



Weiterentwicklung des Testverfahrens zur Erfassung der Bein Streckung für eine verbesserte Trainingsempfehlung

Claudius Nowoisky, Stefan Leonhardt, Axel Schleichardt, Stefan Endrullis & Francisco J. Vizcaya¹

EINLEITUNG

Die Muskulatur der unteren Extremitäten stellt eine entscheidende Antriebskomponente für die ein- und beidbeinigen Eindrehtechniken im Judo dar. Untersuchungen zeigen, dass für die mechanische Energieaufnahme und die positive Muskelleistung die unteren Extremitäten verantwortlich sind, insbesondere durch eine schnellkräftige Streckung der Knie- und Hüftgelenke (Abb.1).^{2,3} Dementsprechend ist die Erfassung der muskulären Leistung für die Streckbewegung der unteren Extremitäten mit Hilfe einer dynamometrischen Beinpresse („IsoMed 2000 Legpress“, Fa. D.&R. Ferstl GmbH) ein wichtiges Testverfahren. Um daraus zuverlässige Trainingsempfehlungen für Spitzenjudoka abzuleiten, bestand das Projektziel darin, eine sportartspezifische Weiterentwicklung des Tests vorzunehmen. Dazu war eine Aufstellung von muskulären Leistungsparametern anhand bewegungsspezifischer und reliabler Kriterien, sowie deren Orientierung nach Geschlecht und Gewichtsklassen notwendig.

