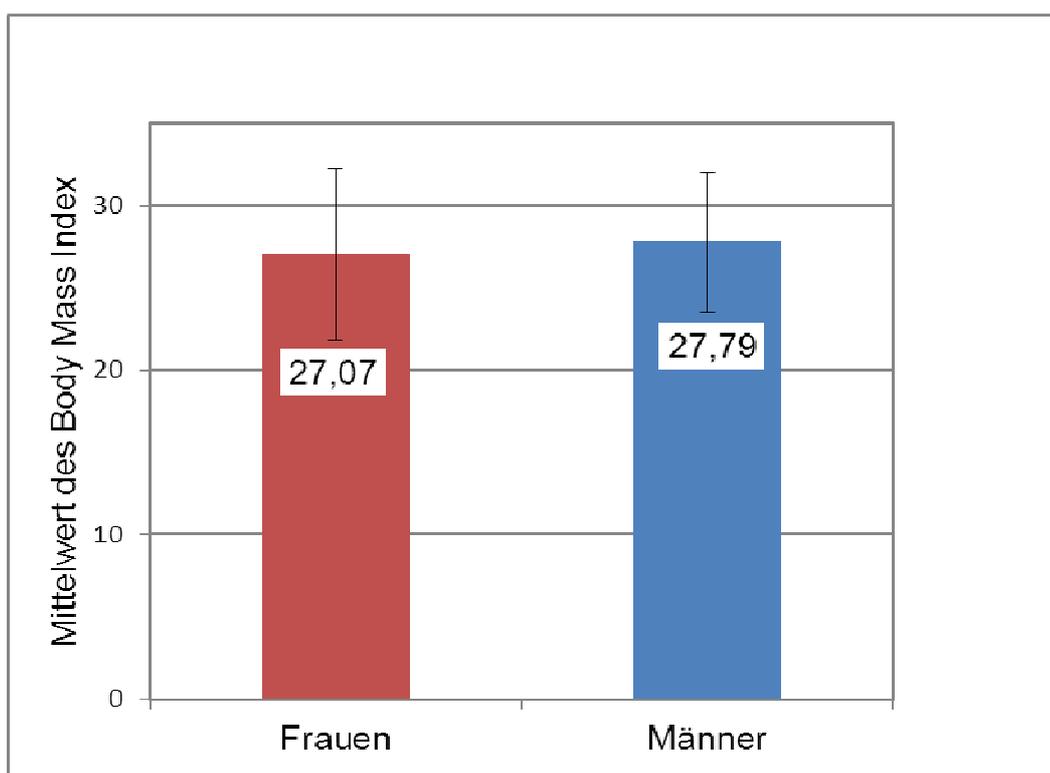
Wie in Abb. 6 dargestellt, fanden sich in der Osteoarthrosegruppe 28 Frauen und 33 Männer, die Referenzgruppe teilte sich in 22 Frauen und 19 Männer auf.



**Abb. 6** Aufteilung der beiden teilnehmenden Gruppen auf das Geschlecht;  
n=102

### 4.1.3 Anthropometrie

Die teilnehmenden Personen waren im Durchschnitt 1,69 m groß und wogen 78,2 kg. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher BMI von 27,44. Der BMI verteilte sich auf die beiden Geschlechter recht ausgewogen. Der durchschnittliche BMI der Frauen betrug 27,07 kg/m<sup>2</sup>, bei den männlichen Teilnehmern lag der BMI bei durchschnittlich 27,79 kg/m<sup>2</sup>. Die Standardabweichung lag bei Frauen bei 5,19 kg/m<sup>2</sup>, bei Männern bei 4,22 kg/m<sup>2</sup>. Abb. 7 zeigt den durchschnittlichen BMI der Studienteilnehmer sowie die Standardabweichung, auf Männer und Frauen verteilt.

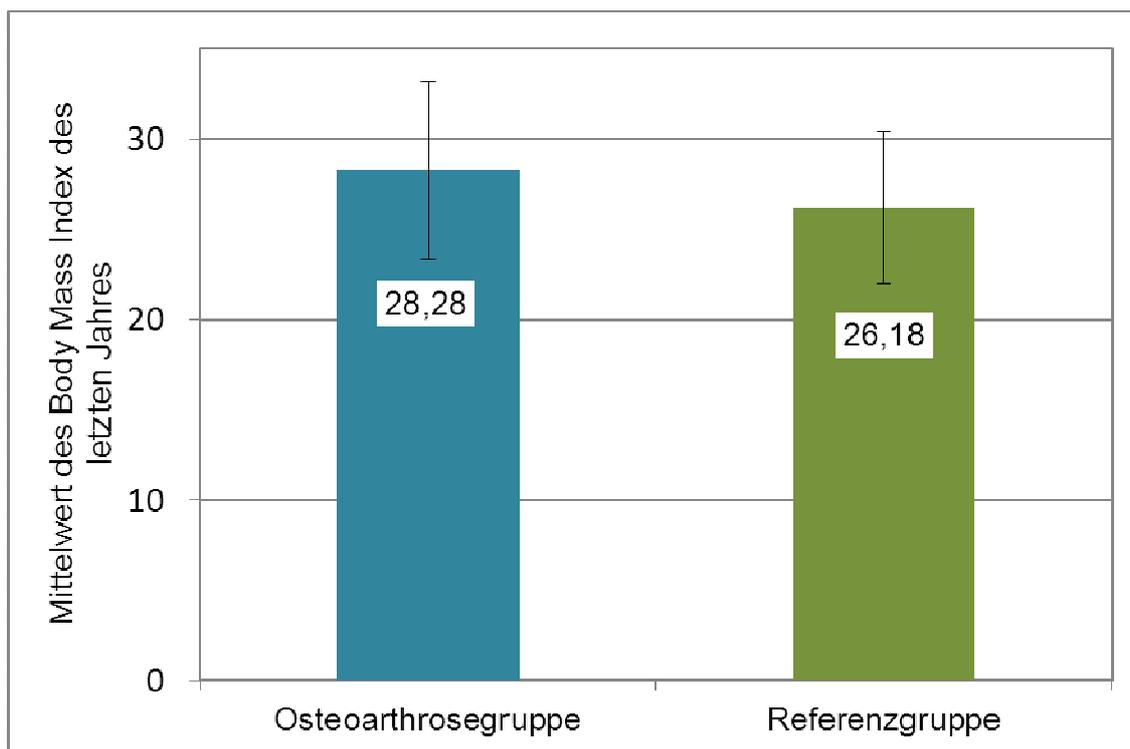


**Abb. 7** Durchschnittlicher BMI der Studienteilnehmer auf das Geschlecht verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102

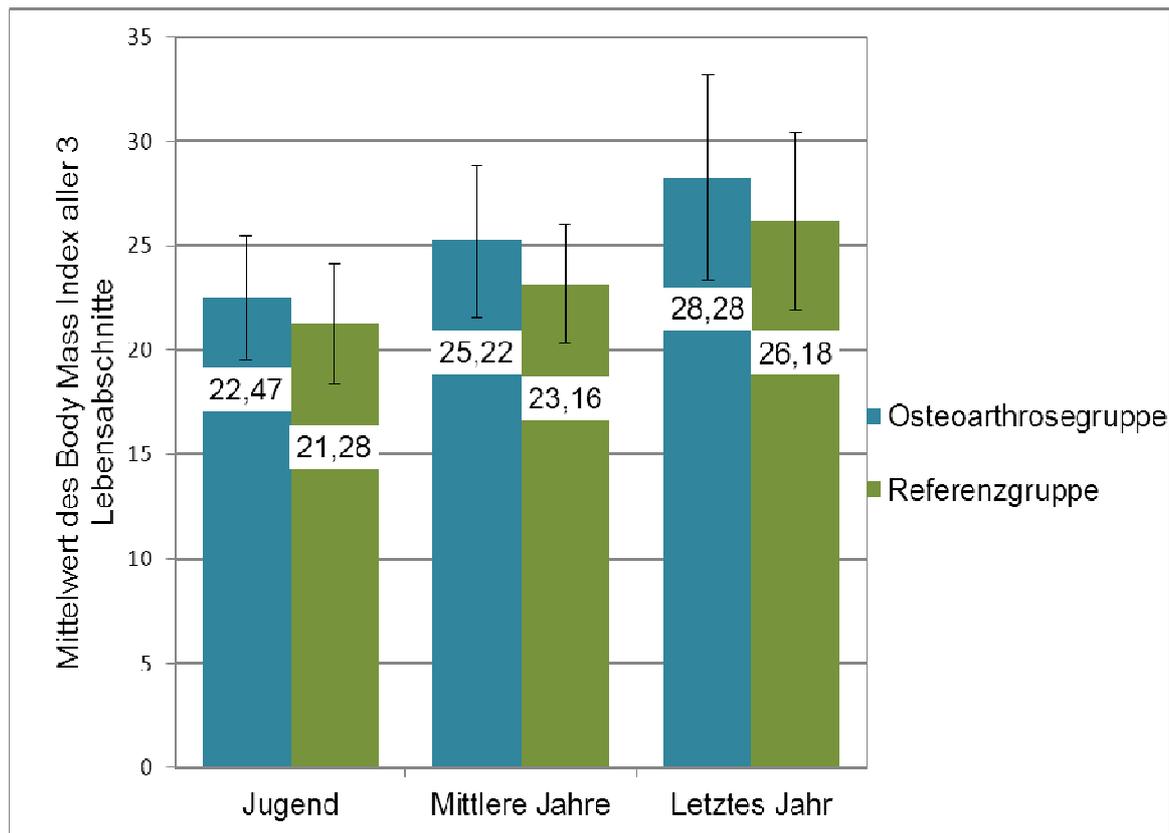
Der Unterschied des BMI zwischen den beiden Geschlechtern ist auf einem Signifikanzniveau von ,05 nicht signifikant ( $p=,445$ ).

Bei den beiden zu untersuchenden Gruppen war die Verteilung des durchschnittlichen BMI nicht so ausgewogen. Hier zeigte sich, dass der durchschnittliche BMI bei der Osteoarthrosegruppe um 2,1 Einheiten höher war als bei der Referenzgruppe. In Abb. 8 wird der durchschnittliche BMI der beiden unterschiedlichen Studiengruppen sowie die Standardabweichung dargestellt. Die Personen der Osteoarthrosegruppe hatten einen durchschnittlichen BMI von  $28,28 \text{ kg/m}^2$ . Die Referenzgruppe zeigte einen BMI von durchschnittlich  $26,18 \text{ kg/m}^2$ . Die Standardabweichung betrug in der Osteoarthrosegruppe  $4,91 \text{ kg/m}^2$  und in der Referenzgruppe  $4,25 \text{ kg/m}^2$ .

Ermittelt man den Unterschied im BMI zwischen den beiden Gruppen über den einseitigen t-Test, kann hier ein signifikanter Unterschied zwischen der Osteoarthrosegruppe und der Referenzgruppe festgestellt werden ( $p=,014$ ).



**Abb. 8** Durchschnittlicher BMI für das letzte Jahr der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar;  $n=102$



**Abb. 9** Durchschnittlicher BMI, ermittelt durch Selbstangaben der Studienteilnehmer, für die drei Lebensabschnitte – in der Jugend, in mittleren Jahren und im letzten Jahr; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102

In Abbildung 9 werden die Unterschiede des BMI der Patienten, aufgeteilt auf die beiden teilnehmenden Gruppen, in den drei Lebensabschnitten sowie die Standardabweichung dargestellt. Sowohl zwischen dem BMI in der Jugend und auch dem BMI in mittleren Jahren gibt es zwischen den beiden teilnehmenden Gruppen keinen signifikanten Unterschied.  $p(\text{Jugend})=,304$ ;  $p(\text{mittlere Jahre})=,4$ . Man kann jedoch deutlich erkennen, dass der BMI im Laufe des Lebens sowohl in der Osteoarthrosegruppe als auch in der Referenzgruppe stetig gestiegen ist, der BMI der Patienten mit Arthrose jedoch immer über dem BMI der Referenzgruppe lag.

