

Entwicklung einer wissenschaftlich fundierten Leistungsdiagnostik im Sportklettern

(AZ 070707/18-19)

Claudia Augste (Projektleitung), Marvin Winkler & Stefan Künzell

Universität Augsburg, Institut für Sportwissenschaft

1 Problem

Sportklettern wurde für die Olympischen Spiele von Tokio 2020 erstmals in den Sportartenkanon aufgenommen. Für eine optimale Trainingsplanung ist es eine wichtige Voraussetzung, die Leistungsstruktur der Sportart zu kennen (Hohmann, Lames & Letzelter, 2010). Da bisher weder Leistungsstrukturmodelle der einzelnen Kletterdisziplinen noch für das neu entwickelte „Olympic Combined“-Format vorlagen, mussten diese zunächst erarbeitet werden. Die Erstellung dieser Leistungsstrukturmodelle erfolgt über die „trainingswissenschaftliche Leistungsdiagnostik“ (ebd., S. 147). Da diese bisher im Sportklettern nicht existierte, war es eine zentrale Problemstellung, eine Testbatterie zu entwickeln, die einerseits der wissenschaftlich fundierten Strukturierung der Kletterleistung dient, die aber auch zur trainingspraktischen Leistungsdiagnostik eingesetzt werden kann. Letztere dient dazu, Stärken und Schwächen der Spitzenathletinnen und -athleten zu identifizieren und daraus Trainingsmaßnahmen abzuleiten.

2 Methode

Im ersten Arbeitsschritt wurde die von einem internationalen Fachgremium, der „International Rock Climbing Research Association“ (IRCRA), entwickelte Testbatterie auf ihre Testgüte hin überprüft. Die Testbatterie besteht aus insgesamt 10 Tests zur Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer der Finger, oberen Extremitäten und des Rumpfes sowie der Hüftbeweglichkeit (2015). Für die Evaluierung wurde eine für die Spitze des bayerischen Nachwuchskletterns in den jeweiligen Altersklassen repräsentative Klumpenstichprobe herangezogen

(8 Mädchen, 4 Jungen, Alter 15,6 (\pm 3,2) Jahre). Zur Bestimmung der Objektivität wurden bei der Datenerhebung jeweils zwei unabhängige Rater eingesetzt, zur Überprüfung der Reliabilität wurde mit einer Woche Abstand ein Retest durchgeführt.

Für alle hypothetisch und logisch leistungsrelevanten Leistungskomponenten, für die noch keine Diagnosetools existierten, bzw. für die sich die IRCRA-Tests als nicht hinreichend gut herausgestellt hatten, wurden insgesamt 10 neue Tests konzipiert: Die Evaluierung fand hierfür mit einer für die Spitze des bayerischen und deutschen Nachwuchskletterns in den jeweiligen Altersklassen repräsentativen Klumpenstichprobe statt (19 Mädchen, 14 Jungen, Alter 15,0 (\pm 2,6) Jahre).

Mit der daraus gewonnenen Testbatterie aus 14 Einzeltests wurde anschließend eine Datenerhebung mit Kletterinnen (N = 26) und Kletterern (N = 35) verschiedener Leistungsklassen durchgeführt – vom Stützpunkt-, Landes- und Jugendnationalkader bis zum Nationalkader –, um die empirisch-statistisch leistungsrelevanten Merkmale zu identifizieren. Die Damen (18,1 (\pm 1,9) Jahre) kletterten laut internationaler Klassifizierung (Draper et al., 2015) durchschnittlich auf Level 4 („Elite“) von 5 im Bouldern und auf Level 3 („Advanced“) im Leadklettern. Bei den Herren (21,4 (\pm 6,4) Jahre) lag der Durchschnitt im Bouldern und Leadklettern bei Level 4, wobei auch einige Athleten auf Level 5 („Higher Elite“) kletterten. Im Speedklettern konnten die deutschen Athletinnen und Athleten mit den Speedspezialisten der Weltspitze nicht mithalten. Insgesamt ist der durchschnittliche Trainingsumfang mit 4 - 5 fast dreistündigen wöchentlichen Trainingseinheiten relativ hoch, der Anteil des Speedtrainings liegt bei ca. 10 %.

