

Wasserhaushalt und Urinparameter als Indikator für den Hydrationsstatus

–

Eine Untersuchung zum Flüssigkeitshaushalt in Abhängigkeit vom Alter

Bachelor-Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades
„Bachelor of Science“ (B.Sc.)

im Studiengang „Sport und Leistung“

vorgelegt von

Michael Keitzl

Deutsche Sporthochschule Köln

Köln 2014

Betreuer: Herr Hans Braun (Institut für Biochemie)

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>II</i>
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	<i>IV</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>VI</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>VII</i>
1. Einleitung	8
2. Fragestellung	10
3. Methodik	13
3.1. Stichprobe	13
3.2. Durchführung	14
3.2.1. Beginn der Studienwoche (Tag 1).....	16
3.2.2. Eigenständige Durchführung der Studienwoche	17
3.2.3. Abschluss der Studienwoche (Tag 8)	18
3.3. Datenerfassung.....	18
3.4. Datenanalyse	19
4. Ergebnisse	21
4.1. Flüssigkeitszufuhr.....	21
4.2. Urinvolumen	23
4.3. Urindichte	25
4.4. Urinfarbe	28
4.5. Urinosmolalität	30
5. Diskussion	34
5.1. Flüssigkeitszufuhr.....	34
5.2. Urinabgabemenge.....	35

5.3. Urindichte	35
5.4. Urinfarbe	36
5.5. Urinosmolalität	37
5.6. Methodenkritik	38
6. Fazit	40

Abstract

Literaturverzeichnis

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	-	Abbildung
AK1	-	Altersklasse 1 (20 – 29 Jahre)
AK2	-	Altersklasse 2 (30 – 39 Jahre)
AK3	-	Altersklasse 3 (40 – 49 Jahre)
AK4	-	Altersklasse 4 (50 – 59 Jahre)
bzw.	-	beziehungsweise
ca.	-	circa
cm	-	Zentimeter
DGE	-	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
EFSA	-	European Food Safety Authority
EHI	-	European Hydration Institute
et al.	-	et alii (und andere)
IOM	-	Institute of Medicine
kg	-	Kilogramm
l	-	Liter
m	-	Meter
ml	-	Milliliter
MU	-	Morgenurin
s.	-	siehe
S.	-	Seite
SD.	-	Standardabweichung (standard deviation), auch \pm
SE.	-	Standardfehler (standard error)
Tab.	-	Tabelle

v.a. - vor allem
v. Chr.- vor Christus
vgl. - vergleiche
WHO - World Health Organisation

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Altersklassen- und Geschlechterverteilung	(S.13)
Abb. 2:	Ablauf der Studienwoche	(S.16)
Abb. 3:	Wasseraufnahme über Getränke	(S.21)
Abb. 4:	24h-Urinabgabemenge	(S.23)
Abb. 5:	MU-Abgabemenge	(S.24)
Abb. 6:	Histogramme der 24h-Urindichten	(S.25)
Abb. 7:	Histogramme der MU-Dichten	(S.27)
Abb. 8:	24h-Urinfarbe	(S.28)
Abb. 9:	MU-Farbe	(S.29)
Abb. 10:	Osmolalität des 24h-Urin	(S.31)
Abb. 11:	Osmolalität des MU	(S.31)
Abb. 12:	Histogramme der 24h-Urinosmolalitäten	(S.32)
Abb. 13:	Histogramme der MU-Osmolalitäten	(S.33)

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Indizien des Flüssigkeitsstatus	(S.11)
Tab. 2:	Deskriptive Stichprobenbeschreibung	(S.14)
Tab. 3:	Flüssigkeitszufuhr	(S.22)
Tab. 4:	Abgegebenes Urinvolumen	(S.24)
Tab. 5:	Urindichtewerte	(S.26)
Tab. 6:	Urinosmolalität	(S.30)

1. Einleitung

*„Das Beste ist Wasser“
(Pindar, Epinikia - Olympische Oden, ~500 v.Chr.)¹*

Schon im fünften Jahrhundert vor Christus hat der griechische Poet und Dichter Pindar in seinen Oden auf den Olymp von der Bedeutung des Wassers gesprochen. Ob Pindar schon damals das Trinken von Wasser propagieren oder er Wasser nur als Urstoff und Ursprung jeglichen Lebens anpreisen wollte, ist noch nicht abschließend geklärt.

Heutzutage ist man sich des Stellenwerts von Wasser allerdings genauer bewusst, denn es nimmt im Organismus des Menschen eine zentrale Rolle ein, nicht zuletzt, da der Körper eines Erwachsenen zu 50-70%, der eines Säuglings sogar von bis zu 80% aus Wasser besteht (vgl. Kavouras, 2002).

Die Vielzahl von Aufgaben des Wassers innerhalb des menschlichen Organismus verdeutlicht dessen Bedeutung nochmal. Wasser ist an einem Hauptteil der Körperfunktionen beteiligt und aufgrund der Aufrechterhaltung vieler chemischer und physikalischer Prozesse innerhalb des Körpers lebensnotwendig (vgl. Armstrong, 2007). Unter anderem aufgrund der Thermoregulation des Körpers und der Versorgung der Zellen mit jeglichen Nährstoffen unterliegt der Wasserhaushalt während eines Tages diversen Schwankungen und muss durch Wasserzufuhr ausgeglichen werden (vgl. Lunn & Foxen, 2008). Schon ein leicht erhöhter Flüssigkeitsverlust kann negative Auswirkung auf den Körper haben (vgl. Manz, 2012; Sawka, 2005; Sheriffs, 2003).

Der Flüssigkeitsbedarf eines Menschen wird dabei von vielen Faktoren beeinflusst, wie beispielsweise von der Umgebungstemperatur, körperlicher Aktivität, Körperzusammensetzung und das Alter einer

¹Nickel, R. (1999). Lexikon der antiken Literatur. *Artemis und Winkler, Düsseldorf und Zürich*, S. 153-155

Person, variiert jedoch auch stark zwischen unterschiedlichen Individuen (vgl. de Marées, 2002).

Diverse Studien vergangener Jahre befassen sich mit dem Thema des Flüssigkeitsstatus und Trinkverhaltens von Erwachsenen, jedoch sind die Empfehlungen für die Gesamtwasserzufuhr eines Tages dabei sehr unterschiedlich. Unabhängig davon muss eine Wasserzufuhr entsprechend der Richtwerte aufgrund der großen Individualität nicht zwingend für alle Personen einen ausgeglichenen Flüssigkeitshaushalt bedeuten (vgl. Benelam & Wyness, 2010).

Doch gibt es überhaupt den einen, optimalen Zustand des Flüssigkeitshaushalts? Und ab wann kann von einer Unterversorgung oder einem kritischen Zustand gesprochen werden und existieren möglicherweise Unterschiede des Flüssigkeitsbedarfs zwischen verschiedenen Altersklassen?

Im Folgenden soll der Flüssigkeitsstatus von ausgewählten Erwachsenen in Deutschland dargestellt und diskutiert werden. Dabei stehen die Flüssigkeitszufuhr und ausgewählte Urinparameter im Vordergrund, die vor allem in Bezug auf verschiedene Altersgruppen untersucht und in Beziehung gesetzt werden sollen.

Dieser Arbeit liegt eine vom European Hydration Institute (EHI) europaweit angelegte Studie zu Grunde, dem „Research Hydration Project“, die sich vor allem mit dem Hydrationsstatus in mehreren europäischen Ländern beschäftigt, wobei verschiedene Parameter gemessen wurden, die für die Erfassung des Flüssigkeitsstatus einer Person maßgebend sind. Erfasst werden unter anderem die Urindichte, Urinfarbe und die Urinosmolalität, die als wichtige Marker gelten, um Aussagen über den Hydrationsstatus eines Menschen zu treffen.

2. Fragestellung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, eindeutigeren Erkenntnisse über eine optimale Gesamtwasserzufuhr zu gewinnen. Um herauszustellen, ob es Unterschiede beim Hydrationsstatus, der Flüssigkeitsaufnahme und der Urinabgabe bezüglich des Alters einer Person gibt, werden die in der EHI Studie evaluierten Parameter jeweils mit Referenzwerten aus Studien verglichen oder anhand Richtlinien von verschiedenen Gesundheitsorganisationen eingeordnet.

Richtlinien für eine optimale Flüssigkeitszufuhr werden unter anderem durch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), die European Food Safety Authority (EFSA), das Institute of Medicine (IOM) oder durch die World Health Organisation (WHO) ausgegeben. Dass bezüglich der empfohlenen Trinkmenge über den Tag allerdings auch heute noch viele Unklarheiten bestehen, erkennt man schon allein an den sich unterscheidenden Referenzwerten die diese Organisationen herausgeben. Die Empfehlungen orientieren sich jedoch meist weniger an dem Alter einer Person, sondern beziehen sich ausschließlich auf das Geschlecht. Eine Einteilung bezüglich des Alters ist lediglich im Unterschied zwischen Kind und einem Erwachsenen zu finden. Genauere Unterscheidungen für verschiedene Abstufungen des Erwachsenenalters, so wie es in der vorliegenden Studie untersucht werden soll, wurden bis dato kaum evaluiert. Geschlechtsspezifische Empfehlungen lassen sich zwar schwer auf die Stichprobeneinteilung dieser Arbeit übertragen, dennoch werden diese Richtlinien für eine Beurteilung des allgemeinen Hydrationsstatus der Probanden dieser Studie als Basis genommen.

Aus den Empfehlungen der EFSA wird eine ausreichende Versorgung mit Wasser für Männer mit 2,5L und für Frauen mit 2,0L erreicht. Diese Angaben gleichen auf der einen Seite denen der DGE, die neben der durchschnittlichen Trinkmenge eines männlichen Erwachsenen von 2,5L und weiblichen Erwachsenen von 2,0L auch noch eine detailliertere Empfehlung von 35ml pro kg Körpergewicht angibt,

unterscheiden sich aber auf der anderen Seite den Werten der WHO, die von 2,9L für Männer und 2,2L für Frauen spricht. Das IOM sieht eine optimale Wasserzufuhr sogar erst bei 3,7L für Männer und 2,7L für Frauen erreicht.

Zum Zwecke der Beurteilung des Hydrationsstatus einer Person, werden in der Literatur häufig Richtwerte aus einer Studie von Kavouras verwendet und zu Grunde gelegt (vgl. Tab. 1), Einen genauen Punkt zu definieren, ob über Urinfarbe, Urindichte oder prozentuale Körpergewichtsveränderung, gestaltet sich dennoch als schwierig, sodass überwiegend von verschiedenen Stadien der Hydratation bzw. Dehydratation gesprochen wird. Für eine Einordnung über die Urindichte wird dennoch oftmals der Begriff des „Cut-Off“ verwendet, der eine Grenze bei 1,020 g/ml als signifikante Dehydratation markiert (vgl. Kavouras, 2002; Sawka et al., 2007; Armstrong et al., 1994; Popowski et al., 2001).

Tabelle 1.: Indizien des Flüssigkeitsstatus; Kavouras, (2002)

Table 1. Indices of hydration status			
Hydration status	% Body weight change*	Urine colour	USG
Well hydrated	+1 to -1	1 or 2	< 1.010
Minimal dehydration	-1 to -3	3 or 4	1.010 – 1.020
Significant dehydration	-4 to -5	5 or 6	1.020 – 1.030
Serious dehydration	< -5	> 6	> 1.030

*% Body weight change = [(baseline body weight – assessment body weight)/baseline weight] × 100. Data from Casa *et al.* [60]. USG, urine specific gravity.

Bezüglich der Urinosmolalität finden sich nur schwer Richtlinien zur Einordnung des Flüssigkeitsstatus. Zwar haben Manz & Wentz (2003) in einer Studie zu diesem Thema den Durchschnittswert der deutschen Bevölkerung mit 860 mOsm/kg ermittelt, jedoch wurde später festgestellt, dass sich geschlechtsspezifische Unterschiede hormoneller Natur auf die Werte der Osmolalität auswirken, sodass für Männer und

Frauen unterschiedliche Referenzwerte anzusehen sind. Im Mittel wird jedoch ein ausreichende Hydration bei Werten von 549 – 766 mOsm/kg angenommen (vgl. Armstrong et al., 2012). Die DGE (2008) hat zudem einen Richtwert von 500 mOsm/kg für einen ausgeglichenen Flüssigkeitshaushalt formuliert.

Im Rahmen dieser Arbeit soll nun ein Status Quo anhand eines ausgewählten Teils der Bevölkerung in Bezug auf Trinkmengen und den Hydrationsstatus erhoben und ebenso untersucht werden, ob der Hydrationsstatus und das Alter eines Menschen miteinander in Verbindung gebracht werden können. Anhand dieser Zielsetzung sollen die erfassten Daten in deskriptiver und statistischer Form analysiert werden.

3. Methodik

Im Folgenden wird ein Überblick über die Stichprobengruppe, den Aufbau der Studie, deren Durchführung sowie die Datenerfassung und die Analyse selbiger gegeben.

3.1. Stichprobe

Im Zuge des „Research Hydration Project“, das seitens des EHI neben Deutschland auch noch in Griechenland, Spanien und England angelegt war, wurde eine Probandenzahl von 100 festgelegt, die gleichmäßig zwischen den Geschlechtern und in verschiedenen Altersklassen aufgeteilt wurde. Für die Ergebnisse aus Deutschland wurden an der Sporthochschule in Köln insgesamt 68 Probanden getestet. Die Verteilung der Altersklassen und der Geschlechter ist in Abb. 1 veranschaulicht, die unterschiedlichen deskriptiven Daten der Altersklassen sind in Tabelle 1 abgebildet.

