

Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball

Empirische Untersuchungen zur Evaluation von Diagnostiken
und möglichen Einflussfaktoren

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard Karls Universität Tübingen

vorgelegt von

David Rösch

Tübingen

2023

1. Betreuer:

NGL Dr. Daniel Leyhr

2. Betreuer:

Prof. Dr. Oliver Höner

Tag der mündlichen Prüfung:

22. März 2024

Dekan:

Prof. Dr. Ansgar Thiel

1. Gutachter:

NGL Dr. Daniel Leyhr

2. Gutachter:

Prof. Dr. Veit Wank

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben.

Zunächst danke ich *Prof. Dr. Oliver Höner*, der mir die Möglichkeit gegeben hat, im Arbeitsbereich Sportpsychologie und Methodenlehre zu promovieren und dabei ein Thema zu bearbeiten, das mir gerade auch im Hinblick auf die Praxis ein großes Anliegen war und ist. Mit zahlreichen Impulsen und kritischen Rückfragen förderte er, zunächst als Erst- und später als Zweitbetreuer, den Entstehungsprozess dieser Dissertation und unterstützte mich zudem stets auch bei persönlichen Fragen. Einen ebenso großen Dank möchte ich an *Nachwuchsgruppenleiter Dr. Daniel Leyhr* aussprechen, der mir von Anfang an mit Rat und Tat zur Seite stand und später auch die Erstbetreuung meiner Promotionsarbeit übernahm. Die persönliche und wertschätzende Begleitung mit unzähligen fachlichen Diskussionen hat es mir insbesondere in schwierigen Phasen ermöglicht, die Arbeit erfolgreich abzuschließen. Darüber hinaus danke ich *Prof. Dr. Veit Wank* für die Bereitschaft, die Zweitbegutachtung dieser Arbeit zu übernehmen.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei meinen *Kolleginnen und Kollegen im Arbeitsbereich*, die mit ihrer fachlichen und moralischen Unterstützung einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit geleistet haben. Ich freue mich sehr auf die weitere Zusammenarbeit!

Da dieses Dissertationsprojekt in Kooperation mit verschiedenen Institutionen in der Praxis entstanden ist, gilt mein Dank außerdem allen *Nachwuchsspielern*, die an den empirischen Studien teilgenommen haben, sowie allen *Trainern und Eltern*, welche eine erfolgreiche Mitwirkung ermöglicht haben. Zudem danke ich den *Spielern*, die im Rahmen der Konzeption der videobasierten Diagnostik für Videoaufnahmen und Vorstudien zur Verfügung standen. In diesem Zusammenhang geht mein Dank auch an alle *Studierenden* für ihre Teilnahme an den Vorstudien.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich nicht zuletzt bei meiner *Familie*, die mich stets auf meinem Weg begleitet und bestärkt hat. Im Besonderen danke ich meiner *Frau und unseren beiden Kindern*, die in meiner Promotionszeit so viele Entbehrungen in Kauf genommen haben und dabei immer einen Weg fanden, mich abzulenken, wenn ich mit den Gedanken nur bei der Arbeit war. Vielen Dank, liebe *Maike*, dass du an meiner Seite bist und mir die Zeit und die Kraft gegeben hast, diese Arbeit erfolgreich abzuschließen!

David Rösch

Zusammenfassung

Eine zentrale Aufgabe von Sportvereinen und -verbänden bildet die Auswahl von Kindern und Jugendlichen, welche das Potenzial besitzen, ihre Sportart im Erwachsenenalter auf Spitzenniveau zu betreiben. Insbesondere in Mannschaftssportarten, wie dem Basketball, stellt dies jedoch vor dem Hintergrund der komplexen Anforderungsstruktur des Spiels eine große Herausforderung dar. In der Regel treffen Trainer die Entscheidungen darüber, welche Spieler ausgewählt werden und damit Zugang zu weiteren Fördermaßnahmen erhalten und welche nicht. Dabei entscheiden sie vorrangig auf Basis ihrer subjektiven Eindrücke. Eine objektive Erfassung relevanter Talentmerkmale ermöglicht einerseits die Bestätigung der subjektiven Einschätzungen der Trainer im Auswahlprozess. Andererseits können die erhobenen Daten aber auch im Kontrast zu den Beurteilungen der Trainer stehen und dementsprechend zu einer Verbesserung der Talentprognose beitragen. Jedoch fehlen insbesondere im Kontext des Basketballsports empirische Befunde dazu, (a) welche Merkmale für die Einschätzung des Potenzials von Talenten relevant sind, (b) wie diese erfasst werden können und (c) welche Einflussfaktoren in diesem Zusammenhang möglicherweise eine Rolle spielen. Vor diesem Hintergrund liegt der Schwerpunkt dieser Dissertation auf der Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball. Ausgehend von einem adaptierten heuristischen Rahmenmodell, welches potenzielle personbezogene Prädiktoren eines Talents im Basketball und mögliche Einflussfaktoren strukturiert, werden in dieser Arbeit Diagnostiken aus unterschiedlichen Merkmalsbereichen evaluiert. Außerdem wird die Rolle des relativen Alters und der biologischen Reife als mögliche Einflussfaktoren der Talentauswahl untersucht.

In den Studien 1 und 2 wurden potenzielle Talentmerkmale in den Blick genommen, für die bislang keine evidenzbasierten Diagnostiken existieren. Im Zentrum von *Studie 1* stand die Konzeption und Evaluation einer videobasierten Diagnostik der Entscheidungskompetenz im Nachwuchsbasketball. Im Rahmen der Evaluation dieser Diagnostik konnte unter Verwendung einer logistischen Regressionsanalyse zunächst anhand der Testergebnisse der Teilnehmer zwischen Jugendnationalspielern und Schülern einer Sportklasse differenziert werden. Außerdem konnte mithilfe multipler

Regressionsanalysen ein positiver Zusammenhang zwischen den Testergebnissen der Jugendnationalspieler und ausgewählten Scoutingdaten (Assists und Turnover pro Spiel) nachgewiesen werden. Es zeigte sich jedoch kein Zusammenhang mit dem Assist-Turnover-Verhältnis. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse innerhalb der Regressionsmodelle darauf hin, dass sich Spieler unterschiedlicher Leistungsniveaus besonders anhand der Antwortkorrektheit unterscheiden lassen, während Jugendnationalspieler, die in diesem Labortest schnellere Reaktionszeiten aufwiesen, auch mehr Assists und Turnover im Wettkampf erzielen. Die Ergebnisse der Studie bestätigen somit die diagnostische und externe Validität der Diagnostik und unterstützen damit deren Anwendbarkeit zur Erfassung der Entscheidungskompetenz im Nachwuchsbasketball.

In *Studie 2* wurde ein ursprünglich für den Einsatz im Schulsport konzipiertes Beobachtungsinstrument zur Analyse von offensiven und defensiven Spielhandlungen im Basketball (Basketball Learning and Performance Assessment Instrument, BALPAI; Ibáñez et al., 2019) im Kontext des Nachwuchsleistungssports evaluiert. Im Rahmen dieser Evaluation konnte die Interrater-Reliabilität bei der Erfassung von leistungsbezogenen Variablen bestätigt werden, während die diagnostische Validität des Instruments nur für bestimmte Variablen nachgewiesen werden konnte. Bei der Analyse selektionsbezogener Unterschiede zeigte sich eine stärkere Eingebundenheit der selektierten Spieler in ballgebundene Aktionen sowie bessere Leistungen im Vergleich mit nicht-selektierten Spielern in den Bereichen Ballannahme und Wurf. Innerhalb der Positionsgruppen konnten dabei die stärksten Effekte bei Point Guards festgestellt werden. Darüber hinaus fanden sich positionsbezogene Unterschiede nur zwischen Point Guards und Spielern auf anderen Positionen im Hinblick auf die Eingebundenheit bei allen ballgebundenen Aktionen und speziell dem Passen und Dribbeln. Allerdings zeigten sich keine weiteren Unterschiede zwischen den anderen beiden Positionsgruppen. Bezugnehmend auf diese Ergebnisse ist das Instrument in der aktuellen Form nicht für den Einsatz im Kontext des Nachwuchsleistungssports geeignet.

In den Studien 3 und 4 lag der Schwerpunkt auf Diagnostiken, die in der Praxis regelmäßig zur Unterstützung der Trainer bei der Beurteilung der Leistung oder des Potenzials der Spieler in den jeweiligen Merkmalsbereichen eingesetzt werden. *Studie 3* analysierte die Prognoserelevanz von im späten Jugendalter (Nachwuchs Basketball

Bundesliga, NBBL, U19) erfassten Scoutingdaten für den Erfolg der Spieler im Erwachsenenalter. Der gruppenbezogene Vergleich von Spielern, die später eine professionelle Spielklasse erreichen, und solche, die später im Amateurbereich aktiv sind, zeigte mit Ausnahme von Fouls und Turnover Unterschiede bei allen untersuchten Merkmalen. Dabei konnten die beiden Gruppen insbesondere anhand der Gesamtleistung der Spieler (d. h. Effektivität) sowie der erzielten Punkte differenziert werden. Außerdem zeigte eine Varianzanalyse innerhalb der Gruppe der späteren Profis, dass Scoutingdaten und besonders die Effektivität zur Identifikation von Spielern mit internationalem Leistungsniveau im Erwachsenenalter herangezogen werden können, aber eine Differenzierung zwischen späteren Profis auf nationalem und regionalem Niveau nicht möglich ist. Aufgrund der Prognoserelevanz der Daten können sie den Trainern eine wertvolle Unterstützung im Rahmen von Talentauswahlprozessen bieten.

Studie 4 untersuchte selektionsbezogene Unterschiede im relativen Alter, bei reifebezogenen Merkmalen sowie in motorischen Leistungsparametern von Nachwuchsbasketballspielern auf unterschiedlichen Selektionsstufen. Im Hinblick auf den Einfluss des relativen Alters und der biologischen Reife auf die Talentauswahl stellte sich in einem ersten Schritt heraus, dass früh geborene und körperlich früh entwickelte Spieler in Auswahlprozessen auf regionaler Ebene bevorzugt ausgewählt wurden. In einem zweiten Schritt konnten im Rahmen der Selektion auf nationaler Ebene gruppenbezogene Unterschiede zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern in Bezug auf reifebezogene Variablen nachgewiesen werden, wobei sich reifebedingte Vorteile selektierter Spieler bestätigten. Allerdings wurden keine selektionsabhängigen Vorteile dieser Spieler hinsichtlich des relativen Alters festgestellt. In Bezug auf motorische Leistungsparameter waren selektierte Spieler gegenüber nicht-selektierten Spielern nur im Bereich der Sprungkraft überlegen. Bei der Berücksichtigung des relativen Alters sowie des biologischen Entwicklungsstandes konnten im Rahmen von logistischen Regressionsanalysen jedoch keine selektionsbezogenen Unterschiede in den Ergebnissen der untersuchten motorischen Tests festgestellt werden. Aufgrund der Erkenntnisse im Hinblick auf den Einfluss des relativen Alters und der biologischen Reife auf die Talentauswahl im Nachwuchsbasketball sollten die beiden Faktoren in diesem Kontext erfasst und berücksichtigt werden.

Zusammenfassend erweitert die vorliegende Dissertation den Forschungsstand zur Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball sowie zur Rolle des relativen Alters und der biologischen Reife als Einflussfaktoren in diesem Kontext. Darüber hinaus bietet diese Arbeit Perspektiven für künftige wissenschaftliche Forschung und den Transfer in die Praxis.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	1
2	Theoretische Grundlagen	4
2.1	Talentbegriff	5
2.2	Rahmenmodell potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents im Basketball und möglicher Einflussfaktoren	6
2.3	Anforderungsprofil eines Basketballspielers	8
3	Empirischer Forschungsstand	19
3.1	Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball	20
3.2	Einflussfaktoren im Rahmen der Erfassung von Talentmerkmalen	25
4	Empirische Studien	28
4.1	Decision-Making Skills in Youth Basketball Players: Diagnostic and External Validation of a Video-Based Assessment.....	31
4.2	Performance Differences in Male Youth Basketball Players According to Selection Status and Playing Position: An Evaluation of the Basketball Learning and Performance Assessment Instrument.....	54
4.3	Scoutingdaten im Nachwuchs-Basketball: Zusammenhang mit dem Erfolg im Erwachsenenalter	83
4.4	Selection-dependent differences in youth elite basketball players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance.....	96
5	Diskussion	120
5.1	Synthese der Ergebnisse der empirischen Studien	121
5.2	Potenziale zur Optimierung der evaluierten Diagnostiken	134
5.3	Limitationen der operationalisierten Kriteriumsvariablen.....	137
5.4	Empfehlungen für die Praxis	145
5.5	Fazit und Ausblick	148

Literaturverzeichnis	151
Anhang.....	184
Anhang A: Zusammenstellung der Ergebnisse erwachsener männlicher Profibasketballspieler verschiedener Spielpositionen in den meistgenutzten physischen Tests	184
Anhang B: Zusätzliches Online-Material zu Studie 1	189
Anhang C: Zusätzliches Online-Material zu Studie 2	191

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Descriptive statistics for the diagnostic results separated by performance level serving as predictor variables in the logistic regression analysis.	42
Tab. 2: Results of the logistic regression analysis for the determination of the elite performance level according to the diagnostic results.....	42
Tab. 3: Descriptive statistics for the diagnostic results and the performance data serving as predictor and external criterion variables in the multiple regression analysis.	43
Tab. 4: Results of the multiple regression analysis for the determination of the relationship between the diagnostic results and the performance data.....	43
Tab. 5: Total number of players at each playing position separated by selection status.	61
Tab. 6: Descriptive statistics and effect sizes for BALPAI variables separated by selection status and playing position.	66
Tab. 7: Descriptive statistics and multiple group comparisons for BALPAI variables separated by playing position.	69
Tab. 8: Vergleich von späteren professionellen Basketballspielern und Amateuren.	88
Tab. 9: Vergleich von späteren professionellen Basketballspielern auf internationalem, nationalem und regionalem Leistungsniveau.	90
Tab. 10: Descriptive overview of all assessed variables and inferential statistics for group comparisons according to selection status.	106
Tab. 11: Results of the logistic regression analysis for the prediction of selection status based on results in motor diagnostics controlled for biological maturity status and relative age.....	108

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Potenzielle personbezogene Prädiktoren eines Talents im Basketball und mögliche Einflussfaktoren (modifiziert nach Williams et al., 2020; Gagné, 2021).....	7
Abb. 2: Verortung der empirischen Studien im heuristischen Modell potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents im Basketball und mögliche Einflussfaktoren (modifiziert nach Williams et al., 2020; Gagné, 2021).....	29
Fig. 3: Initial setup of the players in the video scenes of the decision-making assessment.	37
Fig. 4: Passing options in the decision-making assessment.	38
Fig. 5: Experimental setting in the cognitive laboratory.	39
Fig. 6: Association between the response time and the performance data.	44
Abb. 7: Studiendesign	87
Fig. 8: Outline of the Modified agility T-test (MAT).	103
Abb. 9: Framework for natural decision-making in an invasive team sport (Janssen et al., 2023, S.1853).....	122
Abb. 10: Eingebundenheit und Leistung selektierter und nicht-selektierter Spieler innerhalb verschiedener Positionsgruppen in ballgebundene Aktionen in Studie 2 (Eigene Darstellung).....	126
Abb. 11: Eingebundenheit und Leistung von Spielern verschiedener Positionsgruppen in ballgebundene Aktionen in Studie 2 (Eigene Darstellung).	127
Abb. 12: Standbild einer Spielszene der videobasierten Diagnostik (Eigene Darstellung).	135

1 Einleitung und Problemstellung

Im Jahr 2023 gelang der deutschen Basketball-Nationalmannschaft der Herren mit dem Gewinn der Weltmeisterschaft ihr bislang größter Erfolg. Im Jahr zuvor hatte die Mannschaft bereits bei der Europameisterschaft in Deutschland die Bronzemedaille gewonnen. Bis zu diesem Zeitpunkt konnten deutsche Auswahlmannschaften allerdings nur eine weitere Medaille bei Weltmeisterschaften (2002, Bronze) und zwei weitere Medaillen bei Europameisterschaften (1993, Gold und 2005, Silber) gewinnen. Nach den jüngsten Erfolgen liegt Deutschland nun auf Platz drei der Weltrangliste (vgl. FIBA, 2023). Mit ihren Leistungen begeistert die aktuelle Mannschaft viele Kinder in Deutschland für den Basketballsport, was sich auch an der steigenden Anzahl an Spielerlaubnissen im Jahr der Europameisterschaft zeigte (vgl. DBB, 2022a).

Während diese Kinder davon träumen, eines Tages für die Nationalmannschaft nominiert zu werden, stehen Sportvereine und -verbände vor der Herausforderung, aus einer großen Anzahl von Kindern und Jugendlichen jene auszuwählen, die das Potenzial haben, im Erwachsenenalter Basketball auf nationalem oder internationalem Spitzenniveau zu spielen. Für die Auswahl und Förderung talentierter Spieler¹ existieren in Deutschland komplexe Strukturen (vgl. Flasch-Coura, 2023). Auf Vereinsebene ist der Wettbewerb in den Altersklassen bis zur U14 vorrangig in regionalen Ligen der Landesverbände organisiert. Für Spieler in höheren Altersklassen bestehen neben den regionalen Strukturen auch zwei bundesweit organisierte Nachwuchsligen: Zur Saison 2009/10 wurde die Jugend Basketball Bundesliga (JBBL) als höchste Liga für den männlichen Nachwuchs in der Altersklasse U16 eingerichtet. Zuvor war bereits zur Saison 2006/07 die Nachwuchs Basketball Bundesliga (NBBL) für Spieler der Altersklasse U19 eingeführt worden. Beide Ligen verstehen sich als Ausbildungsligen für deutsche Nachwuchsspieler (vgl. NBBL gGmbH, 2023a, 2023b). Die Bedeutung der beiden Nachwuchsbundesligen für die Talentförderung in Deutschland zeigt sich beispielsweise am Kader der Herren-Nationalmannschaft bei der Weltmeisterschaft 2023: Alle zwölf Spieler haben im Jugendalter in NBBL, JBBL oder sogar in beiden Ligen gespielt (vgl. NBBL gGmbH, 2023c). Um eine hochwertige Ausbildung der Nachwuchsspieler zu

¹ Diese Dissertation beschäftigt sich ausschließlich mit männlichen Nachwuchsbasketballspielern, weshalb bei der Nennung von Personen oder Personengruppen nur die männliche Sprachform verwendet wird.

gewährleisten, haben sich Vereine in den ersten beiden Bundesligen zum Erhalt ihrer Lizenzen unter anderem dazu verpflichtet, Mannschaften in den beiden Nachwuchsbundesligen zu stellen und hauptamtliche Nachwuchstrainer zu beschäftigen (vgl. BBL, 2023; 2. BBL, 2023).

Darüber hinaus werden besonders talentierte Spieler der Vereine über Auswahlmannschaften der Landesverbände gefördert. Hierbei unterscheiden sich die einzelnen Verbände bezüglich der Organisation der Maßnahmen zur Sichtung und Förderung (vgl. Flasch-Coura, 2023). Die erste Sichtungsmaßnahme auf Bundesebene bildet das Bundesjugendlager, bei dem die Auswahlmannschaften der Landesverbände nach einem vorab definierten Modus in Turnierform gegeneinander antreten (vgl. DBB, o. D.). Dabei werden Spieler der Altersklasse U15 ausgewählt, die dann bei Fördermaßnahmen auf Bundesebene weiter gefördert werden und erste Vergleichswettbewerbe bestreiten. Für die Zusammenstellung der Jugendnationalmannschaften in höheren Altersklassen (z. B. U16, U18, U20) werden die Spieler zu zentralen Nominierungslehrgängen eingeladen, bei denen die Nachwuchskader gebildet werden (vgl. DBB, 2020b).

Der Deutsche Basketball Bund (DBB) steht im Vergleich der deutschen Spitzenverbände mit 215.609 Mitgliedern derzeit auf Platz 16 (vgl. DOSB, 2022, S.12). Dabei sind beispielsweise nur 79.928 Jungen bis 18 Jahre als Mitglieder in deutschen Basketballvereinen registriert, während im Handball etwa doppelt so viele (163.708) und im Fußball mehr als 20-mal so viele Jungen in diesem Alter (1.784.829) Vereinsmitglieder sind (vgl. ebd., S.5). Somit müssen im deutschen Basketball vielversprechende Nachwuchstalente aus einem deutlich kleineren *Talentpool* ausgewählt werden als in anderen Mannschaftssportarten. Die Entscheidung darüber, wer für eine Nachwuchsbundesliga-Mannschaft (JBBL bzw. NBBL) oder eine Auswahlmannschaft (Landes- oder Bundeskader) ausgewählt wird, treffen dabei in der Regel die Trainer. Diese bewerten das Potenzial der Spieler auf Basis ihres „Trainerauges“ („coach’s eye“). Es handelt sich dabei um eine intuitive, subjektive, erfahrungsbasierte und ganzheitliche Beurteilung (Lath et al., 2021), welche die Trainer bei der Beobachtung von Trainingseinheiten oder Wettkämpfen vornehmen. Daneben werden in der Regel Testverfahren herangezogen, um den körperlichen Leistungsstand der Spieler zu beurteilen (Gál-Pottyondy et al., 2021b; Johnston et al., 2018). Allerdings

zeigen diverse Studien, dass die Genauigkeit von Prognosen des zukünftigen Erfolgs auf Basis eines solchen Vorgehens stark eingeschränkt sind – selbst dann, wenn die Einschätzung des Potenzials der Spieler in der späten Adoleszenz vorgenommen wird (z. B. Draft Combine der National Basketball Association, NBA; Für eine Übersicht vgl. Johnston et al., 2022; Koz et al., 2012)

Problemstellung und Aufbau der Arbeit

Auswahlentscheidungen stellen vor dem Hintergrund der umfangreichen und komplexen Anforderungen des Basketballsports eine große Herausforderung dar (vgl. Trunić & Mladenović, 2014). Die Bewertung des Potenzials der Spieler wird zusätzlich dadurch erschwert, dass sich die Spieler eines Jahrgangs in Bezug auf ihr relatives Alter oder ihre biologische Reife erheblich unterscheiden können (vgl. Carvalho & Gonçalves, 2023). Hinsichtlich der biologischen Reife betrifft dies insbesondere den Zeitraum der Adoleszenz, in der wichtige Sichtungmaßnahmen im Basketball stattfinden. Allerdings hat die Forschung in Bezug auf potenzielle Talentprädiktoren im Nachwuchsbasketball, zugehörige Diagnostiken, sowie in diesem Zusammenhang zu berücksichtigende Einflussfaktoren bislang nur wenige Erkenntnisse hervorgebracht. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwiefern objektive Diagnostiken relevanter Talentmerkmale die Trainer bei der Einschätzung und Auswahl von Spielern unterstützen können und welche Rolle dabei Einflussfaktoren wie beispielsweise die biologische Reife der Spieler einnehmen. Der Schwerpunkt dieser Promotionsarbeit liegt in diesem Zusammenhang auf der Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball.

Im Anschluss an das einführende Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Arbeit in den Blick genommen (siehe Kapitel 2): Neben dem Talentbegriff und einem adaptierten Rahmenmodell zur Strukturierung potenzieller personbezogener Talentprädiktoren und möglicher Einflussfaktoren, wird hier auch das Anforderungsprofil eines Basketballspielers erläutert. In Kapitel 3 folgt dann die Darstellung des aktuellen empirischen Forschungsstandes zur Diagnostik potenzieller personbezogener Talentmerkmale und zu möglichen Einflussfaktoren.

Im Zentrum dieser kumulativen Dissertation stehen vier empirische Studien (siehe Kapitel 4), die in national und international anerkannten Fachzeitschriften veröffentlicht (Studien 1-3) oder zur Publikation eingereicht (Studie 4) wurden:

- (1) Rösch, D., Schultz, F., & Höner, O. (2021). Decision-Making Skills in Youth Basketball Players: Diagnostic and External Validation of a Video-Based Assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2331. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052331>
- (2) Rösch, D., Ströbele, M. G., Leyhr, D., Ibáñez, S. J., & Höner, O. (2022). Performance Differences in Male Youth Basketball Players According to Selection Status and Playing Position: An Evaluation of the Basketball Learning and Performance Assessment Instrument. *Frontiers in Psychology*, 13, 859897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.859897>
- (3) Rösch, D., Deutsch, Q., & Höner, O. (2021). Scoutingdaten im Nachwuchs-Basketball. Zusammenhang mit dem Erfolg im Erwachsenenalter. *Leistungssport*, 51(1), 45-49.
- (4) Leyhr, D., Rösch, D., Cumming, S. P., & Höner, O. (2023, eingereicht). Selection-dependent differences in youth elite basketball players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.

Im Rahmen der Diskussion (siehe Kapitel 5) werden die Erkenntnisse der empirischen Einzelstudien hinsichtlich ihrer Implikationen für die Praxis und zukünftiger Forschungsperspektiven diskutiert.