Für die Operationalisierung der Wettkampfleistungen im Lead, Bouldern und Olympic-Combined-Format wurden die Platzierungen bei offiziellen Wettkämpfen der Jahre 2018 und 2019 herangezogen und daraus jeweils separate Ranglisten für Damen und Herren erstellt. Als Kriterium für die Leistung im Speedklettern wurde die persönliche Bestzeit in der Normroute herangezogen. Zunächst wurde mit T-Tests und Korrelationen geprüft, ob die zu überprüfenden Merkmale einen Einfluss auf die Wettkampfleistungen hatten. Anschließend wurde die horizontale interne Ordnung der identifizierten Leistungskomponenten für die jeweilige Disziplin durch Faktorenanalysen bestimmt. Für die Überführung aller leistungsrelevanter Merkmale in ein Leistungsstrukturmodell wurde letztlich die vertikale interne Ordnung über multiple Regressionsanalysen mit den aus den Faktorenanalysen hervorgegangenen Prädiktorvariablen analysiert.

3 Ergebnisse

3.1 Prüfung bisher bestehender leistungsdiagnostischer Tests

Bei den Tests aus der IRCRA-Testbatterie war der Grad der Objektivität bei fast allen Tests ausgezeichnet. Auch die Test-Retest-Reliabilität war für den Großteil der Tests sehr gut. Bezüglich der Validität und der Praktikabilität gab es jedoch bei manchen Tests gewisse Einschränkungen. Letztlich wurden folgende Tests mit kleineren Modifikationen für die weitere Verwendung eingeplant:

1. **Einhändiges Leistenziehen:** Test zur Bestimmung der maximalen statischen Fingerkraft durch maximal kräftiges Ziehen an einer 23-mm-Leiste mit offener und halb aufgestellter Fingerstellung, später ergänzt durch eine 8-mm-Leiste
2. **Powerslap:** Test zur Bestimmung der Schnellkraft der Oberarm-, Schulter- und Rückenmuskulatur durch Anreißen an einer Leiste und Abschlagen an der Wand
3. **Seitlich-frontales Beinheben:** Test zur Bestimmung der Hüftspreizfähigkeit

4. **Seitliches Knieheben:** Test zur Bestimmung der Hüftbeweglichkeit bei Außenrotation.

Für die Erfassung der Armkraft (einarmiges und beidarmiges Blockieren auf Zeit, Klimmzüge), der Fingerkraftausdauer (Fingerhängen auf Zeit) und der Rumpfkraftausdauer („Plank“, 90°-Knieheben auf Zeit) wurden im nächsten Schritt Alternativen entwickelt.

3.2 Prüfung der neu entwickelten Tests

Die Testgüte dieser anstelle der IRCRA-Tests entworfenen Tests sowie der Tests, die für bisher nicht berücksichtigte Komponenten neu entwickelt worden waren, war zu großen Teilen zufriedenstellend. Trotz sorgfältiger Vorgehensweise waren jedoch teilweise weitere Modifikationen bei einzelnen Tests in den Testanweisungen oder bei den Durchführungsmodalitäten während und nach der Evaluierungsphase notwendig. Zusätzlich wurden auch noch drei weitere ergänzende Tests in die Testbatterie aufgenommen. Somit bestand der Testpool nach diesem Arbeitsschritt neben oben genannten noch aus folgenden weiteren Tests:

5. **Einarmiges Blockieren:** Test zur Bestimmung der statischen Maximalkraft des Oberarms durch maximal kräftiges Ziehen an einer Stange mit 90°-Ellbogen-Winkel
6. **Schwung abfangen:** Test zur Bestimmung der maximalen Körperspannung nach Loslassen von Tritten im Überhang mit Festhalten an einer Stange
7. **Sprung aus hohem Antreten:** Test zur Bestimmung der Sprungkraft durch einbeiniges Springen aus einer kletterspezifischen Position
8. **Counter-Movement-Jump (CMJ)** (beidbeinig und einbeinig): Test zur Bestimmung der Sprungkraft mit Ausholbewegung der Beine
9. **Squat Jump (SJ)** (beidbeinig): Test zur Bestimmung der Sprungkraft ohne Ausholbewegung der Beine
10. **Intermittierendes Fingerhängen:** Test zur Bestimmung der Fingerkraftausdauer mit

maximal oft zu wiederholenden Intervallen von 7-sekündigem Hängen an einer 23-mm-Leiste, gefolgt von einer 2-sekündigen Pause

