

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-806704>

## **Evaluierung des mechanischen Komforts von Sitzpolstern in Radhosen – Eine initiale Datenanalyse**

Frank I. Michel<sup>1</sup>, Sophie Richter<sup>1,2</sup>, Alisa Focke<sup>1</sup>, Vanessa Crazzolara<sup>1</sup> & Stefan Schwannitz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>VAUDE Sport GmbH & Co. KG, i-lab, Obereisenbach, Deutschland

<sup>2</sup>Technische Universität Chemnitz, Professur Sportgerätetechnik, Chemnitz, Deutschland

### **Kurzfassung**

Um den Einfluss des Sitzpolsters in Radhosen auf den mechanischen Komfort besser zu verstehen, wurden der Satteldruck und die Beckenbewegung in Abhängigkeit der Belastungsintensität sowie -dauer beim Radfahren analysiert. Die Ergebnisse der initialen Datenanalyse deuten darauf hin, dass weniger die Stabilitätsparameter, sondern eher die Druckwahrnehmung für die Beurteilung des mechanischen Komforts maßgeblich ist.

*Schlüsselwörter: Radhosen, Sitzpolster, Stabilität, Druckverteilung, IMU*

### **Einleitung**

Der Radsport ist schon seit einigen Jahren die beliebteste Sportart in Deutschland. Laut Sportsatellitenkonto sind 41 % der deutschen Bevölkerung aktive Radfahrer\*innen (BMW, 2021). Verglichen zum Laufsport, der die zweitbeliebteste Sportart ausmacht, steht das Radfahren im Zusammenhang mit der dafür notwendigen Sportausrüstung bisher weniger im wissenschaftlichen Fokus. Neben dem Fahrrad und dem Sattel trägt die Radhose mit ihrem Sitzpolster maßgeblich zum Sitzkomfort bei. Jedoch lassen sich nur sieben wissenschaftliche Beiträge von lediglich vier Autorengruppen zu den Themengebieten „Sitzpolster“ und „Radhosen“ recherchieren. In den meisten dieser Studien wird versucht, mittels Druckverteilungsmessungen Rückschlüsse auf die Nachgiebigkeitseigenschaften verschieden konstruierter Sitzpolster zu ziehen und Zusammenhänge zur subjektiven Evaluierung des Komforts bzw. Diskomforts zu ermitteln. Obwohl quantitative Unterschiede zwischen Sitzpolstern ermittelt wurden, konnte bisher keine Korrelation im Sinne einer Vorhersage zwischen Druckverteilungsdaten und subjektiver Evaluierung nachgewiesen werden (Marcolin et al., 2015; Wilkinson et al., 2019). Daher ist der Parameter „Stabilität“ zur Interpretation des wahrgenommenen Diskomforts in den Fokus gerückt. Als Indikator für die Stabilität wird der Druckschwerpunkt (Center of Pressure, CoP) mittels Druckverteilung (Larsen et al., 2019) oder die Beckenbewegung mittels 3D-Kinematik quantitativ bestimmt (Marcolin et al., 2015). Innerhalb der subjektiven Evaluierung wird der Parameter Stabilität separat abgefragt. Allerdings konnte auch hier bisher noch kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (Larsen et al., 2019; Marcolin et al., 2015). Das Ziel dieser initialen Datenanalyse, die zu einem größeren Projekt zur Optimierung von Sitzpolstern gehört, besteht in der objektiven und subjektiven Analyse des Parameters Stabilität. Dies erfolgt in Abhängigkeit von der Tretleistung (Belastungsintensität) sowie der Sattelzeit (Belastungsumfang).