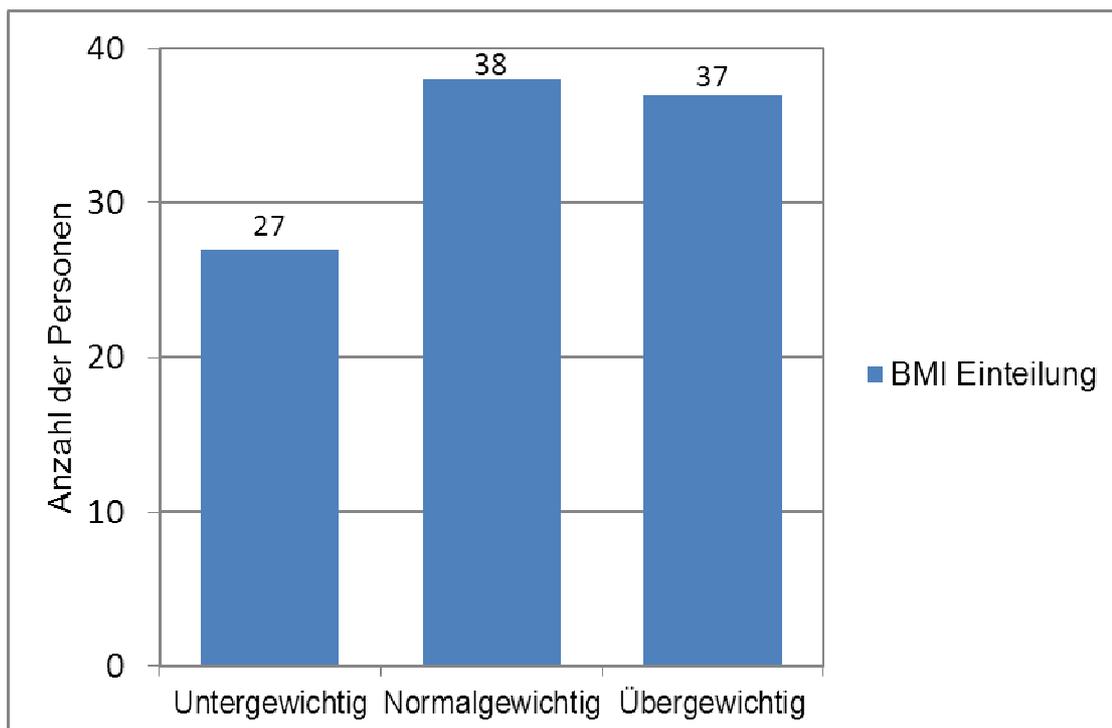
Im Allgemeinen Fragebogen zum Ernährungs- und Gesundheitszustand wurde zusätzlich nach dem Gewicht in der Jugend und auch in mittleren Jahren gefragt. Die Größe der Teilnehmer wurde jedoch nicht ermittelt. Daher wurde die

Größe nach Sorkin, Muller und Andres, 1999, geschätzt, um einen Vergleich der drei Lebensabschnitte machen zu können.

Die Unterschiede im BMI der beiden teilnehmenden Gruppen weisen darauf hin, dass bei einem erhöhten BMI das Risiko für die Entwicklung einer Arthrose höher ist als bei einem niedrigen BMI. Auch Brennan et al. weisen in ihrer Studie auf das erhöhte Osteoarthrosrisiko bei übergewichtigen Personen hin. Sie untersuchten die Zusammenhänge zwischen dem BMI, den Veränderungen des BMI im Laufe von 10 Jahren und einer Veränderung des Knochengewebes bei Frauen und kamen zu dem Ergebnis, dass auch im Erwachsenenalter ein erhöhter BMI ein größeres Risiko für die Entstehung einer Arthrose der Knie darstellt [BRENNAN et al., 2010].

Zusätzlich erhöht sich laut der Studie von Vrezas et al. das Osteoarthrosrisiko pro 3,4 kg/m<sup>2</sup> BMI-Anstieg auf das Doppelte [VREZAS et al., 2010].

Wie in Abb.10 dargestellt, waren von den 102 teilnehmenden Personen insgesamt 27 Patienten (26,47 %) als untergewichtig einzustufen, 38 Personen (37,25 %) waren normalgewichtig und 37 (36,27 %) waren übergewichtig. [NRC, 1989; WHO, 2003].



**Abb. 10** Verteilung des BMI der Studienteilnehmer nach der Anzahl der Fälle nach der Einteilung durch das NRC [NRC, 1989]; n=102

## 4.2 Energieaufnahme

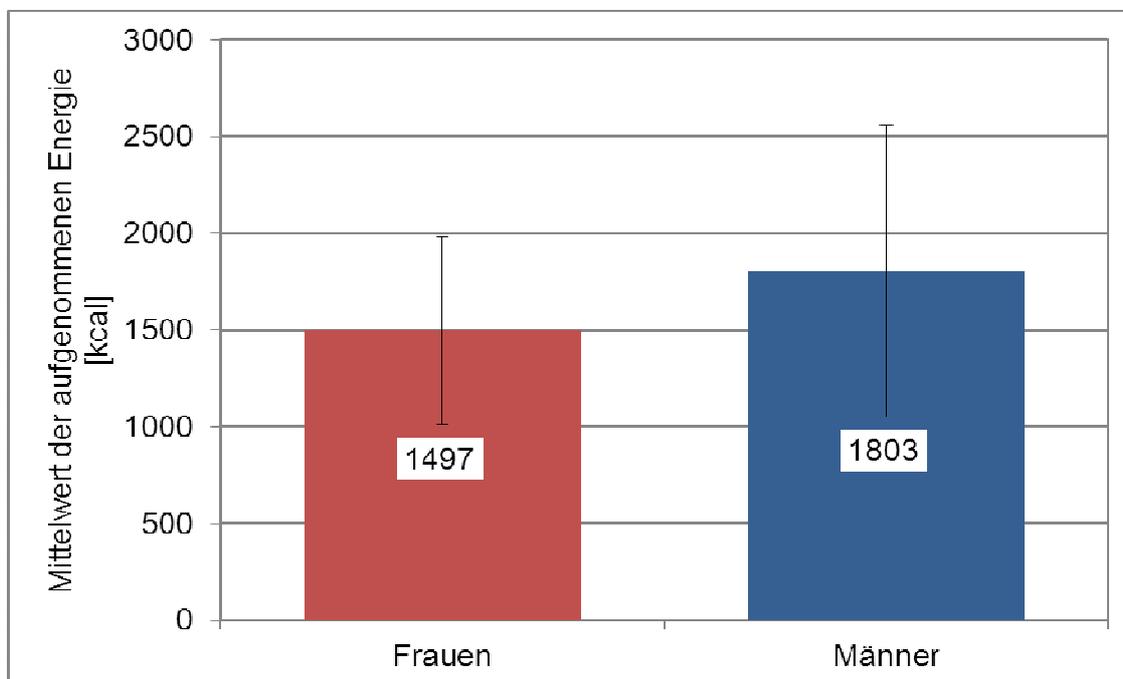
Für die Ermittlung der Energieaufnahme wurde ein 24-h-Schätzprotokoll gemeinsam mit den Probanden durch einen Interviewer oder von den Probanden alleine erstellt.

Die durchschnittliche Energieaufnahme der Teilnehmer lag für das Gesamtkollektiv bei 1653 kcal pro Tag. Dieser Wert liegt sowohl für Männer als auch für Frauen unter dem Richtwert für eine angemessene Energiezufuhr laut den D-A-CH-Referenzwerten. Das Minimum lag bei einer Gesamtenergieaufnahme von 516 kcal pro Tag (2,2 MJ), das Maximum lag bei 4360 kcal (18,3 MJ). Beide

Teilnehmer gaben jedoch nicht an, dass dieser Tag anders war als sonst, so dass dieser Tag für die beiden Teilnehmer nicht außergewöhnlich war.

Verglichen mit den Richtwerten für eine angemessene Energiezufuhr lagen die Frauen mit einer durchschnittlichen Energieaufnahme von 1497 kcal pro Tag unter den empfohlenen Werten von 1800 bzw. 1600 kcal. Auch die Männer erreichten mit durchschnittlich 1803 kcal den empfohlenen Richtwert von 2000 kcal nicht. Die Standardabweichung lag bei Frauen bei 485 kcal, bei Männern bei 754 kcal. Die durchschnittliche Energieaufnahme sowie die Standardabweichung von Männern und Frauen wird in Abb. 11 dargestellt.

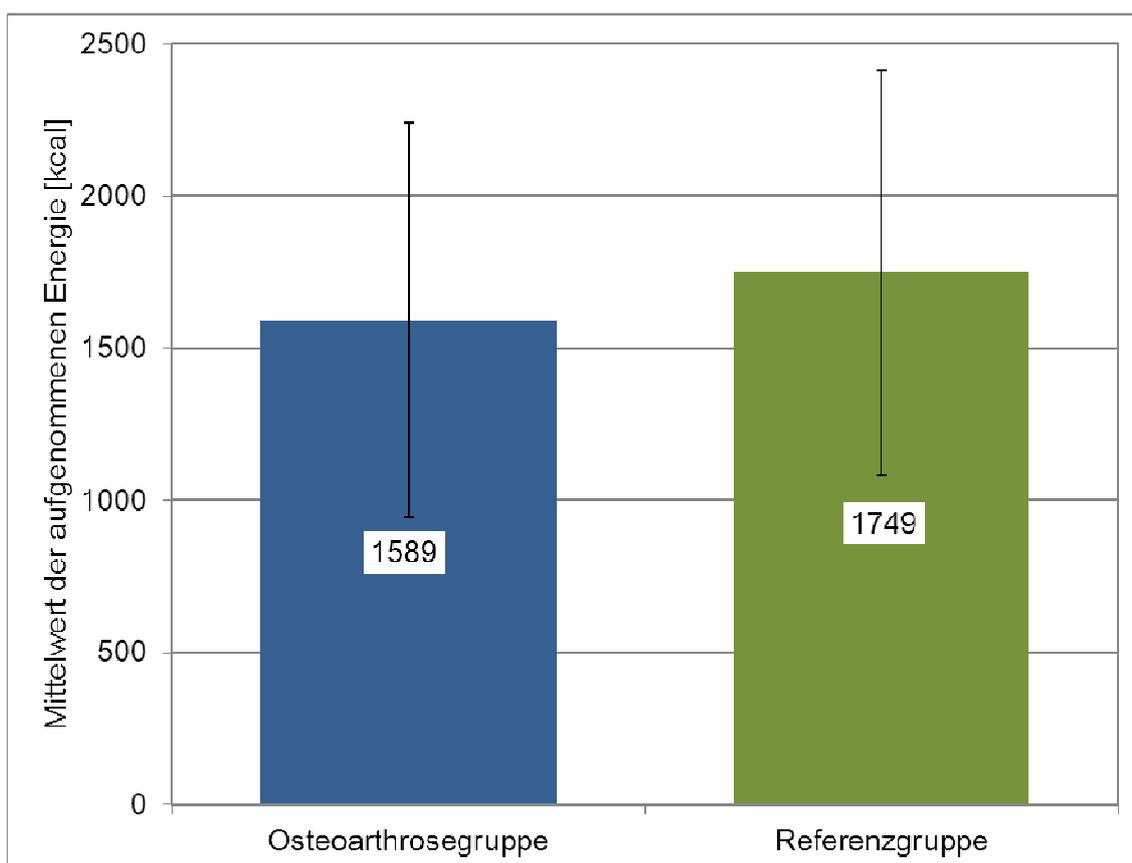
Zwischen den beiden Geschlechtern ergab sich ein Unterschied von 306 kcal und über den 2-seitigen t-Test für den Mittelwertvergleich kann ein signifikanter Unterschied zwischen der Gesamtenergieaufnahme bei Männern und Frauen festgestellt werden ( $p=,017$ ). Dieses Ergebnis war jedoch erwartungsgemäß, da Männer aufgrund einer anderen Körperzusammensetzung als Frauen bereits einen höheren Tagesenergiebedarf haben [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].



**Abb. 11** Durchschnittliche Energieaufnahme in [kcal] der Studienteilnehmer auf das Geschlecht verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar;  $n=102$

Bei der durchschnittlichen Gesamtenergieaufnahme, verteilt auf die beiden Patientengruppen, ergab sich für die Gruppe der Osteoarthrose-Patienten eine durchschnittliche Energieaufnahme von 1589 kcal und für die Probanden aus der Referenzgruppe eine durchschnittliche Aufnahme von 1749 kcal. Daraus kann man erkennen, dass die Gesamtenergieaufnahme der Referenzgruppe im Durchschnitt um 160 kcal höher war als die Energiezufuhr der Osteoarthrosegruppe. In der Osteoarthrosegruppe lag die Standardabweichung bei 648 kcal, in der Referenzgruppe bei 667 kcal. Die durchschnittliche Energieaufnahme sowie die Standardabweichung der beiden Gruppen wird in Abb. 12 dargestellt.

Es ergibt sich jedoch, bedingt durch den einseitigen t-Test, kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ( $p=,112$ ).



**Abb. 12** Durchschnittliche Energieaufnahme in [kcal] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar;  $n=102$

In der Osteoarthrosegruppe besteht zwischen dem BMI und der Gesamtenergieaufnahme ein signifikanter Zusammenhang,  $r = -,014$ ,  $p$  (einseitig) = ,457. Auch in der Referenzgruppe besteht zwischen dem BMI und der Gesamtenergieaufnahme auf einem Signifikanzniveau von ,05 ein signifikanter Zusammenhang,  $r = ,027$ ,  $p$  (einseitig) = ,433.

#### 4.2.1 Over- und Underreporting

Ein zusätzliches Problem der Ermittlung der Energieaufnahme durch Schätzprotokolle ist das over- und underreporten der Patienten. Die tatsächlich aufgenommene Menge an Lebensmitteln wird über- oder unterschätzt, es wird eine geringere bzw. größere Menge an Lebensmitteln als tatsächlich aufgenommen wurde, im Protokoll angegeben, woraus eine geringere bzw. höhere Energiezufuhr resultiert.