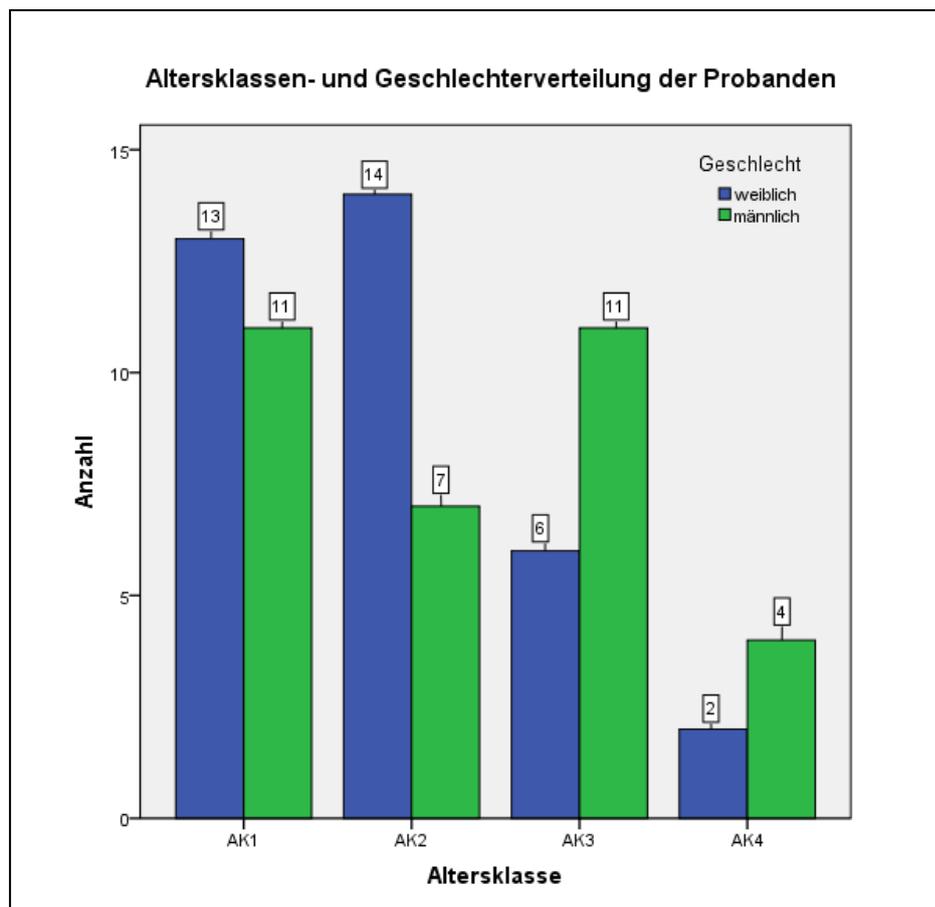


Abbildung 2.: Altersklassen- und Geschlechterverteilung

(AK1: 20-29 Jahre; AK2: 30-39 Jahre; AK3: 40-49 Jahre; AK4: 50-59 Jahre)

Tabelle 2.: Deskriptive Stichprobenbeschreibung

	Geschlecht	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
Gesamt (n=68)	Frauen (n=35)	33,23 ± 9,5	170 ± 5,2	66,37 ± 9,1
	Männer (n=33)	37,03 ± 10,5	184 ± 6,0	88,78 ± 18,8
AK1 (n=24)	Frauen (n=13)	23,92 ± 2,3	172 ± 4,8	65,93 ± 6,9
	Männer (n=11)	25,55 ± 2,4	184 ± 4,4	80,94 ± 10,0
AK2 (n=21)	Frauen (n=14)	33,78 ± 2,9	170 ± 5,8	66,86 ± 11,9
	Männer (n=7)	34,00 ± 3,7	180 ± 3,7	81,37 ± 9,7
AK3 (n=17)	Frauen (n=6)	44,83 ± 2,6	169 ± 2,6	65,77 ± 8,0
	Männer (n=11)	44,09 ± 2,9	184 ± 6,9	95,19 ± 23,0
AK4 (n=6)	Frauen (n=2)	55,00 ± 1,4	165 ± 4,2	67,65 ± 3,6
	Männer (n=4)	54,50 ± 2,4	189 ± 2,4	104,67 ± 22,1

Die Rekrutierung der Probanden erfolgte durch Aushänge in diversen sportlichen Stätten der Stadt Köln, sowie nach direkter Nachfrage in unterschiedlichen Großunternehmen. Dabei ergaben sich jedoch vor allem für die Altersklassen A3 und A4 Schwierigkeiten, die geforderten Probandenzahlen im vorgeschriebenen Zeitraum aufzubringen.

Für weitergehende Ergebnisse, ist die Studie neben den Sommermonaten Juni bis September, ebenso in den Wintermonaten Dezember bis Februar durchgeführt worden, um Rückschlüsse über die Hydrationslage in den verschiedenen Jahreszeiten schließen zu können, was allerdings nicht Inhalt dieser Bachelorarbeit ist.

3.2. Durchführung

Nach erfolgreicher Rekrutierung eines Probanden wurde dieser zu einem eingehenden Informationsgespräch geladen und über die Freiwilligkeit der Studienteilnahme, sowie die Möglichkeit des Studienabbruchs hingewiesen und bekam eine Einverständniserklärung (vgl. Anhang A.) ausgehändigt. Das Vorgespräch diente ebenso zur

besseren Aufklärung über den Verlauf und den Sinn und Zweck der Studie. Ebenso wurde während des Gesprächs mittels eines Anamnesebogens festgestellt, ob sich der Proband in einer guten gesundheitlichen Verfassung befand und der Studie teilnehmen durfte, oder ob ein Ausschlusskriterium dies untersagte. Einschränkungen waren hier zum Beispiel Herz-, Nieren-, Lungen- oder Lebererkrankungen, Diabetes, Drogenkonsum, Schwangerschaft und auch Leistungssport. Da auch Schwankungen des Hormonhaushalts den Flüssigkeitshaushalt und somit die Ergebnisse beeinflussen können, wurden den weiblichen Probanden eine Woche außerhalb der Menstruation empfohlen. Auch Probanden mit Erkältung, Fieber oder Durchfall wurde eine Ersatzwoche angeboten, da ein mit diesen Krankheiten einhergehender Verlust des Körpergewichtes meist nur über ein Flüssigkeitsdefizit zu erklären ist, welches auch die Testergebnisse beeinflussen würde. Somit wurde auch eine Gewichtsklausel bestimmt, die Probanden die mehr als 2% ihres eigenen Körpergewichtes innerhalb der Studienwoche zu- oder abnahmen, von der Studie ausschlossen.

Um auf den Hydrationsstatus der Probanden schließen zu können, wurde eine Vielzahl von Daten erfasst, die diesen beeinflussen können. Neben einem Ernährungstagebuch (vgl. Anhang B.) während einer normalen Alltagswoche, sollte auch Protokoll über die Umgebungstemperatur in geschlossenen Räumen sowie der Außentemperatur geführt werden. Auch die eigens empfundene verrichtete Arbeit wurde in ein 24h-Aktivitätsprotokoll eingetragen. Der Zeitpunkt des Aufstehens sowie des zu Bett Gehens wurde ebenfalls festgehalten. (vgl. Anhang C.)

Um Aussagen über die alltägliche Urinabgabemenge treffen zu können, sollten die Probanden bei jedem Toilettengang mittels einem Messbecher ihren abgegebenen Urin auffangen, wiegen und in Form einer 15ml Probe abfüllen und das Gewicht in einem Urinabgabeprotokoll (vgl. Anhang D.) schriftlich festhalten. Im Anschluss an das Eingangsgespräch, wurde den Probanden ein

Studien-Rucksack (vgl. Anhang E.) ausgeteilt, der alle erforderlichen Utensilien und Datenblätter zur Durchführung der Studie enthielt, inklusive einer Küchenwaage, eines Messbechers und vorgefertigten Tagestüten mit jeweils 7 leeren Probenbehältern, für jeden Wochentag des Durchführungszeitraumes.

Der Aufbau dieser Woche war bei allen Probanden gleich und lässt sich in 3 Teile gliedern: der Eingangsuntersuchung am ersten Tag, der eigenständigen Durchführungswoche und der Ausgangsuntersuchung am letzten Tag.

Während dem Vorgespräch wurden die Probanden nochmals darauf aufmerksam gemacht, ihr normales Trink- und Essverhalten beizubehalten und sich nicht anders als gewöhnlich zu verhalten. Zusätzlich bekamen sie alle notwendigen Informationen des Ablaufs zusammengefasst auf einem Handout (vgl. Anhang F.) ausgehändigt, auf dem auch nochmal ein Kontakt für Rückfragen angegeben war.

Eingangsuntersuchung (Tag 1)	Durchführungswoche (Tag 1-7)	Ausgangsuntersuchung (Tag 8)
<ul style="list-style-type: none"> •Blutabnahme •Gewichtserfassung •Eingangsfragebogen •Wissensquiz "Trinken" 	<ul style="list-style-type: none"> •Ernährungsdokumentation •Aktivitätenprotokoll •Urinprobennahme •Urinabgabeprotokoll •Temperaturerfassung 	<ul style="list-style-type: none"> •Blutabnahme •Gewichtserfassung •Abschlussfragebogen •Urinprobenübergabe •Interview

Abbildung 2.: Ablauf der Studienwoche

3.2.1. Beginn der Studienwoche (Tag 1)

Am Morgen des ersten Durchführungstages der Woche sollten die Probanden ins Institutsgebäude II der Deutschen Sporthochschule in Köln kommen. Um ernährungsbedingte Veränderungen der Blutwerte zu vermeiden, wurden sie angewiesen nüchtern zur Blutabnahme zu erscheinen. Da die Blutabnahme in körperlicher Ruhe erfolgen muss,

sollten die Probanden insgesamt mindestens 15 Minuten vorher im Warteraum Platz nehmen. In dieser Zeit, wurde den Probanden vor der Blutabnahme an Tag 1 nochmal der Ablauf der Untersuchung erläutert und ein Eingangsfragebogen (vgl. Anhang G.) ausgeteilt. Hierbei wurden unter anderem Aspekte des persönlichen Trinkverhaltens abgefragt, sowie auch Wissensfragen zum Thema „Flüssigkeitshaushalt“ gestellt. Im Anschluss an die Beantwortung des Fragebogens wurde das Gewicht des Probanden in Unterbekleidung erfasst und auch die Körpergröße der Probanden gemessen. Nach erfolgreicher Blutentnahme wurden letzte Fragen der Probanden geklärt und nochmals Hinweise für die selbstständige Durchführung der Studienwoche gegeben, um die Fehlerquote so gering wie möglich zu halten. Wichtige Hinweise für die Probanden waren, dass sie bei der Protokollierung der Urinmenge das Gewicht des Messbechers nach dem Wiegen jeder Urinprobe nicht vom Gesamtgewicht abziehen sollten. Ebenso sollten die Probanden die Mengen der Lebensmittel so genau wie möglich angeben, damit die Auswertung hinterher so präzise wie möglich erfolgen konnte.

3.2.2. Eigenständige Durchführung der Studienwoche

Sobald die eingehende Blutabnahme des ersten Tages erfolgt ist, gingen die Probanden unmittelbar wieder ihrem Alltag nach, jedoch begann nun die eigenständige Protokollierung und es wurde fortan bei jedem Toilettengang eine Urinprobe genommen und gewogen. In einem Urinprobenprotokoll wurde Uhrzeit und Gewicht der einzelnen Proben notiert, sowie die Nummer des Probenröhrchens festgehalten. Zudem wurde jede Mahlzeit und auch jede Zwischenmahlzeit uhrzeitlich festgehalten und in das Ernährungsprotokoll eingetragen. Die Probanden bewerteten ihre körperliche Aktivität über den Tag und füllten anhand der Anstrengung ihres Alltags ein Aktivitätenprotokoll aus. Auch die Lufttemperaturen von jedem Tag sowie die Raumtemperaturen, in denen sich die Probanden aufhielten, sollten ebenfalls notiert werden.

3.2.3. Abschluss der Studienwoche (Tag 8)

Der Ablauf der Untersuchung an Tag 8 war nahezu identisch zur Eingangsuntersuchung, jedoch wurde ein anderer Ausgangsfragebogen (vgl. Anhang H.) als an Tag 1 ausgegeben, der sich mit der durchschnittlichen körperlichen Aktivität innerhalb der Studienwoche beschäftigte. Zusätzlich wurde zum Abschluss der Durchführungswoche der Eindruck der Probanden in einem Interview (vgl. Anhang I.) erfasst, wie sehr sie sich während dieser Woche bezüglich ihrem Ernährungs- und Trinkverhalten von ihrem Umfeld beeinflusst haben lassen. Nach der Entgegennahme der gesammelten Urinproben der Probanden, wurde sie nach möglichen Fehlern in der Protokollierung oder dem Vergessen von Urinproben während ihrer Durchführungswoche gefragt und die Protokolle auf ihre Vollständigkeit überprüft. Danach wurde wieder das Gewicht der Probanden in Unterbekleidung erfasst und die abschließende Blutentnahme konnte erfolgen. Nach ein paar Wochen der Analyse und Zusammenstellung der Ergebnisse, bekamen die Probanden einen persönlichen Auswertungsbogen (vgl. Anhang J.) per Post zugesandt, der alle Ergebnisse der Ernährungs- und Flüssigkeitsauswertung beinhaltet.

3.3. Datenerfassung

Die Erhebung der Daten erfolgte in einem Labor des Instituts für Trainingswissenschaft im Institutsgebäude II der Deutschen Sporthochschule Köln. Alle zu analysierenden Urinproben wurden während dem gesamten Zeitraum der Studie gekühlt gelagert. Mithilfe eines „Freezing Point Osmometers“ (Gonotec Osmomat 3000) wurde der Urin auf seine Osmolalität getestet, also auf die Anzahl der osmotisch aktiven Teilchen in der Probe. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die erste Urinprobe eines jeden Tages (Morgenerin) sowie auf das Profil des Urins jedes kompletten Tages (24h-Urin) innerhalb der Testwoche gelegt. Dieser 24h-Urin ergab sich aus der Uringesamtmenge eines Tages und wurde prozentual anhand der

Einzelmenngen aller Urinproben dieses Tages mithilfe einer Excel-Tabelle berechnet und erstellt. Die Urindichte der Proben wurde mit einem digitalen Refraktometer (Index Instruments Limited) erfasst. Ebenso wie bei der Osmolalität, wurde auch hier der Morgenurin gesondert vom 24h-Urin gemessen. Die Urinfarbe wurde im Labor mittels der Farbskala von Armstrong (vgl. Anhang K.) bestimmt.

Am ersten und am letzten Tag der Testwoche wurden Blutproben der Probanden genommen, die man auf die Konzentration von Kalium und Natrium, den Blutzuckerwert, Hämatokrit, Hämoglobin und Osmolalität im Serum getestet hat. Die Untersuchung der Blutproben, sowie die Bestimmung des Natrium- und Kaliumgehalts und den Kreatininwert der Urinproben wurden in einem externen Labor (Medizinisches Versorgungszentrum (MVZ), Labor Dr. Quade & Kollegen GmbH) in Köln erfasst.

Für die Auswertung der Ernährungsprotokolle der Studienteilnehmer, wurde die Ernährungssoftware Ebispro (2011) benutzt. Dieser Software liegt eine Lebensmitteldatenbank zu Grunde und gab Aufschluss über die Zusammensetzung der verzehrten Nahrungsmittel, sodass bei der Auswertung der Ernährungsprotokolle nicht nur die durchschnittliche Menge an Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate ermittelt werden konnte, sondern auch wie viel Flüssigkeit die Probanden über Getränke und auch über die Nahrung aufgenommen haben.

3.4. Datenanalyse

Anschließend an die Erfassung wurden die Daten jedes Probanden aufbereitet und in einer Excel-Datei zusammengefasst.

Zur Analyse der erhobenen Daten wurden die Programme Excel (Microsoft Office, Version 2010) und SPSS (IBM SPSS Statistics 21) herangezogen.

Die Statistische Auswertung begann mit der Prüfung auf Normalverteilung der unabhängigen Stichproben mittels Kolmogoroff-Smirnoff-Test. Da AK4 einen Stichprobenumfang aufweist, der kleiner

ist als 10 (n=6), mussten für diese Altersklasse andere Verfahren zur Überprüfung ausgewählt werden.

Da es sich desweiteren bei den verschiedenen Altersklassen um mehr als 2 (n=4) unabhängige Stichproben handelt, wurde mittels Varianzanalyse (ANOVA) auf Signifikanz zwischen den Gruppen getestet,

Korrelationen zwischen den Urinparametern und dem Alter der Probanden wurden mittels Pearson'schem Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient getestet.

