



universität  
wien

## **DIPLOMARBEIT**

Titel der Diplomarbeit

### **Vergleich des Wasserhaushaltes und der Elektrolytbilanz bei Kaffee- und Nicht-Kaffeetrinker/innen**

angestrebter akademischer Grad

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

Verfasserin:  
Studienrichtung (lt. Studienblatt):  
Betreuer:

Bernadette Bürger  
A474 Ernährungswissenschaften  
o. Univ.-Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa

Wien, am 16. September 2010





## **Danksagung**

Ich möchte mich bei Herrn o. Univ. Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa bedanken, der mir dieses interessante Thema für meine Diplomarbeit zur Verfügung gestellt hat und mich im Laufe dieser Zeit betreut hat.

Ebenfalls danke ich Herrn Prof. Leopold J. Edelbauer, der mir durch seinen Kurs zum Kaffee-Experten ein umfangreiches Kaffeewissen vermittelte und durch den ich den wahren Geschmack, guten Kaffees kennen und schätzen lernen durfte.

Ein großes Dankeschön gilt auch Dr. Margit Kornsteiner-Krenn und Mag. Verena Novak, die mich während der gesamten Zeit unterstützten und mir mit Rat und Tat zur Seite standen. Ihre Türen standen immer offen und dafür danke ich sehr.

Außerdem möchte ich mich bei allen teilgenommenen Proband/innen bedanken. Ohne ihre Bereitschaft wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Ganz besonders danke ich auch meiner Tochter Kathrin, welche immer wieder geduldig mit ihrer Mama war und dadurch das Schreiben und Arbeiten an dieser Studie ermöglichte. Ich danke ihr auch, für die immer wieder aufbauenden und liebevollen Taten, welche mir in manch schwierigen Situationen halfen mich zu motivieren. Sie gab mir während des gesamten Studiums immer wieder sehr viel Kraft.

Nicht zuletzt möchte ich ein herzliches Dankeschön an meine Familie und Freunde richten, die mich immer wieder in meinem Leben unterstützen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Fragestellung .....	1
2	Literaturüberblick .....	3
2.1	Kaffee .....	3
2.1.1	Begriffsdefinitionen .....	3
2.1.2	Botanik der Kaffeepflanze .....	4
2.1.3	Rohkaffeesorten .....	6
2.1.4	Anbau und Ernte .....	7
2.1.5	Aufbereitung .....	10
2.1.6	Röstvorgang .....	11
2.1.7	Inhaltsstoffe .....	12
2.1.8	Kaffeezubereitungen, Geschichte des Kaffees .....	17
2.1.9	Kaffeekonsum .....	18
2.2	Wasser- und Elektrolythaushalt .....	18
2.2.1	Wasserhaushalt .....	19
2.2.2	Elektrolythaushalt .....	20
2.2.3	Urinausscheidung .....	21
2.2.4	Flüssigkeitsbilanz .....	21
2.3	Wasserzufuhr .....	22
2.4	Elektrolytaufnahme .....	23
2.5	Physiologische Wirkungen von Kaffee .....	25
2.5.1	Wirkung des Coffeins .....	25
2.5.2	Wirkung bei einmaligem Kaffeekonsum .....	26
2.5.3	Wirkung auf den Wasserhaushalt .....	27
2.6	Zusammenfassende Übersicht von Kaffee und seiner Wirkung .....	29
3	Material und Methoden .....	31
3.1	Studiendesign .....	31
3.2	Probanden/innen .....	33
3.1	Wiegeprotokoll .....	34
3.1.1	Nährwertprogramm .....	36
3.2	24h Sammelharn .....	36

3.3	Laboruntersuchung .....	37
3.3.1	Volumen .....	38
3.3.2	Kreatininbestimmung .....	38
3.3.3	Elektrolytbestimmung .....	41
3.4	Bio-Impedanz-Analyse (BIA) .....	43
3.4.1	Grundlagen .....	43
3.4.2	Untersuchungsablauf .....	45
3.5	Coffeinbestimmung mittels HPLC.....	46
3.6	Statistische Auswertung .....	50
3.6.1	Datenaufbereitung .....	50
3.6.2	Hypothesen.....	51
3.6.3	Irrtumswahrscheinlichkeiten.....	52
4	Ergebnisse und Diskussion .....	53
4.1	Proband/innen .....	53
4.1.1	Ergebnisse der BIA-Messung Teil 1 .....	54
4.1.2	Zusammenfassung .....	57
4.2	Kreatininbestimmung.....	57
4.3	Flüssigkeitsaufnahme.....	58
4.3.1	Wasseraufnahme unterteilt nach Quelle .....	59
4.4	Wasserausscheidung .....	63
4.5	Wasserbilanz.....	65
4.6	Ergebnisse der BIA-Messung Teil 2: Körperwasser .....	66
4.6.1	Total Body Water .....	66
4.6.2	extrazelluläres Wasser, intrazelluläres Wasser .....	67
4.7	Elektrolytausscheidung .....	68
4.7.1	Natrium-Ausscheidung .....	68
4.7.2	Chlorid-Ausscheidung.....	70
4.7.3	Calcium-Ausscheidung .....	72
4.7.4	Kalium-Ausscheidung .....	73
4.8	Kalium-Aufnahme.....	74
4.9	Kalium-Bilanz .....	75
4.10	Calcium-Aufnahme.....	76

4.11	Calcium-Bilanz .....	77
4.12	Coffeinbestimmung .....	78
5	Schlussbetrachtung .....	79
6	Zusammenfassung .....	81
7	Summary .....	82
8	Literaturverzeichnis .....	83

## **Abkürzungsverzeichnis**

N = Anzahl der Probanden

M = Mittelwert

SD = Standardabweichung

$M \pm SD$  = Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung

SE = Standardfehler des Mittelwertes

CI = Konfidenzintervall

Sig. = Signifikanz

kcal = Kilokalorie

MJ = Megajoule

BIA = Bio Impedanz Analyse

TBW = Total Body Water

BCM = Body Cell Mass

ECM = Extra Cellulär Mass

Z = Impedanz

R = Resistance

Xc = Reactance

PAL = Physical Activity Level

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kaffeeblüte .....	5
Abbildung 2: Kaffeekirsche .....	6
Abbildung 3: Produktionsländer .....	9
Abbildung 4: Hauptinhaltsstoffe Kaffee .....	13
Abbildung 5: Studiendesign .....	31
Abbildung 6: Studiendesign Tag 1 .....	32
Abbildung 7: Studiendesign Tag 2 .....	32
Abbildung 8: Urin-Sammelkanister .....	37
Abbildung 9: Anbringen der Elektroden .....	45
Abbildung 10: Q-Q Diagramm Kaffeetrinker/innen BMI .....	56
Abbildung 11: Q-Q Diagramm Nicht-Kaffeetrinker/innen BMI .....	56
Abbildung 12: Daten der Proband/innen .....	57
Abbildung 13: Gesamtwasseraufnahme .....	58
Abbildung 14: Gesamt-Getränkeaufnahme .....	59
Abbildung 15: Getränkeaufnahme exkl. Kaffee und Milch .....	60
Abbildung 16: Flüssigkeitsaufnahme aus Lebensmittel .....	61
Abbildung 17: Kaffee-Aufnahme .....	62
Abbildung 18: Milch-Aufnahme .....	62
Abbildung 20: Urinausscheidung .....	64
Abbildung 21: Wasserbilanz .....	65
Abbildung 22: Total Body Water .....	66
Abbildung 23: extrazelluläres Wasser .....	67
Abbildung 24: intrazelluläres Wasser .....	67
Abbildung 25: Natrium-Ausscheidung .....	69
Abbildung 26: Box-Plot Natrium-Ausscheidung Kaffeetrinker/innen .....	69
Abbildung 27: Chlorid-Ausscheidung .....	71
Abbildung 28: Box-Plot Chlorid-Ausscheidung Kaffeetrinker/innen .....	71
Abbildung 29: Calcium-Ausscheidung .....	73
Abbildung 30: Kalium-Ausscheidung .....	74
Abbildung 31: Kalium-Aufnahme .....	75
Abbildung 32: Kalium-Bilanz .....	76

Abbildung 33: Calcium-Aufnahme ..... 77  
Abbildung 34: Calcium-Bilanz..... 78

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Taxonomie Kaffeepflanze .....	4
Tabelle 2: Unterarten Coffea .....	6
Tabelle 3: Inhaltsstoffe Kaffee .....	15
Tabelle 4: Coffeingehalt.....	16
Tabelle 5: Flüssigkeitsaufnahme, -ausscheidung .....	22
Tabelle 6: Elektrolyt-Aufnahme.....	25
Tabelle 7: Coffeinaufnahme und physiologische Konsequenzen .....	28
Tabelle 8: Studienübersicht Diuretischer Effekt von Coffein .....	30
Tabelle 9: Studienzeittafel .....	33
Tabelle 10: Nutritional.software; BLS II.3.1 .....	36
Tabelle 11: Chemikalienübersicht.....	39
Tabelle 12: Pipetierschema .....	40
Tabelle 13: Normalwerte Urin .....	42
Tabelle 14: Variationskoeffizient Elektrolytbestimmung.....	42
Tabelle 15: Daten Coffeinbestimmung .....	46
Tabelle 16: Verdünnungsreihe Coffein und Chlorogensäure.....	48
Tabelle 17: Verdünnungsreihe Theobromin .....	48
Tabelle 18: Irrtumswahrscheinlichkeiten.....	52
Tabelle 19: Überblick Studienteilnehmer/innen .....	54
Tabelle 20: Überblick Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen.....	54
Tabelle 21: Klassifikation BMI .....	55
Tabelle 22: Kreatininausscheidung.....	58
Tabelle 23: 24h Urin Ausscheidung.....	63
Tabelle 24: Wasser Aufnahme-Ausscheidung.....	66
Tabelle 25: Coffeingehalt.....	78



# 1 Einleitung und Fragestellung

Kaffee ist eines der beliebtesten Getränke, das wir kennen. Ob zum Frühstück als willkommener Start in den Tag, zum Verdauen einer Mahlzeit, zur Konzentrationsanregung am Nachmittag oder gemütlich beim Treffen von Freunden, Kaffee spielt zu jeder Tageszeit eine wichtige Rolle.

Rund um dieses Getränk und dessen Wirkung kursieren jedoch unzählige Geschichten und Meinungen.

Mittlerweile wird diesem so genannten „schwarzen Gold“ immer mehr Beachtung geschenkt und nach und nach sehr alte Studien, welche in das 18. Jahrhundert reichen, neu aufgenommen, beziehungsweise überprüft. Vor allem zum alljährlichen „Tag des Kaffees“ wird dieses Thema aufgegriffen. Nun stellen sich jedoch viele Fragen von denen einige mit dieser Arbeit beantwortet werden sollen.

Eine viel diskutierte Aussage ist, ob Kaffee den Wasserhaushalt beeinflusst beziehungsweise dem Körper Wasser entzieht. Beeinflusst dieser sogenannte Muntermacher unseren Flüssigkeitshaushalt? Inwieweit werden die physiologischen Aktivitäten unseres Körpers verändert und beeinträchtigt?

Ein weit verbreiteter Rat ist, *„nach jeder Tasse Kaffee, auch ein Glas Wasser zu trinken, denn Kaffee verstärkt den Harndrang und entziehe dem Körper Wasser“*. Nun stellt sich die Frage auf: „Entzieht Kaffee dem Körper wirklich Wasser?“. Wie viel Wasser wird entzogen? Ist die Menge des eventuellen Wasserverlustes gesundheitlich von Bedeutung? Stimmt die Aussage: *„Kaffee zählt nicht zur Flüssigkeitszufuhr“* oder kann man Kaffee auf die positive Seite der täglichen Wasseraufnahme stellen?

Genau diesen Unschlüssigkeiten wird mit dieser Arbeit auf den Grund gegangen.

Ist die Ausscheidung der Wassermenge bei Kaffeetrinker/innen identisch mit der Menge bei Nicht-Kaffeetrinker/innen? Nehmen eventuell Kaffeetrinker/innen mehr Flüssigkeit zu sich als Nicht-Kaffeetrinker/innen?

Ein weiterer interessanter Punkt ist die Betrachtung der Elektrolytausscheidung. Wenn angenommen wird, dass Kaffeetrinker/innen mehr Flüssigkeiten ausscheiden, kann es auch sein, dass somit vermehrt Elektrolyte ausgeschwemmt werden. Daher die Frage: Scheiden Nicht-Kaffeetrinker/innen durch den Nicht-Konsum von Kaffee weniger Elektrolyte aus als Kaffeetrinker/innen?

Gibt es generell einen Unterschied im Flüssigkeitshaushalt zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen?

Mit der vorliegenden Arbeit sollen daher folgende Hypothesen geprüft werden:

- Gibt es einen Unterschied in der Wasseraufnahme zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen?
- Nehmen Kaffeetrinker/innen mehr Wasser/ Flüssigkeit zu sich und gibt es dadurch einen Unterschied in der Wasser-/ Flüssigkeitsbilanz zwischen den beiden Gruppen?
- Ist ein Zusammenhang zwischen den Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen in Bezug auf die Wasserverteilung im Körper vorhanden?
- Scheiden Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen gleich viele Elektrolyte aus?

Für dieses Vorhaben wurde eine Pilotstudie am Institut für Ernährungswissenschaften an der Universität Wien durchgeführt, welche Aufschlüsse zu dieser Thematik geben sollen.

## **2 Literaturüberblick**

### **2.1 Kaffee**

#### **2.1.1 Begriffsdefinitionen**

##### **a) ROHKAFFEE**

Rohkaffee, beziehungsweise grüner Kaffee, wird im Codex Alimentarius Austriacus als Samen, welche aus den häufig zweisamigen Kaffeekirschen stammenden Früchten des Kaffeebaumes kommen, bezeichnet. Diese sind von der Frucht- und Pergamentschale vollkommen befreit. Die Silberhaut wird, so gut es technologisch möglich ist, entfernt. In den einsamigen Kaffeekirschen entstehen meist rundliche Samen, welche durch ihre Form auch unter dem Namen „Perlkafee“ verbreitet sind. Für Genusszwecke kommen zurzeit vor allem Samen der Arten *Coffea arabica* L. und *Coffea canephora* (Robusta) Pierre et Froehner in Frage, die beide von der Pflanzengattung "Coffea" stammen.

Rohkaffee enthält nicht mehr als 14 Gewichtsprozent Wasser und der Chloridgehalt in der Asche darf maximal 1,1 Gewichtsprozent aufweisen. Der Coffeingehalt muss über 0,8 Gewichtsprozent liegen, da ein Unterschreiten in handelsüblicher Ware nicht vorausgesetzt wird.

Nach allgemein üblicher Verkehrsauffassung muss handelsüblicher Rohkaffee den Anforderungen entsprechen, nach ordnungsgemäßer Aufbereitung ein aromatisch, geschmacklich wohlwollendes Getränk zu ergeben. Er darf nicht verdorben, verschimmelt oder verunreinigt sein. Auslöser solcher Ausschlusskriterien können falsche Ernte, Fehler in der Aufbereitung, Beförderung oder Lagerung sein [CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS, 2007].

## b) GERÖSTETER KAFFEE

Um den wahren Genuss von Rohkaffee zu erfahren, ist die Aufschließung durch Röstung nötig. Auch hier gilt die richtige Farbe: gleichmäßig braune Kaffeebohnen, auch im Inneren, weder zu licht noch verbrannt – zu treffen. Gerösteter Kaffee enthält im Durchschnitt 1,25 Gewichtsprozent Coffein. Durch die Röstung wird der Coffeingehalt jedoch nicht wesentlich beeinflusst. Eine gelungene Röstung kann auch an dem Wassergehalt (maximal 5 Gewichtsprozent) und dem Aschegehalt (maximal 6,5 Gewichtsprozent), bei dem mindestens die Hälfte der Asche aus wasserlöslichen Stoffen sein muss, bestimmt werden. Perfekt gerösteter Kaffee muss ein Minimum von 25 Gewichtsprozenten an wasserlöslichen Stoffen enthalten [CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS, 2007].

### 2.1.2 Botanik der Kaffeepflanze

Um sich botanisch besser orientieren zu können, wurde eine tabellarische Darstellung der Taxonomie des Kaffees erstellt.

<b>Abteilung</b>	Spermatophyta
<b>Unterabteilung</b>	Magnoliophytina
<b>Klasse</b>	Rosopsida
<b>Unterklasse</b>	Asteridae
<b>Ordnungsgruppe</b>	Kronröhrenblütige
<b>Ordnung</b>	Genitiales
<b>Familie</b>	Rubiaceae (Rötegewächse)
<b>Unterfamilie</b>	Cinchonoideae
<b>Gattung</b>	Coffea
<b>Arten</b>	arabica, canephora, ...
<b>Unterarten</b>	var. typica, var. bourbon, var. mocca, var. maragogipe ...

Tabelle 1: Taxonomie Kaffeepflanze [TROSCHL 1995; FROHNE und JENSEN 1998]

## Kaffeepflanze:

Unser beliebter Kaffee wächst meist in Plantagen auf kleinen Bäumen oder Sträuchern, welche eine Höhe von vier Metern erreichen können. Ihre kleinen weißen Blüten sind als Trugdolden gehäuft und in den Achsen angeordnet. Diese riechen ähnlich wie Jasmin und fallen nach circa drei Tagen Blütezeit wieder ab.

Die Blätter der Kaffeepflanze sind glänzend, gepaart einander gegenübergestellt, oval oder lanzenförmig (ähnlich der Blätter des Zitronenbaumes bzw. der Lorbeerblätter) und immergrün. Bei der sogenannten Kaffeekirsche handelt es sich um eine rote, kirschenähnliche Steinfrucht mit meist zwei Steinkernen die mit ihrer abgeflachten Seite zueinander zeigen. Sie wachsen 8-12 Monate und entstehen aus dem Fruchtknoten der befruchteten Blüte. Ihr Durchmesser liegt zwischen 10-15 Millimetern und ihre Länge beträgt an die 17-18 Millimeter. Bis zur vollständigen Reife ändert sich ihre Farbe von dunkelgrün über hellgrün bis hin zur rot [HADWIGER et al., 1989, in TROSCHL 1995; EDELBAUER, 2003].

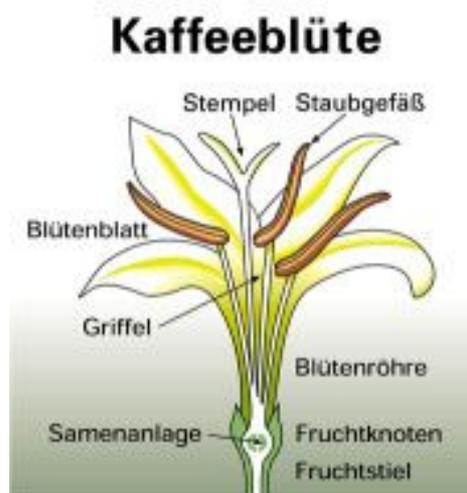


Abbildung 1: Kaffeoblüte [KAFFEEVERBAND, Zugriff: 28.12.09]

## Aufbau:

Die tatsächliche Kaffeebohne - der Same beziehungsweise das Endocarp - ist von einem Silberhäutchen (Samenschale) umgeben und von einer festen weißlichen Pergamenthaut umhüllt. Das Mesocarp bildet das weiche, süßliche Fruchtfleisch. Abschließend ist die gesamte Kirsche von der äußeren glänzenden Schale, dem Exocarp umgeben [ILLY UND ILLY, 1993 in TROSCHL 1995; EDELBAUER, 2003].



Abbildung 2: Kaffeekirsche [KAFFEEVERBAND, 2009]

### 2.1.3 Rohkaffeesorten

Es gibt mehr als 60 verschiedene Sorten in der Gattung „Coffea“. Zu den wichtigsten in der Kaffeeverarbeitung zählen folgende [TROSCHL, 1995]:

- Coffea arabica
- Coffea canephora bzw. Coffea robusta
- Coffea liberica \*
- Coffea excelsa \* \* geringere Bedeutung

Weiteres gibt es noch unzählige Unterarten/Varietäten wie:

von der Coffea arabica-Gruppe	von der Coffea canephora-Gruppe
var. maragogipe	var. uganda
var. typica	var. quillou
var. bourbon	var. robusta
var. mocca,	var. typica

Tabelle 2: Unterarten Coffea [EICHLER, 1976]

Wirtschaftlich am bedeutendsten sind Coffea arabica mit einem Anteil von 70% der Weltkaffeeproduktion und Coffea canephora mit 30% [KAFFEEVERBAND, 2009].

#### 2.1.4 Anbau und Ernte

Wichtige Faktoren für einen guten Ernteerfolg [TROSCHL, 1995; EDELBAUER, 2003; ILLY UND ILLY, 1993]:

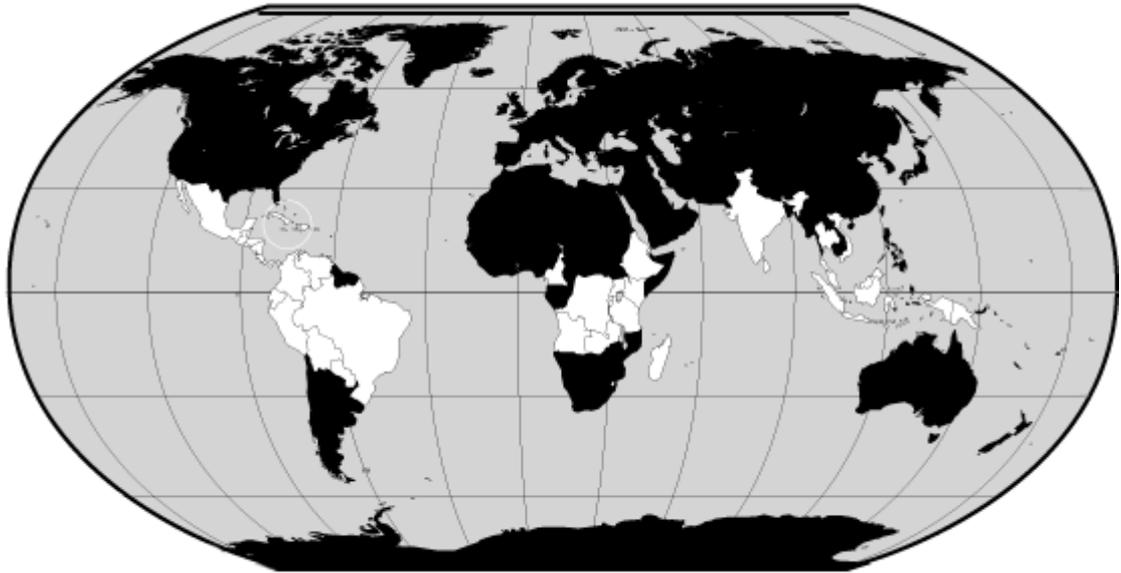
- **Der Boden** sollte humusreich, locker und tiefgründig beschaffen sein. Zu den bevorzugten Substraten zählen Verwitterungsböden vulkanischen Ursprungs und Urwaldböden.
- **Die Höhenlage** reicht von 600 bis 1200 Metern und aufwärts. Kaffee ist ein Hochlandgewächs. Arabica wächst besser in höheren Lagen, da der Stamm härter wird, die Pflanze langsamer wächst und dadurch die Qualität und der Ertrag besser sind. Robusta wird vor allem im Flachland angebaut.
- **Das Klima**  
Kaffee ist frostempfindlich, Temperaturen zwischen 15° C und 25° C sind ideal, dies ist auch ein ausschlaggebender Preisindikator. Wenn die Temperaturen unter 11° C fallen kann dies gefährliche Folgen für die Kaffeepflanze mit sich ziehen. Arabica-Sorten lieben Temperaturen zwischen 18° C und 22° C, zu viel Wind ist ungünstig. Robusta ist kälteempfindlicher, daher ist der Anbau nur bis zum 10. Breitengrad von Vorteil.
- Hohe **Feuchtigkeit** lieben Arabicasorten, wobei sich eine jährliche Niederschlagsmenge zwischen 1000-1500 mm als günstig erweist. Robusta verträgt mehr Feuchtigkeit.

- Meist enthält die Erde in der die Pflanze wächst schon Mineralstoffe. Jedoch werden oft noch mit mineralischen **Düngemitteln** oder dem „natürlichen Abfall“ bei der Aufbereitung, der Kaffeepulpe, gedüngt. Gerade diese mineralischen Nährstoffe sind für den Charakter des Kaffees von Bedeutung.
- **Krankheiten** könnten für den Kaffee schlimme Folgen bedeuten. Die Prävention durch Schutzmittel hat hier oberste Priorität, da die Kaffeepflanze sehr anfällig für Schädlinge ist. Vor allem Pilze, der Kaffeekirschenbohrer (Broca do Café) und Älchen, zählen zu den gefährlichsten Schädlingen. Pilze können Blattrost, Blattfall oder die Blattfleckenkrankheit verursachen. Der Käfer nistet seine Eier in die Kirsche ein, wodurch die Larven später die Kirsche von innen aushöhlen. Allerdings kann auch Humusarmut für die äußerst ungünstige „Welkekrankheit“ verantwortlich sein.