Es ist auch bekannt, dass Übergewichtige Personen anders protokollieren als Normalgewichtige und nicht alle verzehrten Lebensmittel im Protokoll angeben [BERG C et al., 2009]. Es besteht auch die Möglichkeit, dass Patienten mit einem erhöhten BMI sich nicht trauten, alle verzehrten Lebensmittel anzugeben, da ihnen im Krankenhaus, wo sie operiert wurden und auch die Studie durchgeführt wurde, gesagt wurde, sie müssten abnehmen.

Eine weitere Möglichkeit für eine geringere Energieaufnahme kann sein, dass die Patienten aufgrund der bevorstehenden Operation nervös waren und daher tatsächlich eine geringere Energieaufnahme als üblich hatten bzw. dass sie sich aufgrund des bereits erhöhten BMI "bewusster ernährten" um Gewicht zu verlieren.

Da die Entwicklung einer Osteoarthritis jedoch auch, wie in der Studie von Coggon et al. aus dem Jahr 2001 dargestellt wird, von der Energieaufnahme in früheren Jahren abhängig ist, kann man annehmen, dass die durchschnittliche Energiezufuhr in früheren Jahren in der Osteoarthritisgruppe größer war als in der Referenzgruppe. Es fehlen dazu jedoch Daten, die diese Annahme bestätigen würden [COGGON et al., 2001].

### **4.3 Nährstoffaufnahme**

In diesem Kapitel wird nur auf die durchschnittliche Aufnahme der Nährstoffe, die für den Knochenstoffwechsel relevant sind, eingegangen. Die Auswertung der Nährstoffaufnahme bezieht sich vorwiegend auf die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

#### **4.3.1 Vitamin D**

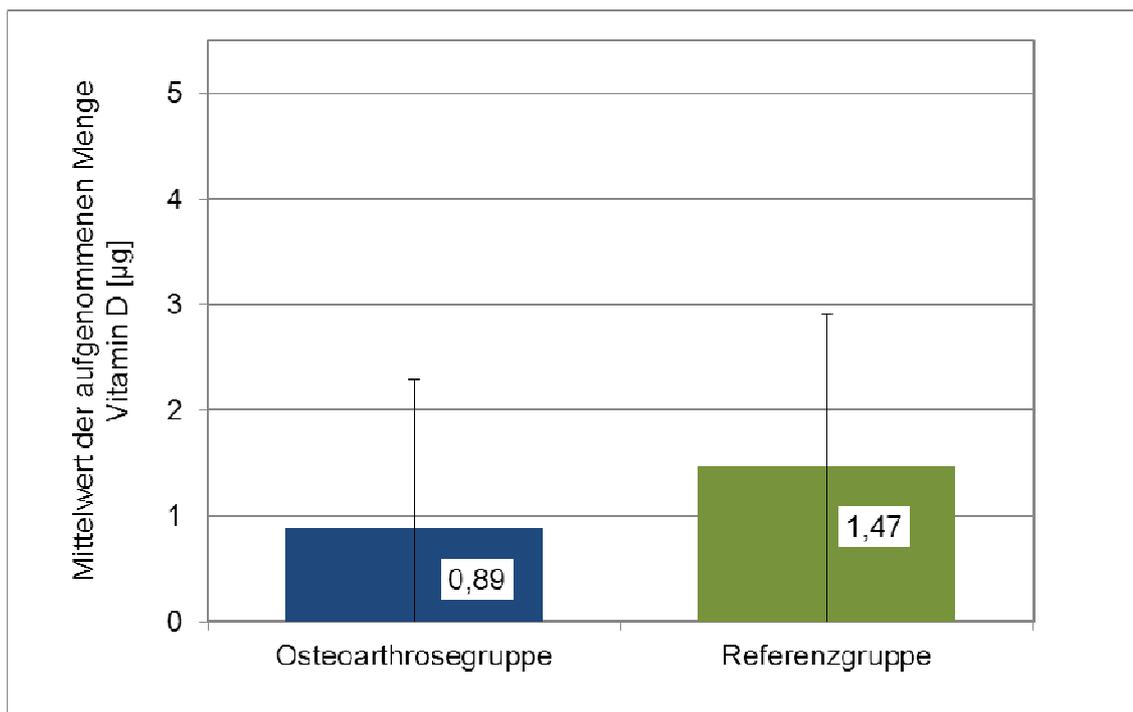
Die durchschnittliche Vitamin D –Aufnahme lag in der Osteoarthritisgruppe bei 0,89 µg pro Tag und bei der Referenzgruppe bei 1,47 µg pro Tag. Diese Verteilung sowie die Standardabweichung wird in Abb. 13 dargestellt. Die geringste Aufnahme lag bei 0,01 µg pro Tag, das Maximum lag bei 9,74 µg pro Tag. Daraus ergibt sich eine sehr große Streuung der Werte. Die Standardabweichung lag für die Osteoarthritisgruppe und auch für die Referenzgruppe bei 1,41 µg. Die durchschnittliche Vitamin D-Aufnahme für beide Gruppen gemeinsam lag bei 1,13 µg pro Tag.

Mit einem empfohlenen Wert von 5 µg Vitamin D pro Tag für die Altersgruppe der 51 bis 65-Jährigen sowie 10 µg pro Tag für über 65-Jährige wurden die Referenzwerte im Durchschnitt weder in der Osteoarthrosegruppe noch in der Referenzgruppe erreicht. Damit lässt sich, wie auch schon im Österreichischen Ernährungsbericht 2008, erkennen, dass die Vitamin D-Versorgung bei den österreichischen Senioren nicht ausreichend ist.

Es ergibt sich jedoch trotzdem ein signifikanter Unterschied in der Vitamin D-Aufnahme zwischen der Osteoarthrosegruppe und der Referenzgruppe ( $p=,021$ ).

Da die Informationen aus der Literatur bezüglich des Vitamin D-Status in Zusammenhang mit der Entstehung einer Gelenksarthrose sehr unterschiedlich sind, ist die Interpretation der Ergebnisse sehr schwierig. In einer Studie von Felson et al. aus dem Jahr 2007 konnte kein Zusammenhang zwischen einem geringen Vitamin D-Status und einer Arthrose festgestellt werden [FELSON et al., 2007]. In der Rotterdam Studie, die im Jahr 2009 veröffentlicht wurde, konnte jedoch ein direkter Zusammenhang zwischen einer geringen Vitamin D Aufnahme und einem erhöhten Risiko für eine Gelenksarthrose festgestellt werden [BERGINK et al., 2009].

Zusätzlich muss angemerkt werden, dass die Entstehung einer Arthrose ein länger andauernder Prozess ist und daher auch schon die ausreichende Versorgung mit Vitamin D im Laufe des gesamten Lebens wichtig ist.



**Abb. 13** Durchschnittliche Vitamin D-Aufnahme [µg] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102

#### 4.3.2 Vitamin K

Wie bereits im Literaturteil erwähnt, lässt sich aufgrund der schwierigen analytischen Bestimmung des Vitamins in Lebensmitteln sowie auch die Unsicherheit über die Synthese durch Bakterien im Darm die Aufnahme von Vitamin K nur schwer ermitteln. Daher werden in diesem Kapitel die Ergebnisse der Vitamin K Aufnahme über die Ernährungsprotokolle nicht dargestellt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

In der Literatur wurde jedoch von Neogi et al. in zwei unterschiedlichen Studien der direkte Zusammenhang zwischen einem verminderten Vitamin K Status und

der Entwicklung einer Gelenksarthrose gezeigt [Neogi et al., 2006; [Neogi et al., 2008].

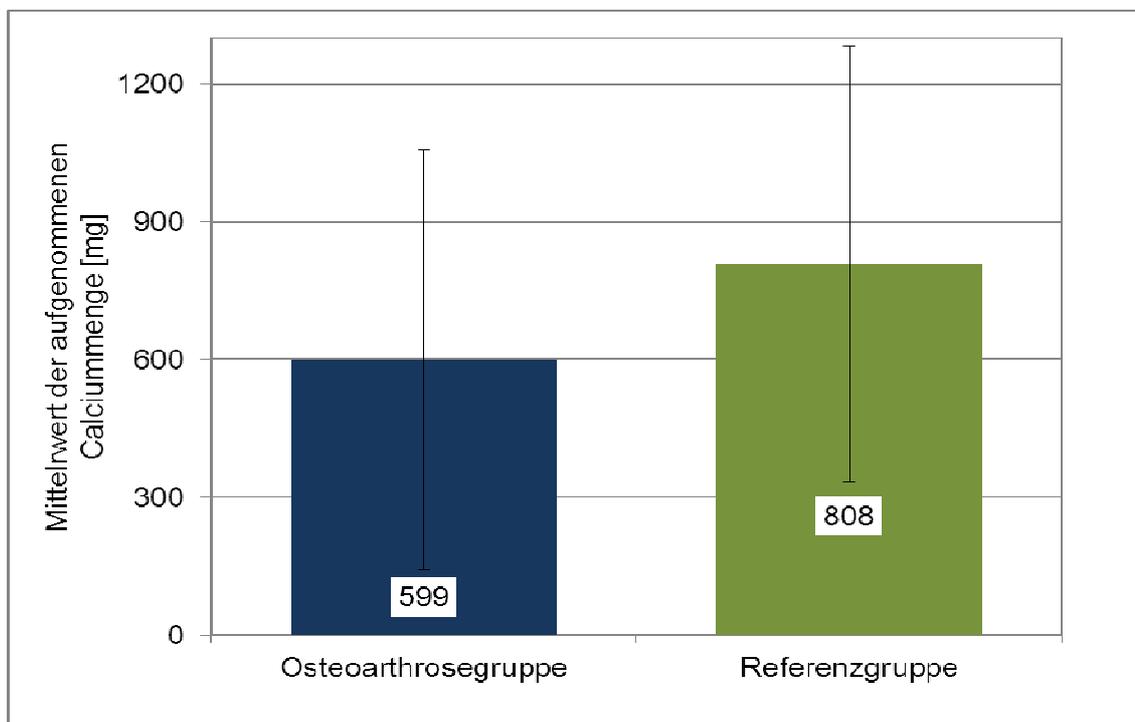
### 4.3.3 Calcium

Die durchschnittlich aufgenommene Menge an Calcium lag für beide Gruppen gemeinsam bei 683 mg pro Tag. Das Maximum lag bei 3748 mg, das Minimum bei 152 mg. In der Osteoarthrosegruppe lag der durchschnittliche Wert bei 599 mg pro Tag, in der Referenzgruppe wurden durchschnittlich 808 mg Calcium aufgenommen. Die Standardabweichung für die Osteoarthrosegruppe lag bei 458 mg, für die Referenzgruppe bei 475 mg. Es zeigt sich, dass weder in der Osteoarthrosegruppe noch in der Referenzgruppe der empfohlene Wert von 1000 mg Calcium pro Tag laut D-A-CH Referenzwerten erreicht wurde. Die durchschnittliche Aufnahme an Calcium sowie die Standardabweichung für die beiden zu untersuchenden Gruppen wird in Abb. 14 dargestellt.

Daraus ergibt sich auf einem Signifikanzniveau von ,05 ein signifikanter Unterschied in der Calciumaufnahme zwischen den beiden teilnehmenden Gruppen ( $p=,012$ ).

Eine zu geringe Calciumaufnahme ist vor allem in der Jugend bis zum Erreichen der Peak Bone Mass problematisch, da eine hohe Knochendichte zu diesem Zeitpunkt bereits das Risiko einer Arthrose reduzieren kann. In höherem Alter kann eine höhere Calciumzufuhr eine bereits vorhandene Arthrose nicht mehr ausgleichen. Daher müsste auch die Calciumzufuhr zu einem früheren Zeitpunkt bekannt sein, um einen Zusammenhang mit dem Auftreten einer Arthrose beurteilen zu können [BIESALSKI et al., 2004].

Man könnte zwar annehmen, dass die Osteoarthrosegruppe bereits in jungen Jahren das selbe Ernährungsverhalten hatte und daher auch zu diesem Zeitpunkt eine geringere Calciumaufnahme als die Referenzgruppe hatte, es fehlen jedoch Daten, die diese Annahme bestätigen würden.