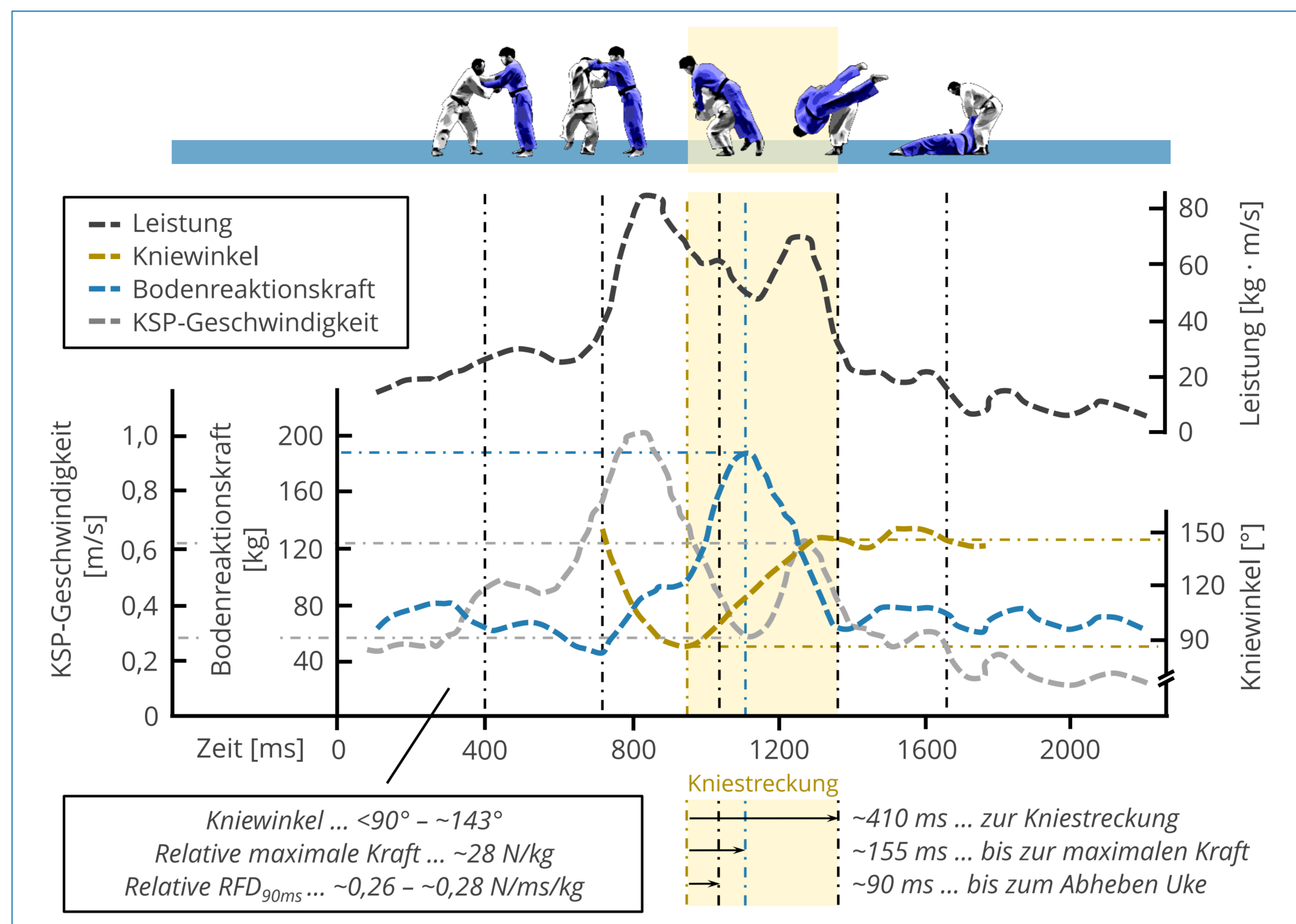


Abb.1 Dynamische und kinematische Bewegungskurven des Tori beim Seoi-Nage (modifiziert).²

METHODEN

Für die Umsetzung des Projektziels wurde ein Entwicklungsansatz mit mehreren systematischen Arbeitsschritten gewählt. In einer initialen Literatur-Recherche mit den Suchkriterien „Legpress“ (bzw. „Beinpresse“ und „Beinstreckung“) sowie „Isomed 2000“ wurden potentielle muskuläre Leistungsparameter und Angaben zur Teststandardisierung zusammengestellt. Dazu wurden 40 relevante „Legpress“-Quellen, inklusive 20 spezifizierten „Isomed-2000“-Quellen, erfasst und ausgewertet. Im darauffolgenden Auswahlprozess wurde die Eignung der Parameter festgestellt. Ein Auswahlkriterium waren die bewegungsspezifischen Kenngrößen der Eindrehtechniken, insbesondere der Kniewinkel, oder die Zeit zur Kniestreckung und zur Kraftentwicklung (RFD) (Abb.1). Ein anderes Auswahlkriterium waren die Genauigkeitsangaben der Parameter und deren notwendigen Testeinstellungen. Die finale Orientierungswertbestimmung erfolgte anhand des Konzepts der Referenzintervalle.⁴

Bewegungsausführung

In der Legpress-Literatur wird die Bein Streck-Bewegung **mehrfach** sitzend und **bilateral** durchgeführt. Um eine maximale Anstrengung zu gewährleisten, wird eine **aufrechte**, nicht-supine Oberkörperposition (d.h. **sitzend** oder **stehend**) empfohlen.⁵

Oberkörperposition

Da eine aufrechte Sitzposition zu bevorzugen ist, liegt die abgeleitete **Lehneneigung** zwischen **100°-110°**. Der **Hüftwinkel** ist unmittelbar von den Einstellungen des Kniewinkels sowie von der Ableitung aus der judospezifischen Wurfbewegung (**90°-115°**) abhängig.^{2,5}

Muskuläre Leistungsparameter*

Parameter**	ICC***	CV***
Maximalkraft (F_{max})	0,89 - 0,98	2 - 5,7 %
Relative F_{max} (rel F_{max})	0,97 - 0,99	4,5 - 5,6 %
Zeit der F_{max} ($t_{F_{max}}$)	0,02 - 0,65	22 - 84 %
Maximale RFD (RFD_{max})	0,78 - 0,99	3,7 - 29 %
Zeit der RFD_{max} ($t_{RFD_{max}}$)	0,68 - 0,96	k.A.
„Mittlere“ RFD (RFD_{90ms})	0,57 - 0,92	4,5 - 55 %
Relative RFD (rel RFD)	k.A.	k.A.