2 Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel wird zunächst der Talentbegriff geklärt. Daraufhin wird ein heuristisches Rahmenmodell vorgestellt, welches potenzielle personbezogene Prädiktoren eines Talents im Basketball und mögliche Einflussfaktoren strukturiert und dabei auf bestehenden Modellen der sportwissenschaftlichen Talentforschung aufbaut. Im Anschluss wird das Anforderungsprofil eines Basketballspielers erläutert.

2.1 Talentbegriff

Unter einem Talent im Sport „wird eine Person aufgefasst, die sich noch in frühen Phasen der Entwicklung zu ihrer individuellen Höchstleistung befindet und der das Potenzial für die künftige Entwicklung besonders hoher Leistungen und Erfolge im Spitzensport zugeschrieben wird“ (Güllich, 2022, S.766). Während in der Sportwissenschaft in Bezug auf dieses grundsätzliche Verständnis von Talenten im Sport weitestgehend Einigkeit besteht, gibt es hinsichtlich des betrachteten Spektrums von Talentmerkmalen (eng vs. weit) sowie der Dynamik (statisch vs. dynamisch) konzeptionelle Unterscheidungen (vgl. Höner et al., 2020).

Im Sinne eines *engen Talentbegriffs* zeichnen sich Talente dadurch aus, dass sie frühzeitig in ihrer Entwicklung außergewöhnliche sportartspezifische Leistungen erbringen. Ein *weiter Talentbegriff* berücksichtigt dagegen nicht nur sportartspezifische Leistungen, sondern umfasst multiple personbezogene Faktoren (z. B. physische Merkmale, psychologische Dispositionen) und Umweltfaktoren (z. B. Unterstützung der Familie, Trainingsbedingungen) (vgl. Güllich, 2022; Hohmann, 2009; Hohmann & Carl, 2002; Höner et al., 2020).

Der *statische Talentbegriff* betrachtet das Potenzial einer Person als gegeben und unveränderlich, sodass demnach eine einmalige Erhebung ausreicht, um das Potenzial dieser Person zu bestimmen. Der *dynamische Talentbegriff* geht hingegen davon aus, dass sich das Potenzial eines Individuums im Laufe der Zeit verändern kann und mehrere Erhebungen zu verschiedenen Zeitpunkten notwendig sind, um das Potenzial dieses Individuums zu bestimmen (vgl. Güllich, 2022; Hohmann & Carl, 2002; Höner et al., 2020).

In der sportwissenschaftlichen Talentforschung hat sich der *dynamisch-weite Talentbegriff* etabliert (vgl. Conzelmann et al., 2018; Höner et al., 2020). Diese Auffassung wird daher auch in dieser Dissertation zugrunde gelegt. Aufbauend auf diesem Verständnis strukturieren Rahmenmodelle den Talententwicklungsprozess.

2.2 Rahmenmodell potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents im Basketball und möglicher Einflussfaktoren

In der prospektiven Talentforschung werden Rahmenmodelle aus der Begabungs- und Expertiseforschung herangezogen (vgl. Höner et al., 2020). Das „Differentiated Model of Giftedness and Talent“ (DMGT) des Bildungsforschers François Gagné (2021) ist beispielsweise ein solches Modell, das in der Sportwissenschaft bereits wiederholt eingesetzt wurde (z. B. Höner & Feichtinger, 2016; Vaeyens et al., 2008). Eine zentrale Annahme des DMGT ist die Unterscheidung zwischen Begabung und Talent. Dabei wird Begabung definiert als der Besitz außergewöhnlicher natürlicher Fähigkeiten in mindestens einem Bereich (d. h. intellektuelle, kreative, soziale, wahrnehmungsbezogene oder körperliche Fähigkeiten), die das Individuum zu den besten 10 % seiner Altersgruppe zählen lassen. Demgegenüber ist Talent die herausragende Beherrschung von systematisch entwickelten Kompetenzen (d. h. Wissen und Fertigkeiten) in mindestens einem Anwendungsfeld (z. B. Technik, Kunst, Sport), die das Individuum zu den besten 10 % im Vergleich zu den Personen gehören lassen, die eine vergleichbare Zeit in die Entwicklung der entsprechenden Fähigkeiten investiert haben. Ausgehend von diesem theoretischen Verständnis beinhaltet der Talententwicklungsprozess die Umwandlung von Begabung in Talent. Der Prozess wird dabei durch intrapersonale (z. B. physische oder psychologische Merkmale) und umweltbezogene Katalysatoren (z. B. Milieu, Bezugspersonen) sowie durch den Zufall (z. B. Geburtstag) beeinflusst.

Aufbauend auf der Systematik des DMGT haben Williams et al. (2020) ein heuristisches Modell entworfen, das potenzielle Talentprädiktoren in der Sportart Fußball strukturiert. Dabei haben die Autoren umwelt- und personbezogene Merkmale identifiziert, die Relevanz für die Vorhersage von Spitzenleistungen von Nachwuchsfußballspielern im Erwachsenenalter besitzen. Die personbezogenen Prädiktoren umfassen physische (z. B. Anthropometrie, Kraft) und psychologische (z. B. kognitive Faktoren) Merkmale sowie fußballspezifische *Skills* (z. B. technische und taktische Kompetenzen). Die umweltbezogenen Prädiktoren umfassen dagegen soziologische Merkmale wie zum Beispiel die familiäre Unterstützung. Darüber hinaus benennen die Autoren Einflussfaktoren, welche die prognostische Validität der Prädiktoren beeinflussen können. Neben der Reifung der Spieler werden das Umfeld und zufällige Ereignisse als Einflussfaktoren angeführt.

Das Modell von Williams et al. (2020) umfasst Prädiktoren und Einflussfaktoren, die möglicherweise auch für die Talentprognose in anderen Spielsportarten relevant sind. Da im Basketball derzeit kein entsprechendes Modell existiert, soll es die Grundlage für die Genese eines Rahmenmodells potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents in dieser Sportart bilden (vgl. Abb. 1).

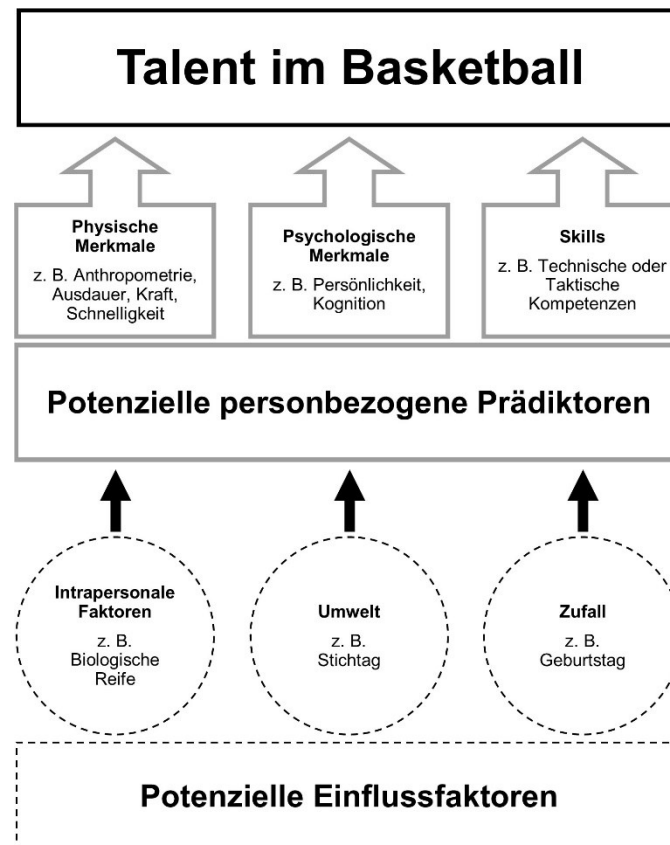


Abb. 1: Potenzielle personbezogene Prädiktoren eines Talents im Basketball und mögliche Einflussfaktoren (modifiziert nach Williams et al., 2020; Gagné, 2021).

Hinsichtlich möglicher Einflussfaktoren wird hierbei auf die von Gagné (2021) benannten Katalysatoren im Talententwicklungsprozess zurückgegriffen, welche die von Williams et al. (2020) aufgeführten Faktoren einschließen. Analog zum Modell von Williams et al. (2020) kann Talent im Basketball somit durch physische und psychologische Merkmale sowie basketballspezifische *Skills* vorhergesagt werden. Die prognostische Validität der Prädiktoren wird wiederum durch intrapersonale und umweltbezogene Einflussfaktoren sowie durch den Zufall positiv oder negativ beeinflusst.

Potenzielle Talentprädiktoren in den genannten Merkmalsbereichen sollen zur Unterstützung von Trainern bei der Einschätzung des Potenzials von Nachwuchsbasketballspielern im Hinblick auf zukünftige Spitzenleistungen im Erwachsenenalter herangezogen werden können. Die Zusammenstellung potenziell relevanter Merkmale erfolgt daher vor dem Hintergrund des Anforderungsprofils von erwachsenen Basketballspielern.

2.3 Anforderungsprofil eines Basketballspielers

Ein sportartspezifisches Anforderungsprofil beinhaltet nach Hohmann (1994) eine normorientierte Zusammenstellung der notwendigen physischen und psychischen Merkmale des Leistungszustandes, die zur Bewältigung der wettspielspezifischen Belastungen erforderlich sind. Es umfasst „die durchschnittlichen Ausprägungen der komplexen Gesamtleistung und der zugehörigen Teilleistungen (Leit- und Teilziele) sowie der leistungsrelevanten konditionellen und koordinativen Fähigkeiten bzw. physiologischen und anthropometrischen Leistungsvoraussetzungen“ (ebd., S.84). Dazu sollen möglichst objektive Leistungskennziffern (z. B. Ergebnisse motorischer Tests oder einer systematischen Spielbeobachtung) herangezogen werden.

Die Anforderungen an einen Basketballspieler werden maßgeblich durch die strukturellen Anforderungen des Sportspiels geprägt, die das Regelwerk vorgibt (vgl. DBB, 2023b). Bei einem offiziellen Basketballspiel stehen sich zwei Mannschaften mit jeweils fünf Feldspielern (und maximal sieben Auswechselspielern) gegenüber. Das Ziel des Spiels ist es, im Angriff den Ball in den gegnerischen Korb zu werfen und in der Verteidigung ebendies zu verhindern. Um das Ziel zu erreichen, müssen die Feldspieler sowohl im Angriff als auch in der Verteidigung zusammenarbeiten (vgl. Bösing et al., 2019; Remmert, 2006). Das Spiel findet dabei in einem 28x15 m großen Spielfeld statt. Im europäischen Basketball gliedert sich ein Spiel zeitlich in vier Perioden (Viertel) von jeweils zehn Minuten (Sonderregelungen gibt es im Mini-Basketball; vgl. DBB, 2020c), was einer effektiven Spielzeit von 40 Minuten entspricht. Die Gesamtdauer eines Spiels kann sich jedoch infolge von Unterbrechungen (z. B. aufgrund von Schiedsrichterentscheidungen, Auszeiten, Pausen zwischen den Vierteln) auf bis zu 90 Minuten belaufen (vgl. Bösing et al., 2019).

Aktionsformen in einem Basketballspiel

In bisherigen Studien konnte gezeigt werden, dass Basketballspieler in einem Spiel zwischen 4.404 m und 7.558 m zurücklegen (Stojanović et al., 2018). Die Spieler führen dabei zwischen 758 und 2749 Einzelaktionen aus. Darunter sind 18 bis 140 Sprints, 17 bis 52 Sprünge sowie 17 bis 94 laterale Bewegungen mit hoher Intensität. Der Anteil der Sprints an der effektiven Spielzeit lag in den Studien zwischen 0.3 und 8.5 %, der Anteil der Sprünge zwischen 1.3 und 2.3 % und der Anteil der hochintensiven lateralen Bewegungen zwischen 0.4 und 9.3 %. Dagegen entfielen auf das Stehen und Gehen 23.4 bis 66.3 %, auf das Joggen 5.6 bis 40.9 % sowie auf das Laufen 4.5 bis 32.0 % der effektiven Spielzeit. Für laterale Bewegungen mit mittlerer und niedriger Intensität wurde ein Anteil von 6.5 bis 19.8 %, beziehungsweise 2.1 bis 14.7 % der effektiven Spielzeit gemessen. Ein Wechsel der Bewegungsformen fand alle 1 bis 3 Sekunden statt. Die großen Variationen in den im Rahmen der Überblicksarbeit erfassten Werten kann auf methodische Unterschiede bei den Messungen zurückgeführt werden (z. B. Quantifizierung der Bewegungsmuster über manuelle Videoanalyse vs. automatische Erfassung über Inertiale Messeinheiten, IMU; vgl. Russell et al., 2021; Stojanović et al., 2018; Taylor et al., 2017) Auch wenn die Ergebnisse der Einzelstudien somit nur bedingt vergleichbar sind, so zeigen sie doch den Intervallcharakter des Basketballspiels („intermittent sport“; z. B. Morrison et al., 2022). Außerdem haben Stojanović et al. (2018) festgestellt, dass insbesondere Spielniveau und Spielposition die Aktivitätsanforderungen beeinflussen können. So wurden beispielsweise bei Spielern höherer Spielklassen mehr Wechsel in der Art der Aktivität und damit eine höhere Intervallbelastung festgestellt als bei Spielern niedrigerer Spielklassen. Darüber hinaus wurde bei Guards ein höherer Anteil an Sprints und hochintensiven lateralen Bewegungen festgestellt als bei Forwards und Centerspielern. Dies war auch bei Forwards im Vergleich zu Centerspielern zu beobachten. Diese positionsbezogenen Unterschiede lassen sich unter anderem mit den unterschiedlichen Aufgaben der Spieler auf den jeweiligen Positionen begründen, die nachfolgend näher beschrieben werden.

Positionsspezifik im Basketball

Aus taktischen Gründen werden die Spieler im Basketball, wie auch in anderen Mannschaftssportarten, verschiedenen Spielpositionen zugeordnet. Klassischerweise werden dabei im Leistungssport *Point Guard*, *Shooting Guard*, *Small Forward*, *Power Forward* und *Center* unterschieden. Im Folgenden werden die Hauptaufgaben in Angriff und Verteidigung beschrieben, die Spieler auf den einzelnen Positionen typischerweise übernehmen (vgl. Bösing et al., 2019; Trninić & Dizdar, 2000).

Der *Point Guard* ist im Rahmen des Spielaufbaus für die Umsetzung der taktischen Vorgaben des Trainers zuständig. Um möglichst aussichtsreiche Abschlussmöglichkeiten für sich und seine Mitspieler zu kreieren, müssen Spieler auf dieser Position über herausragende Fähigkeiten beim Passen und Dribbling verfügen. Zudem müssen sie sehr gute Distanzwerfer sein, um beispielsweise in kritischen Spielphasen (z. B. am Ende des Spiels, wenn die Spielzeit abläuft) Punkte erzielen zu können. In der Defensive ist der *Point Guard* in erster Linie für die Störung des gegnerischen Spielaufbaus zuständig. In diesem Zusammenhang ist er auch für die Unterbindung der ersten Welle des Schnellangriffs (*Point Guard* ist der erste Spieler, der zurückläuft) und das Verhindern eines Anspiels auf den direkten Gegenspieler zuständig.

Der *Shooting Guard* ist häufig der beste Punktesammler einer Mannschaft. Dabei ist er nicht nur ein hervorragender Distanzwerfer, sondern kann seinen Gegenspieler auch im direkten Duell schlagen und im Schnellangriff punkten. Zudem muss er auch in der Lage sein, die Aufgaben des Aufbauspielers zu übernehmen und diesen damit zu entlasten. In der Defensive ist er für die Verteidigung abseits des Balls zuständig, um den gegnerischen *Shooting Guard* am Ballerhalt zu hindern. Daneben muss der *Shooting Guard* in der Lage sein, seinen Gegenspieler im direkten Duell am Punkten zu hindern.

Der *Small Forward* kann je nach Stärken und Schwächen seines Gegenspielers im Angriff in Korbnähe und Distanz agieren und dabei sein umfangreiches Repertoire an Abschlussvarianten einsetzen. Durch seine Stärke beim Rebound spielt er gleichermaßen in Angriff und Verteidigung eine wichtige Rolle. Spieler auf dieser Position können sowohl Spieler in Korbnähe, die mit dem Rücken zum Korb agieren, als auch schnelle, wendige Außenspieler verteidigen.

Der *Power Forward* agiert ebenfalls variabel in Korbnähe und Distanz. Zudem kommt ihm im modernen Basketball eine wichtige Rolle als Passgeber („Zweiter Point Guard“) zu. Außerdem sorgt er durch Blöcke dafür, dass seine Mitspieler in Ballbesitz oder vielversprechende Wurfpositionen kommen. In der Defensive ist er neben dem Center der beste Rebounder seiner Mannschaft. Er muss zudem in der Lage sein, Angreifer in Korbnähe und der Distanz zu kontrollieren. Außerdem muss er Blocksituationen hervorragend verteidigen können.

Der *Center* agiert vorrangig in Korbnähe. Dabei spielt der „Brettcenter“, der mit dem Rücken zum Korb agiert, im modernen Spiel eine untergeordnete Rolle. Der Center wird vielmehr in Blocksituationen eingebunden und dann von zum Korb durchbrechenden Guards in eine aussichtsreiche Wurfposition gebracht (sog. *Pick & Roll*). In der Defensive ist der Center in der Regel der beste Rebounder seiner Mannschaft und insbesondere im korbnahen Bereich für das Blocken bzw. Verändern von Würfeln zuständig. Er ist dabei insbesondere auch als helfender Verteidiger gefragt, wenn beispielsweise ein Shooting Guard im direkten Duell geschlagen wurde.

Da sich die Aufgaben der Spieler auf bestimmten Positionen überschneiden (z. B. Point Guard und Shooting Guard), werden die Spieler aus trainingsmethodischen Gründen in der Praxis häufig in Gruppen zusammengefasst (vgl. Bösing et al., 2019; Drinkwater et al., 2008). Dabei wird in der Regel entweder zwischen Außenspielern (Point Guard, Shooting Guard, Small Forward) und Innenspielern (Power Forward, Center) oder zwischen Guards (Point Guard, Shooting Guard), Forwards (Small Forward, Power Forward) und Centerspieler unterschieden. In der basketballbezogenen Forschung werden diese Klassifizierungen unter anderem dazu herangezogen, um Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen im Hinblick auf verschiedene Leistungsfaktoren zu ermitteln. Auf solche positionsbezogenen Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen und Spezifika der Spielpositionen wird im Folgenden in Bezug auf die einzelnen Anforderungsbereiche eingegangen.

Physische Anforderungen

Im Folgenden werden zunächst die Anforderungen an einen Basketballspieler in Bezug auf Konstitution und Kondition genauer beschrieben (vgl. Bösing et al., 2019; Remmert & Schneider, 2020). Im Anschluss daran soll die Leistungsdiagnostik in diesem Bereich dargestellt und Befunde zu Unterschieden zwischen Spielern auf verschiedenen Positionen betrachtet werden.

Im Hinblick auf die *Konstitution* dominieren im Basketball nach Hagedorn et al. (1996) athletische, schlanke und hochwüchsige Spieler mit günstigen Hebelverhältnissen für kurze Sprints, schnelle Tempo- und Richtungswechsel und schnellkräftige Sprünge. Insbesondere eine entsprechende Körpergröße bringt aufgrund der strukturellen Rahmenbedingungen des Basketballsports Vorteile in Angriff (z. B. Nahdistanzwurf auf den in einer Höhe von 3.05 m aufgehängten Korb) und Verteidigung (z. B. regelkonformes Blocken eines Wurfversuchs) mit sich.

In Bezug auf die *Ausdauer* stellt das Basketballspiel komplexe Anforderungen an die Spieler. In intensiven Spielphasen (mit z. B. Sprüngen oder Sprints) erfolgt die Energiebereitstellung sowohl über anaerob-alaktazide als auch anaerob-laktazide Stoffwechselprozesse. In Erholungsphasen zwischen zwei Belastungsspitzen in einem Spiel, beziehungsweise zwischen Punktspielen oder Trainingseinheiten, spielt die aerobe Energiebereitstellung eine zentrale Rolle, um wiederholt hochintensive Bewegungen realisieren zu können und eine langfristige Belastungsverträglichkeit zu gewährleisten.

Im Zusammenhang mit der *Schnelligkeit* sind im Sportspiel Basketball vorwiegend azyklische Bewegungen (z. B. Sprint, Sprung, Richtungswechsel) relevant. Diese müssen über das gesamte Spiel hinweg wiederholt mit hoher Intensität ausgeführt werden (Schnellkraftausdauer). Darüber hinaus müssen Spielhandlungen angepasst an die Spielsituationen technisch korrekt gelöst werden, was eine komplexe Handlungsschnelligkeit erfordert. Diese ist eng mit den technischen, taktischen und psychologischen Anforderungen an die Athleten verbunden.

Hinsichtlich der Anforderungen an die *Kraft* stehen spezifische Schnellkraft und Reaktivkraft (z. B. Sprints, Sprünge, Würfe, Pässe) im Mittelpunkt. Galt Basketball früher noch als „körperloses Spiel“, so wird heutzutage mit viel Körperkontakt gespielt.

Eine optimal ausgeprägte Maximalkraft in Rumpf sowie in den oberen und unteren Extremitäten ist somit einerseits für eine Verbesserung des Durchsetzungsvermögens notwendig. Andererseits dient sie der Verletzungsprophylaxe und der Gewährleistung einer langfristigen Belastungsverträglichkeit.

Zur Diagnostik werden üblicherweise umfangreiche Testbatterien eingesetzt, welche die verschiedenen Teilbereiche der Konstitution und Kondition abdecken. Allerdings besteht bislang keine Einigkeit hinsichtlich der Auswahl der Einzeltests (vgl. Mancha-Triguero et al., 2019; Remmert & Schneider, 2020). Die Ergebnisse der am häufigsten verwendeten Tests von erwachsenen männlichen Basketballspielern, die diese Sportart professionell ausüben (d. h. unter Vertrag stehende Vollzeitsportler oder Spieler aus Mannschaften der höchsten Spielklasse eines Landes; Morrison et al., 2022) sind in Anhang A zusammengestellt. Die relevanten Kennziffern wurden aus der systematischen Überblicksarbeit von Morrison et al. (2022) extrahiert und werden aus Gründen der Übersichtlichkeit an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt. Da sich Spieler unterschiedlicher Spielpositionen allerdings in Folge der Übernahme unterschiedlicher Rollen und Aufgaben in einem Spiel hinsichtlich Konstitution und Kondition unterscheiden, werden am Beispiel der am häufigsten verwendeten Tests Tendenzen in diesem Zusammenhang dargestellt.

Im Zusammenhang mit der *Konstitution* eines Spielers wurden in bisherigen Studien am häufigsten Körpergröße und -gewicht erfasst. Es hat sich dabei gezeigt, dass Guards (183-193 cm; 77-90 kg) kleiner und leichter sind als Forwards (190-201 cm; 82-105 kg) und Centerspieler (198-214 cm; 96-111 kg). Allerdings weisen Sedeaud et al. (2014) darauf hin, dass es hinsichtlich der Körpergröße positionsübergreifend ein Optimum zu geben scheint. Dieses Optimum liegt laut den Autoren bei rund 201 cm (201.3 ± 6.3 cm) und bildet den besten Kompromiss, um die unterschiedlichen Spielanforderungen bewältigen zu können. Die Leistungsfähigkeit im Bereich der *Ausdauer* wurde bislang entweder über Laufen (aerobe und anaerobe Kapazität) oder Radfahren mit Widerstand (anaerobe Kapazität) ermittelt. Der am häufigsten verwendete Test zur Erfassung der anaeroben Kapazität war dabei der Wingate Anaerobic Cycle Test (WAnT). Bei der Verwendung dieses Tests wurden Vorteile von Guards (peak power: 11-13 W/kg; fatigue index: 8-64 %) und Forwards (peak power: 11-13 W/kg; fatigue index: 43-58 %) im Vergleich zu Centern (peak power: 10-11 W/kg; fatigue index: 44-56 %) festgestellt (vgl. Nikolaidis

et al., 2014; Sallet et al., 2005). Im Bereich der aeroben Kapazität wurden am häufigsten laufbandbasierte Stufentests eingesetzt. Bei der Analyse positionsbezogener Unterschiede in diesem Test zeigte sich, dass Guards (VO_{2max} : 50-58 ml/kg/min; vgl. Tab. A1) bessere Werte erzielen konnten als Forwards (46-58 ml/kg/min) und Centerspieler (42-58 ml/kg/min) (vgl. Boone & Bourgois, 2013; Boone et al., 2014; Parr et al., 1978; Ponce-González et al., 2015; Sallet et al., 2005).