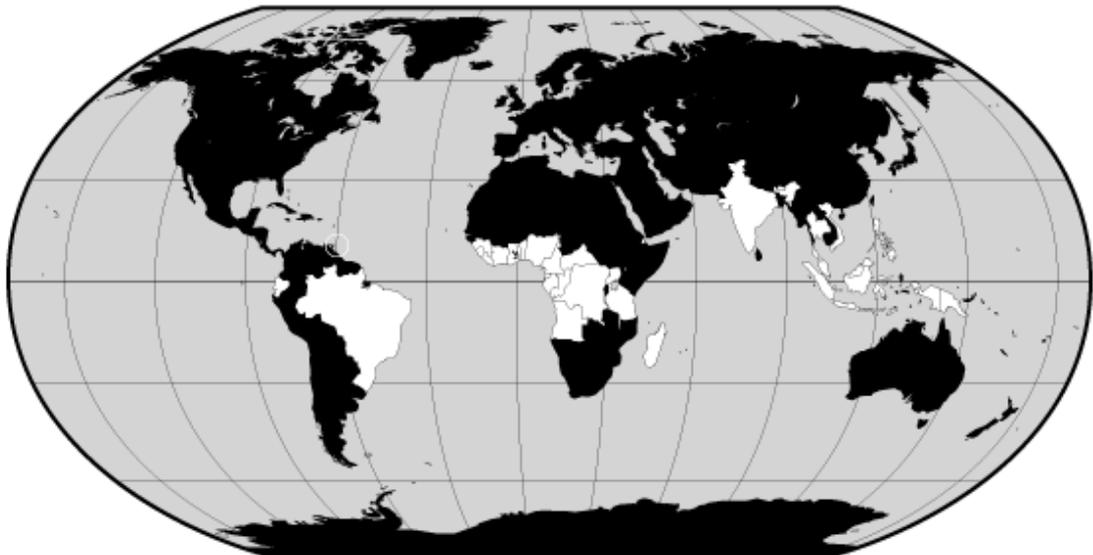
Die wichtigsten Kaffeeproduktionsländer – Anbauggebiete [KAFFEEVERBAND, 2009]:

Weltweit gesehen beträgt der Erzeugungsanteil von Arabica 70% wobei 30% auf Robusta entfallen. Die bedeutendsten Anbauggebiete sind geordnet nach Anbaufläche (beginnend mit der größten): Südamerika, Afrika, Nord-Zentralamerika gefolgt von Asien.

Die folgende Abbildung zeigt eine Gliederung der Produktionsländer, unterteilt in die Sorten Robusta und Arabica.



Länder mit Arabica-Kaffeeproduktion



Länder mit Robusta-Kaffeeproduktion

Produktionsländer
  übrige Länder

Abbildung 3: Produktionsländer [KAFFEEVERBAND, 2009]

## 2.1.5 Aufbereitung

Je nach Aufbereitungsart kann man anschließend zwischen gewaschenem (nasse Aufbereitung) und ungewaschenem (trockene Aufbereitung) Kaffee unterscheiden.

### Nasse Aufbereitung:

Dieses Verfahren wird vor allem für hochwertigere Kaffeesorten, auch milds oder Café Lavado genannt, aus Zentralamerika, Kolumbien, Mexiko, Kenya, Tangynjika und Java angewendet. Die Kirsche kommt in so genannte Quell tanks, in welchen das Fruchtfleisch aufgeht. Im Schwemmkanal erfolgt die Vorreinigung zur Entfernung von Steinen, Erde, Zweigen, Blättern, aber auch von vertrockneten Kirschen. Der sogenannte Pulper dient der Trennung des Fruchtfleisches von der Kaffeebohne. Die Rohbohne inklusive Silberhaut und Pergamenthülle ist noch von Resten des Fruchtfleisches umgeben und wandert zur Fermentation, dem wesentlichen Schritt der nassen Aufbereitung, in die Gärtanks. Durch chemische Vorgänge kommt es zur Gärung, welche unter Wasser durchgeführt wird. Dadurch erfolgt diese verlangsamt und somit gleichmäßiger, da sie die Qualität des gewaschenen Kaffees bestimmt. Nach diesem Prozess folgt die Waschung in Reinigungsbecken, wodurch wieder der anfallende Abfall beseitigt wird. Wenn die Bohnen sauber und blank und somit nur noch von einer sauberen Hornschale umgeben sind, nennt man sie auch Pergamino. Zur Trocknung kommen die Bohnen zunächst auf Siebe zum Vortrocknen und anschließend in Spezialapparate den sogenannten Kaffeetrocknern, in denen sie durch erhitzte Luft künstlich getrocknet werden. In der Schälmaschine erfolgt das Enthülsen. Anschließend wird poliert und durch Siebe separiert. Nach einer weiteren Reinigung durch Luft wird verlesen um den Ausschuss, die Fehlbohnen, zu minimieren. Nach dem Einsacken erfolgt der Export [EDELBAUER, 2003].

### Trockene Aufbereitung:

Auch hier ist eine grobe Vorreinigung durch einen Schwemmkanal nötig um grobe Verunreinigungen zu beseitigen. Jedoch kommen die Kirschen anschließend sofort auf Trockenböden auf denen sie an der Luft und unter Einwirken der Tropensonne zum Trocknen aufgeteilt werden. Dieser Trocknungsschritt kann zwischen 6 bis 15 Tagen dauern, denn erst wenn die Bohnen so stark dürr sind, dass sich Same von der Hülse durch Schütteln trennen lässt, ist der Vorgang abgeschlossen. In der Schälmaschine wird enthülst um das getrocknete Fruchtfleisch durch quetschen und aufreißen abzutrennen. Die Rohbohne verlässt die Maschine und wird nach dem Sieben und anschließenden Luftreinigen wieder verlesen und danach eingesackt wodurch sie zum Export bereit sind [EDELBAUER, 2003].

### **2.1.6 Röstvorgang**

Grüner Kaffee ist einige Jahre lagerfähig. Sobald jedoch geröstet wurde, ist die Haltbarkeitsdauer herabgesetzt, vor allem wenn die wichtige Schutzpackung fehlt. Weiters kann durch das Rösten mindere Qualität verschleiert werden, indem der Rohkaffee sehr dunkel geröstet wird. Daher wird für gewöhnlich auch immer im Verbraucherland geröstet [ILLY UND ILLY, 1993 in TROSCHL, 1995].

Für das Rösten wird der Rohkaffee in eine Trommel gegeben, und bei Temperaturen bis zu 220° C entsteht das beliebte Kaffeearoma. Der Wassergehalt nimmt großteils ab, Pflanzenfasern verkohlen und die Bohne wird braun und spröde. Nicht nur die Struktur verändert sich, sondern auch die Inhaltsstoffe, wodurch auch neue Stoffe gebildet werden können. Im Inneren spielen sich unzählige chemische Veränderungen ab, wodurch die typischen Aromastoffe und weitere Röstprodukte entstehen [EDELBAUER, 2003].

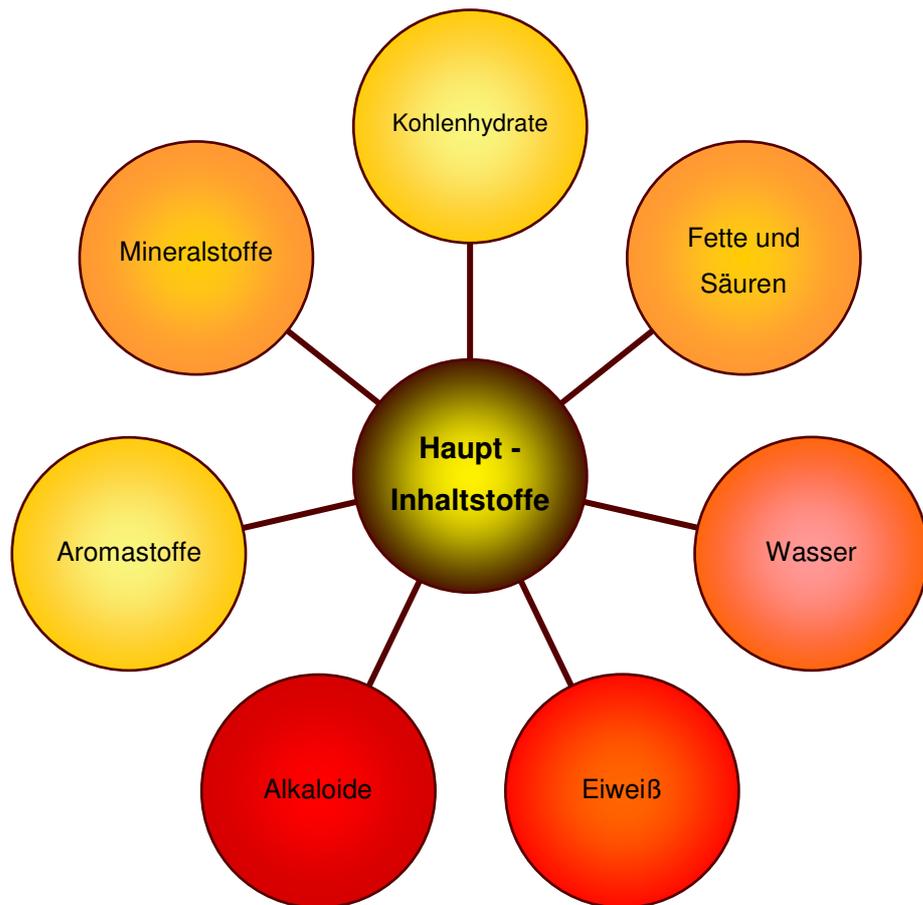
Bereits bei Temperaturen von 60-70° C zeigen sich viele Veränderungen. Das Eiweiß gerinnt und bei weiterem Hitzeanstieg verdampft das Wasser. Diese erste Periode der Röstung kann auch als Trocknungsperiode bezeichnet werden. Ab Temperaturen von über 100° C beginnt die so genannte trockene Destillation der organischen Substanzen, die auch für die Farbgebung verantwortlich ist, da die enthaltenen Kohlenhydrate karamellisieren. Bei circa 150° C beginnt sich das Volumen auszudehnen, und ab 180-200° C beginnt die Phase der Zersetzung. Diese ist durch ein Knistern, Knacken und Krachen hörbar, welche mit einer Sprengung der Bohne und dem Entweichen eines dunklen Rauches einhergeht. Zu diesem Zeitpunkt kann erstmals das typische Kaffeearoma vernommen werden. Ab jetzt geht alles sehr schnell. Die Karamellisierung und das Entstehen von „Assamar“, dem typischen Röstbitter, runden die Röstung ab. Durch Entnehmen einer kleinen Probe kann die Farbe der Bohnen beobachtet werden. Ist der gewünschte Farbton getroffen, werden die Bohnen in ein Kühsieb befördert und unter Einwirkung von kalter Luft und in manchen Fällen auch mit Hilfe von Wasser gekühlt. Dieser Vorgang wird als Abbruch des Röstvorgangs bezeichnet.

Durch den Einbrand, der beim Rösten entsteht, verringert sich das Gewicht um 12-22%, das Volumen jedoch nimmt um 50-100% zu [EDELBAUER, 2003].

### **2.1.7 Inhaltsstoffe**

Die Hauptinhaltsstoffe von Kaffee können der Grafik entnommen werden.

Die hier angegebenen Werte beziehen sich immer auf Durchschnittswerte, da es eine große Variation je nach Herkunft, Sorte, Behandlung und Röstung gibt.



**Abbildung 4: Hauptinhaltsstoffe Kaffee [erstellt nach TROSCHER, 1995; PEKLAR, 2001; EDELBAUER, 2003]**

Laut dem Codex Alimentarius muss ein einwandfrei gerösteter Kaffee mindestens 25 Gewichtsprozent wasserlösliche Stoffe enthalten [CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS, 2007].

Die im Kaffee enthaltenen **Kohlenhydrate** sind vor allem wasserlösliche und wasserunlösliche Polysaccharide, welche zusammen ein Drittel ausmachen. Die Bildung von aroma-, farb- und geschmackgebenden Produkten kommt durch Maillard-, Karamellisierungs- und Pyrolysevorgängen der Kohlenhydrate zustande [BUHR et al., 1996 in PEKLAR 2001].

Durch das Rösten verdampft sehr viel **Wasser**, wodurch sich der ursprüngliche Gehalt von 6-13% auf 0,5% reduziert. Nach dem Rösten steigt dieser Gehalt wieder gering an, darf jedoch die gesetzliche Grenze von 5 Gewichtsprozent nicht überschreiten [CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS, 2007].

15-20% nehmen die Kaffeeöle (**Fette und Säuren**) ein. Hier gibt es jedoch einen wesentlichen Unterschied je nach Herkunft, Aufbereitung und Röstgrad. Die Rohbohnen bestehen aus circa 11% nativem **Eiweiß**, die durch das Rösten denaturieren. Auch hier spielt die Maillardreaktion eine wesentliche Rolle [TROSCHL, 1995].

Die wichtigsten **Alkaloide** im Kaffee sind das Coffein und die Chlorogensäure, jedoch sind auch Theobromin, Theophyllin und Nikotinsäure in geringen Mengen vertreten.

Je nach Anbaugebiet ist ein unterschiedlicher Gehalt an **Mineralstoffen** wie Kalium (ca. 1%), Calcium, Magnesium, Schwefel und Sulfat enthalten.

Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft zählt der Kaffee über 800 **Aromastoffe** die sich erst durch den Röstvorgang wirklich entfalten [EDELBAUER, 2009].

Sein Aschegehalt darf 6,5 Gewichtsprozent nicht übersteigen, wobei mindestens die Hälfte der Asche aus wasserlöslichen Stoffen bestehen muss [CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS, 2007].

Das Enzym Polyphenoloxidase im grünen Kaffee katalysiert die Oxidation von Chlorogensäure. In unreifen sowie in verletzten Bohnen ist seine Aktivität niedrig [ILLY UND VIANI, 1998 in PEKLAR, 2001].

Folgende Tabelle soll einen Überblick der Inhaltsstoffe im Vergleich zwischen geröstetem Kaffee und fertigem Kaffee-Getränk geben.

<b>Inhaltstoffe</b> (Werte abhängig von Sorte und Röstung)	<b>gerösteter Kaffee</b> <b>g/100g</b> <b>[SOUCI UND KRAUT]</b>	<b>Kaffee- Getränk</b> <b>g/100g</b> Durchschnittswerte, können je nach Zubereitung variieren <b>[BLS]</b>
Energie kJ (kcal)	749 (180)	9 (2)
Kohlenhydrate (nicht verwertbare)	58,11	0
Kohlenhydrate (verwertbare)	1,50	0,3
Protein	14,00	0,2
Fett	13,40	0
Mineralstoffe	4,24	0,1
Wasser	3,43	99,4
Coffein	1,28	siehe Erklärung unten
Natrium	0,012	0,001
Chlorid	0,019	0,001
Calcium	0,146	0,002
Kalium	1,653	0,066

**Tabelle 3: Inhaltsstoffe Kaffee [SOUCI UND KRAUT, 2010; NUTRITIONAL.SOFTWARE BLS II.3.1]**

Die Durchschnittswerte für Chlorogensäure und Coffein sind im BLS nicht enthalten und konnten nur der Nährwerttabelle von Souci-Fachmann-Kraut 2010 entnommen werden. Je nach Literatur kann jedoch ein Durchschnittswert von 80 - 100 mg Coffein pro 100 ml Kaffee-Getränk angenommen werden [ADAM, 2005; HARLAND, 2000; KAFFEEVERBAND, 2009].

### 2.1.7.1 Das Coffein

Die Menschen konsumieren schon seit über 5000 Jahre Coffein, begonnen mit den Chinesen, die damals als erste den Tee entdeckten. Quellen von Coffein inkludieren nicht nur die Kaffeebohne sondern auch Teeblätter, die Kolanuss, Kakaobohnen, Guarana und Mate, welche in Lebensmittel, Getränken aber auch Medikamenten enthalten sind [MARCASON, 2008].

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich jedoch ausschließlich mit dem Coffein aus Kaffee.

Das Coffein ist neben Theophyllin und Theobromin ein Methylxanthin. Der Unterschied besteht in deren Methylgruppen. Beim Coffein handelt es sich um das 1,3,7-Trimethylxanthin [HARLAND, 2000].

Höchste Coffeinkonzentrationen können im Blut nach einer halben bis einer dreiviertel Stunde nach dem Konsum nachgewiesen werden. Dieser Coffeinspiegel hält sich etwa zwei Stunden und anschließend erfolgt der Abbau in der Leber.

Die tödliche Dosis beträgt 10 g reines Coffein [MARCASON, 2008; FORTH et al., 1996].

Um einen gute Überblick des durchschnittlichen Coffeingehaltes der unterschiedlichen Sorten und Zubereitungsarten zu erhalten, gibt die folgende Tabelle Auskunft.

	<b>Coffeingehalt</b>
Arabica geröstet	1,3%
Robusta geröstet	2,4%
Filterkaffee (125 ml)	ca. 100-125 mg
Espresso (50 ml)	ca. 50 - 60 mg

**Tabelle 4:** Coffeingehalt [KAFFEEVERBAND, 2009; ADAM, 2005]

Die physiologische Wirkung des Coffeins ist dosisabhängig und kommt durch die Blockade von Adenosin-Rezeptoren zustande. Näheres dazu folgt im Kapitel 2.5 „Wirkung von Kaffee“. Adenosin und Coffein besitzen eine ähnliche chemische Struktur, wodurch Coffein auch als konkurrenzfähiger Antagonist von Adenosin und seinen Rezeptoren bezeichnet wird. Diese Rezeptoren sind an den Zellmembranen des Peripheren- und Zentralen-Nervensystem lokalisiert [HARLAND, 2000].

### **2.1.8 Kaffeezubereitungen, Geschichte des Kaffees**

„Kaffee, Kaffee!

Edelster Trank aus dem Osten.

Kaffee, Kaffee!

Selig sind die, die dich kosten...“ [Zitat: Hans Weigel, in EDELBAUER, 2003].

Bereits im 15. Jahrhundert begann man den Kaffee in Jemen zuzubereiten. Die Kaffeekultur verbreitete sich anschließend mit dem Islam und kam mit der Türkenbelagerung nach Wien. Im Jahre 1683 erfolgte, laut Überlieferung, die Gründung des ersten Wiener Kaffeehauses [ADAM, 2005; EDELBAUER, 2003].

Wer sich schon einmal näher mit Kaffee beschäftigt hat, weiß, dass es nicht nur auf die Sorte sondern auch auf die Zubereitung ankommt, welcher Geschmack und auch welchen Coffeingehalt das Endresultat aufweist.

Je nach Mahlungsgrad, Zubereitungsart, wie Espresso, Filterkaffee oder Aufguss mittels Karlsbader-Kanne, sowie Portionierung des Pulvers, kommt ein unterschiedlicher Geschmack zustande [EDELBAUER, 2003].

### **2.1.9 Kaffeekonsum**

Kaffee zählt weltweit zu den am meist konsumierten Getränken. So konsumierten die Menschen 2007 7358897 metrische Tonnen Kaffee. Zehn Jahre früher (1997) waren es 6,1 Tonnen. In Österreich lag der Verbrauch 2007 bei 50899 metrischen Tonnen [WORLD RESEARCH INSITUTE 2008].

Laut österreichischem Ernährungsbericht für Ernährung 2008 ist für Männer Kaffee an erster Stelle der Beliebtheitsskala der Getränke. Bei Frauen steht er an dritter Stelle gleich hinter Leitungswasser und Tee. Der jährliche Konsum beträgt 8 kg Bohnen bzw. 162 Liter pro Person. Frauen konsumieren im Durchschnitt 310,6 ml pro Tag und Männer 312,0 ml pro Tag. Dieses beliebte Getränk steht an dritter Stelle sowohl bei Männern und Frauen im Hinblick auf die Gesamtgetränkemenge. Die Verteilung in Österreich sieht folgendermaßen aus:

Im Osten werden 280 ml pro Tag konsumiert, im Westen 310 ml pro Tag. Der Süden Österreichs liegt an der Spitze des Kaffeekonsums mit 360 ml pro Tag [ELMADFA et al., 2009].

Als akzeptable Menge kann man den Konsum von drei Tassen Kaffee pro Tag, welche circa 420 ml entsprechen, ansehen. Durch eine Tasse nimmt man je nach Zubereitungsart und Sorte (Arabica etwa 1% Coffein; Robusta circa die doppelte Menge) im Durchschnitt 100 mg Coffein zu sich [ADAM, 2005].

## **2.2 Wasser- und Elektrolythaushalt**

Wasserhaushalt und Elektrolythaushalt sind durch die Gesetze der Elektroneutralität beziehungsweise der Isotonie miteinander verbunden. Das Gesetz der Elektroneutralität besagt, dass innerhalb eines Kompartiments die Summe der negativen Ladungen gleich der Summe der positiven Ladungen ist. Die Isotonie ist gegeben, wenn die Summe der osmotisch wirksamen Teilchen

in den einzelnen Flüssigkeitskompartimenten gleich ist, wodurch jede Verschiebung osmotisch wirksamer Teilchen mit der Bewegung von Wasser in Verbindung steht und auch umgekehrt [ELMADFA, 2004].

## **2.2.1 Wasserhaushalt**

### Begriffsdefinition:

Als Wasserhaushalt wird die Gesamtheit der Vorgänge und Regulationsmechanismen, die zur Aufnahme oder Ausscheidung von Wasser im menschlichen Organismus führen, bezeichnet. Dieser steht in Wechselwirkung mit dem Elektrolythaushalt und ist somit an alle Prozesse, die im Zusammenhang mit der Aufnahme, Ausscheidung oder Verteilung von Elektrolyten stehen, gekoppelt, da die Flüssigkeit intra- und extrazellulär von den in den Flüssigkeiten gelösten Stoffen abhängig ist.

Durch das Durstempfinden wird die Wasseraufnahme gesteuert. Die Wasserabgabe unterliegt dem vom Zwischenhirn gebildeten antidiuretischen Hormon ADH, auch Vasopressin genannt. Durch Freisetzung von ADH wird das Wasser im Körper zurückgehalten, da die Niere das Wasser rückresorbiert und ins Blut zurückgibt wodurch die Urinproduktion minimiert wird [LÖW UND ABELE, 2008].

Der Mensch besteht zu 50-65% aus Wasser. Dies entspricht rund 40 Liter und kann in extrazelluläres und intrazelluläres unterteilt werden. Auf das Extrazelluläre entfallen 13,3-16,8 Liter mit einer natürlichen Schwankungsbreite von 3,5 Liter. Es setzt sich aus interstitiellem Wasser (12-15%), Plasmawasser (5%) und transzellulärem Wasser (2-4%) zusammen. Das Intrazellulärwasser umfasst zwischen 24,5-28 Liter [ELMADFA UND LEITZMANN, 2004; ADAM, 2005].

## 2.2.2 Elektrolythaushalt

### Begriffsdefinition:

Der Elektrolythaushalt umfasst die Gesamtheit des Stoffwechsels der im Körper vorhandenen Elektrolyte und somit alle Prozesse, die mit der Resorption, Ausscheidung und Verteilung der sowohl intra- als auch extrazellulär in Flüssigkeiten gelösten Stoffe zusammenhängen [LÖW UND ABELE, 2008].

Als Elektrolyte werden jene Mengenelemente bezeichnet, die im wässrigen Milieu ionisiert als Anionen oder Kationen vorliegen. Durch ihre Ladung sind sie im Wasserhaushalt des Organismus von großer Bedeutung [ELMADFA, 2004].

Durch das Wasser können die aufgenommenen Elektrolyte in Lösung übergehen und den Körperzellen zur Verfügung stehen [LÖW UND ABELE, 2008].

Ein erhöhter Speisesalzkonsum hat eine gesteigerte Natrium-Ausscheidung durch den Urin aber auch eine vermehrte Ausscheidung von Calcium zur Folge [D-A-CH, 2008].

Chlorid zählt zu dem am häufigsten in der extrazellulären Flüssigkeit vorkommenden Anion [D-A-CH, 2008].

Kalium ist das häufigste Kation in der intrazellulären Flüssigkeit. Der Bestand von Kalium beträgt im Durchschnitt 150 g bei Männern und 100 g bei Frauen. Über 90% der Kaliumausscheidung erfolgt über den Urin. Nur ein geringer Teil wird über den Darm abgegeben [D-A-CH, 2008].

Dass Coffein die Natrium-Exkretion erhöht, wurde in einer Studie an acht gesunden Männern herausgefunden. Jenen Probanden wurden 400 mg Coffein oral verabreicht und vor und nach der Gabe deren glomeruläre Filtrations-Rate sowie die Ausscheidung von Natrium gemessen [SHIRLEY, 2002]. Jedoch konnte hier nichts über eine bestehende erhöhte Ausscheidung berichtet werden, da es sich um ein einmaliges Vorher-Nachher Experiment handelte.

### **2.2.3 Urinausscheidung**

Die Niere hat die Aufgabe, den Wasser- und Elektrolythaushalt zu kontrollieren um das extrazelluläre Flüssigkeitsvolumen, die osmotische Konzentration und das Ionengleichgewicht konstant zu halten.

Die renale Ausscheidungsrate beträgt pro Tag im Durchschnitt 1,5 Liter. Bei Wassermangel kann sich dies jedoch bis auf 0,7 Liter Ausscheidung pro Tag reduzieren, was auch als Antidiurese beziehungsweise Oligurie bezeichnet wird. Wird viel Flüssigkeit aufgenommen kommt es zu einem Wasserüberschuss wodurch mehrere Liter Urin pro Tag anfallen, dies nennt man auch Diurese beziehungsweise Polyurie [THEWS et al., 2007].

### **2.2.4 Flüssigkeitsbilanz**

Die Bilanz bildet sich durch die Differenz zwischen Aufnahme und Ausscheidung. Durch physiologische Bedingungen ist die Flüssigkeitsbilanz ausgeglichen.

Die tägliche durchschnittliche Flüssigkeitsaufnahme und –abgabe bei Erwachsenen wird in der Tabelle modifiziert nach WILLAMS 2003 dargestellt.

	<b>Aufnahme pro Tag</b>	<b>Ausscheidung pro Tag</b>	
Getränke	1200-1500 ml	Harn	1000-1500 ml
Speisen	700-1000 ml	Lunge	1000-1200 ml
Oxidationswasser	200-300 ml	Haut	
		Fäzes	
gesamt durchschnittlich	2100-2800 ml ~2600ml	2000-2700ml ~2600ml	

**Tabelle 5: Flüssigkeitsaufnahme, -ausscheidung [WILLIAMS, 2003 in ELMADFA, 2004]**

Bei Änderungen im Intrazellulärwasser wird das Renin-Angiotensin-Aldosteronsystem beeinflusst wodurch sich die Osmolarität ändert [ADAM, 2005].

