Untersuchungsergebnisse der Studie „Richtig Trinken im Sport“

bei den Sportveranstaltungen P-Weg und FALKE-Rothaarsteig-Marathon

M. Steuer; E. Jakob

Abteilung Sportmedizin
Sportklinik Hellersen (Lüdenscheid)

Einleitung

Dass neben einen gezieltem Training und ausgewogener Ernährung eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr sowohl im Training als auch im Wettkampf bei Ausdauersportarten von besonderer Bedeutung ist, dürfte jedem Sportler hinreichend bekannt sein. Obwohl dies früher noch als eher leistungsmindernd angesehen wurde, hat sich die Ansicht dahingehend geändert, dass heute eine Flüssigkeitszufuhr von 0,4–0,8 Liter/h empfohlen wird. Bei extremen Witterungsbedingungen kann die Flüssigkeitszufuhr allerdings noch erheblich höher sein. Während Hochleistungssportler oft durch ein Betreuerteam im Wettkampf hinsichtlich der Verpflegungslogistik unterstützt werden, sind Breitensportler meist auf sich alleine gestellt. Obwohl die Veranstalter mit teilweise erheblichem logistischem Aufwand versuchen, durch regelmäßige Verpflegungsstationen eine nahezu lückenlose Versorgung des Sportlers zu gewährleisten, kommt es bei den Sportlern nicht selten zu Symptomen (z.B. Krämpfe, Schwindel etc.), die auf eine Dehydration schließen lassen.
Die Abteilung Sportmedizin an der Sportklinik Hellersen führt nicht nur leistungsdiagnostische Untersuchungen bei Hochleistungssportlern bis hin zum Sportanfänger durch, sondern steht auch mit Rat und Tat zur Seite, wenn es um eine optimale Ernährung im Training oder Wettkampf geht. Der eingangs erwähnten Flüssigkeitszufuhr kommt im Wettkampf neben einer optimalen Vorbereitung (Training) zur Erbringung einer hohen Leistung eine zentrale Bedeutung zu. Bei körperlicher/sportlicher Betätigung wird nur ein geringer Teil der vom Körper freigesetzten Energie in kinetische Energie und somit in Fortbewegungsgeschwindigkeit umgesetzt (Laufen ca. 10 %; Radfahren ca. 20–25 %). Der größte Teil der Energie wird im Körper in Form von Wärme frei, welche über die Haut und Atmung abgeführt werden muss, um einen Anstieg der Körperkerntemperatur zu verhindern. Bei hohen körperlichen Belastungsintensitäten und/oder ungünstigen Witterungsverhältnissen (z.B. hohe Temperatur oder Luftfeuchtigkeit) reicht die Wärmeabgabe mittels der Strahlung/Leitung über die Haut nicht mehr aus und die Körpertemperatur steigt an. Um dies einzuschränken bzw. zu verhindern, reagiert der Körper mit einer vermehrten Schweißbildung, um über das Prinzip der Verdunstungskühlung die Körpertemperatur im Normbereich zu halten. Durch die Schweißproduktion verliert der Körper zwar in erster Linie Flüssigkeit, allerdings ist dieser Vorgang auch mit dem Verlust von Elektrolyten und Mineralien verbunden. Welche Symptome bzw. Folgen ein Flüssigkeitsverlust (= Gewichtsverlust) haben kann, ist in der folgenden Übersicht (Tab. 1) zu sehen.

Gewichtsverlust	Klinische Symptome
über 2 %	Sinkende Leistungsfähigkeit
über 3 %	Reduzierte Leistungsfähigkeit
6 bis 10 %	Muskelkrämpfe, Müdigkeit, Erbrechen
über 10 %	Koma, Tod

Tabelle 1: Klinische Symptome eines Flüssigkeitsverlustes in Prozent des Körpergewichtes