Zur Erfassung der *Schnelligkeit* im Linearsprint wurden Tests über verschiedene Distanzen (5m, 10m und 20m) eingesetzt, während der Agility *T*-Test am häufigsten zur Diagnostik der Schnelligkeit beim Richtungswechsel eingesetzt wurde. Positionsbezogene Unterschiede beim Linearsprint wurden bislang nur in wenigen Studien untersucht. Für die Distanz über 10m konnte gezeigt werden, dass Guards (1.72-2.19 s) und Forwards (1.72-2.25 s) schneller sind als Centerspieler (1.80-2.34 s), während Guards und Forwards vergleichbare Ergebnisse erzielten (vgl. Boone & Bourgois, 2013; Köklü et al., 2011). Auch in Bezug auf die Schnelligkeit beim Richtungswechsel zeigt sich diese Tendenz beim Vergleich der Spielpositionen (Guards: 8.96-9.24 s; Forwards: 8.84-9.48 s; Center: 9.73-10.04 s; Köklü et al., 2011; Sekulic et al., 2017)

Zur Diagnostik der *Kraft* wurden in der Vergangenheit bilaterale Sprungkrafttests eingesetzt (Countermovement jump, CMJ; Squat jump, SJ; Vertical jump, VJ). Zur Erfassung der Maximalkraft in oberen und unteren Extremitäten wurden außerdem Maximalkrafttests (Bankdrücken bzw. Kniebeuge) durchgeführt. Im Bereich der Sprungkraft war der CMJ der am häufigsten genutzte Test. Bei professionellen Spielern konnte bislang kein Unterschied zwischen den Spielpositionen hinsichtlich der Sprunghöhe bei diesem Test festgestellt werden (Guards: 38-60 cm, Forwards: 36-58 cm, Center: 36-57 cm). Allerdings war die Leistung bei Centerspielern größer (4536-5353 W) als bei Forwards (3930-5221 W) und Guards (3874-4510 W) (vgl. Boone & Bourgois, 2013; Köklü et al., 2011; Ostojic et al., 2006; Pehar et al., 2017; Pojskić et al., 2015; Ponce-González et al., 2015; Puente et al., 2017). Positionsbezogene Vergleiche der Maximalkraft professioneller Basketballspieler fehlen bislang in der Forschung (im Rahmen der Überblicksarbeit wurde lediglich eine Studie älteren Datums eingeschlossen; Parr et al., 1978). Jedoch zeigen aktuelle Studien, dass Ergebnisse dieser beiden Tests Prädiktoren für zukünftige Leistungen in der amerikanischen Profiliga NBA sein können (vgl. Čabarkapa et al., 2020; Teramoto et al., 2018).

Psychologische Anforderungen

Neben physischen Merkmalen bilden auch psychologische Faktoren eine wichtige Voraussetzung für die Leistungsfähigkeit im Basketball. Zu psychologischen Faktoren im engeren Sinne zählen laut Höner et al. (2020) persönlichkeitsbezogene (z. B. Motivation, Volition, Emotion) und kognitive Faktoren (z. B. Entscheidungskompetenz).

Persönlichkeitsbezogene Leistungsfaktoren

Ein Basketballspieler benötigt im Bereich der persönlichkeitsbezogenen Faktoren beispielsweise die Bereitschaft zur Leistungserbringung (Motivation), den Willen sich gegen direkte Konkurrenten durchzusetzen (Volition) sowie die Fähigkeit zum Umgang mit intensiven Gefühlen (Emotion) (vgl. Bösing et al., 2019).

Um persönlichkeitsbezogene Leistungsfaktoren zu identifizieren, befasst sich die sportwissenschaftliche Forschung mit allgemeinen Persönlichkeitseigenschaften, spezifischen psychologischen Zuständen oder spezifischen psychologischen Persönlichkeitsdispositionen (vgl. Höner et al., 2020). Die Diagnostik erfolgt dabei über validierte Persönlichkeitsfragebögen. Es konnte dabei bislang kein Zusammenhang zwischen allgemeinen Persönlichkeitseigenschaften (z. B. *Big-Five*-Modell; McCrae & John, 1992) und sportlicher Leistung festgestellt werden (vgl. z. B. für eine Studie mit Bezug zur Sportart Basketball Sindik, 2010). Des Weiteren eignen sich spezifische psychologische Zustandsvariablen nur bedingt zur Untersuchung im Zusammenhang mit sportlicher Leistung, da diese sich kurzfristig (z. B. von Tag zu Tag oder von Situation zu Situation) dynamisch verändern können (vgl. Morris, 2000). Aktuell stehen daher spezifische psychologische Persönlichkeitsdispositionen im Fokus der Forschung. Die Ergebnisse empirischer Studien zeigen, dass eine Vielzahl von Dispositionen aus verschiedenen Persönlichkeitsbereichen (Motivation, Volition, Emotion) in Individual- und Mannschaftssportarten leistungsrelevant sind (vgl. Dohme et al., 2019; Jonker et al., 2010; für eine Untersuchung im deutschen Basketball; Holst, 2014).

Persönlichkeitsbezogene Faktoren spielen sportartübergreifend eine wichtige Rolle für die Erbringung von Spitzenleistungen sowie die Entwicklung eines Talents. Hingegen

gelten in Sportarten die kognitiven Faktoren als direkter Leistungsfaktor (vgl. Höner et al., 2020).

Kognitive Leistungsfaktoren

Im Basketball sind Spieler sowohl im Angriff als auch in der Verteidigung ständig mit Situationen konfrontiert, in welchen sie sich unter Zeit-, Präzisions-, und Komplexitätsdruck für eine Handlungsalternative entscheiden müssen. Dabei sind nicht nur die eigenen motorischen Fertigkeiten, sondern auch die sportlichen Handlungen der Mit- und Gegenspieler zu berücksichtigen (Entscheidungskompetenz; vgl. Höner et al., 2020). Die Grundlage der Entscheidungskompetenz bilden indes verschiedene kognitive Faktoren, welche die der Entscheidung vorausgehenden Prozesse der Aufnahme und Verarbeitung von Informationen unterstützen (vgl. ebd.). Um die Rolle dieser Faktoren im Sport zu untersuchen, verfolgt die Forschung zwei Ansätze (vgl. Höner et al., 2020; Logan et al., 2023; Scharfen & Memmert, 2019): Im Rahmen des *Cognitive Component Skills Approach* werden kontextunspezifische exekutive Funktionen untersucht. Zu diesen zählen beispielsweise das Arbeitsgedächtnis, die Inhibitionskontrolle oder die kognitive Flexibilität. Dagegen werden im *Expert Performance Approach* kontextspezifische perzeptuell-kognitive Fertigkeiten fokussiert. Zu diesen Fertigkeiten zählen unter anderem Antizipation, Mustererkennung oder die Kenntnis situationsbezogener Wahrscheinlichkeiten.

Die sportwissenschaftliche Forschung zeigt inkonsistente Ergebnisse bezüglich Expertisevorteilen hinsichtlich exekutiver Funktionen (vgl. Logan et al., 2023). Drei Überblicksarbeiten konnten Unterschiede zwischen Sportlern unterschiedlicher Leistungsniveaus und Vorteile für Experten mit kleinen bis mittleren Effekten nachweisen (vgl. Logan et al., 2023; Scharfen & Memmert, 2019; Voss et al., 2010). Dabei befassten sich jedoch bislang nur wenige Studien mit Expertisevorteilen von Basketballspielern im Bereich der exekutiven Funktionen (vgl. Memmert & König, 2022). In einzelnen Studien konnten Expertisevorteile nachgewiesen werden (vgl. z. B. Gou & Li, 2023; López et al., 2017; Mancı et al., 2023). Beispielsweise zeigten Gou and Li (2023) solche Vorteile in Bezug auf das Arbeitsgedächtnis (Multiple Object Tracking Task), während López et al. (2017) diese im Bereich der kognitiven Flexibilität (Design

Fluency Test), aber nicht hinsichtlich der Inhibitionskontrolle (Stroop interference test) belegen konnten.

Kalén, Bisagno, et al. (2021) stellen in einer aktuellen Metaanalyse fest, dass Diagnostiken mit sportartspezifischen Stimuli besser zwischen Sportlern unterschiedlicher Leistungsniveaus differenzieren, als solche mit unspezifischen Stimuli. In der Sportart Basketball konnte hinsichtlich perzeptuell-kognitiver Fertigkeiten gezeigt werden, dass Spieler höherer Leistungsniveaus im Vergleich mit Spielern niedrigerer Leistungsniveaus Vorteile im Bereich der Antizipation (vgl. Abreu et al., 2012; Aglioti et al., 2008; Li & Feng, 2020; Wu et al., 2013) sowie der Mustererkennung (vgl. Didierjean & Marmeche, 2005; Gorman et al., 2011, 2012, 2013a, 2013b) aufwiesen. Außerdem konnten Expertisevorteile im Bereich der visuellen Suchstrategien (vgl. Jin et al., 2023; Klostermann et al., 2018; Ryu et al., 2013) sowie der Entscheidungsfähigkeit dokumentiert werden (vgl. Gorman et al., 2013b; Gou & Li, 2023; Ryu et al., 2013; Spittle et al., 2011).

Anforderungen an basketballspezifische Skills

Skills werden als geordnete und koordinierte Aktivitäten charakterisiert, die in Bezug auf einen Zeithorizont, einen Kontext und eine Aufgabe oder ein Ziel aufeinander abgestimmt sind (Welford, 1970, S.22). Zwischen den Sportarten existieren große Unterschiede hinsichtlich der zu koordinierenden Handlungen. Folglich sind für jede Sportart spezifische *Skills* notwendig (vgl. Breivik, 2016). Kompetentes Handeln („skillful action“) im Sport wird durch die komplexe Kombination von motorischen und kognitiven *Skills* ermöglicht, welche ebenfalls für jede Sportart unterschiedlich ist. Während beispielsweise bei der Entscheidung, wo und wann eine bestimmte Bewegung durchgeführt werden soll, vorrangig die kognitiven *Skills* eines Spielers relevant sind, kommt es bei der Ausführung der Aktion primär auf die motorischen *Skills* an (vgl. Schmidt & Lee, 2020).

Basketball ist eine äußerst komplexe Sportart, bei der die Spieler vielerlei *Skills* in Angriff (z. B. Dribbeln, Passen, Werfen) und Verteidigung (z. B. Rebounding, Stellungsspiel in Abhängigkeit des Balls) benötigen (vgl. Trunić & Mladenović, 2014). Als Beispiel kann

der Sprungwurf aus dem Dribbling angeführt werden. Hierbei müssen Dribbling, Abstoppen sowie die Wurfbewegung zunächst nacheinander durchgeführt werden. Zudem müssen die einzelnen Aktivitäten daraufhin abgestimmt werden, von welcher Position auf dem Spielfeld geworfen wird (Aufgabe), welche Zeit zur Verfügung steht (Zeithorizont) und wo sich Mit- und Gegenspieler (Kontext) befinden.

Zur Diagnostik basketballspezifischer *Skills* existieren nur wenige validierte Feldtests. Die vorhandenen Tests untersuchen dabei üblicherweise einzelne offensive *Skills* (d. h. Dribbling, Passen oder Werfen). Unlängst wurden beispielsweise zwei basketballspezifische Tests zur Untersuchung der *Skills* im Werfen entwickelt (Basketball Jump Shooting Accuracy Test, BJSAT; Boddington et al., 2019; Standardized shooting task, SST; Daub et al., 2023). Für diese Tests wurde allerdings noch nicht nachgewiesen, dass sie zwischen erwachsenen Spielern unterschiedlicher Leistungsniveaus differenzieren können. Allerdings existieren derzeit lediglich zwei Testbatterien, die mehrere spielrelevante Komponenten abdecken: Der Combined Basketball Skill Test (CBST; Conte et al., 2019) integriert neben zentralen offensiven *Skills* (Werfen, Passen, Dribbling) auch kognitive Stimuli. Die Autoren konnten in ihrer Validierungsstudie mit erwachsenen australischen Basketballspielern zeigen, dass semiprofessionelle Spieler bessere Leistungen in diesem Test erzielten als Freizeitspieler. Der Basketballtest der American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD) umfasst drei Einzeltests zu offensiven *Skills* (Werfen, Passen, Dribbling) sowie einen Test zu defensiven *Skills* (laterale Verteidigungsschritte) (vgl. Hopkins et al., 1984). Jedoch wurde diese Testbatterie bislang nur für Nachwuchsbasketballspieler validiert (vgl. ebd.) und eingesetzt (vgl. z. B. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019).

In der Praxis findet die Bewertung der technischen und taktischen *Skills* der Spieler nur selten anhand von Feldtests statt. Im Rahmen des jährlich stattfindenden Draft Combine der National Basketball Association (NBA) wird beispielsweise ein Wurfetest durchgeführt, um die *Skills* der Spieler beim Werfen bewerten zu können. Bislang wurde jedoch nicht untersucht, ob die Ergebnisse dieses Wurfests auch für den späteren Erfolg der Spieler in der NBA relevant sind (vgl. Cui et al., 2019; García-Rubio et al., 2020; Ranisavljev et al.; Teramoto et al., 2018). Stattdessen beobachten die mit der Selektion betrauten Personen (i. d. R. Trainer) die Spieler in Training oder Wettkampf und bewerten deren *Skills* auf Basis ihres „Trainerauges“ („coach’s eye“; Lath et al., 2021). Bisher

wurde jedoch nur wenig zu dieser in der Praxis etablierten Vorgehensweise der Beurteilung publiziert (vgl. Baghurst et al., 2021; Höner et al., 2021; Roberts et al., 2019).

Darüber hinaus werden bei jedem Punktspiel im Basketball umfangreiche spielbezogene Leistungsdaten erfasst (sog. Scoutingdaten wie z. B. erzielte Punkte). Diese Daten bilden das Ergebnis einer Spielaktion ab (z. B. Wurf) und können somit als Maß zur Erfassung von sportspielspezifischen *Skills* dienen (Koopmann et al., 2020). Obwohl diese Daten in der Praxis unter anderem zur Bewertung der individuellen Leistung eines Spielers herangezogen werden, finden sich in der basketballbezogenen Forschung in diesem Zusammenhang kaum Publikationen. Beispielsweise konnten Berri et al. (2011) zeigen, dass Spieler, die am College (NCAA) mehr Punkte erzielten, beim Draft der National Basketball Association (NBA) eine höhere Position erreichen konnten. Dies ist insofern relevant, dass eine Auswahl in der ersten Runde, beziehungsweise früher im Draft, mit größerem Erfolg (z. B. bessere spielbezogene Statistiken) assoziiert ist (vgl. Johnston et al., 2022).

3 Empirischer Forschungsstand

Im Folgenden wird der aktuelle Forschungsstand zur Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball und möglicher Einflussfaktoren im Nachwuchsbasketball dargestellt. Der Fokus liegt dabei auf den Merkmalen und Einflussfaktoren, welche im Rahmen der empirischen Studien (siehe Kapitel 4) untersucht worden sind. Die Aufarbeitung des Forschungsstandes in den einzelnen Merkmalsbereich erfolgte bereits im Rahmen der Einzelstudien. Daher werden die Befunde nachfolgend in Anlehnung an die Ausführungen in den jeweiligen Artikeln dargestellt, aber dabei auch aktuelle Forschungsarbeiten berücksichtigt (vgl. Leyhr et al., eingereicht; Rösch, Deutsch, et al., 2021; Rösch, Schultz, et al., 2021; Rösch et al., 2022). Neben der primären Vorstellung von Studien aus dem Nachwuchsbasketball werden dabei auch Erkenntnisse aus Überblicksarbeiten herangezogen. Da die Forschung im Bereich der Erfassung kognitiver Talentmerkmale bislang vorrangig im Kontext des Fußballs erfolgte, werden hier zusätzlich Befunde aus dieser Sportart präsentiert.

3.1 Erfassung personbezogener Talentmerkmale im Nachwuchsbasketball

Zur Bewertung des Potenzials eines Spielers bedarf es der Zusammenstellung von Talentprädiktoren, welche Relevanz für Spitzenleistungen im Erwachsenenalter besitzen (vgl. Barraclough et al., 2022). In Verbindung mit der Sportart Basketball wurden in diesem Zusammenhang bislang nur wenige Studien publiziert. In einzelnen Arbeiten wurden Gruppenvergleiche zwischen selektierten und nicht-selektierten Nachwuchsspielern durchgeführt, um zu analysieren, welche Diagnostiken für eine Selektion (z. B. für die Jugendnationalmannschaft) Relevanz besitzen.

Physische Talentmerkmale

Hinsichtlich potenzieller physischer Talentmerkmale zeigt die aktuelle Forschungsliteratur, dass konstitutionelle Merkmale für die Talentauswahl bedeutsam sind (vgl. Pino-Ortega et al., 2021). Insbesondere konnten diverse Studien in diesem Zusammenhang belegen, dass ausgewählte männliche Nachwuchsspieler größer und schwerer sind als nicht ausgewählte Spieler (vgl. Baxter-Jones et al., 2020; Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Joseph et al., 2021; Ramos et al., 2019; Stadtmann, 2013; Torres-Unda et al., 2013).

Bei möglichen physiologischen Talentmerkmalen gibt es hingegen eine heterogene Befundlage. Es zeichnet sich jedoch ein Trend dahingehend ab, dass die beiden Komponenten lineare Schnelligkeit oder Schnelligkeit bei Richtungswechseln für den durch eine Selektion gemessenen Erfolg relevant sein könnten. Guimarães, Baxter-Jones, et al. (2019) führten eine Studie mit portugiesischen Nachwuchsbasketballspielern der Altersklasse U14 durch. Dabei konnte gezeigt werden, dass selektierte Spieler im Vergleich mit nicht-selektierten Spielern in den Bereichen anaerobe Ausdauer (Yo-Yo Intermittent Endurance Test, Level 2), Griffkraft (Dynamometer), Schnellkraft der oberen Extremitäten (3 kg Medizinballwurf im Sitzen), lineare Schnelligkeit (20m-Sprint) und Schnelligkeit beim Richtungswechsel (Agility T-Test) bessere Resultate erzielten.

Ramos et al. (2019) untersuchten portugiesische Nachwuchsbasketballspieler in den Altersklassen U14 und U16. In der Altersklasse U14 dokumentierten die Autoren Vorteile selektierter Spieler gegenüber nicht-selektierten Spielern bei aerober und anaerober

Ausdauer, linearer Schnelligkeit (20m-Sprint), Schnelligkeit beim Richtungswechsel (Agility *T*-Test), Rumpfkraft (60-Sekunden Sit-up Test; Semenick, 1994) und Schnellkraft der oberen Extremitäten (2kg Medizinballwurf im Sitzen). In der Altersklasse U16 zeigten sich solche Vorteile bei der aeroben Ausdauer, der Schnelligkeit beim Richtungswechsel, der Sprungkraft, der Rumpfkraft sowie der Schnellkraft der oberen Extremitäten.

Torres-Unda et al. (2013) berichteten für spanische Nachwuchsbasketballspieler der Altersklasse U14, dass selektierte Spieler in Bezug auf aerobe Ausdauer (1000m-Lauf mit Pulsmessung), lineare Schnelligkeit (20m-Sprint) und Sprungkraft (Countermovement Jump mit Armschwung) nicht-selektierten Spielern überlegen waren. Darüber hinaus zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen Testergebnissen und den durchschnittlich erzielten Punkten der Spieler in der regulären Saison.

Joseph et al. (2021) untersuchten Unterschiede zwischen selektierten und nicht-selektierten australischen Nachwuchsbasketballspielern. Dabei konnten die Autoren in den Altersklassen U16 und U18 allerdings keine Unterschiede hinsichtlich physiologischer Parameter feststellen.

Stadtman (2013) hat bislang die einzige Studie mit deutschen Nachwuchsbasketballspielern (Altersklassen U12-U19) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass zwischen Spielern, die regional gesichtet wurden, und solchen, die national gesichtet oder selektiert wurden, Unterschiede bei der Schnelligkeit, beim Richtungswechsel (Pendelsprint ohne Ball), Sprungkraft (Standweitsprung), Schnellkraft der oberen Extremitäten (Brustpasstest) und der aeroben Ausdauer (Multistage Fitness Test) bestehen. Zwischen Spielern, die national gesichtet wurden, und denen, die national selektiert wurden, gab es allerdings keine signifikanten Unterschiede in den durchgeführten Tests.

Blantas et al. (2021) untersuchten selektionsbezogene Unterschiede bei griechischen Nachwuchsspielern verschiedener Spielpositionen in der Altersklasse U16. Selektierte Point Guards und Center zeigten im Vergleich mit nicht-selektierten Spielern auf diesen Positionen bessere Leistungen im Bereich der Sprungkraft (Point Guard: Countermovement Jump mit und ohne Armschwung; Center: Countermovement Jump

mit Armschwung) und Schnelligkeit beim Richtungswechsel (Point Guard: Agility *T*-Test, 5-10-5 Test; Center: Agility *T*-Test). Gruppenbezogene Unterschiede konnten bei Forwards nur im Bereich der Schnelligkeit beim Richtungswechsel (Agility *T*-Test) nachgewiesen werden.

Kognitive Talentmerkmale

Im Zusammenhang mit exekutiven Funktionen weisen Kalén, Bisagno, et al. (2021) in ihrer Metaanalyse darauf hin, dass zum aktuellen Zeitpunkt keine Hinweise auf den Nutzen der Diagnostik kontextunspezifischer kognitiver Faktoren bei der Talentdiagnose existieren. Furley et al. (2023) bestätigen diese Einschätzung in ihrem aktuellen kritischen Review und raten von der Erfassung und dem Training exekutiver Funktionen im Rahmen von Talentidentifikations- oder Talentförderprogrammen im Sport ab. Allerdings haben sich bisher keine Studien explizit mit dem Zusammenhang der exekutiven Funktionen von Nachwuchsbasketballspielern und ihrem kurz- oder langfristigen Erfolg auseinandergesetzt (vgl. Kalén, Bisagno, et al., 2021, Supplemental material).

Bezüglich der perzeptuell-kognitiven Fertigkeiten beschäftigte sich die vorhandene Literatur bisher vorrangig mit der Sportart Fußball. Beispielsweise konnten O'Connor et al. (2016) im australischen Nachwuchsfußball signifikante Unterschiede in einem videobasierten Entscheidungstest zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern der Altersklasse U15 nachweisen. Murr et al. (2021) stellten in einer videobasierten Untersuchung Unterschiede in der Entscheidungskompetenz von ausgewählten und nicht ausgewählten zukünftigen Jugendnationalspielern der Altersklassen U16, U17 und U19 fest. Höner, Dugandzic, et al. (2023) untersuchten Spieler einer Jugendakademie (Altersklassen U17 und U19) in einem videobasierten Entscheidungstest unter Verwendung von 360°-Videos und fanden dabei Unterschiede zwischen Spielern, die im Erwachsenenalter ein höheres (d. h. Liga 1-4) und ein niedrigeres Leistungsniveau (d. h. Liga 5 oder darunter) erreichten. Darüber hinaus liegen bislang allerdings kaum Erkenntnisse zum Zusammenhang kontextspezifischer kognitiver Faktoren mit dem sportlichen Erfolg im Nachwuchsleistungssport vor (vgl. für eine Übersicht Murr, Raabe, et al., 2018).

Im Nachwuchsbasketball existiert (neben der im Rahmen dieser Dissertation publizierten Studie; Rösch, Schultz, et al., 2021) bislang nur die Arbeit von Joseph et al. (2021). Die Autoren der zweitgenannten Veröffentlichung konnten dabei keine Unterschiede in einem videobasierten Entscheidungstest zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern der Altersklassen U16 und U18 im australischen Nachwuchsbasketball feststellen. Darüber hinaus haben sich aber zwei Studien mit dem Training der Entscheidungskompetenz im Nachwuchsbasketball befasst (vgl. Gil-Arias et al., 2019; Panchuk et al., 2018). Um den Erfolg der jeweiligen Interventionsmaßnahme zu erfassen, nutzten die Autoren beider Studien jeweils eine systematische Spielbeobachtung. Panchuk et al. (2018) führten daneben auch einen videobasierten Entscheidungstest unter Verwendung von 360°-Videos durch. Informationen zu einem möglichen Nutzen der eingesetzten Diagnostiken im Bereich der Talentdiagnose können auf Basis dieser Studien jedoch nicht abgeleitet werden. Um Erkenntnisse über eine mögliche Relevanz kognitiver Faktoren für die Identifikation und Selektion von Talenten im Basketball und anderen Sportarten zu gewinnen, sind daher weitere Studien notwendig (vgl. Kalén, Bisagno, et al., 2021).

Basketballspezifische Skills als Talentmerkmale

In einer systematischen Übersichtsarbeit zur Erfassung der technischen *Skills* von Nachwuchssportler*innen stellen Koopmann et al. (2020) fest, dass diese in verschiedenen Mannschaftssportarten für die Identifikation von Talenten relevant sind. Williams et al. (2020) bemerken in ihrem Überblicksartikel zum aktuellen Stand der Forschung im Hinblick auf potenzielle Talentprädiktoren im Fußball:

„Skill has the potential to be the key predictor of later performance level, albeit it is widely reported to improve through engagement in relevant practice activities.“ (S. 1202)

Im Basketball wurden in der Vergangenheit Feldtests eingesetzt, um einzelne technische *Skills* zu erfassen. In einer Studie mit portugiesischen Nachwuchsspielern der Altersklasse U14 nutzten Guimarães, Baxter-Jones, et al. (2019) beispielsweise einen Basketballtest (AAHPERD; vgl. Hopkins et al., 1984), der das Werfen, Passen, Dribbling

sowie laterale Verteidigungsschritte umfasst. Dabei haben die Autoren festgestellt, dass Spieler, die für eine regionale Auswahlmannschaft selektiert wurden, bessere Ergebnisse erzielten als nicht-selektierte Spieler. Stadtmann (2013) stellte zudem Unterschiede in einem Wurfetest zwischen Nachwuchsspielern (U12-U19) verschiedener Selektionsstufen (regional gesichtet, national gesichtet, national selektiert) fest. Zudem konnte ein Unterschied im Dribbling (Pendelsprint mit Ball) zwischen regional gesichteten Spielern und denen, die national gesichtet oder selektiert wurden, nachgewiesen werden. Te Wierike et al. (2015) zeigten in einer Studie mit holländischen Nachwuchsspielern (U14-U18) Unterschiede zwischen Spielern unterschiedlicher Positionen in einem Dribbling-Test auf. Dabei waren Guards schneller als Forwards und Centerspieler, und Forwards schneller als Centerspieler.