## 2.3 Wasserzufuhr

Die tägliche Gesamtwasseraufnahme berechnet sich durch Addition von Wasserzufuhr durch Getränke, Wasserzufuhr aus fester Nahrung und Oxidationswasser.

Der Richtwert für die tägliche Flüssigkeitszufuhr liegt laut den D-A-CH-Referenzwerten für Erwachsene bei ca. 250 ml/MJ was ca. 2,4 Liter entspricht. Diese Angaben setzen sich aus 1470 ml/Tag Wasserzufuhr durch Getränke und 890 ml/Tag Wasserzufuhr durch feste Nahrung zusammen. Hinzu kommen noch ca. 340 ml Oxidationswasser pro Tag wodurch sich eine Gesamtwasseraufnahme von 2700 ml pro Tag für Erwachsene von 19 bis unter 25 Jahren ergibt [D-A-CH, 2008].

Der Flüssigkeitsbedarf ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Wichtige Einflussfaktoren sind die Umgebungstemperatur und die körperliche Aktivität.

Die derzeitige Getränkezufuhr in Österreich liegt laut österreichischem Ernährungsbericht 2008 bei 2,7 Liter pro Person pro Tag inklusive Kaffee, Alkohol und Milch beziehungsweise bei 2,1 Liter pro Person und pro Tag exklusive [ELMADFA et al., 2009].

## 2.4 Elektrolytaufnahme

Die empfohlenen minimalen Elektrolytaufnahmen für die Mengenelemente Natrium, Chlorid und Kalium bei Erwachsenen liegen bei 550 mg/Tag für Natrium, 830 mg/Tag für Chlorid und bei 2000 mg/Tag im Falle des Kaliums.

Die Natriumaufnahme wird vor allem in Form von Speisesalz (NaCl) gedeckt und sollte maximal 6 g Salz beziehungsweise 2,4 g Natrium pro Tag betragen. Eine erhöhte Zufuhr kann zur salzsensitiven Hypertonie führen und ist daher nicht von Vorteil [GLEICHMANN, 1994 in D-A-CH, 2008].

Ein Gramm Speisesalz besteht aus 17 mmol Natrium und 17 mmol Chlorid. Ein Gramm NaCl entspricht 0,4 g Natrium.

In der extrazellulären Flüssigkeit ist Natrium für deren Volumen und osmotischen Druck verantwortlich. Hier ist es das häufigste Kation, hingegen kommt das körpereigene Natrium in der intrazellulären Flüssigkeit zu einem geringeren Teil vor.

Der Anteil von Natrium im Körper beträgt bei Männern 100 g und bei Frauen 77 g. Dieser Bestand an Natrium wird durch das Angiotensin-Aldosteron-Renin-System gemeinsam mit dem natriuretischen Protein in der Niere geregelt. Ebenso unterliegt die Natriumkonzentration in der extrazellulären Flüssigkeit diesem Mechanismus. Nur ein geringer Teil des Natriums geht mit dem Stuhl ab [D-A-CH, 2008].

Der Chloridbedarf errechnet sich zu Natrium durch Multiplikation mit 1,5 und ist proportional dem Natrium bei starkem Schwitzen erhöht [D-A-CH, 2008].

Vor allem während des Wachstums ist eine ausreichende Kaliumzufuhr für das Wachstum der Zellmasse nötig. Beim Erwachsenen wird die tägliche Zufuhr mit 2-3 g Kalium/Tag angenommen. Quellen für Kalium sind vorwiegend pflanzliche Lebensmittel wie Bananen, Kartoffeln, Spinat, Champignons etc., jedoch geht ein Teil auch in das Kochwasser über, wodurch der Gehalt im Lebensmittel abnehmen kann [D-A-CH, 2008].

Die empfohlene Calcium Aufnahme liegt bei Erwachsenen zwischen 19 Jahren und älter laut den D-A-CH-Referenzwerten bei 1000 mg pro Tag und kann vor allem durch Milch- und Milchprodukte, Gemüse wie Broccoli, Fenchel usw. bzw. auch durch manche Mineralwässer mit einem Calciumgehalt über 150 mg Calcium pro Liter gedeckt werden. Der Körperbestand von Calcium liegt bei Männern bei 900-1300 g und bei Frauen bei 750-1100 g von denen mehr als 99% in den Knochen und Zähnen eingelagert sind [D-A-CH, 2008].

Je nach konsumierter Wassermenge, insbesondere Mineralwasser kann die Versorgung mit Mineralstoffen durch deren spezielle Zusammensetzung gezielt genutzt werden [D-A-CH, 2008].

Die derzeitige Situation der Elektrolytaufnahme liegt laut Ernährungsbericht 2008 für Natrium bei 3,2 bis 3,6 g, und für Chlorid bei 4,8-5,4 g. An Calcium wird im Durchschnitt 775-782 mg aufgenommen und Kalium liegt bei einer Aufnahme von 2,6-2,7 g. Die Gesamttrinkwassermenge liegt bei den Erwachsenen in Österreich zwischen 871 und 1101 ml pro Tag. Die dazugehörigen Referenzwerte bzw. wünschenswerte Zufuhr von Erwachsenen zwischen 20 und 35 Jahren können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Aufnahme pro Tag	Ernährungsbericht 2008	Referenzwerte D-A-CH
Natrium	3,2-3,6 g	mindestens: 0,55 g ausreichend: 2,4 g
Chlorid	4,8-5,4 g	mindestens: 0,83-3 g wünschenswert: 3 g
Calcium	775-782 mg	mindestens 1000 mg Upper Level: 2500 mg
Kalium	2,6-2,7 g	mindestens 2 g
Flüssigkeitsaufnahme durch Getränke	2,7 L	1,2-1,5 L

**Tabelle 6: Elektrolyt-Aufnahme [ELMADFA et al., 2009; D-A-CH, 2008]**

## 2.5 Physiologische Wirkungen von Kaffee

Als geeignet kann man einen Konsum von drei Tassen Kaffee täglich sehen. Dies entspricht ungefähr 420 ml Kaffee. Mit einer Tasse nimmt man circa 100 mg Coffein zu sich. Hier ist jedoch zu erwähnen, dass die Sorte Arabica in etwa 1% Coffein enthält. Die Kaffeebohnen von *Coffea canephora* var. *robusta* hingegen kommen auf die doppelte Menge [ADAM, 2005].

### 2.5.1 Wirkung des Coffeins

Die Wirkung von Methylxanthinen hängt mit deren Konzentration zusammen. Bereits ab 30  $\mu\text{mol/L}$  kommt es zu einer 50%-igen Hemmung der Adenosin-Rezeptoren, welche die Diurese und somit die Ausscheidung von Wasser und Natrium bewirken. Weitere Wirkungen erfolgen ab einer Konzentration von 700-3000  $\mu\text{mol/L}$ , wodurch es zuerst zu einer 50%-igen Hemmung der Phosphodiesterase, welche zu einer Hemmung der Thrombozytenaggregation führt und anschließend zur 50%-igen Freisetzung von intrazellulärem Calcium

in das Zytoplasma. Dies ist ersichtlich durch Zittern, Unruhe, Tachykardie, Insomnie und Gedankenflucht [ADAM, 2005; KAFFEEVERBAND, 2009].

Coffeinhaltiger Kaffee verbessert die Reaktionszeit. Generell zeigten coffeinhaltige Getränke in einer Studie an 30 Probanden je nach Dosis negative Effekte in Bezug auf Schlafbeginn, -dauer und -qualität [HINDMACHER et al, 2000].

Coffein stimuliert das zentrale Nervensystem und hat einen Einfluss auf das kardiovaskuläre System, welches sich mit einem Anstieg des Blutdruckes und der Herzleistung äußert [RAMALAKSHMI, 1999]. Diese blutdrucksteigernde Wirkung wird je nach Studie entweder bestätigt [SUDANO et al. 2005], oder bei Betrachtung des regelmäßigen Kaffeekonsums auch nicht als linearer Zusammenhang zu Bluthochdruck gesehen [GELEIJNSE, 2008; WINKELMAYER et al. 2005].

### **2.5.2 Wirkung bei einmaligem Kaffeekonsum**

Bei Personen, welche einige Tage beziehungsweise Wochen kein Coffein konsumiert haben, kommt es bei Coffein-Aufnahme von 250-300 mg welche etwa 2-3 Tassen Kaffee entsprechen, zu einer kurzfristigen Stimulation der Urin-Ausscheidung. Dieser Effekt ist bei regelmäßigen Kaffeetrinker/-innen abgeschwächt. Coffeindosen in standardisierten Serviergrößen von Kaffee scheinen keinen diuretischen Einfluss zu haben. Viele Studien zeigen keine Bestätigung der Annahme, dass Coffeinkonsum im moderaten Ausmaß des täglichen Alltags zu Flüssigkeitsverlust führt oder mit schlechtem Hydrationsstatus in Verbindung steht [MAUGHAN, 2003].

### 2.5.3 Wirkung auf den Wasserhaushalt

Der renale Effekt durch Coffein wird nach heutigem Stand der Wissenschaft mit der antagonistischen Wirkung am Adenosin-A<sub>1</sub>-Rezeptor assoziiert. Lokalisiert ist dieser Adenosin-Rezeptor an den Macula-densa-Zellen des juxtaglomerulären Apparates. Durch gesteigerten Natriumstrom kommt es am distalen Ende des proximalen Tubulus zu einer Vasokonstriktion der afferenten Nierenarteriolen. Vermittler dieses Schrittes ist der oben erwähnte Adenosin-A<sub>1</sub>-Rezeptor. Die Nierendurchblutung und die glomeruläre Filtrationsrate werden vermindert. Ebenso nimmt die Ausscheidung von Natrium ab. Durch Coffein wird nun genau dieser Mechanismus gehemmt und daher kommt es durch Coffein Aufnahme zu einer erhöhten Ausscheidung von Natrium [ADAM, 2005].

Ein moderater Konsum an Coffein führt zu einem leichten Anstieg in der Urinproduktion. Eine Studie zeigte, dass diese Diurese allerdings nicht signifikant höher im Vergleich zu einem Kontrollgetränk ohne Coffein ist. Es gibt keine Evidenz, dass eine moderate Coffeinzufuhr (< 456 mg) mit einer chronische Dehydration in Verbindung steht [MARCASON, 2008].

In der Dietary Reference Intake Guideline für Wasser 2005 vom Institute of Medicine steht, dass die Kontribution von coffeinhaltigen Getränken zur täglichen Flüssigkeitszufuhr ähnlich der Kontribution von nicht-coffeinhaltigen Getränken scheint [IOM, 2005].

Eine Studie an 18 Probanden untersuchte die Wirkungen bei chronischem Kaffeekonsum. Hierbei erfolgte ein mehrtägiger Konsum einer identen Menge coffeinhaltigen oder coffeinfreien Getränken. Die Ergebnisse zeigten keinen Unterschied bei Harnvolumen, Osmolarität und Elektrolytausscheidung [GRANDEJAN, 2000].

Bei regelmäßigem und gleichmäßigem Kaffeekonsum besteht also keine gesteigerte Diurese, da verschiedene Kompensationsmechanismen verstärkt wirken. Diesen Mechanismus bezeichnet man auch als Escape-Phänomen. Der Flüssigkeitshaushalt wird nur durch die Flüssigkeitsmenge, die im Kaffee enthalten ist, beeinflusst.

Wenn nun einmalig Kaffee konsumiert wird, genügen bereits 24 Stunden um die einmalige diuretische und natriuretische Wirkung auszugleichen. Denn die Wirkung von Coffein, mit einer Plasmahalbwertszeit von drei bis sieben Stunden, kann durch Gegenregulationsmechanismen kompensiert werden [DGE, 2004].

Kaffee ist kein Flüssigkeitsräuber, da primär nur das extrazelluläre Wasser vermindert wird, nicht jedoch das intrazelluläre. Daher ist der Wasserbedarf nicht erhöht. Der harntreibende Effekt von Coffein ist abhängig von Menge und Frequenz [ADAM, 2005].

<b>Coffeindosis</b>	<b>Kaffeetassen (á 170ml)</b>	<b>Konsequenzen</b>
100-200mg	1 bis 2	Aufmerksamkeit steigt, Durchblutung wird angeregt, Wachsamkeit, Ruhelosigkeit, Müdigkeit verschwindet
1 g	5 bis 10	Herzrhythmusstörungen, Ängstlichkeit, Schlafstörungen, Gastrointestinale Störungen, Stimmungslage ändert sich
1,5 g	über 12	Ruhelosigkeit, Ängstlichkeit, Zittern
2-5 g	16 bis 40	Stimulation des Rückenmarks
10 g	100	Tödliche Dosis

**Tabelle 7: Coffeinaufnahme und physiologische Konsequenzen [HARLAND, 2000]**

In einer Studie an 12 gesunden Probanden, welche zuvor eine standardisierte Diät für zwei Tage einhielten, nahmen in der Testphase für fünf Tage Methylxanthine ein. Am ersten Tag wurde der Flüssigkeitsbedarf mit Mineralwasser gedeckt. In den folgenden Tagen wurde die Flüssigkeitsmenge mit sechs Tassen Kaffee, welche 642 mg Coffein enthielten, ersetzt. Dies führte zu einem Anstieg der 24h Urin Ausscheidung von 753 +/- 532 ml. Das Total Body Water wurde mittels BIA gemessen und hier kam es zu einer Abnahme von 2,7% bzw. 1,1 +/- 1,2 kg. Die Ausscheidung von Natrium lag bei 80 +/- 62 mmol bzw. 66% und Kalium bei 14 +/- 12 mmol bzw. 28% [NEUNHÄUSER-BERTHOLD, 1997].

## **2.6 Zusammenfassende Übersicht von Kaffee und seiner Wirkung**

Regelmäßiger Kaffeekonsum führt zur Einstellung der diuretischen Wirkung. Die individuellen Unterschiede können jedoch variieren. Für jeden ist eine andere Dosis ausschlaggebend, ob der Kaffee bei chronischem Konsum und geringer Flüssigkeitszufuhr trotzdem zur täglichen Flüssigkeitsaufnahme gezählt werden kann oder nicht.

Bei Nicht-Kaffeetrinker/innen die einmalig in den Genuss von Kaffee kommen, wird eine eindeutige diuretische Wirkung sichtbar. Die Ausscheidung von Wasser und Natrium ist erhöht, kann jedoch bei ausreichender Flüssigkeitszufuhr vernachlässigt werden [ADAM, 2005].

Auch eine weitere Studie kam zu dem Ergebnis, dass Kaffeekonsum nicht zu Wasser- und Elektrolyt-Imbalancen führt [ARMSTRONG et al., 2007].

Die folgende Tabelle soll einen zusammenfassenden Überblick über verschiedenste Studien zum Thema Kaffee und diuretische Wirkung geben. Hierbei wird auch die Bedeutung der Dosis sichtbar.

<b>Coffein Dosis [mg]</b>	<b>Diuretischer Effekt</b>	<b>Studie inkl. Jahr</b>
642	Ja	Neuhauser-Berthold et al. 1997
586	Ja	Wemple et al. 1996
360	Ja	Passmore et al. 1987
250	Ja	Nussberger et al. 1990
250	Ja	Robertson et al. 1978
300	nein	Dorfman & Jarvik 1970
253	nein	Grandjean et al. 2000
180	nein	Passmore et al. 1987
114	nein	Grandjean et al. 2000
90	nein	Passmore et al. 1987
45	nein	Passmore et al. 1987

**Tabelle 8: Studienübersicht Diuretischer Effekt von Coffein [MAUGHAN, 2003]**

Zusammenfassend kann über diese Studien gesagt werden, dass bis zu 2 Tassen Kaffee (mit einer Menge kleiner als 200 mg Coffein) kein diuretischer Effekt berichtet wurde.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Studiendesign

Die Proband/innen wurden in die beiden Gruppen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen laut vorab festgelegter Definition (siehe Kapitel 3.2 Proband/innen) geteilt. Beide Gruppen hatten an zwei Tagen die Erhebung durchzuführen.

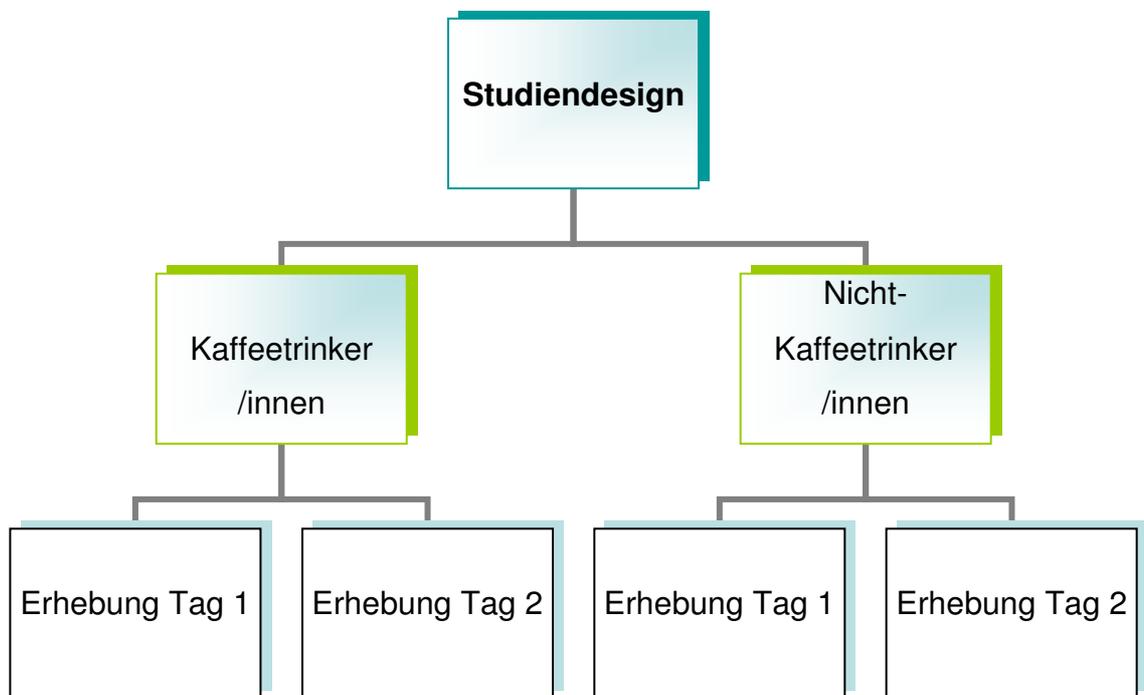


Abbildung 5: Studiendesign

Am ersten Tag wurde bei beiden Gruppen der 24h Urin gesammelt und ein 24h Wiegeprotokoll geführt. Weiters kamen die Proband/innen zur Bio Impedanz Analyse Messung.

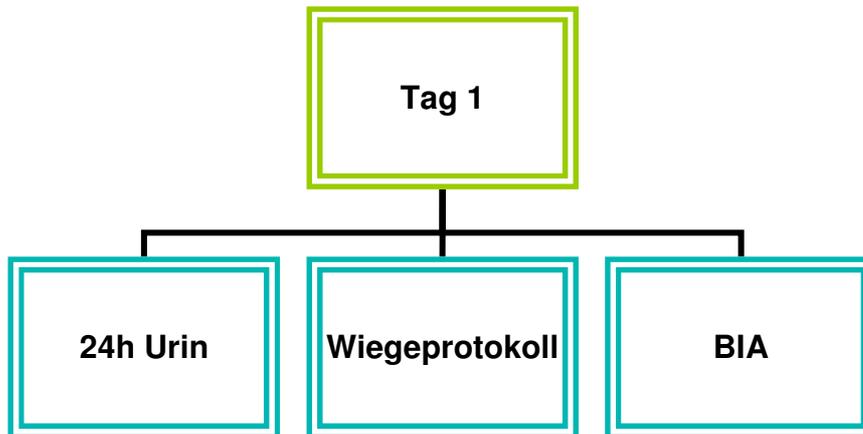


Abbildung 6: Studiendesign Tag 1

Der zweite Erhebungstag inkludierte wieder ein 24h Wiegeprotokoll, sowie das Sammeln des 24h Urins.

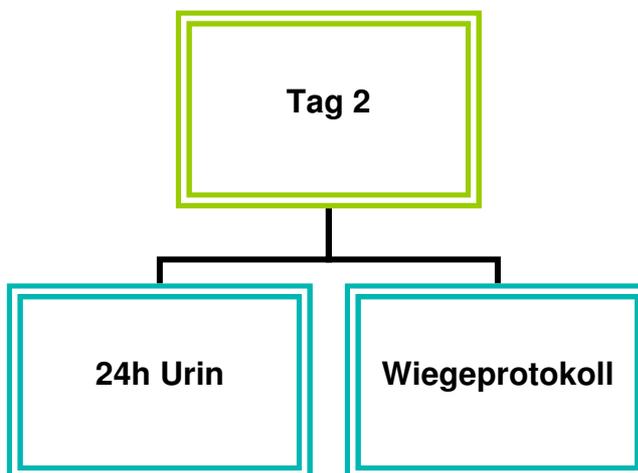


Abbildung 7: Studiendesign Tag 2

Um zeitlich eine bessere Vorstellung zu ermöglichen, können die jeweiligen Zeitpunkte der folgenden Tabelle entnommen werden.

Datum	Studienzeittafel
26.-28. Mai 2009	Ausgabe der Kanister, Waage, Protokolle Einverständniserklärung einholen
2., 3., 7., 8. Juni 2009	Start der Ersterhebung (24h Wiegeprotokoll, 24h Urin) 2 Tage pro Proband frei wählbar einmalig: BIA
3., 4., 8., 9. Juni 2009	Abgabe der Kanister, Waagen, Protokolle am jeweiligen Folgetag  Analyse im Labor (Kreatinin, Elektrolyte, Volumen)

**Tabelle 9: Studienzeittafel**

### 3.2 Probanden/innen

Wichtig für diese Studie war es, sowohl Kaffeetrinker/innen als auch Nicht-Kaffeetrinker/innen zu finden, die gesund sind und an 2 Tagen bereit sind, den 24h Urin zu sammeln und ein dazugehöriges Wiegeprotokoll zu führen. Sie sollten wie gewohnt, den zu Hause zubereiteten Kaffee trinken beziehungsweise im Falle der Nicht-Kaffeetrinker/innen keinen konsumieren. Die Teilnehmer/innen durften keine diuretischen Medikamente einnehmen und sollten zwischen 20 bis maximal 35 Jahren alt sein. An einem dieser Untersuchungstage wurde eine Bio Impedanz Analyse durchgeführt.

Vorab wurden Kaffeetrinker/innen beziehungsweise Nicht-Kaffeetrinker/innen folgendermaßen definiert:

- Kaffeetrinker/innen sind jene Personen, die mindestens 1 Tasse pro Tag trinken.
- Zu den Nicht-Kaffeetrinker/innen zählen jene, welche weniger als 7 Tassen Kaffee oder andere coffeinhaltige Getränke pro Woche konsumieren.

Teilgenommen haben insgesamt 22 Probanden/innen von denen 11 Kaffeetrinker/innen und 11 Nicht-Kaffeetrinker/innen laut Definition waren.

Die Geschlechterverteilung war folgendermaßen: 2 männliche und 20 weibliche Probanden/innen im Alter zwischen 20 und 35 Jahren unterschiedlicher Studienrichtungen beziehungsweise Arbeitsverhältnissen und Wohnort.

Um vollständige Anonymität zu gewährleisten wurden den Probanden/innen Identifikationsnummern von BD01 bis BD22 zugeordnet.

Aufgrund eines fehlenden protokollierten Tages wurde eine Probandin aus den Berechnungen ausgeschlossen.

### **3.1 Wiegeprotokoll**

Zur Erhebung der Flüssigkeits- beziehungsweise der Nährstoffaufnahme wurde ein Wiegeprotokoll erstellt. Grund dafür war, dass bei anderen Methoden oftmals das Schätzen von Portionsgrößen sehr schwierig ist, zum Teil die tatsächliche Aufnahme unter- beziehungsweise überschätzt wird oder Mahlzeiten und Getränke vergessen werden. Dieses Protokoll wird auch als „golden standard“ in Validierungsmethoden beschrieben und zählt zu den

genauesten Methoden um den Verzehr von Lebensmitteln und Getränken zu ermitteln. Hierbei sollten alle verzehrten Nahrungsmittel unter Angabe der Menge gleich vor beziehungsweise unmittelbar nach dem Verzehr notiert werden. Damit nichts vergessen wird, wurden die Protokolle immer mitgetragen. Die Mengenangabe erfolgt nach dem Wiegen des Produkts mittels Waage, welche vom Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien zur Verfügung gestellt wurde. Wichtig war es vor allem bei den Getränken die genaue Marke von zum Beispiel Mineralwasser beziehungsweise im Falle Kaffee die eventuell bekannte Sorte, Marke sowie Zubereitungsart zu notieren [BIRÒ et al., 2002].

Folgende weitere Angaben waren vorab auf dem Wiegeprotokoll unter extra Hinweise notiert:

- Marke des Kaffees/der Getränke notieren
- Kaffee- beziehungsweise Zubereitungsart aufschreiben
- an diesem Tag keine anderen coffeinhaltigen Getränke und keinen Alkohol konsumieren
- alles abwiegen
- bei Außer-Hausverzehr, wenn nicht anders möglich die Menge schätzen bzw. in haushaltsüblichen Maßen beschreiben.

Bei der Abgabe der Protokolle wurde mit den Proband/innen nochmals alles auf Verständlichkeit überprüft.

