

Validierung des semispezifischen Ausdauertests für Eiskunstläuferinnen und Eiskunstläufer

(AZ 071608/12)

Mario Hermsdorf (Projektleiter)¹, Sandra Weigmann¹ & Sabine Spiegel²

¹Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät,
Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten II

²Olympiastützpunkt Berlin

1 Einleitung

Über das Forschungsprojekt in der Sportart Eiskunstlaufen „Entwicklung eines energetisch orientierten Anforderungsprofils im Eiskunstlaufen“ (070706/10), welches in den Jahren 2010 und 2011 stattfand, konnte nachgewiesen werden, dass die Ausdauerleistungsfähigkeit bzw. ein entsprechend hoher Anteil der aeroben Energiebereitstellung auch für die Eiskunstläuferinnen und -läufer eine elementare Grundlage darstellt. So konnte gezeigt und nachgewiesen werden, dass der aerobe Anteil des Energiestoffwechsels mit ca. 70 - 80 % und der anaerobe Teil mit ca. 20 - 30 % in die energetische Gesamtbilanz eingeht. Der aerobe Energiestoffwechsel ist weit höher als bisher vermutet und/oder angenommen, woraus sich nunmehr und in Folge dessen entsprechende Konsequenzen im Rahmen der Diagnostik und des Trainings ergeben.

Als ein Indiz dafür kann die Forderung von Trainerinnen und Trainern bzw. Betreuerinnen und Betreuern gewertet werden, zukünftig ein größeres Augenmerk auf eine längere und umfassendere Phase des Trainings auf die Verbesserung der Grundlagenausdauer zu richten. Aufgrund dessen bzw. auf Grundlage eines Eingangstestes (KLD und/oder Felduntersuchung) lassen sich dann verlässlichere Trainingspläne erstellen. Am Ende einer 8-wöchigen Trainingsphase im Sommer soll mittels der gleichen Tests überprüft werden, ob und wie sich die Ausdauer bzw. die Leistungsfähigkeit in den einzelnen Bereichen verändert bzw. entwickelt hat. Es wird für die D/C-Kader ein Feldtest für die Überprüfung der Ausdauerleistungsfähigkeit mit folgenden Kriterien durchgeführt (Vorgaben der Deutschen Eislauf-Union - DEU):

- › Stufentest auf einer 200-m-Tartanbahn in einer Halle (Leichtathletikhalle)
- › Stufenlänge: 1.200 m
- › Laufgeschwindigkeiten, Start bei 2,0 m/s für die Damen und 2,5 m/s für die Herren; Steigerung um 0,5 m/s pro Stufe
- › Pause zwischen den Stufen: 30 Sekunden (Blutabnahme für Laktatanalyse)
- › Belastungsende: subjektive Ausbelastung

Für die C- bis A-Kader ist ein Stufentest auf dem Laufband als Ausbelastungstest von der DEU geplant. Die Belastungsparameter sind wie folgt: Start bei 2,0 m/s für Damen und 2,75 m/s für die Herren, Steigerung um 0,5 m/s alle 3 Minuten, Pausendauer zwischen den Stufen 30 Sekunden. Messparameter sind spirometrische Werte sowie Laktat und Herzfrequenz.

Bei dieser Untersuchung sollen vor dem Test und nach jeder Stufe Blut für Laktatanalysen entnommen sowie die Herzfrequenz ermittelt werden. Eine spirometrische Datenerfassung während der Tests ist den Betreuerinnen und Betreuern, Trainerinnen und Trainern bzw. Athletinnen und Athleten freigestellt.

2 Problemstellung und theoretischer Hintergrund

Die Aktivitäten aus dem Trainer- und Betreuerkreis sind einerseits sehr zu befürworten und zu begrüßen, andererseits sollte es eine Aufgabe und wissenschaftliche Verpflichtung sein, den bereits bestehenden und in einigen Stützpunkten angewandten semispezifischen Ausdauer test (SAT) weiter zu entwickeln, zu verfeinern und zu validieren und dann als standardisierten semispezifischen Ausdauer test auf dem Eis zu etablieren.

