

Zeitschrift: Magglingen : Monatszeitschrift der Eidgenössischen Sportschule
Magglingen mit Jugend + Sport

Herausgeber: Eidgenössische Sportschule Magglingen

Band: 49 (1992)

Heft: 4

Artikel: Einfluss der Drehzahl auf die Leistung beim Velofahren

Autor: Reinschmidt, Adrian / Süess, Renate

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-993098>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

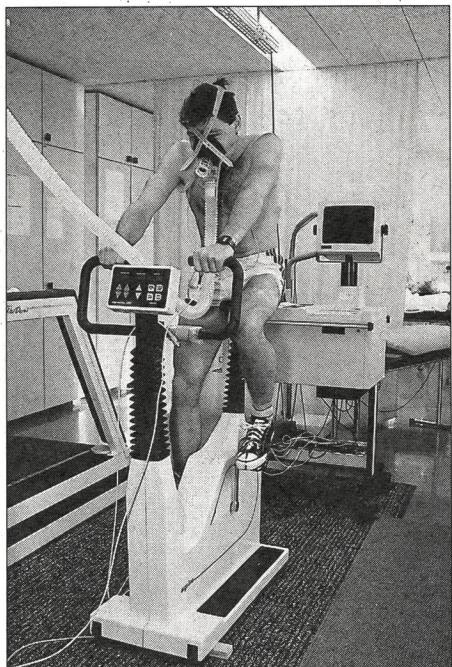
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Einfluss der Drehzahl auf die Leistung beim Velofahren

Adrian Reinschmidt, Renate Süess

Die dem Artikel zugrunde liegende Diplomarbeit für das Eidgenössische Turn- und Sportlehrerdiplom II an der ETH Zürich erzielte beim Preisausschreiben des Forschungsinstitutes der ESSM 1991 den 2. Preis.

Beim Velofahren spielt neben den konditionellen Fähigkeiten des Fahrers auch dessen Technik eine entscheidende Rolle über Sieg oder Niederlage. Für ihn sind zum Beispiel der «runde Tritt», die Bewegung der Hüfte, die Kurbellänge, die Höhe des Sattels usw. wesentliche Punkte. Nach Denoth² kommt der Verkürzungsgeschwindigkeit der aktiven Muskulatur eine grosse Bedeutung zu. Diese wird beim Velofahren im wesentlichen durch die Dreh- oder Tretzahl wiedergegeben. Es bleibt nun die Frage, wie das Übersetzungsverhältnis gewählt werden muss, damit der Fahrer stets auf die maximale Leistung zurückgreifen kann.



Methode

Nach verschiedenen Pilotstudien wurde der nach Probst et al.³ entwickelte Conconi-Test auf dem Fahrradergometer ausgewählt.

Die anaerobe Schwelle, welche sich nach Conconi et al.¹ bei der Leistung befindet, an welcher die Herzfrequenz bei zunehmender Belastung nicht mehr linear ansteigt, wurde als ein Mass der maximalen aeroben Leistung betrachtet.

Um weitere äussere, leistungsbestimmende Faktoren auszuschalten, wurden alle Versuche in einem «klimatisierten Raum» durchgeführt (Temperatur $18 \pm 1^\circ\text{C}$, Luftfeuchtigkeit $44 \pm 4\%$).

Die Probanden mussten sich während allen Tests an folgende Bedingungen halten: dieselbe Bekleidung, gleiche Sattelhöhe, gleichbleibendes Greifen der Lenkstange, fortwährendes Sitzen auf dem Sattel und das Absolvieren der Tests zu derselben Tageszeit.

| | | | |
|--|---------------------|-------|--|
| Belastungsart: | | | |
| Drehzahlunabhängiger Fahrradergometer (Ergo-metrics 800 s) | Startleistung | 100 W | |
| Leistungsinkrement | 20 Watt | | |
| Arbeitsinkrement | 12 kJ | | |
| Datenerfassung: | | | |
| Herzfrequenz | Sporttester PE-3000 | | |
| Leistung | Ergo-metrics 800 s | | |

Abb. 1: Versuchsprotokoll und Datenerfassung.