Da „atypische“ Tage zu Verzerrungen führen würden, wurden 2 Tage erhoben und bei den Berechnungen jeweils mit den Mittelwerten gearbeitet [BIRÒ et al., 2002].

### 3.1.1 Nährwertprogramm

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Nährwertprogramm „nutritional software (NUTS)“ auf Basis des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) Version II.3.1 2005. Alle am Wiegeprotokoll notierten Getränke und Lebensmittel wurden so genau wie möglich in die Datenbank eingegeben und anschließend in das Statistikprogramm SPSS 15 exportiert.

Folgende Tabelle zeigt die im BLS integrierten Nährwerte für das Getränk Kaffee.

<b>Inhaltsstoffe Kaffee- Getränk</b>	<b>pro 100g</b>
(Werte abhängig von Sorte und Röstung)	
Energie kJ (kcal)	9 (2)
Kohlenhydrate (nicht verwertbare) (g)	0
Kohlenhydrate (verwertbare) (g)	0,3
Protein (g)	0,2
Fett (g)	0
Mineralstoffe (g)	0,1
Wasser (g)	99,4
Natrium (g)	0,001
Chlor (g)	0,001
Calcium (g)	0,002
Kalium (g)	0,066

**Tabelle 10: Nutritional.software; BLS II.3.1**

### 3.2 24h Sammelharn

Zum Sammeln des 24h Urins wurden an die Proband/innen ein 3 Liter Sammelkanister beziehungsweise kleine Zusatzgefäße ausgegeben. Weiters erhielt jede Person eine Kühltasche sowie Kühl Akkus um den Harn zu kühlen.



Die Aufgabe war, am jeweiligen Erhebungstag den gesamten Harn von 0:00 bis 24:00 im dafür vorgesehenen Behälter zu sammeln.

**Abbildung 8: Urin-Sammelkanister**

### **3.3 Laboruntersuchung**

Der 24h Urin wurde jeweils am Folgetag gekühlt im Labor am Institut für Ernährungswissenschaften abgegeben und sofort analysiert.

Untersucht wurden folgende Parameter:

- 24 h Harnvolumen
- Kreatinin
- Elektrolyte:
  - Natrium
  - Chlorid
  - Calcium
  - Kalium

### 3.3.1 Volumen

Da die Sammelkanister geeichte Markierungsstriche hatten, wurde das Volumen so gut wie möglich anhand dieser auf 5 ml genau abgelesen beziehungsweise bei Überschreiten der Maximalmarkierung in Messzylinder umgefüllt und zur Kontrolle mittels Waage unter Berücksichtigung des leeren Kanisters abgewogen.

### 3.3.2 Kreatininbestimmung

Kreatinin ist ein Stoffwechselprodukt, das aus Kreatin entsteht und relativ konstant mit dem Harn ausgeschieden wird. Kreatin kommt vor allem im Muskel vor, wird aus Arginin und Glycin in der Niere synthetisiert und in der Leber methyliert. Die Menge ist direkt proportional mit der Muskelmasse (1 g Kreatinin/d entspricht ca. 18-20 kg Muskelgewebe), wodurch man auch die Lean-Body-Mass berechnen kann. Weiters zählt Kreatinin zu einem bedeutenden endogenen Indikator für die glomeruläre Filtrationsrate. Durch die konstante Ausscheidung dient die Kreatininbestimmung als Bezugsgröße für weitere Harnbestandteile, wie zum Beispiel der Elektrolyte, vor allem, wenn der Urin nach hoher Flüssigkeitszufuhr stark verdünnt ist. Die Referenzwerte der Kreatininausscheidung liegen bei 1-1,5 g Kreatinin pro Tag [ELMADFA, 2004; THIEWS et al., 2007].

#### Chemikalien:

Kreatininstandard

Pikrinsäure

NaOH

Trichloressigsäure

	Reagenzien	Molaremasse	Konzentrationen der gebrauchsfertigen Lösung	
<b>Lösung 1</b>	Standard: Kreatinin	113,1 g/l	2 mg/dl bzw. 177 µmol/l	2 mg/100ml H <sub>2</sub> O
<b>Lösung 2</b>	Pikrinsäure	223,1 g/l	35 mmol/l	1,6 g/200ml H <sub>2</sub> O
<b>Lösung 3</b>	NaOH	40,0 g/l	1,6 mol/l	12,8 g/200ml H <sub>2</sub> O
<b>Lösung 4</b>	Trichloressigsäure	163,4 g/l	1,2 mol/l	19,6 g/100ml H <sub>2</sub> O

Tabelle 11: Chemikalienübersicht [BOEHRINGER MANNHEIM, 1991]

#### Herstellung der Lösungen:

Die Pikrinsäure wird im Ultraschallbad gelöst. Der Standard, die Pikrinsäure sowie NaOH wurden unverdünnt verwendet und im Kühlschrank gelagert.

**Lösung 5**, welche ein Reaktionsgemisch von Pikrinsäure mit NaOH im Verhältnis 1:1 war, musste jeden Tag frisch zubereitet werden [BOEHRINGER MANNHEIM, 1991].

Probenmaterial: 24h Urin

#### Methode:

Hierbei handelt es sich um die Jaffé-Methode mit Enteiweißung.

#### Testprinzip:

Das Kreatinin bildet in alkalischer Lösung mit Pikrat einen rot-orangen Farbkomplex, welcher photometrisch bestimmt werden kann. Vor der Bestimmung muss eine Proteinfällung durchgeführt werden, da die Komplexbildung im Alkalischen nicht spezifisch ist [BOEHRINGER MANNHEIM, 1991].

Qualitätskontrolle [BOEHRINGER MANNHEIM, 1991]

Normbereich: Precinorm U, Precinorm S

Pathologischer Bereich: Precipath U, Precipath S

Speziell zur Präzisionskontrolle: Precinorm UPX

Probenvorbereitung:

Der frische Harn wurde mit destilliertem Wasser im Verhältnis 1:50 verdünnt 4,9 ml Aqua dest. und 100 µl Urin.

Geräte:

Spektralphotometer

Eppendorf-Pipetten

Messkolben (50 ml) mit Stöpsel

Trichter

Reagenzgläser

Semi-Mikroküvetten

Folgendes Pipettierschema wurde in Reagenzgläser im Doppelansatz pipettiert:

	<b>Leerwert</b>	<b>Standard</b>	<b>verdünnte Probe</b>
Aqua dest.	0,5 ml	-	-
Lösung 1	-	0,5 ml	-
Lösung 4	0,5 ml	0,5 ml	0,5 ml
Harn (1+49)	-	-	0,5 ml
Lösung 5	1,0 ml	1,0 ml	1,0 ml

**Tabelle 12: Pipettierschema [BOEHRINGER MANNHEIM, 1991]**

Nach dem gründlichen Mischen im Vortexer, sind die Proben für 20 min bei 25°C inkubiert worden.

Anschließend erfolgte die Messung der Extinktionen im Spektralphotometer bei einer Wellenlänge von 520 nm. Dazu wurden Küvetten mit der Schichtdicke 1 cm verwendet, das Spektralphotometer auf 520 nm eingestellt und gegen den Leerwert sowohl Extinktion der Probe als auch des Standards gemessen.

Berechnung:

Die Konzentration des Kreatinins wird durch folgende Formel berechnet:

$$c \text{ [mg/dl]} = 100 \times \frac{E_{\text{Probe}}}{E_{\text{Standard}}}$$

bzw.

$$c \text{ [mmol/l]} = 8,84 \times \frac{E_{\text{Probe}}}{E_{\text{Standard}}}$$

$$\text{Kreatinin [g] im 24h Urin} = \frac{\text{mg Kreatinin/dl} \times \text{Liter Harn in 24h}}{100}$$

[BOEHRINGER MANNHEIM, 1991]

### 3.3.3 Elektrolytbestimmung

Die Elektrolyte Messung wurde mit dem Elektrolyt-Analyzer Nova biomedical 10+ durchgeführt. Ermittelt wurden  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

Probenvorbereitung:

500 µl Harn wurden unverdünnt in 1,5 ml Natural Flat Cap Microcentrifuge Tubes gefüllt. Da jedoch der konzentrierte Harn in manchen Fällen zu hoch war erfolgte zum Teil eine zweite Messung in welcher eine 1:5 Verdünnung mittels Nova 10 Urine Diluent hergestellt wurde (100 µl Harn + 400 µl Nova 10 Diluent).

Messung:

Der Elektrolyt-Analyzer muss kalibriert sein und anschließend erfolgen die jeweiligen Messungen.

<b>Ca<sup>2+</sup></b>	1,25 - 3,75 mmol/24h
<b>Na<sup>+</sup></b>	50 – 250 mmol/24h
<b>K<sup>+</sup></b>	50 – 100 mmol/24h
<b>Cl<sup>-</sup></b>	140 – 280 mmol/24h

**Tabelle 13: Normalwerte Urin (Nahrungsabhängig) [Quelle: Elektrolyt-Analyzer]**

Der Variationskoeffizient der Tests war wie in der folgenden Tabelle ersichtlich.

	<b>Variationskoeffizient</b>
Natrium	0,39%
Chlorid	0,73%
Calcium	4,18%
Kalium	2,34%

**Tabelle 14: Variationskoeffizient Elektrolytbestimmung**

### **3.4 Bio-Impedanz-Analyse (BIA)**

Zur Erfassung des Körperwassers der Probanden wurde eine BIA-Messung mit dem vom Institut für Ernährungswissenschaften zur Verfügung gestellten Messgerät Nutriguard-M der Firma Data Input an der Universität Wien durchgeführt. Das dazugehörige Software Programm war Nutri Plus. Wichtig war, dass die Probanden am Tag davor keinen Sport betrieben, sowie Alkoholabstinenz einhielten.

#### **3.4.1 Grundlagen**

Die Bio-Impedanz-Analyse ist eine Widerstandsmessung, welche durch Erfassen des Körperwassers auf die magere Körpermasse schließt. Zu beachten ist, dass ein normaler Hydrationszustand des Körpers gegeben ist und daher bei den zu untersuchenden Personen keine Erkrankungen vorliegen, die den Wasserhaushalt beeinflussen könnten (auch die Einnahme von Diuretika führt zu fehlerhaften Ergebnissen). Die Messung der Körperzusammensetzung mittels Bio-Impedanz-Analyse ist bei allen Personen möglich [DÖRHOFER UND PIRLICH, 2007].

Grundlage dieser Messmethode ist die Fähigkeit des menschlichen Körpers, den elektrischen Strom zu leiten. Je nach Kompartiment ist die Leitfähigkeit unterschiedlich. Die magere Körpermasse enthält den größten Teil an Wasser und Elektrolyten, welche zu den Ohm'schen Leitern zählen, und leitet dadurch den Strom gut. Fettgewebe, Haut, Knochen und der Gleichen leiten den Strom nur schlecht oder gar nicht. Daher verhalten sie sich wie Kondensatoren.

Durch vier Elektroden, welche mit der Haut verbunden werden, kann ein homogenes elektrisches Feld in der Versuchsperson erzeugt werden und mit konstanter Stromstärke und hoher Frequenz der Wechselstromwiderstand (Impedanz) gemessen werden. Im menschlichen Körper gilt die Annahme, dass

die Impedanz (Z) ein Produkt aus Ohm'scher Widerstand (Resistanz) und kapazitivem Widerstand (Reaktanz) ist [DÖRHOFER UND PIRLICH, 2007]

Hier wird mit einem phasensensitiven Mehr-/Multifrequenzmessgerät gemessen, wodurch man die Lean Body Mass in die Body Cell Mass und Extra Cellulär Mass unterteilen kann. Bei einem gesunden, gut ernährten Menschen ist die BCM größer als der ECM, wodurch das Verhältnis der beiden kleiner 1 ist. Körperzellverluste sowie Wassereinlagerungen lassen den Wert steigen, Muskelzunahme und Ausscheidung von eingelagertem Wasser verbessern ihn. Da es sich um ein multifrequentes Messgerät handelt wird die Impedanz nicht nur bei 50 kHz (TBW inkl. Phasenwinkel können bestimmt werden), sondern auch bei 5 kHz (Zellmembran kann kaum durchdrungen werden, vor allem erfolgt die Messung im extrazellulären Raum) und bei 100 kHz (TBW wird ermittelt) gemessen.

Der Phasenwinkel gibt Auskunft über den Trainings- und Gesundheitszustand der Zelle. Er gibt an, wie prall die Zellen gefüllt sind und wird wie folgt berechnet:  $Z^2$  (Gesamtwiderstand) =  $R^2$  (Resistance; Wasserwiderstand, ohmscher Widerstand, proportional zum Elektrolyt-Wasser) +  $Xc^2$  (Reactance; Zellwiderstand, kapazitiver Widerstand) [DÖRHOFER UND PIRLICH, 2007].

Normwerte der Resistance bei Frauen: 480-580 Ohm

bei Männern: 380-480 Ohm

Normwert der Reactance: 10-12% der Resistance

Bei schlechter Durchblutung bzw. kalten Händen und Füßen kommt es zu einem erhöhten Resistance-Wert, wobei die magere Körpermasse als zu niedrig angenommen wird [DÖRHOFER UND PIRLICH, 2007, 2007].

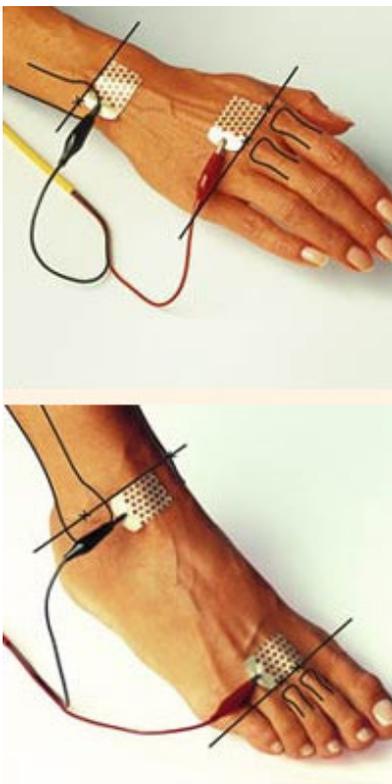
Fehlerquellen:

Zu Fehlern können extreme Anspannung der Extremitäten, kalte Hände und Füße, Erkrankungen des Wasserhaushaltes, Einnahme von Medikamenten wie zum Beispiel Diuretika führen [DÖRHOFER UND PIRLICH, 2007].

### 3.4.2 Untersuchungsablauf

Die Messung durch die BIA erfolgte an einem der beiden Erhebungstage.

Vor der Untersuchung wurden die Probanden/innen gemessen und gewogen. Beides erfolgte mit Kleidung, da Sommer war und hier mit eher leichterer Kleidung zu rechnen ist. Schuhe und schwere Westen wurden jedoch davor abgelegt.



Anschließend erfolgte die Bio Impedanz Analyse. Die Probanden legten sich für einige Minuten ohne rechte Socke auf ein für die Messung vorgesehenes Messbett und blieben ruhig liegen damit sich das Gesamtkörperwasser gleichmäßig verteilen kann. Es ist darauf zu achten, dass die Extremitäten eine normale Temperatur haben und einander nicht berühren, beziehungsweise kein Kontakt zum Rumpf zustande kommt. Die Elektroden wurden nach lokaler Desinfektion (um Fett und Feuchtigkeit zu entfernen) korrekt an die dafür vorgesehenen Stellen der rechten Körperhälfte an Hand und Fuß angebracht. Die Abbildungen sollen die Anbringung der Elektroden verdeutlichen.

**Abbildung 9: Anbringen der Elektroden [DATA INPUT, 2010]**

Anschließend werden die beiden Messkabel angeschlossen, die keinen Kontakt zu anderen leitenden Gegenständen haben dürfen (sollten frei in der Luft hängen). Die Probanden wurden unter Angaben ihres Alters und ihres Geschlechts gemessen. Weitere Basisdaten, wie Größe und Gewicht wurden vor Ort am Tag der Messung mit einem einheitlichen Stadiometer der Marke

Secca, sowie mittels geeichter Waage der Marke Seca 840 mit einer Kapazität von 140 kg erhoben und in das Computerprogramm Nutri Plus in den Laptop, der mit dem BIA-Gerät verbunden war, eingegeben. Danach erfolgt der Start der Messung. Nach ungefähr zwei Minuten war die Messung vorüber und die Daten wurden sofort ausgedruckt und gespeichert.

### 3.5 Coffeinbestimmung mittels HPLC

Um den Coffeingehalt eines haushaltsüblichen Kaffee-Getränkes mit den Literaturangaben besser zu vergleichen, wurde dieser mittels HPLC gemessen. Die Coffeinbestimmung wurde mit der HPLC Berta Dionex Ultimate 3000 durchgeführt. Die technischen Details können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Detektor	UV Detektor, 270 nm
Säule	Merck 50981; LiChrosphere 60 RP-select B, 5 µm, 125 x 4 mm
Mobile Phase	93% Natriumdihydrogenphosphat-Puffer pH 2,7; Methanol, direkt zusammenmischen; vor dem Gebrauch mit Helium entgasen (10 min), Lagerung bei 4 Grad
Modus	Isokratisch
Temperatur	Säule: 30° C und 15° C Autosampler
Schleifenvolumen	20 µl oder 40 µl
Flussrate	1 ml/min
Druck	75 bar

**Tabelle 15: Daten Coffeinbestimmung [ISNARDY, 2007; HERTEL, 2008]**

### Säulenvorbehandlung:

Die Säule wurde die Nacht davor bei Flow mit 0,2 ml/min Flussrate mit 100% Methanol gespült. Vor Anwendung des Puffers wurde er nochmals mit einer Mischung aus Wasser: Methanol = 50:50 gespült, da dieser sonst hätte auskristallisieren können.

### Verwendete Chemikalien:

- Coffein  $C_8H_{10}N_4O_2$  (Sigma C-8960)
- Chlorogensäure  $C_{16}H_{18}O_9$  (Sigma C-3878)
- Theobromin (Fluka 88304)
- Natriumdihydrogenphosphat  $NaH_2PO_4$  (Riedel-de Haen 04270),  
MG=119,98g
- Ortho-Phosphorsäure  $H_3PO_4$  (85%)
- Methanol
- Wasser

### Herstellung des Puffers:

Zur Herstellung des 8mM Natriumdihydrogenphosphat-Puffers werden 1 g  $NaH_2PO_4$  in einem Liter Wasser gelöst und mit ortho-Phosphorsäure auf einen pH von 2,7 unter Kontrolle mittels pH-Meters eingestellt und anschließend gefiltert.

### Herstellung der Standards:

Es wird ein Mischstandard aus Coffein (2,5mg/250ml), Chlorogensäure (1g/100ml) und Theobromin (2,5mg/250ml) hergestellt. Zuerst werden die Chemikalien im 5 ml Becherglas genauestens eingewogen (die Einwaage notiert) und mit Wasser, im Falle Coffein und Theobromin, in einen 250 ml Messkolben bzw. die Chlorogensäure mit Methanol in einen 100 ml Messkolben übergeführt. Die Kolben werden für 10-20 min geschüttelt und ins Ultraschallbad gestellt. Nach dem Abkühlen wird bis zur Marke aufgefüllt. Die Lagerung erfolgt bei Raumtemperatur [ISNARDY, 2007; HERTEL, 2008].

Anschließend wird eine Verdünnungsreihe hergestellt, welche den folgenden Tabellen entnommen werden kann.

Standard	Konzentration	Verdünnung	Verdünnungsfaktor
1	10 mg/l	Ausgangstandard	1
2	7,5 mg/l	750 µl (1) + 250 µl H <sub>2</sub> O	1,3
3	5,0 mg/l	500 µl (1) + 500 µl H <sub>2</sub> O	2
4	2,5 mg/l	250 µl (1) + 750 µl H <sub>2</sub> O	4
5	1,0 mg/l	100 µl (1) + 900 µl H <sub>2</sub> O	10
6	0,5 mg/l	500 µl (5) + 500 µl H <sub>2</sub> O	20

**Tabelle 16: Verdünnungsreihe Coffein und Chlorogensäure [ISNARDY, 2007; HERTEL, 2008]**

Bei Coffein (mit Wasser) und Chlorogensäure (mit Methanol) beträgt das Einspritzvolumen 40 µl.

Theobromin – mit einem Einspritzvolumen von 20 µl – ist im Kaffee zu ca. 5 mg/l enthalten und durch Verdünnen wird der Peak nur sehr schwach. Daher sollte dies getrennt kalibriert werden. Die dazu verwendete Verdünnungsreihe wurde wieder tabellarisch dargestellt.

10 mg/l Stocklösung: 1 ml Stock + 9 ml Aqua dest. = 1 mg/l

Standard	Konzentration	Verdünnung	Verdünnungsfaktor
1	1 mg/l	Ausgangstandard	1
2	0,75 mg/l	750 µl (1) + 250 µl H <sub>2</sub> O	1,3
3	0,5 mg/l	500 µl (1) + 500 µl H <sub>2</sub> O	2
4	0,25 mg/l	250 µl (1) + 750 µl H <sub>2</sub> O	4
5	0,1 mg/l	100 µl (1) + 900 µl H <sub>2</sub> O	10
6	0,05 mg/l	500 µl (5) + 500 µl H <sub>2</sub> O	20

**Tabelle 17: Verdünnungsreihe Theobromin [ISNARDY, 2007; HERTEL, 2008]**

Wichtig ist bei den Berechnungen das unterschiedliche Einspritzvolumen zu beachten.

#### Probenaufbereitung:

Die Kaffeeprobe wird 1:100 verdünnt (100 µl Kaffee in einen 10 ml Kolben mit Aquq dest. auffüllen).

Coffein und Chlorogensäure werden mit einem Einspritzvolumen von 40 µl eingespritzt. Bei Theobromin werden 20 µl eingespritzt und es kann je nach Kaffe Zubereitung auch eine Probenaufbereitung von 400 µl Kaffee ad. 10 ml Kolben möglich sein [ISNARDY, 2007; HERTEL, 2008].

#### Analyse:

Zur Analyse werden sie Standards und die Proben im Doppelansatz direkt eingespritzt. Die Auswertung erfolgt mittels PC-Programm Chromeleon.

#### Nach der Analyse:

Auch hier wird wieder mit einer Mischung Wasser : Methanol = 50:50 gespült und nach vollständiger Entfernung des Puffers mit 100% Methanol nachgespült (storage solvent).

#### Reihenfolge der Peaks:

Nach ca. 3-4 Minuten erscheint Theobromin gefolgt von Chlorogensäure nach 6 bis 7 Minuten und abschließend das Coffein nach 8-9 Minuten [ISNARDY, 2007; HERTEL, 2008].

## **3.6 Statistische Auswertung**

Für die statistische Auswertung wurden die Programme SPSS Version 15.0, sowie Excel 2010 verwendet. Die Beschreibung der Proband/innen erfolgte durch die deskriptive Statistik mittels Explorativen Datenanalyse und Häufigkeiten. Zur Überprüfung der Normalverteilung, welche laut Definition eine Verteilung, bei der sich die meisten Werte um den Mittelwert gruppieren, während die Häufigkeiten nach beiden Seiten hin gleichmäßig abfallen bedeutet [BÜHL UND ZÖFEL, 2008], wurde der nichtparametrische Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest verwendet. Alle Variablen waren laut Test normal verteilt und wurden jedoch nochmals mit dem Normalverteilungsdiagramm optisch beurteilt. Je nach Ergebnis konnten für den Vergleich der Ausscheidungen beziehungsweise Aufnahme zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen der T-Test nach Student für unabhängige Stichproben verwendet werden oder der U-Test nach Mann und Whitney wenn bei Betrachtung des Diagramms Nicht-Normalverteilung angenommen wurde. In jenen Fällen, bei denen laut Test Normalverteilung jedoch bei Betrachten des Diagramms die Entscheidung auf nicht normal verteilt gefallen ist, wurde zur Überprüfung trotzdem auch der jeweils andere Test angewendet. Die Ergebnisse lieferten allerdings durch beiden Tests gleiche Signifikanz.

### **3.6.1 Datenaufbereitung**

Vor allem die Daten aus dem Programm Nuts mussten vor dem Gebrauch gelabelt werden. Dazu wurde ein Syntax geschrieben. Mit diesem waren alle Werte mit korrekter Bezeichnung und Einheit im SPSS verfügbar. Weitere Daten, wie jene der BIA Messungen, wurden mittels „Daten zusammenfügen“ angereiht und ebenso die richtigen Bezeichnungen überprüft. In manchen Fällen war es nötig, alle Daten in die Gruppen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen zu teilen. Dies erfolgte jeweils vor dem nötigen Test, durch

„Daten aufteilen – Ausgabe nach Gruppen Kaffeetrinker/innen – Nicht-Kaffeetrinker/innen“.

### 3.6.2 Hypothesen

#### Nullhypothese ( $H_0$ ):

Dies bedeutet, dass beide Stichproben der gleichen Grundgesamtheit entstammen und der Unterschied des Mittelwerts zufällig zustande gekommen ist [BÜHL UND ZÖFEL, 2008].

#### Alternativhypothese ( $H_1$ ):

Die beiden Stichproben kommen von unterschiedlichen Grundgesamtheiten, wodurch der Unterschied des Mittelwerts als nicht zufällig gesehen wird [BÜHL UND ZÖFEL, 2008].

Die Hypothesen der Studie wurden wie folgt formuliert:

- Gibt es einen Unterschied in der Wasseraufnahme zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen?
- Nehmen Kaffeetrinker/innen mehr Wasser zu sich und gibt es dadurch einen Unterschied in der Wasserbilanz zwischen den beiden Gruppen?
- Ist ein Zusammenhang zwischen den Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen in Bezug auf die Wasserverteilung im Körper vorhanden?
- Scheiden Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen gleich viele Elektrolyte aus?

