

3.6 Einfluß von Gewicht auf die Belastungsparameter beim Fahrradfahren

3.6.1 Fragestellung

Fahrradfahren kann mit dem Transport hoher Gewichte verbunden sein, sei es beim Tourenradfahren in der Form großer Zusatzlasten oder mit einem hohen Körpergewicht. Nicht zu vernachlässigen ist das Eigengewicht des Fahrrades, je nach Disziplin und Ausführung variiert das Gewicht des Fahrrades bis zu einer Spanne von 10 kg. Generell spielt das Gewicht beim Fahren in der Ebene eine untergeordnete Rolle, da es vom Fahrrad "getragen" wird. Beim Bergauffahren hingegen muß das Gewicht nicht nur horizontal, sondern auch vertikal beschleunigt werden, was mit einer wesentlich höheren Belastungsintensität verbunden ist.

Über den konkreten Einfluß von Gewicht auf die Belastungsparameter konnten in der Literatur keine Erhebungen aus sportmedizinischer Sicht gefunden werden.

Im Mittelpunkt der vorliegenden Teilstudie steht daher die Beantwortung der folgenden Frage:

- ◆ Welchen Einfluß üben unterschiedlich schwere Zusatzlasten beim Fahrradfahren an einer mäßigen Steigung auf die Belastungsparameter Leistung, Herzfrequenz, Laktat und RPE aus?

3.6.2 Methodik

3.6.2.1 Untersuchungsgut

Im Rahmen dieser Studie wurden 5 Probanden im Alter von 27-32 Jahren untersucht. Die anthropometrischen Daten der Probanden sind Abbildung 3.6–1 zu entnehmen.

n=5	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
\bar{x}	29,0	182,6	73,9
$\pm s$	2,1	2,7	9,1

Abbildung 3.6–1: Anthropometrische Daten der 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

Die Probanden waren mit einer Ausnahme anamnestisch und klinisch gesund. Bei einem Proband verhielt sich der Blutdruck unter Belastung entsprechend der Empfehlungen von HECK (HECK et al. 1984) (s. Kapitel 2.2.1) tendenziell belastungshyperton. Dieser Befund beeinflusste jedoch nicht die Teilnahme dieses Probandens an der Studie.

Die Probanden dieser Teilstudie waren auch Probanden der Teilstudie »Mountainbiking-1« (Kapitel 3.3).

3.6.2.2 Untersuchungsgang

Der Feldtest wurde auf einem mit dem SRM-Trainingsystem ausgestatteten Mountainbike durchgeführt; in Abweichung von der in Kapitel 2.2 beschriebenen allgemeinen Vorgehensweise wurde dieser wie folgt durchgeführt.

Teststrecke

Als Teststrecke diente ein Fahrradweg an der Landstraße von Rösrath in Richtung Forsbacher Mühle im Königsforst. Die Gesamtteststrecke maß ca. 1,7 km. Das Gelände war leicht ansteigend, der Boden asphaltiert.

Versuchsablauf

Jeder Proband führte insgesamt 4 Testfahrten in randomisierter Reihenfolge ohne und mit unterschiedlichen Zusatzlasten (0 kg, 15 kg, 30 kg, 45 kg) bei vorgegebener konstanter Tretfrequenz von 75 min^{-1} durch. Das Übersetzungsverhältnis war in einem schmalen Bereich wählbar: vorgegeben war das mittlere Kettenblatt (42 Zähne); die Zahnkränze 3 (24 Zähne), 4 (21 Zähne) oder 5 (18 Zähne) waren frei wählbar.

Jeder Proband bestimmte zu Beginn der Testserie in einer anfänglichen Probefahrt einmal eine Übersetzung und somit eine fixe Geschwindigkeit, die über die gesamte Versuchsreihe für jeden Proband konstant blieb. Interindividuelle Unterschiede der Leistungsfähigkeit wurden somit berücksichtigt.

Eine Testfahrt dauerte je nach Übersetzungswahl 5-6 min. Zwischen den Fahrten bestand für jeden Probanden jeweils eine Pause von mindestens 30 min.

