

---

## **Leistungsstrukturanalyse für die Sportart Short Track** (AZ 070501/09)

Sven Bruhn (Projektleiter) & Sabine Felser

Universität Rostock, Institut für Sportwissenschaft

### **Problem**

Short Track – eine Sportart, die seit 1992 olympisch und dennoch weitgehend unbekannt ist. Wirft man einen Blick auf die Geschichte des Short Tracks, so kann man erkennen, dass Deutschland in dieser Sportart von Beginn an auf internationaler Ebene eine eher untergeordnete Rolle spielt. In der jüngeren Vergangenheit konnten in Staffelwettbewerben Achtungserfolge erzielt werden. Einzelmedaillen im Seniorenbereich bei Weltmeisterschaften und Olympischen Spielen blieben bisher allerdings aus.

Im Gegensatz zum weitaus bekannteren Eisschnelllauf ist im Short Track nicht die Uhr der größte Gegner der Laufenden, sondern die direkten Kontrahenten während eines Laufs. Auf dem 111 m langen Eisoval fahren die Short Tracker im direkten Vergleich gegeneinander, sodass beim Short Track die Athletinnen bzw. Athleten während des Laufs in der Lage sein müssen, kurzzeitige Sprints einzulegen um Überholmanöver zu starten und auf Tempowechsel zu reagieren.

Bislang liegen kaum empirische Untersuchungen zu den Leistungsvoraussetzungen im Short Track vor. Die Datenbank des Bundesinstitutes für Sportwissenschaft weist lediglich zwei empirische Arbeiten in englischer Sprache zum Anforderungsprofil im Short Track auf. Während Rundell (1996) den Einfluss des Windschattenfahrens beim Short Track auf die Herzfrequenz und das Laktatverhalten untersuchte, untersuchten Kwon und seine Mitarbeiter (1997), wie sich kurzzeitiges Krafttraining der Sprunggelenksmuskulatur auf die Startfähigkeit auswirkt.

Daher bestand das Ziel dieser vorliegenden Studie darin, für die Sportart Short Track eine Leistungsstrukturanalyse zu erstellen. Berücksichtigt wurden bei dieser Studie ausschließlich konditionelle und konstitutionelle Faktoren, so dass über den Stellenwert der Technik, Taktik und der psychischen Fähigkeiten keine Aussagen getroffen werden.

### **Methode**

Leistungsdiagnostische Parameter wurden einem faktorenanalytischen Verfahren unterzogen, um leistungsrelevante Faktoren im Shorttrack zu extrahieren und zu gewichten. Dazu wurden 27 deutsche Short Tracker (11 weiblich, 16 männlich), darunter 16 Mitglieder der Nationalmannschaft, einer umfassenden leistungsdiagnostischen Untersuchung unterzogen.

Als Zielgröße wurde die Leistungsfähigkeit durch Laufzeitmessungen auf dem Eis über die jeweiligen Einzelwertungs-Wettkampfstrecken erhoben (500 m, 800 m und 1000 m für die D-Junioren und 500 m, 1000 m und 1500 m für die Senioren, A-,

B und C-Junioren). Die determinierenden Faktoren wurden über Parameter abgeschätzt, welche die Leistung im Short Track mutmaßlich bedingen:

- Aerobe Leistungsfähigkeit (relative maximale Sauerstoffaufnahme, individuelle anaerobe Schwelle (IAAS))
- Anaerobe Leistungsfähigkeit (Plateau-Leistungstest)
- Relative Maximale Leistung (Stufentest)
- Durchschnittliche Leistung (Plateau-Leistungstest)
- Relative Isometrische Maximalkraft (Beinkraftmessgerät)
- Relative dynamische Maximalkraft (Plateau-Leistungstest)
- Explosivkraft (Beinkraftmessgerät)
- Startkraft (Beinkraftmessgerät)
- Beschleunigungsfähigkeit (Sprintzeit)
- Sprungkraft (Squat-Jump, Countermovement-Jump, Drop-Jump)
- Rumpfkraft (ventral, lateral, dorsal)
- Standstabilisation (instrumentierte Standplattform)

Die individuelle Beanspruchung in den ergometrischen Tests wurde durch Herzfrequenz-, Laktat- und Spirometriemessungen ermittelt.