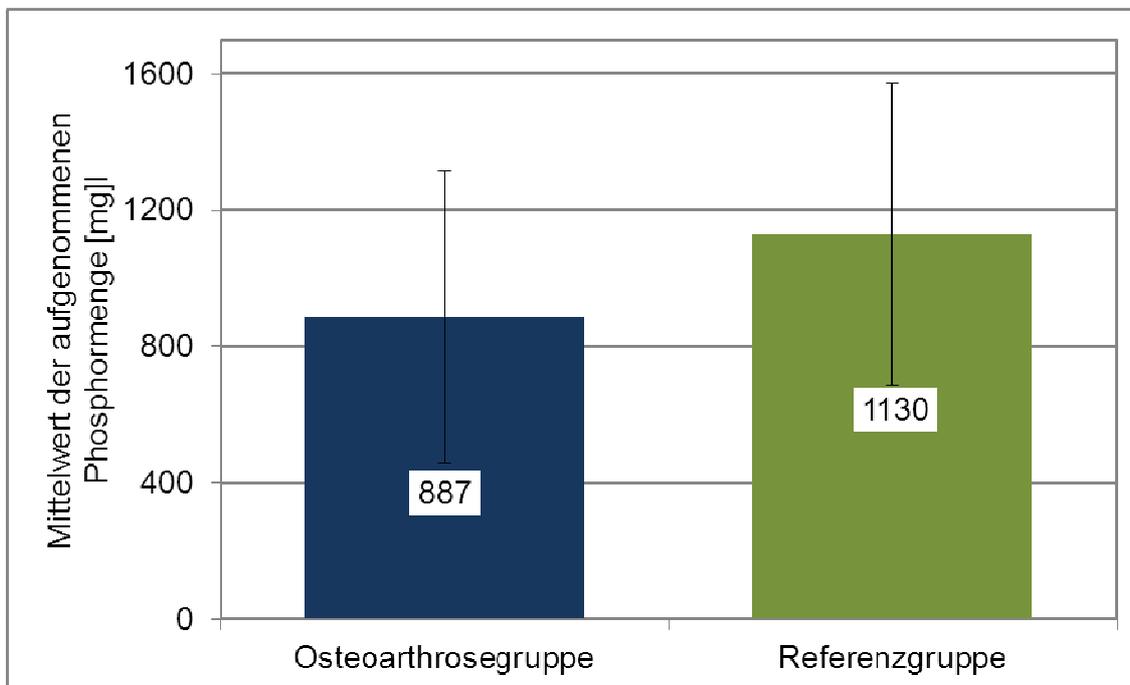
**Abb. 14** Durchschnittliche Calciumaufnahme [mg] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102

#### 4.3.4 Phosphor

Die Phosphoraufnahme lag im Durchschnitt bei 985 mg pro Tag. Der geringste Wert lag bei 222 mg, der größte Wert lag bei 3179 mg pro Tag. Die durchschnittliche Aufnahme der Osteoarthrosegruppe lag bei 887 mg pro Tag, die Referenzgruppe nahm durchschnittlich 1130 mg Phosphor pro Tag auf. Hier

zeigt sich, dass sowohl die durchschnittliche Aufnahme der Osteoarthrosegruppe, als auch die Phosphorzufuhr der Referenzgruppe über den Zufuhrempfehlungen von 700 mg pro Tag für Männer und Frauen über 51 Jahren liegen. Insgesamt ist jedoch die Phosphoraufnahme der Referenzgruppe um 243 mg höher. Für die Osteoarthrosegruppe lag die Standardabweichung bei 429 mg, für die Referenzgruppe bei 443 mg. In Abb. 15 wird die durchschnittliche Phosphoraufnahme sowie die Standardabweichung der beiden Gruppen dargestellt.

Durch einen einseitigen t-Test ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ( $p=,025$ ).



**Abb. 15** Durchschnittliche Phosphoraufnahme [mg] der Studienteilnehmer auf die beiden Gruppen verteilt; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar;  $n=102$

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Phosphoraufnahme zeigt sich dieselbe Problematik wie bei den Ergebnissen der Calciumaufnahme. Da eine ausreichende Phosphoraufnahme vor allem in der Jugend bis zum Erreichen der Peak Bone Mass wichtig ist, kann mit den aktuellen Ernährungsprotokollen kein Zusammenhang zwischen einer zu geringen Phosphoraufnahme und dem Ent-

stehen einer Arthrose dargestellt werden. Man könnte jedoch wieder annehmen, dass das Ernährungsverhalten der beiden Gruppen in jungen Jahren ähnlich war wie zum aktuellen Zeitpunkt, sodass die Osteoarthrosegruppe auch früher eine signifikant geringere Phosphoraufnahme hatte als die Referenzgruppe. Es fehlen jedoch auch hier Daten, um diese Annahme zu bestätigen.

#### **4.4 Auswertung der Aktivitätsprofile**

Im Rahmen dieser Diplomarbeit erfolgt die Auswertung der Aktivitätsprofile nur zu drei verschiedenen Zeitpunkten:

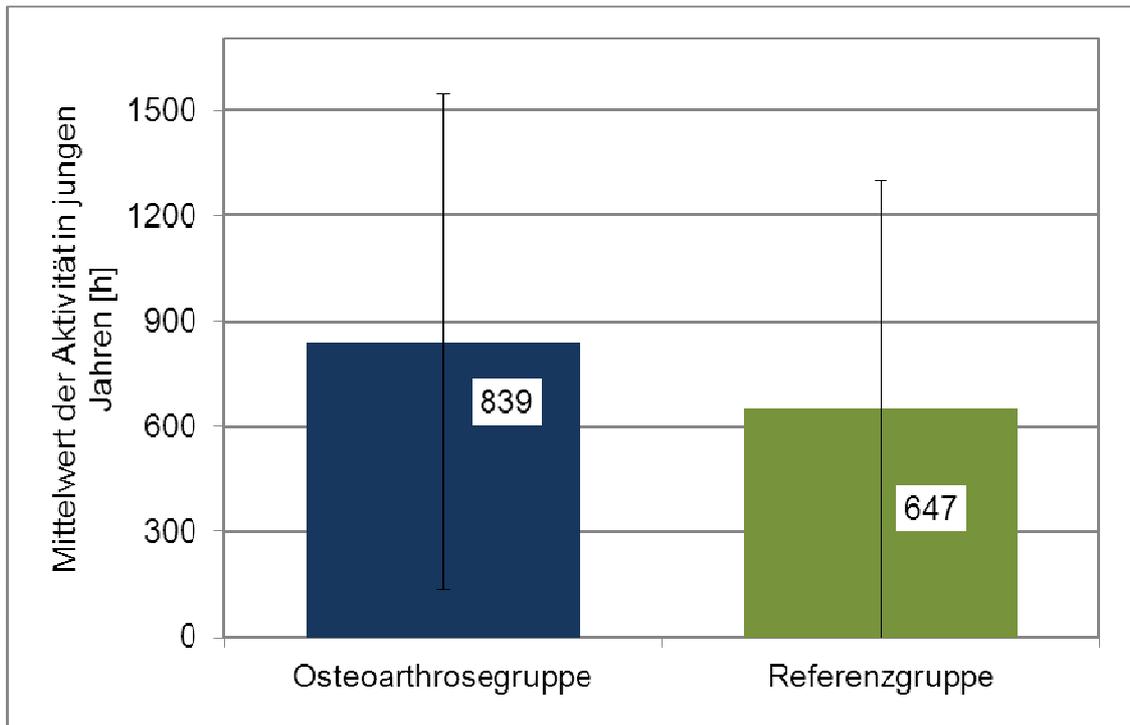
- In jungen Jahren
- In mittleren Jahren
- Im letzten Jahr

##### **4.4.1 Aktivität in jungen Jahren**

In jungen Jahren war die Aktivität der Osteoarthrosegruppe um durchschnittlich 192 Stunden pro Jahr höher als die Aktivität der Referenzgruppe. Die Osteoarthrosegruppe hatte eine durchschnittliche Aktivität von 839 Stunden pro Jahr, wobei die Referenzgruppe sich durchschnittlich nur 647 Stunden jährlich bewegte.

Der geringste Wert lag in jungen Jahren bei der Osteoarthrosegruppe bei 6 Stunden Bewegung, der höchste Wert lag bei 4056 Stunden pro Jahr. In der

Referenzgruppe war das Minimum 0 Stunden, das Maximum lag bei 2348 Stunden Bewegung jährlich. Die Standardabweichung der Osteoarthrosegruppe lag bei 705 Stunden, für die Referenzgruppe bei 659 Stunden. Die durchschnittliche Aktivität der Osteoarthrosegruppe als auch der Referenzgruppe in jungen Jahren sowie die Standardabweichung wird in Abb. 16 gezeigt.



**Abb. 16** Durchschnittliche Aktivität pro Jahr der Studienteilnehmer in der Jugend, verteilt auf die Osteoarthrosegruppe und die Referenzgruppe in Stunden; Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar;  $n=102$

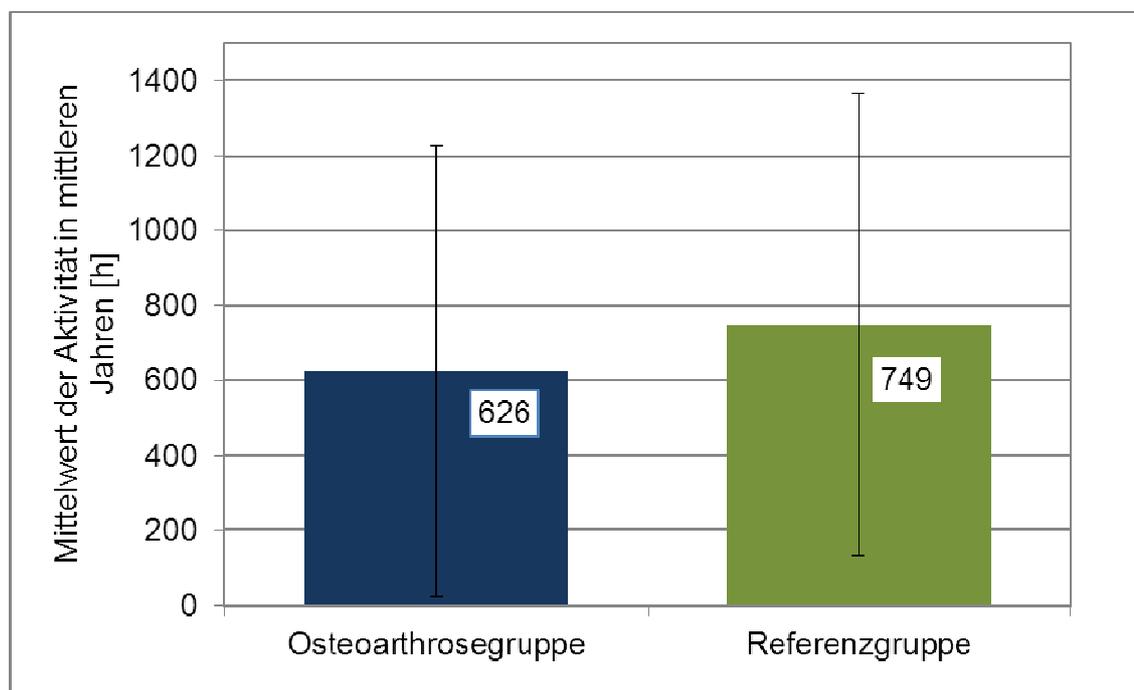
Durch einen einseitigen t-Test ergibt sich auf einem Signifikanzniveau von ,05 kein signifikanter Unterschied in der Aktivität zwischen den beiden Gruppen ( $p=,09$ ).

In der Osteoarthrosegruppe besteht auf einem Signifikanzniveau von ,05 kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Aktivität in der Jugend und dem Body Mass Index,  $r=,084$ ,  $p$  (einseitig) = ,260. In der Referenzgruppe gibt es jedoch zwischen dem BMI und der Aktivität in jungen Jahren einen signifikanten Zusammenhang,  $r=,004$ ,  $p$  (einseitig) = ,491.

#### 4.4.2 Aktivität in mittleren Jahren

In mittleren Jahren, in einem Alter von ca. 45 Jahren, hatte die Referenzgruppe mit 749 Stunden Aktivität pro Jahr mehr Bewegung als die Osteoarthrosegruppe. Diese bewegte sich mit 626 Stunden jährlich um durchschnittlich 123 Stunden weniger als die Referenzgruppe.

Der Patient mit der geringsten Aktivität in der Osteoarthrosegruppe machte in mittleren Jahren keine Bewegung, der Teilnehmer mit dem maximalen Wert machte 3285 Stunden Bewegung. In der Referenzgruppe lag das Minimum ebenfalls bei 0 Stunden, das Maximum lag bei 3453 Stunden Aktivität im Jahr. Die Standardabweichung lag für die Osteoarthrosegruppe bei 603 Stunden, für die Referenzgruppe bei 618 Stunden. In Abb.17 wird die durchschnittliche Aktivität in Stunden pro Jahr in mittleren Jahren sowie die Standardabweichung dargestellt.