In Abbildung 3.6–2 ist der Versuchsablauf für jeweils einen Proband schematisch dargestellt. Die Untersuchung wurde randomisiert durchgeführt.

Testfahrt	Zeit	Inhalt
1	5-6 min	Fahrradfahrt mit 0, 15, 30, oder 45 kg Zusatzlast
	insg. mind. 30 min	Laktatabnahme, langsame Rückfahrt + Pause
2	5-6 min	Fahrradfahrt mit 0, 15, 30, oder 45 kg Zusatzlast
	insg. mind. 30 min	Laktatabnahme, langsame Rückfahrt + Pause
3	5-6 min	Fahrradfahrt mit 0, 15, 30, oder 45 kg Zusatzlast
	insg. mind. 30 min	Laktatabnahme, langsame Rückfahrt + Pause
4	5-6 min	Fahrradfahrt mit 0, 15, 30, oder 45 kg Zusatzlast
	insg. mind. 30 min	Laktatabnahme, langsame Rückfahrt + Pause

Abbildung 3.6–2: Schematische Darstellung des Versuchsablaufs (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

Erhobene Parameter

In dieser Teilstudie wurden folgende Parameter erhoben; sie lassen sich in abhängige und unabhängige Variablen unterteilen.

◆ Unabhängige Variablen

Tretfrequenz (min^{-1}): 75
Übersetzung: 3 Wahlmöglichkeiten
Geschwindigkeit (km/h): 3 Geschwindigkeiten je nach Übersetzungswahl
Zeit (s): 3 Zeiten je nach Übersetzungswahl

◆ Abhängige Variablen

Leistung (Watt)
Herzfrequenz (min^{-1})
Laktat (mmol/l): E, E₃, E₅
RPE
Energieverbrauch (Kcal)

Die Abspeicherfrequenz des SRM-Powercontrols für die Parameter P, Hf, Tf, v betrug eine Sekunde. Die Laktatabnahmen erfolgten direkt nach Belastungsende (E), nach der 3. Erholungsminute (E₃) und nach der 5. Erholungsminute (E₅).

3.6.3 Ergebnisse

3.6.3.1 Ergebnisse der Fahrradergometrie

Abbildung 3.6–3 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der fahradergometrisch erhobenen Parameter für die 5 breitensportlich ambitionierten Mountainbikefahrer.

n=5		Leistung				Herzfrequenz		Belastungsgefühl		Laktat
		P-max (Watt)	P- 3mmol (Watt)	P-rel (Watt/kg)	Pist-von- Psoll (%)	Hf-max (1/min)	Hf- 3mmol (1/min)	RPE- max	RPE- 3mmol	La (mmol/l)
\bar{x}		324,6	236,0	4,4	48,0	184,8	163,0	19,2	16,0	10,3
$\pm s$		30,6	24,9	0,5	14,9	11,5	13,7	0,4	1,2	2,6

Abbildung 3.6–3: Mittelwerte und Standardabweichungen der fahradergometrisch erhobenen Parameterwerte für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

Die genauen Werte der einzelnen Parameter sind der Tabelle zu entnehmen. Insgesamt zeigten sich die Probanden mit 48 Prozent über der alters- und gewichtsbezogenen Norm liegend (s. Kapitel 2.2.1) als überdurchschnittlich leistungsfähig.

3.6.3.2 Ergebnisse der Felduntersuchung

Abbildung 3.6–4 stellt die Mittelwerte und Standardabweichungen der im Feldtest erhobenen Parameter für die einzelnen Fahrten mit unterschiedlichen Zusatzlasten dar, Abbildung 3.6–5 deren statistische Abprüfung mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse.