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass ein Flüssigkeitsverlust individuell sehr unterschiedlich wahrgenommen wird, das bedeutet, dass bereits eine Dehydrierung vorliegen kann, obwohl der Sportler hinsichtlich der oben genannten Symptome (noch) nicht auffällig ist und auch noch kein Durstgefühl verspürt. Es gilt ein Gewichtsverlust von 2 % des Körpergewichts als oberer Orientierungswert, der möglichst nicht überschritten werden sollte, da in diesem Bereich im Allgemeinen noch keine wesentlichen Leistungseinbußen zu verzeichnen sind.
Im April 2012 wurde allerdings von Logan-Sprenger et al im MSSE eine Untersuchung über eine Ausdauerbelastung veröffentlicht, in welcher Probanden bei einer moderaten körperlichen Belastung (Dauer 2 Stunden) einen durchschnittlichen prozentualen Gewichtsverlust von ca. 2 % aufwiesen, also im Bereich des Gewichtsverlustes, in dem noch keine klinischen Symptome zu erwarten sind. In dieser Untersuchung konnte festgestellt werden, dass selbst bei dieser geringen Dehydrierung die Herzfrequenz, die Körpertemperatur und auch die Laktatwerte signifikant höher waren, als bei den Versuchen mit einer ausreichenden Flüssigkeitszufuhr (nahezu kein Gewichtsverlust). Außerdem konnte über die Spirometrie (Atemgasanalyse) nachgewiesen werden, dass es zu einem vermehrten Verbrauch von Kohlenhydraten während der Belastung kommt. Alle objektiv ermittelten Parameter spiegelten sich auch in der Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens (BORG-Skala) eines jeden Probanden wider. Die Versuchsreihen mit einer leichten Dehydrierung wurden durchgehend als „anstrengender“ empfunden, obwohl die zu erbringende Leistung identisch war.
Obwohl die Notwendigkeit des „Trinkens“ im Wettkampf mittlerweile in sämtlichen Medien propagiert wird und dies somit jedem Sportler bekannt sein dürfte, kommt es gelegentlich leider immer wieder zu tragischen Wettkampfausfällen oder zu individuell enttäuschenden Wettkampfresultaten, die u.a. auf eine zu geringe Flüssigkeitszufuhr zurückzuführen sind. Glücklicherweise ist die Auswirkung einer zu geringen Flüssigkeitszufuhr nicht immer so gravierend und oft bleibt sie sogar für den Sportler unbemerkt. Zu überprüfen inwieweit die Sportler die Empfehlungen wirklich beherzigen und im Wettkampf in die Tat umsetzen, war in den vergangenen vier Jahren unser Ziel bei zwei großen Breitensportveranstaltungen im Sauerland. Dazu wurden im Rahmen einer Untersuchungsreihe insgesamt 136 Sportler bei den beiden Veranstaltungen P-Weg (2009, 2011, 2012) und FALKE-Rothaarsteig-Marathon (2011, 2012) untersucht. In diesem Zusammenhang möchten wir noch einmal die Gelegenheit nutzen, uns bei allen Sportlern zu bedanken, die durch ihre freiwillige Teilnahme diese Untersuchung möglich gemacht haben. Eine Gesamtübersicht der Ergebnisse ist im Folgenden zusammengefasst.

Methodik

Alle Teilnehmer der Sportveranstaltungen (P-Weg und FALKE-Rothaarsteigmarathon) in den Jahren 2009 bis 2012 konnten sich für die Untersuchungsreihe anmelden. Beide Veranstaltungen fanden in einem kupierten Naturgelände im Sauerland mit bis zu 2590 Höhenmeter statt und bestanden aus Lauf- bzw. Mountainbike-Wettbewerben mit Distanzen zwischen 20,7 km und 87,7 km. Alle Sportler, die an der Untersuchung teilnahmen mussten im Vorfeld ihr Einverständnis schriftlich dokumentieren. Die Verteilung der Sportler bzgl. Wettkampf, Disziplin, Distanz und Geschlecht ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

		P-Weg					**FALKE-Marathon**	
		Laufen			**Biken**		**Laufen**	
		HM	**M**	**UM**	**M**	**UM**	**HM**	**M**
m	**Alter [J]**	45,6 ± 11,6	42,1 ± 11,9	45,0 ± 8,5	41,7 ± 10,2	42,2 ± 10,6	41,3 ± 12,7	42,0 ± 9,4
	Größe [cm]	182,1 ± 4,6	181,8 ± 6,6	186 ± 10,8	179,8 ± 5,4	184,1 ± 5,7	182,6 ± 6,3	183,3 ± 4,2
	Gewicht [kg	79,9 ± 6,5	78,6 ± 7,7	80,5 ± 12,5	79,5 ± 8,0	83,3 ± 7,6	79,8 ± 11,0	78,5 ± 7,4
	N [1]	28	8	5	20	15	15	7
w	**Alter [J]**	38,0 ± 10,8	46,3 ± 8,5	53,0 -	38,2 ± 8,9	21,0 ± 5,7	44,4 ± 6,8	52,0 ± 7,1
	Größe [cm]	169,2 ± 5,7	168,3 ± 4,6	163,0 -	167,0 ± 4,7	168,0 ± 2,8	169,4 ± 7,3	172,0 ± 4,2
	Gewicht [kg	67,9 ± 10,7	61,0 ± 3,9	59,1 -	64,8 ± 13,7	58,2 ± 2,1	61,7 ± 9,9	63,1 ± 3,5
	N [1]	13	4	1	9	2	7	2

Tabelle 2: Übersicht der Studienteilnehmer (Mittelwert ± Standardabweichung)
Abkürzungen: HM = Halbmarathon; M = Marathon; UM = Ultramarathon