Die zwölf Testpersonen, je sechs Frauen und Männer, absolvierten während der Zeitspanne von drei Wochen je sechs Conconi-Tests. Vor jedem Versuch wurde zuerst ein zehnminütiges Einfahren absolviert, welches zum Aufwärmen diente und somit stets gleiche Voraussetzungen vor jeder Messung schaffte.

Es hatte folgenden Kriterien zu entsprechen: Herzfrequenz ≤ 120 , Leistung ≤ 80 Watt.

| | Frauen (n=6) | Herren (n=6) | alle (n=12) |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Alter | 24,3 | 26,8 | 25,6 |
| Grösse (cm) | 168,5 | 181,2 | 174,9 |
| Gewicht (kg) | 57,8 | 75,0 | 66,4 |
| Sattelhöhe (cm) | 86,6 | 90,3 | 88,5 |
| Anzahl Trainings pro Woche | 5,3 | 4,1 | 4,7 |
| Anzahl Stunden pro Training | 1,6 | 1,5 | 1,5 |

Tabelle 1: Anthropometrie der Probanden (n=12).

Vor dem ersten Test wurde für jede Versuchsperson ihre individuelle Sattelhöhe, Kleidung und Position auf dem Ergometer festgelegt. Diese Parameter blieben während der ganzen Zeit unverändert. Bei den ersten fünf Versuchen wurde jeweils die Drehzahl, die der/die Proband/-in während des ganzen Tests einzuhalten hatte, vorgegeben; die ersten beiden bei 40 resp. 90 Umdrehungen pro Minute.

Diese Zahlen widerspiegeln zwei «extreme» Vorbedingungen und wurden anhand der Vorversuche festgelegt.

Der kleinere Wert entspricht der kleinsten noch möglichen Tretfrequenz, bei der der Test noch ohne Probleme seitens der Probanden durchgeführt werden kann. Der andere wurde willkürlich festgelegt.

Die in Abbildung 3 dargelegten Resultate zeigen auf, dass dieser Proband beim dritten Test den höchsten Wert beim Abknicken der Kurve¹ aufweist. Das bedeutet, dass er bei 90 Umdrehungen pro Minute seine «optimale» Drehzahl besitzt.

Das Zusammenragen aller Ergebnisse ergab folgendes Bild:

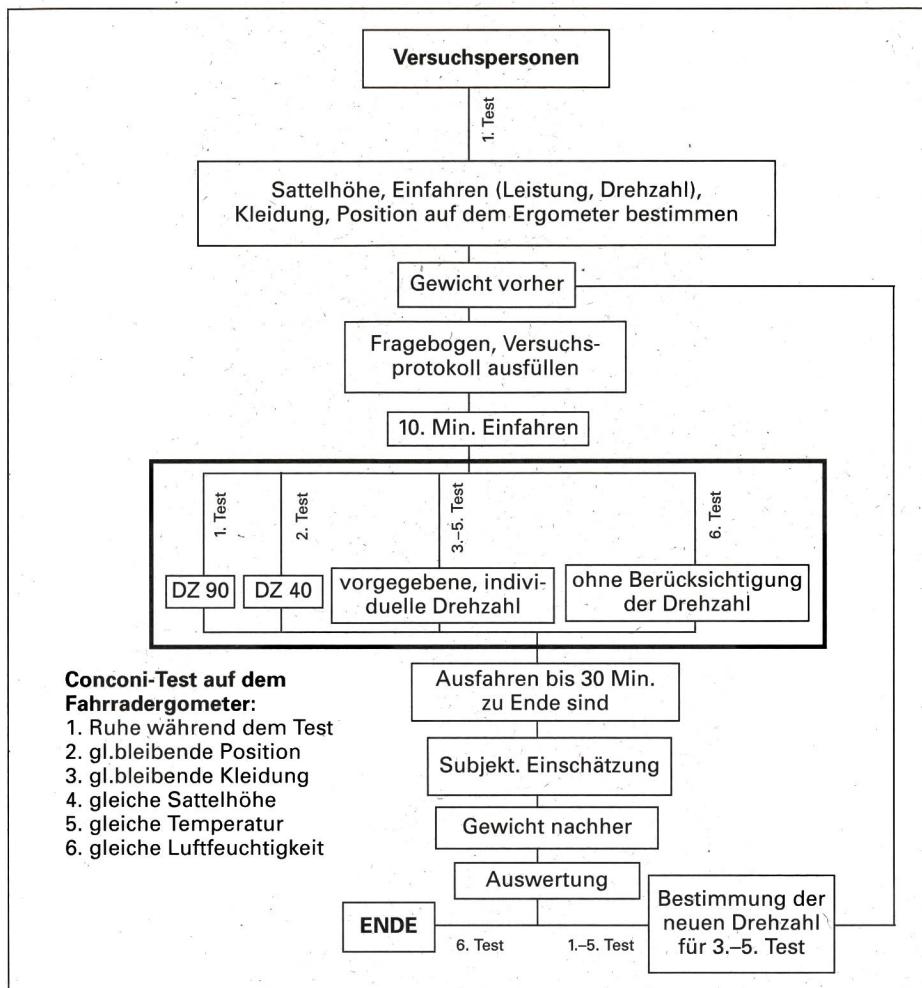


Abb. 2: Schematische Darstellung des Versuchsplans.

Bei der letzten Messung wurde der Drehzahlanzeiger verdeckt, so dass die Personen einen Test frei und ohne Einschränkungen durchführen konnten.

Nach jedem Test wurde anhand der Herzfrequenzkurve die aerob-anaerobe Schwelle bei der jeweiligen Tretfrequenz bestimmt.¹ Aus diesen Resultaten der beiden ersten Versuche wurde dann für jede/n Probanden/-in individuell ein neuer Untersuchungsplan festgelegt. Dieses «Einengungsverfahren»

führte somit immer näher zu jener Drehzahl, bei der die Versuchsperson die grösste Leistungsfähigkeit zeigte.

Resultate

Das Vorgehen zur Bestimmung der optimalen Drehzahl soll anhand eines konkreten Beispiels erläutert werden. Nach dem Absolvieren der ersten vier, resp. fünf Tests, wurden die Leistungswerte bei den jeweiligen anaeroben Schwellen untereinander verglichen.

Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% kann ausgesagt werden, dass die Frauen eine signifikant kleinere optimale Drehzahl als die Männer besitzen. Bei diesen statistischen Berechnungen wurde vorausgesetzt, dass die optimalen Tretfrequenzen einer Normalverteilung folgen.

Interessante Resultate lieferte auch der Vergleich der optimalen mit denjenigen Drehzahl, die die Versuchspersonen normalerweise wählen (sechster Conconi-Test³, frei wählbare Drehzahl).

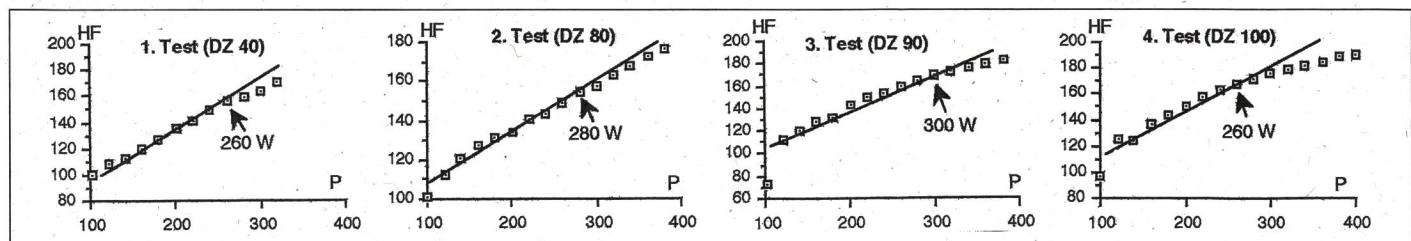


Abb. 3: Resultate der ersten vier Tests (vorgegebene Drehzahlen) von Versuchsperson 6.

| Herren | | Frauen | |
|--------|----------|--------|----------|
| VP | Drehzahl | VP | Drehzahl |
| 1 | 70 | 7 | 70 |
| 2 | 65 | 8 | 60 |
| 3 | 80 | 9 | 95* |
| 4 | 85 | 10 | 60 |
| 5 | 80 | 11 | 60 |
| 6 | 90 | 12 | 65 |

Tabelle 2: Optimale Drehzahlen aller Versuchspersonen.