		Leistung		Herzfrequenz		Treffrequenz		Geschwindigkeit		Zeit	Strecke	Belastungs- gefühl	Laktat	Energie- verbrauch
n=5		P _{mw} (Watt)	P _{max} (Watt)	H _{mw} (1/min)	H _{max} (1/min)	T _{mw} (1/min)	T _{max} (1/min)	v _{mw} (km/h)	v _{max} (km/h)	t-ges (h:mm:ss)	s (km)	RPE	La (mmol/l)	Ev (kcal)
0kg	\bar{x}	2156	3100	133,0	146,4	75,0	80,8	17,9	19,4	00:05:39	1,688	10,6	1,8	79,4
	$\pm s$	17,8	13,0	5,4	4,6	0,9	1,9	0,2	0,4	00:00:12	0,057	1,1	0,6	5,5
15kg	\bar{x}	236,4	354,6	137,5	150,4	75,2	83,4	17,9	19,8	00:05:46	1,719	12,0	2,6	88,1
	$\pm s$	14,7	57,5	3,2	6,3	0,4	7,1	0,1	1,7	00:00:06	0,028	1,7	0,5	4,8
30kg	\bar{x}	280,6	401,2	143,7	158,8	75,1	82,6	17,8	19,6	00:05:44	1,701	14,0	3,8	95,7
	$\pm s$	12,2	37,5	3,9	6,7	0,2	2,3	0,0	0,5	00:00:07	0,032	1,4	1,3	4,2
45kg	\bar{x}	284,5	418,4	148,9	163,8	74,5	80,2	17,6	19,1	00:05:46	1,691	15,8	5,2	104,1
	$\pm s$	14,9	26,5	4,5	7,7	0,6	1,3	0,1	0,3	00:00:07	0,031	1,1	1,5	3,6

Abbildung 3.6–4: Mittelwerte und Standardabweichungen der im Feldtest erhobenen Parameter für die einzelnen Fahrten mit unterschiedlichen Zusatzlasten für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

Die unabhängigen Variablen (T_{mw}, T_{max}, v_{mw}, v_{max}, t-ges, s) lagen erwartungsgemäß für die Fahrten mit unterschiedlichen Lasten in ähnlicher Größenordnung und unterschieden sich mit einer Ausnahme auch

statistisch nicht voneinander. Nur die mittlere Geschwindigkeit beim Fahren mit Zusatzlast von 45 kg unterschied sich jeweils signifikant zu allen anderen Fahrten mit Zusatzlast (Abbildung 3.6–4, Abbildung 3.6–5).

Alle abhängigen Variablen (Pmw, Pmax, Hfmw, Hfmax, RPE, La-max, Ev) nahmen ausnahmslos mit zunehmender Last jeweils zu; das zusätzliche Gewicht übte jeweils einen signifikanten Einfluß auf die genannten Variablen aus (Abbildung 3.6–4, Abbildung 3.6–5).

Effekt	p												
	Leistung		Herzfrequenz		Tretfrequenz		Geschwindigkeit		Zeit	Strecke	Belastungsgefühl	Laktat	Energieverbrauch
	Pmw	Pmax	Hfmw	Hfmax	Timw	Timax	v _{mw}	v _{max}	t-ges	s	RPE	La	Ev
Last	.000 **	.000 **	.000 **	.000 **	.357 -	.614 -	.010 **	.692 -	.415 -	.493 -	.000 **	.000 **	.000 **
Last (kg)													
0-15	**	*	**	*			-				.1	-	**
0-30	**	**	**	**			-				**	**	**
0-45	**	**	**	**			*				**	**	**
15-30	**	*	**	**			-				**	*	**
15-45	**	*	**	**			*				**	**	**
30-45	**	-	**	*			*				*	*	**

Abbildung 3.6–5: Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse für den Faktor Last der im Feldtest erhobenen Parameter für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie “Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren”)