Für die Untersuchung wurde bei jedem Sportler unmittelbar vor dem Wettkampf eine Gewichtskontrolle mittels einer Waage durchgeführt. Jeder Sportler wurde nun noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, sich ab diesem Zeitpunkt sämtliche Getränke, Nahrungsmittel (z.B. Müsliriegel, Bananen etc.) oder auch Toilettengänge zu merken. Direkt nach dem Zieleinlauf wurde erneut eine Gewichtskontrolle unter identischen Bedingungen (Kleidung etc.) durchgeführt, und die Sportler mussten sämtliche Getränke und Nahrungsmittel, die sie an den Verpflegungsstationen zu sich nahmen oder selbst mitgebracht und verzehrt hatten (ebenso wie Toilettengänge) exakt benennen (außerdem wurden die verzehrten mitgeführten Getränke etc. kontrolliert). Die Gewichtsdifferenz ergibt demnach den Gewichtsverlust, der dem Flüssigkeitsverlust im Wettkampf gleichzusetzen ist.

Unter Berücksichtigung der zugeführten Getränke/Nahrungsmittel sowie absolvierter Toilettengänge kann ein fiktiver Flüssigkeitsverlust berechnet werden, der im Normalfall mit der im Wettkampf produzierten Schweißmenge identisch ist. Die Genauigkeit dieser berechneten Schweißrate ist im Wesentlichen abhängig von den Angaben der zugeführten Getränke und Nahrungsmittel eines jeden Sportlers. Da es sich bei dieser Untersuchung um „Feldversuche“ handelt und somit das Gewicht der Nahrungsmittel nicht exakt bestimmt (gemessen) werden konnte, ist die Schweißrate im Einzelfall möglicherweise geringfügig fehlerbehaftet.
Die erzielten Wettkampfzeiten eines jeden Teilnehmers wurden jeweils aus den Online-Ergebnislisten ermittelt, wodurch mittels der Wettkampfdistanz die durchschnittliche Wettkampfgeschwindigkeit berechnet werden konnte. Zusätzlich wurden die Wetterdaten (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) mittels Wetterstation (Außenfühler) im Start/Zielbereich während der gesamten Wettkampfphase ermittelt und in 30 minütigen Zeitabständen dokumentiert.

Ergebnisse

Als ein wesentliches Kriterium für die Abschätzung einer ausreichenden Flüssigkeitszufuhr ist der prozentuale Gewichtsverlust während des Wettkampfs anzusehen. In Abbildung 1 sind die Gewichtsverluste nach Disziplinen getrennt dargestellt. Auffallend ist hier zum einen der erheblich niedrigere Gewichtsverlust bei den Bikern im Vergleich zu den Läufern und der nahezu identische Gewichtsverlust für die Biker über die Distanzen 42 und 87 km, während bei den Läufern mit zunehmender Distanz der prozentuale Gewichtsverlust während des Wettkampfs erheblich zunimmt und im Mittel bereits über den als oberer Richtwert definierten 2 % liegt.

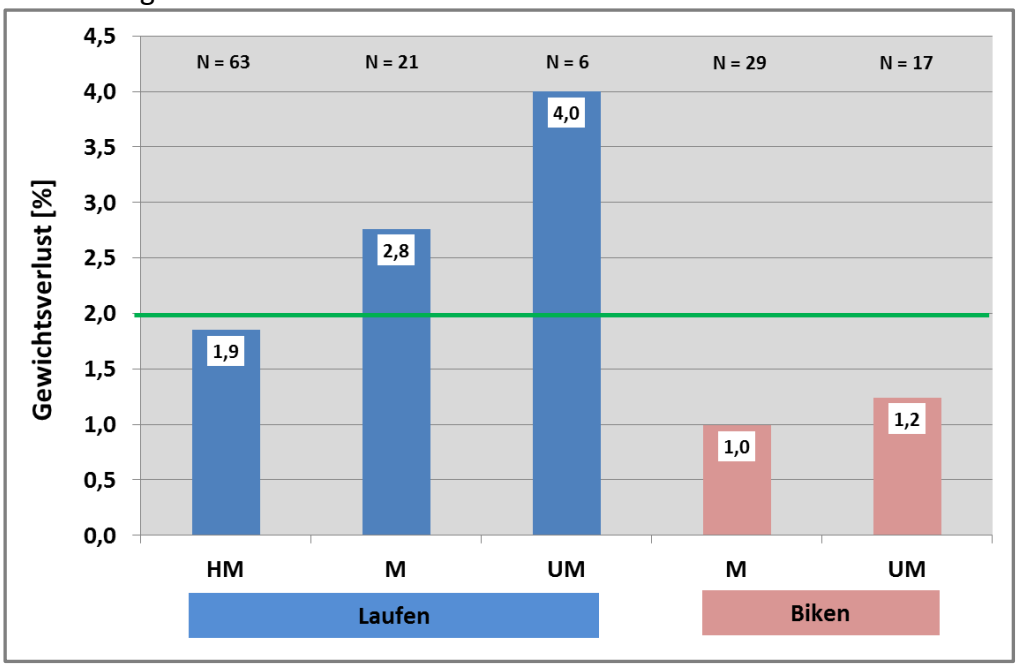

Abbildung 1: Prozentualer Gewichtsverlust im Wettkampf (HM = Halbmarathon; M = Marathon; UM = Ultramarathon)

