

---

## **Anthropometrische Grundlagen für die Optimierung der Sitzposition im Radsport**

Björn Stapelfeldt (Projektleiter) & Malte Wangerin

Universität Freiburg, Institut für Sport und Sportwissenschaft

### **Problem**

Die Sitzposition ist ein im Radsport viel diskutiertes Problemfeld. Von ihrer Optimierung erhoffen sich Trainer und Athleten Leistungsverbesserung in unterschiedlichem Ausmaße, da die Position auf dem Rad als biomechanische Voraussetzung für die Pedalierbewegung gesehen wird.

Bisher existieren zur Einstellung der Sitzposition Meisterlehren, deren Herkunft unklar ist (Lemond, 1988; Too, 1990). Wissenschaftliche Publikationen befassen sich lediglich mit der Sitzhöhe (Too, 1990).

Die Pedalierbewegung ist ein aufeinander abgestimmtes Zusammenspiel von Einzelbewegungen in Hüft-, Knie- und Fußgelenk. Das räumliche Muster dieser Bewegung legt die Kraftübertragung zwischen den beteiligten Muskeln und dem Pedal fest. Die Pedalierbewegung bzw. die Beiträge der einzelnen Gelenksysteme werden von der Sitzposition des Fahrers auf dem Rad bestimmt. Diese ist durch die räumliche Anordnung von Sattel, Lenker und Pedal - gleichsam den drei Kontaktstellen zwischen Fahrer und Rad - festgelegt. Ein großer Abstand zwischen Sattel und Pedal führt zu einer gestreckten Beinhaltung, während ein kleinerer Abstand zu einer gebeugten Beinhaltung führt. Es besteht somit ein Bezug zwischen Sitzposition und den Winkeln im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk und damit auch zu den Muskellängen und so zur Kraft-Längen-Relation des Muskels (Yoshihuku & Herzog, 1990).

Im Gegensatz zu bisherigen Untersuchungen, welche unter Laborbedingungen das die effizienteste Sitzposition suchten, wurde in dieser empirischen Feldstudie geprüft, ob bei Eliteradsportlern in Abhängigkeit individueller Körpermaße eine spezielle Radsitzposition besteht.

## Methode

Bei  $N = 30$  Elitefahrern und  $N = 29$  Elitefahrerinnen (beides Straße) wurden ausgewählte anthropometrische Daten (Längenmaße) und die die Sitzposition definierenden Radmaße erfasst (vgl. Abb. 1). Grundlage ist der Abstand der Berührungspunkte zueinander, nicht die Rad- oder Rahmengenometrie.