## Methode

Die initiale Datenanalyse basiert auf sieben Datensätzen. Alle Proband\*innen (Geschlecht: 4 ♀, 3 ♂, Alter:  $\bar{x} \pm s$  34,6 ± 9,3 Jahre, Größe:  $\bar{x} \pm s$  173 ± 9,3 cm, Gewicht:  $\bar{x} \pm s$  68,6 ± 10,5 kg), die sich selbst als aktive Radsportler\*innen einschätzten, absolvierten zwei Sitzungen. In der ersten Sitzung wurde ein Ausbelastungstest (Rampentest) zur Ermittlung der funktionellen Schwellenleistung (Functional Threshold Power, FTP) durchgeführt, um die Belastungsintensität (70 % des FTP-Wertes; Trittfrequenz: 80 min<sup>-1</sup>) für den „Stuentest“ zu bestimmen, der in der zweiten Sitzung stattfand (Zwift, 2019). In beiden Sitzungen trugen die Proband\*innen ihre eigene Lieblingsradhose. Die Sitzhöhe wurde, analog den Angaben von Holliday (2019), für jede Person ermittelt und am Radergometer eingestellt (Abb. 1a). Als Indikator für die Beckenbewegung wurde in beiden Tests am Sakrum der Person eine Inertialmesseinheit (IMU) (myon aktos mini, menios; Aufnahme­frequenz: 2.000 Hz) befestigt, die die Sakrumwinkel im Raum sowie die Geschwindigkeit (Integral der Beschleunigung) zu definierten Zeitpunkten über 10 s aufzeichnete. Im Stuentest wurde zudem eine Satteldruckmessung (gebioMized®; Aufnahme­frequenz: 200 Hz; 64 resistive Sensoren) durchgeführt. Daraus konnte die Bewegung bzw. Ausdehnung des CoP in anterior-posteriorer (y) sowie in medio-lateraler (x) Richtung, einschließlich des sich daraus ergebenden Flächeninhalts ( $A=x*y$ ) berechnet werden. Auch im Stuentest wurden zu definierten Zeitpunkten die IMU- sowie die Druckverteilungsdaten über 10 s aufgezeichnet. Zudem beantwortete das Probandenkollektiv zu diesen Zeitpunkten (Tab. 1) standardisierte Fragen zur Stabilität (Gefühl des Rutschens/Wackelns auf dem Sattel) und zur Druckwahrnehmung.

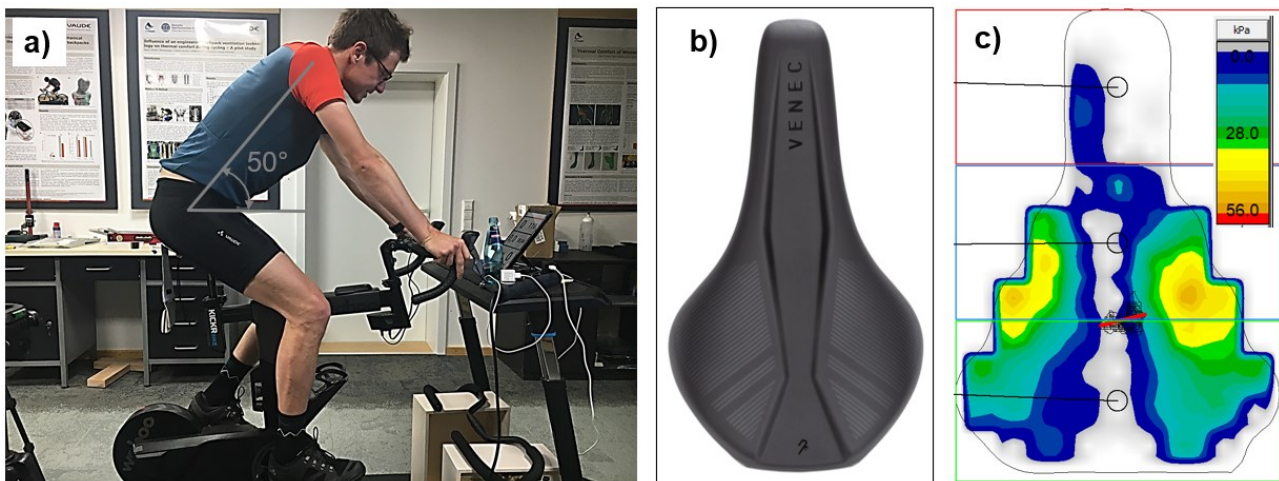


Abb. 1 a) Testsetup: Proband auf wahoo KICKR BIKE mit 50° standardisierter Rumpfneigung in Brakehood-Position; b) Sattel: Cube Natural Fit Venec; c) Exemplarisches Druckverteilungsbild mit Darstellung des Center of Pressure (CoP)

Die Aufbereitung und Auswertung der IMU- und Druckdaten erfolgte in MATLAB® (R2022a, MathWorks®). Zur Überprüfung von statistischen Zusammenhängen der ermittelten Parameter im Zeitverlauf wurden in RStudio (Version 1.3.1093) Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet ( $p \leq 0,05$ ).

## Ergebnisse

Innerhalb des Rampentests ist eine sehr hohe Korrelation zwischen der seitlichen Kippbewegung des Beckens (Frontalebene) und der Intensität [Watt] zu verzeichnen (Tab. 1). Mit zunehmender Intensität steigt die seitliche Kippbewegung des Beckens. Tendenziell nimmt mit zunehmender Intensität auch die Beckenrotation (Transversalebene) sowie die Sakrum-Geschwindigkeit (Integral der Beschleunigung) zu. Diesbezüglich kann für den Stundentest eine sehr hohe Korrelation zwischen der Sakrum-Geschwindigkeit und der Belastungsdauer analysiert werden. Für die drei Beckenwinkel konnten innerhalb des Stundentests keine signifikanten Korrelationen nachgewiesen werden.