Eine detailliertere Übersicht des Gewichtsverlusts im Wettkampf ist in der folgenden Tabelle zu sehen. Hier sind die Flüssigkeitsverluste hinsichtlich der Veranstaltung und insbesondere des Geschlechts getrennt aufgeführt.

		P-Weg					FALKE-Marathon	
		Laufen			Biken		Laufen	
		HM	M	UM	M	UM	HM	M
m	Verlust [kg]	1,63 ± 0,81	2,60 ± 0,55	3,20 ± 0,82	0,95 ± 0,45	1,04 ± 0,89	1,48 ± 0,56	2,17 ± 0,53
	Verlust [%]	2,02 ± 1,00	3,33 ± 0,79	3,93 ± 0,42	1,19 ± 0,54	1,23 ± 1,05	1,85 ± 0,62	2,80 ± 0,83
w	Verlust [kg]	1,01 ± 0,36	1,20 ± 0,73	2,70 -	0,33 ± 0,46	0,75 ± 1,63	1,08 ± 0,25	1,15 ± 0,07
	Verlust [%]	1,53 ± 0,61	1,99 ± 1,24	4,57 -	0,55 ± 0,76	1,34 ± 2,84	1,77 ± 0,39	1,83 ± 0,21

Tabelle 3: Absoluter und prozentualer Gewichtsverlust während des Wettkampfs (MW ± SD)

Auch hier zeigt sich, dass der Gewichtsverlust mit zunehmender Wettkampfdistanz größer wird, wobei die Frauen hier fast durchweg niedrigere Werte aufweisen als die männlichen Teilnehmer (bei den Ultramarathon-Distanzen trifft dieses aufgrund der zu geringen Stichprobengröße bei den Frauen nicht zu).
Grundsätzlich soll in dieser Untersuchungsreihe geklärt werden, ob und wie viele Teilnehmer bei solchen Ausdauerbelastungen für eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr sorgen. Dazu wurde die Häufigkeitsverteilung (Klasseneinteilung in Anlehnung an Tab. 1) des ermittelten prozentualen Gewichtsverlustes berechnet (Abb. 2).

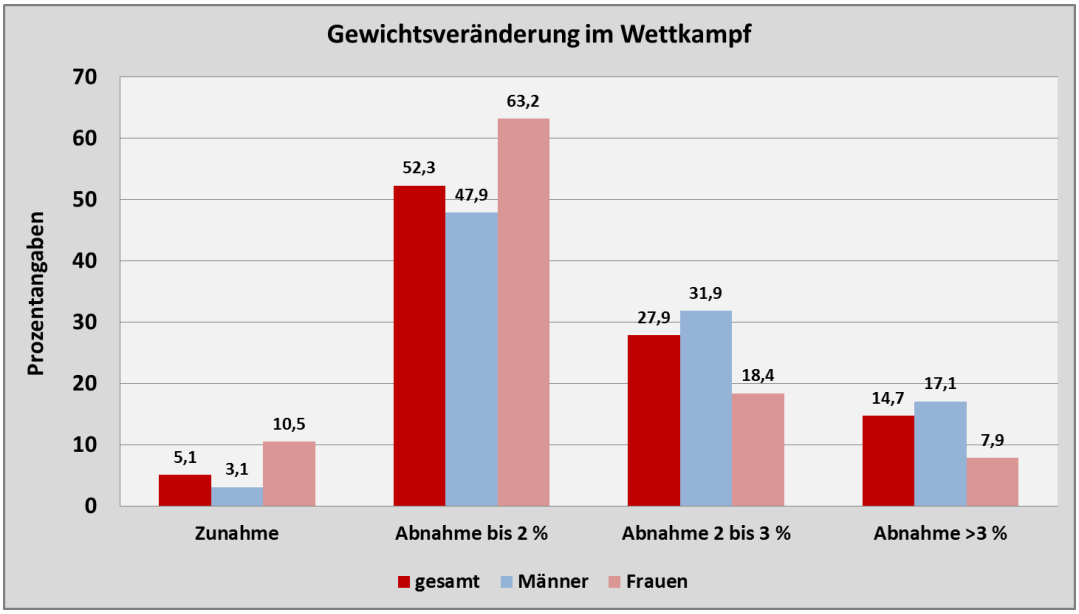

Abbildung 2: Verteilung des prozentualen Gewichtsverlusts

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass lediglich 52,3 % der Studienteilnehmer ihren Gewichtsverlust unter 2 % des Körpergewichts halten konnten, wobei hier die Männer im Geschlechtervergleich tendenziell eher Probleme haben, für eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu sorgen.