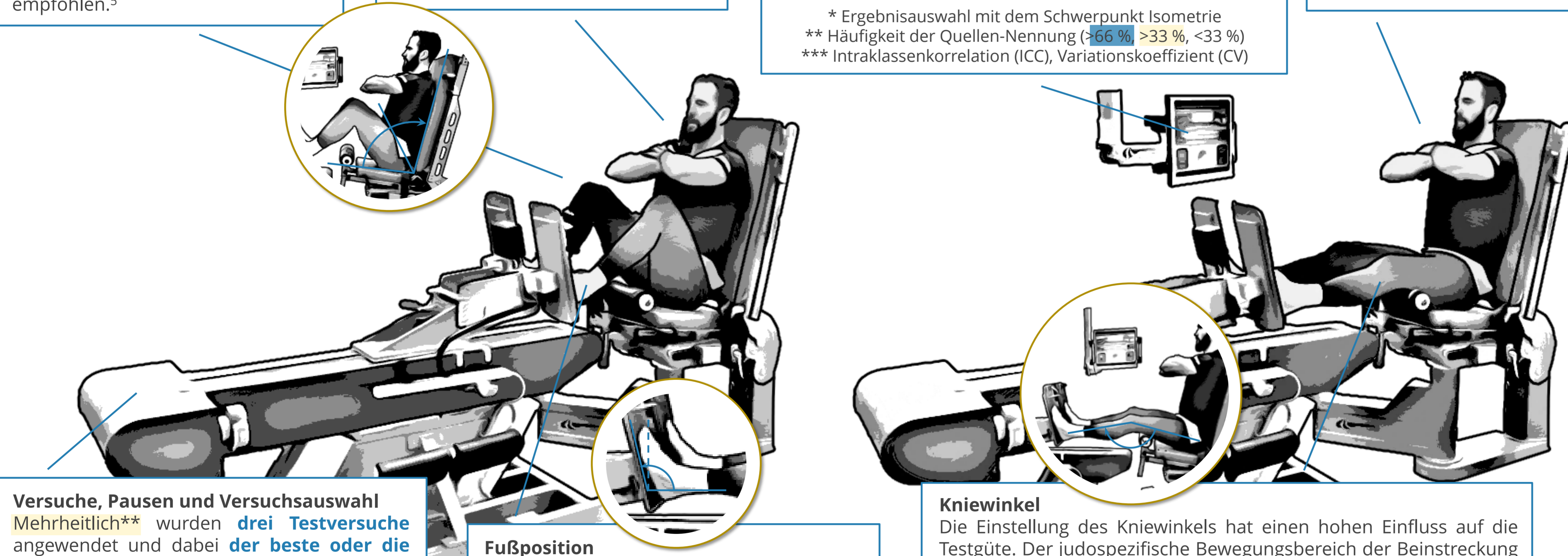
* Ergebnisauswahl mit dem Schwerpunkt Isometrie
 ** Häufigkeit der Quellen-Nennung (166 %, >33 %, <33 %)
 *** Intraklassenkorrelation (ICC), Variationskoeffizient (CV)

Körper-Fixierung und Armposition

Zur Vermeidung der muskulären Vorspannung wird u.a. **kein Griff** und die Verschränkung der **Arme vor der Brust** empfohlen. Der Körper ist durch eine Fixierung in der sitzenden Position zu halten. **Mehrfach** wurde dazu **die Hüfte** mit einem Sicherheitsgurt am Sitz **fixiert**.⁵

Familiarisierung und Aufwärmen

Um den **Familiarisierungseffekt** zu verringern, wurden **mehrfach** Übungsversuche durchgeführt. Die Gewöhnung erfolgte entweder als **ein Probendurchgang innerhalb einer Woche** vor dem eigentlichen Testtag, oder in Form von **2-3 submaximalen Probeversuchen** vor jeder Serie der Testversuche am Testtag. Ein fester Testablauf mit integriertem **Aufwärmprogramm** (5-15 Minuten) ist sinnvoll.