* Diese Testperson zeigte keinen typischen Herzfrequenz-Leistungsverlauf. Aus diesem Grund werden diese Resultate bei den weiteren Be trachtungen nicht mehr berücksichtigt.)

Die einzige Unterteilung der Probanden/-innen bestand darin, dass zwischen den Geschlechtern unterschieden wurde. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der jeweiligen optimalen Drehzahlen (Tabelle 2) sind in der Tabelle 3 dargestellt.

| | Herren | Frauen |
|----------------------|--------|--------|
| N | 6,0 | 5 |
| Mittelwert | 78,3 | 63 |
| Standard- abweichung | 8,5 | 4 |

Tabelle 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der optimalen Drehzahlen.

| VP | opt. DZ | Mittelwert |
|----|---------|------------|
| 1 | 70 | 74,34 |
| 2 | 65 | 81,21 |
| 3 | 80 | 85,96 |
| 4 | 85 | 83,41 |
| 5 | 80 | 82,24 |
| 6 | 90 | 101,01 |
| 7 | 70 | 73,44 |
| 8 | 60 | 78,55 |
| 9 | 95 | 96,26 |
| 10 | 60 | 73,69 |
| 11 | 60 | 62,87 |
| 12 | 65 | 69,63 |

Tabelle 4: Mittelwerte der frei wählbaren Drehzahl.

Nur ein Drittel aller Versuchspersonen fuhren die herausgefundene optimale Drehzahl. Zwei Drittel waren zu hoch, keine der Proband/-innen zu niedrig. Zu Beginn der Messungen war die Wahl der Tretfrequenzen sehr unterschiedlich: 42% fuhren «richtig», 33% zu hoch und nur 25% zu niedrig. Am Schluss der Tests, wo es sehr wichtig ist, mit der optimalen Drehzahl zu fahren, wählten nur gerade zwei von zwölf Personen jene Tretfrequenz, mit der sie die grösste Leistung vollbringen können. Die restlichen Probanden fuhren alle zu hoch. Somit kann gesagt werden, dass eine klare Tendenz zu einer zu hohen Drehzahl besteht.

Zusammenfassung und Diskussion

Die vorliegende Versuchsanordnung erlaubt folgende Aussagen über den Einfluss der Drehzahl auf die Leistung beim Velofahren:

- Es kann grundsätzlich gesagt werden, dass die Wahl der Tretfrequenz beim Velofahren einen Einfluss auf die zu vollbringende Leistung hat.
- Es konnte für jede Versuchsperson eine Drehzahl gefunden werden, bei der der Leistungswert an der anaeroben Schwelle am grössten war: die optimale Drehzahl.

- Die von uns getesteten Frauen (ausser Probandin Nr. 9) weisen eine signifikant kleinere optimale Drehzahl als die Männer auf.
 - Als eine Konsequenz von Punkt drei sollte eine Drehzahl für den Conconi-Test auf dem Fahrradergometer³ vorgeschrieben werden. Anhand dieser Untersuchungen werden folgende Umdrehungen pro Minute vorgeschlagen:
 - 60–70 U/Min. für Frauen,
 - 70–85 U/Min. für Männer.
- Dass die Drehzahl die Leistung eines Velofahrers beeinflusst, kann dadurch erklärt werden, dass die Kontraktionsgeschwindigkeiten der beteiligten Muskeln bei verschiedenen Tretzahlen sich verändern. Sie führt bei vollständiger Innervation zur maximalen Leistung, wenn sie zirka ein Drittel der maximalen Verkürzungsgeschwindigkeit beträgt.² Daraus lässt sich weiter ableiten, dass theoretisch eine optimale Drehzahl existieren muss, welche dem Radfahrer erlaubt, seine maximal mögliche Muskelleistung auf sein Sportgerät umzusetzen.