Korrelationen unterhalb der verschiedenen Urinparameter sind nicht Teil der Arbeit und wurden nicht erfasst.

Die Standardabweichungen der Ergebnisse werden in den Diagrammen mittels Standardfehlerbalken dargestellt. Signifikante Unterschiede werden mit einem „*“ und hoch signifikante Unterschiede mit einem „**“ markiert.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie werden im Folgenden nach den verschiedenen Parametern, die innerhalb der Datenanalyse erfasst wurden erläutert und nach den Altersklassen differenziert dargestellt.

4.1. Flüssigkeitszufuhr

Die durchschnittliche tägliche Wasseraufnahme über Getränke der verschiedenen Altersklassen wird in Abbildung 3 veranschaulicht.

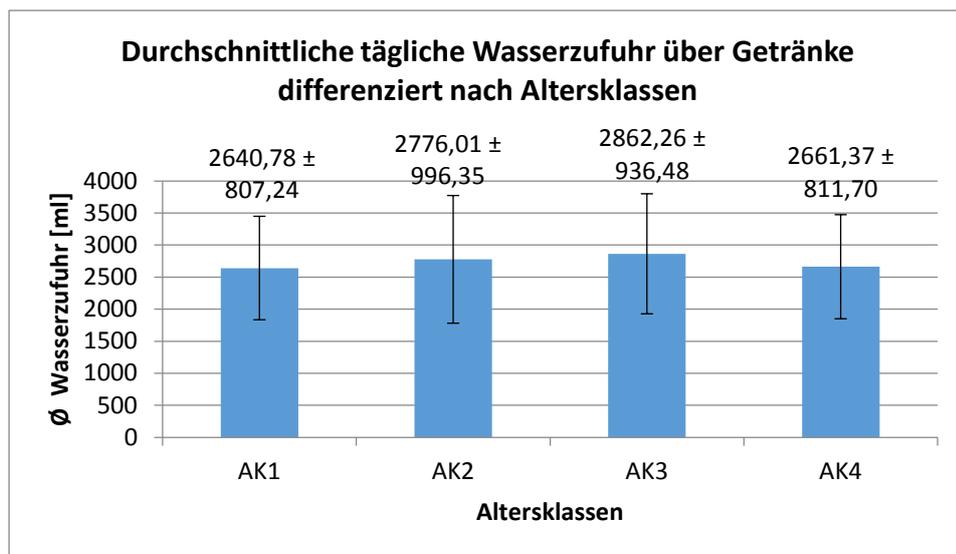


Abbildung 3: Wasseraufnahme über Getränke

In der AK1 nahmen die Probanden im Mittel $2640,78 \pm 807,24$ ml Flüssigkeit über Getränke zu sich, während die Probanden der AK2 auf $2776,01 \pm 996,35$ ml Flüssigkeit pro Tag kommen. In der AK3 wird der höchste Wert von $2862,26 \pm 936,48$ ml erreicht und die Probanden von AK4 liegen bei $2661,37 \pm 811,70$ ml Flüssigkeit pro Tag. In Tabelle 3 werden die Durchschnittswerte der Gesamtflüssigkeitszufuhr und die Wasserzufuhr über Getränke sowie über Lebensmittel für die unterschiedlichen Gruppen differenziert abgebildet. Ebenso wird der jeweils geringste und höchste Wert der Altersgruppen angegeben, da die Werte der Flüssigkeitszufuhr sehr große Unterschiede auch innerhalb der Gruppen aufweisen. Ein Zusammenhang zwischen der Menge der Wasserzufuhr über Getränke und dem Alter der Probanden lässt sich anhand der Daten nicht erkennen. Die durchschnittliche tägliche Wasseraufnahme über Getränke zeigt zwar einen Unterschied

zwischen den Altersklassen, der jedoch aufgrund der großen Standardabweichung nicht signifikant ist. Der geringste Wert betrug 964ml (AK2) und der höchste Wert lag bei 5086ml (ebenfalls AK2).

Tabelle 3.: Flüssigkeitszufuhr

		AK1	AK2	AK3	AK4
Gesamtwasser- zufuhr	∅	3607 ml ±	3560 ml ±	3695 ml ±	3638 ml ±
	tägliche Aufnahme	1002,3	940,1	936,5	810,6
	Geringster Wert	1785 ml	1974 ml	2018 ml	2705 ml
	Höchster Wert	6139 ml	5897 ml	5766 ml	4699 ml
Zufuhr über Getränke	∅	2641 ml ±	2776 ml ±	2862 ml ±	2661 ml ±
	tägliche Aufnahme	807,2	996,4	936,5	811,7
	Geringster Wert	1113 ml	964 ml	1520 ml	1932 ml
	Höchster Wert	4694 ml	5086 ml	4567 ml	3872 ml
Zufuhr über Lebensmittel	∅	967 ml ±	824 ml ±	833 ml ±	977 ml ±
	tägliche Aufnahme	270,1	277,4	330,3	359,4
	Geringster Wert	442 ml	211 ml	278 ml	722 ml
	Höchster Wert	1601 ml	1605 ml	1700 ml	1684 ml

4.2. Urinvolumen

In Abbildung 4 wird das durchschnittliche 24h-Urinvolumen der verschiedenen Altersklassen innerhalb der Studienwoche dargestellt.

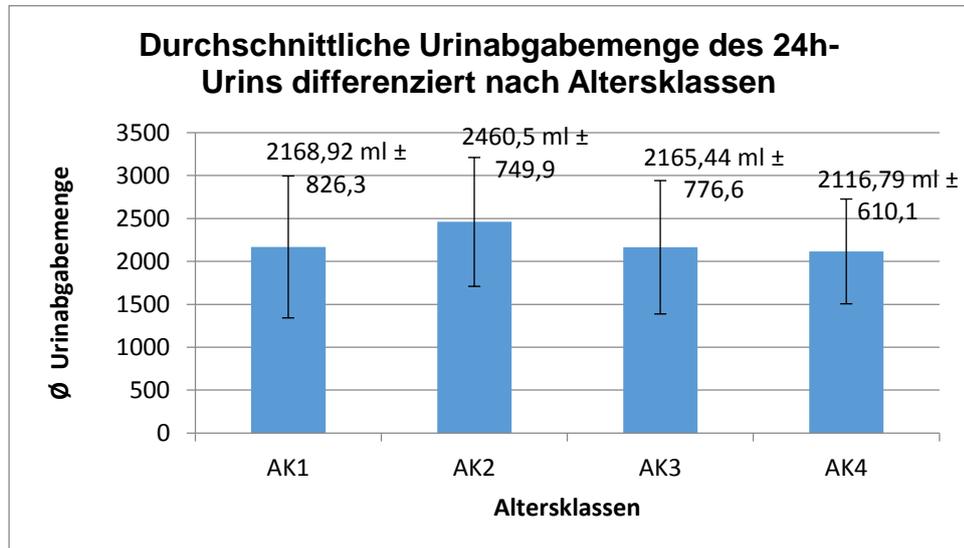


Abbildung 4.: 24h-Urinabgabemenge

In der AK1 betrug das durchschnittliche Urinvolumen $2168,92 \pm 826,3$ ml. Das Urinvolumen von AK2 lag bei $2460,5 \pm 749,9$ ml, von AK3 bei $2165,44 \pm 776,6$ ml und von AK4 bei $2116,79 \pm 610,1$ ml. Wie auch bei der Flüssigkeitszufuhr weisen die Werte des Urinvolumens innerhalb der einzelnen Altersgruppen große Unterschiede auf. Zwischen den Altersklassen sind allerdings keine Signifikanzen zu erkennen, sodass die Daten auch keine Schlussfolgerung auf einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Urinvolumen zulassen. Auch das liegt zum Teil an der großen Range der Ergebnisse der unterschiedlichen Probanden. Der geringste Wert beträgt 730ml und der höchste Wert beträgt 4392ml. Ebenso verhält es sich in den verschiedenen Altersgruppen mit dem Volumen des ersten Urins des Tages, dem Morgenurin (MU).

In Abbildung 5 werden die durchschnittlichen Urinabgabemengen des MU der verschiedenen Altersklassen abgebildet. Die Urinabgabemenge des Morgenurins betrug im Mittel $509,88 \pm 154,81$ ml (AK1), $412,64 \pm 136,71$ ml (AK2), $506,58 \pm 143,82$ ml (AK3) bzw. $579,94 \pm 197,74$ ml (AK4). Dabei reichen die Werte von 130ml (gemessen in AK2) bis hin

zu 822ml (gemessen in AK4), dass die große Standardabweichung, die in den Diagrammen zu erkennen ist, nochmal verdeutlicht.

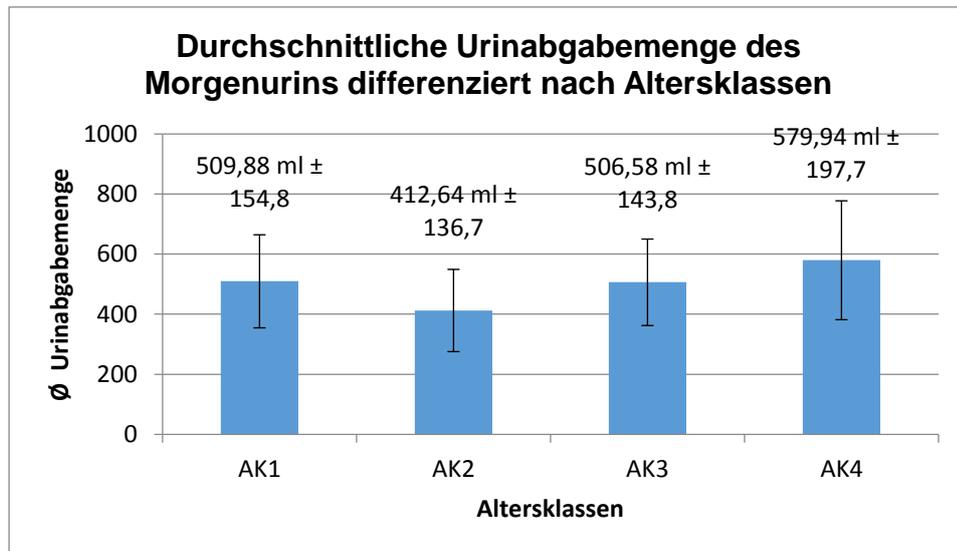


Abbildung 5.: MU-Abgabemenge

In Tabelle 3 sind zur Übersicht nochmal alle durchschnittlichen Urinabgabemengen des 24h-Urins und des MU, sowie die geringsten und höchsten Werte der verschiedenen Altersklassen abgebildet.

Tabelle 4: Abgegebenes Urinvolumen

	AK1	AK2	AK3	AK4	
24h-Urin	Ø Volumen	2169 ml ± 826,3	2461 ml ± 749,9	2165 ml ± 776,6	2117 ml ± 610,1
	Geringster Wert	730 ml	795 ml	995 ml	1526 ml
	Höchster Wert	4392 ml	4114 ml	3996 ml	3018 ml
Morgenurin	Ø Volumen	510 ml ± 154,8	413 ml ± 136,7	507 ml ± 143,8	580 ml ± 197,7
	Geringster Wert	299 ml	130 ml	258 ml	385 ml
	Höchster Wert	774 ml	607 ml	724 ml	822 ml

4.3. Urindichte

Tabelle 4 zeigt die Urindichtewerte des 24h-Urins und des MU im Mittel, sowie die geringsten und höchsten gemessenen Werte der verschiedenen Altersklassen.

Tabelle 5: Urindichte

		AK1	AK2	AK3	AK4
24h-Urin	Ø Urindichte	1,015 g/ml ± 0,0055	1,012 g/ml ± 0,0054	1,014 g/ml ± 0,0049	1,014 g/ml ± 0,0047
	Geringster Wert	1,006 g/ml	1,006 g/ml	1,009 g/ml	1,009 g/ml
	Höchster Wert	1,023 g/ml	1,029 g/ml	1,025 g/ml	1,021 g/ml
Morgenerin	Ø Urindichte	1,019 g/ml ± 0,0061	1,018 g/ml ± 0,0063	1,019 g/ml ± 0,0058	1,018 g/ml ± 0,0083
	Geringster Wert	1,013 g/ml	1,009 g/ml	1,010 g/ml	1,008 g/ml
	Höchster Wert	1,030 g/ml	1,035 g/ml	1,028 g/ml	1,029 g/ml

Die durchschnittliche Urindichte des 24h-Urins betrug $1,015 \pm 0,0055$ g/ml (AK1), $1,012 \pm 0,0054$ g/ml (AK2), $1,014 \pm 0,0049$ g/ml (AK3) bzw. $1,014 \pm 0,0047$ g/ml (AK4). Der geringste Wert wurde hierbei in AK1 gemessen (1,006 g/ml), den höchsten Wert wies ein Proband in AK2 auf (1,029g/ml). Die Standardabweichung bei den Urindichtewerten ist im Gegensatz zur Standardabweichung der Flüssigkeitszufuhr und des Urinvolumen sehr gering, die Range innerhalb der einzelnen Altersklassen betrug nur $\pm 0,017$ g/ml (AK1), $\pm 0,023$ g/ml (AK2), $\pm 0,016$ g/ml (AK3) bzw. $0,012$ g/ml (AK4). Dennoch ergab sich nach statistischer Überprüfung auch bei den Werten der Urindichte zwischen den Altersklassen kein signifikanter Unterschied, da die Mittelwerte aller Altersklassen sehr ähnlich sind. Ein Zusammenhang zwischen der Urindichte und dem Alter der Probanden ist nicht zu erkennen.

Ebenso verhielt es sich auch bei der Analyse des MU. Hier betrug die Werte im Mittel $1,019 \pm 0,0061$ g/ml (AK1), $1,018 \pm 0,0063$ g/ml (AK2), $1,019 \pm 0,0058$ g/ml (AK3) bzw. $1,018 \pm 0,0083$ g/ml (AK4). Die Werte

reichten von 1,008g/ml (gemessen in AK4) bis hin zu 1,035 g/ml (gemessen in AK2),

Die Histogramme zeigen die Häufigkeiten und Verteilung der 24H-Urindichten (vgl. Abb. 6), sowie der MU-Dichten (vgl. Abb. 7) der verschiedenen Altersklassen.