Um die Bündelungsfähigkeit von Parametern zu überprüfen, wurden Korrelationsmatrizen dem Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium unterzogen. Die Faktoren wurden nach der Hauptkomponentenanalyse (Principal Components Analysis = PCA) sowie nach dem Kaiser-Kriterium extrahiert (Eigenwert > 1). Um die extrahierten Faktoren besser interpretieren zu können, wurde eine orthogonale Varimax-Rotation durchgeführt. Kommunalitäten unter 0,70 wurden nicht berücksichtigt. Desweiteren wurden nur Faktorladungen über 0,60 interpretiert.

## Ergebnisse

Werden alle in die Auswertung eingegangenen Testergebnisse (N = 26), unabhängig vom Geschlecht und Altersklasse, bei der explorativen Faktorenanalyse berücksichtigt, so werden vier Faktoren nach dem Kaiser-Kriterium (Eigenwert > 1) extrahiert. Zusammen erklären diese vier Faktoren 82,6 % der Gesamtvarianz.

Tab. 1. *Erklärte Gesamtvarianz nach der Hauptkomponentenanalyse, Varimax-Rotation mit Kaisernormalisierung (N = 26)*

Komponente	Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	10,862	54,310	54,310	5,974	29,870	29,870
2	2,438	12,188	66,498	5,026	25,129	54,999
3	1,799	8,996	75,493	3,169	15,844	70,843
4	1,415	7,075	82,569	2,345	11,726	82,569

Beim Vergleich der Variablen, die mit den einzelnen Faktoren korrelieren, (siehe Tab. 2) lassen sich Gemeinsamkeiten dieser erkennen und wie folgt zusammengefasst und benannt werden:

- Faktor 1: Beschleunigungsfähigkeit, Sprungkraft und anaerobe laktazide Leistungsfähigkeit
- Faktor 2: Kraftfähigkeiten der Beinstreckmuskulatur
- Faktor 3: Körperstabilität (Standstabilisation & Rumpfkraft)
- Faktor 4: aerobe Leistungsfähigkeit

Tab. 2. *Rotierte Komponentenmatrix und Kommunalitäten (N = 26) Hauptkomponentenanalyse, Varimax mit Kaiser-Normalisierung. Die Rotation ist in 5 Iterationen konvergiert.*

Variable	Komm.	Komponente			
		F 1	F 2	F 3	F 4
Sprint 30m	,894	-0,920	-0,196	0,060	0,023
Sprint halbe Runde	,962	-0,910	-0,342	-0,130	0,017
Sprunghöhe CMJ	,926	0,865	0,345	0,167	0,080
rel. max. Peak Power PLT	,851	0,770	0,239	0,362	0,261
rel. 90 s- Leistung PLT	,920	0,736	0,272	0,426	0,345
rel. 45 s- Leistung PLT	,910	0,775	0,243	0,461	0,189
RKI Drop Jump	,796	0,602	0,523	0,383	0,128
Max . Laktat	,789	(0,483)	0,371	0,447	-0,061
rel. Startkraft rechts 120°	,684	0,462	0,431	0,367	0,358
rel. Explosivkraft links 120°	,921	0,225	0,921	0,096	0,002
rel. Startkraft links 120°	,847	0,115	0,870	0,168	0,180
rel. Explosivkraft rechts 120°	,810	0,320	0,831	0,101	-0,082
rel. Maximalkraft BKM links 120°	,863	0,305	0,824	0,159	0,252
rel. Maximalkraft BKM rechts 120°	,863	0,441	0,791	0,115	0,180
GKS vor Ermüdung	,849	-0,127	0,026	-0,870	0,158
GKS nach Ermüdung	,892	-0,135	-0,202	-0,864	0,179
Rumpfkrafttest	,715	0,315	0,370	0,635	0,269
max. Sauerstoffaufnahme	,854	0,299	0,227	-0,184	0,836
BMI	,755	0,388	0,162	0,244	-0,718
rel. max. Leistung Stufentest	,845	0,424	0,328	0,171	0,699

Um Unterschiede in der Leistungsstruktur in Abhängigkeit von der Altersklasse auffindig zu machen, wurden nochmals zwei explorative Faktorenanalysen durchgeführt. Da die Fallzahlen in den einzelnen Altersklassen sehr gering sind, wurden die männlichen A-Junioren mit den männlichen Senioren zusammen betrachtet (N = 10). Die zweite Gruppe, für die eine separate Faktorenanalyse durchgeführt wurde, besteht aus den acht untersuchten D-Junioren. Bei der Gruppenteilung zerfallen Faktoren, die sich bei der Hauptgruppenanalyse ergeben haben und bestehende Faktoren erhalten neue Zusammensetzungen.