Versuche, Pausen und Versuchsauswahl

Mehrfach wurden **drei Testversuche** angewendet und dabei **der beste oder die zwei besten Versuche** ausgewählt. Zwischen den Versuchen sind **Pausenzeiten** von **60-90 Sekunden** sinnvoll, da nach hochintensiven Kräfteinsätzen in der Muskelzelle 90 % der Phosphagene innerhalb einer Minute wiederhergestellt sind. Bei **Serienpausen von 3-5 Minuten** kann eine hohe muskuläre Leistung am besten beibehalten werden.

Fußposition

Für eine verlustfreie Kraftübertragung wird **mehrfach** ein **kompletter, barfußiger Fußaufsatz** (alternativ Schuhe mit Hartgummi-Sohle) sowie eine **Neigung der Fußplatte** von **10° (Plantarflexion)** empfohlen (u.a. auch um spitze Kniwinkel ohne Ablösen der Ferse zu erreichen). Der Neigungswinkel sollte dabei in den Messauswertungen berücksichtigt sein.

Kniwinkel

Die Einstellung des Kniwinkels hat einen hohen Einfluss auf die Testgüte. Der judospezifische Bewegungsbereich der Beinstreckung ist vorgegeben (Abb.1). Die spitzen Kniwinkel zu Beginn der Bewegung sind für die Kraftentwicklung entscheidend. Die **isometrischen und isokinetischen Testeinstellungen** sind daran anzupassen (**90° bzw. 70°-160°**). Während der Ausführung kann sich der Kniwinkel verändern, was zu unterschiedlichen Kraft- und Schnellkraftwerten führt. Eine regelmäßige **Kontrolle der Winklereinstellungen** (bspw. mit Goniometer) ist daher sinnvoll. Eine vollständige Beinstreckung (180°) wird aus Sicherheitsgründen durch eine **Knierolle in der Nähe des Knies** verhindert.²

Testanweisung (Instruktion)

Die **Motivation der Testperson** ist aufgrund der willentlichen Muskelkontraktion wichtig. Dazu sollten die Testleitenden zu Testbeginn über den **Zweck, Ablauf** und die zu erwartende **Belastung des Tests informieren**. Liegt das Ziel des Tests auf einer erhöhten RFD, wird empfohlen, die Testperson mit der **Anweisung** einer **„schnellen und kräftigen“** Beinstreckung zu motivieren. Ein **visuelles Sofort-Feedback** der Messkurve ist zur Motivation ebenfalls sinnvoll.⁵

ERGEBNISSE

Die Ergebnisse aus der Literatur-Recherche für die muskulären Leistungsparameter und der Teststandardisierungen sind detailliert in einem Schaubild dargestellt. Die Parameter der Maximalkraft („ F_{max} “) und der „mittleren“ Kraftentwicklungsrates („ RFD_{90ms} “) wurden aufgrund der Genauigkeit und der Sportartspezifität ausgewählt. Eine Relativierung erfolgte mittels der Körpermasse. Aus den Legpress-Testdaten von 256 männlichen (Gewicht: 83,1±16,9 kg) und 158 weiblichen (Gewicht: 65,5±12,6 kg) Elite-Kampfsportler*innen wurden die 50 %- und 90 %-Referenzintervalle bestimmt (Abb.2). Die Parameterdaten waren gemäß dem Shapiro-Wilk-Test normalverteilt ($p > .05$).