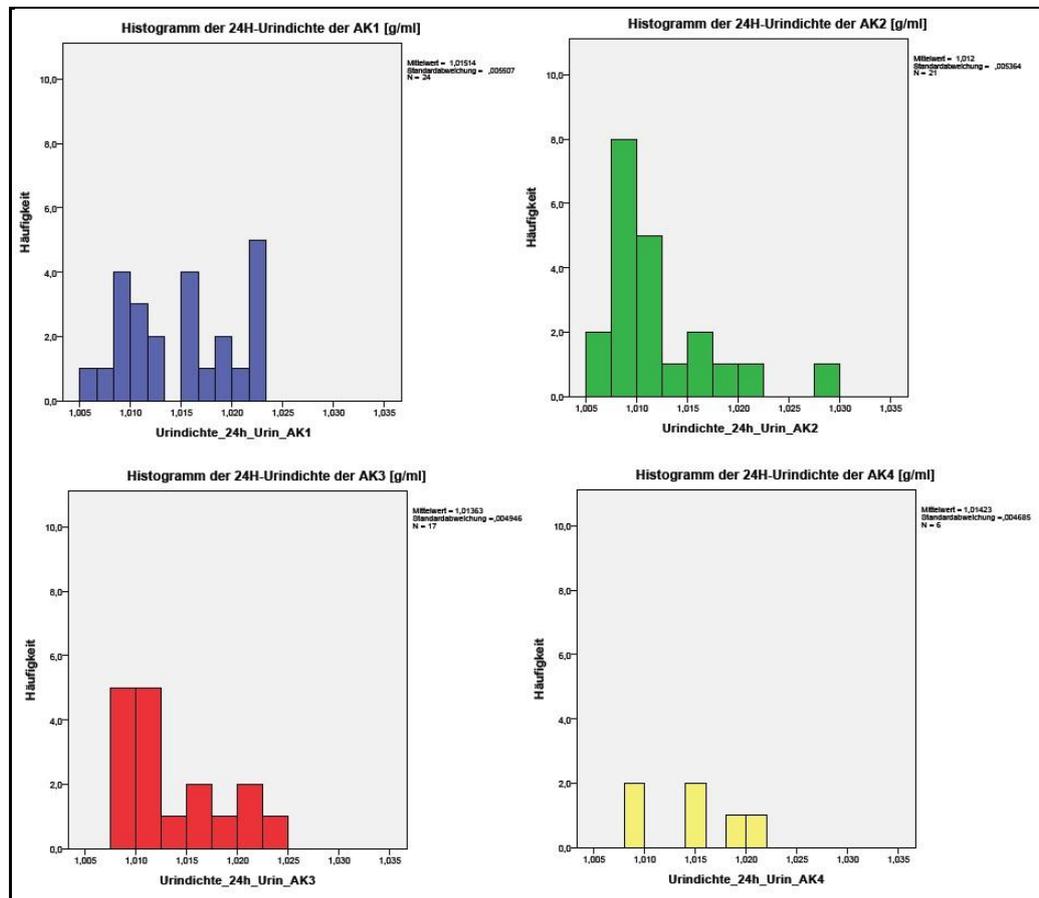


Abbildung 6.: Histogramme der 24h-Urindichten

Bezüglich der 24h-Urindichte treten in allen 4 Altersklassen häufiger Werte auf, die unterhalb der Grenze von 1,020 g/ml liegen: 75% (AK1), 90% (AK2), 82% (AK3) bzw. 83% (AK4).

Bei den Verteilungen der MU-Dichte ist die gleiche Tendenz, also eine Häufung der Werte unter 1,020 g/ml in allen 4 Altersklassen zu erkennen, jedoch sind die Prozentangaben hierbei deutlich geringer: 54% (AK1), 67% (AK2), 59% (AK3) bzw. 50% (AK4).

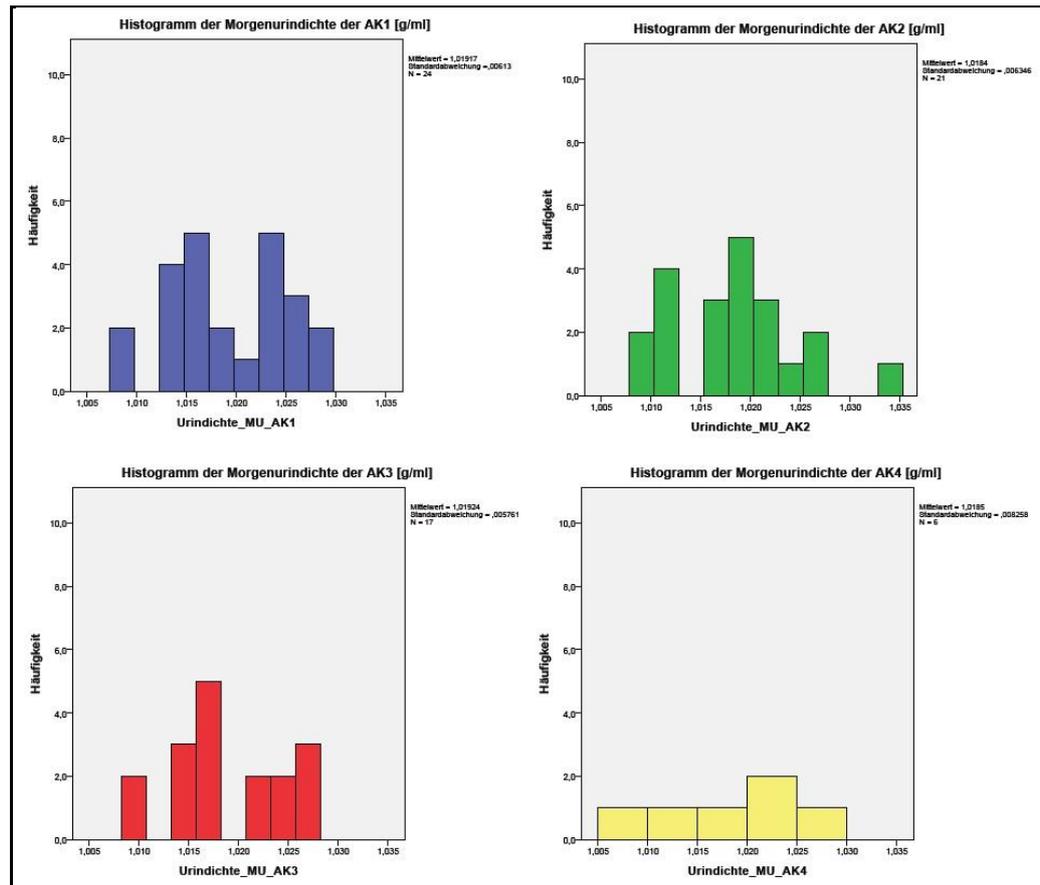


Abbildung 7.: Histogramme der MU-Dichten

4.4. Urinfarbe

Die durchschnittliche Urinfarbe des 24h-Urins der verschiedenen Altersklassen wird in Abbildung 8 dargestellt. Die Urinfarbe wurde anhand der Vorlage von Armstrong eingeteilt (vgl. Anhang K), die Skala der Urinfarbe ist dabei einheitslos.

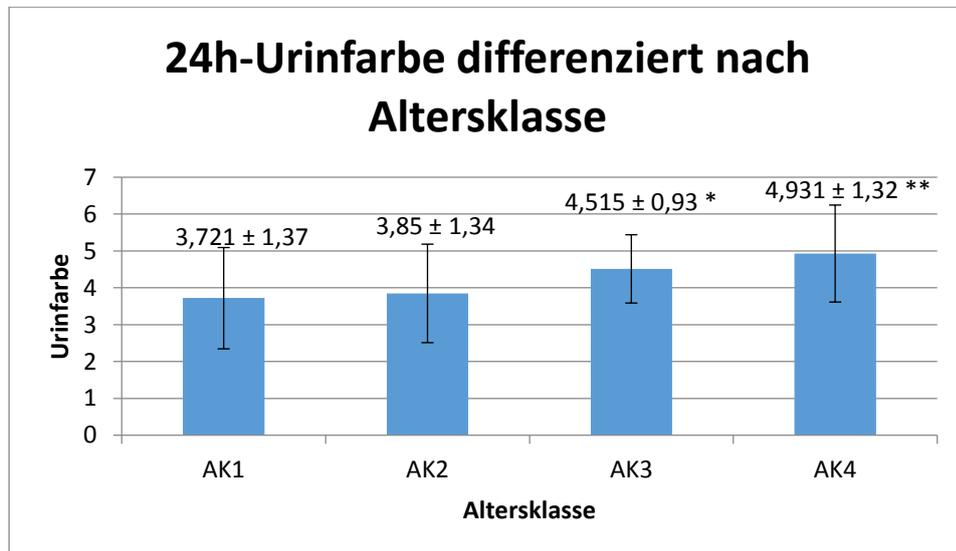


Abbildung 8.: 24h-Urinfarbe

Im Mittel betrug die 24h-Urinfarbe der Probanden $3,721 \pm 1,37$ (AK1), $3,85 \pm 1,34$ (AK2), $4,515 \pm 0,93$ (AK3) bzw. $4,93 \pm 1,32$ (AK4). Die Werte reichten hier von 1 (gemessen in AK1) bis hin zu 8 (gemessen in AK2).

Bei der Urinfarbe des 24h-Urins besteht zwischen AK3 in Bezug auf AK1 und AK2 ein signifikanter Unterschied ($p=.004$, $p=.005$). Der Unterschied zwischen AK4 und dem Rest der Probanden ist sogar hoch signifikant ($p \leq .001$).

Zwischen dem Alter und der Urinfarbe des 24h-Urins konnte eine positive Korrelation festgestellt werden ($r=0.76$), sodass man behaupten kann, dass mit steigendem Alter auch der Wert der 24h-Urinfarbe linear ansteigt bzw. linear dunkler wird.

In Abbildung 9 sind die Werte der MU-Farbe der verschiedenen Altersklassen im Mittel zu sehen.

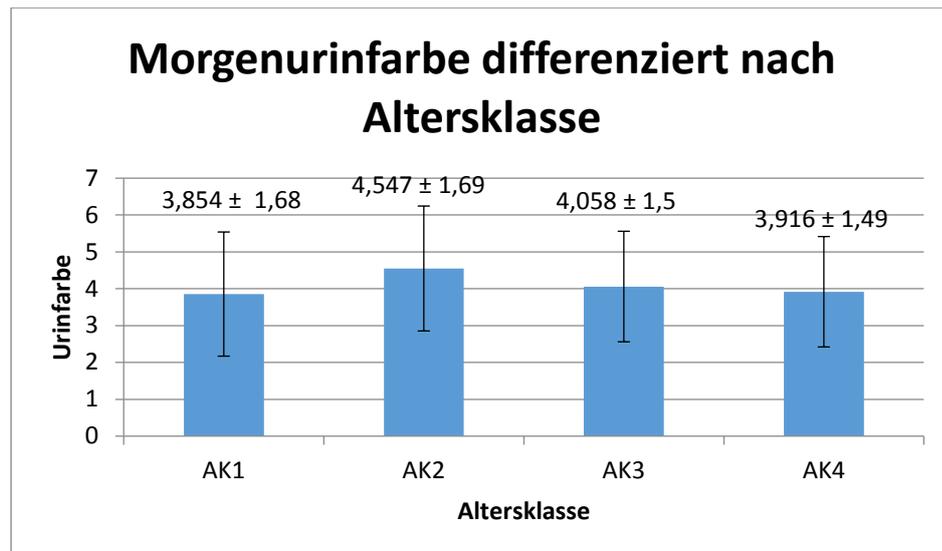


Abbildung 9.: MU-Farbe

Der durchschnittliche Wert der MU-Farbe betrug $3,854 \pm 1,68$ (AK1), $4,547 \pm 1,69$ (AK2), $4,058 \pm 1,5$ (AK3) bzw. $3,91 \pm 1,49$ (AK4). Der geringste Wert von 1 wurde in AK1 sowie auch in AK2 gemessen, während der größte Wert von 8 in AK2 auftauchte. Signifikante Unterschiede zwischen den Altersklassen konnten hierbei nicht festgestellt werden.

4.5. Urinosmolalität

In Tabelle 5 ist die Urinosmolalität des 24h-Urins und des MU, sowie die geringsten und höchsten gemessenen Werte der verschiedenen Altersklassen abgebildet.

Tabelle 6: Urinosmolalität

		AK1	AK2	AK3	AK4
24h-Urin	Ø	541	439	501	510
	Urinosmolalität	mOsm/kg ± 205,5	mOsm/kg ± 180,7	mOsm/kg ± 177,5	mOsm/kg ± 161,8
	Geringster Wert	223 mOsm/kg	235 mOsm/kg	320 mOsm/kg	330 mOsm/kg
	Höchster Wert	866 mOsm/kg	900 mOsm/kg	897 mOsm/kg	736 mOsm/kg
Morgenu rin	Ø	649	607	562	586
	Urinosmolalität	mOsm/kg ± 175,1	mOsm/kg ± 152,0	mOsm/kg ± 179,2	mOsm/kg ± 173,3
	Geringster Wert	403 mOsm/kg	388 mOsm/kg	307 mOsm/kg	380 mOsm/kg
	Höchster Wert	1024 mOsm/kg	1010 mOsm/kg	920 mOsm/kg	829 mOsm/kg

Im Mittel betragen die Werte der 24h-Urinosmolalität $541 \pm 205,5$ mOsm/kg (AK1), $439 \pm 180,7$ mOsm/kg (AK2), $501 \pm 177,5$ mOsm/kg (AK3) bzw. $510 \pm 161,8$ mOsm/kg (AK4). Der geringste Wert wurde hierbei in AK1 gemessen (223 mOsm/kg), den höchsten Wert wies ein Proband in AK2 auf (900 mOsm/kg). Signifikante Unterschiede konnten bezüglich der 24h-Urinosmolalität nicht nachgewiesen werden, ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Probanden und der Urinosmolalität herzustellen gestaltet sich somit als schwer. Ähnlich wie bei der Flüssigkeitszufuhr und dem Urinvolumen weisen die Gruppen eine sehr große Standardabweichung auf. Die Range innerhalb der unterschiedlichen Altersklassen betrug ± 643 mOsm/kg (AK1), ± 665 mOsm/kg (AK2), ± 577 mOsm/kg (AK3) bzw. 406 mOsm/kg (AK4).

Die durchschnittlichen Werte der MU-Osmolalität betragen $649 \pm 175,1$ mOsm/kg (AK1), $607 \pm 152,0$ mOsm/kg (AK2), $562 \pm 179,2$ mOsm/kg (AK3) bzw. $586 \pm 173,3$ mOsm/kg (AK4). Hier reichten die Werte von 307 mOsm/kg (gemessen in AK3) bis hin zu 1024 mOsm/kg (gemessen in AK1). Die Werte der MU-Osmolalität liegen somit im Mittel höher als die 24h-Urinosmolalitäten, aber auch bezüglich der MU-Osmolalität waren die Unterschiede der Altersklassen nicht signifikant.

Die durchschnittlichen Osmolalitäten des 24h-Urins sowie des MU der verschiedenen Altersklassen werden in Abbildung 10 bzw. Abbildung 11 nochmal genauer dargestellt.