### 3.6.3 Irrtumswahrscheinlichkeiten

Bei den Auswertungen wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ( $p = 0,05$ ) angenommen. Folgende Tabelle zeigt die jeweilige Bedeutung der Signifikanzniveaus.

<b>Irrtumswahrscheinlichkeit</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Symbolisierung</b>
$p > 0,05$	nicht signifikant	ns
$p \leq 0,05$	signifikant	*
$p \leq 0,01$	sehr signifikant	**
$p \leq 0,001$	höchst signifikant	***

**Tabelle 18: Irrtumswahrscheinlichkeiten [BÜHL UND ZÖFEL, 2008]**

Bei Signifikanz wird die Nullhypothese (es gibt keinen Zusammenhang/Unterschied) verworfen und die Alternativhypothese (es gibt einen Zusammenhang/Unterschied) angenommen.

## **4 Ergebnisse und Diskussion**

Die dargestellten Ergebnisse beruhen jeweils auf der Mittelwertberechnung beider Erhebungstage. Es werden sowohl die Beschreibung der teilnehmenden Proband/innen als auch deren Flüssigkeitsaufnahme, sowie deren Flüssigkeitsausscheidung und Elektrolytausscheidung aufgezeigt.

### **4.1 Proband/innen**

Alle Teilnehmer/innen die sich dafür bereit erklärten an der Studie teilzunehmen, wurden in die Erhebung aufgenommen. Dadurch nahmen Personen unterschiedlicher Bundesländer und unterschiedlicher Ausbildung an der Studie teil. Von den Ergebnissen ausgeschlossen wurde wie unter Kapitel 3 beschrieben ein/e Proband/in. In die Berechnungen und Auswertungen wurden 11 Kaffeetrinker/innen sowie 10 Nicht-Kaffeetrinker/innen miteinbezogen. Alle Teilnehmer hatten die Allgemeine Hochschulreife absolviert und waren entweder im Arbeitsleben oder Studenten/innen. Das Alter der Studienteilnehmer/innen lag im Bereich zwischen 20 und 35 Jahre.

Zur Berechnung des Kalorienverbrauchs wurde ein Physical Activity Level (PAL) von 1,6 angenommen, den laut aktuellstem Ernährungsbericht von Österreich der Durchschnitt der Österreicher erreicht [ELMADFA, 2009]. Die Ergebnisse des Kalorienverbrauchs waren im Mittelwert bei Kaffeetrinker/innen 2112 kcal pro Tag und bei Nicht-Kaffeetrinker/innen 2107 kcal pro Tag.

An den beiden Erhebungstagen tranken die Kaffeetrinker/innen im Durchschnitt 316 ml Kaffee pro Tag und die Nicht-Kaffeetrinker/innen keinen. Laut mündlichen Befragens kamen die teilnehmenden Nicht-Kaffeetrinker/innen pro Woche auf maximal zwei Tassen Kaffee, tranken jedoch genau an den Erhebungstagen keinen Kaffee oder andere coffeinhaltige Getränke.

316 ml Kaffee pro Tag, welche in etwa 300 mg Coffein entsprechen, liegen im weltweiten Mittelwert der täglichen Coffeinaufnahme von 80-400 mg pro Person [DALY UND FREDHILM, 1998 in VARANI et al., 2000]

<b>Anzahl</b>	<b>11 Kaffeetrinker/innen, 10 Nicht-Kaffeetrinker/innen</b>
<b>Geschlecht</b>	2 männlich, 19 weiblich
<b>Alter</b>	zwischen 20 und 35 Jahren

**Tabelle 19: Überblick Studienteilnehmer/innen**

Die Geschlechtersituation umfasste 2 männliche und 19 weibliche Proband/innen. Diese Überrepräsentativität der Frauen lässt sich eventuell dadurch erklären, dass weibliche Personen eher Interesse zeigen an gesundheitlichen Erhebungen teilzunehmen und sich bewusster mit Ernährung und Gesundheit auseinandersetzen.

<b>Mittelwerte</b>	<b>Kaffeetrinker/innen</b>	<b>Nicht-Kaffeetrinker/innen</b>
<b>Kaffee</b>	316 ml/Tag ( $\pm 167$ )	0 ml/Tag
<b>Kalorienverbrauch</b>	2112 kcal/Tag ( $\pm 123$ )	2107 kcal/Tag ( $\pm 176$ )
<b>Kalorienaufnahme</b>	2072 kcal/Tag ( $\pm 554$ )	2177 kcal/Tag ( $\pm 504$ )

**Tabelle 20: Überblick Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen**

#### **4.1.1 Ergebnisse der BIA-Messung Teil 1**

Die Größe der Proband/innen lag bei Kaffeetrinker/innen zwischen 1,56 m und 1,81 m, bei Nicht-Kaffeetrinker/innen reichte die Größe von 1,62 m bis 1,82 m. Das durchschnittlich ermittelte Gewicht der Kaffeetrinker/innen lag bei 57,36 kg und bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei 58,85 kg.

Der Body Mass Index, kurz BMI, wird als guter Vergleichswert zur Definition von Über-, Normal- bzw. Untergewicht herangezogen. Die Berechnung dieses Index erfolgt über:

BMI = Körpergewicht in kg / Quadrat der Körpergröße in m
--

Die Klassifikation erfolgt laut WHO wie in folgender Tabelle ersichtlich:

Klassifikation	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Untergewicht	<18,50
Normalgewicht	18,50 - 24,99
Übergewicht	>25,00
Adipös	>30,00

**Tabelle 21: Klassifikation BMI [WHO, 2010]**

Der BMI der Studienpopulation Kaffeetrinker/innen reichte von 17,60 kg/m<sup>2</sup> bis 25 kg/m<sup>2</sup> mit einem Mittelwert von 20,4 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm 2,0$ ) und bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen von 17,70 kg/m<sup>2</sup> bis 28,40 kg/m<sup>2</sup> mit einem Mittelwert von 20,7 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm 3,0$ ).

Nach Testung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest zeigte bei allen drei Parametern Größe, Gewicht und BMI einen p-Wert über 0,05, wodurch eine Normalverteilung angenommen werden kann. Zur Überprüfung wurde die optische Möglichkeit der Entscheidung, ob die vorliegenden Werte als hinreichend normalverteilt angesehen werden können oder nicht, in Form des Normalverteilungsdiagramms herangezogen. Nach Überprüfen mittels Q-Q Diagrammen kam jedoch heraus, dass bei Größe, Gewicht und BMI die Werte großteils normal verteilt sind, jedoch bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei Größe und Gewicht jeweils ein Ausreißer vorliegt. Im Fall BMI gab es sowohl bei den Kaffeetrinker/innen als auch bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen jeweils einen Ausreißer, der laut Definition als Übergewicht eingestuft werden kann. Somit wurde bei den weiteren Tests dieser Größen mit der Annahme „nicht normal verteilt“ weitergearbeitet. Die beiden Gruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des BMI's ( $p = 0,918$ ).

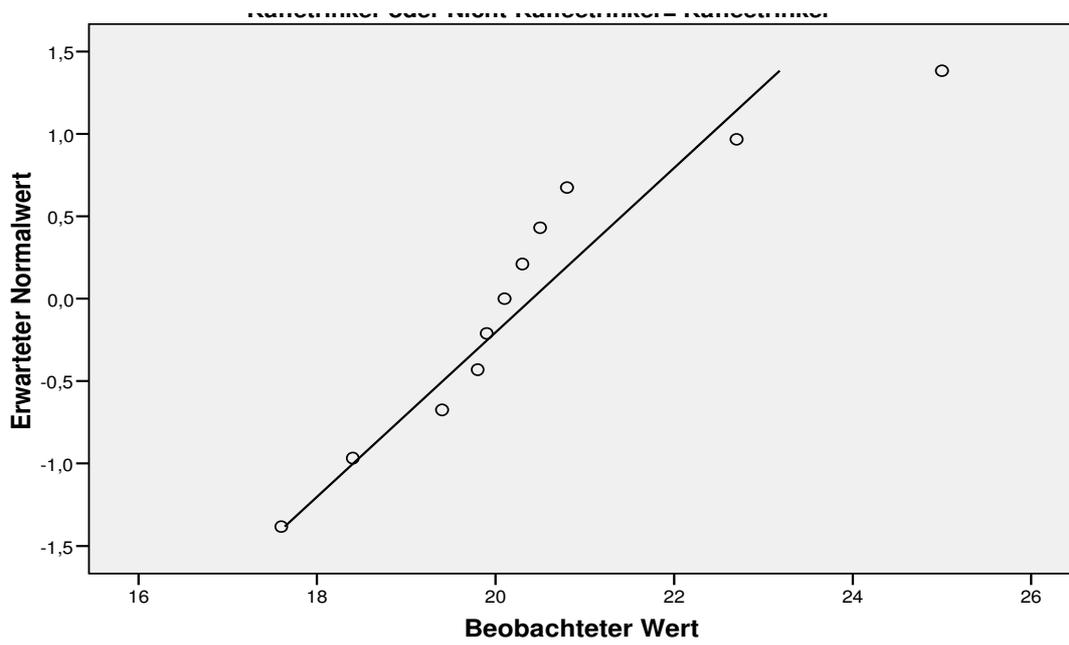


Abbildung 10: Q-Q Diagramm Kaffeetrinker/innen BMI

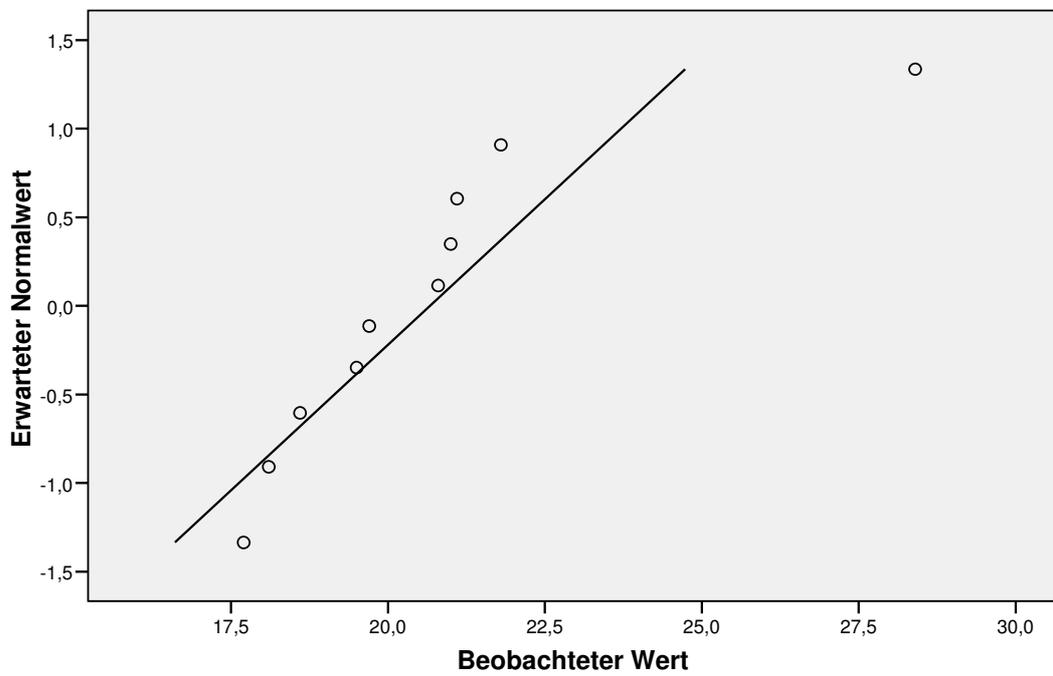


Abbildung 11: Q-Q Diagramm Nicht-Kaffeetrinker/innen BMI

### 4.1.2 Zusammenfassung

An der Studie nahmen 2 männliche Probanden und 19 weibliche Probandinnen teil. Die Studienpopulation lag in einem Altersbereich von 20 bis 35 Jahren. Die folgende Tabelle stellt einen Überblick der Proband/innen in Unterteilung Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen dar.

Mittelwerte	Kaffeetrinker/innen	Nicht-Kaffeetrinker/innen
Kaffee	316 ml/Tag	0 ml/Tag
Größe	1,68 m ( $\pm 0,09$ )	1,69 m ( $\pm 0,06$ )
Gewicht	57 kg ( $\pm 6,28$ )	59 kg ( $\pm 9,42$ )
BMI	20,4 ( $\pm 2,00$ )	20,7 ( $\pm 3,04$ )
GU	1320 kcal ( $\pm 76,68$ )	1317 kcal ( $\pm 110,76$ )
Kalorienverbrauch	2112 kcal/Tag ( $\pm 123$ )	2107 kcal/Tag ( $\pm 176$ )
Kalorienaufnahme	2072 kcal ( $\pm 554,34$ )	2177 kcal ( $\pm 504,02$ )

Abbildung 12: Daten der Proband/innen

Für die Berechnungen wurde ein durchschnittlicher PAL von 1,6 aus den aktuellsten Erhebungen des Österreichischen Ernährungsbericht 2008 angenommen [ELMADFA et al., 2009].

### 4.2 Kreatininbestimmung

Der Variationskoeffizient bei vorherigen Bestimmungen ergab 2,3%.

Die Ergebnisse der Kreatininbestimmung liegen bei den Kaffeetrinker/innen bei 1,35 und bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei 1,26.

Kreatininausscheidung [g] im 24h Urin		
	Mittelwert	Standardabweichung
Kaffeetrinker/innen	<b>1,35</b>	<b>0,33</b>
Nicht-Kaffeetrinker/innen	<b>1,26</b>	<b>0,27</b>

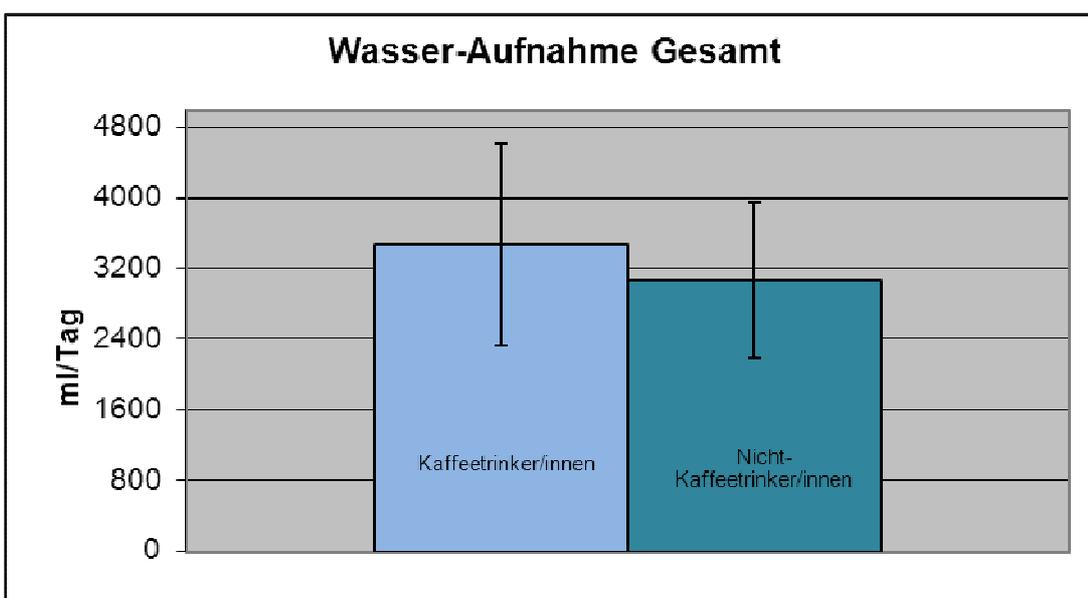
**Tabelle 22: Kreatininausscheidung**

Die Referenzwerte der Kreatininbestimmung liegen zwischen 1 und 1,5g pro 24h Urin [BÖHRINGEN MANNHEIM, 1991]. Wie in der Tabelle ersichtlich, liegen die Ergebnisse genau im Bereich.

### 4.3 Flüssigkeitsaufnahme

Gesamtflüssigkeitsaufnahme lag bei Kaffeetrinker/innen im Durchschnitt bei  $3,47 \pm 1,13$  Liter ( $M \pm SD$ ). Dieser Wert beinhaltet sowohl Getränke als auch Lebensmittel. Die Nicht-Kaffeetrinker/innen nahmen  $3,07 \pm 0,8$  Liter Flüssigkeit im Durchschnitt zu sich. Diese Werte liegen deutlich über der empfohlenen Mindestaufnahme von durchschnittlich 2,6 Liter pro Tag [ELMADFA, 2004; D-A-CH, 2008].

Folgende Grafik verdeutlicht die Gegenüberstellung von Kaffeetrinker/innen zu den Nicht-Kaffeetrinker/innen.



**Abbildung 13: Gesamtwasseraufnahme**

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme bei Kaffeetrinker/innen liegt um 400 ml höher im Vergleich zu den Nicht-Kaffeetrinker/innen. Allerdings gibt es zwischen der Gesamtaufnahme an Flüssigkeit pro Tag keinen signifikanten Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen. Die Daten der Gesamtwasseraufnahme waren normal verteilt und wurden zur zusätzlichen Überprüfung mittels T-Test nach Student getestet. Hier kam es zu dem Ergebnis, dass kein Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen vorliegt.

#### 4.3.1 Wasseraufnahme unterteilt nach Quelle

Zur besseren Veranschaulichung wurden die Daten je nach Flüssigkeitsquelle in die vier Gruppen geteilt:

- Getränke inklusive Kaffee und Milch (Gesamt-Getränkeaufnahme)
- Kaffee
- Milch
- Lebensmittel

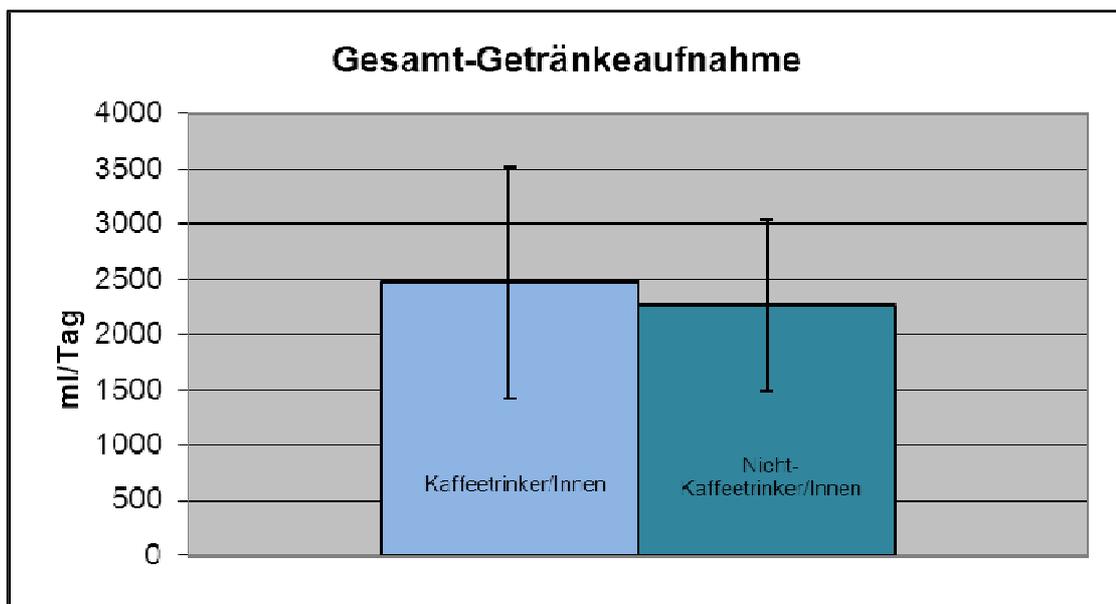


Abbildung 14: Gesamt-Getränkeaufnahme

Die Gesamt-Getränkeaufnahme lag bei den Kaffeetrinker/innen bei 2,5 Liter pro Tag und bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei 2,3 Liter. Trotz zusätzlicher Flüssigkeit in Form von Kaffee und Milch kommen die Kaffeetrinker/innen auf ein Plus von 210 ml Gesamtgetränkezufuhr. Im Vergleich zum vorgegebenen Richtwert für die tägliche Flüssigkeitszufuhr laut D-A-CH-Referenzwerten, welche bei 2,4 Liter pro Tag liegen, befinden sich nur die Nicht-Kaffeetrinker/innen knapp darunter [D-A-CH, 2008]. Im österreichischen Ernährungsbericht 2008 wurde eine Gesamt-Getränkeaufnahme von 2,7 Liter pro Person und pro Tag inklusive Kaffee und Milch erhoben [ELMADFA et al., 2009].

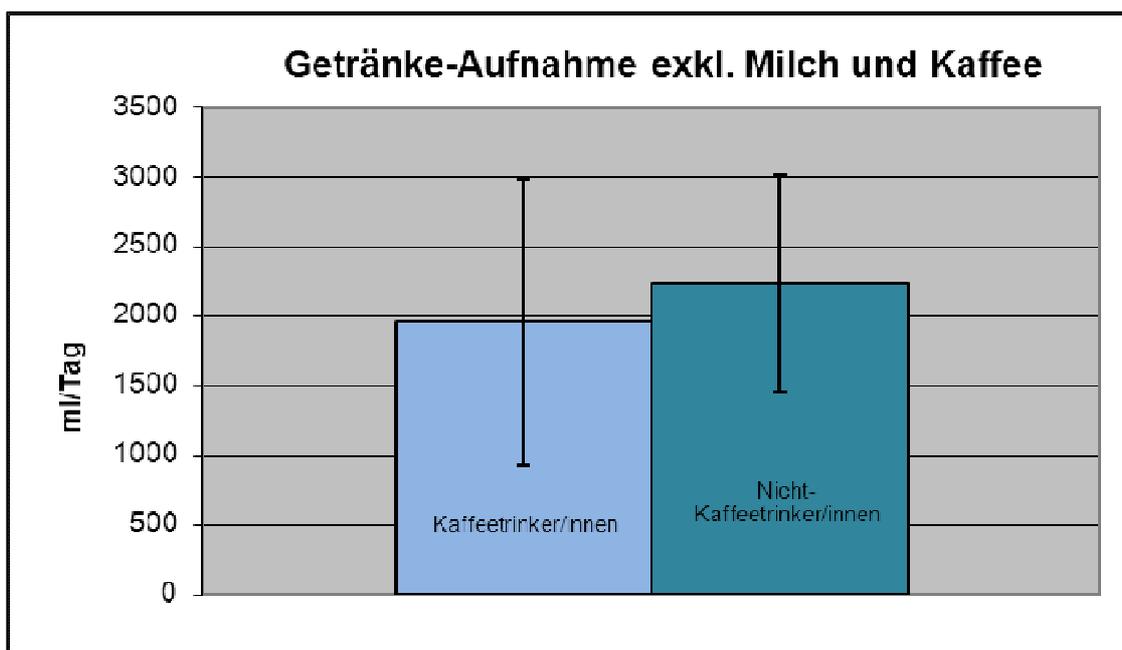


Abbildung 15: Getränkeaufnahme exkl. Kaffee und Milch

Wenn nun Kaffee und Milch aus den Berechnungen ausgeschlossen werden, kommen die Kaffeetrinker/innen auf eine Zufuhr von 1,96 Liter und die Nicht-Kaffeetrinker/innen liegen bei 2,24 Liter pro Tag. Man sieht, dass die Kaffeetrinker/innen deutlich weniger Flüssigkeit in Form von Getränken zu sich nehmen als die Nicht-Kaffeetrinker/innen. Hier weisen die Nicht-

Kaffeetrinker/innen ein Plus von 280 ml auf. Im Vergleich zum Ernährungsbericht 2008 von Österreich liegt die derzeitige Getränkezufuhr exklusive Kaffee und Milch bei 2,1 Liter pro Person und pro Tag [ELMADFA et al., 2009].