**Abb. 17** Durchschnittliche Aktivität der Studienteilnehmer jährlich in mittleren Jahren, auf die Osteoarthrosegruppe und die Referenzgruppe verteilt in Stunden; die Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar; n=102

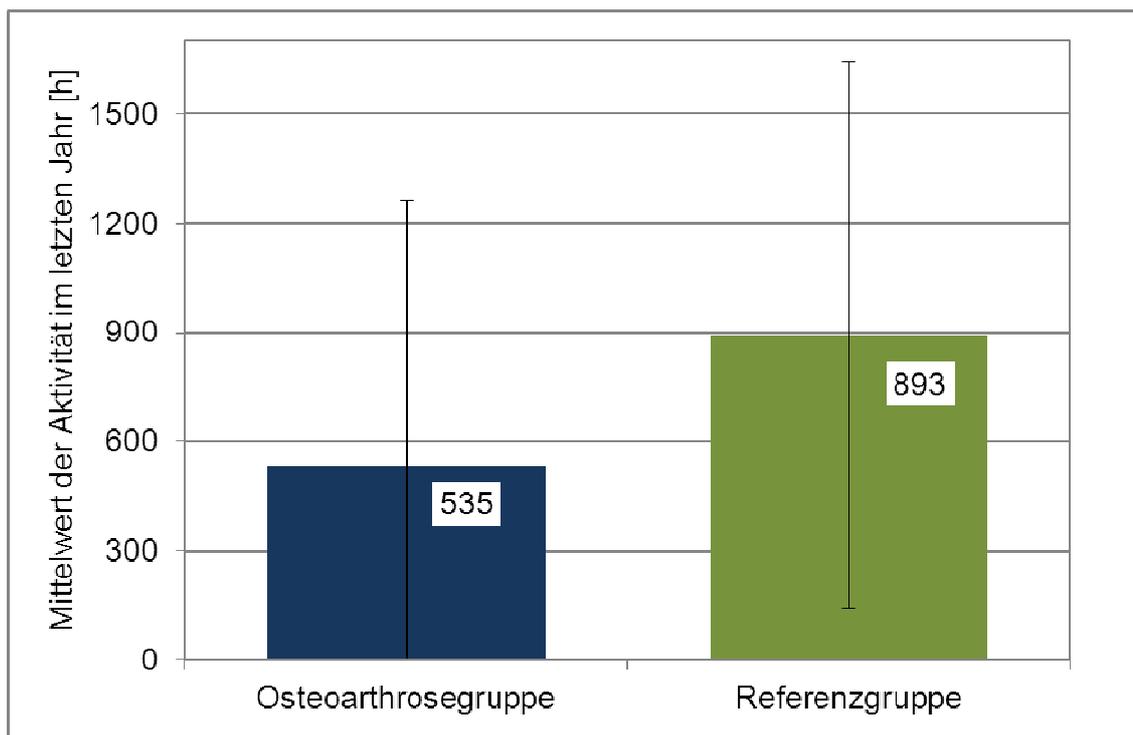
Es ergibt sich durch einen einseitigen t-Test kein signifikanter Unterschied zwischen der Osteoarthrosegruppe und der Referenzgruppe ( $p=,158$ ).

Es gibt zwischen dem Body Mass Index und der Aktivität in mittleren Jahren in der Osteoarthrosegruppe keinen signifikanten Zusammenhang,  $r= -,202$ ,  $p$  (einseitig)  $=,059$ . Auch in der Referenzgruppe gibt es zwischen dem BMI und der Aktivität in mittleren Jahren keinen signifikanten Zusammenhang,  $r= -,146$ ;  $p$  (einseitig)  $=,181$ .

#### **4.4.3 Aktivität im letzten Jahr**

Im letzten Jahr zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen der durchschnittlichen Aktivität in den beiden Gruppen. Die Referenzgruppe bewegte sich mit 893 Stunden jährlich um durchschnittlich 358 Stunden mehr als die Osteoarthrosegruppe mit nur 535 Stunden Aktivität pro Jahr. Die Standardabweichung lag für die Osteoarthrosegruppe bei 725 Stunden und für die Referenzgruppe bei 751 Stunden.

Der kleinste Wert der Osteoarthrosegruppe lag bei 0 Stunden Bewegung, der größte Wert lag bei 2652 Stunden im Jahr. In der Referenzgruppe lag das Minimum bei 112 Stunden, das Maximum bei 5703 Stunden Bewegung. In Abbildung 18 wird sowohl die durchschnittliche Aktivität der Studienteilnehmer im letzten Jahr, verteilt auf die beiden Gruppen, als auch die Standardabweichung dargestellt.



**Abb. 18** Durchschnittliche Aktivität der Studienteilnehmer im letzten Jahr, auf die Osteoarthrosegruppe und die Referenzgruppe verteilt in Stunden; Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar;  $n=102$

Für das letzte Jahr ergibt sich auf einem Signifikanzniveau von ,05 ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ( $p=,0075$ ).

In der Osteoarthrosegruppe besteht zwischen dem Body Mass Index und der Aktivität im letzten Jahr durch die Signifikanz von  $p$  (einseitig) = ,006 ein signifikanter Zusammenhang,  $r = -,318$ . In der Referenzgruppe besteht auf einem Signifikanzniveau von ,05 kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und der Aktivität im letzten Jahr,  $r = -,235$ ,  $p$  (einseitig) = ,072.

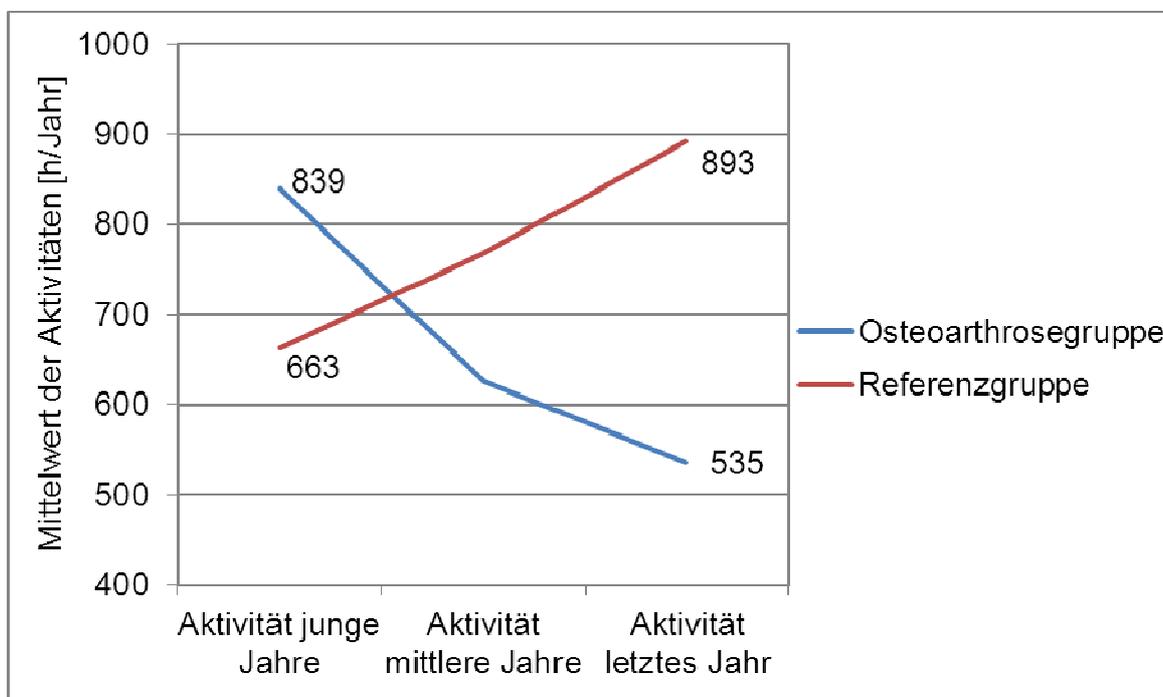
#### 4.4.4 Vergleich aller drei Abschnitte

Vergleicht man die Aktivität aller drei Lebensabschnitte miteinander, kann man einen sehr deutlichen Trend erkennen. Die Osteoarthrosegruppe hatte in jungen Jahren ihre durchschnittlich höchste Aktivität mit 839 Stunden pro Jahr, wobei das Bewegungsausmaß über die mittleren Jahre mit 626 Stunden jährlich bis hin zum letzten Jahr auf durchschnittlich 535 Stunden Aktivität pro Jahr absank. In der Referenzgruppe hingegen stieg die durchschnittliche Aktivität von jungen Jahren mit 663 Stunden Bewegung im Jahr über die mittleren Jahre mit 768 Stunden bis hin zum letzten Jahr mit 893 Stunden Aktivität pro Jahr. In der Osteoarthrosegruppe besteht zwischen der Aktivität in jungen Jahren und der Aktivität im letzten Jahr ein signifikanter Unterschied ( $p=,004$ ). In der Referenzgruppe besteht auf einem Signifikanzniveau von ,05 kein signifikanter Unterschied in der Aktivität dieser beiden Lebensabschnitte ( $p=,229$ ).

Aus diesen Ergebnissen kann man ableiten, dass durch das signifikant höhere Bewegungsausmaß der Osteoarthrosegruppe auch ein höheres Risiko für die Entwicklung einer Gelenksarthrose besteht. Da sich das Bewegungsausmaß der Referenzgruppe bis hin zum letzten Jahr stetig gesteigert hat, kann man annehmen, dass durch die ständige Steigerung der Aktivität das Risiko für die Entwicklung einer Arthrose reduziert wurde. Messier et al. Zeigten, dass vor allem moderate Bewegung im Alter einen therapeutischen Effekt haben und auch der Vorbeugung einer Arthrose dienen [Messier et al., 2004].

In der Literatur wird aber auch auf das erhöhte Risiko für eine Gelenksarthrose bei Sportarten, die die Gelenksbelastung erhöhen wie z.B. Fußball, hingewiesen. Zusätzlich erhöhen auch Bewegungsformen wie knien, kauern oder das Beugen von Gelenken das Risiko, an einer Arthrose zu erkranken [SCHWELLENUS et al., 2010].

Abbildung 19 dient der besseren graphischen Darstellung aller drei Abschnitte. Es wird die durchschnittliche Aktivität der beiden Gruppen in allen drei Lebensabschnitten gezeigt.



**Abb. 19** Vergleich der durchschnittlichen Aktivität der Osteoarthrosegruppe und der Referenzgruppe, aufgeteilt in die Bereiche "junge Jahre, mittlere Jahre und letztes Jahr" in [h/Jahr]; n=102

#### 4.4.4.1 Over- und Underreporting

Auch in der Auswertung der Aktivitätsprofile muss das Problem des Über- oder Unterschätzen von Bewegung bedacht werden. Auch in Neilson et al. wird darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse aus Aktivitätsprofilen zur Bestätigung immer noch zusätzlich überprüft werden sollte [NEILSON et al., 2008].

Bei übergewichtigen und aber auch bei älteren Personen kann das Problem bestehen, dass sie das Ausmaß an Bewegung die sie in früheren Jahren gemacht haben überschätzen. Möglicherweise ist bei älteren Personen, deren Bewegung aktuell eingeschränkt ist, die Wahrnehmung dahingehend verändert, dass die Bewegung in früheren Jahren besonders hoch eingestuft wird. Gerade Personen mit Arthrose haben, wahrscheinlich bedingt durch die Schmerzen in den Gelenken, nur noch wenig Bewegung.

## 5 Schlussbetrachtung

Die „Osteoarthrose und Lebensstil Studie“, die von November 2008 bis Juni 2009 an der Universitätsklinik in Innsbruck durchgeführt wurde, sollte wichtige Erkenntnisse zu den Einflussfaktoren für die Entstehung einer Hüft- oder Kniegelenksarthrose bringen. In der vorliegenden Diplomarbeit wurde auf ausgewählte Fragestellungen eingegangen.

### **Hat die Gruppe der Osteoarthrosepatienten durchschnittlich einen höheren BMI als die Referenzgruppe?**

In den beiden teilnehmenden Gruppen zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Body Mass Index. Da der BMI der Osteoarthrosegruppe signifikant höher war als der BMI der Referenzgruppe kann man darauf schließen, dass dadurch das Risiko für die Entwicklung einer Arthrose erhöht ist. Vergleicht man alle drei Lebensabschnitte miteinander kann man erkennen, dass der BMI in beiden teilnehmenden Gruppen seit der Jugend stetig angestiegen ist. Der BMI der Osteoarthrosegruppe war jedoch immer höher als in der Referenzgruppe. Auch dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass ein erhöhter BMI ein erhöhter Risikofaktor für die Entstehung einer Arthrose ist. Denn laut Coggon et al., 2001 wird durch einen erhöhten BMI auch das Risiko für die Entwicklung einer Arthrose der Gewicht tragenden Gelenke wie Hüfte und Knie erhöht [COGGON et al., 2001]

### **Hat die Gruppe der Osteoarthrosepatienten eine höhere Gesamtenergieaufnahme als die Referenzgruppe?**

Die durchschnittliche Gesamtenergieaufnahme der Osteoarthrosegruppe war nicht signifikant höher als die Energieaufnahme in der Referenzgruppe. Dieses Ergebnis kann mehrere Hintergründe haben. Es ist möglich, dass die Patienten mit bereits entwickelter Osteoarthrose nun aktuell auf eine angemessenere Ernährung achten, da ihr Body Mass Index erhöht ist und sie Gewicht verlieren wollen. Weiters ist es möglich, dass die Patienten aufgrund der bevorstehenden Operation nervös waren und daher weniger gegessen haben. Es besteht jedoch bei 24-h Protokollen immer das Problem des Underreportings, dass die Patienten die Menge der aufgenommenen Nahrungsmittel unterschätzen.