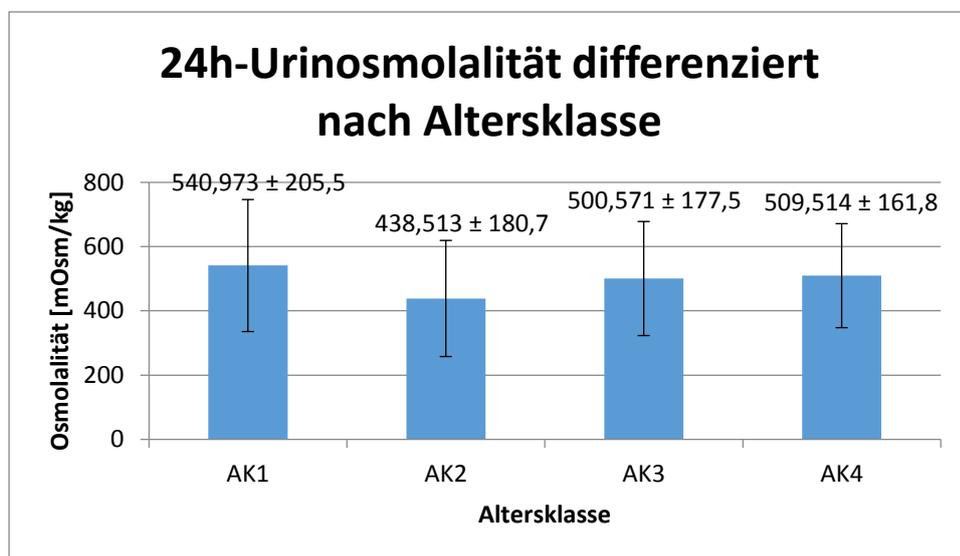


Abbildung 10.: Osmolalität des 24h-Urin

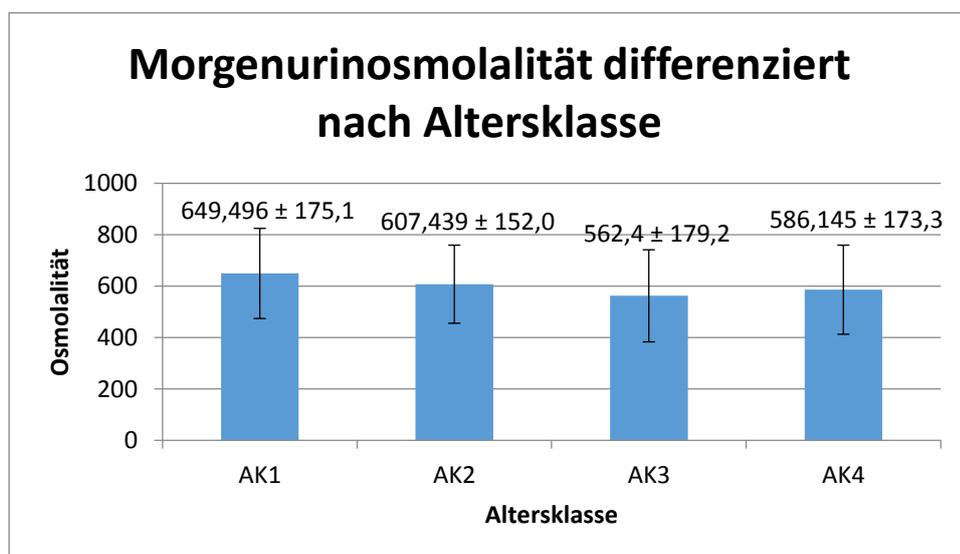


Abbildung 11.: Osmolalität des MU

Die folgenden Histogramme zeigen die Verteilung der gemessenen Werte der 24h-Urinosmolalität (vgl. Abb. 12), sowie der MU-Osmolalität (vgl. Abb. 13) der verschiedenen Altersklassen. Auffällig ist, dass bezüglich der 24h-Urinosmolalität in allen 4 Altersklassen am häufigsten Werte im Bereich von 300 - 400 mOsm/kg auftreten. Oberhalb einer Grenze von 700 mOsm/kg befinden sich zudem 29% (AK1), 14% (AK2), 18% (AK3) bzw. 17% (AK4) der Werte der jeweiligen Altersklasse.

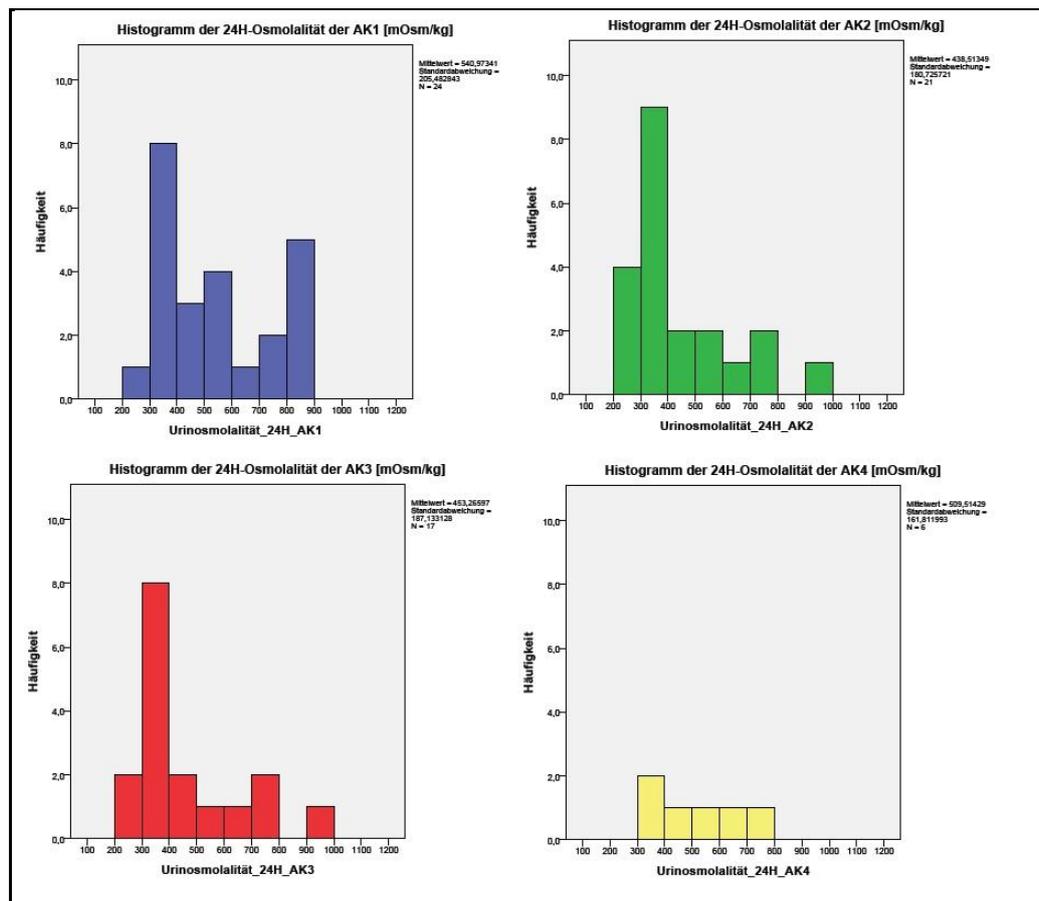


Abbildung 12.: Histogramme der 24h-Urinosmolalitäten

Bei den Verteilungen der MU-Osmolalität ist eine Tendenz hin zu höheren Werten zu erkennen. Eine Häufung findet sich im Bereich von 600 – 700 mOsm/kg (AK1), 400 – 500 mOsm/kg sowie 600 – 700 mOsm/kg (AK2 und AK3), bzw. 500 – 600 mOsm/kg (AK4). Oberhalb der Grenze von 700 mOsm/kg liegen hier jedoch in allen 4 Altersklassen eine deutlich höhere Anzahl der Werte im Vergleich zum 24h-Urin: 33% (AK1), 24% (AK2), 23% (AK3) bzw. 33% (AK4).

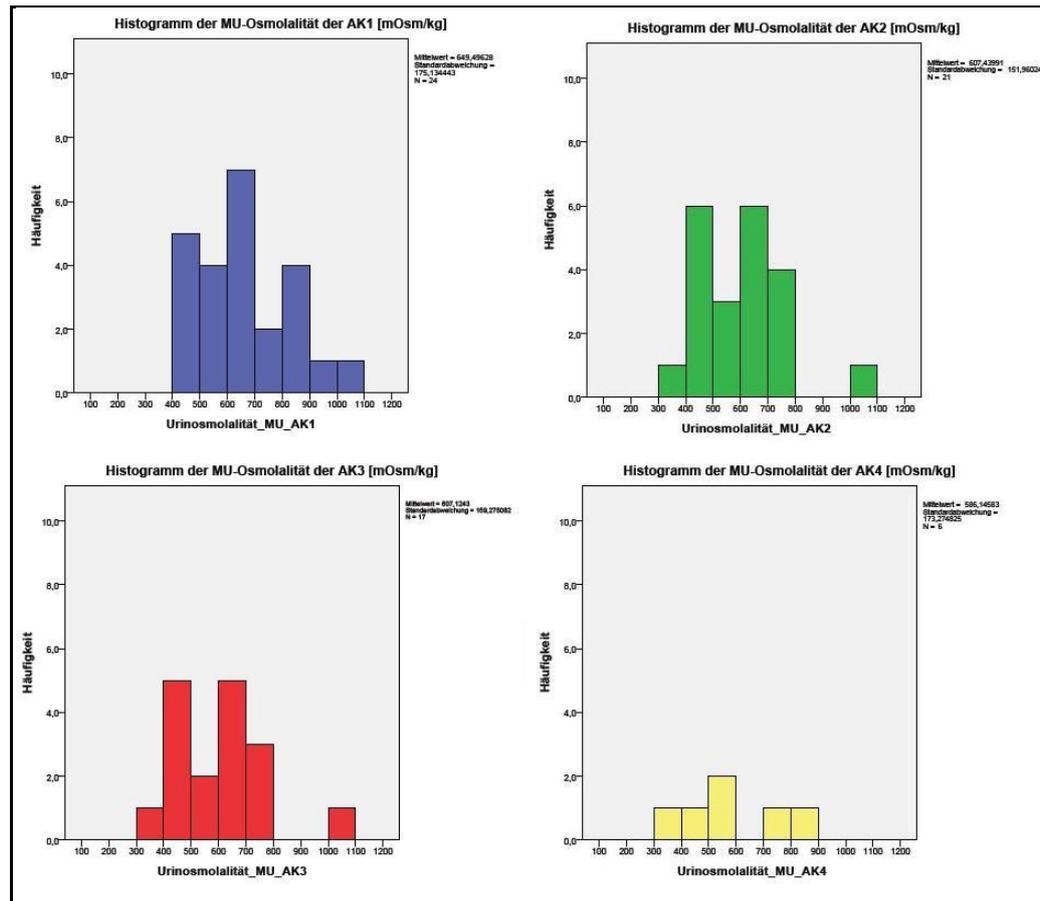


Abbildung 13.: Histogramme der MU-Osmolalitäten

5. Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie in den Kontext aktueller Literatur gesetzt und anhand der allgemeinen, ausgegebenen Richtlinien interpretiert. Dabei unterteilt sich die Diskussion in die verschiedenen Erfassungsparameter, die in der Studie erhoben wurden. Als Basis der Diskussion werden die Richtlinien der verschiedenen Gesundheitsorganisationen und auch Grenzwerte aus diversen Studien zu Grunde gelegt (vgl. Kapitel 2).

5.1. Flüssigkeitszufuhr

Die Werte der Gesamtflüssigkeitszufuhr der untersuchten Altersklassen betragen im Mittel $2640,78 \pm 807,24$ ml (AK1), $2776,01 \pm 996,35$ ml (AK2), $2862,26 \pm 936,48$ ml (AK3) bzw. $2661,37 \pm 811,70$ ml (AK4). Die Standardabweichung aller Gruppen ist allerdings sehr hoch, da sich innerhalb der Gruppen große Unterschiede bezüglich des Trinkverhaltens zeigten.

Um anhand dieser Ergebnisse der Flüssigkeitszufuhr über den Hydrationsstatus zu urteilen, wären Richtlinien geeignet, die einen Unterschied bezüglich des Alters machen. Einzig die DGE gibt gesonderte Werte für verschiedene Altersgruppen (19 – 25J: 2700 ml; 25 – 51J: 2600 ml; >51J: 2250 ml) aus. Demnach erfüllen alle in der EHI Studie untersuchten Probanden der 4 verschiedenen Altersklassen die Empfehlungen der DGE.

Die meisten Empfehlungen sowie auch die meisten Studien zur Flüssigkeitszufuhr orientieren sich allerdings am Geschlecht eines Probanden, jedoch gestaltet sich eine Übertragung von geschlechtsspezifischen Empfehlungen auf die Stichprobeneinteilung dieser Arbeit als schwierig.

Nach Sicht der EFSA, die 2,5L für Männer und 2,0L für Frauen empfiehlt, sind unabhängig des Geschlechts alle Altersgruppen als ausreichend hydriert anzusehen. Auch die Richtlinien der empfohlenen Flüssigkeitszufuhr der WHO werden von allen Altersklassen erfüllt und deuten auf einen gut hydrierten Zustand hin. Nach den Angaben des

IOM ist allerdings keine der Gruppen als ausreichend hydriert einzustufen.

5.2. Urinabgabemenge

Bei gesunden, gut hydrierten Personen beträgt das durchschnittliche Urinvolumen pro Tag zwischen 1,1L und 1,6L (vgl. Armstrong et al., 2005; Lentner, 1981; West, 1990) und wird mit ungefähr 100ml pro Stunde angegeben. Beträgt die stündliche Urinabgabe im Mittel nur noch 30ml, ist dies als vorübergehende Dehydration anzusehen (vgl. Freund et al., 1995).

Ein Urinvolumen von 1,6 Litern pro Tag wird im Mittel von allen Altersklassen erreicht, sodass anhand dieses Parameters alle Probanden als ausreichend hydriert einzustufen sind. Betrachtet man allerdings einzelne Probanden genauer, z.B. den Wert von 730ml am Tag, der in AK1 gemessen wurde, und rechnet die Urinabgabe auf die Stunde um (30,4ml/h), so ist zu sagen, dass dieser Proband den ganzen Tag in einem dehydrierten Zustand befunden hat (vgl. Freund et al., 1995).

Generell liegt die Flüssigkeitszufuhr höher, je größer das abgegebene Urinvolumen eines Probanden ist. Vergleicht man allerdings die in Abbildung 3 dargestellte Flüssigkeitsaufnahme von AK3 mit dem Urinvolumen in Abbildung 4, so ist zu erkennen, dass AK3 trotz der höchsten Wasserzufuhr ein deutlich geringeres Urinvolumen als AK2 aufweist, was so nicht zu erwarten ist. Ob dieses Ergebnis auf die Schweißverluste der Probanden, die nicht in der EHI Studie erfasst wurden, zurückzuführen ist, müsste in weiteren Untersuchungen erforscht werden.

5.3. Urindichte

Die gemessenen Urindichtewerte des MU sowie auch des 24h-Urins aller vier Altersklassen liegen in einem Bereich von 1,010 g/ml – 1,020 g/ml (vgl. Tab.5). Nach der Einteilung von Kavouras (2002) (vgl. Tab. 1) sind somit alle Probanden als minimal dehydriert anzusehen. Armstrong et al., (1994) sowie Popowski et al., (2001) beschreiben einen

Urindichtewert von $\leq 1,020$ g/ml, also unterhalb der „Cut-Off“-Grenze, sogar als normal hydriert. Die Histogramme der 24H-Urindichten (vgl. Abb. 6), sowie der MU-Dichten (vgl. Abb. 7) zeigen auch, dass nur ein geringer Teil der Probanden Werte oberhalb des Cut-Offs aufwiesen und somit als signifikant dehydriert einzuordnen sind.