Wie eingangs erwähnt, sollte der Gewichtsverlust über eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr im Wettkampf weitestgehend kompensiert werden. Die von den Teilnehmern angegebenen Trinkmengen (Wasser, Elektrolytgetränke, Cola etc.) während des Wettkampfs wurden addiert und zur besseren Vergleichbarkeit gleichzeitig eine Normierung durchgeführt (Trinkmenge pro Stunde), (Tab. 4).

		P-Weg					FALKE-Marathon	
		Laufen			Biken		Laufen	
		HM	M	UM	M	UM	HM	M
m	abs. [L]	0,79 ± 0,62	1,74 ± 0,81	2,97 ± 0,97	1,43 ± 0,51	2,79 ± 0,98	0,76 ± 0,60	1,28 ± 0,39
	Rate [L/h]	0,36 ± 0,28	0,41 ± 0,17	0,44 ± 0,14	0,58 ± 0,23	0,49 ± 0,18	0,34 ± 0,24	0,32 ± 0,10
w	abs. [L]	0,63 ± 0,31	1,69 ± 0,81	2,45 -	1,39 ± 0,84	3,89 ± 0,18	0,54 ± 0,27	0,86 ± 0,63
	Rate [L/h]	0,27 ± 0,14	0,37 ± 0,12	0,27 -	0,43 ± 0,18	0,76 ± 0,04	0,24 ± 0,12	0,19 ± 0,14

Tabelle 4: Absolute Trinkmenge [L] und Trinkrate [L/h] während des Wettkampfs

Aus der Tabelle 4 ist die Trinkrate [L/h] genauer zu betrachten. Wie in der Einleitung erwähnt, wird in der heutigen Zeit propagiert, eine Trinkrate von 0,4 bis 0,8 L/h anzustreben. Allerdings wird dieses Ziel lediglich bei den Bikern (beide Distanzen) und bei den Läufern über die Ultramarathondistanz erreicht, alle anderen Gruppen liegen zum Teil deutlich unter den angestrebten Richtwerten.

Aus den Gewichtsverlusten (Tab. 3) und den zugeführten Flüssigkeiten (Tab. 4) kann die oben genannte Schweißrate – mit Einschränkungen – berechnet werden. Die produzierte Schweißmenge (hypothetischer Gewichtsverlust) unterstreicht deutlich die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Flüssigkeitszufuhr während des Wettkampfs. In der folgenden Tabelle 5 ist der berechnete hypothetische Gewichtsverlust dargestellt. Bei der Betrachtung der Mittelwerte ist festzustellen, dass in keiner Gruppe der Gewichtsverlust unterhalb von 2 % liegt. Selbst bei den kurzen Distanzen (HM), die eine Belastungsdauer von ca. 2 – 2,5 Stunden aufweisen, liegen die Verluste deutlich über 2 % des Körpergewichts. Aufgrund der Methodik der Untersuchungsreihe (Feldversuche) konnte die zugeführte Flüssigkeitsmenge nicht gewogen werden. Bei der Datenaufnahme/-auswertung wurden bei den Trinkmengen im Zweifelsfall immer niedrigere Werte angenommen, wobei davon ausgegangen werden kann, dass die Trinkmengen möglicherweise etwas zu niedrig erfasst wurden. Dadurch ist davon auszugehen, dass die realen Schweißverluste (Tab. 5) eher höher ausfallen.

		P-Weg					FALKE-Marathon	
		Laufen			Biken		Laufen	
		HM	M	UM	M	UM	HM	M
m	Verlust [kg]	2,42 ± 0,53	4,27 ± 0,79	6,22 ± 1,46	2,39 ± 0,59	3,97 ± 1,44	2,23 ± 0,61	3,51 ± 0,52
	Verlust [%]	3,04 ± 0,65	5,44 ± 1,03	7,69 ± 0,97	3,02 ± 0,75	4,73 ± 1,59	2,76 ± 0,42	4,48 ± 0,77
w	Verlust [kg]	1,59 ± 0,31	2,85 ± 0,59	5,20 -	1,79 ± 0,70	4,84 ± 1,18	1,59 ± 0,31	1,95 ± 0,78
	Verlust [%]	2,37 ± 0,52	4,63 ± 0,73	8,71 -	2,71 ± 0,69	8,33 ± 2,37	2,59 ± 0,52	3,11 ± 1,44

Tabelle 5: Hypothetischer Gewichtsverlust während des Wettkampfs

Neben dem Bewusstsein, dass eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr im Wettkampf von wesentlicher Bedeutung ist, und den individuellen Vorlieben hinsichtlich der Getränkewahl und -menge, wird das Trinkverhalten sicherlich von zwei äußeren Faktoren bestimmt. Dazu gehören die Witterungsbedingungen und die im Wettkampf zu erbringende körperliche Leistung.
In der Tabelle 6 sind die durchschnittlichen Außentemperaturen im Start-/Zielbereich während der Wettkampfphase aufgeführt.