Obwohl Scoutingdaten auch im Nachwuchsbereich für jedes Spiel auf nationalem und internationalem Spielniveau vorhanden sind, wurden solche Daten bislang nur selten in der sportwissenschaftlichen Talentforschung analysiert (vgl. Bergkamp et al., 2019; de la Rubia Riaza et al., 2020; Koopmann et al., 2020). Selektionsabhängige Unterschiede wurden in diesem Zusammenhang noch nicht näher untersucht, einzelne Studien analysierten jedoch positionsbedingte Unterschiede. Beispielsweise untersuchten García-Rubio et al. (2019) Unterschiede in den Scoutingdaten zwischen Point Guards, Shooting Guards und Centerspielern, die am Adidas Next Generation Tournament (ANGT, U18) teilnahmen. Die Autoren zeigten, dass Point Guards mehr Assists erzielten als Shooting Guards und Center. Dagegen holten Shooting Guards mehr Rebounds als Point Guards. Point Guards versuchten jedoch mehr 3-Punkte-Würfe als Center, während Center mehr 2-Punkte-Wurfversuche, Rebounds und Blocks verzeichneten als Point Guards. Center waren indessen in keiner der untersuchten Kategorien besser als Shooting Guards.

Allerdings beinhalten solche Leistungsdaten keine Informationen über die Ausführung einer Spielhandlung (z. B. die technische Ausführung oder das Entscheidungsverhalten eines Spielers bei einem Wurf). Zur Erfassung solcher Variablen existieren zwar verschiedene Instrumente, die bisher jedoch primär für Schule und Anfängerbereich konzipiert und evaluiert worden sind (z. B. Basketball Offensive Game Performance Instrument, BOGPI; Chen et al., 2013; Individual Technical-Tactical Basketball Performance Assessment Instrument, IAD-BB; Folle et al., 2014; Basketball Learning and Performance Assessment Instrument, BALPAI; Ibáñez et al., 2019). Lediglich das

IAD-BB wurde auch bereits im brasilianischen Jugendbasketball eingesetzt (Altersklassen U16 und U18; vgl. Hatem et al., 2020). Hier wurden unter anderem positionsbezogene Unterschiede zwischen Guards, Forwards und Centerspielern in den ballgebundenen Aktionen Werfen, Dribbeln und Ballannahme festgestellt. Solche Instrumente eignen sich möglicherweise für einen Einsatz im Nachwuchsleistungssport zur ganzheitlichen Bewertung der Spielleistung.

3.2 Einflussfaktoren im Rahmen der Erfassung von Talentmerkmalen

Der Talentedwicklungsprozess kann durch eine Reihe von Faktoren positiv oder negativ beeinflusst werden (intrapersonale, umwelt- oder zufallsbedingte Faktoren; vgl. Gagné, 2021). In Zuge der Erfassung von Talentmerkmalen können solche Faktoren so auch die prognostische Validität potenzieller Prädiktoren und deren Diagnostiken beeinflussen. In dieser Promotionsarbeit werden mit dem relativen Alter und der biologischen Reife von Nachwuchsbasketballspielern zwei potenzielle Einflussfaktoren untersucht. Im Folgenden wird der aktuelle basketballbezogene Forschungsstand in Bezug auf diese Faktoren vorgestellt. Der Schwerpunkt der Forschung lag dabei bislang vorrangig auf dem relativen Alter. Der biologischen Reife wurde dagegen weniger Beachtung geschenkt, obwohl anthropometrische Merkmale, wie zum Beispiel die Körpergröße, im Basketball Leistungsvorteile mit sich bringen können (vgl. Anforderungsprofil, Kapitel 2.3). Insbesondere im Hinblick darauf, wie dieser Einflüsse in der Praxis (z. B. im Rahmen der Erfassung von Talentmerkmalen) berücksichtigt werden können, hat die Forschung allerdings bislang nur wenig Erkenntnisse hervorgebracht (vgl. Charbonnet et al., 2022; Sweeney et al., 2023).

Relatives Alter

In vielen Sportarten werden Trainings- und Wettkampfgruppen im Nachwuchsbereich auf Grundlage des chronologischen Alters in Abhängigkeit eines vorgegebenen Stichtags (i. d. R. 1. Januar) zusammengestellt. Das ist auch im Basketball gängige Praxis. Darüber hinaus bilden im Wettkampfsystem dieser Sportart üblicherweise zwei Jahrgänge eine Altersklasse (z. B. U14, U16). Infolgedessen können zwischen dem jüngsten und dem

ältesten Spieler einer Altersklasse Unterschiede von bis zu 24 Monaten liegen. Diese Altersunterschiede können insbesondere für früher im Jahr geborene Spieler Vorteile mit sich bringen, die sich unter anderem mit Vorsprüngen bei der körperlichen Entwicklung begründen lassen (vgl. Wattie et al., 2015). Der relative Alterseffekt (engl. Relative Age Effect, RAE) beschreibt das Phänomen in selektierten Gruppen einer überdurchschnittlichen Anzahl früher im Jahr geborener Spieler im Vergleich mit Spielern, die später im gleichen Jahr geboren sind (vgl. Votteler & Höner, 2017). Dieses Phänomen sowie dessen Auswirkungen wurden in der sportwissenschaftlichen Literatur im Kontext zahlreicher Sportarten umfassend untersucht (vgl. Cobley et al., 2009; für eine Übersicht in den Mannschaftssportarten Silva et al., 2022).

In der Sportart Basketball wurde der RAE beispielsweise für männliche Nachwuchsspieler in Frankreich (vgl. Delorme & Raspaud, 2009), Polen (vgl. Rubajczyk et al., 2017), Spanien (vgl. López de Subijana & Lorenzo, 2018; Torres-Unda et al., 2013; Torres-Unda et al., 2016), Portugal (vgl. Leite et al., 2013), Brasilien (vgl. Gonçalves & Carvalho, 2021; Oliveira et al., 2017; Ribeiro Junior et al., 2021), Türkei (vgl. Tascioglu et al., 2023), England (vgl. Kelly et al., 2021) und Deutschland (vgl. Stadtmann, 2013; Steingröver et al., 2017) dokumentiert. Darüber hinaus haben weitere Studien den RAE bei Jugendmannschaften im Rahmen von Welt- und Europameisterschaften (vgl. z. B. Arrieta et al., 2016; M. S. García et al., 2014) oder anderen internationalen Turnieren (vgl. Sergio J. Ibáñez et al., 2018) nachgewiesen. Jedoch schwächt sich der RAE tendenziell mit steigendem Alter immer weiter ab (vgl. de la Rubia Rianza et al., 2020). Allerdings gibt es auch Studien, die den RAE im Erwachsenenalter nachgewiesen haben (vgl. z. B. Lupo et al., 2019) oder die zeigten, dass er auch nach einer aktiven Spielerkarriere (z. B. bei Schiedsrichtern oder Trainern) zu beobachten ist (vgl. z. B. Schorer et al., 2011).

Aktuell beschäftigt sich die Forschung in diesem Bereich mit den Auswirkungen des RAE auf die Leistung von Spielern und Mannschaften im Wettkampf. In einer aktuellen Überblicksarbeit stellen de la Rubia Rianza et al. (2020) fest, dass insbesondere in den Altersklassen U14-U18 die individuellen Statistiken (Scoutingdaten wie z. B. Spielminuten, Punkte) sowie die endgültige Platzierung einer Mannschaft vom RAE beeinflusst werden. Allerdings gibt es hinsichtlich des Einflusses des RAE auf die individuelle Leistung eines Spielers widersprüchliche Ergebnisse. Beispielsweise

konnten Sergio J. Ibáñez et al. (2018) positionsbezogene Zusammenhänge zwischen dem RAE und spielbezogenen Statistiken von Spielern beim *Adidas Next Generation Tournament* (ANGT, U18) nachweisen. Dabei erzielten relativ ältere Guards und Center mehr Punkte im Vergleich zu relativ jüngeren Spielern bei diesem Turnier. Im Gegensatz dazu wurde in einer aktuellen Studie mit türkischen Nachwuchsspielern der Altersklasse U16 festgestellt, dass der RAE zwar die Turnierplatzierung einer Mannschaft beeinflusst, nicht aber die individuelle Leistung (Spielzeit, Effizienz) der Spieler (vgl. Tascioglu et al., 2023).

Biologische Reife

Die biologische Reifung beschreibt den Prozess der Entwicklung eines Individuums zu einer erwachsenen Person oder hin zu einem reifen Zustand (Malina et al., 2019, S.1673). Diese Entwicklung wird anhand des Reifegrades zum Zeitpunkt der Beobachtung (Status), des Alters, in dem bestimmte Reifungsereignisse stattfinden (Timing) oder der Geschwindigkeit, mit der die Reifung fortschreitet (Tempo), beurteilt. Jugendliche desselben chronologischen Alters können sich in Bezug auf ihre biologische Reife um bis zu sechs Jahre unterscheiden (vgl. Malina et al., 2015). Dies kann dazu führen, dass Trainer bei der Talentauswahl früher entwickelte Spieler bevorzugen, die zum Selektionszeitpunkt reifebedingte Entwicklungsvorteile etwa in Bezug auf physische Leistungsmerkmale (z. B. Kraft) aufweisen (vgl. Johnston et al., 2018; Malina et al., 2019). Diverse Studien haben solche selektionsabhängigen Unterschiede im männlichen Nachwuchsbasketball dokumentiert. Dabei wurde festgestellt, dass ausgewählte Spieler größer und schwerer sind als nicht ausgewählte Spieler, und auch ihren größten Wachstumsschub (peak height velocity, PHV) zu einem früheren Zeitpunkt verzeichnen (vgl. Baxter-Jones et al., 2020; Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2019; Torres-Unda et al., 2013).

Darüber hinaus hat sich die sportwissenschaftliche Forschung intensiv mit dem Einfluss der biologischen Reife von Nachwuchsathleten auf konstitutionelle und physische Leistungsmerkmale befasst (für eine Übersicht vgl. Albaladejo-Saura et al., 2021). Dabei wurden die Jugendlichen auf Basis ihres chronologischen Alters, in dem bestimmte Reifungsereignisse stattfinden (s. o., Timing), in Gruppen eingeteilt (d. h. früh,

durchschnittlich oder spät entwickelt) und anschließend gruppenbezogene Unterschiede in Bezug auf konstitutionelle und körperliche Leistungsmerkmale untersucht. Für Nachwuchsbasketballspieler wurde festgestellt, dass früh entwickelte Spieler größer und schwerer sind als spät entwickelte Spieler (vgl. Fragoso et al., 2021; Gryko, 2021; Guimarães, Ramos, et al., 2019; Jakovljevic et al., 2016; Peña-González et al., 2022; Torres-Unda et al., 2013). Außerdem wurden Vorteile für früh entwickelte Spieler im Bereich der Schnelligkeit beim Linearsprint (J. Arede et al., 2019; Gryko, 2021; Guimarães et al., 2023; Guimarães, Ramos, et al., 2019; Torres-Unda et al., 2013), der Schnelligkeit beim Richtungswechsel (Guimarães, Ramos, et al., 2019) und der Sprungkraft (J. Arede et al., 2019; Gryko, 2021; Guimarães et al., 2023; Peña-González et al., 2022; Torres-Unda et al., 2013) festgestellt.

Nicht zuletzt, weil für einige dieser Merkmale (z. B. Körpergröße, Schnelligkeit im Linearsprint und Richtungswechsel; vgl. 2.4.) die Relevanz für den späteren Erfolg (Selektion) nachgewiesen werden konnte, ist eine Erhebung und Berücksichtigung der biologischen Reife im Rahmen der Talentauswahl im Basketball notwendig (vgl. Albaladejo-Saura et al., 2021; Gál-Pottyondy et al., 2021b; Trunić & Mladenović, 2014).

4 Empirische Studien

Die vorliegende kumulative Dissertation umfasst vier empirische Studien. Der Schwerpunkt dieser Studien liegt auf der Konzeption (Studie 1) und Evaluation (Studien 1-4) von Diagnostiken potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents im Basketball sowie möglichen Einflussfaktoren, welche bei der Erfassung zu berücksichtigen sind (Studie 4). Die einzelnen Arbeiten befassen sich dabei mit Aspekten aus allen Teilbereichen des adaptierten heuristischen Modells (vgl. Abb. 2), sowohl auf Ebene potenzieller personbezogener Prädiktoren (d. h. physische Merkmale, psychologische Merkmale, *Skills*) als auch möglicher Einflussfaktoren (d. h. Intrapersonale Faktoren, Umwelt, Zufall).

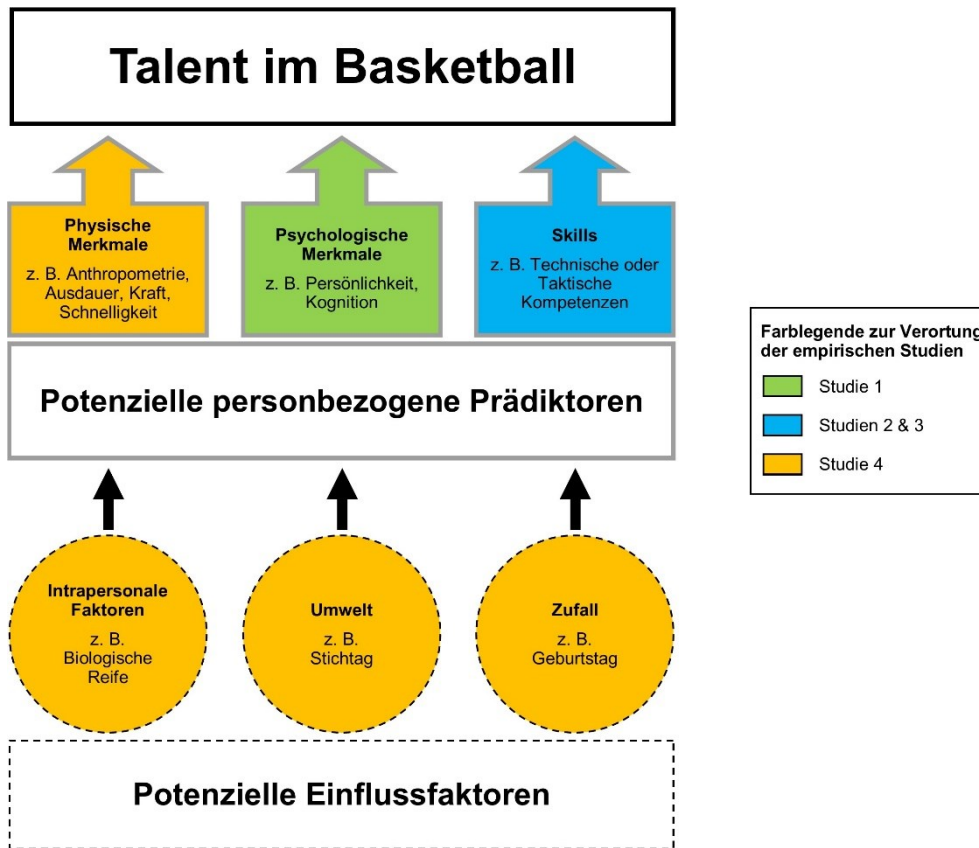


Abb. 2: Verortung der empirischen Studien im heuristischen Modell potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents im Basketball und mögliche Einflussfaktoren (modifiziert nach Williams et al., 2020; Gagné, 2021).

Im Zentrum von Studie 1 steht die Konzeption und Evaluation einer videobasierten Diagnostik der Entscheidungskompetenz im Nachwuchsbasketball. Damit kann diese Studie den kognitiven Merkmalen im Bereich der potenziellen psychologischen Prädiktoren zugeordnet werden (vgl. Abb. 3, grüne Markierung). Die Studien 2 und 3 beschäftigen sich mit potenziellen Talentprädiktoren aus dem Bereich der technischen und taktischen *Skills* (vgl. Abb. 3, blaue Markierung). Während Studie 2 dabei ein basketballspezifisches Beobachtungsinstrument zur Analyse von offensiven und defensiven Spielhandlungen im Kontext des Nachwuchsleistungssports evaluiert, analysiert Studie 3 die Prognoserelevanz von im späten Jugendalter erfassten Scoutingdaten für den Erfolg der Spieler im Erwachsenenalter. Studie 4 beschäftigt sich schließlich mit selektionsbezogenen Unterschieden in Bezug auf das relative Alter, reifebezogene Merkmale und motorische Leistungsparameter von Nachwuchsbasketballspielern. Diese Studie umfasst dabei verschiedene Schwerpunkte

(vgl. Abb. 3, orangene Markierung): Einerseits standen potenzielle Einflussfaktoren im Mittelpunkt dieser Arbeit, die sowohl den intrapersonalen Faktoren (biologische Reife) als auch einer Kombination aus umwelt- und zufallsbedingten Faktoren (relatives Alter) zugeordnet werden können. Bezüglich des relativen Alters ist der vom Verband vorgegebene Stichtag dabei als umweltbezogener Einflussfaktor zu betrachten, während der Geburtstag eines Spielers in diesem Zusammenhang einen Faktor aus dem Bereich des Zufalls darstellt. Andererseits kann die Betrachtung der juvenilen motorischen Leistungsparameter im Bereich der physischen Merkmale verortet werden.

4.1 Decision-Making Skills in Youth Basketball Players: Diagnostic and External Validation of a Video-Based Assessment

Rösch, D., Schultz, F., & Höner, O. (2021). Decision-Making Skills in Youth Basketball Players: Diagnostic and External Validation of a Video-Based Assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2331. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052331>

[This manuscript is the accepted version of an article published online under the terms of the Creative Commons attribution license (CC BY 4.0; <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) by MDPI in *International Journal of Environmental Research and Public Health* on February 27, 2021, available at <https://doi.org/10.3390/ijerph18052331>]

Abstract

Decision-making is a central skill of basketball players intending to excel individually and contribute to their teams' success. The assessment of such skills is particularly challenging in complex team sports. To address this challenge, this study aimed to conceptualize a reliable and valid video-based decision-making assessment in youth basketball. The study sample comprised youth basketball players of the German U16 national team ($n = 17$; $M_{Age} = 16.01 \pm 0.25$ years) and students of a sports class ($n = 17$; $M_{Age} = 15.73 \pm 0.35$ years). Diagnostic validity was tested by determination of the performance levels according to response accuracy as well as response time in the assessment. External validity was examined by investigation of the correlation between the diagnostic results of the elite athletes and their real game performance data associated with passing skills. Logistic regression analysis revealed that the diagnostic results discriminate between performance levels ($\chi^2(2) = 20.39$, $p < 0.001$, Nagelkerke's $R^2 = 0.60$). Multiple regression analysis demonstrated a positive relationship between the diagnostic results and assists ($F(2,10) = 4.82$, $p < 0.05$; $R^2 = 0.49$) as well as turnovers per game ($F(2,10) = 5.23$, $p < 0.05$; $R^2 = 0.51$). However, no relationship was detected regarding the assist-turnover ratio. Further, response time discriminated within the elite athletes' performance data but not between performance levels while for response accuracy the opposite is the case. The results confirm the diagnostic and external validity

of the assessment and indicate its applicability to investigate decision-making skills in youth basketball.

Keywords: *talent identification; team sports; diagnostic instrument; perceptual-cognitive skills; game-related statistics*

Introduction

The performance of a basketball player and the success of a team is particularly based on passing skills because promising shooting options are created through appropriate passing decisions and cooperation (Maimon et al., 2020). In this context, the point guard has a distinguished role as he is typically organizing the teams' tactical patterns. One of his main tasks is to pass the ball to his teammates in promising positions where they can exhibit their unique skillsets. Therefore, point guards make significantly more passes than players in other positions with youth basketball teams averaging over 256 passes each game (Ortega et al., 2006). However, the evolution of the game through rule changes led to the adjustment of the requirements on all playing positions (Bianchi et al., 2017) and altered the way the game is played today (S. J. Ibáñez et al., 2018). That is, for example, that in the modern game of basketball, players aside from the point guard (e.g., power forward or center) are also required to take responsibility for distributing the ball. This highlights the importance of passing skills, which remain as pivotal for performance in basketball.

In general, sports performance is moderated by multiple interdependent variables including physiological, biomechanical, and psychological factors (Glazier, 2017). In the past years, extended research concerning physical factors was conducted (Johnston et al., 2018) while the role of other performance factors such as psychological factors attracted less attention (Koopmann et al., 2020; Mann et al., 2017). To specify, these factors incorporate psychomotor, cognitive, and personality-related factors. Decision-making is one cognitive factor that is considered a central contributor to performance in team sports in connection to other cognitive factors like perceptual-cognitive skills or executive functions (Höner et al., 2020). The assessment of performance and recognition of

potential talent is a major challenge (Abbott & Collins, 2004) particularly in complex team sports such as basketball (Trunić & Mladenović, 2014). Therefore, talent identification traditionally relies on the knowledge and perceptions of expert coaches (Roberts et al., 2019). Scientific evidence, especially regarding cognitive factors, could support coaches in this process of talent identification (Gonçalves et al., 2011). Thus, the current study focuses on decision-making which generally refers to the process of making a choice from a set of options, with the consequences of that choice being crucial (Bar-Eli et al., 2011, p. 6). With respect to team sports such as basketball, decision-making is defined as the ability to perceive essential information from the playing environment, correctly interpret this information, and then select the appropriate response (Baker et al., 2003). This is exemplified by a passing decision in basketball: A player in possession of the ball initially has to perceive where his teammates and their respective defenders are located on the court. Subsequently, he has to recognize the open teammate before finally executing a pass.

In sports-related research on cognitive performance factors, two approaches are pre-dominant: The *cognitive component skills approach* (Nougier et al., 1991) is employed to examine fundamental cognitive factors such as the athlete's executive functions (i.e., cognitive flexibility, working memory, inhibition). Therefore, tests are conducted that are unspecific to the respective sporting domain (e.g., Multiple Object Tracking; Pylyshyn & Storm, 1988). Research with a focus on this approach found superior cognitive functions in high-performance level athletes compared to low-performance level athletes (Scharfen & Memmert, 2019). These functions are assumed to contribute to the successful accomplishment of the complex demands in competitive sports (Voss et al., 2010). However, it is still unclear whether this superiority in cognitive functions characterizes sport-specific expertise or results from extensive practice. In contrast, the *expert performance approach* (Ericsson & Smith, 1991) is applied to investigate the athletes' cognitive performance factors in a sport-specific context. For this purpose, more ecologically valid tasks are conducted to examine the athletes' behavior in their respective domains. Using this framework, it has been established that elite athletes possess superior perceptual-cognitive skills when compared to intermediate and non-elite performers (Mann et al., 2007; Travassos et al., 2013; Williams et al., 2011). The application of this approach in a basketball-specific context revealed expertise effects in

anticipation (Abreu et al., 2012; Aglioti et al., 2008; Li & Feng, 2020; Wu et al., 2013), pattern recall (Didierjean & Marmeche, 2005; Gorman et al., 2011, 2012, 2013a, 2013b) and visual search strategies (Klostermann et al., 2018; Ryu et al., 2013). Advantages are also reported when focusing on decision-making skills: Spittle et al. (2011) found that participants who currently played basketball or played at a higher level of competition made more correct decisions in a video-based test than those currently not playing or doing so on a lower level of competition. These findings are supported by Gorman et al. (2013b) who conducted a decision-making task with static and moving videos and demonstrated higher response accuracy in experts compared to novice basketball players. Besides higher response accuracy, Ryu et al. (2013) found faster response times for skilled compared to less skilled basketball players in a video-based task. Current research in this field also provided evidence for the benefits of advanced technology (i.e., virtual reality environments) to improve decision-making skills in youth and senior basketball players (Pagé et al., 2019; Panchuk et al., 2018).