Zusammenfassend können bei den männlichen A-Junioren/Senioren folgende Faktoren bestimmt werden:

- Faktor 1 (26,7 %): Krafftfähigkeiten der Beinstreckmuskulatur
- Faktor 2 (20,5 %): anaerobe laktazide Leistungsfähigkeit
- Faktor 3 (16,8 %): Beschleunigungsfähigkeit
- Faktor 4 (15,5 %): Rumpfkraft
- Faktor 5 (10,9 %): Standstabilisation
- Faktor 6 ( 8,3 %): aerobe Leistungsfähigkeit

Zusammenfassend ergeben sich für die D-Junioren folgende Faktoren:

- Faktor 1 (27,3 %): Standstabilisation, Sprungkraft und Rumpfkraft
- Faktor 2 (27,1 %): Krafftfähigkeiten der Beinstreckmuskulatur
- Faktor 3 (16,4 %): Beschleunigungsfähigkeit
- Faktor 4 (16,3 %): aerobe Leistungsfähigkeit
- Faktor 5: (8,4 %): anaerobe Leistungsfähigkeit

## Diskussion

Mit dem gewählten Studiendesign sollte die Leistungsstruktur der Sportart Short Track aufgeklärt werden. Wie die meisten statistischen Verfahren bedarf es einer großen Stichprobe um zuverlässige Aussagen treffen zu können bzw. signifikante Zusammenhänge zu erkennen. Mit einer Gruppengröße von  $N = 26$  sind die Testergebnisse speziell für eine Faktorenanalyse folglich nur bedingt geeignet.

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Faktorenanalysen hinsichtlich der maximalen Sauerstoffaufnahme fällt auf, dass sowohl bei der Gesamtstichprobe wie auch bei den männlichen A-Junioren/Senioren die aerobe Leistungsfähigkeit (maximale Sauerstoffaufnahme, relative maximale Leistung beim Stufentest) auf den jeweils letzten Faktor lädt. Mit 11,7 bzw. 8,2 % trägt dieser Faktor nur im geringen Maße zur Aufklärung der Gesamtvarianz bei. Etwas bedeutsamer scheint die aerobe Leistungsfähigkeit im D-Juniorenbereich zu sein. Diese lädt dort auf dem vorletzten Faktor, welcher zirka 16 % der Gesamtvarianz erklärt.

Auch wenn es scheint, als spiele die aerobe Leistungsfähigkeit nach der Adoleszenz für die Laufleistung im Short Track keine entscheidende Rolle mehr, so kann doch angenommen werden, dass die anaerobe Kapazität eine hohe aerobe Kapazität voraussetzt. Bei der anaeroben Energiebereitstellung sind auf Grund der hohen Belastungsintensitäten auch hohe aerobe Durchsatzraten der Energiebereitstellung erforderlich.

Im Bezug auf die anaerobe Leistungsfähigkeit gibt es in Abhängigkeit vom Alter einige Unterschiede. Im Schulkindalter wird von einer guten aeroben und schlechten anaeroben Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit ausgegangen. Die Pubeszenz und Adoleszenz werden als Phasen für gute Belastbarkeit und Trainierbarkeit, bezüglich der Anforderungen an die Kurz- und Mittelzeitausdauer, angesehen.

Nach Graf et al (2002) sind Kinder weniger in der Lage, ihre Leistungsfähigkeit nach Erreichen der maximalen aeroben Leistungsfähigkeit durch zusätzliche Milchsäurebildung weiter zu steigern. Bei Kindern und Jugendlichen liegen die Laktatwerte, bezogen auf 100 % der Maximalleistung, deutlich niedriger als bei Erwachsenen. Als Grund dafür wird die geringere Ausreifung des anaeroben Stoffwechsels korrespondierend zur noch nicht ausgereiften Skelettmuskulatur angesehen. Dieser Unterschied bezüglich der Trainierbarkeit der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit zwischen Heranwachsenden und Erwachsenen kann als Grund für die unterschiedliche Bewertung der aeroben Leistungsfähigkeit aber auch der anaeroben Leistungsfähigkeit bei der Faktorenanalyse zwischen den D-Junioren und den A-Junioren/Senioren angesehen werden.