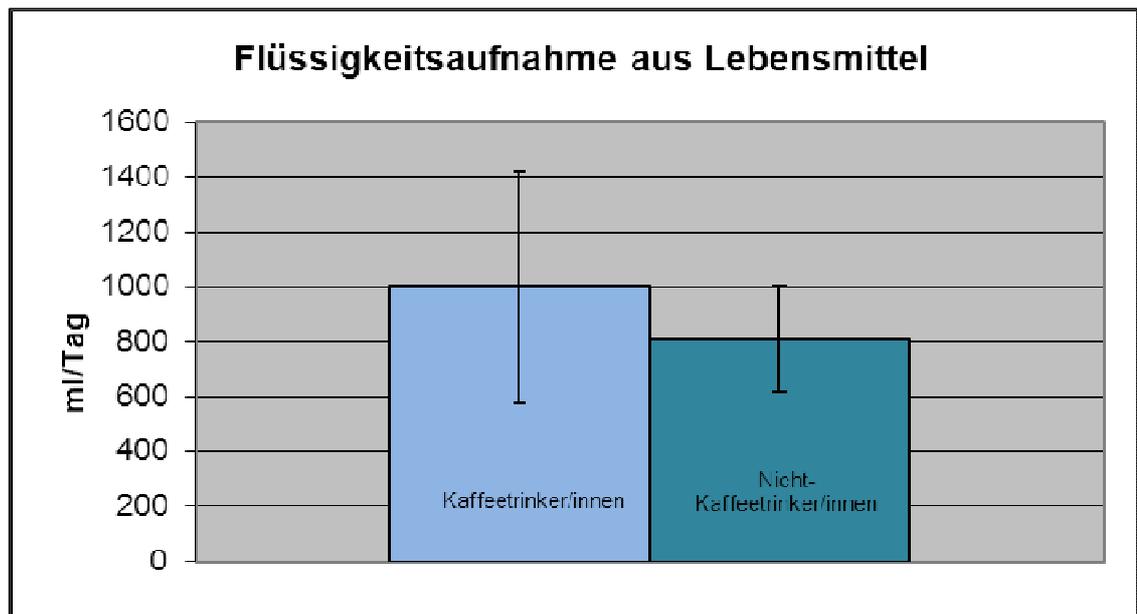
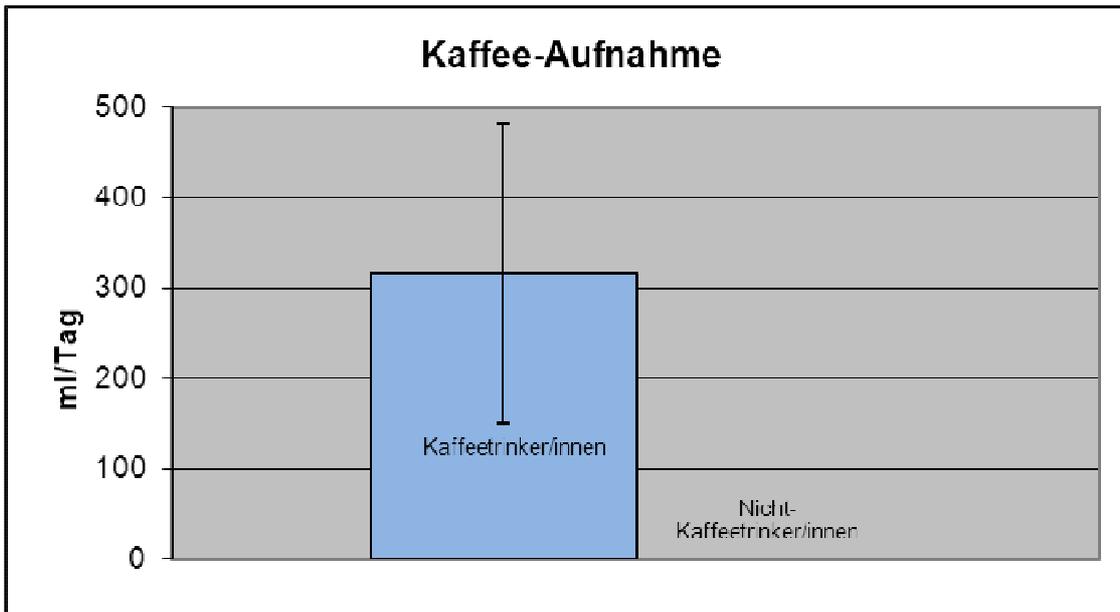


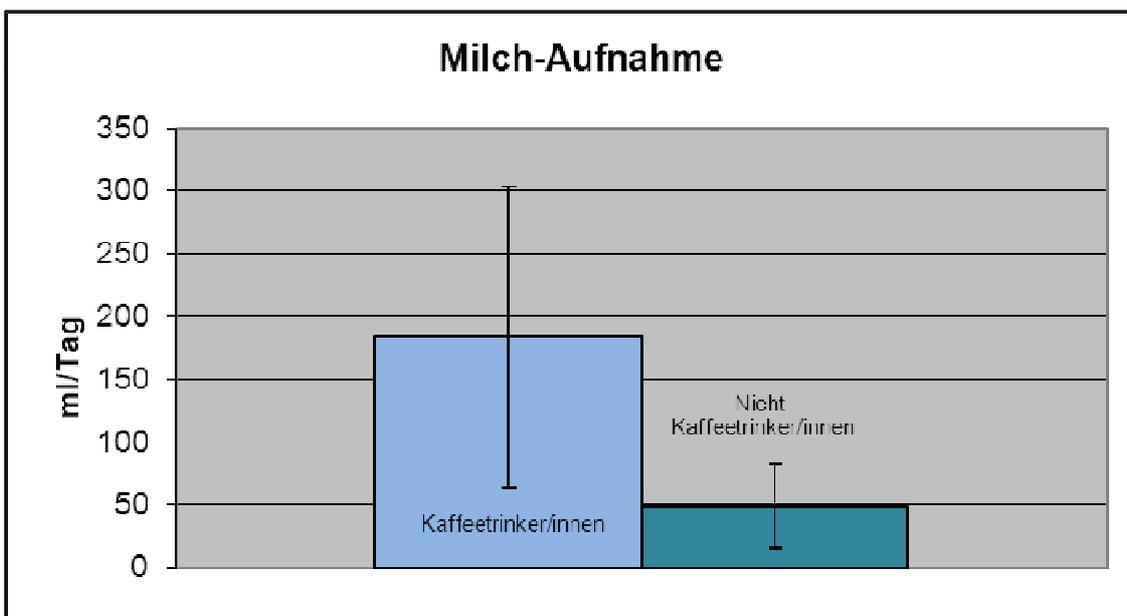
Abbildung 16: Flüssigkeitsaufnahme aus Lebensmittel

Die Wasserzufuhr aus Lebensmittel liegt bei den Kaffeetrinker/innen bei knapp einem Liter und bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei ca. 800 ml. Die Kaffeetrinker/innen der Studie nahmen mehr Flüssigkeit mit dem Essen zu sich als die Nicht-Kaffeetrinker/innen. Auch in den D-A-CH-Referenzwerten wird eine Flüssigkeitsaufnahme von 860 bis 890 ml pro Tag durch feste Nahrung beschrieben [D-A-CH, 2008].



**Abbildung 17: Kaffee-Aufnahme**

Die Grafik zeigt, dass die Kaffeetrinker/innen im Durchschnitt 316 ml Kaffee pro Tag zu sich genommen haben. Die Nicht-Kaffeetrinker/innen haben an den Erhebungstagen keinen Kaffee konsumiert. Dies liegt knapp über dem im österreichischen Ernährungsbericht 2008 berichteten Durchschnitt von 311 bzw. 312 ml pro Tag [ELMADFA et al. 2009]. Als akzeptable Menge an Kaffee werden 420 ml pro Tag angesehen [ADAM, 2005], die hier nicht überschritten wurden.



**Abbildung 18: Milch-Aufnahme**

Der Milchkonsum ist bei den Kaffeetrinker/innen um 135 ml höher als bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen, was durch die zusätzliche Aufnahme durch das Kaffeegetränk mit Milch zustande kommen kann. Da Milch eine gute Calciumquelle darstellt, trägt auch dieser Konsum von 183 ml Milch bei den Kaffeetrinker/innen zur Calciumzufuhr bei [D-A-CH, 2008].

#### 4.4 Wasserausscheidung

Zum Erfassen der Wasserausscheidung wurde der 24h Urin gemessen und nach Ausschluss möglicher anderer Flüssigkeitsverlusten, wie starkem Schwitzen oder weichen Fäzes, zur Betrachtung herangezogen. Die durchschnittliche renale Wasserausscheidung beträgt pro Tag 1,5 Liter, kann allerdings individuell stark schwanken [THEWS et al., 2007].

Folgende Tabelle zeigt, dass das 24h Urin Volumen bei Kaffeetrinker/innen bei  $2,76 \pm 1$  Liter liegt. Ebenso lässt sich hier gut erkennen, dass das Urinvolumen individuell sehr unterschiedlich ist. Das Minimum liegt bei 1,77 Liter und ein Maximum wurde durch eine Ausscheidung von 5,14 Liter erreicht.

Die Nicht-Kaffeetrinker/innen schieden ein 24h Harn Volumen von durchschnittlich  $2,44 \pm 0,92$  Liter aus. Auch hier ist eine individuelle Bandbreite gegeben, welche von 1,14 Liter bis zum Maximum von 3,91 Liter reicht.

<b>[I] Volumen Harn</b>	<b>KAFFEETRINKER/INNEN</b>	<b>NICHT-KAFFEETRINKER/INNEN</b>
Mittelwert	2,76	2,44
Median	2,58	2,16
Varianz	0,99	0,85
Standardabweichung	1,00	0,92
Minimum	1,77	1,14
Maximum	5,14	3,91

**Tabelle 23: 24h Urin Ausscheidung**

Die folgende Grafik soll nun eine Gegenüberstellung der Urin Ausscheidung von Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen ermöglichen.

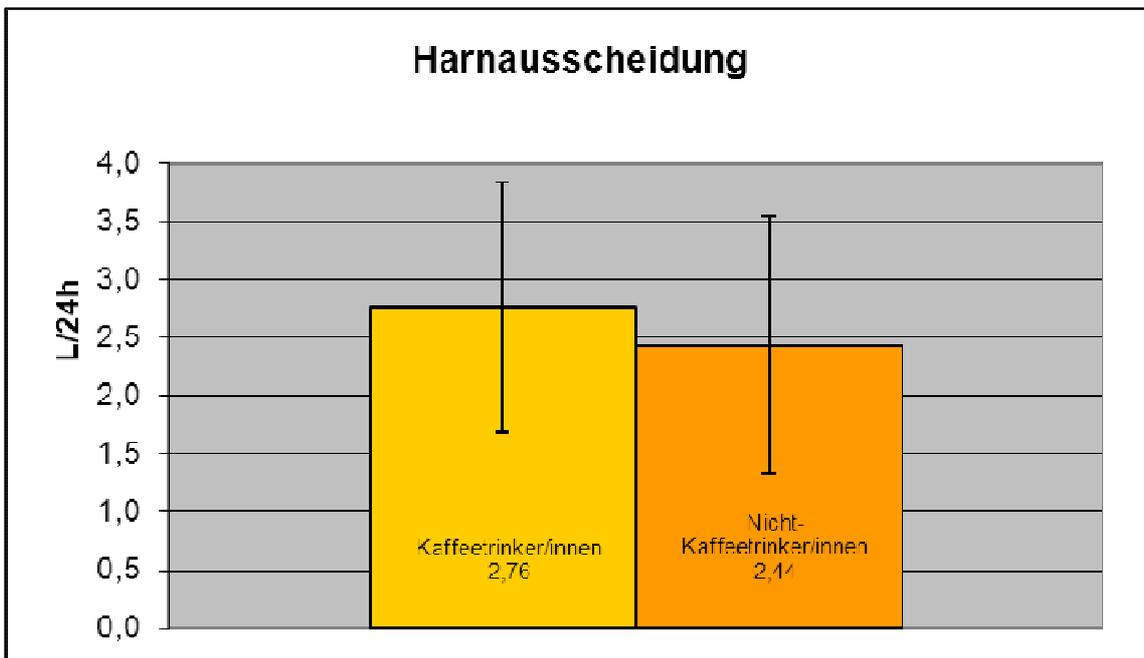


Abbildung 19: Urinausscheidung

Da die Daten der Harnausscheidung laut Kolmogorov-Smirnov-Test normal verteilt waren, jedoch nach genauerer Betrachtung des Q-Q Diagrammes (Normalverteilungsdiagramm) bei den Kaffeetrinker/innen keine Normalverteilung ersichtlich war, wurden für die statistische Testung sowohl T-Test nach Student als auch U-Test nach Mann und Whitney gewählt. Da jedoch bei beiden Tests ein  $p > 0,05$  als Ergebnis vorlag, wird die Nullhypothese angenommen. Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen.

Diese Ergebnisse werden auch durch eine Studie an 18 Probanden, welche durch mehrtägigen Konsum einer identen Menge coffeinhaltigen oder coffeinfreien Getränken in zwei Gruppen geteilt wurden, bestätigt. Die Ergebnisse zeigten keinen Unterschied bei dem Harnvolumen [GRANDEJAN, 2000].

Bei regelmäßigem und gleichmäßigem Kaffeekonsum besteht keine gesteigerte Diurese [DGE Info, 2004].

## 4.5 Wasserbilanz

Eine weitere interessante Frage bestand in der Flüssigkeitsbilanz. Daher wurden die Daten der Aufnahme der Ausscheidung gegenübergestellt und mittels Subtraktion die Bilanz gezogen. Wie in der Grafik ersichtlich, ist sowohl bei den Kaffeetrinker/innen mit  $0,71 \pm 0,42$  Liter pro Tag als auch bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen mit  $0,64 \pm 0,53$  Liter pro Tag eine positive Wasserbilanz zu verzeichnen. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen beträgt 0,07 Liter. Eine mögliche Erklärung dafür könnte die etwas höhere Flüssigkeitsaufnahme von Kaffeetrinker/innen sein, denn der Flüssigkeitshaushalt wird unter anderem auch durch die im Kaffee enthaltene Flüssigkeitsmenge beeinflusst [DGE, 2004].

Auch dieses Ergebnis ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen. Die Ausscheidung über Suhl und Schweiß konnte nicht erhoben werden, allerdings betrieben die Studienteilnehmer/innen an den Erhebungstagen und den jeweiligen Tag davor keinen Sport.

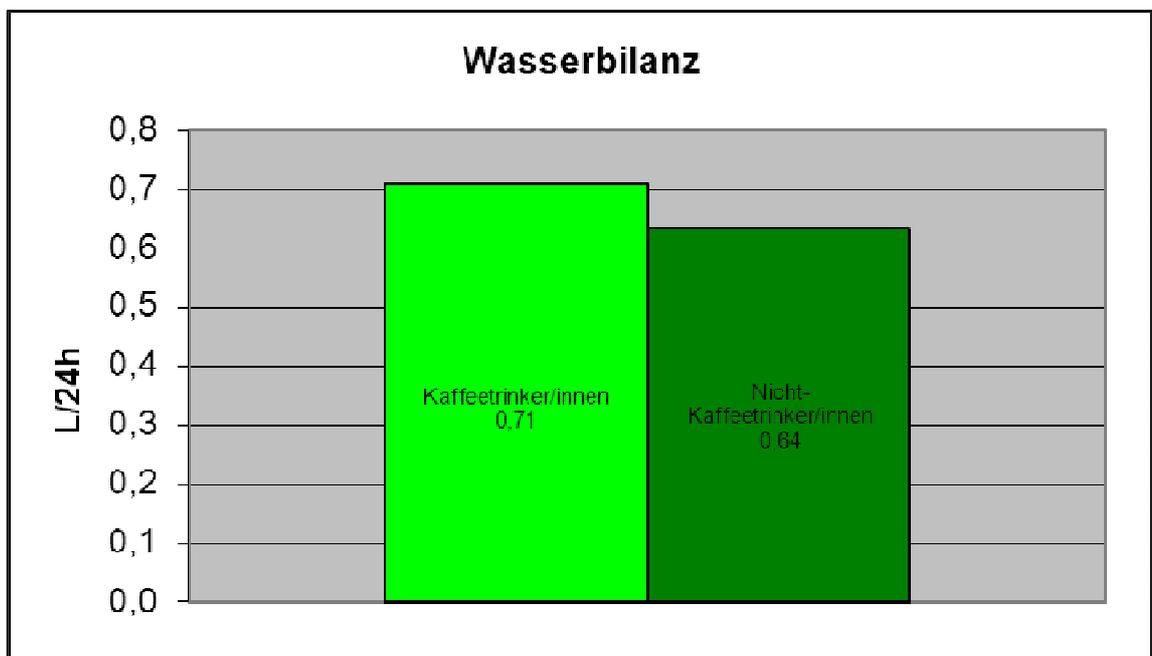


Abbildung 20: Wasserbilanz

Mittelwert $\pm$ SD	Aufnahme	Ausscheidung
<b>Kaffeetrinker/innen</b>	3,47 $\pm$ 1,13	2,76 $\pm$ 1,00
<b>Nicht-Kaffeetrinker/innen</b>	3,07 $\pm$ 0,88	2,44 $\pm$ 0,92

Tabelle 24: Wasser Aufnahme-Ausscheidung

## 4.6 Ergebnisse der BIA-Messung Teil 2: Körperwasser

### 4.6.1 Total Body Water

Um die Flüssigkeitsverteilung im Körper zu betrachten, wurde eine Bio Impedanz Analyse durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass kein Unterschied zwischen den Kaffeetrinker/innen und den Nicht-Kaffeetrinker/innen im Hinblick auf das Total Body Water besteht. Bei beiden Gruppen liegt der Wert bei 31 Liter Körperwasser.

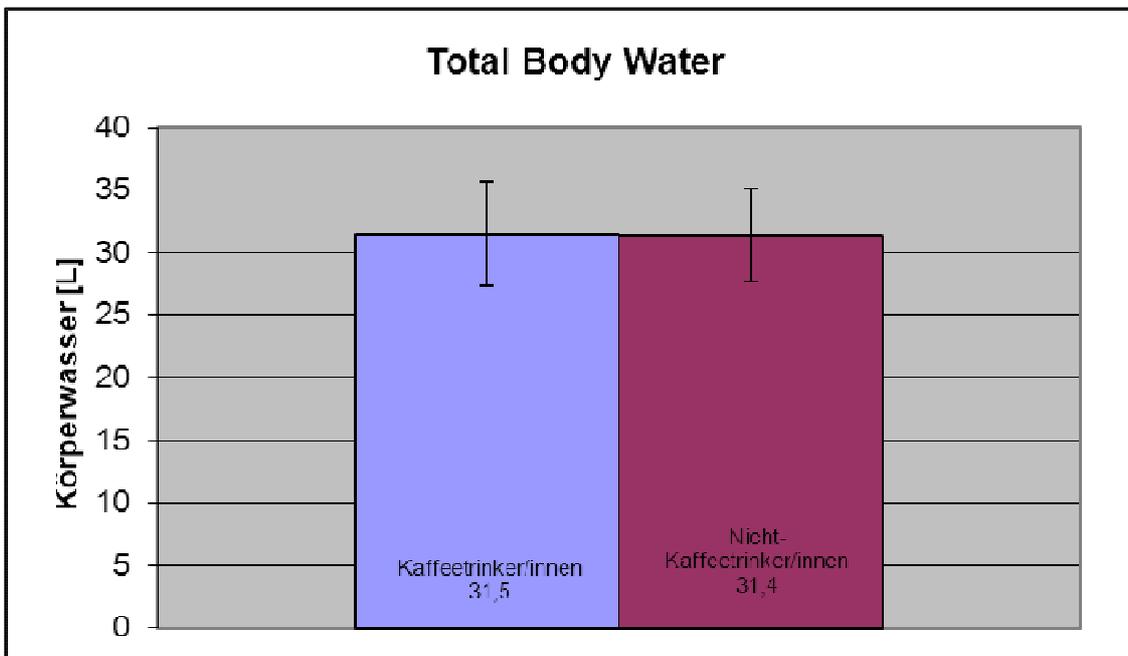


Abbildung 21: Total Body Water

#### 4.6.2 extrazelluläres Wasser, intrazelluläres Wasser

Da allerdings nicht nur das Gesamtkörperwasser von Bedeutung ist, sondern vor allem die Lokalisation, wurden extrazelluläres und intrazelluläres Wasser getrennt dargestellt.

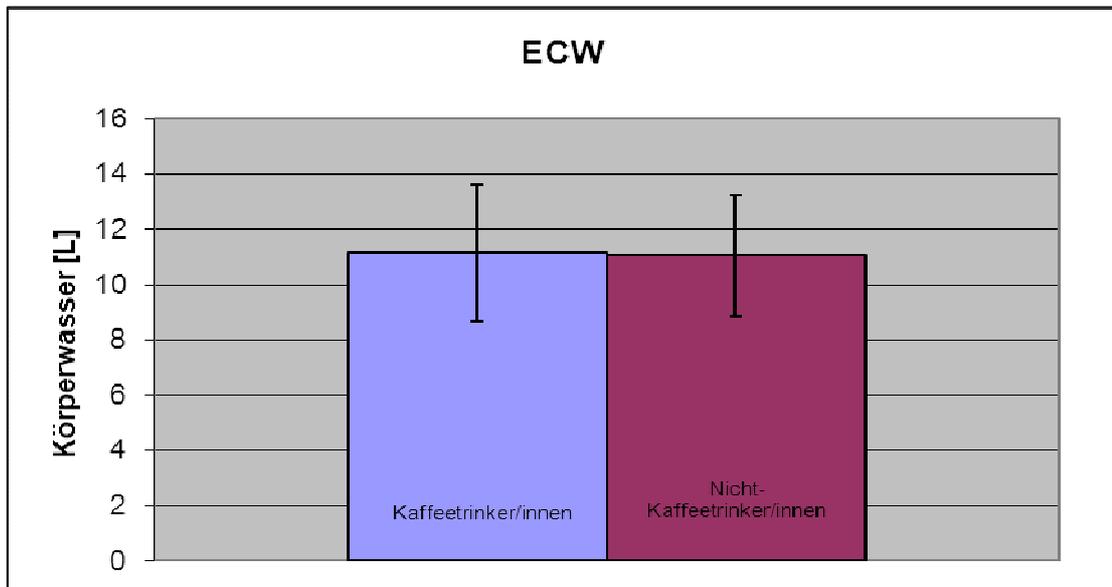


Abbildung 22: extrazelluläres Wasser

Wie in der Abbildung ersichtlich beträgt, das extrazelluläre Wasser (ECW) sowohl bei Kaffeetrinker/innen, als auch bei Nicht-Kaffeetrinker/innen 11 Liter.

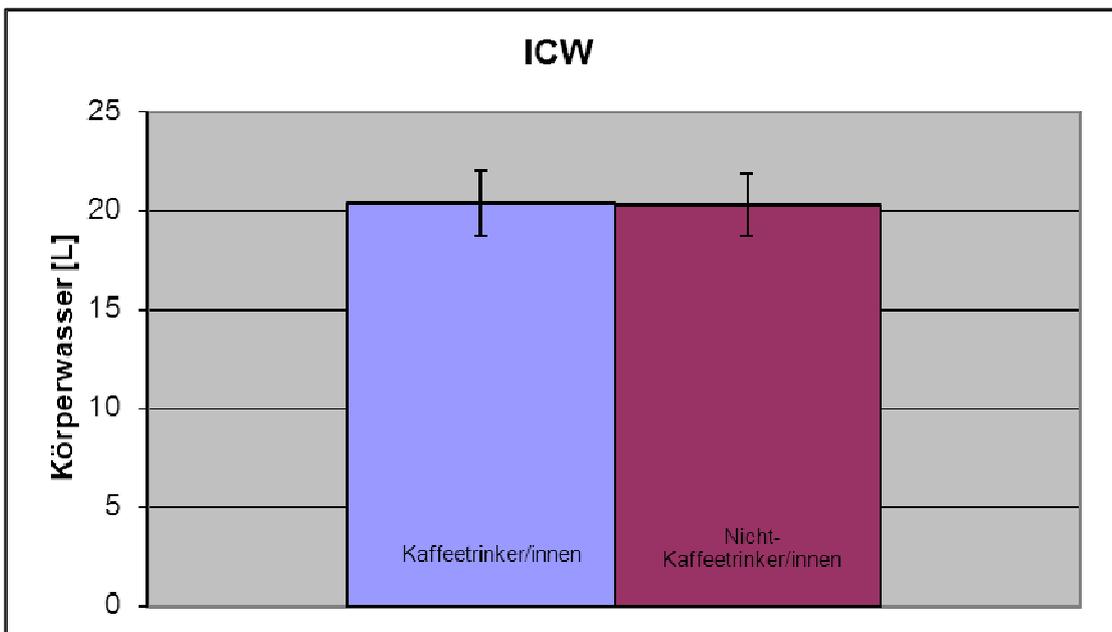


Abbildung 23: intrazelluläres Wasser

Das intrazelluläre Wasser, auch als ICW beschrieben, liegt bei beiden Gruppen bei 20 Liter. Hier sieht man auch sehr gut, dass bei den Kaffeetrinker/innen kein Unterschied zu den Nicht-Kaffeetrinker/innen zu sehen ist. Ein erhöhter Wasserbedarf wäre bei einem verminderten intrazellulären Wasser ersichtlich [ADAM, 2005].

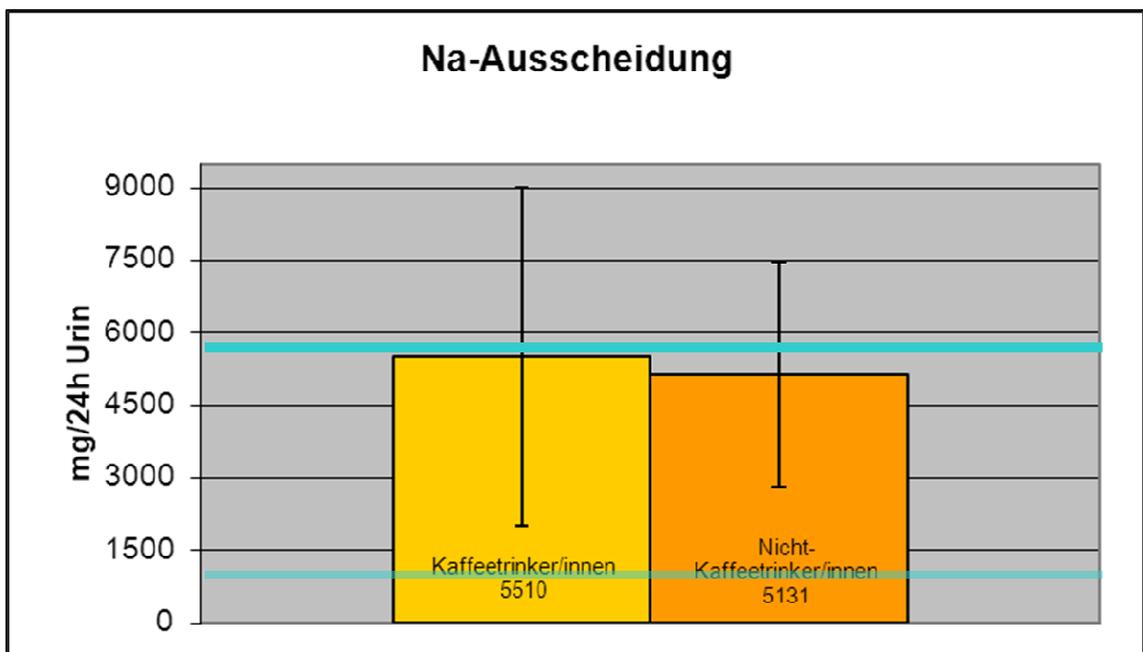
Somit kann bestätigt werden, dass regelmäßiger Kaffeekonsum keine negative Auswirkung auf die Wasserverteilung im Körper mit sich zieht.