Trotzdem muss man anmerken, dass die Entstehung einer Arthrose ein länger andauernder Prozess ist und daher auch die Energiezufuhr in früheren Jahren beachtet werden muss. Da jedoch bezüglich der Energieaufnahme Daten aus früheren Jahren fehlen, kann dieser Zusammenhang in diesem Fall nicht weiter beurteilt werden. Insgesamt kann jedoch gesagt werden, dass eine erhöhte Energiezufuhr längerfristig auch zu einem erhöhten BMI führt und ein erhöhter BMI sehr wohl ein Risikofaktor für die Entstehung einer Osteoarthrose ist [VREZAS et al., 2010].

### **Hat die Referenzgruppe durchschnittlich eine höhere Aufnahme der knochenspezifischen Nährstoffe?**

#### **Vitamin D**

Sowohl in der Osteoarthrosegruppe als auch in der Referenzgruppe wurden die empfohlenen Mengen für die Vitamin D-Zufuhr im Durchschnitt erreicht. Trotzdem zeigte sich in der Referenzgruppe eine signifikant höhere Zufuhr. Die Beurteilung der Vitamin D-Zufuhr im Bezug auf die Entstehung einer Arthrose ist jedoch schwierig. Laut Felson et al. gibt es einen signifikanten Zusammenhang

zwischen einem geringen Vitamin D-Status und einer Arthrose [FELSON et al., 2007]. In der Rotterdam Studie aus dem Jahr 2009 zeigte sich jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen Vitamin D und einem erhöhten Risiko für eine Gelenksarthrose [BERGINK et al., 2009].

### **Vitamin K**

Wie bereits im Kapitel Ergebnisse und Diskussion erwähnt, werden die Ergebnisse der Vitamin K Zufuhr nicht dargestellt, da die Bestimmung des Vitamins in Lebensmitteln schwierig ist und auch die Synthese des Vitamins durch Bakterien im Darm unsicher ist.

### **Calcium**

Auch bei Calcium konnten die empfohlenen Werte für eine angemessene Calcium-Aufnahme weder in der Osteoarthrosegruppe, noch in der Referenzgruppe erreicht werden. Trotzdem konnte in der Referenzgruppe eine signifikant höhere Aufnahme festgestellt werden. Man kann annehmen, dass sich die Ernährung der Personen im Laufe des Lebens nicht sehr verändert hat und die Referenzgruppe daher auch in früheren Jahren eine höhere Calciumaufnahme hatte wodurch die Knochendichte höher war. Trotzdem fehlen dazu Daten aus früheren Jahren, die bestätigen, ob es in der Osteoarthrosegruppe einen Zusammenhang zwischen einer ungenügenden Calciumaufnahme und der Entstehung einer Gelenksarthrose gibt.

### **Phosphor**

Sowohl die Osteoarthrose- als auch die Referenzgruppe zeigten eine Phosphoraufnahme, die über den Empfehlungen liegt. Trotzdem hatte die Osteoarthrosegruppe eine signifikant geringe Phosphorzufuhr als die Referenzgruppe. Auch hier kann angenommen werden, dass die Ernährungsgewohnheiten in früheren Jahren ähnlich waren und die Referenzgruppe dadurch eine höhere Knochendichte aufbauen konnte, was zu einer Reduzierung des Arthroserisikos führt. Doch auch hier kann aus den Ergebnissen nicht geschlossen werden, ob

es zwischen der aktuellen Phosphoraufnahme und der Entstehung einer Gelenksarthrose einen Zusammenhang gibt.

Insgesamt muss angemerkt werden, dass die Entstehung einer Arthrose ein länger dauernder Prozess ist und daher die Ergebnisse ein wenig an Aussagekraft verlieren. Um diese signifikanten Ergebnisse noch zu bestätigen, wären Daten aus früheren Jahren notwendig um festzustellen, ob die Aufnahme der knochenspezifischen Nährstoffe in der Osteoarthrosegruppe bereits in früheren Jahren geringer war als in der Referenzgruppe.

### **Hatte die Osteoarthrosegruppe in früheren Jahren mehr Bewegung als die Referenzgruppe?**

Der Vergleich aller drei Lebensabschnitte, der Jugend, den mittleren Jahren und dem letzten Jahr, zeigt in den beiden zu untersuchenden Gruppen ein sehr eindeutiges Bild. Durch die direkte Gegenüberstellung in Abb. 19 kann man erkennen, dass die Osteoarthrosegruppe in der Jugend am meisten Sport bzw. Bewegung machte und diese Aktivität im Laufe des Lebens bis hin zum letzten Jahr stetig abnahm. Das durchschnittlich höchste Ausmaß an Bewegung wurde in der Jugend verzeichnet, der Zeitraum in dem durchschnittlich am wenigsten Bewegung gemacht wurde, war das letzte Jahr. Das liegt vermutlich daran, dass die Teilnehmer, die an einer Osteoarthrose litten, aufgrund der Schmerzen in den Gelenken nur mehr sehr eingeschränkt Bewegung machen konnten. Auch in der Referenzgruppe zeigte sich durch den direkten Vergleich aller drei Lebensabschnitte ein sehr eindeutiges Ergebnis. Diese Gruppe zeigte in der Jugend durchschnittlich das geringste Ausmaß an Bewegung, was sich aber über die mittleren Jahre bis hin zum letzten Jahr steigerte, sodass in diesem Zeitraum die durchschnittlich höchste Aktivität verzeichnet werden konnte.

Die Unterschiede in den drei verschiedenen Lebensabschnitten sind in der Referenzgruppe jedoch trotz der sichtbaren Steigerung in der Bewegung nicht so groß, dass ein signifikanter Unterschied festgestellt werden kann. Trotzdem kann gesagt werden, dass eine Steigerung der Bewegung über das gesamte Leben hindurch eine präventive Wirkung auf die Entwicklung einer Arthrose haben kann [SCHWELLNUS et al., 2010].

## 6 Zusammenfassung

Ziel vorliegender Diplomarbeit war die Beschreibung der Energie- und Nährstoffzufuhr und der körperlichen Aktivität in verschiedenen Lebensabschnitten von Patienten über 50 Jahren mit Gelenksarthrose im Vergleich zu Personen ohne Gelenksarthrose.

Dazu wurden im Rahmen der „Osteoarthrose und Lebensstil Studie“ an der Universitätsklinik Innsbruck in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ernährungswissenschaften insgesamt 102 Personen mittels Fragebogen, Aktivitätsprofil und 24-h Stunden Ernährungsprotokoll befragt. Die körperliche Aktivität wurde in drei ausgewählten Lebensabschnitten, in der Jugend, im mittleren Alter und im letzten Jahr vor Teilnahme an der Studie, mittels Fragebogen erhoben.

Der Body Mass Index von Personen mit einer Gelenksarthrose zeigte mit  $28,28 \text{ kg/m}^2$  einen signifikant höheren Wert als bei Personen ohne Arthrose mit  $26,18 \text{ kg/m}^2$ . Die Gesamtenergieaufnahme zeigte keinen signifikanten Unterschied. Die Osteoarthrosegruppe nahm mit durchschnittlich 1589 kcal um 160 kcal weniger auf als die Referenzgruppe mit 1749 kcal. Die Aufnahme der knochenspezifischen Nährstoffe zeigte einen signifikanten Unterschied. Die Osteoarthrosegruppe nahm durchschnittlich  $0,89 \mu\text{g}$  Vitamin D auf. Die Referenzgruppe hatte eine Vitamin D Zufuhr von  $1,47 \mu\text{g}$ . Die Calciumaufnahme lag in der Osteoarthrosegruppe bei 599 mg, in der Referenzgruppe bei 808 mg. Die Phosphor Zufuhr lag in der Osteoarthrosegruppe bei 887 mg durchschnittlich, die Referenzgruppe nahm durchschnittlich 1130 mg Phosphor auf.

Auch in der Aktivität konnte ein deutlicher Unterschied festgestellt werden. Es zeigte sich, dass die Intensität der Bewegung in der Osteoarthrosegruppe von der Jugend bis hin zum letzten Jahr stetig abnahm. Das Bewegungsverhalten der Referenzgruppe war hingegen genau gegensätzlich. Während die Osteoarthrosegruppe mit 839 Stunden Bewegung jährlich in der Jugend am aktivsten

war, hatte die Referenzgruppe mit nur 663 Stunden jährlich am wenigsten Aktivität. Über das mittlere Alter bis hin zum letzten Jahr sank die Aktivität in der Osteoarthrosegruppe auf 535 Stunden pro Jahr, wobei die Bewegung der Referenzgruppe auf 893 Stunden stieg und somit im letzten Jahr die meiste Bewegung verzeichnen konnte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass auch in der Osteoarthroseprävention eine ausgewogene und vielfältige Ernährung in Kombination mit moderater Bewegung ein wichtiges Element ist.

## 7 Summary

The aim of the present thesis was to describe the energy and nutrient intake of patients with osteoarthritis age 50 years and older and the physical activity in different phases of their lives.

As part of the "Osteoarthritis and Lifestyle Study" conducted at the University Hospital of Innsbruck in cooperation with the Department of Nutritional Sciences, University of Vienna, questionnaires, 24h dietary recalls and activity profiles of 102 patients were analysed. The patients' physical activity was analysed for three selected periods of their lives: their youth, their middle age, and the last year before they participated in the study.

Patients with osteoarthritis were found to have a significantly higher body mass index (28,28 kg/m<sup>2</sup>) than patients without arthritis (26,18 kg/m<sup>2</sup>). No significant difference in the overall energy intake was found between the two groups. The osteoarthritis-group had an overall energy-intake of 1589 kcal, whereas the reference-group had an energy intake of 1749 kcal per day. The intake of nutrients relevant to bone metabolism was significantly higher in patients without arthritis. Their vitamin D intake was 1,47 µg per day, whereas the intake of the patients with osteoarthritis was only 0,89 µg. The calcium intake was 599 mg per day in the osteoarthritis group and 808 mg daily in the reference group. Patients with arthritis had a phosphorus intake of 887 mg per day, patients without had an intake of 1140 mg daily.

Also, the activity profile showed a significant difference between the two groups. Whereas patients suffering from arthritis had their highest level of activity in their Youth, patients without arthritis were most active in the last year before participating in the study. In their Youth, patients with arthritis had an activity level of 839 hours per year which decreased throughout their life to 535 hours. The activity of patients without arthritis was exactly converse. They had their

lowest activity level in their Youth with just 663 hours per year which increased to 893 hours in the last year.

In summary, we may say that a well balanced and versatile diet combined with moderate physical activity is an important element in the prevention of osteoarthritis.

## 8 Literaturverzeichnis

ARENS-AZEVÊDO U, BEHR-VÖLTZER C. Allgemeine Ernährungslehre. In: Ernährung im Alter, Lehrbuch Altenpflege, Vincentz Verlag, Hannover, 2002, 27–82.

BERG C, LAPPAS G, WOLK A, STRANDHAGEN E, TOREN K, ROSENGREN A, THELLE D, LISSNER L; Eating patterns and portion size associated with obesity in a Swedish population. *Appetite* 52 (1); February 2009: 21-26.

BERGINK A P, UITTERLINDEN A G, VAN LEEUWEN J P T M, BUURMAN C J, HOFMAN A, VERHAAR J A N, POLS H A P. Vitamin D status, bone mineral density and the development of radiographic osteoarthritis of the knee: The Rotterdam Study, *Journal of Clinical Rheumatology*, Volume 15, Issue 5, 2009: 230-237.

BIESALSKI H K, FÜRST P, KASPER H, KLUTHE R, PÖLERT W, PUCHSTEIN C, STÄHELIN H B, Ernährungsmedizin. 3. erweiterte Auflage, Thieme Verlag Stuttgart, 2004.

BOGNÁR A, PIEKARSKI J. Guidelines for Recipe Information and Calculation on Nutrient Composition of Prepared Food (Dishes), *Journal of Food Composition and Analysis*; 2000, 13, 3, 391-410.

BRENNAN S L, CICUTTINI F M, PASCO J A, HENRY M J, WANG Y, KOTOWICZ M A, NICHOLSON G C, WLUKA A E. Does an increase in body mass index over 10 years affect knee structure in a population-based cohort study of adult women?, *Arthritis Research & Therapy*; 2010, 12:R139

CHAGANTI R K, PARIMI N, CAWTHON P, DAM T L, NEVITT M C, LANE N E. Association of 25-Hydroxyvitamin D with prevalent osteoarthritis of the hip in

elderly men: The osteoporotic fractures in men study. *Arthritis and Rheumatism*, 2010, Vol. 62, No. 2: 511-514.

COGGON D, READING I, CROFT P, MCLAREN M, BARRETT D, COOPER C. Knee osteoarthritis and obesity. *International Journal of Obesity*, 2001, 25:622-627.