Durch die tiefe Körperposition beim Short Track und die hohen Fliehkräfte im Kurvenlauf ist die Beinmuskulatur besonders stark beansprucht. Schon bei Kräften von > 30 % der Maximalkraft kommt es zu Einschränkungen bei der Muskeldurchblutung und somit zur Minderversorgung mit Sauerstoff. Durch die vorgebeugte Oberkörperposition kann es zusätzlich zu Durchblutungseinschränkungen durch Ab- bzw. Einklemmung der Aa. femoralis kommen. Diese Faktoren sprechen ebenfalls dafür, dass die anaerobe Leistungsfähigkeit eine bedeutende Schlüsselposition einnimmt. Aus diesem Grund sollte spätestens ab der Pubeszenz/Adoleszenz die anaerobe Kapazität entsprechend trainiert werden.

Aus den explorativen Faktorenanalysen geht deutlich hervor, dass die Krafftfähigkeiten der unteren Extremität einen bedeutsamen Anteil der Gesamtvarianz erklären. Die Krafftfähigkeiten der unteren Extremität laden bei den männlichen A-Junioren/Senioren auf dem ersten Faktor, bei der Gesamtstichprobe und den D-Junioren auf dem zweiten. In allen drei Gruppen liegt der erklärte Varianzanteil zwischen 25,1 % und 27,1 %. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass sich hohe Maximal- und Explosivkraftwerte der Beinstreckerschlinge positiv auf die Laufleistung auswirken.

Maximal- und Explosivkraft sind wichtige Faktoren für die Beschleunigung auf dem Eis, speziell beim 500 m Start, bei Tempoverschärfungen wie auch bei Überholmanövern. Desweiteren wirken in den Kurven sehr hohe Zentrifugalkräfte auf die Short Tracker. Da bei einem 500-m-Lauf 4,5 Runden zurück gelegt werden müssen, ergibt das 9 Kurvendurchläufe in einer Zeit von ungefähr 41-50 Sekunden. Daraus lässt sich ableiten, dass nicht nur die Maximal- und Explosivkraft von Bedeutung sind sondern auch die Kraftausdauer.

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Faktorenanalysen scheint es so, als würden eine gute Standstabilisation und eine gute Rumpfkraft einen wesentlichen Beitrag zur Laufleistung liefern. Sie bilden einen gemeinsamen Faktor (Faktor 3), der 15,8 % der Gesamtvarianz erklärt und als Körperstabilität bezeichnet wurde. Die Standstabilisation ist die Voraussetzung dafür, dass die Kraft über die schmalen Kufen auf das Eis übertragen werden kann. Bei den D-Junioren haben die Variablen für die Standstabilisation hohe Ladungen auf dem ersten Faktor. Allerdings ist dieser Faktor ein General Faktor, auf dem unterschiedlichste Variablen mittlere bis hohe Ladungen besitzen. Bei den A-Junioren/Senioren laden die Variablen für die Standstabilisation sogar auf einem eigenen Faktor (Faktor 5), der ca. 11 % der Gesamtvarianz erklärt.

Sowohl bei den D-Junioren wie auch bei den männlichen A-Junioren/Senioren lädt die Variable Rumpfkraft auf demselben Faktor wie die Variablen für die anaerobe Kapazität. Dies könnte darin begründet sein, dass bei der angewendeten Testmethode die Belastungsdauer ermittelt wurde. Daher war eine gute Kraftausdauer notwendig, um gute Werte zu erreichen.

## Literatur

- Graf, Ch., Menke, W., Platen, P., Rost, R. & Schüle, K. (2002). Sport im Kindes- und Jugendalter. In R. Rost (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Kwon, Y.-H., Cho, S.-G., Lee, D.-G. & Jun, M.-K. (1997). The effects of short-term power training on the starting technique of Korean elite female short-track speed skaters. *Korean journal of sport science*, 9, 45-57.
- Rundell, K. W. (1996). Effects of drafting during short-track speed skating. *Medicine and science in sports and exercise*, 28 (6), 765-771.