## **4.7 Elektrolytausscheidung**

Die Elektrolytausscheidung wurde mittels Elektrolyt-Analyzer gemessen und brachte weitere Ergebnisse.

### **4.7.1 Natrium-Ausscheidung**

Die mittlere Natriumausscheidung der Kaffeetrinker/innen lag bei 5510 mg  $\pm$  3488 mg im 24h Urin. Bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei 5132 mg  $\pm$  2322 mg im 24h Urin. In der Grafik wurden die Referenzwerte für die Natriumausscheidung der Literatur des Elektrolyt-Analyzers Nova 10+, welche zwischen 1150 mg und 5747 mg pro Tag liegen, eingezeichnet. Hierbei ist sehr schön erkennbar, dass beide Gruppen in den Normalwertgrenzen liegen.



Referenzbereich: 1150-5747 mg/d; Quelle: Elektrolyt-Analyzer

Abbildung 24: Natrium-Ausscheidung

Bei den Kaffeetrinker/innen war, wie im Box-Plot ersichtlich, ein Ausreißer vorhanden, der in den Berechnungen jedoch beibehalten wurde.

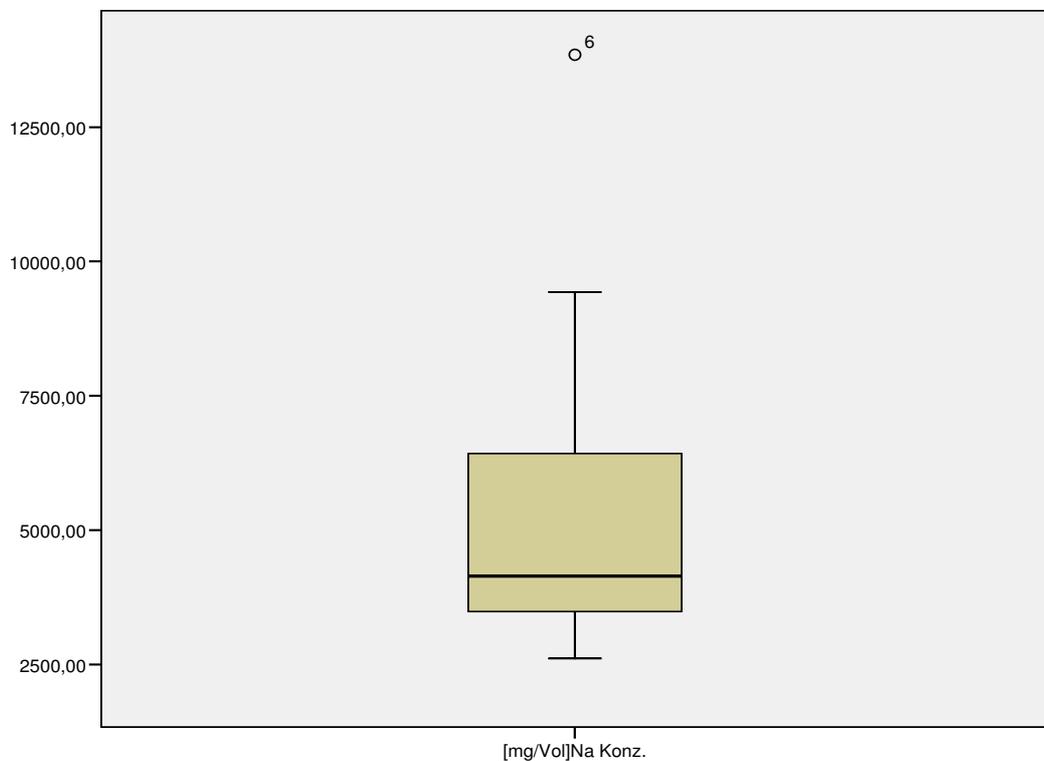


Abbildung 25: Box-Plot Natrium-Ausscheidung Kaffeetrinker/innen

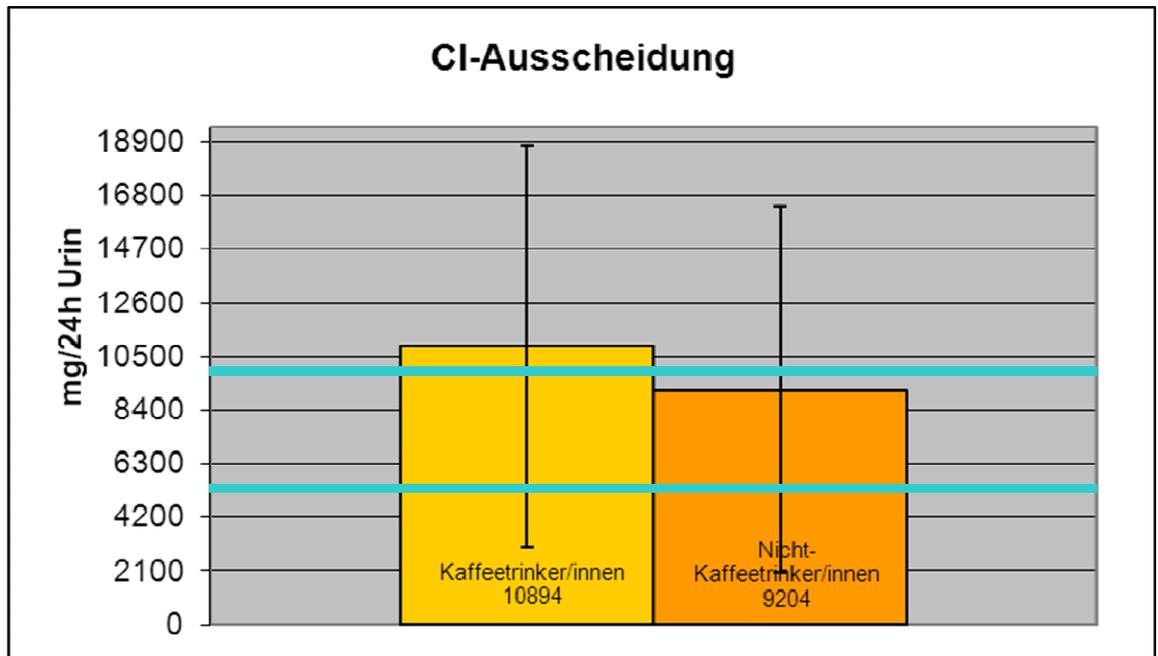
Die Werte waren in beiden Gruppen zwar mittels Kolmogorov-Smirnov-Test normal verteilt, zeigten jedoch bei genauerer Betrachtung des Normalverteilungsdiagramms doch einige Unstimmigkeiten. Daher wurde zum Überprüfen des Zusammenhanges zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen der U-Test nach Mann und Whitney durchgeführt. Auch hier kam das Ergebnis, kein Zusammenhang zwischen den beiden Gruppen bei einem  $p=0,918$  zu Stande. Der mittlere Rang zeigt jedoch, dass bei Kaffeetrinker/innen eine etwas höhere Natrium-Ausscheidung als bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen vorliegt.

Die Erfassung der Natrium-Ausscheidung über Schweiß, welche bei starkem Schwitzen bis zu 0,5 g Natrium pro Liter Schweiß betragen kann [D-A-CH, 2008], konnte in der Studie nicht erfasst werden. Allerdings machten die Studienteilnehmer/innen an den Erhebungstagen sowie dem jeweiligen Tag davor keinen Sport. Auch die über den Stuhl abgegebene Menge konnte nicht berücksichtigt werden, jedoch werden normalerweise mit den Fäzes kleine Mengen mit etwa 1 mmol pro Tag abgegeben [ELMADFA UND LEITZMANN, 2004].

#### **4.7.2 Chlorid-Ausscheidung**

Die primäre Ausscheidung von Chlorid erfolgt über die Niere und beträgt bis zu 9 g pro Tag, kann jedoch auch durch die Abgabe über die Haut variieren [ELMADFA UND LEITZMANN, 2004]. Die Chlorid-Ausscheidung der Kaffeetrinker/innen lag bei 10894 mg +/- 7538 mg pro 24h Urin und der Nicht-Kaffeetrinker/innen bei 9204 mg +/- 4736 mg pro 24h Urin. Wie im Box-Plot ersichtlich war jedoch ein Ausreißer in der Gruppe Kaffeetrinker/innen vorhanden. Dieser wurde in den Berechnungen beibehalten, da individuelle Schwankungen immer möglich sind und somit die Gesamtbevölkerung eher widerspiegelt. Diese Tatsache könnte jedoch auch erklären, warum die Ausscheidung der Kaffeetrinker/innen etwas über den Referenzwerten des

Elektrolyt-Analyzers, welche sich zwischen 4963 und 9927 mg pro Tag befinden, liegt.



Referenzbereich: 4963-9927 mg/d; Quelle: Elektrolyt-Analyzer

Abbildung 26: Chlorid-Ausscheidung

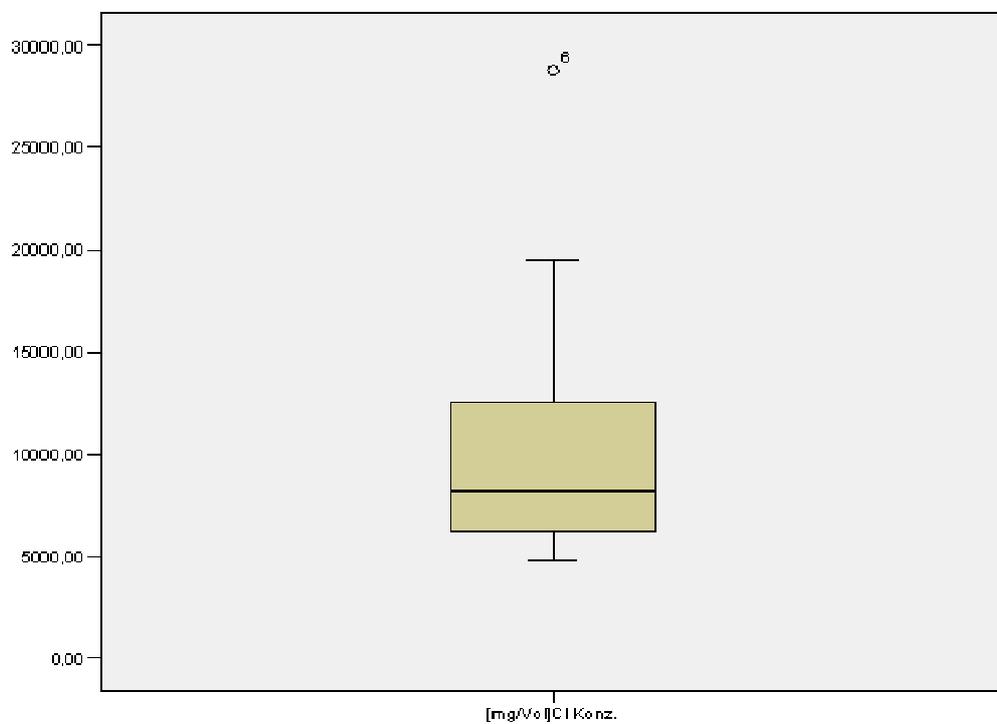
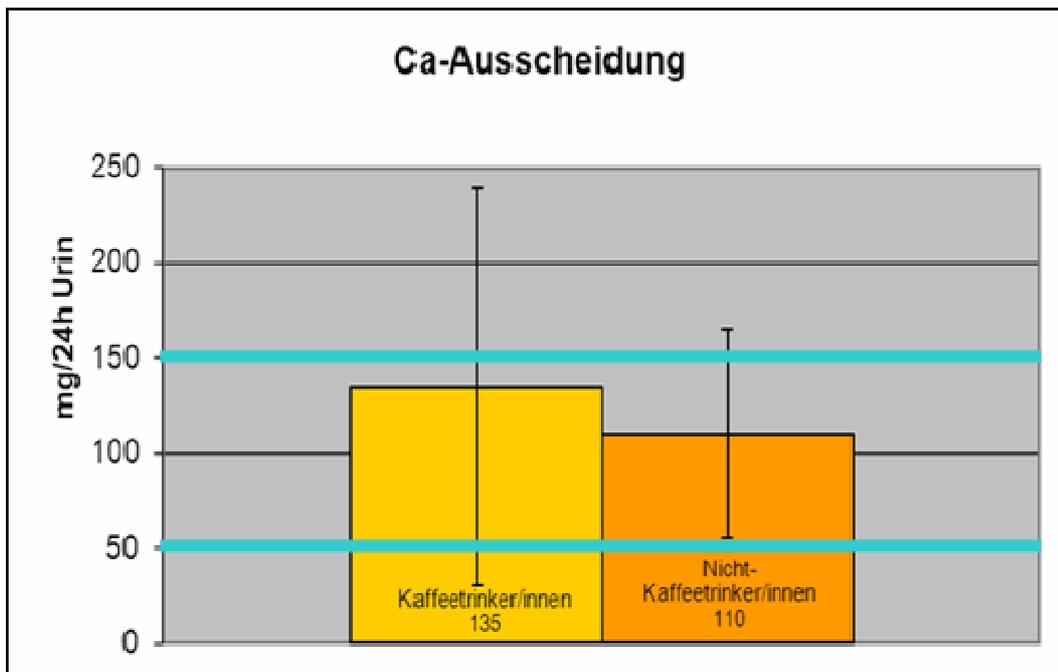


Abbildung 27: Box-Plot Chlorid-Ausscheidung Kaffeetrinker/innen

Da die vorliegenden Daten nicht normal verteilt waren, wurde der U-Test nach Mann und Whitney angewandt. Hier zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der Chlorid-Ausscheidung bei Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen.

### 4.7.3 Calcium-Ausscheidung

Die Calcium-Ausscheidung deckte sich bei beiden Gruppen mit den Referenzwerten des Elektrolyt-Analyzers. Diese Normalwerte befinden sich zwischen 50 und 150 mg Calcium-Ausscheidung pro Tag. Die Probanden/innen zeigten im Falle der Kaffeetrinker/innen eine mittlere Ausscheidung von 135 mg +/- 103 mg pro 24h Urin und im Falle der Nicht-Kaffeetrinker/innen 110 mg +/- 52 mg pro Tag und 24h Urin. Obwohl hier die Bandbreite größer ist, und der Median der Kaffeetrinker/innen bei 107 mg und der Nicht-Kaffeetrinker/innen bei 92 mg liegt, zeigte der statistische Test keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen.



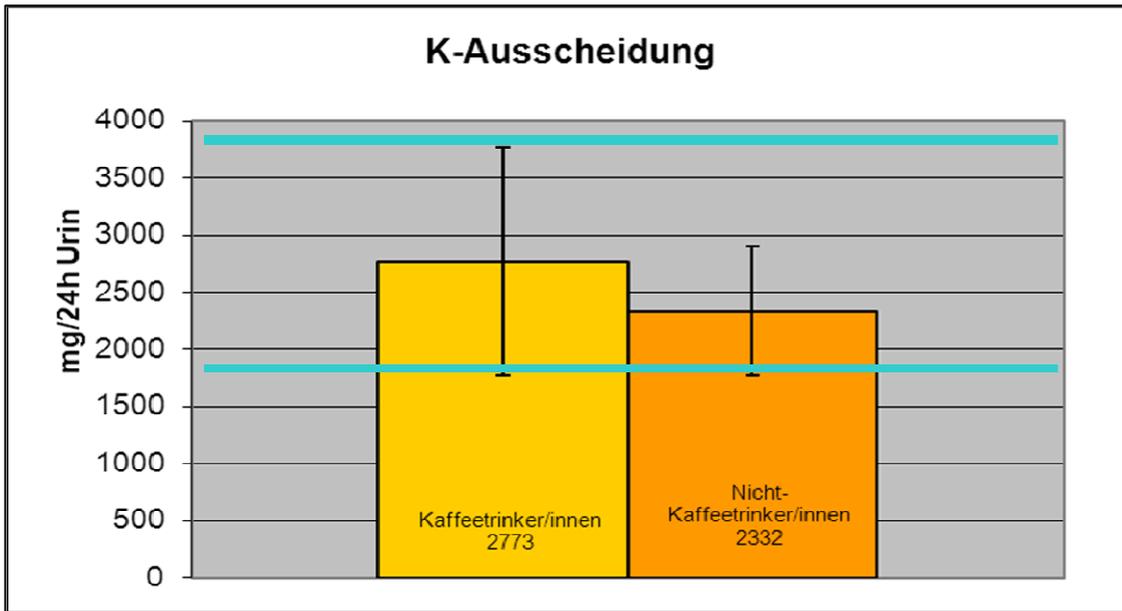
Referenzbereich: 50-150 mg/d; Quelle: Elektrolyt-Analyzer

#### **Abbildung 28: Calcium-Ausscheidung**

Diese Ergebnisse spiegeln auch die durchschnittliche Calcium-Ausscheidung zwischen 100-240 mg pro Tag wieder, welche jedoch großen individuellen Schwankungen unterliegt [ELMADFA UND LEITZMANN, 2004].

#### **4.7.4 Kalium-Ausscheidung**

Kalium wird großteils (bis zu 95%) über die Niere ausgeschieden. Nur ein geringer Anteil der Ausscheidung erfolgt über Haut, Schweiß und Fäzes [ELMADFA UND LEITZMANN, 2004; D-A-CH, 2008]. Die Werte der Kalium-Ausscheidung brachten auf den ersten Blick ein interessantes Ergebnis. Die Kaffeetrinker/innen schieden pro Tag und 24h Urin im Mittelwert 2773 mg +/- 808 mg Kalium aus. Hingegen lag der Wert bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen bei nur 2332 mg +/- 485 mg Kalium-Ausscheidung pro 24h Urin. Wie man in der Abbildung erkennen kann liegen diese Werte in dem laut Elektrolyt-Analyzer vorgegebenen Referenzbereich von 1955 bis 3910 mg pro Tag. Zudem zeigt die Grafik einen Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen. Nach Durchführung des U-Tests nach Mann und Whitney für nicht normal verteilte unabhängige Stichproben zeigte der p-Wert von 0,173 allerdings keinen signifikanten Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen.



Referenzbereich:1955-3910mg/d; Quelle: Elektrolyt-Analyzer

Abbildung 29: Kalium-Ausscheidung

## 4.8 Kalium-Aufnahme

Die Kalium-Aufnahme zeigte einen deutlichen Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen mit einer mittleren Aufnahme von 3958 +/- 1496 mg pro Tag und den Nicht-Kaffeetrinker/innen mit einer Aufnahme von 2900 +/- 520 mg pro Tag. Laut D-A-CH- Referenzwerten soll eine Mindestaufnahme von 2000 mg Kalium pro Tag erfolgen, was beide Gruppen der Studie erreichten [D-A-CH, 2008]. Gute Kaliumquellen sind viele Obst- und Gemüsesorten, vor allem Bananen, Tomaten aber auch Hülsenfrüchte [ELMADFA UND LEITZMANN, 2004].

Die vorliegenden Daten zeigten eine Normalverteilung und wurden somit mittels T-Test nach Student auf signifikanten Unterschied getestet.

Der Levene-Test auf Varianzgleichheit zeigte Varianzenheterogenität (p=0,007). Der T-Test für Mittelwertgleichheit kam zu einem p-Wert von 0,047, wodurch hier ein signifikanter Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und

Nicht-Kaffeetrinker/innen angenommen werden kann. Anzumerken ist jedoch, dass dieser Unterschied relativ leicht durch zum Beispiel erhöhten Gemüse- und Obstkonsum beziehungsweise durch Aufnahme von Sojamilch und Sojaprodukte, wie es bei den Kaffeetrinker/innen der Fall war, möglich ist.

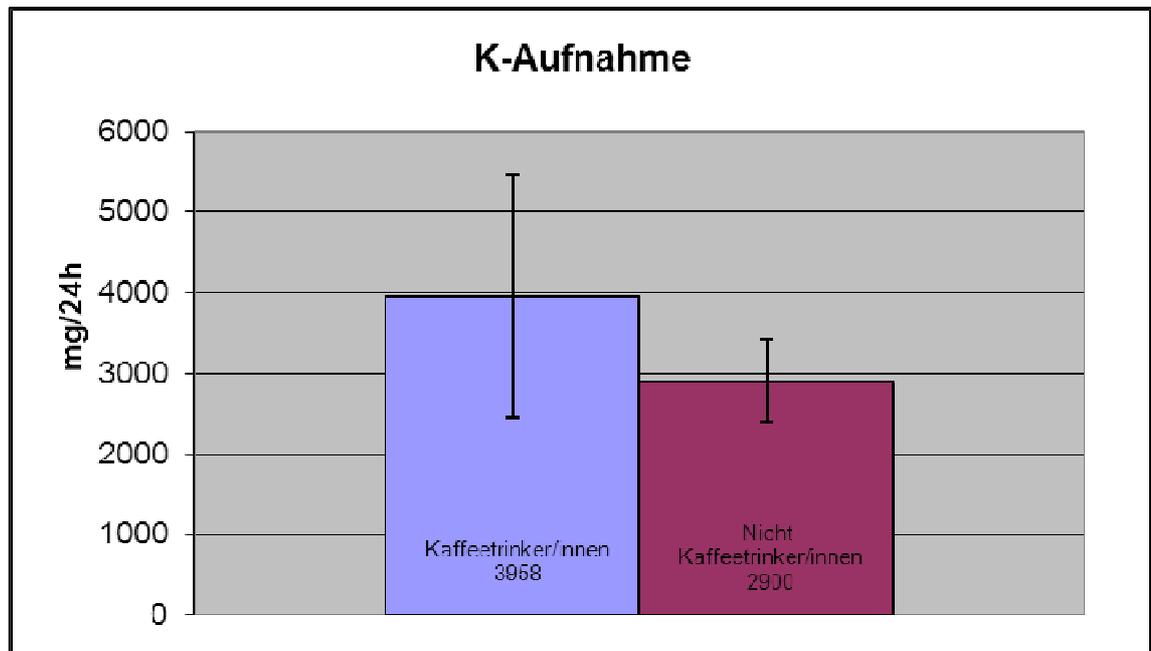


Abbildung 30: Kalium-Aufnahme

#### 4.9 Kalium-Bilanz

Auch in der Kalium-Bilanz ist ein Unterschied zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen ersichtlich. Bei beiden Gruppen zeigt sich eine positive Bilanz, wobei die Kaffeetrinker/innen mit ersichtlich mehr aufnehmen als sie ausscheiden. Der Grund dafür wurde jedoch schon im Kapitel Kalium-Aufnahme diskutiert. Der Unterschied in der Bilanz bei Kaffeetrinker/innen mit  $1185 \pm 1268$  mg pro Tag und Nicht-Kaffeetrinker/innen mit  $569 \pm 590$  mg pro Tag ist statistisch gesehen mit einem p-Wert von 0,168 nicht signifikant. Jedoch

muss auch hier auf einige Ausreißer und dadurch zustande gekommenen erhöhten Werte bei der Aufnahme verwiesen werden.

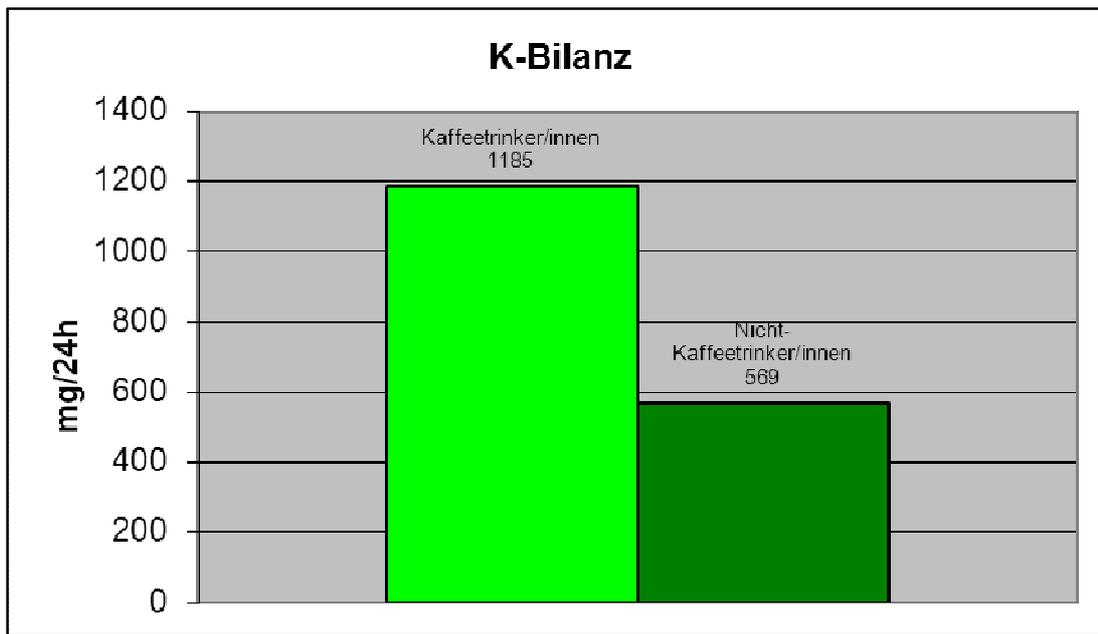


Abbildung 31: Kalium-Bilanz

#### 4.10 Calcium-Aufnahme

Bei der Calcium-Aufnahme zeigten sich sehr erfreuliche Ergebnisse. Beide Gruppen lagen über den derzeitigen Empfehlungen der Calcium-Aufnahme von 1000 mg pro Tag [D-A-CH, 2008; ELMADFA, 2004].