Decision-making skills are commonly assessed in laboratory settings by applying either the reaction-time paradigm, temporal or spatial occlusion approaches (Williams et al., 1999). During such investigations, the athlete is watching video scenes of relevant game scenarios and must respond either as quickly as possible or as precisely as possible after the scene was terminated at a certain time point. A central criticism of laboratory studies with these approaches is the lack of representation of the sport-specific reality (Cotterill & Discombe, 2016; Travassos et al., 2013). This is also apparent in previous basketball-related research with a focus on decision-making skills (Gorman et al., 2013b; Ryu et al., 2013; Spittle et al., 2011) that utilized video scenes filmed from a third-person perspective which does not replicate the on-court reality. In addition, the viewing point of such stimuli has been shown to influence decision-making skills (McGuckian et al., 2018). However, it has been noted that laboratory studies allow greater experimental control than in-game investigations (Mann et al., 2007) especially because of the presentation of standardized in-game scenarios (Larkin et al., 2014). Thus, the application of these approaches appears reasonable while addressing the outlined criticism. To increase the diagnostic validity of a video-based assessment for decision-making, the employment of video scenes from the first-person perspective in contrast to previously used stimuli is feasible. Furthermore, it is inevitable to address external validity to provide

a representative task and enable the transfer of the diagnostic results to different populations or settings (Lucas, 2003). In this context, the application of sports data (i.e., data from sports tournaments) is convenient since such data reflect the behavior of experienced professionals and therefore retain sufficient external validity (Balafoutas et al., 2019). Within the domain of basketball, comprehensive datasets are available, because, in every official basketball game on international youth and senior level, performance data are recorded. These statistics provide detailed information on the performance of each player and the competing teams such as points scored or shooting percentages. Regarding decision-making in passing situations, it is interesting to focus on the variables of assists and turnovers. These parameters are appropriate to measure the ball control of a player (Mangine et al., 2014) as well as the coordination of a team (Harris, 2016) and are therefore relevant in this context. Besides, these measures have shown predictive validity for the success of youth (Calvo et al., 2010) and senior (J. García et al., 2014; Milanovic et al., 2016) basketball teams. However, the basketball-related research concerning the linkage between cognitive factors and performance data is sparse. Only two studies examined the relationship between the performance of adult basketball players in a multiple object tracking task and their performance data (Jin et al., 2020; Mangine et al., 2014). Both studies were able to demonstrate a relationship between fundamental cognitive skills and performance data associated with passing skills. However, to the best of our knowledge, no study used performance data for external validation of a decision-making assessment in youth basketball.

Although former research established the validity of diagnostic instruments for the video-based assessment of decision-making skills in basketball, such tests are rarely used in the practical context. To support coaches evaluating talented youth players such a tool is eligible in addition to already established testing instruments (e.g., physical fitness tests; Mancha-Triguero et al., 2019). Therefore, this study particularly focuses on the conceptualization of an assessment for decision-making skills in passing situations incorporating video stimuli from a first-person perspective and the evaluation of the assessments' diagnostic and external validity by using basketball players of a youth national team. This was pursued through two objectives: First, we determined the relationship between the diagnostic results and the performance level to evaluate the diagnostic validity of the assessment. Second, we investigated the correlation among the

diagnostic results of the youth national team players and their performance data to examine the assessments' external validity. The following hypotheses were tested:

Hypothesis 1 (H1). *The diagnostic results of all youth athletes (i.e., response accuracy and response time) discriminate the performance levels (i.e., elite or non-elite).*

Hypothesis 2 (H2). *The diagnostic results of the youth national team players (i.e., response accuracy and response time) correlate with their performance data associated with passing skills (i.e., assists, turnovers, assist-turnover ratio).*

Methods

Sample and Design

The sample of this quasi-experimental study comprised two subsets of male youth athletes: Youth basketball players of the German U16 national team ($n = 17$; $M_{Age} = 16.01 \pm 0.25$ years; positions: six guards, six forwards and five centers) and students of a sports class ($n = 17$; $M_{Age} = 15.73 \pm 0.35$ years). The participants were selected according to the following criteria: Youth athletes (a) of the same age group (b) with high-level or largely without competitive experience in basketball were included while (c) experience in other sporting domains was required in the students. The youth basketball players competed in the highest national and international basketball competitions in this age group. In contrast, only two of the students had competitive experience in basketball. The students attended the 10th grade of a secondary school where physical education is a major subject and athletes from different sporting fields are supported to combine education with competitive sports. In line with most research, the youth athletes were categorized referring to the basketball-related performance level (Swann et al., 2015). Accordingly, the youth basketball players were defined as *elite*, while the students were labeled as *non-elite*, both relative to their peer group. Participants and their parents provided informed consent for the collection and scientific use of the data. In addition, the study was approved by the university's ethics department.

Stimulus Development

The scenes used in the assessment were filmed with a high-definition camera (Panasonic HDC-SD900, Panasonic Corporation, Kadoma, Osaka, Japan) including

wide-angle-lens (Panasonic VW-W4607, Panasonic Corporation, Kadoma, Osaka, Japan) and showed a youth team from the highest youth league in Germany (Nachwuchs Basketball Bundesliga, NBBL, U19). The scenes display 4 vs. 4 game situations which were recorded in one-half of the court (see Figure 3).

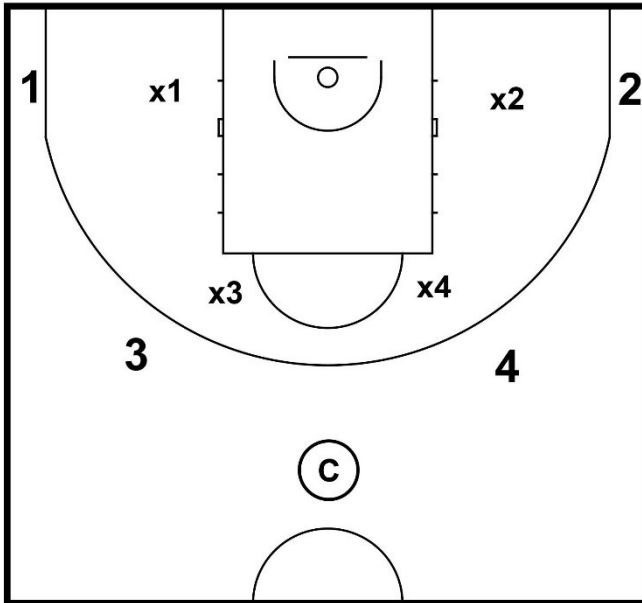


Fig. 3: Initial setup of the players in the video scenes of the decision-making assessment.

Note. Camera (C); Offensive players (1, 2, 3, 4); Defensive players (x1, x2, x3, x4). Numbers are not related to playing positions.

The camera represented the point guard as an additional player in ball possession. No defender was displayed in front of the camera as the participants would not have been able to overcome vision impairment by changing their point of view during the assessment. Each scene started with the same tactical setup but varied regarding the movement of the players and the best passing option. There were four proper passing options: right outside or inside, left outside or inside (see Figure 4).

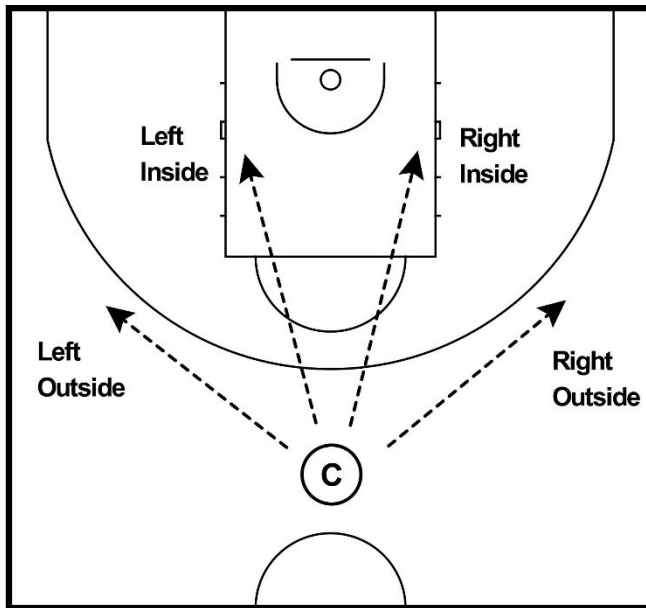


Fig. 4: Passing options in the decision-making assessment.

Note. Camera (C).

Three coaches which hold the highest German basketball coaching license rated the video footage before the selection of the scenes. The coaches were asked to evaluate the scenes regarding representation and to determine the best passing options. If one of the coaches considered a scene not suitable or if the coaches disagreed upon the best passing option, the scene was excluded. Overall, the coaches evaluated 43 scenes of which 22 scenes were selected for the study (1 example scene, 3 practice scenes, 18 assessment scenes). The example and practice scenes display each passing option once. As a result of the expert rating, the proper passing options within the assessment scenes are not equally distributed (61.11% right side: 3 scenes outside, 8 scenes inside; 38.89% left side: 3 scenes outside, 4 scenes inside). The reliability of the assessment scenes was evaluated using the split-half method (Spearman-Brown corrected). The analysis revealed satisfactory results for response accuracy ($r = 0.92$) and response time ($r = 0.84$) indicating internal consistency of the decision-making assessment.

Procedures

The scenes were presented to the elite athletes on a wall via a projector (ViewSonic PJD7820HD, ViewSonic Corporation, Walnut, CA, USA) and to the non-elite athletes on a smartboard (VS Interactive Intelligent Panel VSH84EA, VS Vereinigte

Spezialmöbelfabriken GmbH & Co. KG, Tauberbischofsheim, BW, Germany). Different equipment was used for stimulus presentation since the elite athletes were tested during training camp while the non-elite athletes were tested in the university's cognitive laboratory (see Figure 5).



Fig. 5: Experimental setting in the cognitive laboratory.

Stimulus presentations were similar regarding quality (Full HD, 1920 x 1080 pixels) and format (16:9) but different regarding screen size (Projector: 257.0 x 144.6 cm; Smartboard: 186.0 x 104.6 cm). Previous research indicates that screen size does not influence decision-making accuracy when comparing the presentation on large and small screens (Spittle et al., 2011). In both presentation modes of the current study, the screen had sufficient size and thus no influence of screen size is presumed.

The study was organized in two sessions which were concluded in a total of approximately 30 minutes. In the first session, a visual response time task was conducted to control for general response time as a confounding variable. No significant differences ($t(32) = -1.50, p = 0.14$) between elite ($M = 546.50 \pm 53.84$ ms) and non-elite ($M = 577.97$

± 67.86 ms) athletes were detected computing a t-test for independent variables. Consequently, general response time was not further considered as a covariate. In the second session, participants received standardized visual and audible instructions for the setting. This was followed by one example and three practice trials to accustom the participants to the environment. The main investigation comprised 36 trials in two randomized blocks (18 different scenes presented twice). All participants were required to take their initial position standing in front of a desk with a mounted buzzer (Eaton FAK-R/KC11/I, Eaton Industries GmbH, Bonn, NW, Germany) and position their hand in a marked area on the desk. To assess the participants' decision-making skills, the reaction-time paradigm (Williams et al., 1999) was applied. For every scene, the participants were asked to decide as fast as possible where to pass the ball. At the moment of their decision, participants were asked to press the buzzer first and give their answer orally within two seconds subsequently. A scene was terminated immediately with the participants pressing the buzzer. If the buzzer was not pressed before the offensive players finished their tactical pattern the screen turned black and the participants' decision was considered incorrect.

Measures

Decision-Making Assessment

Two dependent measures were captured in the decision-making assessment: response accuracy and response time. The participants' oral responses were registered manually by the investigator. Response accuracy was measured as the percentage of correct decisions in all scenes. Response time was registered computer-assisted in milliseconds (ms) when the participant pressed the buzzer. Due to the different lengths of the scenes, response times were z-standardized in reference to the elite athletes. For this purpose, the athletes' response time in a scene was subtracted from the mean response time of the elite athletes and divided by the standard deviation. Consistently, response time is negatively coded which means that lower values represent higher performance. For every scene, only response times were included which did not differ more than three standard deviations from the mean response time of the elite athletes (Höner, 2006).

Performance data

The elite athletes' performance data from 15 international games were analyzed. Only those players were evaluated who competed in at least 20% of the games ($n = 13$; $M_{Age} = 16.00 \pm 0.28$ years; positions: four guards, five forwards and four centers). Seven games took place at the 2019 FIBA U16 European Championship while a total of eight games were played in preparation for this tournament. In every official basketball game of the International Basketball Federation (FIBA), performance data are recorded software supported by trained staff. The collected data of each game is provided publicly in official FIBA box scores (see Supplementary Materials, Table B1). The datasets contain game-related information about several relevant indicators such as minutes played, points scored, or shooting percentages. Assists and turnovers were selected from the data. The assist-turnover ratio was computed as the quotient of those two variables. Assists are passes that lead to a direct score while turnovers are technical or tactical mistakes (e.g., misdirected passes) that lead to a change in ball possession. The assist-turnover ratio indicates that if a players' ratio is higher than 1, he makes more passes that lead to a direct score than losing possession of the ball. If a player's ratio is lower than 1, the opposite is the case.

Statistical Analysis

All data were analyzed using IBM SPSS Statistics Version 26 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Multivariate logistic regression analysis was performed to investigate the diagnostic validity of the assessment. The performance level (non-elite = 0, elite = 1) was selected as the binary criterion variable while the diagnostic results (i.e., response accuracy and response time) were included as predictor variables. The overall model fit was analyzed with the likelihood ratio chi-squared test and Nagelkerke's R^2 . As the contextual interpretation of Nagelkerke's R^2 is controversial due to the lack of generally accepted guidelines (Smith & McKenna, 2013), additionally the odds ratios (ORs) e^b and their 95% confidence intervals (CIs) were computed referring to the elite performance level. Furthermore, the external validity of the assessment was examined computing multiple regression analysis. This analysis also included the diagnostic results as predictor variables while the performance data (i.e., assists per game, turnovers per game, and assist-turnover ratio) were used as external criterion variables.

Results

Table 1 displays the descriptive statistics for the predictor variables of the logistic regression analysis.

Tab. 1: Descriptive statistics for the diagnostic results separated by performance level serving as predictor variables in the logistic regression analysis.

Variables	Elite ^a (<i>n</i> = 17)	Non-elite ^b (<i>n</i> = 17)
	<i>M</i> ± <i>SD</i>	
Response accuracy (%)	83.99 ± 9.19	57.35 ± 18.16
Response time ^c	0.00 ± 0.31	-0.35 ± 0.92

^a Elite = Youth basketball players of the German U16 national team. ^b Non-elite = Students of a sports class. ^c Response time is negatively coded which means that lower values represent higher performance.

Regarding diagnostic validity, this analysis confirmed a significantly better model fit compared to the null model ($\chi^2(2) = 20.39$, $p < 0.001$, Nagelkerke's $R^2 = 0.60$) and revealed that the diagnostic results discriminate the performance levels (H1). The results of the logistic regression analysis are presented in Table 2.

Tab. 2: Results of the logistic regression analysis for the determination of the elite performance level according to the diagnostic results.

Variables	Logistic regression coefficients				Omnibus-Tests		
	<i>b</i>	Wald	<i>p</i>	<i>e^b</i> [95% - CI]	χ^2 (<i>df</i>)	<i>p</i>	Nagelkerke's R^2
Constant	-8.99	-	-	-			
Response accuracy (%)	0.12	8.24	< 0.01	1.13 [1.04; 1.23]	20.39 (2)	< 0.001	0.60
Response time ^a	-0.02	0.00	0.99	0.98 [0.15; 6.66]			

Note. *N* = 34. CI = confidence interval.

^a This variable was z-standardized in reference to the elite athletes and is as such negatively coded, i.e., a lower value represents a higher performance.

Within the model, the response accuracy explained the discrimination of performance levels significantly ($p < 0.01$). In contrast, the response time did not further contribute to the explanation of the model ($p = 0.99$). The ORs for the multivariate model demonstrate that a 10% higher response accuracy is tripling the odds to be affiliated with the elite performance level ($(e^b)^{10} = 3.39$).

Table 3 displays the descriptive statistics for the predictor and external criterion variables of multiple regression analysis.

Tab. 3: Descriptive statistics for the diagnostic results and the performance data serving as predictor and external criterion variables in the multiple regression analysis.

Variables	M ± SD
Decision-Making Assessment	
Response accuracy (%)	82.91 ± 9.55
Response time ^a	-0.03 ± 0.25
Performance data	
Assists per game	1.24 ± 0.91
Turnovers per game	1.64 ± 0.79
Assist-Turnover ratio	0.73 ± 0.49

Note. Only players were evaluated who competed in at least 20% of the games ($n = 13$).

^aThis variable was z-standardized in reference to the elite athletes and is as such negatively coded, i.e., a lower value represents a higher performance.

With respect to external validity, this analysis demonstrated that the models addressing assists per game (Model 1: $F(2,10) = 4.82, p < 0.05; R^2 = 0.49$) and turnovers per game (Model 2: $F(2,10) = 5.23, p < 0.05; R^2 = 0.51$) as criterion variables showed significance (H2). Only the model addressing the assist-turnover ratio (Model 3: $F(2,10) = 2.01, p = 0.19; R^2 = 0.29$) as criterion variable failed significance. The results of the multiple regression analysis are displayed in Table 4.

Tab. 4: Results of the multiple regression analysis for the determination of the relationship between the diagnostic results and the performance data.

Variables	Model 1			Model 2			Model 3		
	Assists per Game			Turnover per Game			Assist-Turnover Ratio		
	<i>B</i>	β	<i>SE</i>	<i>B</i>	β	<i>SE</i>	<i>B</i>	β	<i>SE</i>
Constant	0.63		1.87	1.98		1.60	0.04		1.20
Response accuracy (%)	0.01	0.07	0.02	-0.01	-0.06	0.02	0.01	0.15	0.01
Response time ^a	-2.44*	-0.68	0.85	-2.30*	-0.73	0.73	-0.91	-0.47	0.55
R^2	0.49			0.51			0.29		
$F(2,10)$	4.82*			5.23*			2.01		

Note. * $p < .05$. Only players were evaluated who competed in at least 20% of the games ($n = 13$).

^aThis variable was z-standardized in reference to the elite athletes and is as such negatively coded, i.e., a lower value represents a higher performance.

The response time significantly contributed to the explanation of assists and turnovers per game (each $p < 0.05$). However, the response accuracy did not further contribute to the explanation of these models (Model 1: $p = 0.79$; Model 2: $p = 0.80$). While response time yielded an expected negative contribution to the explanation of assists per game this predictor unexpectedly also contributed in this direction to the explanation of turnovers per game. This is illustrated in Figure 6 showing an overlay plot of mean assists and turnovers per game for each player's mean response time. The plot highlights that players who react faster in the assessment have both more assists and turnovers per game.

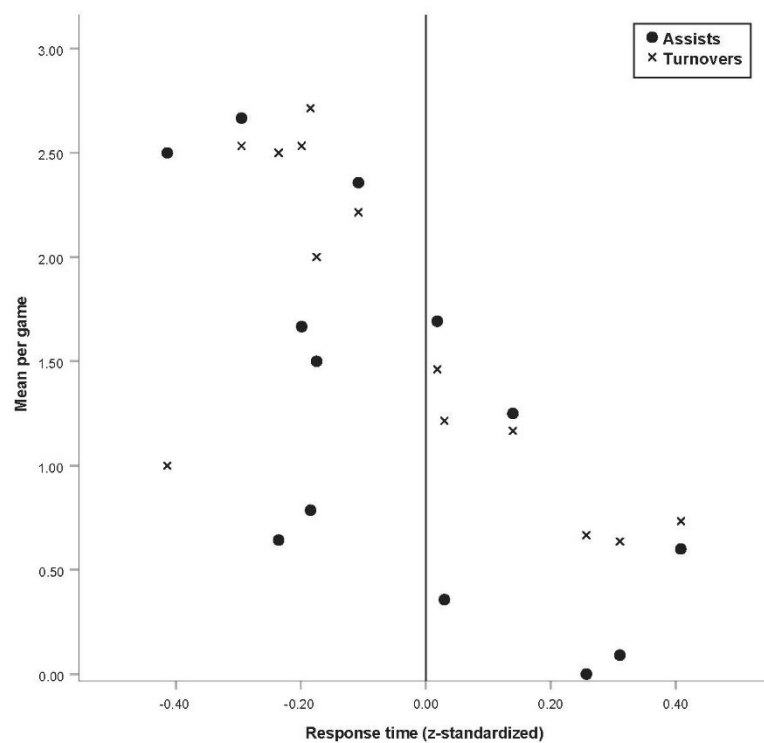


Fig. 6: Association between the response time and the performance data.

Note. For each players' response time in the decision-making assessment his mean assists (circle) and turnovers (cross) per game are represented.

Discussion

This study aimed to conceptualize an assessment for decision-making skills in passing situations in basketball incorporating video stimuli from a first-person perspective and to evaluate the assessments' diagnostic and external validity. Therefore, elite and non-elite youth athletes completed the assessment to determine the relationship

between the diagnostic results and the performance level. In addition, the correlation between the diagnostic results of the elite youth athletes and their real game performance data associated with passing skills was examined.

As a prerequisite, the internal consistency of the assessment was confirmed in this study. The reporting of reliability indicators is essential to provide high precision of diagnostic instruments and enable the replication of results as well as the comparison between assessments (Schweizer et al., 2020b). Former research developing video-based decision-making instruments widely did not report indicators concerning reliability (Hadlow et al., 2018) which limits the comparison of the reliability indicators.

Concerning the first objective, the results confirmed the diagnostic validity of the assessment. The diagnostic results discriminated significantly between the two performance levels (H1). Within the model, response accuracy was the main contributor to the explanation of the performance levels. This matches with previous basketball-related research (Gorman et al., 2013b; Ryu et al., 2013; Spittle et al., 2011) and is also consistent with the results of decision-making assessments applied in other youth team sports (Silva et al., 2020). However, response time could not differentiate the performance levels. The comparison of these results with those of other studies is limited because depending on the instruction (i.e., answer as fast as possible vs. answer as precise as possible) different response times must be expected (Roth, 1991). The findings regarding response time can be explained by focusing on expert advantages in cognitive factors connected to decision-making skills. For example, elite athletes can anticipate how a game situation will evolve based on their contextual knowledge on probabilities that a distinct event will occur (Williams et al., 2011). Thus, the youth national team players in the current study may not have decided on an earlier option because they anticipated an even better option. This is supported by the descriptive statistics that indicate slower response times in elite youth athletes (see Table 1). Further, the smaller variability in results of the elite athletes suggests that they were answering in an equal time frame. In contrast, the non-elite youth athletes were not able to hit this time frame consistently, rather they were answering too early. From a practical point of view, such behavior is effective because basketball players are eager to use as much information as possible to make accurate decisions while also trying to execute their decisions just at the right moment to make a successful pass. Another explanation may be differences in personality

traits of all youth athletes apart from their basketball-specific expertise. Previous research has shown that the predisposition to state or action orientation can influence the decision-making skills of basketball players to such an extent that action-oriented players were faster in decision-making (Raab & Johnson, 2004). Athletes with such a predisposition can most likely be found in both groups and thus performance levels could not be differentiated regarding response time.

With respect to the second objective, the results support the external validity of the assessment. The diagnostic results correlate with assists and turnovers per game but not with the assist-turnover ratio (H2). The response time contributed to the explanation of both significant models which indicates that players who react faster in the assessment produce more assists and more turnovers in a game (see Figure 6). This study is among the first to investigate the relationship between elite athletes' results in a decision-making assessment and their performance data. Thus, the findings cannot be compared to those of other studies. The ambivalence in the findings (i.e., faster response times in the assessment are related to more assists as well as more turnovers) can be explicated in a practical context: During a basketball game, a player needs to make a quick decision to execute, for example, a shot, dribbling or a pass. If the player decides too early, he might turn the ball over. Therefore, the correlation between response time and assists as well as turnovers per game is reasonable. However, response accuracy did not further contribute to the explanation of the performance data. This might be due to the moderate difficulty of the task which could have led to a ceiling effect within the elite athletes. This assumption is highlighted by the high examined level of response accuracy in the elite athletes (i.e., 83.99 ± 9.19 %; see Table 1). The fact that the diagnostic results do not correlate with the assist-turnover ratio may be due to the investigated sample that comprised all playing positions. With respect to tactical considerations, each player is assigned certain responsibilities depending on his individual strengths particularly within competition (Bianchi et al., 2017). However, it should be considered that roles in youth basketball teams are usually less distinguished compared to adult teams due to educational guidelines (DiFiori et al., 2018). This is illustrated for example by the distribution of assists in the sample of the current study (i.e., elite youth basketball players from the German U16 national team): Seven players share approximately 85 % of the assists in a range between 1.25 and 2.67 assists per game. As many teams play with a

seven or eight-player rotation (Clay & Clay, 2014), passing is a crucial skill for all players of this youth team. Nevertheless, outside players (i.e., point guard, shooting guard, and small forward) may be more involved in passing situations than inside players (i.e., power forward and center). This is highlighted, comparing the performance data of outside and inside players in the 15 international games via t-test for independent variables. The supplemental analysis revealed significant differences between these positional groups concerning assists ($t(11) = 3.44, p < 0.01$) and the assist-turnover ratio ($t(11) = 3.63, p < 0.01$) (see Supplementary Materials, Table B2). Sampaio et al. (2006) confirmed the discriminatory power of assists comparing adult guard, forward, and center players while acknowledging the importance of passing skills particularly for guards. However, the research investigating the performance data of elite basketball players according to playing positions is sparse. Another explanation addresses the peculiarities of game pace in youth basketball. Previous research demonstrated that elite youth basketball teams played less static and exhibit a higher frequency of fastbreaks compared to professional adult basketball teams (Alsasua et al., 2018). With higher game pace, inaccuracies (e.g., turnovers) increase (S. J. Ibáñez et al., 2018) which may affect the assist-turnover-ratio in the present study. Moreover, in the process of recording the performance data, not all passing decisions are registered because not every pass leads to an assist or turnover. Correct passing decisions can also lead to a drawn foul, a missed shot or another pass which is followed by an assist, a turnover, a drawn foul, or a missed shot. However, such information is not included in the official FIBA box scores. To adjust the performance data accordingly a retrospective video-based evaluation of the analyzed games would have been necessary, which was not possible within the scope of this study.