11. **30-Sekunden-Leistenziehen:** Test zur Bestimmung der statischen Fingerkraftausdauer durch 30-sekündiges maximal kräftiges Ziehen an einer 23-mm-Leiste
12. **Tritte angeln:** Test zur Bestimmung der Kraftausdauer für das Aufrechterhalten der Körperspannung durch maximal oft zu wiederholendes alternierendes Angeln von Tritten (rechter Fuß/linker Fuß) im Überhang mit Festhalten an einer Stange
13. **Wandsprung:** Test zur Bestimmung der Koordination unter Präzisions- und Simultandruck durch seitlichen Sprung an die Wand, bei dem die Hände und Füße möglichst gleichzeitig die Griffe und Tritte erreichen sollen
14. **Routenplanung:** Test zur Bewegungsvorstellung durch Abgleich von geplanten und realisierten Bewegungsaktionen

3.3 Erstellung der Leistungsstrukturmodelle

Bei der Datenerhebung mit der gesamten Testbatterie zur Entwicklung der Leistungsstrukturmodelle erzielten erwartungsgemäß die Herren in allen kraft- und ausdauerbezogenen Tests höhere Werte als die Damen. Diese schnitten in einem der Beweglichkeitstests besser ab. Keine Unterschiede waren im Koordinationstest zu verzeichnen, jedoch gelang die Bewegungsvorstellung der zu kletternden Boulder den Herren besser als den Damen.

Die getesteten Merkmale waren für die jeweiligen Disziplinen und für die beiden Geschlechter unterschiedlich relevant für die Kletterleistung. Im Prioritätenkatalog der leistungsrelevanten Merkmale steht bei den Damen im Leadklettern die Schnellkraft beim Powerslap (1.) vor der Maximalkraft der Oberarme (2.) und der intermittierenden Fingerkraftausdauer (3.). Die beiden erstgenannten Merkmale haben auch beim Bouldern (2. und 3.), beim Speedklettern (2. und 3.) sowie beim Combined-Wettkampf (3. und 2.) eine hohe Priorität. An höchster Stelle steht

im Bouldern der Damen die Hüftbeweglichkeit, im Speed- und Combined-Klettern die Sprungkraft. Die Sprungkraft ist auch das dominante Merkmal im Lead- und Combined-Klettern der Herren und steht beim Bouldern an 2. und im Speedklettern an 3. Stelle. Auch bei den Herren sind die Schnellkraft beim Powerslap (Bouldern 1., Lead 3.) und die Maximalkraft der Oberarme (Bouldern 3., Lead 2., Combined 3.) sehr leistungsrelevant. Für das Speedklettern hat bei den Herren des Weiteren die maximale Fingerkraft an der 8-mm-Leiste (2.) eine große Relevanz, für das Combined-Format die intermittierende Fingerkraftausdauer (2.).

Die Prioritätenkataloge, die neben den oben dargestellten Merkmalen mit den höchsten drei Prioritäten natürlich noch weitere Merkmale enthalten, stellen die Grundlage für die trainingspraktische Leistungsdiagnostik im Sportklettern dar. Aus der vorgestellten Testbatterie sind für die Herren aus empirisch-statistischer Evidenz alle Tests relevant, bei den Damen alle Tests außer dem Hüftbeweglichkeitstest bezüglich des seitlichen Kniehebens, den Fingerkrafttests mit offener Fingerstellung und dem Fingerkraftausdauerstest „30-Sekunden-Leistenziehen“.

In den Faktorenanalysen ergaben sich größtenteils auch inhaltlich zusammenhängende Merkmalsgruppen, was später für die Ableitung von Trainingsmaßnahmen von Bedeutung ist. Die jeweils identifizierten Faktoren sind beispielhaft für das Olympic-Combined-Format in den Abb. 1 und 2 in der mittleren Spalte dargestellt. In der linken Spalte befinden sich alle Komponenten der Faktoren mit ihren jeweiligen Faktorladungen. Über die multiplen linearen Regressionen konnte die interne vertikale Ordnung zwischen den Faktoren und der jeweiligen Wettkampfleistung ermittelt werden. Somit ergaben sich geschlechtsspezifisch für die deutsche Leistungsspitze die in Abb. 1 und 2 dargestellten Leistungsstrukturmodelle für das Olympic-Combined-Format.