Die gemessenen Werte der Urindichte des MU von allen 4 Altersklassen liegen im Mittel allerdings deutlich über denen des 24h-Urins (vgl. Tab. 5). Dass dieser Unterschied allerdings normal und nicht als Zeichen einer Dehydration anzusehen ist, sondern viel mehr mit der nichtvorhandenen Flüssigkeitszufuhr über Nacht zu begründen ist, beschreibt schon Armstrong et al. (2010).

5.4. Urinfarbe

Anhand der Tabelle der Flüssigkeitsstatusindizes von Kavouras (vgl. Tab. 1) sind alle Probanden ebenfalls als minimal dehydriert einzuschätzen, da die Werte der Urinfarbe des MU sowie auch des 24h-Urins aller vier Altersklassen im Bereich von 3,7 – 4,9 lagen. Das deckt sich auch mit den Studien von Armstrong et al. (2012a), in denen alle Werte einer Urinfarbe von unter 5 als ausreichend hydriert definiert werden.

Bei der Urinfarbe des 24h-Urins wurden allerdings die einzigen signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Altersklassen sowie die einzige Korrelation bezüglich des Alters der Probanden unter allen erhobenen Urinparametern gefunden. Je älter die Probanden dieser Studie waren, desto höher war der Wert der 24h-Urinfarbe bzw. desto dunkler der Urin ($r=0.76$).

Jedoch bedarf es einer gewissen Einordnung der Urinfarbe als Parameter zur Beurteilung des Hydrationsstatus einer Person. Es gilt zu beachten, dass es sich nur allein anhand der Urinfarbe eher als schwierig gestaltet über den Flüssigkeitshaushalt einer Person zu urteilen, da Medikamente, Vitamine sowie die gesamte Ernährungssituation einer Person die Urinfarbe beeinträchtigen können (vgl. EFSA Journal, 2010).

5.5. Urinosmolalität

Die Werte der Urinosmolalität des 24h-Urins der verschiedenen Altersklassen betragen im Mittel $541 \pm 205,5$ mOsm/kg (AK1), $439 \pm 180,7$ mOsm/kg (AK2), $501 \pm 177,5$ mOsm/kg (AK3) bzw. $510 \pm 161,8$ mOsm/kg (AK4) und liegen somit alle in einem Bereich von 439 – 541 mOsm/kg.

Nach den Referenzwerten von Armstrong et al. (2012), die eine ausreichende Hydrierung mit Osmolalitätswerten von 549 – 766 mOsm/kg angeben, sind somit im Mittel alle Probanden als ausreichend hydriert anzusehen. Diese Erkenntnis lässt sich auch nach einem Vergleich mit dem Richtwert der DGE (2008) von 500 mOsm/kg bestätigen

Allerdings deutet die große Standardabweichung daraufhin, dass nach den Ergebnissen der Osmolalität zwar die Mehrheit, aber nicht alle Probanden einen ausgeglichenen Flüssigkeitshaushalt haben. Dies wird mit einem Blick auf die Range der Osmolalität zwischen dem höchsten und geringsten Wert innerhalb der Altersklassen nochmal deutlich: ± 643 mOsm/kg (AK1), ± 665 mOsm/kg (AK2), ± 577 mOsm/kg (AK3) bzw. 406 mOsm/kg (AK4).

Die Werte der MU-Osmolalität liegen im Mittel höher als die 24h-Urinosmolalitäten. Während bezüglich der 24h-Urinosmolalität in allen 4 Altersklassen am häufigsten Werte im Bereich von 300 - 400 mOsm/kg auftreten, verschiebt sich die Mehrheit der Werte der MU-Osmolalität je nach Altersklasse in einen Bereich von 400 – 700 mOsm/kg. Auffällig ist auch der prozentuale Verteilung der Werte über 700 mOsm/kg, die beim 24h-Urin auffällig unterhalb den Werten des MU liegen. Die Tendenz der höheren MU-Werte bezüglich der Osmolalität stellte auch Armstrong et al. (2010) fest und kann somit bestätigt werden.

5.6. Methodenkritik

Die EHI Studie zeigt, wie schwierig es ist für die allgemeine Bevölkerung eine präzise Empfehlung auszusprechen, wie hoch genau die richtige Flüssigkeitszufuhr sein sollte, da sich die einzelnen Individuen sehr voneinander unterscheiden und da sehr viele Faktoren bei der Beurteilung des Hydrationsstatus einer Person beachtet werden müssen.

Es muss bei dieser Studie einschränkend betrachtet werden, dass das natürliche Verhalten der Probanden allein durch das Bewusstsein, an einer Studie teilzunehmen, schon verändert sein kann. Übergenaues Verhalten oder der unterschwellige Wille, auf eine bestimmte Art abzuschneiden oder ein gutes Resultat zu erzielen, können die Ergebnisse verfälschen, sodass man sagen kann, dass die Ergebnisse der Studie stark von dem jeweiligen Verhalten, dem Engagement und auch der Motivation der Probanden abhängen.

Außer Frage steht, dass Laboruntersuchungen oftmals präzisere Daten liefern können. Jedoch ist ein solcher Umfang von erhobenen Daten während des Alltags einer kompletten Woche unter Laborbedingungen nicht möglich.

Es muss desweiteren erwähnt werden, dass auch während der Analyse der Daten diverse Probleme den Ablauf und die Auswertung verzögerten. Die Tage, an denen die Probanden auch nur eine einzelne der Tagesurinproben vergessen haben, wurden aus der Berechnung der Daten automatisch ausgeschlossen. Somit konnte keine geregelte Analyse durchgeführt werden, da bei vielen Probanden nur 5 oder 6 Tage, anstelle der vollen 7 Tage der geplanten Studienwoche gewertet wurden.

Aufgrund der großen Standardabweichung diverser Parameter, wie z.B. der Wasseraufnahme oder dem Urinvolumen innerhalb der verschiedenen Altersgruppen, weisen sämtliche Studienergebnisse, ausgenommen der Urinfarbe, keine signifikanten Unterschiede auf und lassen nur eine Tendenz erahnen. Dementsprechend schwierig ist es,

Zusammenhänge zwischen den gemessenen Urinparametern und dem Alter der Probanden herauszustellen. Als problematisch erweist sich auch ein Ungleichgewicht der Stichprobengröße der verschiedenen Altersklassen. Vor allem die geringe Probandenzahl in AK4 (n=6) erschwerte die Ableitung der Ergebnisse zusätzlich.

Da der Zeitraum der Studie die 3 Sommermonate Juni, Juli und August umfasste, ist noch zu sagen, dass die Außentemperatur während dieser Zeit großen Schwankungen unterlegen hat. Wenn man zu Grunde legt, dass die Außentemperatur das Trinkverhalten des Menschen aber massiv beeinträchtigt, so werden die Studienergebnisse auch von diesem Umstand stark beeinflusst.

Anzufügen ist auch, dass sich die Probanden freiwillig meldeten um an der Studie teilzunehmen. Auch stammte ein Teil der Probanden von der Deutschen Sporthochschule in Köln selbst, sodass vermutet werden kann, dass sich diese Teilnehmer der Studie in Bezug auf Ernährung und Trinkverhalten gesundheitsbewusster verhalten haben, als es eventuell in der restlichen Bevölkerung der Fall wäre.

6. Fazit

Ziel der vorliegenden Arbeit war es herauszufinden, ob Unterschiede des Flüssigkeitshaushalts in Abhängigkeit vom Alter der Probanden vorliegen.

68 Probanden nahmen an dieser Studie im Auftrag eines EHI Projekts an der Deutschen Sporthochschule zu Köln teil, von denen nach den allgemeinen Richtlinien der verschiedenen Gesundheitsorganisationen die Mehrheit als ausreichend hydriert anzusehen sind.

Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Altersklassen konnten im Bezug auf Flüssigkeitszufuhr, Urinvolumen, Urindichte und auch Urinosmolalität nicht gefunden werden. Ebenso konnten keine Zusammenhänge zwischen den genannten Urinparametern und dem Alter der Probanden festgestellt werden. Lediglich bezüglich der Urinfarbe konnte eine positive Korrelation ($r=0,76$) mit dem Alter herausgestellt werden.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass sich einheitliche, übergreifende Richtlinien der Wasserzufuhr für einen Großteil der Bevölkerung allerdings nicht eignen, aufgrund des so unterschiedlichen Flüssigkeitsbedarfs eines jeden Individuums.

Abschließend lässt sich festhalten, dass immer noch ein großer Handlungsbedarf im Bereich der ausgegebenen Richtlinien der Flüssigkeitszufuhr für die allgemeine Bevölkerung besteht, die sich insbesondere mehr am Alter einer Person orientieren.

In weiteren Untersuchungen sollten in Zukunft noch mehr Daten erhoben werden, um die aktuellen Erkenntnisse zu interpretieren. Ein Vergleich des Flüssigkeitshaushalts zwischen Sommer- und Wintermonaten bietet sich hierbei an. Darüber wäre auch die Fragestellung interessant, ob man anhand des Volumens der ersten Urinabgabe eines Tages, auf den generellen Hydrationsstatus des vorangegangenen Tages schließen kann.

Abstract

Introduction: It is well known, that a stable fluid balance is essential for the human body. Besides being the major component of the body itself, water is mostly important for the thermoregulation and a variety of physical functions. Therefore the intake of an adequate amount of water is of prime importance.

Data on fluid status and guidelines in literature for a sufficient intake of fluids are often described for different genders, while data for different ages are unusual and very rare. Therefore the aim of the present study, as part of the Hydration Research Project, is to examine the fluid status and set the results in comparison with the age of the study participants.

Methods: The present study includes the evaluation of the hydration status of a total number of 68 subjects. For the reason of relating the results to the age, there were set four different age brackets, such as between 20 and 29 years, 30 and 39 years, 40 and 49 years, 50 and 59 years.

The investigation consisted of a one-week documentation of the subjects' drinking behavior as well as the collection of samples from any excreted urine. The hydration status has been determined by the total fluid intake, entire urine volume, urine color, urine specific gravity as well as urine osmolality.

Results: The majority of the subjects have been in a well hydrated fluid status. There were no significant differences in daily fluid intake and total urine volume between the different groups of ages. In Addition, no significant differences were found concerning the measured urinary hydration markers. Only a small correlation between the urine color and the age was located ($r = 0.76$).

Further investigations of the fluid status are necessary to support the present results and to research even more data of the fluid status especially related to the age.

Literaturverzeichnis

- Armstrong, L. et al. (1994). Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition*, 1994, Volume 4, 256-279.
- Armstrong, L. (2005). Hydration Assessment Techniques. *Nutrition Reviews*, 63 (6, Pt. 2), S.40-54.
- Armstrong, L. (2007). Assessing hydration status: the elusive gold standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5 Suppl), October 2007.
- Armstrong, L. et al. (2010). Human hydration indices: acute and longitudinal reference values. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise metabolism*, 2010, 20, 145-153.
- Armstrong, L. (2012a). Hydration biomarkers during daily life. Recent advances and future potential. *Nutrition Today*, Volume 47, Number 45, July/August 2012.
- Benelam, B.& Wyness, L. (2010) Hydration and health: a review, *Nutrition Bulletin* 35(1), 3-25
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung. (2008) *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*. 1.Auflage. (3. vollständig durchgesehener und korrigierter Nachdruck). Frankfurt am Main: Umschau/Braus.
- European Food Safety Authority (EFSA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water; EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); *EFSA Journal* 2010; 8(3):1459
- Freund, B.J. et al. (1995). Glycerol Hyperhydration: Hormonal, renal, and vascular fluid responses. *J Appl Physiol*. 79: 2069-2077.
- Institute of Medicine (IOM). (2004). Dietary Reference for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate; *Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water, 2004*.
- Kavouras, S. A. (2002). Assessing Hydration Status. *Current opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 5, S. 519-524.
- Lentner, C. et al. (1981) Units of Measurement, Body Fluids, Composition of the Body & Nutrition. *Geigy Scientific table*. 8th Edition. Basle: Ciba-Geigy.
- Lunn, J. & Foxen, R. (2008) How much water do we really need?, *Nutrition Bulletin*, 33(4), 336-342
- Manz, F. et al. (2012) Water balance throughout the adult life span in a german population. *British Journal of Nutrition*, 107, p.1673–1681, 6 2012.

- Manz, F. & Wentz, A. (2003) 24-h hydration status: parameters, epidemiology and recommendations. *European Journal of Clinical Nutrition* (2003), 57, S10-S18.
- Marées, H. (2002). Sportphysiologie (8. Auflage). Köln: SPORTVERLAG Strauss
- Nickel, R. (1999). Lexikon der antiken Literatur. Artemis und Winkler, Düsseldorf und Zürich, S. 153-155
- Popowski, L. A et al. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute hydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 747-753
- Sawka, M. N. et al. (2005). Human water needs. *Nutrition Reviews*, June 2005: Vol. 63, No. 6, S30-S39.
- Sawka, M. N. et al. (2007). Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (2), S377-S390.
- Shirreffs, S. M. (2003). Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition* (2003) 57, Suppl 2, S6-S9.
- West, J.B. (1990). Regulation of volume and osmolality of the body fluids. *Best and Taylor's Physiological Basis of Medical Practice*. 11th edition. Baltimore: Williams and Wilkins. Pp.478-485.

Internetquellen:

- Armstrong, L. (1994) Urine color chart, *International "Journal of Sports Nutrition, Volume 4, S.265 – 279*; Zugriff am 14.03.2014 unter http://www.hydratationcheck.com/Images/about_us/chart2.jpg

Anhang

A. Einverständniserklärung

Einverständniserklärung und Information

Projekt

Untersuchung zur „Erfassung des Flüssigkeitsstatus, der Flüssigkeitsbilanz (Wasserzufuhr und –abgabe) und des Flüssigkeitsumsatz bei gesunden Erwachsenen in Deutschland“

Versuchsleitung

Hans Braun, Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Köln, Tel.: +49 221 4982 4932, Email: h.braun@dshs-koeln.de

Projektbeschreibung

Ziel der Studie ist es, den Flüssigkeitsstatus, die Flüssigkeitsbilanz (Wasserzufuhr und –abgabe) und den Flüssigkeitsumsatz bei gesunden Erwachsenen in Deutschland zu erfassen. Die Untersuchung wird parallel in 3 europäischen Ländern (Spanien, Griechenland und Deutschland) durchgeführt.

Aufgaben der Teilnehmer

Die Studiendauer beträgt 7 Tage. Nach Terminvereinbarung werden Sie gebeten am Tag 1 der Untersuchung morgens nüchtern an der Deutschen Sporthochschule (DSHS) zu erscheinen. Es erfolgt eine venöse Blutentnahme, Messung von Körpergewicht und Körpergröße und es werden Fragen zur allgemeinen Gesundheit, körperlichen Aktivität und Trinkverhalten gestellt. Im Verlauf des Untersuchungszeitraums über 7 Tage sollen Sie ein 7-Tage Ernährungsprotokoll führen und über 7 Tage ihren kompletten Urin sammeln. Jede Urinabgabe wird getrennt gesammelt, gewogen, eine Probe davon in ein Plastikgefäß abgefüllt (15 ml) und aufbewahrt. Informationen, sowie Unterlagen und Materialien (Haushaltswaage, Gefäße) dazu bekommen sie beim ersten Termin ausgehändigt. Am Tag 8 kommen Sie erneut nüchtern zur DSHS und es erfolgt eine zweite venöse Blutentnahme.