Bereits 1986 veröffentlichten Gaisl und Wießpeiner Ergebnisse eines durch den Österreichischen Forschungsrat geförderten Projektes zu einem Feldtest auf dem Eis. Sie konnten nachweisen, dass die spezifische Ausdauer der 11 getesteten Personen sich sehr gut über den verwendeten Feldtest überprüfen lässt. Gemessen wurden die Zeiten für die drei Läufe, die Herzfrequenzen sowie das Laktat, welches direkt nach den Läufen sowie in der 3., 6. und 10. Minute in der Erholung gemessen wurde. Die Testpersonen mussten den Parcours dreimal durchlaufen, ohne irgendein Element zu zeigen. Die Pause zwischen den drei Läufen wurde in der Publikation nicht weiter definiert.

Ein ähnliches Problem wurde von Nerlich (1990) in ihrer Diplomarbeit beschrieben. Sie nutzte für ihre Untersuchungen neben dem Testlauf von Gaisl (1986), den die Testpersonen ebenfalls dreimal durchlaufen mussten, einen teilweise standardisierten Lauf auf dem Eis. Dieser beinhaltete neben dem einfachen Eislaufen Sprünge, Sprungkombinationen, Pirouetten und Schrittkombinationen. Dieser musste nur einmal absolviert werden.

Neben der Zeit, die für diesen Parcours benötigt wurde, mussten die Trainer die einzelnen Elemente bewerten. Es wurde eine Bewertungsskala für Sprünge und Pirouetten erarbeitet, welche von 0 (nicht ausgeführt, entsprach nicht dem Schwierigkeitsgrad) bis 6 (Element wurde in jeder Hinsicht optimal realisiert) geht. Eine genaue Beschreibung kann der Diplomarbeit entnommen werden (Nerlich, 1990).

Der im abgeschlossenen Forschungsprojekt mit untersuchte Semispezifische Ausdauer test (SAT) hat einen ähnlichen Aufbau wie der von Nerlich verwendete standardisierte Lauf. Beim SAT musste allerdings der Parcours insgesamt dreimal mit einer definierten Pause von 5 Minuten absolviert werden.

Als ein erstes Ergebnis des im Forschungsprojekt mit untersuchten SAT sollen an dieser Stelle der Vergleich der Werte von der maximalen Herzfrequenz (HF), der absoluten und relativen maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_2max) sowie das maximale Laktat dienen (vgl. Hermsdorf, 2011). Die jeweils erreichten Werte sind in Tab. 1 ersichtlich und wurden in Abb. 1 graphisch dargestellt. Gut ersichtlich sind die fast gleichen Werte der einzelnen Parameter für den SAT im Vergleich zu den beiden anderen Belastungen (Vita-Max-Test auf dem Laufband und Kür auf dem Eis).

Tab. 1: Mittelwert (Mw) und Standardabweichung (SD) für die maximalen Herzfrequenzen (HF), absoluten und relativen Sauerstoffaufnahmen (VO_2max) sowie Laktatwerte für den Maxima-Vita-Test auf dem Laufband (Labor), die Kür und den Semispezifischen Ausdauer test (SAT) auf dem Eis (N = 4)

	Dauer [min:s]	max. HF [1/min]	VO_2max [l/min]	rel. VO_2max [ml/min/kg]	max. Laktat [mmol/l]
Labor (Mw. ± SD)	03:36 ± 00:42	197,0 ± 3,5	3,19 ± 0,79	59,4 ± 6,5	9,8 ± 3,5
Kür (Mw. ± SD)	03:49 ± 00:15	192,5 ± 8,0	3,30 ± 0,76	61,6 ± 5,3	9,3 ± 2,5
SAT (Mw. ± SD)	02:12 ± 00:06	189,0 ± 9,1	3,12 ± 0,72	58,0 ± 6,7	13,3 ± 4,1