	P-Weg					FALKE-Marathon	
	Laufen			Biken		Laufen	
Jahr	HM	M	UM	M	UM	HM	M
2009	17,8	17,9	17,8	15,2	15,6	-	-
2011	26,6	24,1	23,2	20,8	-	12,4	11,2
2012	27,1	23,8	22,4	23,0	25,6	21,6	22,3

Tabelle 6: Durchschnittliche Lufttemperaturen während der Wettkämpfe

Wie zu erkennen ist, sind bei den einzelnen Veranstaltungen und den unterschiedlichen Jahren deutliche Temperaturunterschiede feststellbar, obwohl alle Wettkampftermine immer im Herbst (September/Oktober) stattgefunden haben. Die unterschiedlichen Temperaturen bei den Disziplinen am gleichen Tag resultieren daraus, dass die Ultramarathonläufer bereits morgens früh starteten und ca. 2 bis 3 Stunden bei zum Teil noch angenehmen/kühlen Temperaturen aktiv waren, während die Halbmarathonläufer erst kurz vor Mittag starteten und die Temperaturen teilweise um einige Grade höher lagen.
Neben der Außentemperatur spielt die Intensität der körperlichen Aktivität (sportliche Leistung) in der Thermoregulation des Menschen eine zentrale Rolle, da ein Großteil der

erbrachten Energie im Körper als Wärme abgegeben werden muss, um eine Erhöhung der Körperkerntemperatur zu vermeiden. Je höher die sportliche Leistung desto mehr Wärme muss über die entsprechenden körpereigenen Mechanismen abgeführt werden. Aufgrund des kupierten Geländes mit ständigem Wechsel von Anstiegen bzw. Gefällen ist eine exakte Ermittlung der Leistung nicht möglich. Aus diesem Grund beschränkt sich in dieser Untersuchung die Leistungseinschätzung auf die errechnete durchschnittliche Geschwindigkeit im Wettkampf (Tabelle 7).

		P-Weg					FALKE-Marathon	
		Laufen			Biken		Laufen	
		HM	M	UM	M	UM	HM	M
m	v [km/h]	9,9 ± 1,9	10,1 ± 0,9	10,1 ± 1,6	17,5 ± 2,8	15,4 ± 1,6	10,1 ± 2,1	10,5 ± 1,8
w	v [km/h]	8,8 ± 1,5	9,6 ± 1,3	7,3 -	14,2 ± 1,9	17,2 ± 1,7	9,6 ± 1,0	10,1 ± 0,6

Tabelle 7: Durchschnittliche Wettkampfgeschwindigkeiten

Bei den aufgeführten Geschwindigkeiten ist zu bedenken, dass es sich bei den Wettkämpfen um Strecken im Naturgelände mit vielen Höhenmetern handelt, während die großen Marathon-Events auf geraden (ohne Höhendifferenzen) und asphaltierten Strecken absolviert werden.

Diskussion:

Die vielen Hinweise in den Medien, sowohl im Wettkampf als auch im Training für eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr im Ausdauersport zu sorgen, sind unserer Meinung nach durchaus berechtigt. Immerhin sind in unserer Untersuchung bei 42,6 % der Teilnehmer die Trinkmengen zu niedrig. Die Thermoregulation des menschlichen Körpers, insbesondere bei sportlicher Belastung, und dem damit verbundenen Flüssigkeitsausgleich ist sehr komplex und wird von vielen inneren und äußeren Faktoren beeinflusst. Bezüglich des Trinkverhaltens spielen auch individuelle Vorlieben der Sportler eine große Rolle. Für Wettkampfteilnehmer, die z. B. auf eine möglichst gute Platzierung bedacht sind, kostet eine Flüssigkeitsaufnahme „zu viel Zeit“ und wird somit auch bewusst vermieden, wobei dieses Verhalten sicherlich nur bei kurzen Distanzen (Halbmarathon) möglich ist.
Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die männlichen Teilnehmer einen höheren prozentualen Gewichtsverlust aufweisen als die Frauen, obwohl die Trinkrate [L/h] geringfügig höher ist. Dafür können mehrere Gründe genannt werden. In der Regel ist der Anteil der Muskelmasse im Verhältnis zum Körpergewicht bei den Männern höher als bei den Frauen. Die Muskelmasse ist als „aktive Masse“ maßgeblich an der Wärmeproduktion im Körper beteiligt, wodurch es zu einem schnelleren Anstieg der Körpertemperatur und letzten Endes auch zu schnellerem bzw. vermehrtem Schwitzen kommt. Neben der Körperzusammensetzung spielt aber auch das Verhältnis zwischen der Körperoberfläche und dem Körpervolumen eine Rolle. Wie eigene Berechnungen (Abb. 3) an 5849 Probanden

zeigen, wird das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen mit zunehmendem BMI (BodyMassIndex) kleiner.