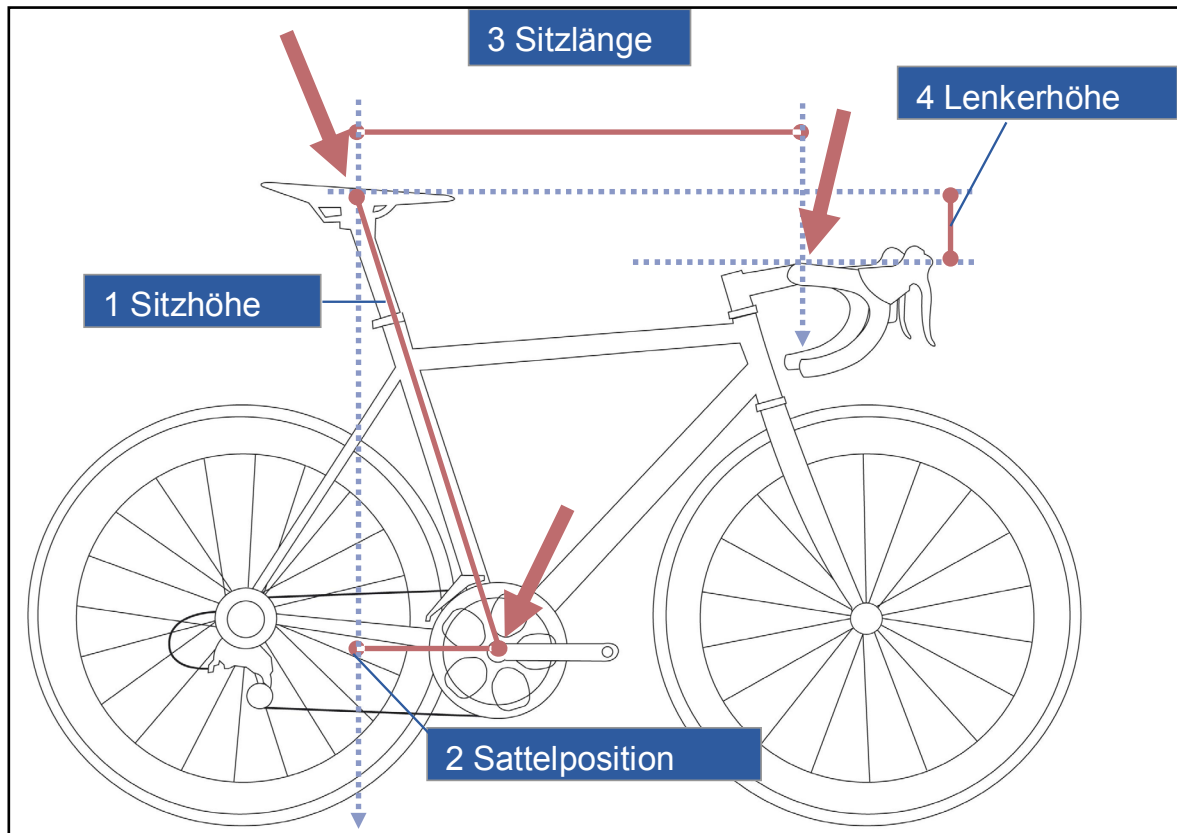


Abb. 1: Maße der Sitzposition auf Basis der Berührungspunkte Fahrer-Rad

Körpermaße und Radmaße wurden auf ihren Zusammenhang mittels bivariater und multipler Korrelation untersucht, mit den Radmaßen als abhängiger und den Körpermaßen als unabhängiger Variable.

## Ergebnisse

Die stärksten Merkmalzusammenhänge zwischen Körper- und Radmaßen ergaben sich für beide Geschlechter bei der Sitzhöhe und der Sitzlänge. Für die Sitzhöhe sind die Maße der Beinlänge, das heißt die Trochanterhöhe, die Darmbeinpunkthöhe sowie die Innenbeinlänge determinierend. Bei den Herren besteht hinsichtlich der Darmbeinpunkthöhe eine annähernd einheitliche Sitzhöhe (Abb. 2). Das zugehörige Bestimmtheitsmaß des Zusammenhangs liegt bei  $r^2 = 0,89$ . In der Damen-Gruppe weist die Innenbeinlänge mit  $r^2 = 0,81$  den größten Zusammenhang zur Sitzhöhe auf.