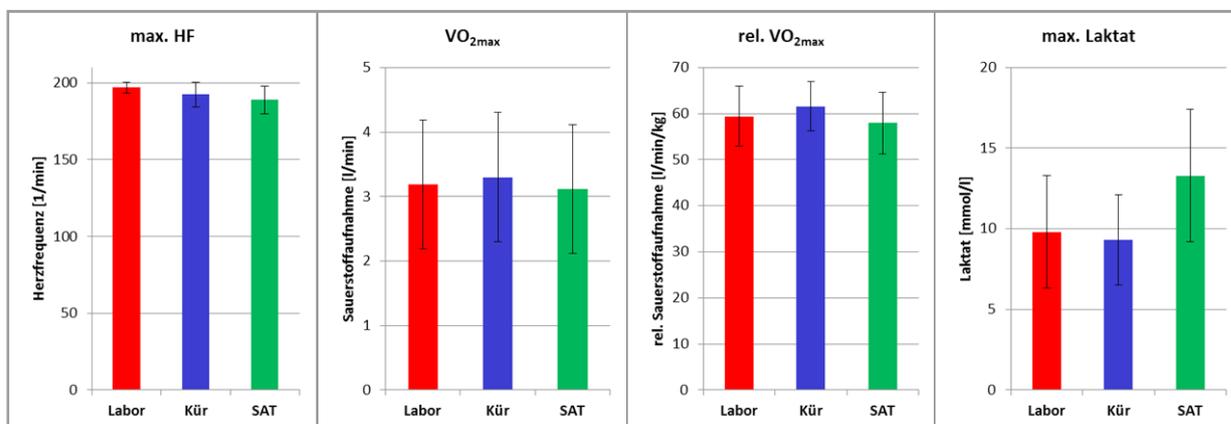


Abb. 1: Die maximalen Herzfrequenzen (HF), absoluten und relativen Sauerstoffaufnahmen (VO_{2max}) sowie Laktatwerte für den Max-Test auf dem Laufband (Labor), die Kür und den Semispezifischen Ausdauer-Test (SAT) auf dem Eis ($N = 4$)

3 Ziele und Absichten

Das Ziel des Betreuungsprojektes war primär eine Unterstützung von der wissenschaftlichen Seite, um einen validen und einfachen Test zu etablieren, der die Spezifität des Eislaufens und die Testung der Ausdauerfähigkeit beinhaltet. Neben dem Etablieren des SAT sollte dieser auch vervollkommen und gegebenenfalls um einen zweiten aber längeren SAT erweitert werden, welcher dann als Gegenstück zur der Kür zu sehen ist und eine Länge von über 4 Minuten hat. Somit könnte dann der SAT aus zwei Teilen bestehen, einmal die 3 x ca. 2 Minuten (Parcours) und einmal der 4-minütige Parcours, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu absolvieren sind.

Des Weiteren war ein Bewertungssystem für die im SAT zu absolvierenden Elemente zu erarbeiten, zu testen und ebenfalls zu etablieren. Das zur Verfügung stellen eines erarbeiteten Manuals einschließlich der Beurteilungsbögen für die beiden SAT sowie das Erstellen eines Demo-Videos sollten den erfolgreichen Abschluss des Projektes darstellen. Zusammenfassend die Schwerpunkte des Betreuungsprojektes:

- Einweisung für Trainer und Athleten
- Erstellung eines Demo-Videos (3 x 2 Minuten SAT)
- Erarbeitung eines 4-minütigen SAT
- Erarbeiten der Bewertungsbögen sowie der Bewertungskriterien bzw. der Richtlinien der Bewertungen einschließlich der Bewertungsstufen (-/0/+) für den 3 x 2 Minuten sowie für den 4-minütigen SAT
- Erstellen eines Manuals für den 3 x 2 Minuten und den 4-minütigen SAT
- Gerätetechnische Unterstützung (Herzfrequenzmessung) sowie Hilfe bei den Abnahmen und der Analyse der Blut-Laktatwerte.