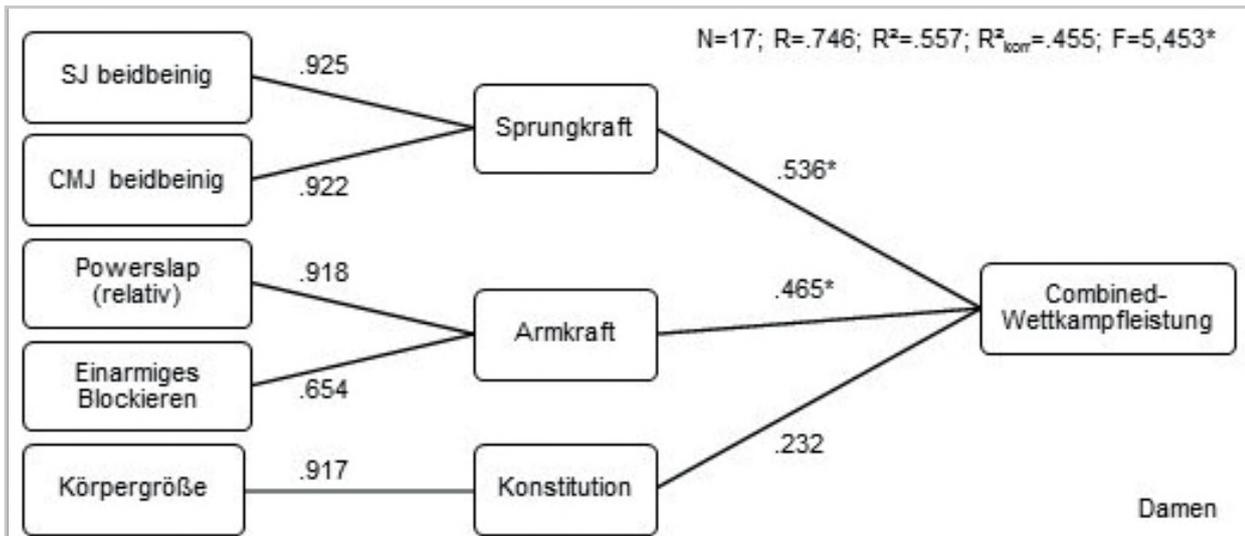


Abb. 1. Leistungsstrukturmodell für das Combined-Klettern der Damen

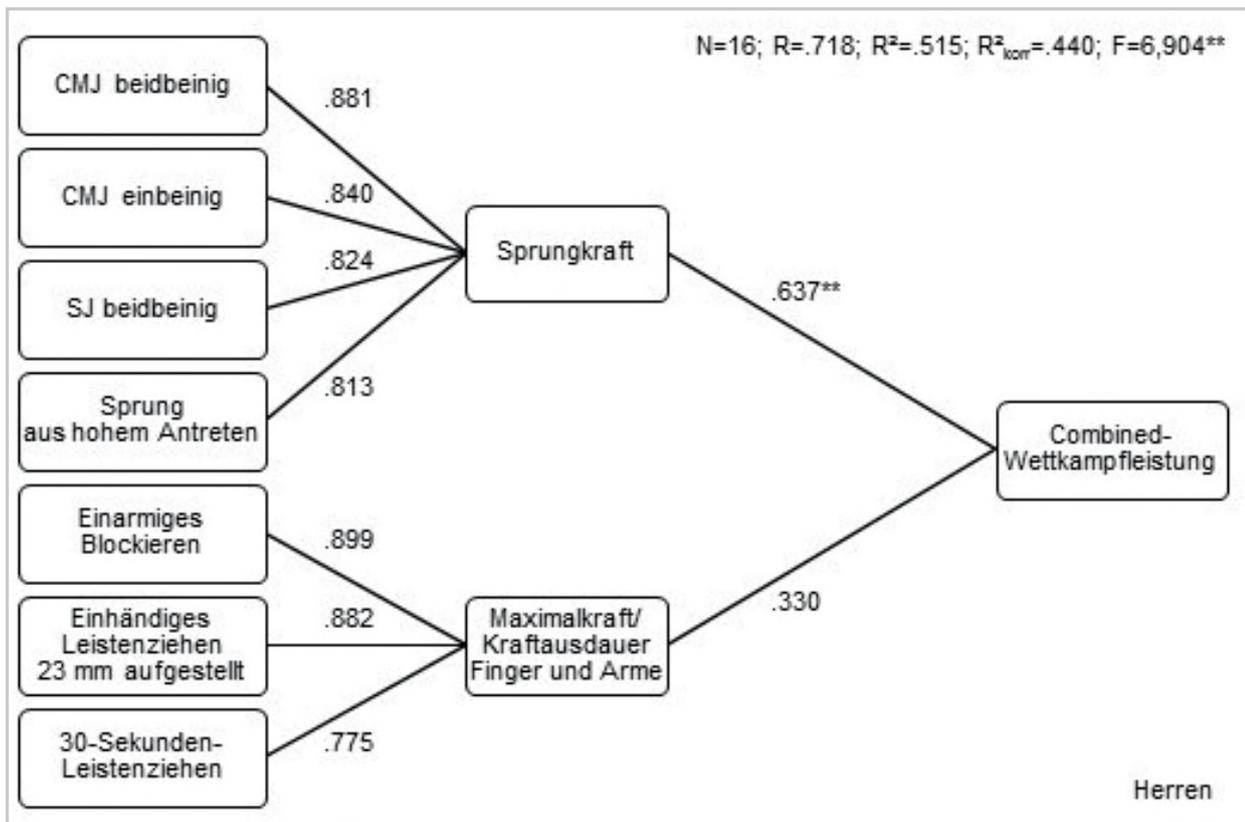


Abb. 2. Leistungsstrukturmodell für das Combined-Klettern der Herren.

4 Diskussion

Die maximale Fingerkraft, die laut Forschungsstand die wichtigste Leistungskomponente im Klettern darstellt, erwies sich in unserer Studie als nicht ganz so entscheidender Einflussfaktor auf die *Wettkampfleistung*. Überraschend und im Forschungsstand so bisher nicht abgebildet war die sehr hohe Aussagekraft des Powerslap-Tests. Die Schnellkraft der Arm-, Schulter- und Rückenmuskulatur war nicht nur beim Speedklettern und Bouldern, sondern auch beim Leadklettern mit die einflussreichste Leistungskomponente. Sehr plausibel ist die Erkenntnis, dass die Kraftausdauer im Leadklettern einen hohen Stellenwert einnimmt. Während sich diese in bisherigen Studien meist nur auf die Kraftausdauer der Finger bezog, für die auch in der vorliegenden Studie bei den Damen ein Einfluss auf die Wettkampfleistung im Leadklettern nachgewiesen werden konnte, konnten wir bei den Herren einen hohen Einfluss der Kraftausdauer der Rumpfmuskulatur zeigen (Rang 6 im Prioritätenkatalog). Als weitere Leistungskomponenten im Leadklettern stellten sich eine gute Koordination (Rang 4) und eine gute Bewegungsplanung (Rang 7) heraus. Auch dies ist durchaus plausibel, wurde bisher jedoch in keiner Studie belegt. Die Sprungkraft ist bisher in keiner Veröffentlichung als leistungsrelevant im Klettern zu finden. Umso erstaunlicher ist es, dass sich in unserer Studie diese bei den Herren als die relevanteste Komponente für die Wettkampfleistung in allen drei Einzeldisziplinen und auch für das Olympic-Combined-Format herauskristallisierte. Dies hängt sicherlich damit zusammen, dass bisherige Studien sich nicht mit dem Wettkampfklettern