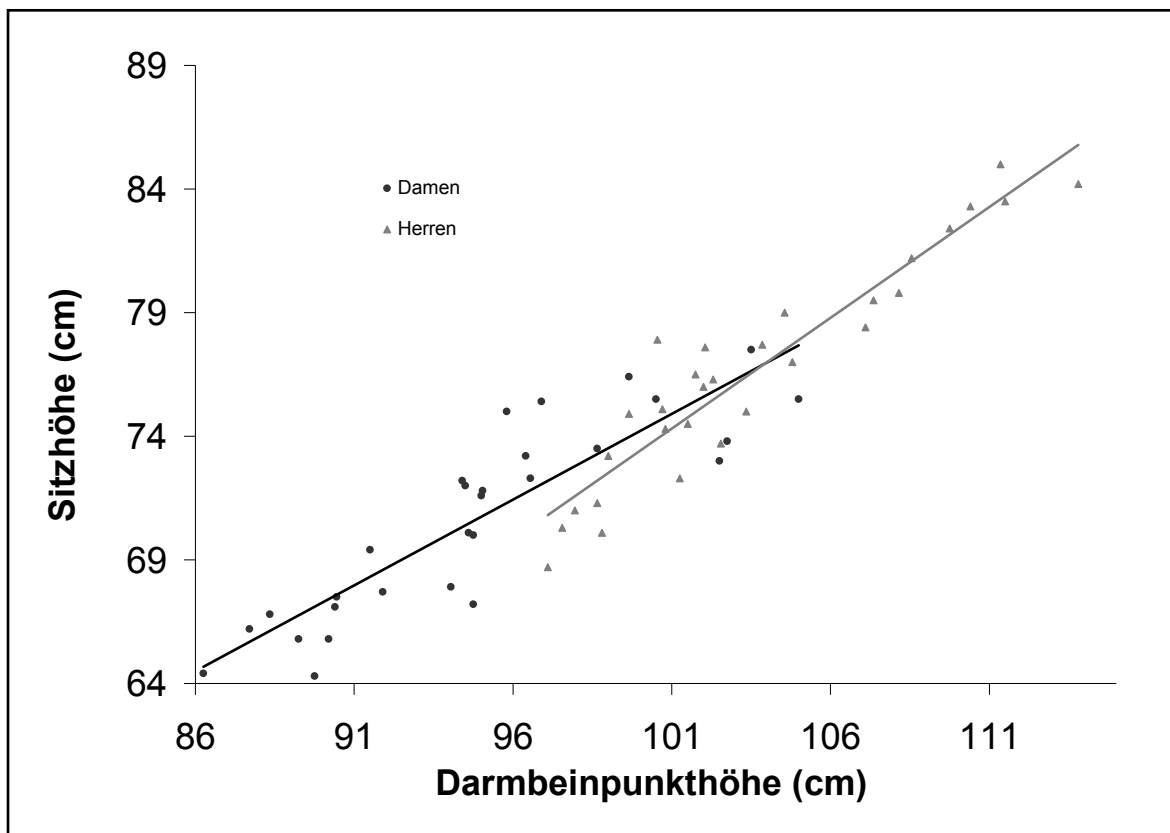


Abb. 2: Zusammenhang von Sitzhöhe und Darmbeinpunkthöhe

Bezüglich der Sitzlänge konnte in der Herrengruppe wie auch in der Damengruppe der stärkste Merkmalszusammenhang hinsichtlich der Darmbeinpunkthöhe festgestellt werden (Abb. 3). Die vermutete Abhängigkeit der Sitzlänge von Rumpf- sowie Armlänge ist nur undeutlich ausgeprägt. Der mittlere Fehler der Formeln bezüglich Sitzhöhe und Sitzlänge liegt zwischen 1,6 % und 1,9 %.

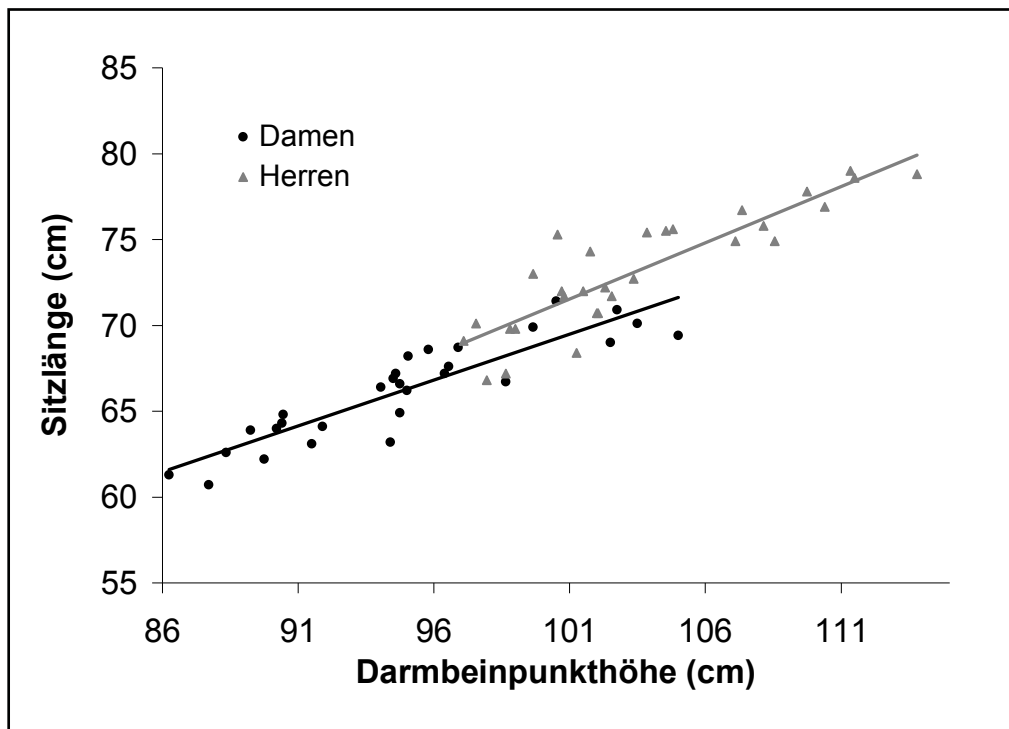


Abb. 3: Zusammenhang von Sitzlänge und Darmbeinpunkthöhe

Bei Sattelposition, Sattelüberhöhung, Kurbellänge und Lenkerbreite sind die Merkmalszusammenhänge zu Körpermaßen nur mäßig bis schwach ausgeprägt. Hier sind andere Faktoren als die Körpermaße als Variablen der Sitzposition zu vermuten.

