

# Leistung statt Kraft

Mit NASA Technologie trainieren, um die funktionelle Leistung statt Muskelkraft zu verbessern.

*Michel Kandel<sup>1\*</sup>*

Traditionelles Krafttraining kennzeichnet sich durch Muskelarbeit gegen einen Widerstand aus. Dieser Widerstand kann durch das eigene Körpergewicht, Hanteln (Dumbbells, Kettlebells), Zuggeräte, etc. verursacht werden. Die Arbeit, welche der Muskel verrichtet, kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden. So kann man einen Widerstand bewegen, wobei sich der Muskel verkürzt (konzentrisch), verlängert (exzentrisch) oder sich in der Länge nicht verändert (isometrisch). Diese verschiedenen Arten können die Kraft, in ihren drei Erscheinungsformen, trainieren: Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer.

Obwohl der Widerstand durch verschiedene Gegenstände, Materialien und Geräte verursacht wird, haben diese gemeinsam, dass sie gegen die Schwerkraft bewegt werden müssen. Astronauten im All befinden sich in einer Schwerelosigkeit und damit in einem gewichtlosen Zustand. Die physiologische Anpassung des Körpers resultiert u.a. in einem Abbau von Muskelmasse (Atrophie) und einer Entkalkung der Knochen (Osteoporose). Um diesem Anpassungsprozess vorzubeugen oder, zumindest zu verringern, haben die NASA und ESA ein Training entwickelt, welches von der Schwerkraft unabhängig ist. Das Schwungradtraining (*flywheel training, inertial training*) ist ein Krafttraining, wobei der Widerstand von einem Rad auf eine Achse geliefert wird. Mit der geleisteten Kraft wird das Rad beschleunigt, resp. gebremst (siehe Kasten). So arbeitet man nicht gegen die Schwerkraft, sondern gegen eine Massenträgheit. Die Trägheit ist abhängig von der Masse und den Eigenschaften des Schwungrades. Damit lässt sich der Widerstand über das Schwungrad und über die Ausführung variieren. Um ein Schwungrad mit einer grösseren Masse zu beschleunigen, braucht es mehr Kraft. Eine kleine Kraft verursacht eine kleine Beschleunigung, eine grosse Kraft verursacht eine grosse Beschleunigung. Das heisst, dass Untrainierte mit dem gleichen Gerät trainieren können wie Elitesportler. Inzwischen ist das Schwungradtraining nicht mehr nur für Astronauten, sondern auch für Erdlinge zugänglich.

Die Trainingsmethode mit dem Schwungrad basiert nicht nur auf einer anderen Technologie, sondern bietet auch eine Vielzahl an Vorteilen. So kann man mit dem Gerät funktionelle Bewegungen ausführen wie eine Wurf-, oder Smash-Bewegung, ein Squad, Treppenstufen steigen, Aufstehen oder Absitzen, etc. Man trainiert also keine einzelnen Muskeln oder Muskelgruppen, sondern Bewegungen und Funktionen. Das Training wird dadurch viel spezifischer, übertragbarer und effizienter<sup>1</sup>. Es wird nun nicht mehr von Muskelkraft in Kilogramm oder Newton gesprochen, sondern von funktionellem Bewegen und Leistung in Watt. Diese Leistung ist das Produkt von der ausgeführten Kraft und der Geschwindigkeit der Bewegung. Davon können nicht nur Sportler, sondern auch Menschen nach

---

<sup>1\*</sup> Drs. Michel Kandel ist Physiotherapeut, MSc, MSc, MAS und Rehabilitationsspezialist. Er hat eine Physiotherapiepraxis im Rheintal, setzt dort das Schwungradtraining ein und ist selbst 4-facher Ironman Hawaii Finisher.

einer Operation in der Rehabilitation profitieren. Einige spezifische Vorteile des Schwungradtrainings, welche wissenschaftlich belegt wurden, werden hier besprochen:

### Exzentrisches Training

Eine exzentrische Muskelkontraktion kennzeichnet sich durch Muskelaktivität, wobei der Muskel sich nicht verkürzt, sondern verlängert. Im alltäglichen Leben führen wir genauso viele exzentrische- wie konzentrische Aktivitäten aus. So gehen wir die Treppe runter, setzen uns auf einen Stuhl, wandern, joggen, etc., alles Aktivitäten mit grossen exzentrischen Phasen. In der exzentrischen Phase kann die Muskulatur mehr Kraft entwickeln als in der konzentrischen Phase. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass exzentrisches Training viel effizienter ist, als konzentrisches Training. Insbesondere Kraft, Leistung und Schnelligkeit verbessern sich mit exzentrischem Training besser als mit konzentrischem Krafttraining<sup>2</sup>. Das Problem ist jedoch, dass konventionelle Trainingsgeräte dieses Potential gar nicht erst nützen können. Sogar wenn ich eine Hantel oder ein Zug-Gerät mit 90% meiner maximalen Leistung (konzentrisch) bewege, gibt es in der anschliessenden exzentrischen Phase kaum einen Trainingseffekt. Um die exzentrische Phase zu trainieren, braucht es eine ca. 40% höhere Belastung als in der konzentrischen Phase. Dies ist mit den konventionellen Kraftgeräten nicht möglich, oder nur mit viel Aufwand und Hilfe von weiteren Personen. Mit dem Schwungrad aber kann ein exzentrischer „Overload“ einfach erzeugt werden. Wenn man in die konzentrische Richtung das Schwungrad über eine bestimmte Strecke (Weg) beschleunigt, kann man es in der exzentrischen Phase über einen kürzeren Weg abbremsen. Dafür muss man natürlich mehr (exzentrische) Kraft aufwenden. So sind sämtliche positive Effekte des exzentrischen Trainings ohne Gefahr zu erreichen.

### Funktionelles Training

Während man mit herkömmlichen Kraftgeräten bestimmte Muskeln (Biceps Curl, Latissimus Zug) oder Muskelgruppen trainiert, können beim Schwungradtraining Bewegungen oder Funktionen trainiert werden. Ein Schwungrad an einem Steppbrett („Aerobic Stepper“) lässt viele Bewegungen und Funktionen der unteren Extremitäten zu, während man mit einem Schwungrad an einem Zug-Gerät viele Bewegungen und Funktionen des Rumpfes und der oberen Extremitäten trainieren kann. So ist es u.a. genauso möglich, das Aufstehen und Absitzen zu trainieren, wie einen Vor- oder Rückhand- Schlag beim Tennis zu simulieren. Durch die grosse Bewegungsfreiheit und die vielen Einsatzmöglichkeiten, kann gezielt trainiert werden. Dadurch ist die Übertragbarkeit auf die alltäglichen oder sportspezifischen Aktivitäten viel grösser.