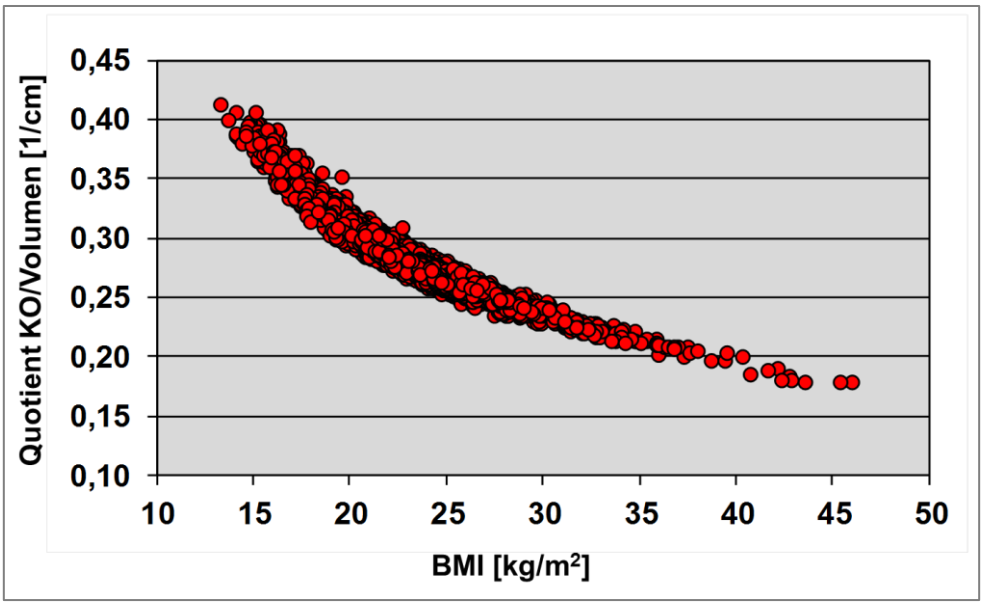

Abbildung 3: Körperoberfläche/Körpervolumen vs BMI

Dies bedeutet für die Thermoregulation, dass mit höherem BMI die Wärmeabgabe über die Körperoberfläche (Haut) schwieriger wird und es daher zu einer vermehrten Schweißproduktion kommen muss. Bei unseren Studienteilnehmern liegt der durchschnittliche BMI bei den Männern mit 24,1 ± 1,9 kg/m^2 signifikant ($p < 0,001$) über dem der Frauen (22,6 ± 3,2 kg/m^2).
Neben den auf der reinen Anthropometrie basierenden Phänomenen ist die im Wettkampf erbrachte Leistung ein weiterer Einflussfaktor. Bei gleichen Laufgeschwindigkeiten (Männer und Frauen) wäre die real erbrachte Leistung (Watt) bei den Männern trotzdem höher, da aufgrund des kupierten Streckenverlaufs (Steigungsläufe) das höhere Körpergewicht zur Erhöhung der zu erbringenden Leistung beiträgt. Bei fast allen Disziplinen ist die Wettkampfgeschwindigkeit bei den Männern höher als bei den Frauen (Tab. 7), wodurch das Phänomen der vermehrten Wärmeproduktion und somit erforderlichen Schweißbildung noch verstärkt wird.
Interessant ist ein Vergleich der beiden Disziplinen Laufen und Biken. Der prozentuale Gewichtsverlust fällt bei beiden Bike-Disziplinen um einiges niedriger aus als bei den Laufdisziplinen und bleibt im Gruppenmittel unter dem Orientierungswert von 2 %. Dieses ist sowohl mit den absoluten Trinkmengen als auch mit der Trinkrate (L/h) zu erklären. Die Biker weisen bei beiden Parametern höhere Werte auf als die Läufer. Eine ausreichende, regelmäßige Flüssigkeitszufuhr wird bei den Bikern somit (im Gruppenmittel) nahezu umgesetzt. Ein Grund wird sicherlich sein, dass es für die Biker einfacher/leichter ist, Getränke mit sich zu führen. Getränkeflaschen können am Fahrrad montiert werden, während Läufer diese direkt am Körper tragen müssten. Da allerdings die Veranstalter durch eine Vielzahl an Verpflegungsstationen für eine optimale Versorgung der Sportler mit Getränken sorgen, liegt das Problem wohl nicht an dem Zugang des Sportlers zu den Getränken, sondern eher daran, dass es bei der Disziplin Biken durch Rollphasen eher die