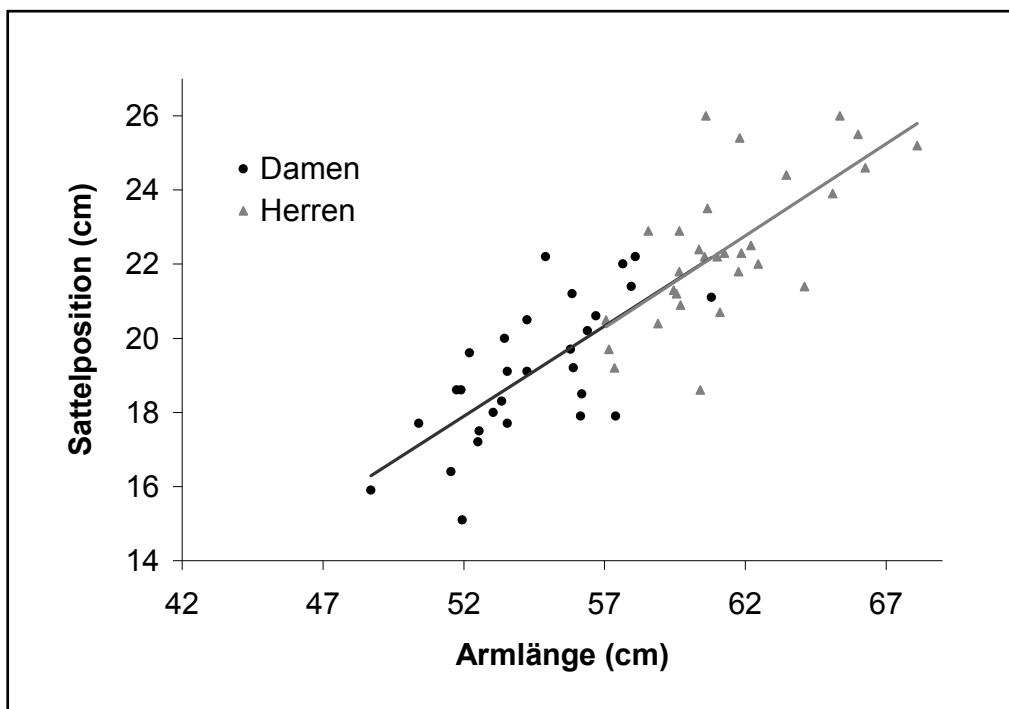


Abb. 4: Zusammenhang von Sattelposition und Armlänge

Einbeziehung mehrerer Körpermaße in einer multiplen Korrelationsanalyse führte zu keinem Zugewinn der Bestimmtheit des Merkmalzusammenhangs. Es genügt demnach, für die zu berechnende Variable eine Formel zu verwenden, welche auf nur einem Körpermaß beruht.

## Diskussion

Mit den Studienergebnissen liegt erstmals ein wissenschaftlich dokumentierter Beleg für den Zusammenhang zwischen Körper- und Positionsmaßen im Radsport vor. Die auf Meisterlehren und unveröffentlichten Studien basierenden Formeln, die sich allerdings nur auf die Sitzhöhe beziehen, werden z. T. durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt (Lemond, 1988). Neben der Sitzhöhe konnten weitere Längenmaße am Rad einem anthropometrischen Maß zugeordnet werden, so dass auf diese Weise die komplette Einstellung des Rades individuell an den Körper angepasst werden kann.

Es zeigen sich jedoch auch individuelle Variationen, d. h. Abweichungen von der Regressionsgeraden. Diese Residuen gilt es inhaltlich zu erklären und ggf. durch weiterführende individuelle Methoden messtechnisch erfassbar zu machen, um eine echte Optimierung vornehmen zu können. Hier sind Methoden wie EMG, Pedalkraftmessung und inverse Dynamik die Mittel der Zukunft (Stapelfeldt & Mornieux, 2005; Wangerin et al., 2007).

## Literatur

- LeMond, G. (1988). *Handbuch des Radsports. Tipps, Trends, Technik*. Frankfurt: Ullstein.
- Stapelfeldt, B. & Mornieux, G. (2005). Biomechanik im Radsport. *Sportorthopädie - Sporttraumatologie*, 21, 107-114.
- Too, D. (1990). Biomechanics of cycling and factors affecting performance. *Sports medicine*, 10, 286-302.
- Wangerin, M., Schmitt, S., Stapelfeldt, B. & Gollhofer, A. (2007). Inverse Dynamics in Cycling Performance. In Th.M. Buzug (Hrsg.), *Advances in Medical Engineering* (pp. 329-334). Berlin: Springer Verlag.
- Yoshihuku, Y. & Herzog, W. (1990). Optimal design parameters of the bicycle-rider system for maximal muscle power output. *Journal of biomechanics*, 23, 1069-1079.