## Rehabilitation und Prävention

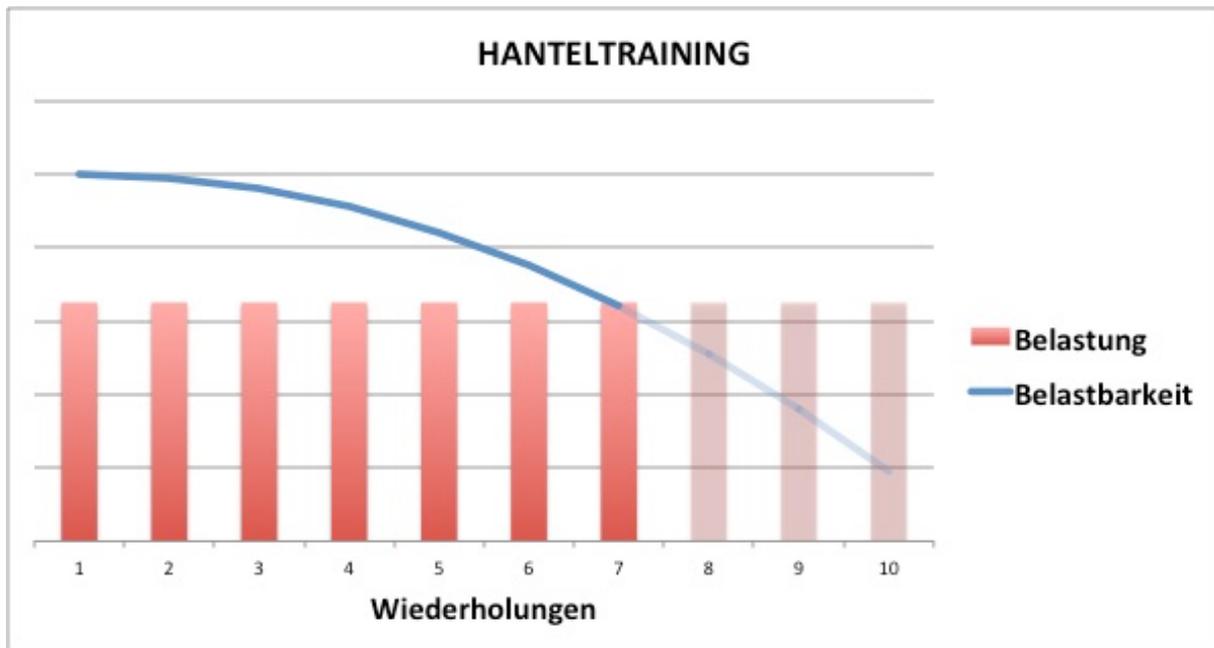
Mit dem Schwungrad wird die eingesetzte Kraft von der benützenden Person definiert. Ein Computersystem mit einer speziellen Software zeigt die eingesetzte Leistung (Watt) in konzentrischer und exzentrischer Richtung. Dazu kann man die Bewegungsbahn anpassen und limitieren, um in einem sicheren Bereich zu trainieren. Eine Art Klettergurt („harness“) reduziert die Belastung auf die Wirbelsäule und verhindert hohe Belastungen, sogar wenn die eingesetzte Technik nicht optimal ist. So besteht die Möglichkeit, Patienten mit einer Knie (oder Hüft-) Prothese zu trainieren, damit z.B. ein Treppenlaufen wieder möglich wird. Kraft alleine reicht nämlich nicht, um die Treppe hoch oder runter gehen zu können. Diese Kraft muss man innert kurzer Zeit einsetzen können (Schnellkraft). Eine neue Studie, welche die Effekte von Schwungradtraining untersuchte, zeigte auch grosse Verbesserungen in der funktionellen Leistung bei Patienten nach einem Schlaganfall<sup>3</sup>. Besondere positive Effekte von exzentrischem Training findet man in der Behandlung und in der Prävention von Muskel- (Zerrungen)<sup>4</sup>, und Sehnenverletzungen (Tendinosen, Tendinopathie)<sup>5</sup>. Insbesondere der Hamstrings- und Waden (Zerrungen), der Achillessehne (Achillodynie), der Patellarsehne (Jumpersknee), aber auch Sehnen-Verletzungen von Schultern (Rotatorenmanschette) oder Ellbogen (Tennis-, Golfersarm). Deshalb wird diese Art im Training von vielen (Risiko-) Sportarten empfohlen. Erfolgreich eingesetzt wird das Schwungradtraining zudem in der Rehabilitation nach einer vorderen Kreuzbandruptur<sup>6</sup>. Schwungradtraining ist des Weiteren auch eine effektive Massnahme gegen Sarkopenie, was den Abbau von Muskelmasse und Muskelkraft im fortschreitenden Alter beschreibt. Sie verursacht funktionelle Einschränkungen bei älteren Menschen und ist verantwortlich für eine Häufung von Stürzen und damit verbunden Verletzungen. Das Schwungradtraining zeigt auch bei älteren Menschen deutliche Vorteile gegenüber konventionellem Training. Es wurde nachgewiesen, dass Muskelmasse, Kraft und Lebensqualität zunahm, während sich das totale Cholesterin und das LDL (low density lipoprotein) significant reduzierten<sup>7</sup>. Eine Zunahme von Muskelmasse, Kraft und Leistung mit dem Schwungrad konnte sowohl bei Männer als auch bei Frauen nachgewiesen werden<sup>8</sup>.