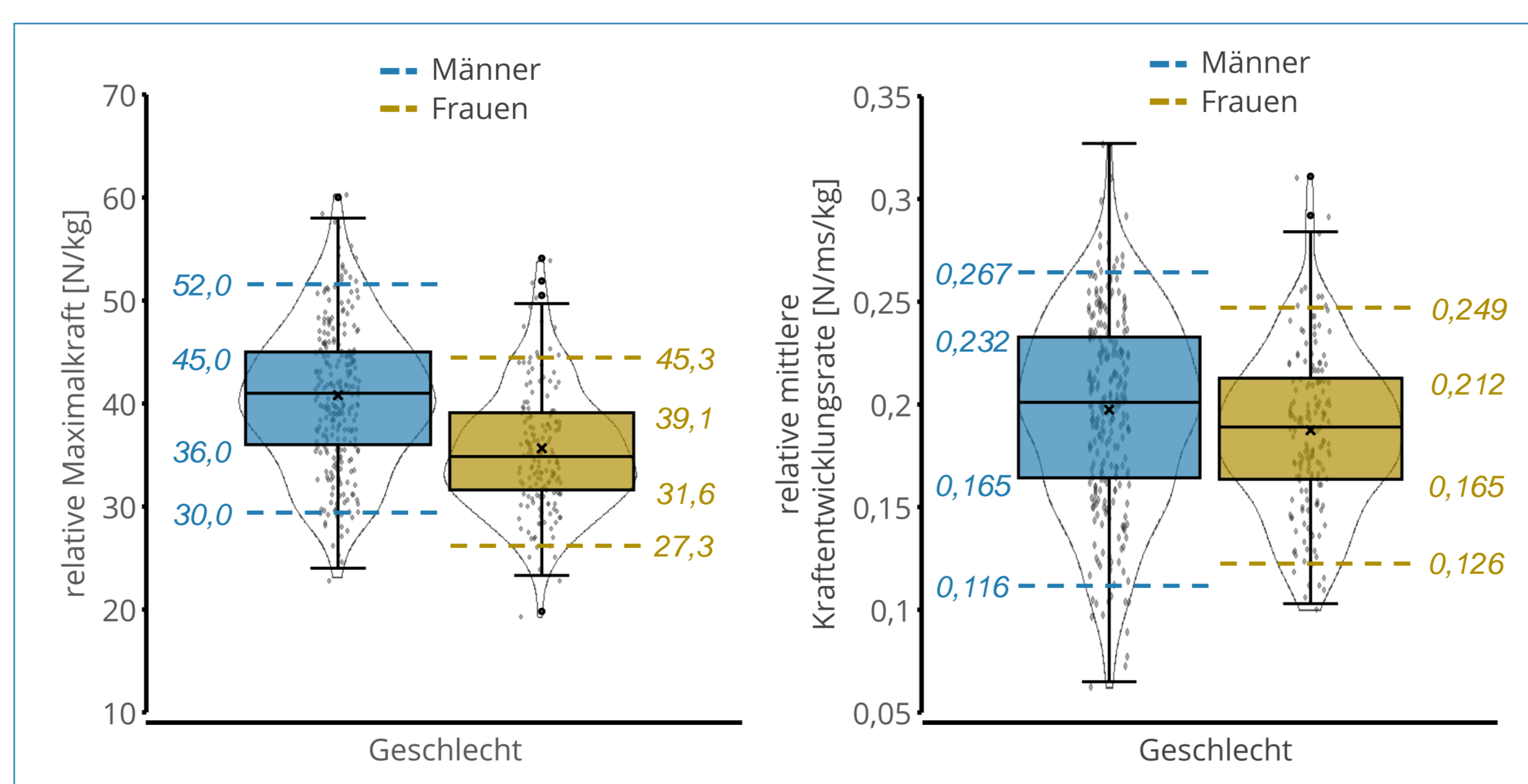


Abb.2 Orientierungswerte ausgewählter Leistungsparameter anhand des 5., 25., 75. und 95. Perzentils.

DISKUSSION

Eine Einordnung der Orientierungswerte mit den bewegungsspezifischen Kenngrößen zeigt, dass die Werte für „rel F_{max} “ und „rel RFD_{90ms} “ unterhalb des 5. Perzentils bzw. oberhalb des 95. Perzentils der Orientierungswerte liegen (Abb.1 und 2). Die schnelle Kraftentwicklung hat eine größere judospezifische Relevanz für Wurfbewegungen als die Maximalkraft. Internationale Spitzenjudoka unterscheiden sich von der nationalen Elite u.a. durch eine schnellere Kniestreckung, was auf eine höhere RFD hindeutet.³ Mit dem Legpress-Test kann die RFD erfasst und Trainingsempfehlungen abgeleitet werden, wenn die recherchierten Maßnahmen zur Teststandardisierung eingehalten werden.