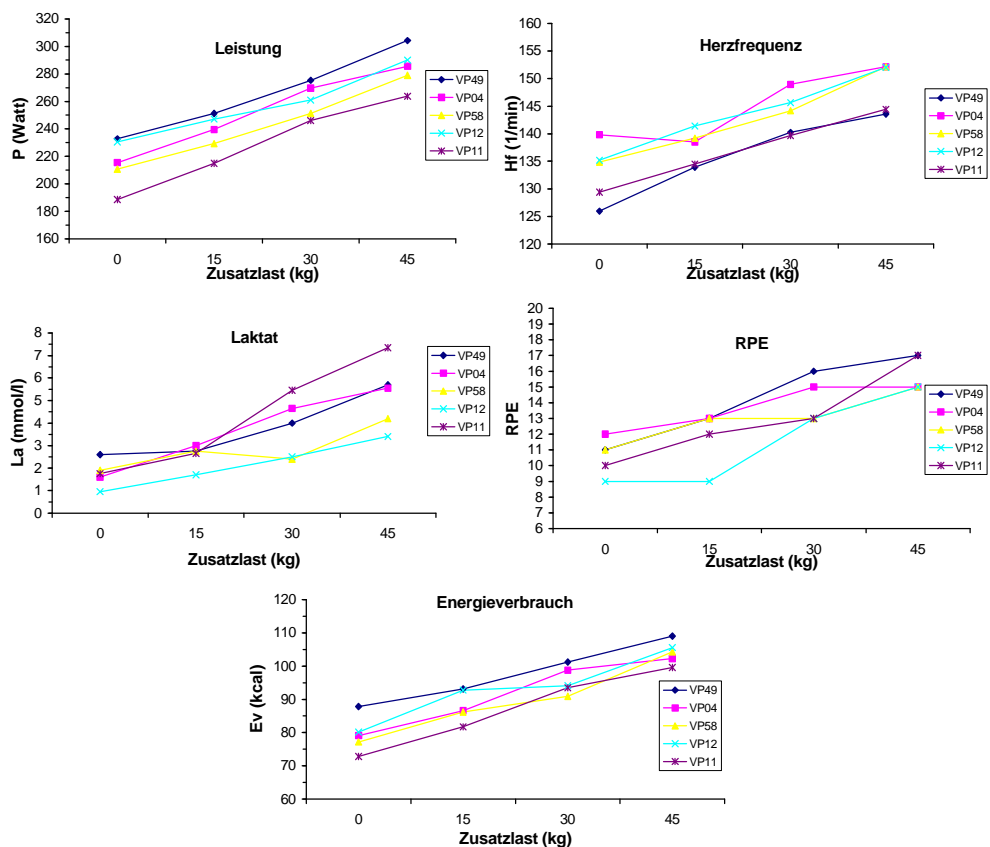


Abbildung 3.6–6: Graphische Darstellung der Mittelwerte der im Feldtest erhobenen abhängigen Parameter für die einzelnen Fahrten mit unterschiedlichen Zusatzlasten für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie “Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren”)

	P	
	linear	quadratisch
P/Last	.0000 **	.5544 -
Hf/Last	.0000 **	.7061 -
La/Last	.0071 **	.1551 -
RPE/Last	.0022 **	.5870 -
Ev/Last	.0000 **	.8891 -

Abbildung 3.6–7: Ergebnisse der Testung linearer bzw. quadratischer Kontraste ausgewählter im Feldtest erhobener Parameter für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

In Abbildung 3.6–6 sind die Einzelergebnisse jedes Probanden für das Fahren mit unterschiedlichen Zusatzlasten für die erhobenen abhängigen Variablen (Pmw, Hfmw, RPE, La, Ev) graphisch dargestellt. Der in der graphischen Darstellung zu beobachtende tendenziell lineare Anstieg der einzelnen Parameter mit der Zunahme der Zusatzlast ließ sich mittels der Testung linearer bzw. quadratischer Kontraste für die entsprechenden Variablen statistisch mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % absichern (Abbildung 3.6–7).

3.6.3.3 Relation von Fahrradergometrie- und Feldtestergebnissen

Abbildung 3.6–8 zeigt den mittleren prozentualen Anteil der im Feldtest erbrachten Leistung an der fahrradergometrisch erbrachten Maximalleistung für das Fahren mit unterschiedlichen Zusatzlasten. Beim Fahren ohne Zusatzlast belasteten sich die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer mit 66,7 % der fahrradergometrisch ermittelten Maximalleistung, mit einer Zusatzlast von 15 kg mit 73,2 %, mit einer Zusatzlast von 30 kg mit 80,8 % und mit einer Zusatzlast von 45 kg mit 88,1 %.