## KASTEN

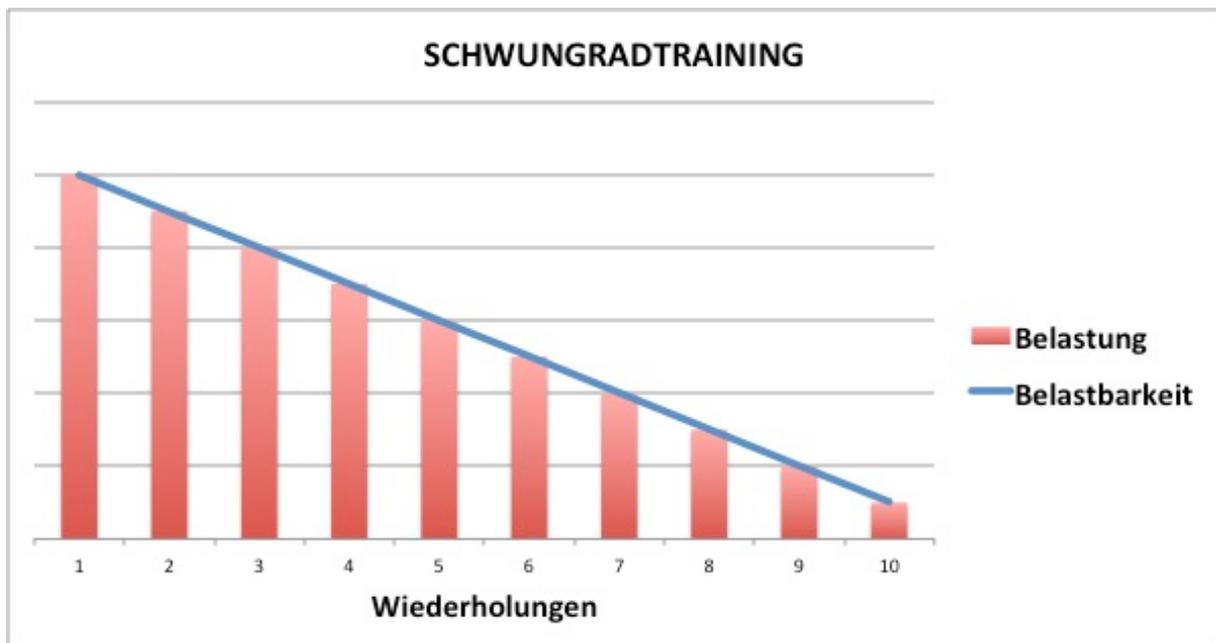
---

Beim Schwungradtraining zieht man an einem Kabel, welches um die Achse des Schwungrades gewickelt ist. Dadurch wird das Schwungrad sich in eine rotierende Bewegung setzen. Wenn das Kabel vollständig abgewickelt ist, wird es durch das schnell drehende Schwungrad von selber wieder aufgewickelt, wie bei einem Jo-Jo. Es entsteht eine Kraft in die entgegengesetzte Richtung, die man nun abzubremsen hat, um anschliessend den nächsten Bewegungszyklus wieder auszulösen. Je mehr Kraft (und Geschwindigkeit) man in die konzentrische Richtung investiert, desto grösser der exzentrische Overload in die entgegengesetzte Richtung. Dabei braucht es zudem ein richtiges Timing im Übergang zwischen den konzentrischen und exzentrischen Aktivitäten.

Im Gegensatz zum klassischen Krafttraining, kann man in jeder einzelnen Bewegung die maximale individuelle Leistung einsetzen. Obwohl während dem Training die Belastbarkeit (durch Ermüdung) abnimmt, bleibt der Trainingsreiz maximal (siehe Grafik)



Beim klassischen Krafttraining (obere Grafik) sorgt ein konstantes Gewicht (kg) für den Widerstand. Während den ersten Wiederholungen ist dieses Gewicht deutlich weniger als die Belastbarkeit und die Ermüdung (Belastbarkeitsabnahme) gering. In diesem Beispiel ist der Widerstand bei sieben Wiederholungen maximal und man kann das Gewicht kein achttes Mal mehr stemmen (Belastung grösser als die Belastbarkeit).