4 Methoden

Während des Durchlaufens des SAT auf dem Eis wurden die Herzfrequenz und die Laufzeit erfasst. Bei ausgewählten Personen aus der Probandengruppe wurde der Gasstoffwechsel mit erhoben. Nach Beendigung erfolgten die Abnahmen für die Bestimmung des Blutlaktats. Des Weiteren wurde ein Wertungssystem erarbeitet und getestet, um die Qualität der zu absolvierenden Sprünge und Pirouetten zu bewerten. Dies ist u. a. eine wichtige Voraussetzung, um zwischen den SAT inter- und intra-individuell Vergleiche herstellen zu können.

4.1 Messequipment & Datenerfassung

Für die spirometrischen Ventilations- und Gasanalysen wurde das mobile, telemetrische Spirometriesystem MetaMax® 3B der Fa. Cortex Biophysik GmbH (Deutschland) genutzt, welches nach dem Breath-by-Breath-Messverfahren arbeitet. Das System hat eine Masse von 570 g (ohne Akku) und wurde von den Testpersonen über ein Rückentragesystem permanent und vorwiegend ohne Beeinflussung der Lauf- und Sprungtechnik mitgeführt. Alle weiteren Parameter der Ventilation wurden über die Software MetaSoft® der Fa. Cortex Biophysik GmbH (Deutschland) berechnet und für die spätere Auswertung entsprechend unseren Vorgaben ausgegeben.

Unmittelbar vor Beginn des SAT und nach dem Belastungsende fand in der 1., 3., 5. sowie nach dem letzten Lauf zusätzlich nach der 7. und 10. Minute (vereinzelt auch in der 15 und 30 Minute) die Erhebung der Blutlaktatkonzentration statt. Die Analyse erfolgte mit dem Gerät BIOSEN C_line der Firma EKF-Diagnostic (Deutschland), das nach dem enzymatisch-amperometrischen Messprinzip arbeitet. Der Messfehler bei diesem Gerät beträgt $\leq 1,5\%$ bei 12 mmol/l Laktat.

Die Herzfrequenzen der Testpersonen wurden über einen Polar-Brustgurt (Sender Polar WearLink®) sowie einer Polar-Uhr S625X (Empfänger) gemessen und aufgezeichnet.

4.2 Untersuchungszeitpunkte und Probandengut

Betreut und untersucht wurden einzelne Personen aus dem Spitzensport sowie ausgewählte Personen aus dem Nachwuchsbereich der DEU. Am Bundesstützpunkt Berlin nahmen 7 Personen (B-, C- und S-Kader) an den Untersuchungen teil. Am Stützpunkt in Erfurt erfolgte eine Untersuchung mit 6 Personen aus dem Nachwuchsbereich.

4.3 Untersuchungsdesign

Nach einer individuellen Erwärmung an Land und einer auf dem Eis erfolgte die Einweisung in den SAT. Diese beinhaltete für diejenigen, die den SAT das erste Mal gelaufen sind, ein zweimaliges langsames Durchlaufen des Parcours. Nach der Abnahme des Vorstart-Blut-Laktatwertes erfolgte der erste Lauf des 2-minütigen SAT. Während des Durchlaufens erfolgten die Bewertungen der einzelnen Elemente durch die Trainerin bzw. den Trainer, welche auf dem Bewertungsbogen dokumentiert wurden. Nach Beendigung erfolgte sofort die Ermittlung der Herzfrequenz. In der 5-minütigen Pause wurden in der 1., 3. sowie in der 5. Minute die Abnahmen für die Blut-Laktat-Bestimmungen durchgeführt. Die Abnahme in der 5. Minute war gleich die für den Vorstartlaktatwert für den folgenden Lauf. Nach dem letzten (3.) Lauf erfolgte zusätzlich in der 7., 10. Minute (vereinzelt auch in 15. sowie in der 30. Minute) eine Abnahme für die Bestimmung der Laktatwerte. In der Pause der ersten Testperson konnten zwei weitere den Parcours absolvieren, so dass so in relativ kurzer Zeit (30 Minuten) drei Personen den 3 x 2 Minuten SAT absolvieren konnten.