DATO DENKWERKZEUGE, ÖNWT – Österreichische Nährwerttabelle; Wien, Stand: Juni, 2010, [www.nutritional-software.at](http://www.nutritional-software.at)

DATO DENKWERKZEUGE, Software: nut.s science, v. 1.29.; Wien, 2010; [www.nutritional-software.at](http://www.nutritional-software.at)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSFORSCHUNG, SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR ERNÄHRUNG: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus, 1. Auflage, Frankfurt am Main, 2000 (Im Text zitiert als D-A-CH REFERENZWERTE 2000)

DING C, CICUTTINI F, BLIZZARD L, SCOTT F, JONES G. A longitudinal study of the effect of sex and age on rate of change in knee cartilage volume in adults. *Rheumatology*, 2007; 46: 273-279.

EBERMANN R, ELMADFA I. Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung, Springer Verlag, Wien, 2008.

ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D, et al. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien, März 2009.

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

FELSON D T, NIU J, CLANCY M, ALIABADI P, SACK B, GUERMAZI A, HUNTER D J, AMIN S, ROGERS G, BOOTH S L. Low levels of vitamin D and worsening of knee osteoarthritis: results of two longitudinal studies. *Arthritis Rheum*, 2007, Vol. 56, No. 1: 129-136.

FUERST M, HAYBAECK J, ZUSTIN J, RÜTHER W. *Kristallarthropathien*. Springer Medizin Verlag. *Orthopäde* 2009a 38: 501-510.

FUERST M, NIGGEMEYER O, LAMMERS L, SCHÄFER F, LOHMANN C, RÜTHER W. Articular cartilage mineralization in osteoarthritis of the hip. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2009b, 10:166.

HARTMANN B M, BELL S, VÁSQUES-CAICEDO A L, GÖTZ A, ERHARDT J, BROMBACH C. *Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS)*. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe 2005

HIMMERICH S, GEDRICH K, HIMMERICH H, POLLMÄCHER T, KARG G. Ernährungssituation in Bayern: Die Bayerische Verzehrsstudie (BVS II) – Methodik und erste Ergebnisse. *Proceedings of the German Nutrition Society*, 2004, 6,82.

HOLICK M F, CHEN T C. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr*, 2008; 87: 1080S-6S.

KIEFER I, KUNZE M. *Die Kalorien-Fibel 1*. Kneipp Verlag; Leoben 2007.

KIEFER I, KUNZE M. *Die Kalorien-Fibel 2*. Kneipp Verlag, Leoben 2006.

MAX RUBNER INSTITUT, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), BLS II.3.1, Karlsruhe, 2005

MENEBRÖCKER C. Ernährung in der Altenpflege. Urban & Fischer Verlag, Elsevier GmbH, München, 1. Auflage 2008, S 12

MESSIER S P, LOESER R F, MILLER G D, MORGAN T M, REJESKI W J, SEVICK M A, ETTINGER W H Jr, PAHOR M, WILLIAMSON JD. Exercise and Dietary Weight Loss in Overweight and Obese Older Adults With Knee Osteoarthritis: The Arthritis, Diet and Activity Promotion Trial. *Arthritis and Rheumatism*, 2004, Vol. 50, No. 5: 1501-1510.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL DER USA; Diet and Health. Implications for Reducing Chronic Disease Risk. The National Academies Press, Washington DC, 1989

NEILSON H K, ROBSON P J, FRIEDENREICH C M, CSIZMADI I. Estimating activity energy expenditure: how valid are physical activity questionnaires? *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol 87, No. 2, 279-291, February 2008

NEHRER S. Kniearthrose. *Österreichische Gesellschaft für Chirurgie und orthopädische Chirurgie. Österreichische Ärztezeitung*; 3, 10. Februar 2007: 28-36.

NEOGI T, BOOTH S L, ZHANG Y Q, JACQUES P F, TERKELTAUB R, ALI-ABADI P, FELSON D T. Low Vitamin K status is associated with osteoarthritis in the hand and knee. *Arthritis and Rheumatism*. 2006, April, Vol. 54, No. 4: 1255-1261.

NEOGI T, FELSON D T, SARNO R, BOOTH S L. Vitamin K in hand osteoarthritis: results from a randomised clinical trial. *Ann Rheum Dis*. 2008 November; 67(11): 1570-1573.

REHART S, LEHNERT H. Aktuelle Aspekte zur Arthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie* 4, 2008: 305-314.

REIJMAN M, POLS H A P, BERGINK A P, HAZES J M W, BELO J N, LIEVEN-SE A M, BIERMA-ZEINSTRA S M A. Body mass index associated with onset and progression of osteoarthritis of the knee, but not of the hip: The Rotterdam Study. *Ann Rheum Dis*, 2007; 66 (2): 158-162.

SCHWELLNUS M P, PATEL D N, NOSSEL C, DREYER M, WHITESMAN S, DERMAN E W. Healthy lifestyle interventions in general practice Part 10: Lifestyle and arthritic conditions – Osteoarthritis, *SA Fam Pract*, 2010, 52(2):91-97.

SHEA K M, BOOTH S L. Role of vitamin K in the regulation of calcification. *International Congress Series 1297*, 2007, 165-178.

SLIMANI N, VALSTA L. Perspectives of using the EPIC-SOFT programme in the context of pan-European nutritional monitoring surveys: methodological and practical implications. *Eur J Clin Nutr*. 2002, 56, Suppl 2, 63-74.

SORKIN J D, MULLER D C, ANDRES R. Longitudinal Change in Height of Men and Women: Implications for Interpretation of the Body Mass Index. *Am J Epidemiol* 150 (1999) 969-977

STRUBE H. Es ist nie zu spät – Ernährung im Alter, *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 2006; 49 (6): 547-557.

TEICHTAHL A J, WANG Y, WLUKA A E, CICUTTINI F M. Obesity and Knee Osteoarthritis: New Insights Provided by Body Composition Studies. *Obesity*, 2008, 16: 232-240.

THEWS G, MUTSCHLER E, VAUPEL P. *Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen*, 5., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 1999.

USDA TABLE of Nutrient Retention Factors, Release 5, Beltsville, 2003

VREZAS I, ELSNER G, BOHLM-AUDORFF U, ABOLMAALI N, SEIDLER A. Case-Control study of knee osteoarthritis and lifestyle factors considering their interaction with physical workload. *Int Arch Occup Environ Health*. 2010, 83:291-300.

WENDELBOE A M, HEGMANN K T, BIGGS J J, COX C M, PORTMANN A J, GILDEA J H, GREN L H, LYON J L. Relationships between body mass indices and surgical replacements of knee and hip joints. *Am J Prev Med*, 2003; 25: 290-295.

WOLFF A E, JONES A N, HANSEN K E. Vitamin D and musculoskeletal health. *Nat Clin Pract Rheumatol*, 2008 Nov; 4(11): 580-588.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Global and regional food consumption patterns and trends. In: *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation*. WHO Technical Report Series, 916, Genf, 2003.

## Anhang

# Ernährungsprotokoll

## 24 - Stundenprotokoll

**CODE**

### Liebe Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer!

Es ist mittlerweile unumstritten, dass eine ausgewogene Ernährung die Gesundheit und das Wohlbefinden während des ganzen Lebens positiv beeinflussen kann.

Mit diesem Ernährungsprotokoll möchten wir an **zwei aufeinander folgenden Tagen** Ihre **tatsächliche Nahrungsaufnahme** erfassen. Nur **durch Ihre Mithilfe** lassen sich aussagekräftige Ergebnisse erzielen und daher bitten wir Sie, dieses Ernährungsprotokoll so genau wie möglich zu führen.

Wir möchten uns schon jetzt für Ihre Mithilfe bedanken!

Die Daten werden streng vertraulich behandelt und nicht weiter gegeben!

(Bitte unbedingt ausfüllen!)



 **Noch ein paar Daten zu Ihrer Person:**

**Größe:** \_\_\_\_\_ cm

**Gewicht:** \_\_\_\_\_ kg

**Geschlecht:**  männlich  weiblich

### Wie führe ich ein Ernährungsprotokoll?

Bitte schreiben Sie **ALLES** auf, was Sie an den jeweiligen Tagen **GEGESSEN** und **GETRUNKEN** haben (auch die kleinen Naschereien und Snacks zwischendurch nicht vergessen!).

#### Und so wird's gemacht:

1. Notieren Sie alles, was Sie zu einer Mahlzeit gegessen oder getrunken haben.
2. Für jedes Lebensmittel bzw. für jedes Getränk ist eine eigene Zeile vorgesehen.
3. Beschreiben Sie die konsumierten Lebensmittel oder Getränke so genau wie möglich, zum Beispiel:

Joghurt 1% Fett, Vollkornbrot mit Sesam, geschälter Apfel, Frankfurter mit Senf, Bananenmilch mit Zucker, Tee mit Zitrone, usw.

Sie können gerne auch den Namen der Marke angeben z.B. Iglo Fischstäbchen, Milka Schokolade, Nöm Kakao, Manner Schnitten

4. **Schätzen** Sie Ihre **Portionsgröße** so genau wie möglich und schreiben Sie die Menge in die **Spalte „ungefähre Menge“**.

Die beigefügten **Fotos** mit den vorgegebenen Portionsgrößen „klein“, „mittel“ und „groß“ sollen Ihnen helfen Ihre Portionsgrößen besser abzuschätzen.

Sie können Ihre Verzehrsmengen noch genauer angeben, indem Sie zusätzlich haushaltsübliche Maße verwenden, wie zum Beispiel:

- Teelöffel (TL), Esslöffel (EL)
- Stück z.B. ganzer Apfel
- Tasse (= Häferl), Glas, Schüssel, Teller => **siehe Fotos**
- Falls Sie die Verzehrsmenge genau kennen, können Sie uns Ihre Portionsgröße selbstverständlich auch in Gramm (g) oder Milliliter (ml) angeben.

## Ausfüllhilfe

Das ist nur ein **Übungsbeispiel:**

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
<b>Mittagessen</b>	3 Stück	Fischstäbchen (iglo)
	1 Portion <b>mittel</b>	Kartoffel
	1 Portion <b>klein</b>	Erbsen
	1 Portion <b>mittel</b>	Grüner Salat mit Essig-Öl-Dressing
	1 Schüssel <b>klein</b>	Himbeeren
	2 Gläser <b>mittel</b> (ODER 250ml)	Apfelsaft gespritzt
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input checked="" type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: <u>im Restaurant</u> _____	
<b>Nachmittagsjause</b>	1 Häferl <b>groß</b> (ODER 300ml)	Vanillemilch (Müllermilch)
	1 Scheibe <b>mittel</b>	Schwarzbrot
	1 Portion <b>klein</b>	Schinken
	1 Portion <b>klein</b>	Tilsiter (45% F.i.T)
	1 Glas <b>mittel</b> (ODER 250ml)	Weißwein gespritzt
	Wo? <input checked="" type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	

**ACHTUNG:**  
Vergleichen Sie Ihre Portionen mit den Portionsgrößen auf den Fotos!

Meine Mahlzeiten waren heute (*bitte ankreuzen*)
 wie immer       anders als sonst

**ACHTUNG:**  
Kreuzen Sie dieses Kästchen an, wenn Ihr Essverhalten heute sehr untypisch war z.B. Feier

Für Anmerkungen und Besonderheiten bezüglich Ihrer Mahlzeiten (alles, was Sie uns im Bezug auf Ihre Mahlzeiten mitteilen wollen) benutzen Sie bitte das Kästchen „Besonderheiten/Bemerkungen/Sonstiges“.

**!!! Weitere Tipps finden Sie auf der letzten Seite!!!**

**Angaben zum Protokoll**

Datum: \_\_\_\_\_

Wochentag:  Montag  Dienstag  Mittwoch  Donnerstag  Freitag  
 Samstag  Sonntag

Ist dieser Tag ein Werktag?  Ja  Nein

Mahlzeit	Ungefähre Menge	Lebensmittel oder Getränke
Frühstück		
		<i>Haben Sie auch nicht auf Getränke vergessen?</i>
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
Vormittagsjause		
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
Mittagessen		
		<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
Mahlzeit	Ungefähre	Lebensmittel oder Getränke

	Menge	
<b>Nachmittagsjause</b>		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	
<b>Abendessen</b>		
	<i>Getränke und Naschereien nicht vergessen?</i>	
Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____		
<b>Spätmahlzeit</b>		
	Wo? <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> woanders, schreiben Sie wo: _____	

**Meine Mahlzeiten waren heute (*bitte ankreuzen*)**

- wie immer       anders als sonst

**Besonderheiten/Bemerkungen/Sonstiges:**

.....

.....

.....

.....