This was one of the first studies to use performance data for external validation of a decision-making assessment in youth basketball. Thus, methodological challenges associated with both diagnostic instruments and sports data have been addressed by embracing sufficient control and external validity in the development of the assessment (Balafoutas et al., 2019). In other studies, the related concept of ecological validity has been evaluated by using questionnaires to determine participants' opinions on how closely the video scenes replicate the on-court reality (Kittel et al., 2019). Such game-likeness ratings offer relevant information about the motivational aspects of players completing a cognitive assessment. However, they are not contributing to the question of

whether the assessments' measures are related to game performance. Therefore, the presented approach is promising for external validation of such diagnostic instruments in team sports. The sparse basketball-related research concerning the linkage between cognitive performance factors and performance data supports the association of fundamental cognitive performance parameters with performance data also investigated in the current study (Jin et al., 2020; Mangine et al., 2014). Thus, the findings of this study underline the importance of cognitive factors for basketball players' performance and contribute to a better understanding of this complex construct.

The current study expands the state of research by developing an assessment that uses stimuli from a first-person perspective. Former research primarily incorporated stimuli from a third-person perspective which lacked representation of the on-court reality. Within the current study, this problem is addressed and thus higher validity of measures and data can be expected (Travassos et al., 2013). A further strength of this study is the participating youth athletes. On the one hand, basketball players of the German U16 national team were tested who are also targeted in a practical context applying such assessments. The high selection level of the elite athletes resulted in a rather small and homogenous sample. Differences within such preselected groups are difficult to prove due to limited variance (Ackerman, 2014). Indeed, this highlights the value of the results gathered. On the other hand, athletes of the same age group with experience in other sporting domains and considerable fitness levels were examined. In previous studies, control groups differed in age and did not show a comprehensive background in sports (Furley et al., 2016). The influence of age and confounding variables connected to general expertise in sports (e.g., aerobic endurance) is therefore diminished by the design of the groups. Detected differences among the performance levels can thus most likely be explained by basketball-specific expertise. However, in addition to the strengths outlined, limitations should also be considered when interpreting the results of this study. First, the overall sample size was small due to the sampling criteria which is a shared issue of previous research evaluating decision-making assessments in basketball (Gorman et al., 2013b; Ryu et al., 2013; Spittle et al., 2011) and many youth team sports (Silva et al., 2020). Second, within this study, the proper passing options were determined a priori based on the expert evaluation. However, the successful execution of a made decision depends on a player's technical skills (Koopmann et al., 2020) and is also influenced by

contextual factors (e.g., the status of time or score; Levi & Jackson, 2018) which is usually not represented within laboratory settings. Third, a common limitation of video-based assessments without a specific response is the lack of perception-action-coupling. Mann et al. (2010) found that simplified movements potentially fail to reflect perceptual-motor expertise and that the implementation of a specific response would increase the performance of the participants. Even though the answer was conducted orally after pressing a buzzer in this study, significant discrimination among the performance levels was detected. This emphasizes the validity of the decision-making assessment.

For the further development of the assessment, more difficult video stimuli may be implemented to detect differences between athletes at the highest performance level regarding response accuracy. Additionally, sport-specific questionnaires may be applied complementary to the assessment of decision-making skills to control for athletes' predisposition to action or state orientation (e.g., Action Control Scale Sport (ACS-Sport), Beckmann & Wenhold, 2009). Such an additional investigation might be instrumental to enable the demonstration of differences on both performance levels with respect to response time. Furthermore, the implementation of a specific response (e.g., passing a real basketball) and linked recording of data (e.g., via ball-implemented technology) should be considered in future studies. Increasing the task specificity can contribute to the assessments' sensitivity. On the one hand, it can be expected that the differences between the performance levels will become even stronger. On the other hand, players from different playing positions can be expected to perform better in situations that they proficiently solve in a game. Such an enhancement has been shown to be beneficial for the assessment of the decision-making skills of elite youth soccer players (Murr et al., 2021). Besides, options like shooting or driving towards the basket should be incorporated as possible options besides passing the ball. However, it is challenging to reproduce the full complexity of the game using video stimuli while maintaining a reasonable assessment scope. Therefore, the use of a graduated scoring system with the best option scoring higher than the least good option can contribute to the improvement of the assessment (Panchuk et al., 2018). In addition, the adjustment of the performance data should be focused: On the one hand, all correct passing decisions should be considered even if they do not lead to an immediate score. On the other hand, the data of a whole season should be analyzed to get more insights into the linkage between the

diagnostic results and performance data. In the current study, all games of the German U16 national team were analyzed (i.e., 15 international games in preparation and competition). However, not every player was on the roster in every game due to reasons of selection in the preparation period, management of the physical load, or decisions of the coaching staff during competition. In-season games in national youth competitions are usually played weekly allowing all players to be part of the roster on regular basis. Further, real game performance data were analyzed in the current study to examine the assessments' external validity which is inherently influenced by playing time. However, if performance data are utilized for different purposes in future studies, the influence of playing time should be acknowledged and data adjustments (e.g., analyzing assists or turnovers per 100 min played; Jin et al., 2020; Mangine et al., 2014) should be taken into consideration. Besides, advanced statistics may be analyzed instead of the distinct variables (i.e., assists and turnovers per game) to externally validate enhanced assessments. For example, the offensive adjusted plus-minus may be convenient which represents a player's marginal offensive contribution compared to an average player (Ehrlich et al., 2019). The application of such measures enables deeper insights into the relationship between the diagnostic results and the offensive impact of a basketball player on his team's success. However, such an analysis is only conducive if the assessment also resembles the full complexity of offensive decision-making.

Future studies should also address the technological development that by now has established reliable methods to assess cognitive performance measures (Farrow et al., 2018). In this regard, the in situ assessment should be contemplated which is a promising approach in basketball (van Maarseveen et al., 2018). Even more interesting is the investigation of decision-making skills in virtual reality environments where 360° video stimuli are presented through head-mounted displays. In contrast to in situ settings, virtual reality environments advance, for example, regarding greater control or the reproducibility of relevant game situations (Farrow et al., 2018). Research supports the beneficial effects of this technology for both the assessment and training of decision-making skills in team sports (Kittel et al., 2020; Silva et al., 2020). However, participants in the current study were not required to turn their heads to collect relevant information to prepare their decisions. Although it seems imperative to consider this technology to investigate, for example, the offensive decision-making skills of center players in

basketball who typically attack with the back to the basket. Moreover, no defender was impairing the vision of the participants in the current study as the participants would not have been able to overcome vision impairment by changing their point of view during the assessment. However, research shows that an approaching defender can lead to a change in movement execution and gaze behavior during a shooting task in basketball (Gorman & Maloney, 2016; Rojas et al., 2000; van Maarseveen & Oudejans, 2018). Within both the in situ and the virtual reality setting, such investigations are possible. Overall, it should be noted that coaches and clubs widely do not have access to cognitive laboratories equipped with the necessary advanced technology for in situ investigations. Thus, virtual reality might also be the tool of choice for advanced testing in the process of talent identification because of the affordable price for head-mounted displays and 360° camera systems (Kittel et al., 2020). As an alternative to video-based assessments, various tools have been established to systematically observe decision-making in passing situations and other play actions in basketball (e.g., BALPAI; Ibáñez et al., 2019). However, the application of such tools in a practical context is challenging due to the large number of items to be observed in real-time. Moreover, the observers must be trained in advance to ensure high inter and intra-observer reliability. Another alternative approach is offered by naturalistic decision-making research. In contrast to laboratory settings, studies with such an approach assess decision-making more comprehensively and take the contextual constraints into account (Markman, 2018). Considering the complexity of the game of basketball, exploring decision-making skills in a realistic context can yield promising insights into athletes' decision-making.

Conclusions

The assessment is applicable to investigate decision-making skills in youth basketball. It allows the discrimination of basketball players from other youth athletes focusing on response accuracy. Moreover, the discrimination of elite youth basketball players is possible with respect to response time. The assessment can be used as an additional tool in the process of talent identification to inform coaches regarding players' decision-making skills. Due to the multifactorial character of sports performance, it should only be applied in combination with other established testing instruments to execute a holistic and sustainable talent diagnosis.

Supplementary Materials

The following are available online at <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/5/2331/s1>, Table B1: Box scores of the international games, Table B2: Descriptive statistics for the performance data separated by positional groups.

Author Contributions

Conceptualization, D.R. and O.H.; data curation, D.R.; formal analysis D.R.; investigation, D.R.; methodology, D.R., F.S. and O.H.; resources, D.R., F.S. and O.H.; software, D.R. and F.S.; project administration, D.R.; supervision, O.H.; validation, D.R.; visualization, D.R. and O.H.; writing—original draft, D.R.; writing—review & editing, D.R., F.S. and O.H. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement

The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the Faculty of Economics and Social Sciences at the University of Tübingen.

Informed Consent Statement

Informed consent was obtained from all participants and their parents.

Data Availability Statement

The raw data supporting the findings of this study will be made available by the corresponding author upon reasonable request.

Acknowledgements

We thank all athletes who participated in this study and appreciate the valuable support of their respective institutions, coaches and teachers. We acknowledge support by Open Access Publishing Fund of University of Tübingen.

Conflicts of Interest

The authors report no conflict of interest.

4.2 Performance Differences in Male Youth Basketball Players According to Selection Status and Playing Position: An Evaluation of the Basketball Learning and Performance Assessment Instrument

Rösch, D., Ströbele, M. G., Leyhr, D., Ibáñez, S. J., & Höner, O. (2022). Performance Differences in Male Youth Basketball Players According to Selection Status and Playing Position: An Evaluation of the Basketball Learning and Performance Assessment Instrument. *Frontiers in Psychology*, 13, 859897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.859897>

[This manuscript is the accepted version of an article published online under the terms of the Creative Commons attribution license (CC BY 4.0; <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) by Frontiers in *Frontiers in Psychology* on May 6, 2022, available at <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.859897>]

Abstract

The Basketball Learning and Performance Assessment Instrument (BALPAI) has been initially developed and evaluated to assess the performance of students or youth basketball players on the entry level. As it is currently the only observational instrument that allows an overall assessment of players' in-game performance, it might represent a valuable tool for talent identification and development purposes. To investigate this potential field of application, this study aimed to evaluate the BALPAI regarding reliability and diagnostic validity when assessing youth basketball players within a competitive setting. The study sample comprised $N = 54$ male youth players ($M_{age} = 14.36 \pm 0.33$ years) of five regional selection teams (Point Guards, PG: $n = 19$; Shooting Guards and Small Forwards, SG/SF: $n = 21$; Power Forwards and Centers, PF/C: $n = 14$) that competed at the annual U15 national selection tournament of the German Basketball Federation ($n = 24$ selected, $n = 30$ non-selected). A total of 1997 ball-bound actions from five games were evaluated with BALPAI. The inter-rater reliability was assessed for technical execution, decision making, and final efficacy. The diagnostic validity of the instrument was examined via mean group comparisons of the players' offensive game involvement and performance regarding both selection-dependent and position-dependent differences. The inter-rater reliability was confirmed for all performance-related components ($\kappa_{adj} \geq 0.51$) while diagnostic validity was established

only for specific the BALPAI variables. The selection-dependent analysis demonstrated higher offensive game involvement of selected players in all categories ($p < 0.05$, $0.27 \leq \Phi \leq 0.40$) as well as better performance in shooting and receiving ($p < 0.05$, $0.23 \leq \Phi \leq 0.24$). Within the positional groups, the strongest effects were demonstrated among PG ($p < 0.05$, $0.46 \leq \Phi \leq 0.60$). The position-dependent analysis revealed that PG are more involved in total ball-bound actions ($p < 0.05$; $0.34 \leq \Phi \leq 0.53$), passing ($p < 0.001$; $0.55 \leq \Phi \leq 0.67$) and dribbling ($p < 0.05$, $0.45 \leq \Phi \leq 0.69$) compared to players in other positions. Further differences between players according to selection status and playing position were not detected. The results of this evaluation indicate that the instrument, in its current form, is not yet applicable in competitive youth basketball. The findings highlight the importance of optimizing BALPAI for reliable and valid performance assessments in this context. Future studies should investigate the application of stricter and position-specific criteria to use the observational tool for talent identification and development purposes.

Keywords: *team sports, talent identification and development, tactical skills, technical skills, diagnostic validity, reliability, systematic game observation*

Introduction

The search for valid performance indicators in team sports such as basketball has been a focus of research and practice (Ibáñez & Feu, 2021; Sampaio et al., 2013). Multiple factors influence a player's performance such as anthropometric, physiological, psychological, or sociological aspects as well as technical and tactical skills (Rogers et al., 2021). However, players differ regarding these factors, as players are assigned with different in-game tasks in their respective playing positions, which will be illustrated in the following by their main tasks in offense (Trninić & Dizdar, 2000; Trninić et al., 2000). In general, basketball players are categorized into five playing positions (i.e., Point Guard, Shooting Guard, Small Forward, Power Forward, and Center). *Point Guards* direct their teams' offenses by creating and utilizing advantages through their outstanding passing and dribbling skills. *Shooting Guards* and *Small Forwards* are usually the best scorers on a team and, thus, require variable finishing skills. Additionally, *Small Forwards* are also capable of scoring inside and creating second-chance opportunities. *Power Forwards* and

Centers help other players to get open by screening for them and they rebound offensively. Players in both positions operate around the basket, although Power Forwards are also capable of attacking from distance. Because of these different in-game responsibilities players' anthropometry and physiology also vary between playing positions (Russell et al., 2021; Stojanović et al., 2018). For example, Centers are taller and heavier than Forwards or Guards enabling them to sustain contact while attacking close to the basket (e.g., Cormery et al., 2008). Although the traditional classification has been challenged as the game has evolved through rule changes and alternative classifications have been proposed (e.g., Bianchi et al., 2017; Rangel et al., 2019), it still serves as a reference point for the identification and development of youth basketball players (de la Rubia Rianza et al., 2020).

Talent identification in basketball is a complex process considering the multidimensional nature of this team sport. Coaches or scouts are usually assigned with the challenging task to identify talented players at an early stage of their athletic development and to decide on their inclusion in the respective talent development system (Johnston & Baker, 2020). To support these stakeholders in making such important decisions, it is common to assess the current performance of potential recruits by using specific testing procedures. Therefore, typically, the players' physical and physiological skills are assessed through objective tests (for a review of validated basketball-specific physical field tests see Gál-Pottyondy et al., 2021a; Johnston et al., 2018). In contrast, technical and tactical in-game performance is difficult to capture through such tests (Koopmann et al., 2020) and is thus mainly evaluated based on the "coach's eye" – an intuitive, subjective, experience-based, and holistic evaluation (Lath et al., 2021). For example, the National Basketball Association (NBA) employs these approaches at the annual draft combine to support the teams evaluating prospective players (Cui et al., 2019; García-Rubio et al., 2020; Teramoto et al., 2018). The combine consists of a series of measurements of anthropometric and physiological parameters as well as an assessment of the players' shooting skills. In addition, scrimmages are organized where the coaches subjectively evaluate the players regarding their technical and tactical skills. To date, little has been published about this common way of players' in-game evaluation and the possibilities to support such practice with objective data (Höner et al., 2021; Roberts et al., 2019). Complementary data collection could help to standardize this process by

confirming coaches' subjective impressions or, conversely, to improve the accuracy of talent identification systems by contradicting them (Baghurst et al., 2021; Johnston et al., 2021).

For match analysis in basketball, four methods of game observation are distinguished – *subjective impression analysis*, *scouting*, *qualitative game observation*, and *systematic game observation* (König & Heckel, 2021). Among these, systematic game observation is the only method that acquires quantitative data applying specific criteria, while the others rely mainly on qualitative data. At every basketball game on international level, systematic game observation is used to gather game-related statistics (e.g., points, assists, and turnovers) which are therefore conveniently utilized to inform selection decisions (Butterworth et al., 2013). Extensive research on such data revealed performance indicators that discriminate between basketball teams (e.g., J. García et al., 2014; Lorenzo et al., 2010). For example, differences between winning and losing teams can be identified based on field goals and defensive rebounds (García et al., 2013). Further, differences between senior players depending on their playing position were demonstrated in such performance data, although they have been studied less frequently (Choi et al., 2015; Escudero-Tena et al., 2021; Sampaio et al., 2006).

Game-related statistics are also recorded in elite youth basketball and recent studies analyzed the data for position-dependent differences. García-Rubio et al. (2019) examined performance differences of Point Guards, Shooting Guards, and Centers competing in the Adidas Next Generation Tournament (ANGT, U18). The results show that Point Guards recorded more assists than both Shooting Guards and Centers. However, Shooting Guards registered more rebounds than Point Guards and more 3-point shot attempts than Centers. Centers had more 2-point shot attempts, rebounds, and blocks than Point Guards, whereas they were not better than Shooting Guards in any of the categories examined. Kokanauskas et al. (2021) identified multiple position-dependent differences in the game-related statistics of the U16, U18, and U20 European youth championships held in 2016/17, 2017/18, and 2018/19. For example, Point Guards were found to have more minutes, assists, turnovers, and steals compared to other playing positions. Further, such performance data have been shown to predict future success of youth basketball players in adulthood (Berri et al., 2011; Rösch, Deutsch, et al., 2021), whereas selection-dependent differences in game-related statistics remain to be analyzed

in basketball-related research. However, within such data, only the efficacy of a play action (i.e., action specific to the game of basketball) is considered, while other performance-related components like decision making or technical execution are excluded. For example, a youth player's shooting performance is thereby only evaluated by made or missed baskets, disregarding that he might also make good shooting decisions and execute them well technically. Thus, these components (i.e., decision making and technical execution) provide valuable information for selection decisions or the development of individual training recommendations. Moreover, they could contribute to an even more reliable prediction of future success (Schorer et al., 2020).

Instead of solely recording the output of play actions (i.e., game-related statistics) during systematic game observations, observational tools may be used that focus on the process of executing play actions while considering these components. The Game Performance Assessment Instrument (GPAI; Oslin et al., 1998) and the Team Sport Assessment Procedure (TSAP; Gréhaigne et al., 1997) are the most commonly used instruments for the assessment of tactical game performance in all team sports (Arias & Castejón, 2012; Barquero-Ruiz et al., 2020). Based on these instruments, specific tools have been developed for various team sports. For basketball, the Basketball Offensive Game Performance Instrument (BOGPI; Chen et al., 2013) was developed to evaluate the offensive game performance competency of preservice teachers in basketball. It assesses a player's offensive game performance while dribbling, passing, and shooting with respect to technical skill execution, decision making, and support. However, the BOGPI is not validated for youth basketball and only assesses few offensive actions using a binary rating scale without evaluating the efficacy of a play action. The Individual Technical-Tactical Basketball Performance Assessment Instrument (IAD-BB; Folle et al., 2014) analyzes offensive and defensive actions of players in formative developmental stages regarding adaptation, decision making, and efficacy. Hatem et al. (2020) employed this instrument in Brazilian youth basketball and were able to identify position-dependent differences between Guards, Forwards, and Centers in the ball-bound actions of shooting, dribbling, and receiving. However, the IAD-BB does not consider the technical execution of a play action and is currently only available in Portuguese. The Basketball Learning and Performance Assessment Instrument (BALPAI; Ibáñez et al., 2019) is the latest observational tool and has been initially developed and evaluated to assess the

performance of students or youth basketball players on the entry level in small-sided basketball games (i.e., 3 vs. 3). It allows the assessment of players' participation in offensive and defensive play actions, as well as an analysis of their respective performance in these actions according to decision making, technical execution, and final efficacy. The instrument has been utilized to demonstrate the progress of students in basketball lessons applying different teaching methodologies in primary education in Spain (González-Espinosa et al., 2019; González-Espinosa et al., 2017) and an adapted version of the BALPAI was successfully employed in soccer lessons (García-Ceberino et al., 2020). The BALPAI advances with respect to the differentiated evaluation of play actions (e.g., shooting or passing) on a three-point scale according to specific criteria. As it is currently the only observational instrument that allows an overall assessment of players' in-game performance, it might represent a valuable tool for talent identification and development purposes in competitive youth basketball. However, it is unknown so far whether the instrument can be applied in such a context as it was not designed and validated for this purpose.

The aim of the present study was to evaluate the BALPAI when applied to youth basketball players within a competitive national selection tournament. This was pursued by two objectives: *First*, the inter-rater reliability was assessed for all performance-related components of the instrument. *Second*, the diagnostic validity of the observational tool was examined via selection-dependent and position-dependent differences in BALPAI variables. In talent identification research, it is common to examine differences in performance variables between more and less skilled athletes, assuming that usually higher performing athletes are selected for talent development purposes (Johnston et al., 2018). Thus, it was expected that selected players perform better than non-selected players regarding the investigated BALPAI variables. More specifically, in a first step, diagnostic validity was evaluated with respect to selection-dependent differences by testing the following hypotheses:

H1a: Selected players outperform non-selected players with respect to offensive game involvement and performance in shooting, passing, dribbling, receiving, and total ball-bound actions.

H1b: *Within* each positional group, selected players outperform non-selected players regarding offensive game involvement and performance in shooting, passing, dribbling, receiving, and total ball-bound actions.

Moreover, the playing positions differ regarding their specific requirements (Trninić & Dizdar, 2000; Trninić et al., 2000). Based on these requirements, it was expected that players in certain playing positions would perform better than those in other positions regarding specific BALPAI variables. Thus, in a second step, the diagnostic validity was examined by analyzing position-dependent differences. For this purpose, the following hypotheses were derived from the positional requirements:

H2a: Point Guards are more involved in passing, dribbling, and total ball-bound actions than both Shooting Guards and Small Forwards as well as Power Forwards and Centers.

H2b: Point Guards perform better in passing and dribbling actions than both Shooting Guards and Small Forwards as well as Power Forwards and Centers.

H2c: Shooting Guards and Small Forwards demonstrate higher offensive game involvement and performance in shooting actions compared to Point Guards as well as Power Forwards and Centers.

Additionally, based on the evaluation of the BALPAI in terms of reliability and diagnostic validity, implications for the optimization of the observational instrument were derived.

Methods

Sample

The present study was conducted at the annual U15 national selection tournament of the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB). This event represents the first stage of talent selection at the national level in Germany and involved eight regional selection teams with a total of 96 players. Each team played three games in this tournament. In all games, the official rules of the International Basketball Federation (FIBA) were applied with exception of a shorter total playing time (i.e., two 15-min halftimes). The coaches of the youth national teams observed these games and selected 40 players for further talent development purposes.

Five regional selection teams were chosen for this study according to the final standings of the tournament with two higher-ranked teams, two lower-ranked teams, and one team in between being considered. Thus, a balanced choice was maintained regarding the performance level of the teams. The investigated players were members of these regional selection teams and they also competed in the highest German U16 league (Jugend Basketball Bundesliga, JBBL).

Out of 96 male youth basketball players involved in the tournament, $N = 54$ players ($M_{age} = 14.36 \pm 0.33$ years) comprise the sample of the present study. From these players, $n = 24$ ($M_{age} = 14.26 \pm 0.39$) were selected by the federation while $n = 30$ ($M_{age} = 14.43 \pm 0.26$) were not. The proportion of selected players in the sample (44.44%) was comparable to that in the tournament (41.67%). No significant difference in chronological age was detected when comparing selected and non-selected players, $t(52) = 1.92, p = 0.06$. Consequently, influences related to chronological age (e.g., relative age effect; de la Rubia Riaza et al., 2020) were not further considered in this study. The number of players at each playing position both in total and separated by their selection status is displayed in Table 5.

Tab. 5: Total number of players at each playing position separated by selection status.

Playing position	Total ($N = 54$)	Selected ($n = 24$)	Non-selected ($n = 30$)
	<i>n</i>		
Point Guard	19	9	10
Shooting Guard	10	5	5
Small Forward	11	4	7
Power Forward	11	4	7
Center	3	2	1

For analyses purposes, players were assigned to three positional groups (PG: $n = 19$; SG/SF: $n = 21$; PF/C: $n = 14$) based on the similarity of their in-game responsibilities (Trninić & Dizdar, 2000; Trninić et al., 2000).

Procedures

One out of three games from each of the sampled teams was randomly selected for analysis in this study. Overall, a total of 1997 ball-bound actions from five games were evaluated with the BALPAI. All games were retrospectively analyzed by one coder. To evaluate the coding procedure (Objective 1), a subset of one game with a total of 498 ball-bound actions (24.94% of all actions) was additionally rated by a second independent coder. The first coder who rated all games was 28 years old, a licensed basketball coach and an experienced basketball player for 8 years. The second coder was 25 years old, completed a basic and major subject in basketball during his studies and played recreational basketball. In line with notational analyses in other team sports (e.g., Muñoz et al., 2018), both coders were trained in the use of the instrument: Initially, they were provided with general information about the study's objectives and design. Subsequently, the coders were trained with video samples and exemplary ratings after they had been familiarized with the rating system and the assessment criteria. Afterward, both coders had to rate 15 min of a competitive basketball game that did not involve any of the players examined in the present study. Finally, the researchers and coders met to discuss questions and specific game situations where the coders disagreed with each other or rated comparable scenes differently themselves.