befasst haben. Die Routen bei den Wettkämpfen werden teilweise publikumswirksam mit spektakulären dynamischen Zügen „geschraubt“, so dass sich durchaus Abweichungen zum bisher untersuchten Felsklettern ergeben. Dies unterstreicht nochmals die Wichtigkeit und Notwendigkeit des vorliegenden Projekts, denn bisher lagen weder im Leadklettern noch im Bouldern Leistungsstrukturmodelle für das Wettkampfklettern vor. Dies gilt ebenso für die reinen Wettkampfdisziplinen Speedklettern und Olympic-Combined.

Aus den Leistungsstrukturmodellen ergibt sich auch, welche Merkmale in der trainingspraktischen Leistungsdiagnostik der Spitzenathletinnen und -athleten regelmäßig zum Zweck der Trainingssteuerung erhoben werden sollten. Damit die Leistungsdiagnostik professionell und standardisiert durchgeführt werden kann, wurden neben einem verschriftlichten und gebildeten Testmanual zudem erklärende Videos erstellt. Somit liefert das neue Testverfahren ein wissenschaftlich fundiertes Tool zum Einsatz sowohl in der trainingspraktischen Leistungsdiagnostik aktueller Wettkampfatletinnen und -athleten als auch in der Talentdiagnostik.

5 Literatur

- Draper, N., Giles, D., Schöffl, V., Fuss, F. K., Watts, P., Wolf, P. et al. (2015). Comparative grading scales, statistical analyses, climber descriptors and ability grouping: International rock climbing research association position statement. *Sports technology*, 8 (3-4), 88-94. doi:10.1080/19346182.2015.1107081
- Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2010). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (5., unveränd. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- International Rock Climbing Research Association (2015, 18. November). *The IRCRA performance-related test battery for climbers. Test manual – Version 1.6*. Zugriff unter <https://www.ircra.rocks/mct-documents>