Tab. 1 Mittelwerte (n = 7) der Sakrum-Geschwindigkeit (Integral der Beschleunigung) sowie Sakrum-Winkel als Indikator für die Beckenbewegung in drei Ebenen für den Rampentest und Stundentest (sig. Korrelationen jeweils in *fett* über den entsprechenden Datensatz angegeben:  $p^* \leq 0,050$ ;  $p^{**} \leq 0,010$ ).

	<b>Geschwindigkeit [m/s]</b>	<b>Frontalebene [°]</b>	<b>Transversalebene [°]</b>	<b>Sagittalebene [°]</b>
<b>Rampentest</b>	$\rho = 0,9$ ( $p = 0,0833$ )	$\rho = 1^{**}$	$\rho = 0,77$ ( $p = 0,103$ )	$\rho = -0,0286$ ( $p = 1$ )
100 W (n=7)	8,5 ± 2,4	5,3 ± 2,5	2,8 ± 2,3	2,7 ± 2,4
160 W (n=7)	8,0 ± 2,5	5,9 ± 2,9	2,5 ± 1,7	2,7 ± 2,8
220 W (n=7)	9,0 ± 2,5	6,1 ± 2,9	3,4 ± 2,3	2,5 ± 2,8
280 W (n=4)	10,3 ± 2,3	7,2 ± 3,0	5,6 ± 3,5	2,8 ± 3,2
340 W (n=3)	12,6 ± 4,6	9,4 ± 6,1	4,3 ± 1,8	3,8 ± 4,2
<b>Stundentest</b>	$\rho = 1^*$	$\rho = 0,1$ ( $p = 0,95$ )	$\rho = 0,7$ ( $p = 0,233$ )	$\rho = -0,1$ ( $p = 0,95$ )
3 min (n=7)	7,1 ± 1,3	4,1 ± 2,4	2,8 ± 1,4	1,1 ± 0,5
15 min (n=7)	7,3 ± 1,2	4,5 ± 2,5	2,9 ± 1,5	1,2 ± 0,6
30 min (n=7)	7,3 ± 0,7	4,8 ± 2,9	3,2 ± 2,1	1,1 ± 0,7
45 min (n=7)	7,8 ± 1,2	4,4 ± 2,3	3,5 ± 2,3	1,3 ± 0,6
60 min (n=7)	7,8 ± 2,2	4,2 ± 2,4	3,1 ± 2,2	0,9 ± 0,2

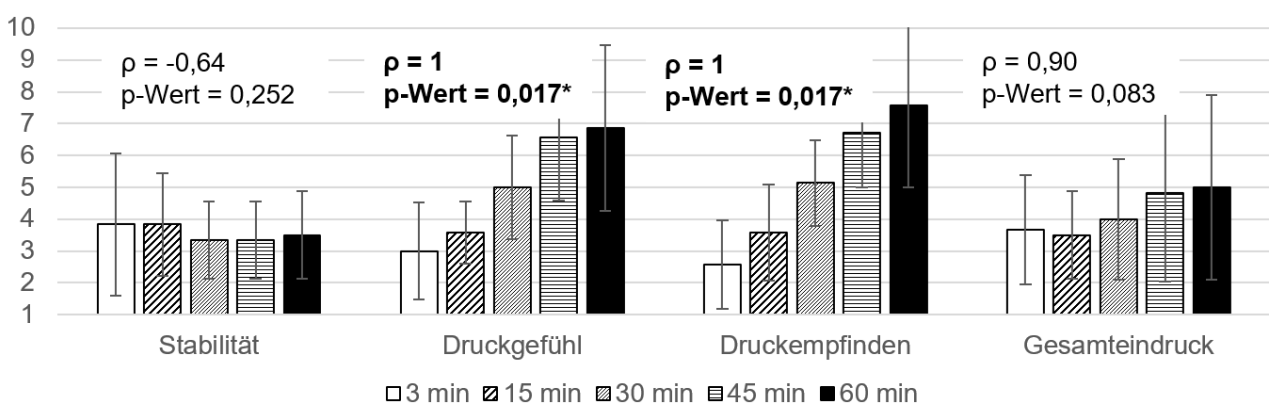


Abb. 2 Mittelwerte (n = 7) zur subjektiven Wahrnehmung (sig. Korrelationen jeweils in *fett* über dem entsprechenden Datensatz angegeben); Stabilität: 1=stabil ... 10=wacklig; Druckgefühl: 1=kaum spürbar ... 10=stark spürbar; Druckempfinden: 1=kaum unangenehm ... 10=sehr unangenehm; Gesamteindruck: 1=sehr gut ... 10=sehr schlecht ( $p^* \leq 0,050$ ;  $p^{**} \leq 0,010$ ).