The games were filmed by the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB) and publicly shared through an online platform (see Supplementary Table C2). The videos and team rosters were additionally provided to the researchers by the DBB. The selection status of the players (selected or non-selected), as well as the playing positions determined by the respective clubs (Point Guard, PG; Shooting Guard, SG; Small Forward, SF; Power Forward, PF; and Center, C), was obtained through an online search (DBB, 2020a; NBBL gGmbH, 2020). All data processed in this study were publicly available. The analyses were based solely on secondary data, and the aggregated values did not allow conclusions to be drawn about individuals. The university's ethics department and the DBB approved the implementation of this study.

Measures

The games were analyzed using the Basketball Learning and Performance Assessment Instrument (BALPAI; Ibáñez et al., 2019). It is designed to assess both offensive and defensive play actions, but it also allows to focus only on certain items (Ibáñez et al., 2019, p.7). Thus, only ball-bound actions in offense performed in the frontcourt were considered in this study (i.e., shooting, dribbling, passing, and receiving). For these actions, both the performance of the players and their participation were assessed. Performance was evaluated with respect to three components (i.e., decision making, technical execution, and final efficacy). Within these components, each play action was rated according to its adequacy (i.e., adequate = 3 points, neutral = 2 points, and inadequate = 1 point). The ratings were conducted according to the instrument's assessment criteria, which are exemplified by the evaluation of a player's decision making in shooting (see Annex 1; Ibáñez et al., 2019). Making a shot was rated (a) adequate when there was no clear defensive pressure and when the condition to shoot was more favorable than that of the teammates, (b) neutral when there was clear defensive pressure or there was a teammate in a more favorable condition to shoot, and (c) inadequate when there was clear defensive pressure and there was a teammate in a more favorable condition to shoot. Based on the specific ratings for each play action, three performance indices were computed with respect to the performance-related components (PI_{DM} , PI_{TE} , PI_{FE}) and additionally compiled in a Total Performance Index (PI):

$$\textbf{Performance Index for Decision – Making (PI}_{DM}) = \frac{\textit{Sum of points for decision-making}}{\textit{Total ball-bound actions performed by a player in offense}}$$

$$\textbf{Performance Index for Technical Execution (PI}_{TE}) = \frac{\textit{Sum of points for technical execution}}{\textit{Total ball-bound actions performed by a player in offense}}$$

$$\textbf{Performance Index for Final Efficacy (PI}_{FE}) = \frac{\textit{Sum of points for final efficacy}}{\textit{Total ball-bound actions performed by a player in offense}}$$

$$\textbf{Total Performance Index (PI)} = \frac{PI_{DM} + PI_{TE} + PI_{FE}}{3}$$

Moreover, a score for match participation is usually calculated that reflects the involvement of a player in both offensive and defensive actions (Ibáñez et al., 2019). Considering that only offensive actions were evaluated in this study, Offensive Game Involvement (OGI) was used as an alternative score. Due to differences in playing style, the sampled teams varied regarding the total number of ball-bound actions (see Supplementary Table C1). Therefore, to compare the involvement of the players in the game regardless of their teams' playing style, the data for each player were normalized with respect to the total ball-bound actions of each team:

$$\textbf{Offensive Game Involvement (OGI, \%)} = \frac{\textit{Total ball-bound actions performed by a player in offense}}{\textit{Total ball-bound actions performed by his team in offense}} \times 100$$

The performance scores (i.e., PI, PIDM, PITE, and PIFE), as well as the game involvement (i.e., OGI), were computed and analyzed for all ball-bound actions accumulated, but also with respect to each category (i.e., shooting, dribbling, passing, and receiving).

Statistical Analysis

The data were analyzed using IBM SPSS Version 27.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, United States). Additionally, a web-based PABAK-OS calculator was utilized for the reliability analyses (Vannest et al., 2016). The alpha level for significance was set at $p < 0.05$.

With respect to the first objective, the inter-rater reliability was assessed using Cohen's weighted kappa κ_w (Cohen, 1968). However, imbalances were detected in the marginal distributions of the observed ratings that could lead to possible prevalence problems (Hallgren, 2012). Therefore, the prevalence-adjusted bias-adjusted kappa κ_{adj} (Byrt et al., 1993) adapted for ordinal scaled data (PABAK-OS) was additionally computed. Besides, the total percentages of agreement were reported. All kappa values were interpreted according to Landis and Koch (1977).

Regarding the second objective, the investigation of the distributional properties revealed that the distributions of the data deviated from the assumption of a normal distribution, with the exception of only four variables. Considering these assumptions and

the small sample sizes of the respective groups, non-parametric analyses were conducted to examine the diagnostic validity of the BALPAI. As it was hypothesized that selected players are better than non-selected players with respect to the BALPAI variables, one-tailed Mann-Whitney U-tests were performed to examine selection-dependent differences overall (H1a) and within the positional groups (H2b). Kruskal-Wallis tests with *post-hoc* pairwise comparisons (Bonferroni adjusted Mann-Whitney U-tests) were conducted to identify position-dependent differences. To evaluate the diagnostic validity of the BALPAI, one-tailed *post-hoc* tests were conducted for those group comparisons where hypotheses about position-dependent differences in offensive game involvement and performance could be derived in advance (H2a-H2c). However, for several comparisons, no hypotheses could be established based on the respective positional requirements. Although not used for diagnostic validation, two-tailed *post-hoc* tests were performed for these comparisons to provide a comprehensive analysis of position-dependent differences. Additionally, effect sizes ω and Φ were calculated and classified according to Cohen (1992).

Results

Reliability (Objective 1)

With respect to the first objective, Cohen's weighted kappa indicated moderate agreement between the raters for decision making ($\kappa_w = 0.48$), fair agreement for technical execution ($\kappa_w = 0.39$), and almost perfect agreement for final efficacy ($\kappa_w = 0.81$). However, according to PABAK-OS, the inter-rater reliability for decision making ($\kappa_{adj} = 0.51$) was found to be moderate, while those for technical execution ($\kappa_{adj} = 0.86$) and final efficacy ($\kappa_{adj} = 0.87$) were almost perfect. The total percentages of agreement were 67.47% for decision making, 90.36% for technical execution, and 91.37% for final efficacy.

Diagnostic Validity (Objective 2)

Selection-Dependent Differences

Table 6 displays the descriptive statistics and effect sizes for the BALPAI variables separated by selection status and playing position.

Tab. 6: Descriptive statistics and effect sizes for BALPAI variables separated by selection status and playing position.

BALPAI variables	Total			PG			SG/SF			PF/C		
	Selected (<i>n</i> = 24)	Non-selected (<i>n</i> = 30)	Φ	Selected (<i>n</i> = 9)	Non-selected (<i>n</i> = 10)	Φ	Selected ^a (<i>n</i> = 9)	Non-selected (<i>n</i> = 12)	Φ	Selected (<i>n</i> = 6)	Non-selected (<i>n</i> = 8)	Φ
	<i>M</i> ± <i>SD</i>			<i>M</i> ± <i>SD</i>			<i>M</i> ± <i>SD</i>			<i>M</i> ± <i>SD</i>		
All actions												
OGI (%)	10.64 ± 5.04	6.90 ± 3.63	.37**	13.77 ± 4.83	8.96 ± 4.00	.51*	9.70 ± 4.44	6.45 ± 3.15	.33	7.37 ± 3.96	5.00 ± 2.81	.24
PI (pts)	2.70 ± 0.09	2.67 ± 0.11	.12	2.71 ± 0.08	2.73 ± 0.11	.21	2.74 ± 0.07	2.66 ± 0.08	.51*	2.62 ± 0.07	2.61 ± 0.12	.09
PI _{DM}	2.55 ± 0.16	2.46 ± 0.22	.19	2.58 ± 0.11	2.57 ± 0.20	.15	2.61 ± 0.15	2.46 ± 0.20	.42*	2.41 ± 0.15	2.33 ± 0.21	.28
PI _{TE}	2.90 ± 0.09	2.89 ± 0.10	.06	2.92 ± 0.05	2.92 ± 0.07	.09	2.92 ± 0.05	2.87 ± 0.10	.22	2.83 ± 0.15	2.86 ± 0.11	.07
PI _{FE}	2.66 ± 0.12	2.66 ± 0.12	.09	2.64 ± 0.13	2.68 ± 0.12	.07	2.71 ± 0.12	2.66 ± 0.09	.11	2.62 ± 0.07	2.64 ± 0.17	.17
Shooting												
OGI (%)	11.69 ± 7.44	6.09 ± 4.55	.40**	13.94 ± 8.38	5.02 ± 5.21	.60**	10.87 ± 7.95	7.24 ± 4.82	.25	9.54 ± 5.02	5.69 ± 3.24	.35
PI (pts)	2.47 ± 0.23	2.36 ± 0.29	.24*	2.44 ± 0.25	2.22 ± 0.28	.48*	2.55 ± 0.14	2.44 ± 0.22	.28	2.40 ± 0.31	2.40 ± 0.35	.07
PI _{DM}	2.23 ± 0.33	2.05 ± 0.48	.19	2.16 ± 0.41	1.83 ± 0.38	.47*	2.36 ± 0.28	2.22 ± 0.53	.08	2.16 ± 0.26	2.08 ± 0.47	.00
PI _{TE}	2.86 ± 0.21	2.88 ± 0.23	.11	2.85 ± 0.23	2.95 ± 0.11	.27	2.94 ± 0.08	2.81 ± 0.29	.23	2.77 ± 0.28	2.88 ± 0.23	.33
PI _{FE}	2.31 ± 0.31	2.14 ± 0.56	.19	2.31 ± 0.20	1.87 ± 0.69	.46*	2.35 ± 0.36	2.28 ± 0.27	.04	2.25 ± 0.41	2.25 ± 0.64	.03
Passing												
OGI (%)	10.17 ± 5.56	7.33 ± 4.47	.27*	14.06 ± 4.18	11.06 ± 4.86	.35	9.09 ± 5.19	6.07 ± 2.61	.36*	5.95 ± 4.54	4.58 ± 3.23	.17
PI (pts)	2.79 ± 0.14	2.80 ± 0.17	.13	2.82 ± 0.08	2.83 ± 0.13	.25	2.84 ± 0.11	2.74 ± 0.19	.31	2.66 ± 0.17	2.85 ± 0.18	.54
PI _{DM}	2.85 ± 0.21	2.79 ± 0.21	.20	2.89 ± 0.09	2.83 ± 0.15	.19	2.90 ± 0.12	2.80 ± 0.15	.37*	2.72 ± 0.38	2.73 ± 0.34	.02
PI _{TE}	2.87 ± 0.14	2.83 ± 0.23	.03	2.88 ± 0.12	2.89 ± 0.14	.06	2.88 ± 0.12	2.72 ± 0.27	.30	2.83 ± 0.21	2.94 ± 0.18	.46
PI _{FE}	2.65 ± 0.26	2.78 ± 0.25	.30	2.70 ± 0.18	2.79 ± 0.12	.28	2.75 ± 0.27	2.70 ± 0.33	.02	2.43 ± 0.24	2.88 ± 0.22	.71

Dribbling												
OGI (%)	11.01 ± 6.65	6.65 ± 4.40	.36**	16.22 ± 5.96	10.11 ± 4.70	.50*	9.17 ± 5.66	6.09 ± 2.84	.33	5.97 ± 3.18	3.15 ± 2.76	.45*
PI (pts)	2.76 ± 0.12	2.70 ± 0.24	.10	2.74 ± 0.11	2.74 ± 0.21	.09	2.80 ± 0.08	2.71 ± 0.18	.46*	2.74 ± 0.18	2.65 ± 0.36	.07
PI _{DM}	2.77 ± 0.16	2.74 ± 0.36	.13	2.75 ± 0.12	2.76 ± 0.37	.33	2.80 ± 0.10	2.71 ± 0.35	.02	2.76 ± 0.29	2.75 ± 0.39	.06
PI _{TE}	2.91 ± 0.12	2.90 ± 0.20	.11	2.94 ± 0.06	2.97 ± 0.11	.18	2.96 ± 0.05	2.90 ± 0.15	.18	2.79 ± 0.18	2.82 ± 0.31	.29
PI _{FE}	2.61 ± 0.22	2.48 ± 0.41	.20	2.53 ± 0.20	2.51 ± 0.26	.15	2.65 ± 0.15	2.52 ± 0.26	.37*	2.66 ± 0.34	2.37 ± 0.69	.24
Receiving												
OGI (%)	10.30 ± 4.48	7.12 ± 3.82	.34**	11.17 ± 4.18	7.78 ± 3.89	.36	10.53 ± 4.56	6.64 ± 4.18	.41*	8.66 ± 5.12	6.70 ± 3.53	.09
PI (pts)	2.70 ± 0.13	2.63 ± 0.17	.23*	2.72 ± 0.09	2.64 ± 0.16	.32	2.73 ± 0.12	2.65 ± 0.19	.24	2.63 ± 0.17	2.59 ± 0.17	.09
PI _{DM}	2.24 ± 0.24	2.10 ± 0.29	.24*	2.24 ± 0.19	2.15 ± 0.16	.20	2.32 ± 0.24	2.09 ± 0.39	.41*	2.12 ± 0.31	2.07 ± 0.26	.05
PI _{TE}	2.94 ± 0.11	2.91 ± 0.16	.05	2.98 ± 0.07	2.89 ± 0.21	.30	2.94 ± 0.08	2.97 ± 0.08	.27	2.88 ± 0.17	2.86 ± 0.16	.09
PI _{FE}	2.92 ± 0.10	2.87 ± 0.19	.06	2.95 ± 0.07	2.87 ± 0.22	.11	2.93 ± 0.11	2.90 ± 0.20	.01	2.88 ± 0.13	2.84 ± 0.17	.11

OGI = Offensive Game Involvement; PI = Total Performance Index; PI_{DM} = Performance Index for Decision Making; PI_{TE} = Performance Index for Technical Execution; PI_{FE} = Performance Index for Final Efficacy; PG = Point Guard; SG/SF = Shooting Guard and Small Forward; PF/C = Power Forward and Center.

* $p < .05$, ** $p < .01$

^a One player did not take any shot. Thus, PI, PI_{DM}, PI_{TE} and PI_{FE} were not calculated and the sample size was reduced to $n = 8$ for these performance indicators.

With respect to selection-dependent differences (H1a), Mann-Whitney U-tests demonstrated higher offensive game involvement in all categories for selected players compared to non-selected players ($192.50 \leq U \leq 244.50, p < 0.05$). Hereby, medium effect sizes were found in all categories ($0.34 \leq \Phi \leq 0.40$) except for involvement in passing, where a small effect size was detected ($\Phi = 0.27$). Moreover, selected players showed a better shooting performance ($U = 246.00, p < 0.05$) and outperformed non-selected players in receiving and specifically in decision making regarding this action ($260.00 \leq U \leq 262.50, p < 0.05$). Small effect sizes were revealed for all these performance-related differences ($0.23 \leq \Phi \leq 0.24$). No performance advantages were detected for selected players in passing ($U \leq 346.00, p \geq 0.08$), dribbling ($U \leq 318.00, p \geq 0.07$), or total ball-bound actions ($U \leq 336.50, p \geq 0.09$).

The results of the Mann-Whitney U-tests within the three positional groups (H1b) revealed that selected PG were significantly more involved in shooting ($U = 11.00, p < 0.01$), dribbling ($U = 18.50, p < 0.05$), and total ball-bound actions ($U = 18.00, p < 0.05$). Thereby, strong effect sizes were found in all categories ($0.50 \leq \Phi \leq 0.60$). Further, selected PG demonstrated a better shooting performance as well as a better decision making and final efficacy regarding this action ($19.50 \leq U \leq 20.50, p < 0.05$) than non-selected players on this position. Medium effect sizes were found for all these performance-related differences ($0.46 \leq \Phi \leq 0.48$). Selected SG/ SF were significantly more involved in passing ($U = 30.50, p < 0.05$) and receiving ($U = 27.50, p < 0.05$). Medium effect sizes were demonstrated for the differences in both categories ($0.36 \leq \Phi \leq 0.41$). Moreover, performance-related differences were found for dribbling ($U = 24.50, p < 0.05$) and overall game performance ($U = 21.00, p < 0.05$). Specifically, selected players showed a better decision making in passing ($U = 30.50, p < 0.05$), receiving ($U = 27.50, p < 0.05$), and total ball-bound actions ($U = 27.00, p < 0.05$) than non-selected players on these positions. Further, they demonstrated a better final dribbling efficacy ($U = 30.50, p < 0.05$). A strong effect size was revealed for the difference in overall game performance ($\Phi = 0.51$), while medium effect sizes were found for the other performance-related differences among players on these positions ($0.37 \leq \Phi \leq 0.46$). Selected PF/C displayed a higher involvement in dribbling actions with a medium effect size ($U = 11.00, p < 0.05, \Phi = 0.45$). No further expected differences between players within the respective positional groups were identified.

Tab. 7: Descriptive statistics and multiple group comparisons for BALPAI variables separated by playing position.

BALPAI variables	Descriptive statistics				Kruskal-Wallis Test		Post-hoc analyses ^a		
	Total (N = 54)	PG (n = 19)	SG/SF ^b (n = 21)	PF/C (n = 14)			PG vs. SG/SF	PG vs. PF/C	SG/SF vs. PF/C
	<i>M ± SD</i>				H(2)	ω	Φ		
All									
OGI (%)	8.56 ± 4.66	11.23 ± 4.95	7.84 ± 4.01	6.02 ± 3.43	10.36**	.44	.34*	.53*	.23
PI (pts)	2.68 ± 0.10	2.72 ± 0.10	2.70 ± 0.09	2.61 ± 0.10	9.32**	.42	.19	.48*	.40
PI _{DM}	2.50 ± 0.20	2.58 ± 0.16	2.52 ± 0.19	2.36 ± 0.18	9.02*	.41	.19	.49*	.37
PI _{TE}	2.89 ± 0.09	2.92 ± 0.06	2.89 ± 0.09	2.84 ± 0.12	3.75	.26	.18	.31	.19
PI _{FE}	2.66 ± 0.19	2.66 ± 0.13	2.68 ± 0.10	2.63 ± 0.14	0.23	.06	.01	.04	.10
Shooting									
OGI (%)	8.58 ± 6.58	9.25 ± 8.11	8.80 ± 6.44	7.34 ± 4.38	0.18	.06	.03	.03	.08
PI (pts)	2.40 ± 0.27	2.32 ± 0.28	2.48 ± 0.20	2.40 ± 0.32	3.30	.25	.29	.18	.08
PI _{DM}	2.13 ± 0.43	1.99 ± 0.42	2.28 ± 0.44	2.11 ± 0.38	5.62	.32	.35*	.20	.24
PI _{TE}	2.87 ± 0.22	2.90 ± 0.18	2.86 ± 0.24	2.84 ± 0.25	0.84	.12	.12	.14	.03
PI _{FE}	2.21 ± 0.47	2.08 ± 0.56	2.31 ± 0.30	2.25 ± 0.53	1.76	.18	.20	.17	.01
Passing									
OGI (%)	8.59 ± 5.14	12.48 ± 4.68	7.36 ± 4.11	5.16 ± 3.75	19.36***	.60	.55***	.67***	.25
PI (pts)	2.79 ± 0.15	2.83 ± 0.10	2.78 ± 0.17	2.77 ± 0.19	0.45	.09	.09	.10	.01
PI _{DM}	2.82 ± 0.21	2.85 ± 0.13	2.84 ± 0.14	2.73 ± 0.34	0.40	.09	.05	.10	.08
PI _{TE}	2.85 ± 0.19	2.88 ± 0.13	2.79 ± 0.23	2.89 ± 0.19	4.55	.29	.20	.27	.31
PI _{FE}	2.72 ± 0.26	2.74 ± 0.16	2.72 ± 0.30	2.69 ± 0.32	0.12	.05	.06	.00	.03
Dribbling									
OGI (%)	8.59 ± 5.88	13.00 ± 6.05	7.41 ± 4.44	4.36 ± 3.17	18.83***	.59	.45*	.69***	.37

PI (pts)	2.73 ± 0.20	2.74 ± 0.17	2.75 ± 0.15	2.69 ± 0.29	0.11	.04	.03	.04	.05
PI _{DM}	2.75 ± 0.29	2.75 ± 0.27	2.75 ± 0.27	2.75 ± 0.34	0.50	.10	.06	.09	.10
PI _{TE}	2.91 ± 0.16	2.95 ± 0.09	2.93 ± 0.12	2.81 ± 0.25	2.51	.22	.05	.25	.23
PI _{FE}	2.53 ± 0.34	2.52 ± 0.23	2.58 ± 0.23	2.49 ± 0.57	0.64	.11	.14	.07	.00
Receiving									
OGI (%)	8.53 ± 4.39	9.38 ± 4.29	8.31 ± 4.67	7.71 ± 4.19	1.40	.16	.13	.20	.05
PI (pts)	2.66 ± 0.15	2.68 ± 0.14	2.69 ± 0.16	2.60 ± 0.16	2.96	.23	.01	.26	.26
PI _{DM}	2.16 ± 0.28	2.19 ± 0.17	2.19 ± 0.35	2.09 ± 0.27	2.36	.21	.04	.26	.20
PI _{TE}	2.92 ± 0.14	2.93 ± 0.16	2.96 ± 0.08	2.86 ± 0.16	4.84	.30	.01	.32	.33
PI _{FE}	2.90 ± 0.16	2.90 ± 0.17	2.92 ± 0.16	2.86 ± 0.15	2.64	.22	.09	.20	.26

OGI = Offensive Game Involvement; PI = Total Performance Index; PI_{DM} = Performance Index for Decision Making; PI_{TE} = Performance Index for Technical Execution; PI_{FE} = Performance Index for Final Efficacy; PG = Point Guard; SG/SF = Shooting Guard and Small Forward; PF/C = Power Forward and Center.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

^a Group comparisons referring to the diagnostic validation of the BALPAI (Objective 2; H2a-H2c) were performed utilizing one-tailed post-hoc tests. In these cases, effect sizes were printed in bold. For the remaining comparisons, two-tailed post-hoc tests were performed to provide a comprehensive analysis of position-dependent differences.

^b One player did not take any shot. Thus, PI, PI_{DM}, PI_{TE} and PI_{FE} were not calculated and the sample size was reduced to $n = 20$ for these performance indicators.

Position-Dependent Differences

Table 7 displays the descriptive statistics and multiple group comparisons for the BALPAI variables separated by playing position.

With respect to position-dependent differences, Kruskal-Wallis tests revealed significant differences between positional groups regarding the involvement in passing ($H(2) = 19.36, p < 0.001$), dribbling ($H(2) = 18.83, p < 0.001$), and total ball-bound actions ($H(2) = 10.36, p < 0.01$). Hereby, strong effect sizes were demonstrated for the involvement in passing and dribbling ($0.59 \leq \omega \leq 0.60$), while a medium effect size was found for the involvement in total ball-bound actions ($\omega = 0.44$). The *post-hoc* analyses revealed that PG are significantly more involved in passing (all $p < 0.001$), dribbling (PG vs. SG/SF: $p < 0.05$; PG vs. PF/C: $p < 0.001$), and total ball-bound actions (all $p < 0.05$) compared to players in other positions (H2a). Thereby, the comparison of PG and SG/SF revealed a strong effect size for involvement in passing ($\Phi = 0.55$) as well as a medium effect size for involvement in dribbling ($\Phi = 0.45$) and total ball-bound actions ($\Phi = 0.34$). Strong effect sizes were found for these variables comparing PG and PF/C ($0.53 \leq \Phi \leq 0.69$).

However, Kruskal-Wallis tests identified no significant differences between positional groups for involvement in shooting ($H(2) = 0.18, p = 0.91$). Moreover, no performance-related differences were found in passing ($H(2) \leq 4.55, p \geq 0.80$), dribbling ($H(2) \leq 2.51, p \geq 0.29$), or shooting ($H(2) \leq 5.62, p \geq 0.06$). Consequently, the *post-hoc* analyses did not confirm the expected performance advantages for PG in passing (PG vs. SG/SF: $p \geq 0.31$; PG vs. PF/C: $p \geq 0.18$) and dribbling (PG vs. SG/SF: $p \geq 0.58$; PG vs. PF/C: $p \geq 0.23$) when compared to SG/SF and PF/C (H2b). Likewise, no higher offensive game involvement in shooting was found for SG/SF (H2c; SG/SF vs. PG: $p = 0.29$; SG/SF vs. PF/C: $p = 0.96$). Moreover, no performance advantages regarding this action were found for SG/SF in comparison to PG ($p \geq 0.10$) or PF/C ($p \geq 0.25$), except for SG/SF outperforming PG in decision making with a medium effect size ($\Phi = 0.35, p < 0.05$).