**Hier noch ein paar Tipps zum Ausfüllen des Fragebogens:**

Beschreiben Sie Ihre Mahlzeiten **so genau wie möglich!**  
Dazu einige **Beispiele:**



statt Brot schreiben Sie Schwarzbrot, Weißbrot, Semmel, Sonnenblumenbrot, Vollkornbrot, Mohnweckerl, Kürbiskernweckerl, Kornspitz, ...



statt Wurst schreiben Sie Extrawurst, Leberstreichwurst, Putenwurst, Frankfurter, Tiroler Schinkenspeck, ...



statt Fleisch schreiben Sie Wiener Schnitzel (vom Kalb), Schweinsbraten, Grillhuhn (Keule), Putenfilet gedünstet, ....



statt Milch Bei Milch und Milchprodukten (wie Joghurt, Käse) gibt es verschiedene Fettstufen. Wenn möglich geben Sie diese Fettstufe an (steht auf der Verpackung!), z.B. Vollmilch (3,6%), Magermilch (1%), Joghurt natur (1%), Fruchtjoghurt Erdbeere (Fasten nöm)



statt Käse Wenn möglich, geben Sie auch hier die Fettstufe an (steht auf der Verpackung!), z.B. Tilsiter (45% F.i.T.), Frischkäse (17% absolut), ...

#### Weitere Tipps:

Obst und Gemüse	Beschreiben Sie Ihre Portionsgrößen so genau wie möglich, z.B. 1 ganzer Apfel, 2 Apfelspalten, 1 Schüssel Himbeeren mittel, 6 Stück große Erdbeeren, 1 Teller Röstgemüse (Iglo) klein, 6 Stück Babykarotten, 2 Stück Cherrytomaten,...
Fruchtsäfte	Genaue Beschreibung: 100% Apfelsaft, Orangennektar, ... <b>ODER</b> den Markennamen angeben z.B. Obi Apfelsaft
Fette und Öle	In haushaltsüblichen Maßen z.B. 1 EL Butter, 1 TL Halbfettmargarine, 1 EL Olivenöl, 2 EL Essig-Öl-Dressing (Weizenkeimöl), ...
Kuchen	Sachertorte, Topfentorte (gebacken mit Mürbteig), Streuselkuchen, Marmorkuchen, ...
Süßigkeiten	Bitte Markenname angeben z.B. Manner Schnitten
Zubereitungsart	Wenn möglich, geben Sie an, wie die Speisen zubereitet wurden z.B. Bratkartoffeln, gedünstetes Gemüse, gebackene Bananen

**Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!**

V6 12.11.08

## **Fragebogen zur körperlichen Aktivität im Laufe Ihres Lebens**

**CODE**

Die Daten werden streng vertraulich behandelt und nicht weiter gegeben!

Sehr geehrte Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer!

Bitte nehmen Sie sich für den Fragebogen ausreichend Zeit und lesen Sie ihn aufmerksam durch. Sehen Sie sich die Fragen und die möglichen Antworten genau an.

Tragen Sie in jede Spalte zwei Antworten ein. Wir wollen das Aktivitätsprofil im Laufe Ihres Lebens analysieren. Hierfür wollen wir Ihre Aktivität im letzten Jahr (2008), zu dem Zeitpunkt Ihrer höchsten Aktivität, geringsten Aktivität, Ihre Aktivität in Ihrer Jugend (ca. 20. Lj.), sowie im mittleren Alter (ca. 45. Lj.) auswerten.

In wenigen Fällen werden Sie gebeten die Fragen frei zu beantworten, wofür Sie eine Linie zum Ausfüllen vorfinden: \_\_\_\_\_

Wir gehen die Fragebögen mit Ihnen durch, und erklären Ihnen alles genau!

**Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!**

### Aktivitätsprofil Sport /Freizeit

Im folgenden Abschnitt geht es darum, wie häufig Sie in einem bestimmten Jahr verschiedene Tätigkeiten durchgeführt haben.

Aktivität	Durchschnittliche Dauer der Einheit		Häufigkeit der Tätigkeit			
	Minuten/ Einheit	Stunden/ Einheit	Einheiten/ Tag	Einheiten/ Woche	Einheiten/ Monat	Einheiten/ Jahr
Joggen	30 min		-	3	-	-
	<p><b>Beispiel 1:</b> Sie gehen 3 Mal pro Woche ungefähr eine halbe Stunde joggen.</p> <p><b>Beispiel 2:</b> Dann ist die ungefähre Anzahl der Minuten für eine typische Jogging- Einheit 30 Minuten. Sie tragen „30min“ ein oder „1/2 Stunde“ ein.</p>		<p><b>Beispiel 1:</b> Sie gehen nicht täglich joggen, also streichen Sie die Spalte „Anzahl der Einheiten pro Tag“ („n“).</p>	<p><b>Beispiel 1:</b> Sie gehen wöchentlich ca. 3mal joggen, also tragen Sie „3“ bei Anzahl der Einheiten pro Woche ein.</p>	<p><b>Beispiel 1:</b> In der Zeile für Jogging haben Sie schon eine Anzahl an Einheiten angegeben, also können Sie die restlichen Streichen (die multiplizieren wir für Sie).</p>	<p><b>Beispiel 2:</b> Sie gehen im Winter ca. 2 Mal im Monat Skifahren; über das Jahr gemittelt, sind das dann nur 1 Mal pro Monat oder 12 mal im Jahr. Sie können die Einheiten pro Monat eingeben, und können die Spalte „Einheiten/Jahr“ weglassen und wir berechnen die Einheiten im Jahr für Sie; oder Sie geben selbst die Einheiten im Jahr (in der nächsten Spalte) an.</p>
Beispiel 2 Skifahren		6 St.	-	-	-	-
	<p><b>Beispiel 1:</b> Sie gehen im Winter jeden Monat 2 Mal Skifahren, hierbei fahren Sie im Durchschnitt ca. 6 Stunden Ski.</p> <p><b>Beispiel 2:</b> Dann ist die ungefähre Anzahl der Minuten für eine typische Ski-Einheit 360 (6x60min.) und Sie tragen entweder „360 min“ oder „6 Stunden“ ein.</p>		<p><b>Beispiel 2:</b> Sie gehen nicht täglich Ski fahren, also streichen Sie die Spalte „Anzahl der Einheiten pro Tag“ („n“).</p>	<p><b>Beispiel 2:</b> Sie gehen auch nicht wöchentlich Ski fahren, also streichen Sie die Spalte „Anzahl der Einheiten pro Woche“ („n“).</p>	<p><b>Beispiel 2:</b> Sie gehen im Winter ca. 2 Mal im Monat Skifahren; über das Jahr gemittelt, sind das dann nur 1 Mal pro Monat oder 12 mal im Jahr. Sie können die Einheiten pro Monat eingeben, und können die Spalte „Einheiten/Jahr“ weglassen und wir berechnen die Einheiten im Jahr für Sie; oder Sie geben selbst die Einheiten im Jahr (in der nächsten Spalte) an.</p>	<p><b>Beispiel 2:</b> Sie gehen im Winter ca. 2 Mal im Monat Skifahren; über das Jahr gemittelt, sind das dann nur 1 Mal pro Monat oder 12 mal im Jahr. Sie können die Einheiten pro Monat eingeben, und können die Spalte „Einheiten/Jahr“ weglassen und wir berechnen die Einheiten im Jahr für Sie; oder Sie geben selbst die Einheiten im Jahr (in der nächsten Spalte) an.</p>

Dieser Fragebogen ist fünf Mal auszufüllen:

- für das letzte Jahr (2008)
- für den Zeitpunkt der höchsten Aktivität in Ihrem Leben (bitte angeben wann das war)
- für den Zeitpunkt der geringsten Aktivität in Ihrem Leben (bitte angeben wann das war)
- für Ihre Jugend
- für Ihr mittleres Alter

Wir wollen hiermit ein Lebensaktivitätsprofil von Ihnen erstellen!

**I. Aktivitätsprofil – Sport / Freizeit**

wie häufig haben Sie im letzten Jahr verschiedene Tätigkeiten durchgeführt

Aktivität Freizeit	Durchschnittliche Dauer der Einheit		Häufigkeit der Tätigkeit			
	Minuten/ Einheit	Stunden/ Einheit	Einheiten/ Tag	Einheiten/ Woche	Einheiten/Monat	Einheiten/Jahr
Gehen/ Nordic Walking						
Schwimmen						
Radfahren in der Ebene mit geringer Anstrengung						
Sportliches Radfahren i. d. Ebene						
Radfahren in steilem/ unwegsamem Gelände/ Mountainbiken						
Segeln						
Eisstockschießen						
Kegeln/ Bowling/ Billard						
Joggen						
Wandern						
Eislaufen						
Aerobics						
Golfen						
Gartenarbeit						
Langlaufen						
Skifahren						
Fußball						
Handball						
Volleyball						
Tennis						
Krafttraining; Mit wie viel kg maximal trainiert? _____ kg						
Leistungssport? Welchen? _____						
Andere: _____						

**IV. Aktivitätsprofil – Sport / Freizeit**  
 wie häufig haben Sie in Ihrer Jugend (ca. 20 Lj.) verschiedene Tätigkeiten durchgeführt

Aktivität Freizeit	Durchschnittliche Dauer der Einheit		Häufigkeit der Tätigkeit			
	Minuten/ Einheit	Stunden/ Einheit	Einheiten/ Tag	Einheiten/ Woche	Einheiten/ Monat	Einheiten/ Jahr
Gehen/ Nordic Walking						
Schwimmen						
Radfahren in der Ebene mit geringer Anstrengung						
Sportliches Radfahren i. d. Ebene						
Radfahren in steilem/ unweg-samen Gelände/ Mountainbiken						
Segeln						
Eisstockschießen						
Kegeln/ Bowling/ Billard						
Joggen						
Wandern						
Eislaufen						
Aerobics						
Golfen						
Gartenarbeit						
Langlaufen						
Skifahren						
Fußball						
Handball						
Volleyball						
Tennis						
Krafttraining: Mit wie viel kg maximal trainiert? _____kg						
Leistungssport? Welchen? _____						
Andere: _____						

**V. Aktivitätsprofil – Sport / Freizeit**  
 wie häufig haben Sie im mittleren Alter (ca. 45 Lj.) verschiedene Tätigkeiten durchgeführt

Aktivität Freizeit	Durchschnittliche Dauer der Einheit		Häufigkeit der Tätigkeit			
	Minuten/ Einheit	Stunden/ Einheit	Einheiten/ Tag	Einheiten/ Woche	Einheiten/ Monat	Einheiten/ Jahr
Gehen/ Nordic Walking						
Schwimmen						
Radfahren in der Ebene mit geringer Anstrengung						
Sportliches Radfahren i. d. Ebene						
Radfahren in steilem/ unweg-samen Gelände/ Mountainbiken						
Segeln						
Eisstockschießen						
Kegeln/ Bowling/ Billard						
Joggen						
Wandern						
Eislaufen						
Aerobics						
Golfen						
Gartenarbeit						
Langlaufen						
Skifahren						
Fußball						
Handball						
Volleyball						
Tennis						
Krafttraining; Mit wie viel kg maximal trainiert? _____kg						
Leistungssport? Welchen? _____						
Andere: _____						

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name Bachmann Ulrike  
Alter 25 Jahre  
geb am 16.04.1985  
in St. Johann in Tirol

Familienstand ledig

Wohnsitz Spielbergstraße 2  
6391 Fieberbrunn

Nationalität Österreich

### Berufliche Erfahrungen:

seit 06.09.2010 Gebro Pharma GmbH  
Bereich Medizin/Pharmakovigilanz

Winter 2008/09 Reiseleiterin bei Tyrolian Tours in Kirchdorf in Tirol  
2009/10

Winter 2004/05 Schilehrerin in der Schischule Total in Kirchdorf in Tirol  
2005/06  
2006/07  
2007/08

06.2010 Praktikumsarbeit am Institut für Ernährungswissenschaften  
in Wien

07.2009-08.2009 Urlaubersatzkraft bei der Österreichischen Post AG

07.2008-08.2008 Ferialpraktikum bei der Firma Sandoz GmbH in Kundl

01.2008

Praktikumsarbeit beim Nutrition Day 2008 am AKH in Wien

07.2007-08.2007 Ferialpraktikum bei der Firma Sandoz GmbH in Kundl

07.2006-09.2006 Ferialarbeit im Hotel/Restaurant Sonne in Einsiedeln/  
Schweiz

07.2005-09.2005 Ferialarbeit im Hotel/Restaurant Sonne in Einsiedeln/  
Schweiz

### Ausbildung

10.2004-01.2011 Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität  
Wien

09.1999-06.2004 Höhere Bundeslehranstalt für wirtschaftliche Berufe in Saalfelden

09.1995-06.1999 Bundesgymnasium in St.Johann in Tirol

09.1991-06.1995 Volksschule in Kirchdorf in Tirol

**Sonstiges**

Gute Kenntnisse in EDV und Textverarbeitung (ECDL)  
2 Jahre Klassensprecherin  
1 Jahr Mitglied im Schulgemeinschaftsausschuss  
Schilehrer Anwarterprüfung  
Führerschein B

**Interessen**

Wandern, Schifahren, Sport, Gartenarbeit