5 Ergebnisse

Während der Laufzeit des Betreuungsprojektes wurden die folgenden Punkte realisiert:

- › ein Demo-Video wurde für den 3 x 2 Minuten SAT aufgenommen und so weiterverarbeitet, dass es allen Trainern digital zur Verfügung gestellt werden konnte
- › ein 4-minütiger SAT, welcher nur einmal durchlaufen werden soll, wurde geplant, entworfen und getestet
- › ein Manual wurde für den 3 x 2 Minuten und den 4-minütigen SAT erstellt
- › die Bewertungsbögen sowie die dazugehörigen Bewertungskriterien bzw. die Richtlinien der Bewertungen einschließlich der Bewertungsstufen (-/0/+) wurden für den 3 x 2 Minuten sowie für den 4-minütigen SAT erarbeitet, festgelegt und getestet
- › die Bewertungsbögen als Kopiervorlage erarbeitet und dem Manual beigelegt.

Das digitale Manual sowie das Video, welche für alle momentan auf dem Markt befindlichen Endgeräte geeignet sind, konnten der DEU übergeben werden. Das Manual sowie das Video (in vier verschiedenen Qualitätsstufen) sind allen Trainerinnen und Trainern auf Bundes- und Landesebene in digitaler Form zur Verfügung gestellt worden. Auf der Homepage der Universität Leipzig können sich die Trainerinnen und Trainer das Manual und die Videos ansehen sowie von dieser runterladen und gegebenenfalls auf ihrem Endgerät abspeichern. Die DEU wird zukünftig die digitalen Materialien auf ihrer Homepage in einem geschützten Bereich Trainerinnen und Trainern zur Verfügung stellen.

Am Bundesstützpunkt für Eiskunstlauf in Berlin sowie in Erfurt war es für uns möglich, den SAT mit den dort trainierenden Aktiven durchzuführen. Gleichzeitig konnten wir die Trainerinnen und Trainer in den SAT einweisen. Insgesamt konnten 13 Personen aus unterschiedlichen Trainingsgruppen und Vereinen untersucht bzw. betreut werden. In Berlin führten zusätzlich vier Personen im sportmedizinischen Labor des OSP Berlin einen Stufentest auf einem Laufband durch. Für zwei von ihnen konnten wir die Kür spirometrisch aufnehmen/erfassen (einschließlich Herzfrequenz und Laktat).

Die von unserer Seite angebotene Betreuung bzw. die gerätetechnische Unterstützung (Herzfrequenzmessung) sowie Organisation und Hilfe bei den Abnahmen und der Analyse der Blut-Laktatwerte wurde sehr gut von den Beteiligten (sowohl auf Athleten- als auch auf Trainerebene) angenommen. Die Bewertungsbögen, die die Trainerinnen bzw. Trainer für jede Athletin bzw. jeden Athleten ausfüllten, dienen gleichzeitig als Protokoll für die langfristigen Vergleiche. Diese verblieben zu diesem Zweck bei den Trainerinnen/Trainern.