(n=5)		Zusatzlast			
		0 kg	15 kg	30 kg	45 kg
Pmw-feld von	\bar{x}	66,7	73,2	80,8	88,1
Pmax-lab (%)	$\pm s$	6,0	6,4	7,2	6,7

Abbildung 3.6–8: Mittelwert und Standardabweichung des prozentualen Anteils der im Feldtest mit unterschiedlicher Zusatzlast erbrachten Leistung an der fahrradergometrisch erbrachten Maximalleistung für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

3.6.3.4 Ergebnisse des Fragebogens

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, werden nur die Fragen des Fragebogens und deren Ergebnisse aufgeführt, die unmittelbar eine Relevanz für die Ergebnisdiskussion der vorliegenden Arbeit aufweisen, bzw. die aufgrund der geringen Fallzahl die Probandengruppe näher charakterisieren.

1) Frage: Treiben Sie außer Fahrradfahren Sport?

(n=5)	Absolute Häufigkeit
kein Sport	1
unregelmäßig Sport ($<1x/Wo$; nur im Urlaub)	0
regelmäßig Sport ($\geq 1x/Wo$)	4

Abbildung 3.6–9: Zusätzlich zum Fahrradfahren betriebener Sport für die 5 freizeitsportlich ambitionierten Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

4 der 5 Probanden gaben an, außer Fahrradfahren regelmäßig, d. h. ein und mehrmals pro Woche, Sport zu treiben; ein Proband übte außer Fahrradfahren keinen Sport aus (Abbildung 3.6–9).

(n=4)	seit Jahren	Häufigkeit (1/Wo)	Dauer/TE (min/TE)	Dauer/Woche (h/Wo)
\bar{x}	10,5	4,3	43,1	2,9
$\pm s$	8,9	1,9	29,7	1,9

Abbildung 3.6–10: Mittlere Belastungsnormative mit Standardabweichung für die zusätzlich zum Fahrradtraining ausgeführten sportlichen Aktivitäten für die regelmäßig sporttreibenden freizeitsportlichen Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren", $n=4$)

Im Mittel betrieben die regelmäßig sporttreibenden Probanden neben dem Fahrradfahren mit einer mittleren Häufigkeit von 4,3 pro Woche und einer mittleren Dauer von 2,9 h pro Woche weitere sportliche Aktivitäten (Abbildung 3.6–10).

2) Frage: Wie häufig fahren Sie mit dem Fahrrad (außer MTB)?

2 der 5 Probanden fuhren außer mit dem Mountainbike nicht oder nur unregelmäßig mit dem Fahrrad, drei Probanden fuhren ein- und mehrmals pro Woche regelmäßig.

(n=3)	seit Jahren	Häufigkeit (1/Wo)	Dauer/TE (min/TE)	Dauer/Woche (h/Wo)
\bar{x}	3,0	3,0	127,5	6,5
$\pm s$	2,6	1,0	22,5	2,6

Abbildung 3.6–11: Mittlere Belastungsnormative mit Standardabweichung für das Fahrradtraining (außer MTB) der freizeitsportlichen Mountainbikefahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren", $n=3$)

Im Mittel fuhren die drei regelmäßig mit dem Fahrrad fahrenden Probanden seit 3 Jahren wöchentlich dreimal und insgesamt 6,5 h Fahrrad (Abbildung 3.6–11).

3) Frage: In welchem Umfang trainieren Sie mit dem Mountainbike?

(n=5)	seit Jahren	Häufigkeit (1/Wo)	Dauer/TE (min/TE)	Dauer/Woche (h/Wo)
\bar{x}	3,5	2,5	183,0	8,4
$\pm s$	1,6	1,6	82,4	8,2

Abbildung 3.6–12: Mittlere Belastungsnormative mit Standardabweichung für das Mountainbike-training der 5 freizeitsportlichen Mountainbikfahrer (Studie "Einfluß von Gewicht beim Fahrradfahren")

Im Mittel trainierten die 5 Breitensportlich ambitionierten Mountainbikfahrer seit 3,5 Jahren wöchentlich 2,5 mal und insgesamt 8,4 h mit dem Mountainbike (Abbildung 3.6–12).