Interessant war auch, dass die Kaffeetrinker/innen trotz vermehrter Milch Aufnahme, um 135 ml mehr als die Nicht-Kaffeetrinker/innen, keine deutlich höhere Calcium-Aufnahme aufwiesen als die Nicht-Kaffeetrinker/innen. Eine mögliche Erklärung wäre, dass auch andere sehr gute Calciumquellen wie zum Beispiel Mineralwasser mit einem Calciumgehalt über 150 mg pro Liter zur Deckung des Bedarfs beitragen können [D-A-CH, 2008].

Die Kaffeetrinker/innen nahmen pro Tag im Mittelwert 1206 mg +/- 422 mg Calcium zu sich und die Nicht-Kaffeetrinker/innen 1178 mg +/- 383 mg pro Tag.

Anzumerken ist jedoch, dass auch durch den Konsum von Mineralwasser je nach Quelle eine unterschiedliche Aufnahme möglich ist. Diese Annahme wird auch durch den Österreichischen Ernährungsbericht 2008 und die D-A-CH Referenzwerte bestätigt [ELMADFA et al., 2009; D-A-CH, 2008].

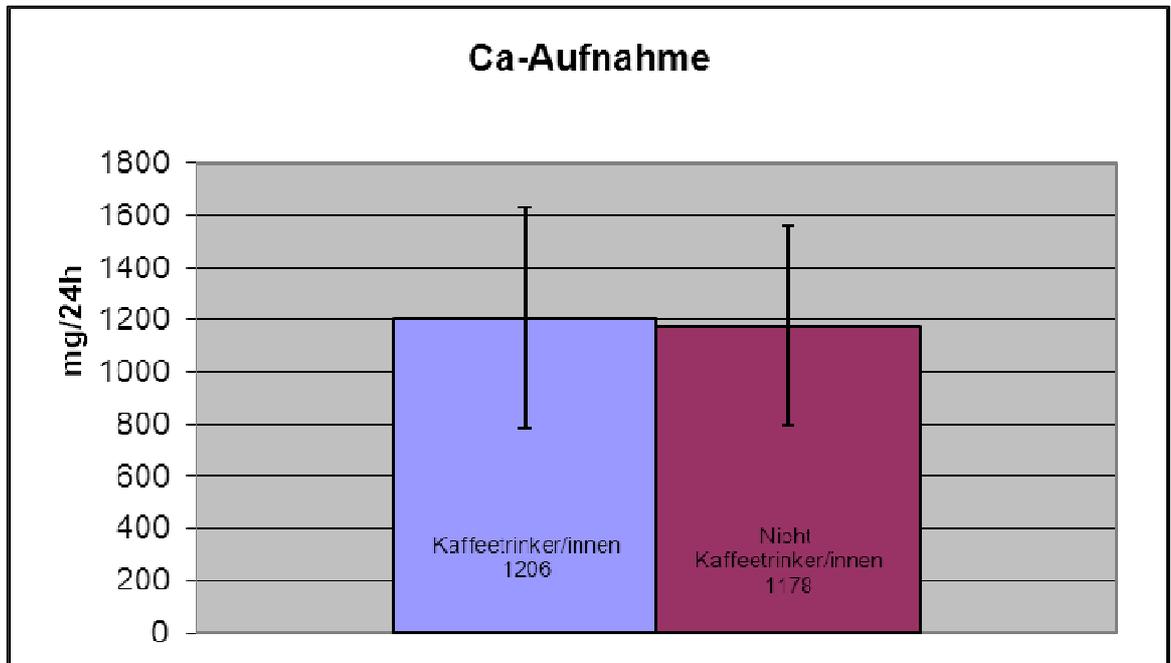


Abbildung 32: Calcium-Aufnahme

#### 4.11 Calcium-Bilanz

Auch im Fall des Calciums zeigt sich eine positive Bilanz von  $1072 \pm 400$  mg pro Tag bei den Kaffeetrinker/innen und  $1068 \pm 348$  mg bei den Nicht-Kaffeetrinker/innen. Hier ist ebenfalls kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen feststellbar.

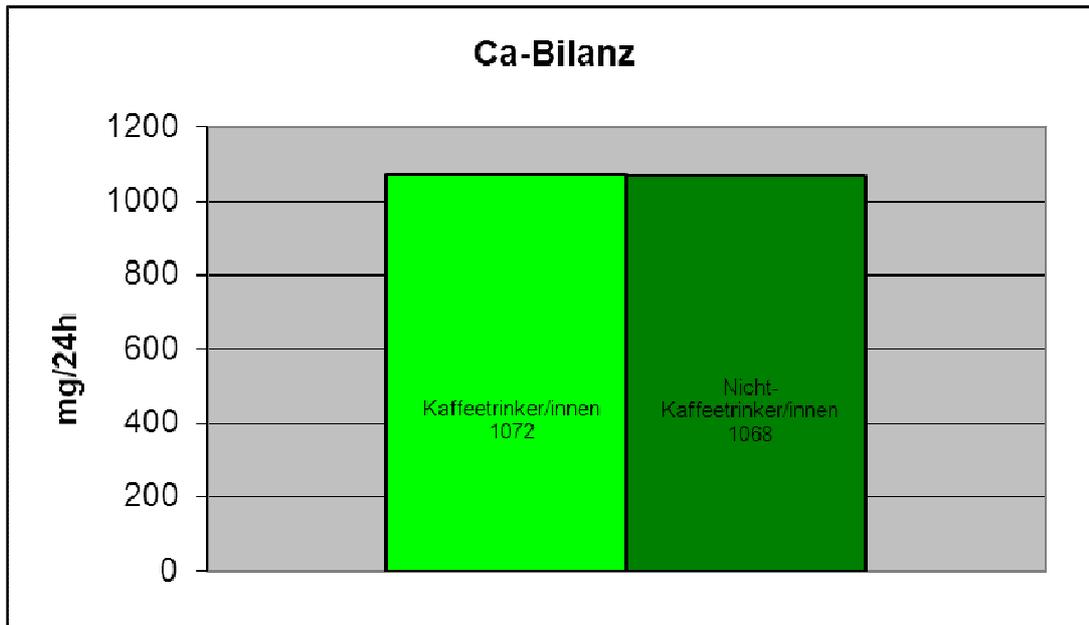


Abbildung 33: Calcium-Bilanz

## 4.12 Coffeinbestimmung

Da Coffeingehalt eines haushaltsüblichen Kaffee-Getränkes für diese Studie ebenso von Interesse war und die Literaturangaben besser zu vergleichen, wurde dieser mittels HPLC gemessen. Die Coffeinbestimmung wurde im Doppelansatz durchgeführt. Die Mittelwerte ( $\pm$  Standardabweichung) der Ergebnisse von Filterkaffee sind in folgender Tabelle ersichtlich:

	Kaffee 1	Kaffee 2
<b>Coffeingehalt mg/l</b>	991 ( $\pm$ 0,05)	1008 ( $\pm$ 1,56)
<b>Coffeingehalt mg/Tasse (á 125ml)</b>	124	126

Tabelle 25: Coffeingehalt

Diese Ergebnisse spiegeln die durchschnittlichen Werte der Messungen von anderer Studien wider und werden auch durch den Kaffeeverband bestätigt [ADAM, 2005; HARLAND, 2000; EDELBAUER, 2009; KAFFEEVERBAND, 2009].

## 5 Schlussbetrachtung

Die vorliegenden Ergebnisse zeigten, dass zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen keine Unterschiede in der Flüssigkeitsaufnahme sowie -ausscheidung vorliegen. Auch die genauere Untersuchung der Wasserverteilung im Körper zeigte, dass diese bei Kaffeetrinker/innen ebenso erfreulich ist, wie bei Nicht-Kaffeetrinker/innen.

Dies begründet sich darin, dass durch Kompensationsmechanismen im Körper der diuretische Effekt von Kaffee bei regelmäßigem Konsum ausgeglichen wird [DGE, 2005; GRANDEJAN, 2000]. Daher kommt es zu keiner erhöhten Wasserausscheidung [MAUGHAN, 2003].

Interessanterweise lagen die teilnehmenden Kaffeetrinker/innen mit einer durchschnittlichen Aufnahme von 316 ml Kaffee pro Tag im Mittelwert der Gesamtbevölkerung [ELMADFA, 2009].

Bei der Elektrolytaufnahme, vor allem im Fall von Calcium, wurden die Empfehlungen sehr gut erreicht. Obwohl Kaffeetrinker/innen mehr Milch konsumierten, lagen die Aufnahmen von Calcium in beiden Gruppen annähernd gleich bei 1200 mg.

Zum selben Schluss kam auch die Betrachtung der Elektrolytausscheidung. Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Natrium-, Chlorid-, Kalium-, und Calciumausscheidung. Die angenommene gesteigerte Natriumausscheidung wird ebenso bei regelmäßigem Konsum durch Mechanismen angepasst [ADAM, 2005]. Dadurch werden durch regelmäßigen Kaffeekonsum dem Körper keine Elektrolyte entzogen [GRANDEJAN, 2000]. Auch die Bilanz von Kalium und Calcium ist bei beiden Gruppen positiv und zeigte keinen Unterschied.

Kaffee kann für manche Personen als wichtiger Teil der Gesamtgetränkezufuhr gesehen werden. Bei regelmäßigem Konsum ist keine negative Flüssigkeitsbilanz gegeben, wodurch Kaffee wie jedes andere Getränk auch zur Flüssigkeitsaufnahme gezählt werden kann [ADAM, 2005]. Moderate Coffeinzufuhr steht nicht mit einer chronischen Dehydration in Verbindung [MARCASON, 2008].

*„Trinken Sie nach jeder Tasse Kaffee, auch ein Glas Wasser, aber nicht weil Kaffee „treibt“, denn viele Studien zeigen, dass die Annahme des Flüssigkeitsverlustes durch Kaffee und einem eventuellen schlechten Hydrationsstatus, nicht bestätigt werden kann [MAUGHAN, 2003].*

Wie die vorliegende Arbeit gezeigt hat, kann Kaffee nicht als Flüssigkeitsräuber gesehen werden, denn Kaffeekonsum führt nicht zu Wasser- und Elektrolyt-Imbalancen [ARMSTRONG et al., 2007].

## 6 Zusammenfassung

### Ziel der Arbeit:

Mit dieser Arbeit soll mit einigen Mythen um eines unserer beliebtesten Getränke aufgeräumt werden. Ist ein Unterschied im Wasserhaushalt zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen gegeben? Gibt es in diesen beiden Gruppen einen Unterschied in der Elektrolytausscheidung?

### Methoden:

11 Kaffeetrinker/innen und 10 Nicht-Kaffeetrinker/innen erklärten sich dazu bereit an der Studie teilzunehmen. Mittels Wiegeprotokoll wurde die Wasser- und Elektrolytaufnahme protokolliert. Durch Sammeln des 24h Urins und anschließenden Laboruntersuchungen auf Volumen, Natrium-, Chlorid-, Kalium- und Calcium-Ausscheidung wurden die nötigen Daten erhoben. Ebenso wurde der Coffeingehalt eines haushaltsüblichen Filterkaffees bestimmt, um Ergebnisse anderer Studien besser vergleichen zu können.

### Resultate:

Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Wasseraufnahme beziehungsweise Wasserausscheidung zwischen Kaffeetrinker/innen und Nicht-Kaffeetrinker/innen. Ebenso zeigte die Verteilung der Flüssigkeiten im Körper keine Unterschiede. Die Elektrolytausscheidung war nicht signifikant abweichend bei den beiden Gruppen.

### Conclusio:

Kaffee kann bei regelmäßigem Konsum weder als Flüssigkeitsräuber angesehen werden, noch entzieht er dem Körper Elektrolyte.

## 7 Summary

The aim of the study was to clear up with some myths around one of our most popular drinks. Is there a difference concerning the water household and electrolyte excretion between coffee consumers and non-coffee consumers?

### Methods:

11 coffee drinkers and 10 non-coffee drinkers took part in the study. The water and electrolyte ingestion were recorded with the aid of weight logs.

The necessary data were raised by collecting the 24h urine, which was tested for volume, sodium elimination, chloride elimination, potassium elimination and calcium elimination. Additionally the content of caffeine from a customary filter coffee was measured in order to be able to compare results of other studies.

### Results:

There were no significant differences in the water ingestion or water elimination between coffee consumers and non-coffee consumers. No differences were shown regarding to the distribution of the liquids in the body. The electrolyte elimination was not significant different within both groups.

### Conclusion:

In general, there is no increased elimination at a regular level of regularly consumption of coffee. Coffee does not cause dehydration and does not take away electrolytes.

## 8 Literaturverzeichnis

ADAM O. Auswirkungen des Kaffeetrinkens auf die Flüssigkeitsbilanz. Ernährungs-Umschau, 2005, 52, 14-17

ARMSTRONG LE., CASA DJ., MARESH CM., GANIO MS. Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heart tolerance. University of Connecticut. USA. Exerc Sport Sci Rev. 2007; 35(3): 135-40

BARONE J.J., ROBERTS H.R. Caffeine Consumption. Fd Chem. Toxic. 1996; Vol. 34, No 1: 119-129

BIRÓ G., HULSHOF KF., OVESEN L., AMORIUM CRUZ JA. Selection of methodology to assess food intake. European Journal of Clinical Nutrition, 2002; 56: 25-32.

BOEHRINGER MANNHEIM GMBH DIAGNOSTICA. Arbeitsanleitung Kreatininbestimmung. Test-Combination Creatinin. Februar 1991

BÜHL A., ZÖFEL P. SPSS 12 – Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. Pearson Studium, 9. Auflage, München, 2005

CODEXALIMENTARIUS AUSTRIACUS. Bundesministerium für Gesundheit, Codexkapitel B 12, 2007

DALY JW, FREDHOLM BB. Caffeine: an atypical drug of dependence. Drug Alcohol Depend.1998; 51:199-206

DATA INPUT GMBH. Body Composition. Internet: <http://www.data-input.de> (Zugriff: 15. Februar 2010)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE). Ist Kaffee ein „Flüssigkeitsräuber“? DGE Aktuell 01/2005; Internet: <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=463> (Zugriff: 1. April 2009)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, SCHWEIZER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG, SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR ERNÄHRUNG (D-A-CH). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, 3. Auflage, Frankfurt am Main, 2008

DGEInfo 04/2004 Bedeutung von Kaffee für den Flüssigkeitshaushalt. Internet: [www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=412](http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=412) (Zugriff: 25.1.2010)

DORFMAN L.J., JARVIK M.E. Comparative stimulant and diuretic actions of caffeine and theobromine in man. Clin. Pharmacol. Ther. 1970; 11, 869–872

DÖRHOFFER R., PIRLICH M. Das BIA-Kompendium. 2007; 3. Ausgabe 04.

EDELBAUER L.J. Kaffee: Alles über ein Genussmittel, dass die Welt veränderte. Wien. 2003

EDELBAUER L.J. Kaffee-Expertenkurs. VHS Hietzing. August 2009

EICHLER, O. Kaffee und Coffein. 2. Auflage Springer Verlag. Berlin; Heidelberg; New York. 1976

ELAMDFÄ I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D, ET AL. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. Kapitel 2.7 Trinkverhalten und Flüssigkeitsaufnahme von österreichischen Erwachsenen 145-1631. Auflage, Wien, März 2009

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

ELMADFA I. Ernährungslehre. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2004

FIELD A. Discovering statistics using SPSS. Sage Publications, London, 2009

FORTH W ET AL. Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1996

FROHNE D, JENSEN U. Systematik des Pflanzenreichs. Stuttgart Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft m.bH. 5. Auflage, 1998

GELEIJNSE J.M. Habitual coffee consumption and blood pressure: An epidemiological perspective. Vascular Health and Risk Management 2008; 4(5) 963-970

GLEICHMANN U. 1.Consensuskonferenz der Deutschen Akademie für Ernährungsmedizin: Stellenwert der Kochsalzreduktion in der Prävention und Behandlung der Hypertonie. Akt. Ernährungs-Medizin. 19. 1994, 40-41

GRANDJEAN C, EDD, FACN, CNS, REIMERS K, RD, MS, BANNICK K.E, MA, HAVEN M.C, MS. The Effect of Caffeinated, Non-Caffeinated, Caloric and Non-Caloric Beverages on Hydration, Journal of the American College of Nutrition. 2000, Vol. 19, No. 5, 591–600

HADWIGER, P.; HIPPLER, J.; LOTZ, H. Kaffee- Gewohnheit und Konsequenz. Gemeinsam herausgegeben mit der Ges. zur Förderung der Partnerschaft mit der Dritten Welt. 3.Auflage. 1989

HARLAND B.F. Caffeine and Nutrition, nutrition Vol. 16, Numbers 7/8, 2000 Howard University Washington DC

HERTEL A. Kaffeeanalysen mittels HPLC. Analyse von Coffein, Theobromin und Chlorogensäure. Arbeitsanleitung Universität Wien. 2008

HEßMANN-KOSARIA A. Kaffee- nicht die Bohne ungesund. München. Mosaik. 2000

HINDMARCH I., RIGNEY U., STANLEY N., QUINLAN P., RYCROFT J., LANE J. A naturalistic investigation of the effects of day-long consumption of tea, coffee and water on alertness, sleep onset and sleep quality. *Psychopharmacology (berl)*, 2000; 149 (3):203-16

HOHMANN C. Kaffee doch kein Flüssigkeitsräuber. *Pharmazeutische Zeitung* 21.Okt.2004; Vol 149/43: 50

ILLY F. ILLY R. Kaffee von der Bohne zum Espresso. Milano. Mondadori. 1993

ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee- The chemistry of quality. Academic Press, London San Diego New York Boston Sydney Tokyo, 1998

INSITUTE OF MEDIZINE (IOM) Dietary Reference Intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfates. 2005. The National Academies Press Web site. [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=10925&page=73](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=10925&page=73). Accessed March 10, 2008

LÖW M., ABELE H. Der Brockhaus Ernährung. 3.Auflage. Mannheim. 2008

ISNARDY B. Kaffeeanalysen mittels HPLC. Analyse von Coffein, Theobromin und Chlorogensäure. Arbeitsanleitung Universität Wien 2007

MARCASON W. Is caffeine considered a diuretic and should my clients increase their fluid intake to compensate for this effect? The American Dietetic Association. 2008

MAUGHAN R.J., GRIFFIN J. Caffeine ingestion and fluid balance: a review. Journal of Human Nutrition and Dietetics 2003; 16: 411-420

THEWS G. MUTSCHLER E. VAUPEL P. Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen 6. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart. 2007

NEUHÄUSER-BERTHOLD, BEINE S., VERWIED SC., LÜHRMANN PM. Coffee consumption and total body water homeostasis as measured by fluid balance and bioelectrical impedance analysis. Ann Nutr Metab. 1997; 41(1): 29-36

NUSSBERGER J., MOOSER V., MARIDOR G., JUILLERAT L., WAEBER B., BRUNNER H.R. Caffeine-induced diuresis and atrial natriuretic peptides. J. Cardiovascular. Pharmacol. 1990. 15, 685–691

ÖSTERREICHISCHER KAFFEE- UND TEEVERBAND. Internet: [www.kaffeeverband.at](http://www.kaffeeverband.at) (Zugriff: 28.12.09)

PASSMORE, A.P., KONDOWE, G.P. & JOHNSTON, G.D. Renal and cardiovascular effects of caffeine: a doseresponse study. Clin. Sci. 1987. 72, 749–756

PEKLAR S. Kaffee-ein funktionelles Lebensmittel? Diplomarbeit Universität Wien 2001

RAMALAKSHMI K., RAGHAVAN B. Caffeine in coffee: its removal. Why and how? Crit Rev Food Sci Nutr. 1999; 39(5): 441-56

ROBERTSON D., FROELICH J.C., CARR R.K., WATSON J.T., HOLLIFIELD J.W., SHAND D.G., OATES J.A. Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. NEJM. 1978. 298, 181–186

RODRIGUES IM., KLEIN LC. Boiled or filtered coffee? Effects of coffee and caffeine on cholesterol, fibrinogen and C-reactive protein. Toxicol Rev. 2006; 25(1): 55-69

SHIRLEY D.G., WALTER S.J., NOORMOHAMED F.H. Natriuretic effect of caffeine: assessmet of segmental sodium reabsorption in humans. Clinical Science 101. 461-466. Great Britain. 2002

SOUCI-FACHMANN-KRAUT. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen, Medpharm Online Datenbank. Internet: <http://www.sfk-online.net/cgi-bin/sfkstart.mysql?language=german> (Zugriff am 10.05.2010)

STATISTIK AUSTRIA. Jahresdurchschnittsbevölkerung 2008 nach Alter und Bundesland – Männer und Frauen. Internet: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung\\_nach\\_alter\\_geschlecht/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung_nach_alter_geschlecht/index.html) (Zugriff am 17.01.2010)

SUDANO I., SPIEKER L., BINGGELI C., RUSCHITZKA F., LÜSCHER T.F., NOLL G., CORTI R. Coffee Clunts Mental Stress – Induced Blood Pressure Increase in Habitual but Not in Nonhabitual Coffee Drinker. American Heart Association. Hypertension. 2005; 46:521-526

TROSCHL J. ein Überblick über den Weg von der Kaffeebohne zum Kaffeegetränk und die Wirkungen seiner Inhaltsstoffe auf den Menschen. Diplomarbeit Universität Wien 1995

VARANI K., PORTALUPPI F., GESSI S., MERIGHI S., ONIGINI E., BELARDINELLI L., BOREA P.A. Dose and Time Effects of Caffeine Intake on Human Platelet

Adenosine A2A Receptors: Functional and Biochemical Aspects. Journal of the American Heart Association Circulation 2000. 102. 285-289

VEIT B., WOLFRUM C. Die Welt der Plantagen und des Kaffees. Die Welt erkennen. Lizenzausgabe als Ravensburger Tb. Band 8522. Otto Maier Ravensburg. 1991

WEMPLE R.D. LAMB D.R. MCKEEVER K.H. Caffeine versus caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. Int. J. Sports Med. 1996. 18, 40–46.

WINKELMAYER W. STAMPFER M. WILLETT W. ET AL. Habitual Caffeine Intake and the Risk of Hypertension in Women. JAMA. 2005; 294(18): 2330-2335

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. BMI classification. Internet: [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html) (Zugriff am 17.01.2010)

WILLIAMS R. Essentials of Nutrition and Diet Therapy. 8th ed, Mosby, Saint Louis 2003

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Earth Trends. Internet: [http://earthtrends.wri.org/searchable\\_db/index.php?step=countries&cclID%5B%5D=0&allcountries=checkbox&theme=8&variable\\_ID=1677&action=select\\_year\\_s](http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?step=countries&cclID%5B%5D=0&allcountries=checkbox&theme=8&variable_ID=1677&action=select_year_s) (Zugriff am 18.1.2010)

# Curriculum Vitae

**Name** Bernadette Bürger  
**Wohnort** Adalbert-Stifter-Str. 12/16; 1200 Wien  
**E-Mail** wweberni@yahoo.de  
**Geburtstag** 31. Oktober 1986  
**Geburtsort** Neunkirchen (NÖ)  
**Staatsbürgerschaft** Österreich  
**Familienstand** ledig; Tochter (Kathrin, geboren 2002)

---

## Universitäre Ausbildung/Schulbildung

10/2007 bis 02/2008 Auslandssemester an der  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
10/2005 bis vorauss. 10/2010 Studium der Ernährungswissenschaften an der  
Universität  
1997-2005 Wirtschaftskundl. Realgymnasium in  
Neunkirchen (NÖ)  
1993-1997 Volksschule in Edlitz

---

## Berufserfahrung/Praktika

seit 09/2010: ÖGE (Österreichische Gesellschaft für Ernährung)

- Mitarbeit in der Ernährungsakademie (Assistentin); Fortbildung für Kindergärtner/innen

seit 03/2010: AGES Kompetenzzentrum Ernährung und Prävention

- Mitarbeit beim Projekt „Richtig essen von Anfang an“  
[www.richtigessenvonanfangen.at](http://www.richtigessenvonanfangen.at)
- Ist-Bestandsanalyse von Produkten
- Erstellung von Rezeptbroschüren
- Internetrecherche Tätigkeiten

12/2009: AGES Schweinegrippe Hotline

- Beratung, Anfragenbeantwortung; Informationsauskunft

09/2009 bis 10/2009: AGES Kompetenzzentrum Ernährung und Prävention

- Recherchieren für diverse Ernährungsanfragen
- Mitarbeit bei Projekten

10/2008 bis 03/2009: SIPCAN save your life

- Mitarbeit im Rahmen der Aktion „Gesunde Jause, coole Pause“; Unterrichtsprojekt (Vorträge/Leitung von Unterrichtseinheiten); Dateneingabe und Auswertung

- Buffetevaluierung (vor Ort)

12/2007 bis 01/2008: Spital Insular in Las Palmas de Gran Canaria

- Ernährungsscreenings bei Kranken
- Einblick in parenterale/enterale Ernährung

02/2007: AKE – Arbeitsgemeinschaft für Klinische Ernährung

- Mitarbeit am Projekt: Nutrition Day in European Hospitals

### **Auslandsaufenthalt**

Las Palmas de Gran Canaria

- Sprachkurs
- Studium an der Universität für Medizin
- Praktikum im Spital Insular de Las Palmas

### **Zusatzausbildung**

08/2008

Kaffeekurs „Kaffee-Experte“ am Institut für Kaffee  
Experten Ausbildung in Wien-Hietzing

06/2009

Einschulung Nährwertprogramm Nuts

### **Kompetenzen**

Sprachkenntnisse

Deutsch (Muttersprache)  
Englisch (verhandlungssicher in Wort und Schrift)  
Spanisch (fließend in Wort und Schrift)

Methoden

Programme:  
sehr gute Anwenderkenntnisse in Office, Power  
Point, Literaturdatenbank (Pubmed, Scopus,..)  
gute Anwenderkenntnisse in SPSS,  
Nährwertberechnung (Nuts)

*B. Bürger*

Wien, 2010-09-16