Der SAT soll nicht nur als Testinstrument angewendet werden. Eine Intention war es, diesen trainingsbegleitend als eine kurze aber sportartspezifische Ausdauer-Trainingseinheit in der gesamten Saison anzuwenden. Dies wurde von den Trainerinnen/Trainern in Berlin und auch in Erfurt so umgesetzt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Erkenntnis aus dem Forschungsprojekt „Entwicklung eines energetisch orientierten Anforderungsprofils im Eiskunstlaufen“ (2011) sowie die Forderungen der Trainerinnen und Trainer und auch der DEU nach einem spezifischeren Ausdauertraining aber auch nach einem spezifischen Test für die Ausdauerfähigkeit, führten zu der (Weiter-) Entwicklung des semispezifischen Ausdauertests. Dieser kann einerseits als sportartspezifisches Testinstrument und andererseits als sportartspezifisches Ausdauertraining angewendet werden.

Der semispezifische Ausdauer test (3 x 2 Minuten) wird inzwischen im Training als eine Trainingsform – Intervalltraining mit 2-minütiger Intervalldauer – und in gewissen Abständen als Ausdauer test angewendet. Ein Intervalltraining (Parcours) mit einer 4-minütigen Intervalldauer wird allerdings von den Trainerinnen und Trainern noch gewünscht. Dies soll der Kür, welche ungefähr eine Dauer von 4 Minuten hat, entsprechen.

Aus unserer Sicht besteht an dieser Stelle noch Bedarf, unterstützend den Trainerinnen und Trainern zur Seite zu stehen und sie eine gewisse Zeit wissenschaftlich zu begleiten. Einerseits wird wohl eine Unterstützung in der Umsetzung des 4-minütigen SAT und andererseits für die Nutzung bzw. in der Umwandlung des Testes für ein entsprechendes Intervalltraining gesehen.

7 Danksagung

Wir danken für die Unterstützung den Athletinnen und Athleten, den Trainerinnen und Trainern sowie den Kooperationspartnern Deutsche Eislauf-Union, Olympiastützpunkt Berlin und dem Institut für Angewandte Trainingswissenschaft.

8 Literatur

- Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithäuser, R.M. & Hütler, M. (2002). How anaerobic is the Wingate anaerobic test for humans? *European journal of applied physiology*, 87, 388-392.
- Ciba-Geigy (1985). *Wissenschaftliche Tabellen Geigy. Teilband Körperflüssigkeiten*. (Scientific tables Geigy, Volume body fluids). Basel: Ciba-Geigy, 225-228.
- di Prampero, P.E. (1981). Energetics of muscular exercise. *Reviews of physiology, biochemistry and pharmacology*, 89, 143-222.
- di Prampero, P.E. & Ferretti, G. (1999): The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respiration physiology*, 118, 103-115.
- Gaisl, G. & Wießpeiner, G. (1986): Trainingsoptimierung bei Eiskunstläufern mit Hilfe von Labor und Felduntersuchungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 6, 180-186.
- Hermisdorf, M., Spiegel, S., Knoll, K., Ehrig, A. & Hartmann, U. (2011). Entwicklung eines energetisch orientierten Anforderungsprofils im Eiskunstlaufen. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2010/11* (S. 165-170). Köln: Sportverlag Strauß.
- Knuttgen, H.G. (1970). Oxygen debt after submaximal exercise. *Journal of applied physiology*, 29, 651-657.
- Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philippi, H., Rost, R., Schürch, P. & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin*, 27, 80-88, 109-112.
- Margaria, R., Edwards, H.T. & Dill, D.B. (1933). The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *American journal of physiology*, 106, 689-715.
- Margaria, R. & Edwards, H.T. (1934). The removal of lactic acid from the body during recovery from muscular exercise. *American journal of physiology*, 107, 681-686.
- Nerlich, A. (1990). *Erarbeitung eines Trainingsmittels zur Ausbildung spezieller Ausdauerfähigkeiten im Eiskunstlaufen*. Leipzig. DHFK. Diplomarbeit.
- Roberts, A.D. & Morton, A.R. (1978). Total and alactic oxygen debts after supramaximal work. *European journal of applied physiology*, 38, 281-289.
- Stegemann, J. (1991). *Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports* (Physiological basics of exercise). Stuttgart: Thieme.