Beim Schwungradtraining (untere Grafik) ist die Belastung variabel und immer abhängig von der Belastbarkeit. Die Ermüdung ist dadurch zwar stärker, aber die Dosierung der nachfolgenden Wiederholungen immer optimal. Die Effekte des Schwungradtrainings sind deshalb grösser als beim konventionellen Training<sup>9,10</sup>.

Es gibt momentan mehrere Hersteller von Trainingsgeräten mit Schwungrad. Einige davon sind ausgerüstet mit einem Computer und spezieller Software, welche die Leistung (Watt) in der konzentrischen- und exzentrischen Richtung misst und numerisch und grafisch darstellen kann. Dies ermöglicht diagnostische-, verlaufs- und evaluations- Interpretationen durch Fachpersonal. Obwohl das Schwungradtraining sicher und für alle Alters- und Leistungsgruppen geeignet ist, empfiehlt es sich, dieses Training nur unter Anleitung von Fachpersonal durchzuführen. Diese sollten einen mit der (hohen) exzentrischen Belastung, den verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten und den Trainingsprinzipien vertraut machen.



---

## Literatur

1. Buckthorpe M, Erskine RM, Fletcher G, Folland JP. Task-specific neural adaptations to isoinertial resistance training. 2015;640-649. doi:10.1111/sms.12292.
2. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2016;1-25.
3. Fernandez-gonzalo R, Fernandez-gonzalo S, Turon M, Prieto C, Tesch PA, García-carreira MC. Muscle, functional and cognitive adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;1-11. doi:10.1186/s12984-016-0144-7.
4. Hibbert O, Cheong K, Grant A, Beers A, Moizumi T. A systematic review of the effectiveness of eccentric strength training in the prevention of hamstring muscle strains in otherwise healthy individuals. *N Am J Sports Phys Ther*. 2008;3(2):67-81. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2953322&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
5. Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodriguez D, Tesch P. Effects of In-Season Inertial Resistance Training With Eccentric Overload in a Sports Population at Risk for Patellar Tendinopathy. *J Strength Cond Res*. 2016;Volume 30,:1834-1842.
6. Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, Greis PE, Burks RT, LaStayo PC. Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of a randomized clinical trial. *Phys Ther*. 2009;89(1):51-59. doi:10.2522/ptj.20070189.
7. Bruseghini P, Calabria E, Tam E, et al. Effects of eight weeks of aerobic interval training and of isoinertial resistance training on risk factors of cardiometabolic diseases and exercise capacity

in healthy elderly subjects. 6(19).

8. Fernandez R, Tommy G, Alvarez L, José A. Muscle damage responses and adaptations to eccentric - overload resistance exercise in men and women. 2014;1075-1084. doi:10.1007/s00421-014-2836-7.
9. Norrbrand L, Fluckey JD, Pozzo M, Tesch PA. Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(3):271-281. doi:10.1007/s00421-007-0583-8.
10. Norrbrand L, Pozzo M, Tesch PA. Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(5):997-1005. doi:10.1007/s00421-010-1575-7.

Weitere relevante Bilder

## The Importance of Muscular Strength: Resistance Training Methods

Reference: Suchomel • Nimphius • Bellon • Stone, Sports Med 2018

Designed by @YLM SportScience

	Hypertrophy	Strength	Power
Bodyweight exercise	+	+	++
Machine-based exercise	++	++	++
Weightlifting derivatives	+++	+++	+++++
Plyometrics	+	++	+++++
Eccentric training	+++++	+++++	+++++
Potiation complexes	?	+++	+++++
Unilateral exercise	+++	++	+++
Bilateral exercise	++++	++++	+++
Variable resistance	+++++	++++	+++++
Kettlebell training	++	++	+++
Ballistic training	++	+++	+++++



Assigned exercises, volume-load prescription, and an athlete's relative strength may influence adaptations



Astronaut Frank de Winne testet ein Schwungrad im Labor und an Bord der ISS.



Astronaut im All und  
Drs. Michel Kandel  
(Autor)