In einer Untergruppe wird durch die Gabe von Deuterium Oxid (schweres Wasser) der Wasserumsatz bestimmt. Dazu werden am Abend (vor dem Schlafen gehen) vor der ersten Untersuchung an der DSHS 10g Deuterium Oxid konsumiert. Ob Sie dafür in Frage kommen wird vorab in einem persönlichen Gespräch erörtert.

Gesundheitsrisiken, Datenschutz und Probandenversicherung

Die Untersuchung sollte für Sie weder schmerzhaft noch unangenehm sein. Ihre Daten werden wir unter Verschluss halten, und nur in anonymisierter Form veröffentlichen. Sie haben das Recht, jederzeit Fragen zu stellen, und die Untersuchung ohne Gefährdung oder sonstige Nachteile für Sie jederzeit abzubrechen. Da die DSHS Köln keine Probandenversicherung für dieses Vorhaben abgeschlossen hat, ist eine Haftung für Sach- und Personenschäden gegen die Sporthochschule und ihre Mitarbeiter ausgeschlossen - es sein denn, der entstandene Schaden beruht auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit.

Einverständniserklärung

Mit Ihrer Unterschrift bestätigen Sie, dass die die o.g. Informationen zur Kenntnis genommen haben, dass Sie freiwillig an dem Projekt teilnehmen und dass Sie sich mit den o.g. Bedingungen des Projektes einverstanden erklären.

Teilnehmer

_____	_____	_____	_____
Name	Ort	Datum	Unterschrift

Zeuge

_____	_____	_____	_____
Name	Ort	Datum	Unterschrift

C. Aktivitätenprotokoll

Aktivitätenprotokoll		 Deutsche Sporthochschule Köln Hydration Research Project	
Datum (1.Tag):		Name/Code:	
Aufgestanden um:	Schlafen gegangen um:	Sportliche Aktivität: Minuten	
Aktivität	Dauer in Stunden	Davon verbrachte Zeit im Freien	Davon verbrachte Zeit in geschlossenen Räumen
Wie viel Zeit haben Sie heute mit sitzenden und liegenden Tätigkeiten verbracht? (z.B. lesen, TV gucken, Essen, Schreibtischarbeit,...)			
Wie viel Zeit haben Sie heute mit Gehen verbracht? (z.B. Wege zur Bahn/ Bus/ Auto/ Arbeit, Stadtbummel, Spaziergänge, ...)			
Wie viel Zeit haben Sie am heutigen Tag mit leichten körperlichen Belastungen verbracht? (z.B. Fahrradfahren, Haushalt, Gartenarbeit, Lasten tragen, ...)			
Wie viel Zeit haben Sie heute mit schweren körperlichen Belastungen verbracht? (z.B. schnelles Fahrradfahren, Vereinsport, schwere Lasten tragen, Joggen, ...)			
	Max.	Min.	
Temperatur in geschlossenen Räumen:	_____	_____	
Temperatur im Freien:	_____	_____	
Deutsche Sporthochschule Köln – Hydration Research Projekt 2013			

F. Handout



Deutsche
Sporthochschule Köln
Ger.maz. Sport University Cologne

European Hydration Project

Vielen Dank für Ihre Teilnahme am European Hydration Projekt. Im Folgenden erhalten Sie noch einmal alle relevanten Informationen und Hinweise für den Ablauf und die Durchführung des Projekts.

Tag 1 **Blutabnahme an der DSHS Köln**

- Bitte nüchtern zur Blutabnahme erscheinen (nichts essen & nichts trinken!)
- Im Vorfeld der Untersuchung bereits den ersten Urin erfassen.

Tag 1 – 7 **selbstständige Durchführung**

- **Urinprobenerfassung:** Notieren Sie bei jedem Toilettengang Uhrzeit, Volumen und Probennummer.
 - o Wiegen Sie bitte den mit Urin gefüllten Becher.
 - o Füllen Sie erst danach den Urin in das Probenröhrchen (erste Probe = Probennr. 1, zweite Probe = Probennr. 2, usw.).
 - o Sollten Sie einmal die Urinprobenerfassung vergessen tragen Sie dieses bitte auch in das Protokoll ein.
- **Ernährungsprotokoll:** Erfassen jeglicher Nahrungszufuhr (Essen + Getränke!).
 - o Das Ernährungsprotokoll dient dazu, Ihre Verzehrgewohnheiten zu erfassen und kann daher weder Richtig noch Falsch geführt werden. Es muss nicht allgemeinen Ernährungsempfehlungen entsprechen, sondern es soll ihr Ernährungsverhalten im Alltag beschreiben.
 - o Bitte protokollieren Sie auch kleine Mengen/ Zwischenmahlzeiten (z.B. Glas Wasser, Bonbon, Obst etc.).
 - o Zur genaueren Auswertung ist ein Abwiegen der einzelnen Lebensmittel empfehlenswert. Wenn dieses (z.B. unterwegs) nicht realisierbar ist, reicht auch die Angabe Haushaltsüblicher Mengen.
- **Aktivitätenprotokoll:** Eintragen der Tagesaktivitäten.
 - o Versuchen Sie möglichst genau zwischen den einzelnen Aktivitäten (sitzen, liegen, stehen etc.) zu differenzieren.
 - o Notieren Sie an jedem Tag die maximale und die minimale Temperatur (drinnen & draußen).

Tag 8 **Blutabnahme an der DSHS Köln**

- Bitte nüchtern zur Blutabnahme erscheinen (nichts essen & nichts trinken)
- Im Vorfeld der Untersuchung bitte erneut den ersten Urin erfassen.

Sollten Sie Fragen zur Durchführung haben oder sollten Probleme auftauchen können Sie sich gerne unter der Telefonnummer: 0221-49824932 melden oder eine Mail an k.domnik@biochem.dshs-koeln.de schreiben.

G. Eingangsfragebogen

	Deutsche Sporthochschule Köln <small>German Sport University Cologne</small>	Code: _____
<h3>Probandenfragebogen</h3>		
Bitte schreiben Sie die Informationen in die dazu vorgesehenen Zeilen oder kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.		
1. Geburtsjahr _____	2. Geburtsmonat _____	
3. Geschlecht: <input type="checkbox"/> Männlich <input type="checkbox"/> Weiblich	4. Körpergröße (in Metern) _____	
5. Ethnische Zugehörigkeit:		
A. Weiß		
<input type="checkbox"/> Englisch / Schottisch / Nordirisch / Britisch <input type="checkbox"/> Irisch <input type="checkbox"/> Eine andere, weiße, Herkunft _____		
B. Gemischt / verschiedene ethnische Gruppen		
<input type="checkbox"/> Karibisch <input type="checkbox"/> Afrikanisch <input type="checkbox"/> Asiatisch <input type="checkbox"/> Ein anderer, multipler ethnischer Hintergrund _____		
C. Asiatisch / Asiatisch Britisch		
<input type="checkbox"/> Indisch <input type="checkbox"/> Pakistani <input type="checkbox"/> Bangladeshi <input type="checkbox"/> Chinese <input type="checkbox"/> Eine andere asiatische Herkunft _____		
D. Schwarz / Afrikanisch / Karibisch / Schwarzbritisch		
<input type="checkbox"/> Afrikanisch <input type="checkbox"/> Karibisch <input type="checkbox"/> Anderer Schwarzer / Afrikanischer / Karibischer Hintergrund _____		
E. Andere ethnische Gruppe		
<input type="checkbox"/> Arabisch <input type="checkbox"/> Andere ethnische Gruppe _____		
6. In welchem Land haben Sie sich während der folgenden Zeiten hauptsächlich aufgehalten:		
2010 bis jetzt	_____	
2005 bis 2010	_____	
2000 bis 2005	_____	
1995 bis 2000	_____	
1990 bis 1995	_____	
1980 bis 1990	_____	
1970 bis 1980	_____	
European Hydration Project		

7. Was beschreibt ihr Lebensumfeld zu Hause am besten?

- Alleinlebend
- Zusammenlebend mit Ehemann / Ehefrau / Partner
- Zusammenlebend mit anderen Familienmitgliedern
- Zusammenlebend mit einem oder mehreren Nicht-Familienmitgliedern
- Anders _____

8. Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein (Verschreibungspflichtige oder frei verfügbare Medikamente, inklusive pflanzlicher Präparate)?

- Nein
- Ja

Wenn ja, welche Medikamente nehmen Sie?

9. Nehmen Sie regelmäßig Nahrungsergänzungsmittel?

- Nein
- Ja

Wenn ja, welche Nahrungsergänzungsmittel nehmen Sie zu sich (z.B. Multivitamin-tablette, Kreatin etc.)?



Deutsche
Sporthochschule Köln
German Sport University Cologne

Code: _____

Fragebogen zum Trinkverhalten

1) Können Sie an einem normalen Tag frei über Getränke verfügen?

Ja

Nein

Wenn „Ja“, über welche Art von Getränken (z.B. Wasser, Saft, Cola oder andere Softgetränke, Tee/Kaffee etc.):

2) Gibt es irgendetwas das ihr Trinkverhalten während des Tages beeinflusst (z.B. Verfügbarkeit von Getränken, Pausenzeiten, trockenes Mundgefühl etc.)?

Ja

Nein

Wenn „Ja“, was (bitte auflisten):

3) Wie viel Flüssigkeit führen Sie während eines normalen Tages zu sich (z.B. 5 Tassen Tee, 2 Gläser Cola)?

4) Haben Sie während eines normalen Tages oftmals ein Gefühl des Dursts?

Ja

Nein

5) Haben Sie das Gefühl, dass ihre Konzentration beeinflusst wird, wenn Sie nichts trinken?

Ja

Nein

European Hydration Project



Deutsche
Sporthochschule Köln
German Sport University Cologne

Code: _____

Nutrition Knowledge Questionnaire

Wie viel Flüssigkeit, aus Nahrung und Getränken zusammen, benötigt ein Erwachsener normalerweise jeden Tag?

- | | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 0.5 L für Männer und 0.0 L für Frauen |
| <input type="checkbox"/> | 1.5 L für Männer und 1.0 L für Frauen |
| <input type="checkbox"/> | 2.5 L für Männer und 2.0 L für Frauen |
| <input type="checkbox"/> | 4.5 L für Männer und 4.0 L für Frauen |

Die Urinfrequenz, das Urinvolumen und die Urinfarbe sind brauchbare Indikatoren für den Flüssigkeitsstatus. Welche Urinfarbe deutet auf eine Dehydrierung hin?

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | Dunkel gelb |
| <input type="checkbox"/> | Orange |
| <input type="checkbox"/> | Blass bis hellgelb |
| <input type="checkbox"/> | Komplett klar |

Ist Durst ein guter Indikator für eine Dehydrierung?

- | | |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Ja |
| <input type="checkbox"/> | Nein |
| <input type="checkbox"/> | Weiß nicht |

Kann man dehydrieren, wenn es draußen kalt ist?

- | | |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Ja |
| <input type="checkbox"/> | Nein |
| <input type="checkbox"/> | Weiß nicht |

Sind Softdrinks hydratisierend?

<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Weiß nicht

Sind koffeinhaltige Getränke (Tee, Kaffee, Cola) dehydrierend?

<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Weiß nicht

Sind alkoholhaltige Getränke dehydrierend?

<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Weiß nicht

Hohe Schweißverluste während einer Belastung verursachen eine Dehydrierung

<input type="checkbox"/>	Wahr
<input type="checkbox"/>	Falsch
<input type="checkbox"/>	Weiß nicht

Ist es möglich zu viel zu trinken?

<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	Weiß nicht

Wie viel sollte nach einer Belastung getrunken werden, um den Schweißverlust auszugleichen? 1kg Körpergewichtsverlust ist dabei ungefähr äquivalent zu 1l Schweißverlust.

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Nichts |
| <input type="checkbox"/> | 1l für jedes Kilogramm Gewichtsverlust |
| <input type="checkbox"/> | 1,5l für jedes Kilogramm Gewichtsverlust |
| <input type="checkbox"/> | 2,5l für jedes Kilogramm Gewichtsverlust |

Wasser ist die beste Wahl zur Rehydrierung nach dem Sport

- | | |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Wahr |
| <input type="checkbox"/> | Falsch |
| <input type="checkbox"/> | Weiß nicht |

Verändert sich der Flüssigkeitsbedarf bei älteren Leuten?

- | | |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Ja |
| <input type="checkbox"/> | Nein |
| <input type="checkbox"/> | Weiß nicht |

Kann eine Dehydrierung die Konzentration, das Gedächtnis, die Koordination und die Reaktionszeit beeinflussen?

- | | |
|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Ja |
| <input type="checkbox"/> | Nein |
| <input type="checkbox"/> | Weiß nicht |

H. Ausgangsfragebogen



Deutsche
Sporthochschule Köln
German Sport University Cologne

Code: _____

INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE (IPAQ)

Wir sind daran interessiert herauszufinden welche Arten von körperlichen Aktivitäten Menschen in ihrem alltäglichen Leben ausüben. Die Befragung bezieht sich auf die Zeit, die Sie während der **letzten 7 Tage** mit körperlicher Aktivität verbracht haben. Bitte beantworten Sie alle Fragen (auch wenn Sie sich selbst nicht als aktive Person ansehen). Bitte berücksichtigen Sie dabei die Aktivitäten im Rahmen Ihrer Arbeit, im Haus und Garten, um von einem Ort zum anderen zu kommen und in Ihrer Freizeit für Erholung, Bewegung und Sport.

Denken Sie an all Ihre **anstrengenden** Aktivitäten in den vergangenen **7 Tagen**. **Anstrengende** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten, die starke körperliche Anstrengungen erfordern und bei denen Sie deutlich stärker als normal atmen. Denken Sie dabei lediglich an die Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ausgeübt haben.

1. An wie vielen der vergangenen 7 Tage haben Sie **anstrengende** körperliche Aktivitäten, wie schweres Heben, Graben, Aerobic oder schnelles Fahrradfahren, ausgeübt?

_____ **Tage pro Woche**

Keine anstrengenden körperlichen Aktivitäten → **Direkt zu Frage 3**

2. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **anstrengender** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag**

_____ **Minuten pro Tag**

Weiß nicht/ Unsicher

Denken Sie an all Ihre **moderaten** Aktivitäten in den vergangenen **7 Tagen**. **Moderate** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten mit gemäßigter körperlicher Anstrengung bei denen Sie ein wenig stärker als normal atmen. Denken Sie dabei lediglich an die Aktivitäten, die Sie für mindestens 10 Minuten ausgeübt haben.

3. An wie vielen der vergangenen 7 Tage haben Sie **moderate** körperliche Aktivitäten, wie das Tragen leichter Lasten, Fahrradfahren in einem gemäßigten Tempo oder beim Tennisspielen (Doppel), ausgeübt? Nicht inbegriffen: Gehen.