Möglichkeit gibt, Getränke zu sich zu nehmen. Die impulsförmigen Stoßbelastungen und erhöhten koordinativen Anforderungen, bedingt durch das Gelände (Sturzgefahr) beim Laufen, können die Flüssigkeitsaufnahme erschweren. Hinzu kommt, dass die erforderlichen Mengen zu Magenproblemen (Unwohlsein) bei den Läufern führen können und deshalb nicht ausreichend getrunken wird. Die Hypothese, das die Biker die Trinkempfehlung besser umsetzen als die Läufer, wird durch die Betrachtung der Korrelation (Tab. 8) zwischen der Wettkampfzeit und dem Gewichtsverlust unterstrichen.

		Gewichtsverlust [%]
Läufer	**Wettkampfzeit [min]**	0,489*
Biker	**Wettkampfzeit [min]**	0,043

Tabelle 8: Korrelationskoeffizienten (* signifikant p<0,001)

Aus den Korrelationen wird deutlich: je länger die Wettkampfzeit desto größer der Gewichtsverlust bei den Läufern. Bei den Bikern ist dieses Phänomen nicht mehr nachweisbar, da das Trinkverhalten dementsprechend angepasst wurde.
Als letzte äußere Größe, die die Thermoregulation des menschlichen Körpers unter körperlicher/sportlicher Belastung beeinflusst, ist die Außentemperatur während des Wettkampfs zu nennen. Eine exakte durchschnittliche Außentemperatur konnte nicht ermittelt werden, da die Temperaturen ausschließlich im Start-/Zielbereich und nicht auf den einzelnen Streckenabschnitten erfasst wurden. Außerdem sind Aussagen über den Einfluss der Temperatur schwierig, da für allgemeingültige Aussagen bei unterschiedlichen Temperaturen das Probandenkollektiv hätte identisch sein müssen und nicht wie hier, bei unterschiedlichen Temperaturen unterschiedliche Kollektive. Korrelationsrechnungen (n. Spearman-Rho) haben allerdings ergeben, dass mit zunehmender Temperatur der proz. Gewichtsverlust in der Gesamtpopulation erwartungsgemäß geringfügig zunimmt ($r=0,195$; $p<0,05$). Eine signifikante Korrelation zwischen der Außentemperatur und der zugeführten Flüssigkeitsmenge ($r = 0,1$; n.s.) konnte allerdings nicht nachgewiesen werden. Dieses scheint zunächst verwunderlich, doch wenn aus den oben genannten Gründen (Magenprobleme, Geländeart, Sturzgefahr etc.) eine Steigerung der Flüssigkeitszufuhr limitiert wird, kann diese auch nicht erhöht werden, nur weil die Außentemperatur höher ist. Auffallend (dies könnte als kompensatorisches Phänomen betrachtet werden) ist, dass die durchschnittliche Wettkampfgeschwindigkeit mit zunehmender Temperatur abnimmt ($r = -0,251$; $p< 0,005$).

Fazit:

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass insbesondere die Läufer ein Augenmerk auf ihr Trinkverhalten legen sollten. Neben den Überlegungen und der Suche nach Gründen (biologische und physikalische Phänomene) für das unterschiedliche Trinkverhalten zwischen Läufern und Bikern, dürfen individuelle Vorlieben und auch persönliche Erfahrungen auf keinen Fall vernachlässigt werden. Aus diesem Grund ist es zwar aus medizinischer, physiologischer Sicht erstrebenswert, gewisse Grenzwerte hinsichtlich des Gewichtsverlustes im Wettkampf oder Training nicht zu überschreiten, allerdings sollten diese lediglich

Orientierungswerte darstellen und nicht dogmatisch das eigene Vorgehen in Frage stellen. Zum objektiven Einschätzen des eigenen Trinkverhaltens im Training oder Wettkampf wäre es daher sinnvoll das Körpergewicht (wie in unserer Untersuchungsreihe) vor und nach der sportlichen Aktivität zu messen und zu dokumentieren, um bei zu hohen prozentualen Verlusten das eigene Trinkverhalten zu überdenken und ggf. anzupassen.

Für Fragen und/oder Anregungen stehen wir jederzeit zu Verfügung!

Kontaktdaten
Email: Martin.Steuer@hellersen.de
Tel.: 02351 - 945 2598

www.sportklinik-hellersen.de