Fasst man alle beim Velofahren beteiligten Muskeln zu einem einzigen zusammen, kann aus Abbildung 4 gefolgert werden, dass dieser «Muskel» eine optimale Verkürzungsgeschwindigkeit besitzen muss. Daraus lässt sich die Existenz einer optimalen Drehzahl ableiten.

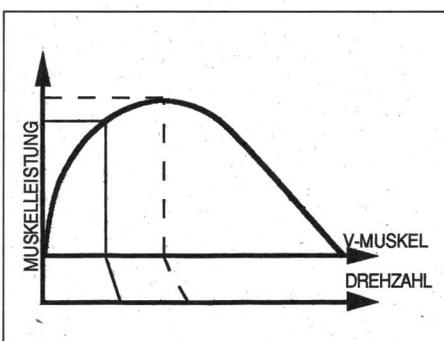


Abb. 4: «Muskelleistung in Abhängigkeit von der Verkürzungsgeschwindigkeit (V-Muskel) und der Drehzahl beim Velofahren.»²

Auch die Theorie der «Muskeldurchblutung»⁴ liefert die Existenz einer optimalen Drehzahl. Bei kleinen Tretfrequenzwerten ermüdet der Muskel infolge zu geringer Durchblutung viel eher als bei schnellen, dynamisch-zyklischen Bewegungen. Hohe Drehzahlen bewirken wegen der Trägheit der bewegten Blutsäule eine Abnahme des Muselpumpen-Effekts⁴, was schliesslich eine Leistungsminderung zur Folge hat.

Diese beiden hier erläuterten Theorien führen allerdings nicht zu derselben Tretfrequenz. Das Optimum zwischen diesen beiden Werten hängt von der Länge der zu erbringenden Leistung ab. Die Messungen für diese Arbeit wurden am Laboratorium für Biomechanik der ETH Zürich durchgeführt.

Literatur

- Conconi F., Ferrari M., Ziglio P., Droghetti P., Codeca L.: Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test for runners. J. Appl. Physiol., 52: 869–873, 1982.
- Denoth J.: Muskelmechanik: Kraft – Ein Aspekt der sportlichen Leistung. Eigenverlag Laboratorium für Biomechanik, 42–59, 1986.
- Probst HP., Comminot Ch., Rojas J.: Conconi-Test auf dem Fahrradergometer. Schweiz, Zeitschr. Sportmed., 37: 141–1447, 1989.
- Rieckert H.: Eine themenorientierte Darstellung für Sportstudenten, Sportlehrer und Sportärzte. Leistungsphysiologie Band 93, Verlag Karl Hofmann Schorndorf, 1986. ■

Der Grümpeler

Verzeichnis von

(ab Mitte April)

Grümpeltournieren

erhältlich am Kiosk (Kiosk AG), oder Fr. 4.50 auf PC 45-6243-4, Ä. Bassin, 4528 Zuchwil

Der Grümpeler

MIKROS schützt
und stützt.

Exklusiv-Lieferant der Schweiz, SKI-Nationalmannschaften,
des Schweizerischen Volleyballverbands sowie der Nat.
Kader des Schweiz. OL-Verbundes.



Die Mikros Fußgelenksstütze ist indiziert

- bei konservativ/operativ versorgten Bandlisionen in der Mobilisationsphase.
- bei chronischer Instabilität des oberen Sprunggelenks.
- als Prophylaxe gegen Sprunggelenksdistorsionen.
- Gibt es in je 5 Grössen für beide Füsse separat.
- In verschiedenen Ausführungen (kurz, normal, orthopädisch).
- Stabilisiert das Sprunggelenk wirkungsvoll.
- Ersetzt tapen und bandagieren.
- Verbessert die Proprioception am Sprunggelenk.

Die Mikros Gelenkstütze gibt es auch für Hand und Hals.

medExim

Solothurnstrasse 180, 2540 Grenchen, 065 55 22 37