Auch für die drei analysierten CoP-Parameter konnten keine signifikanten Korrelationen in Abhängigkeit von der Belastungsdauer detektiert werden. Dies betrifft ebenso die subjektive Beurteilung

der Stabilität (Abb. 2). Die Stabilität wird über die gesamte Belastungsdauer ähnlich wahrgenommen. Demgegenüber wird sowohl das Druckgefühl als auch das Druckempfinden mit zunehmender Belastungsdauer als signifikant spürbarer bzw. unangenehmer eingeschätzt.

## Diskussion

Die Ergebnisse der initialen Datenanalyse deuten darauf hin, dass mit zunehmender Belastungsintensität die Beckenbewegung in der Frontalebene zunimmt. Tendenziell ist dies auch für die Beckenrotation sowie für die Sakrum-Geschwindigkeit (Integral der Beschleunigung) zu beobachten. Leider liegen hierzu keine Vergleichsdaten vor. Allerdings wird berichtet, dass sich mit zunehmender Belastungsintensität die CoP-Bewegung vergrößert (Holliday, 2019). In Bezug auf die Belastungsdauer konnte Marcolin et al. (Marcolin et al., 2015) in einem 20-Minuten-Test für eine von drei Sitzpolsterkonditionen eine signifikante Zunahme ( $\varnothing 0,7^\circ$ ) der Beckenrotation analysieren. Dieser „Trend“ ist bis zu Minute 45 auch im vorliegendem Datensatz zu erkennen. Auch für einen möglichen Zusammenhang zwischen den erhobenen CoP-Parametern und der Belastungsdauer sind keine Vergleichsdaten in der Literatur zu sichten. Jedoch konnten Larsen et al. (Larsen et al., 2019) feststellen, dass mit zunehmender Belastungsdauer der wahrgenommene Diskomfort (Rate of Perceived Discomfort) zugenommen hat. In der vorliegenden Studie nahmen die Proband\*innen mit zunehmender Belastungsdauer das Druckempfinden als unangenehmer wahr. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass - basierend auf den vorliegenden Daten – bei einer Belastungsdauer von 60 min in einer moderaten Belastungsintensität ( $\varnothing 163$  W) und Herzfrequenz ( $\varnothing 146$  bpm) keine signifikanten Änderungen der Beckenbewegung auftreten und diese auch nicht durch die Personengruppe als solche wahrgenommen werden. Vielmehr deuten die Daten zur subjektiven Evaluierung darauf hin, dass das Druckgefühl auf die Beurteilung des Gesamteindrucks und somit der Wahrnehmung des Diskomforts eine dominantere Rolle spielen könnte. Zukünftig sollte für die Evaluierung von Sitzpolstern sowohl eine variierende Belastungsintensität als auch eine längere Belastungsdauer berücksichtigt werden.

**Interessenskonflikt** Wir erklären keine Interessenskonflikte.

**Finanzierung** Im Rahmen des A4SEE Fellowship-Programms erhielt Sophie Richter zur Durchführung der Studie finanzielle Unterstützung.

## Literatur

- BMW. (2021). *Sportwirtschaft: Fakten & Zahlen - Ausgabe 2021*. Zugriff unter [www.bisp.de/Shared-Docs/Kurzmeldungen/DE/Nachrichten/2021/SSKSportwirtschaft2021.html](http://www.bisp.de/Shared-Docs/Kurzmeldungen/DE/Nachrichten/2021/SSKSportwirtschaft2021.html)
- Holliday, W. (2019). Intrinsic factors, performance and dynamic kinematics in optimisation of cycling biomechanics, Dissertation University of Cape town.
- Larsen, A., Hansen, E. A., & Madeleine, P. M. (2019). Effects of cycling shorts padding on perceived discomfort and saddle pressure distribution among female cyclists in laboratory conditions. *24<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science, ECSS, Prague, 3-6 July 2019*, 66-67.
- Marcolin, G., Petrone, N., Reggiani, C., Panizzolo, F. A., & Paoli, A. (2015). Biomechanical comparison of shorts with different pads: An insight into the Perineum Protection Issue. *Medicine*, *94*(29), 1-8.

Wilkinson, R. D., Marcus, M., Williams, J., & Carver, T. (2019). Effect of chamois design on rider comfort and saddle pressure during sub-maximal cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 51(6), 52-52.

Zwift. (2019). *Zwift How-To: Using a Ramp Test to Find Your FTP*. Zugriff unter [www.zwift.com/news/14263-zwift-how-to-using-a-ramp-test-to-find-your-ftp?\\_\\_znl=de-de](http://www.zwift.com/news/14263-zwift-how-to-using-a-ramp-test-to-find-your-ftp?__znl=de-de)