_____ **Tage pro Woche**

Keine moderaten körperlichen Aktivitäten → **Direkt zu Frage 5**

4. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **moderater körperlicher Aktivität** verbracht?

____ **Stunden pro Tag**

____ **Minuten pro Tag**

Weiß nicht/ Unsicher

Denken Sie nun an die Zeit die Sie in den **vergangenen 7 Tagen** mit **Gehen** verbracht haben. Dazu gehören Ihre Aktivitäten bei der Arbeit, Zuhause und das Gehen, um von einem Ort zum anderen zu kommen, sowie jede andere Art von Gehen, dass Sie ausschließlich zur Entspannung, als Bewegung, als Sport oder als Freizeitbeschäftigung, ausgeübt haben.

5. Wie viele der **vergangenen 7 Tage** haben Sie mindestens 10 Minuten mit **Gehen** verbracht?

____ **Tage pro Woche**

Kein Gehen



Direkt zu Frage 7

6. Wie viel Zeit verbringen Sie für gewöhnlich an einem dieser Tage mit **Gehen**?

____ **Stunden pro Tag**

____ **Minuten pro Tag**

Weiß nicht/ Unsicher

Bei der letzten Frage geht es um die Zeit die Sie in den **vergangenen 7 Tagen an Werktagen sitzend** verbracht haben. Dieses beinhaltet die Zeit die Sie bei der Arbeit, Zuhause, bei Seminaren und in der Freizeit im Sitzen verbracht haben. Dieses kann Aktivitäten beinhalten wie das Sitzen am Schreibtisch, das Besuchen von Freunden, Lesen und vor dem Fernseher sitzen bzw. liegen.

7. Wie viel Zeit haben Sie in den **vergangenen 7 Tagen an Werktagen** mit **Sitzen** verbracht?

____ **Stunden pro Tag**

____ **Minuten pro Tag**

Weiß nicht/ Unsicher

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

I. Interview

Interview: Motivation und Hindernisse für eine gute Hydrierung

- 1) Betrachten Sie für sich eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr als einen wichtigen Punkt in ihrem Tagesablauf?
- 2) Unternehmen Sie irgendwelche besonderen Schritte um die Verfügbarkeit von Essen und Getränken zu gewährleisten?
- 3) Gibt es während eines normalen Tages Situationen/ Beispiele, welche den Zugang zu Essen und Getränken limitieren (external, selbstaufgelegt)?
- 4) Beeinflussen Personen in Ihrer Umgebung Ihr Ess- und Trinkverhalten (z.B. Freunde, Familie)?

Falls die Antworten eines Probanden vor allem auf das Essverhalten fokussiert sind, sollte spezifischer nach den Trinkgewohnheiten gefragt werden.

Code: _____

European Hydration Project

J. Auswertungsbogen eines Probanden



Deutsche
Sporthochschule Köln
German Sport University Cologne

Auswertung EHI Studie

Code 12010

Blutbild

Blutwerte	Tag 1	Tag 8	Einheit	Referenzbereich	
				m	w
Leukozyten	6,08	6,07	pro nL	4,00-10,0	4,00-10,0
Erythrozyten	5,02	5,07	pro pL	4,30-17,5	3,8-6,0
Haemoglobin	14,7	14,3	g/dL	13,5-17,5	11,5-15,0
Haematokrit	43,3	43,5	%	40,0-53,0	34,0-45,0
MCV	86,3	85,8	fL	80,0-100	80,0-102
MCH	29,3	28,2	pg	27,0-33,0	26,0-33,0
MCHC	33,9	32,9	g/dL	31,0-35,0	31,0-35,0
RDW	12,3	12,2	%	11,0-16,0	11,0-16,0
Thrombozyten	215	224	pro nL	140-380	140-380
Glucose Nüchtern	91	88	mg/dL	50,0-100	50,0-100
Natrium	140	139	mmol/L	132-146	132-146
Kalium	4,95	4,73	mmol/L	3,30-5,40	3,30-5,40
Osmolalität	287	289	mOsm/kg	280-300	280-300

Institut für Biochemie
 Leitung: Prof. Dr. W. Schänzer
 Arbeitsgruppe Sporternährung: Hans Braun, Neele Hoerner Kirsten Domnik



Auswertung Flüssigkeitshaushalt

	Urinomolalität		Wasserzufuhr (ml/kg KG /Tag)	Urinvolumen (ml/Tag)
	Morgenerin	24h-Urin		
Tag 1	0	0	37	1381
Tag 2	639	862	46	1640
Tag 3	382	421	36	3408
Tag 4	976	1035	22	1071
Tag 5	1201	758	69	1658
Tag 6	699	524	46	3227
Tag 7	399	637	22	1760
Tag 8	944	-	-	-

Als Morgenerin wird der erste Urin nach dem Aufstehen bezeichnet. Der 24h-Urin spiegelt die Urinabgabe während des gesamten Tages wieder.

Über die Analyse der Urinomolalität, der Wasserzufuhr und des Urinvolumens kann eine Aussage über den Flüssigkeitsstatus getroffen werden. Dabei werden folgende Richtwerte angenommen:

Urinomolalität

Die Osmolalität beschreibt die pro Kilogramm Wasser gelöste Menge an osmotisch aktiven Teilchen. Eine hohe Osmolalität gibt einen Hinweis auf einen konzentrierten Urin und ein mögliches Flüssigkeitsdefizit.

<700 mOsm/kg	okay	→	ausgeglichener Flüssigkeitsstatus
>700 mOsm/kg	grenzwertig	→	eventuell mehr trinken
>900 mOsm/kg	sehr hoch	→	mögliches Flüssigkeitsdefizit, unbedingt mehr trinken

Wasserzufuhr

Eine ausreichende Wasserzufuhr ist für die Körperfunktionen essentiell. Dabei wird die Wasserzufuhr aus Getränken und aus der Nahrung gedeckt.

Richtwert für die Wasserzufuhr: 35 ml pro kg Körpergewicht pro Tag

Urinvolumen

Das Urinvolumen des Tages kann anzeigen, ob ausreichend Flüssigkeit zu sich geführt wurde.

1000 - 2000 ml	okay	→	ausgeglichener Flüssigkeitsstatus
<500 ml	sehr wenig	→	wahrscheinlich liegt ein Flüssigkeitsdefizit vor

Institut für Biochemie

Leitung: Prof. Dr. W. Schänzer

Arbeitsgruppe Sporternährung: Hans Braun, Neele Hoerner Kirsten Domnik



Auswertung Ernährungsanalyse

Gesamtanalyse

Inhaltsstoff	analysierte Werte	empfohlene Werte/Tag	prozentuale Erfüllung
Energie	3283 kcal		
Wasser	3320 ml		
Eiweiß	126 g		
Fett	127 g		
Kohlenhydrate	340 g		
Alkohol	35 g		
Ballaststoffe	28,5 g	30 g	95%
Vitamin A	1718,4 µg	1000 µg	172%
beta-Carotin	5,8 mg		
Vitamin B1	1,6 mg	1,1 mg	145%
Vitamin B2	2,3 mg	1,3 mg	177%
Niacin-Äquivalente	57,1 mg	15 mg	381%
Vitamin B6	2,5 mg	1,5 mg	167%
Folsäure (gesamt)	426,3 µg	400 µg	107%
Biotin	83 µg	45 µg	184%
Vitamin B12	7,2 µg	3 µg	240%
Vitamin C	163,5 mg	100 mg	164%
Vitamin D	3,2 µg	5 µg	64%
Vitamin E (Äquivalente)	19 mg	13 mg	146%
Vitamin K	258,3 µg	80 µg	323%
Natrium	4160,4 mg	2000 mg	208%
Kalium	3868,6 mg	3500 mg	111%
Calcium	1157 mg	1000 mg	116%
Magnesium	494,7 mg	350 mg	141%
Phosphat	2042,4 mg	700 mg	292%
Eisen	16,3 mg	10 mg	163%
Zink	17,1 mg	10 mg	171%
Kupfer	2,6 mg	1,25 mg	208%
Jod	107,6 µg	180 µg	60%

Institut für Biochemie

Leitung: Prof. Dr. W. Schänzer

Arbeitsgruppe Sporternährung: Hans Braun, Neele Hoerner Kirsten Domnik



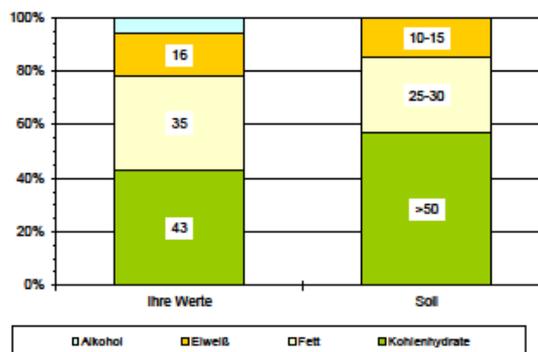
Auswertung Ernährungsanalyse

Körpergewicht: 83,85 kg
Körpergröße: 189 cm

Makronährstoffe Verteilung

Absolutwerte	Ergebnis	pro kg KG	Sollwerte
Energie (kcal)	3283	39	pro kg KG
Kohlenhydrate (g)	340	4,1	3 - 5 g
Protein (g)	126	1,5	0,8 - 1,0 g
Fett (g)	127	1,5	ca. 1 g
Wasser (ml)	3320	40	>35 ml

Energieanteil	Ergebnis	Sollwerte
Kohlenhydrate (%)	43 %	>50 %
Protein (%)	16 %	10-15 %
Fett (%)	35 %	25-30 %
Alkohol (%)	6 %	



Institut für Biochemie

Leitung: Prof. Dr. W. Schänzer

Arbeitsgruppe Sporternährung: Hans Braun, Neele Hoerner Kirsten Domnik



Auswertung Ernährungsanalyse

Zusammenfassung:

Versuchen Sie die nachfolgenden Tipps in Ihre alltägliche Ernährung einfließen zu lassen

Flüssigkeitszufuhr

Zur Erhaltung der Gesundheit, geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit ist es wichtig ausreichend zu trinken. Flüssigkeit (Wasser) wird über Nahrung (20-30%) und Getränke (70-80%) aufgenommen.

Ihre Gesamt-Flüssigkeitszufuhr lag bei:	3,3 Liter pro Tag	
Ihr geschätzter Bedarf pro Tag liegt bei:	2,93 Liter	Das ist in Ordnung.

Trinken Sie regelmäßig über den Tag verteilt. Eine vielfältige Getränkeauswahl hilft den Bedarf zu decken. Beachten Sie, dass sich durch erhöhte Schweißverluste (Sauna, Sport, Hitze...) der Flüssigkeitsbedarf deutlich erhöhen kann.

Kohlenhydrate

Kohlenhydrate sind ein bedeutender Energielieferant und wichtig für die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit.

Kohlenhydratbedarf	3-5 g pro kg Körpergewicht (KG) pro Tag	
Ihre Zufuhr lag bei:	4,1 g pro kg KG	Das ist in Ordnung.

Bei zusätzlicher sportlicher Aktivität kann der Kohlenhydratbedarf auf 7 g pro kg KG steigen. Wesentliche Kohlenhydratlieferanten sind: Brot, Getreideflocken, Nudeln, Reis, Kartoffeln und Obst. Bevorzugen sie Kohlenhydrate in Form von "Grundnahrungsmitteln" und reduzieren den Konsum von Zucker oder stark verarbeiteter Lebensmittel.

Protein/Eiweiß

Für den Aufbau und Erhalt der körpereigenen Proteinbildung ist eine regelmäßige Proteinzufuhr wichtig.

Proteinbedarf	0,8-1,0 g pro kg KG pro Tag	
Ihre Zufuhr lag bei:	1,5 g pro kg KG	Das ist etwas hoch!

Bei leistungsorientierter intensiver sportlicher Aktivität, sowie bei einer Gewichtsreduktion, sollte die Proteinzufuhr erhöht sein (bis zu 1,7 g pro KG). Wesentliche Proteinlieferanten sind: Joghurt, Quark, magere Wurst & Fleisch, Getreide(-flocken) und Gemüse (Hülsenfrüchte). Wählen Sie bevorzugt fettarme Varianten.

Fett

Eine ausreichende und ausgewogene Fettzufuhr ist generell wichtig. Tendenziell ist die Fettzufuhr der Bevölkerung oftmals zu hoch. Daher sollte in einigen Fällen auf fettreduzierte Produkte zurückgegriffen werden.

Richtwert zur Fettaufnahme	1-1,3 g pro kg KG	
Deine Zufuhr lag bei	1,5 g pro kg KG	Das ist wahrscheinlich zu viel!

Reduzieren Sie den Konsum panielter und frittierter Lebensmittel und bevorzugen Sie bei Milchprodukten, Wurst und Fleisch die fettreduzierten/fettarmen Varianten. Eine tägliche Zufuhr von einem Esslöffel Nüsse (z.B. Walnüsse) und der Einsatz hochwertiger Öle (z.B. Olivenöl, Rapsöl, Walnussöl) verbessert die Qualität der aufgenommenen Fette.

Institut für Biochemie

Leitung: Prof. Dr. W. Schänzer

Arbeitsgruppe Sporternährung: Hans Braun, Neele Hoerner Kirsten Domnik



Auswertung Ernährungsanalyse

Im Sinne einer guten Basisernährung ist es wichtig, dass Sie sich mit bestimmten Lebensmitteln ausreichend und regelmäßig versorgen.

Obst und Gemüse

Beide Lebensmittelgruppen haben vor allem aus gesundheitlicher Sicht eine große Bedeutung in unserer Ernährung. Wichtig dabei ist eine vielfältige Auswahl.

Gemüse Soll	350-450 g am Tag	
Ihre Gemüsezufuhr	205 g am Tag	Das ist zu wenig - also mehr davon!
Obst Soll	300-350 g am Tag	
Ihre Obstzufuhr inkl. Saft	340 g am Tag	Das ist in Ordnung

Milchprodukte

Sind wichtige Lieferanten von Protein und Mikronährstoffen.

Milchprodukte Soll	ca. 450 g pro Tag	
Milchprodukte Ihre Zufuhr	159 g pro Tag	Das ist zu wenig - also mehr davon!

Fleisch, Fisch und Wurst

Einerseits können Lebensmittel aus diesem Bereich sehr fettreich sein, andererseits enthalten sie aber auch wertvolles Protein, Mineralstoffe wie Eisen und Zink und speziell im Meeresfisch hochwertige Fettsäuren.

Fleisch / Wurst Richtwert	500-1000 g pro Woche	
Ihre Zufuhrmenge	865 g pro Woche	Das ist in Ordnung
Fisch Richtwert	200 g pro Woche	
Ihre Zufuhrmenge	0 g pro Woche	Das ist zu wenig - also mehr davon!

Bevorzugen Sie bei Lebensmitteln aus diesem Bereich tendenziell die fettarme Variante.

Institut für Biochemie

Leitung: Prof. Dr. W. Schänzer

Arbeitsgruppe Sporternährung: Hans Braun, Neele Hoerner Kirsten Domnik

K. Farbskala nach Armstrong