Discussion

The present study aimed to evaluate the applicability of the BALPAI in competitive youth basketball. It examines a highly selective sample within an ecologically valid setting and is among the first to analyze process-oriented performance

data of competitive youth basketball players. The use of such data for talent identification purposes has only been sporadically studied across team sports (Schorer et al., 2020). Therefore, this study contributes to a research gap by evaluating a promising observational tool regarding the investigated objectives. The inter-rater reliability for all performance-related components was confirmed (Objective 1), whereas diagnostic validity was established only for specific BALPAI variables (Objective 2). The selection-dependent analysis revealed that selected players were more involved in ball-bound actions and performed better than non-selected players in shooting and receiving. Within the positional groups, the strongest effects were found among PG. The position-dependent analysis showed higher offensive game involvement of PG in total ball-bound actions, passing and dribbling compared to players in other positions. Further differences between players according to selection status and playing position were not detected.

Reliability (Objective 1)

The first objective of this study was to evaluate the inter-rater reliability to ensure that differences in BALPAI variables reflect actual differences in players' performance and not random measurement errors (Schweizer et al., 2020a). During the reliability analyses, a prevalence problem was detected with respect to technical execution (see Table 7). Due to the high performance level of the players, many actions were rated with the highest possible score (i.e., three points). This resulted in imbalanced marginal distributions of the observed ratings and unrepresentatively low values of Cohen's weighted kappa (Hallgren, 2012). Therefore, PABAK-OS and the total percentages of agreement were additionally reported. Considering all coefficients, the analyses revealed satisfactory results, indicating almost perfect agreement between the raters for technical execution and final efficacy as well as moderate agreement with respect to decision making. In the original study designing and validating the BALPAI, almost perfect agreement between raters was found regarding all three components assessing the performance of fifth-grade students (Ibáñez et al., 2019). However, in the present study, elite youth basketball players competing in the national selection tournament of the German Basketball Federation were assessed. In this context, it should be acknowledged that the estimates of inter-rater reliability might be substantially reduced when a rating system is applied to a new population due to restrictions of range of talent (Ackerman,

2014; Hallgren, 2012). Further, it should be noted that the applied criteria were designed for small-sided basketball games (i.e., 3 against 3). However, tactical decisions within regular basketball games (i.e., 5 against 5) are more complex due to the increased number of players. For example, in the format 3 against 3, a player in possession of the ball has only two options to pass the ball to an open teammate (i.e., two other players on his team). However, in a regular 5 against 5, the players' options are doubled. Thus, discrepancies may have occurred in the evaluation of players' decision making when applying the criteria in the present study.

Diagnostic Validity (Objective 2)

Selection-Dependent Differences

Regarding the second objective, the diagnostic validity of the BALPAI was initially evaluated by analyzing selection-dependent differences in the assessed data. It was hypothesized that selected players would outperform non-selected players with respect to offensive game involvement and performance.

The results confirm higher *offensive game involvement* for selected players in all categories supporting the diagnostic validity of the BALPAI (H1a). Previously, selection-dependent differences in youth basketball players have mainly been investigated with respect to physical performance parameters (e.g., anthropometry, Torres-Unda et al., 2013). Thus, the comparison of the results with those of other studies is difficult. However, the findings of the current study with respect to offensive game involvement correspond with those found in other youth team sports. For example, Seward et al. (2019) reported that male youth soccer players retained by an academy in England performed more dribbles in matches between Premier League Academies compared to those released. Further, Schorer et al. (2020) found that the reached league level in adulthood of female youth handball players in Germany is determined by the number of actions taken but not the quality of those actions. The findings of these studies suggest that youth players in these team sports who are more involved in the respective game have higher chances for short-term (e.g., selection) and long-term success (e.g., performance level in adulthood). This is also indicated by the results of the present study with respect to short-term success.

Performance-related differences in the current study were only detected in shooting and receiving. Therefore, diagnostic validity was not established for most of the BALPAI variables in this context. Guimarães, Baxter-Jones, et al. (2019) found better shooting, passing, and dribbling skills in male youth players selected for an elite regional team in Portugal compared to their non-selected counterparts. With respect to shooting, the results of the present study confirm the findings of Guimarães, Baxter-Jones, et al. (2019). However, technical skills were assessed through basketball-specific tests in this study. Given the simplified conditions in such tests (e.g., no defending players), it may have been possible to discriminate between players in more categories than in the present study, in which players' performance was assessed in a real basketball game. Further, the analysis of the game-related statistics from international tournaments of youth and senior national teams demonstrated that players on winning teams performed better in shooting than those on losing teams (Csataljay et al., 2009; Leicht et al., 2017; Lorenzo et al., 2010; Milanovic et al., 2016). Studies on national team programs demonstrated that at least 70% of youth basketball players selected for such programs were retained from one year to the next (Kalén, Lundkvist, et al., 2021). Moreover, players that were members of a senior national team in Europe played three international youth championships on average in their careers (Kalén et al., 2017). In this context, the importance of shooting skills is further emphasized for players who aim to get selected for such programs and want to contribute to youth and senior national teams' success. However, no comparable studies were found on performance in receiving. Previous research reported that the performance in skills prior to shooting (e.g., receiving the ball) may affect shooting effectiveness (Okazaki et al., 2015). Therefore, selected players who perform better in receiving may also be better in shooting.

However, the diagnostic validity was not established regarding performance-related differences in passing, dribbling, or total ball-bound actions. The reason for that might be that the evaluation criteria have been developed for students or youth basketball players on the entry level (Ibáñez et al., 2019). In the given competitive context, these criteria were applied to elite youth basketball players. Therefore, also the performance of non-selected players has been rated quite high. For example, this is particularly evident in the ratings for technical execution of total ball-bound actions performed by non-selected players ($PI_{TE} = 2.89 \pm 0.10$; see Table 6). A ceiling effect was detected in this

performance-related variable, as the non-selected players averaged almost the highest possible rating (i.e., three points). Moreover, the youth national team coaches may have followed a different selection pattern. Thus, players may have been selected who did not perform well in the examined games or even in the tournament, but who the coaches expect to perform best in the long term (Buekers et al., 2015; Trunić & Mladenović, 2014). This could have affected the mean performance indicators compared in this study.

To the best of our knowledge, there are no comparable studies investigating performance differences between selected and non-selected players within different playing positions in youth basketball. However, one goal of talent identification decisions is to identify developing athletes with the potential to become successful performers in adulthood (Till & Baker, 2020). In team sports such as basketball, the individual performance of the players is linked to the respective team's success. Thus, studies are referred that analyzed within-position differences in the performance of high performing senior players of winning and losing teams. Hence, the game-related statistics of successful senior basketball players were compared to see if they are already reflected in the performance data of selected youth basketball players in the same playing positions. Further, the results are discussed according to the positional requirements.

Selected PG were more involved in shooting, dribbling, and total ball-bound actions (H1b). Further, they outperformed non-selected players on this position with respect to shooting. The central role of the point guard in a basketball teams' attack has been confirmed for youth and senior basketball by in-depth analyses of passing sequences (Clemente et al., 2015; Korte & Lames, 2018). The results of the present study reflect this centrality as selected players are more involved in their teams' offensive game play. Further, previous research in senior basketball found that PG from winning teams score more points with higher efficiency from all distances than those from losing teams (Choi et al., 2015; Escudero-Tena et al., 2021). However, PG are usually less responsible for scoring points but more for directing the offense by dribbling the ball and passing it to their teammates (Trunić & Dizdar, 2000; Trunić et al., 2000). In this context, the results indicate that also in elite youth basketball, the PG has to take responsibility for scoring besides organizing the game (Bianchi et al., 2017).

Selected SG/SF were more involved in passing and receiving while they outperformed non-selected players on these positions with respect to dribbling and overall

game performance. It is also noticeable that selected SG/SF made better decisions in total ball-bound actions, passing, and receiving. These findings are also consistent with those found in the analyses of position-dependent differences in players' game-related statistics on winning and losing teams. Escudero-Tena et al. (2021) found more assists in both SG and SF while Choi et al. (2015) emphasized that both Guards and Forwards contributed positively to victory by providing more assists and fewer turnovers. While more assists can be associated with the higher number of passes and better decision making executing these actions, fewer turnovers can be linked to both better passing decisions and better dribbling performances. However, both studies also reiterated the importance of scoring for players in these playing positions. In contrast, the findings of the present study suggest that selected SG/SF are not primarily expected to score points to get selected. The descriptive statistics even show a tendency for PG being slightly more involved in shooting actions while SG/SF being only the second option in this regard (see Table 7). Instead, they have to separate themselves from non-selected players by their versatility, making smart decisions with the ball and involving their teammates. Rangel et al. (2019) highlighted the high degree of versatility among players in these positions, which is generally shown by players accomplishing multiple tactical demands.

Selected PF/C only displayed a higher involvement in dribbling actions. However, players in these positions are generally assigned to help other players to get open (e.g., by screening for them) instead of creating by themselves (Trninić & Dizdar, 2000; Trninić et al., 2000). Therefore, the results suggest that the youth national team coaches were looking for players in these positions who are capable to create (e.g., their own shot) off the dribble. This conclusion is also supported by the findings of the position-dependent analysis in this study, which revealed that PF/C have fewer ball-bound actions than players on other positions (see Table 7). Thus, when they got the ball, they should use this chance to create off the dribble in order to get selected. However, research has reported that players on winning teams in these positions deliver more assists (Choi et al., 2015; Escudero-Tena et al., 2021). This could not be confirmed assessing players' performance with the BALPAI. In contrast, the descriptive statistics of the present study suggest that non-selected PF/C outperformed selected players in passing (see Table 6). In this context, it should be noted that Power Forwards are the positional group that has shown the fastest growth in versatility in the last decade (Rangel et al., 2019).

Accordingly, this suggested contradictory performance-related differences may be due to the grouping of the two playing positions (i.e., Power Forward and Center) within this study.

Additionally, compared to SG/SF and PF/C, stronger effects in the expected direction were demonstrated within the group of PG ($0.46 \leq \Phi \leq 0.60$, see Table 6). Therefore, these results indicate that selected PG can be identified more clearly than players in other positions based on the performance data assessed with the BALPAI.

Position-Dependent Differences

With respect to position-dependent differences, it was hypothesized that PG would be more involved in total ball-bound actions, passing, and dribbling than both SG/SF and PF/C (H2a). Further, it was expected that PG would perform better in passing and dribbling actions than players in the other positional groups (H2b). Moreover, it was assumed that SG/SF demonstrate higher involvement and performance in shooting actions compared to both PG and PF/C (H2c). The results indicate diagnostic validity regarding *offensive game involvement* as PG were more involved in passing, dribbling, and total ball-bound actions than SG/SF and PF/C (H2a). These findings are in line with former research of position-dependent differences in activity demands demonstrating that Guards are more involved in movements with the ball, especially in passing and dribbling (Abdelkrim et al., 2007; Delextrat et al., 2015; Ferioli, Rampinini, et al., 2020; Scanlan et al., 2011; Scanlan et al., 2012). Further, the results match with those of Ortega et al. (2006), who found that PG made more passes compared to other playing positions in Spanish youth basketball. However, SG/SF were surprisingly not showing higher offensive game involvement with respect to shooting (H2c). It has been reported by research that SG and SF attempt more shots from 3-point range while PF and C take more shots from 2-point range (Escudero-Tena et al., 2021; García-Rubio et al., 2019; Kokanauskas et al., 2021; Sampaio et al., 2006). As BALPAI does not differentiate between shooting ranges, this study thus might not have been able to distinguish between SG/SF and other playing positions with respect to their involvement in shooting actions.

Advantages in *performance* for PG in passing and dribbling compared to the other positional groups were not detected in this study (H2b). Also, SG/SF did not outperform PG or PF/C as far as shooting is concerned (H2c). With respect to passing, this is

confirmed by Hatem et al. (2020) who also did not find advantages for Guards with respect to passing. However, previous research analyzing position-dependent differences in game-related statistics have reported advantages for point guards in assists (Escudero-Tena et al., 2021; García-Rubio et al., 2019; Kokanauskas et al., 2021; Sampaio et al., 2006). In contrast to the results of the present study, Hatem et al. (2020) were able to demonstrate a higher proportion of appropriate dribbling actions for Guards. Surprisingly, they also detected a better performance in shooting for Centers. This can be explained by Centers taking a high number of shots close to the basket which are usually executed with high efficiency (e.g., dunks, Kokanauskas et al., 2021). As the observational instrument utilized in that study (i.e., IAD-BB; Folle et al., 2014) does not account for shooting ranges either, centers advanced in this category.

The limited sensitivity to differentiate performance in the present study may be explained by the criteria that has been developed for students or youth basketball players on the entry level (Ibáñez et al., 2019). Moreover, the instrument evaluates all players according to the same criteria, regardless of their playing position. However, players have different responsibilities in their respective playing position which requires a more differentiated analysis (Trninić & Dizdar, 2000; Trninić et al., 2000). Therefore, also players aside from the PG who are less skilled with respect to certain ball-bound actions (e.g., passing or dribbling) were able to score high. Further, differences between players in the same playing position should be considered. Although they have to fulfill the same tasks in certain areas, they may have different strengths. In the process of building a team (e.g., youth national team), coaches consider that players complement each other in terms of the various tasks on the basketball court (Pérez-Toledano et al., 2019). As the selection tournament under investigation represented the first stage of selection on national level in Germany, different types of players may have been selected for the same playing positions for further talent development purposes. For example, besides very strong PG “on the ball” (e.g., strong passers and dribblers), also players who rather have outstanding defensive qualities may have been selected. However, as only ball-bound actions in offense were evaluated in the present study, this diversity could not be displayed and players’ performance was not discriminated as expected. In addition, the focus in younger age groups is more on general and less on position-specific skill development (Jorge Arede et al., 2019; DiFiori et al., 2018; Koopmann et al., 2020). Youth basketball players

start to specialize in one position at the age of 16 years (Dezman et al., 2001). Assuming that the respective coaches of the investigated players implemented these guidelines and emphasized general skills development throughout their promotion, the players did not have a fixed playing position yet when the study was conducted. Rather, the players may have been used in different playing positions during the selection tournament. This may have affected the differentiation between the playing positions in this study.

The additional comparisons, not utilized for diagnostic validation, revealed that PG outperformed PF/C overall and especially regarding decision making with medium effect sizes (all $p < 0.05$, $0.48 \leq \Phi \leq 0.49$; see Table 7). Performance-related differences may have been identified in these variables because only ball-bound actions were evaluated in this study and PG have more “on-ball tasks” (e.g., passing the ball) than players on the other positions. These findings correspond to the differences in the requirement profiles that are more pronounced between PG and PF/C than among PG and SG/SF (Trninić & Dizdar, 2000; Trninić et al., 2000). This is also indicated by the results of the position-dependent analyses (H2a) demonstrating that the differences between PG and PF/C were more pronounced as reflected in the stronger effect sizes found for the involvement in passing, dribbling, and total ball-bound actions (PG vs. PF/C: $0.53 \leq \Phi \leq 0.69$; PG vs. SG/SF: $0.34 \leq \Phi \leq 0.55$). Further, this is also evident when comparing these playing positions with respect to game-related statistics (Escudero-Tena et al., 2021; Kokanauskas et al., 2021) and physical and physiological demands (Stojanović et al., 2018).

Limitations and Implications for Optimization

Based on the evaluation of the BALPAI, several limitations need to be addressed in order to derive implications for the optimization of the observational instrument.

First, within the present study, only ball-bound actions in offense were considered. Thus, players with more tasks in defense or “off the ball” in offense were possibly disadvantaged by being evaluated according to factors that are not the primary determinants of performance in their respective playing positions. Therefore, the results indicate that only focusing on certain items of the BALPAI in offense when analyzing competitive youth basketball players in different playing positions is not recommended. Rather, the criteria should be weighted with respect to the position-specific requirements

in both offense and defense as proposed by Trninić and Dizdar (2000). A system of weighted criteria per position adapted to the BALPAI can contribute to a higher diagnostic validity of the BALPAI when applied in a competitive setting.

Second, all players were rated according to the same criteria, which were not adjusted to the performance level or playing position. This may have led to the fact that performance-related differences could barely be detected. Considering sharper and position-specific criteria in future studies could improve the sensitivity of the instrument. For example, a player receives the highest possible rating (i.e., three points) for decision making in a passing action when delivering the ball to a teammate without high defensive pressure and when not having the opportunity to shoot or advance to the basket (see Annex 1; Ibáñez et al., 2019). However, when evaluating elite youth basketball players in this context, the criterion should also address whether the pass was the best option if more teammates were available to receive this pass. An adjustment of the rating in this case (i.e., three points if it was the best option, otherwise only two points if the other criteria were met) could contribute to a clearer discrimination between different performance levels (e.g., between selected and non-selected players).

Third, as players of different teams were analyzed and compared within this study, the data regarding their game involvement were normalized according to the total number of actions of their respective teams. However, players receive different playing times within their teams, which is determined by the coaching staff based on their performance. The data of this study were not normalized for individual playing time as a selection tournament was analyzed. Here, the main focus was not on winning, but on the presentation of all players, so that equal playing times were assumed. However, the normalization for playing time should be considered when applying the instrument to other competitive settings in future studies (e.g., Ferioli, Schelling, et al., 2020).

Fourth, the impact of intra-individual factors such as the biological maturity status of the players were not considered within the evaluation of players' performance in this study. However, it has been shown in youth basketball that players' performance and selection procedures are affected by maturation processes (e.g., Arede, Fernandes, et al., 2021; J. Arede et al., 2019). In the present study, these processes may have influenced players' performance, the selection procedures, as well as the ratings performed with the BALPAI, all of which should be addressed in future studies. Furthermore, players'

performance is dynamically influenced by the other players on the court (Rico-González et al., 2020). Therefore, future studies should account for the influence of, for example, teammates (e.g., Piette et al., 2011) or defenders (e.g., shooting, Gorman & Maloney, 2016; dribbling and passing, Vencúrik et al., 2021). Besides, other contextual factors such as the remaining game time or the current score when a play action takes place should be considered. These variables potentially cause increased pressure on players and may affect their performance (Christmann et al., 2018).

Conclusion

In conclusion, the results of this evaluation confirm the inter-rater reliability while establishing diagnostic validity only for specific variables. Thus, the findings indicate that the instrument, in its current form, is not yet applicable to competitive youth basketball players. This highlights the importance of optimizing the BALPAI for reliable and valid performance assessments of competitive youth basketball players. Future studies should investigate the application of stricter and position-specific criteria to utilize the instrument for talent identification and development purposes.

Data Availability Statement

The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Ethics Statement

The studies involving human participants were reviewed and approved by Ethics Committee of the Faculty of Economics and Social Sciences at the University of Tübingen. Written informed consent for participation was not provided by the participants' legal guardians/next of kin because all data processed in this study were publicly available. Further, the implementation of the study was approved by the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB).

Author Contributions

DR, MS, DL, and OH: conceptualization. DR and MS: data curation, investigation, and validation. DR: formal analysis, resources, and writing – original draft. DR, DL, and OH: methodology and project administration. DL and OH: supervision. DR and DL: visualization. DR, MS, DL, SI, and OH: writing – review and editing. All authors contributed to the article and approved the submitted version.

Funding

This research received no external funding. We acknowledge support by Open Access Publishing Fund of University of Tübingen and the Aid for Research Groups (GR21149) from the Regional Government of Extremadura (Department of Economy, Science and Digital Agenda), with a contribution from the European Union from the European Funds for Regional Development. The funding supported the payment of the publication fee.

Acknowledgements

We thank the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB) for the provision of data and the valuable support. We also thank our colleagues for productive discussions and critical reading.

Supplementary Material

The Supplementary Material for this article can be found online at <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.859897/full#supplementary-material>

4.3 Scoutingdaten im Nachwuchs-Basketball: Zusammenhang mit dem Erfolg im Erwachsenenalter

Rösch, D., Deutsch, Q., & Höner, O. (2021). Scoutingdaten im Nachwuchs-Basketball. Zusammenhang mit dem Erfolg im Erwachsenenalter. *Leistungssport*, 51(1), 45-49.

[Dieses Manuskript entspricht der zur Veröffentlichung akzeptierten Fassung in der Zeitschrift *Leistungssport* und wird in dieser Dissertation mit Genehmigung des Philippka-Sportverlags verwendet]

Zusammenfassung

Mit der Einführung der Nachwuchs Basketball Bundesliga (NBBL, U19) und Jugend Basketball Bundesliga (JBBL, U16) wurden professionelle Strukturen zur Talentförderung im deutschen Basketball geschaffen. Ein Merkmal dieser Professionalisierung sind Scoutingdaten, die bei jedem Punktspiel erfasst werden. Im Rahmen einer prospektiven Kohortenstudie wurde der Zusammenhang zwischen Scoutingdaten von $N=155$ Basketballspielern der NBBL-Saison 2010/2011 und dem späteren Erfolg der Athleten im Erwachsenenalter untersucht. Der Erfolg orientierte sich dabei an der höchsten Spielklasse der Spieler in der Saison 2015/16, 2016/17 oder 2017/18. Im Sinne der Prognoserelevanz der Scoutingdaten unterscheiden sich spätere Profis und Amateure hinsichtlich einer Reihe von Merkmalen, besonders bei den erzielten Punkten und der Gesamtleistung der Spieler, welche über das Maß der Effektivität abgebildet wird. Die differenzierte Betrachtung der Profis zeigt, dass sich internationale Profis insbesondere hinsichtlich der Effektivität von nationalen und regionalen Profis abheben, aber keine Trennung zwischen nationalen und regionalen Profis möglich ist. Die Ergebnisse belegen, dass Scoutingdaten mit späterem Erfolg im Erwachsenenalter zusammenhängen und wertvolle Unterstützung bei der Identifikation von Toptalenten bieten können.

Schlagwörter: *Basketball, Scouting, Talentförderung, Nachwuchsleistungssport*

Einleitung

Im Rahmen ihrer Forschung zu Karriereverläufen deutscher Basketball-Nationalspieler stellten Remmert and Schneider (2009) gravierende Probleme bei Talentrekruitierung und -förderung fest. Neben fehlenden Richtlinien im föderalen Sportsystem wurden zudem die problematische Verzahnung von Sport und Schule, eine zu späte Rekrutierung und fehlende Spielerfahrungen der Nachwuchstalente auf höchstem Niveau bemängelt. Seither hat sich der deutsche Basketball strukturell stark weiterentwickelt: Zur Saison 2009/2010 wurde die Jugend Basketball Bundesliga (JBBL, U16) eingeführt. Diese stellt zusammen mit der bereits im Jahr 2006 implementierten Nachwuchs Basketball Bundesliga (NBBL, U19) eine Verknüpfung zwischen ersten Sichtung- und Fördermaßnahmen und den professionellen deutschen Seniorenligen (BBL, ProA, ProB) aber auch den Junioren- und Herrennationalmannschaften des Deutschen Basketball Bundes (DBB) dar (vgl. NBBL gGmbH, o. D.). Das erhöhte Spiel- und Trainingsniveau soll zu einer besseren Talentförderung beitragen und die an diesen Nachwuchsligen teilnehmenden Vereine aufgrund der nationalen Konkurrenz zu einer besseren Ausbildung der Talente anregen (vgl. Stadtmann, 2013). Die aktuelle Anzahl an deutschen Basketballspielern in der National Basketball Association (NBA), die als beste Basketball-Liga der Welt gilt, kann als Hinweis für den Erfolg dieser Maßnahmen angesehen werden: Nachdem Dirk Nowitzki über viele Jahre der einzige deutsche Spieler in der amerikanischen Liga war, sind mit Maximilian Kleber, Daniel Theis, Dennis Schröder, Moritz Wagner, Isaac Bonga und Isaiah Hartenstein inzwischen sechs Spieler in der NBA aktiv, die in Deutschland ausgebildet wurden und in der NBBL spielten.

Ein weiteres Merkmal der Professionalisierung sind umfangreiche statistische Daten, die bei jedem Punktspiel erfasst werden. Die sogenannten Scoutingdaten beinhalten z.B. Information über Spielzeit in Minuten, erzielte Punkte oder auch Wurfquoten und Ballverluste. Diese werden in Vereinen und Verbänden bislang nur unsystematisch genutzt, allerdings bieten sie ein interessantes Feld für die Talentforschung. In den letzten Jahren gab es auf diesem Gebiet diverse Studien, die sich mit der prognostischen Relevanz von verschiedenen Talentprädiktoren auseinandergesetzt haben (Für einen Überblick vgl. Mann et al., 2017). Im Großteil dieser Arbeiten werden folgenden Kategorien von Prädiktoren herangezogen: (1) Psychologische Fähigkeiten, (2) Physisches Profil und (3) Vorangegangene Leistungen und Erfahrungen. Zwar gibt es

diverse sportartspezifischen Studien im Fußball (vgl. Murr, Feichtinger, et al., 2018; Murr, Raabe, et al., 2018), jedoch finden sich kaum Arbeiten aus anderen Sportarten (vgl. Johnston et al., 2018), auch nicht aus dem Basketball. Bergkamp et al. (2018) fordern daher in ihrem kritischen Kommentar zur aktuellen Lage in der Talentforschung mehr sportartspezifische Forschung, um Merkmale zu identifizieren, die Erfolg in der jeweiligen Sportart prognostizierbarer machen.

Zur Bearbeitung dieser Forschungslücke wird im Rahmen der vorliegenden prospektiven Kohortenstudie untersucht, inwiefern ein Zusammenhang zwischen den Scoutingdaten von Basketballspielern der NBBL-Saison 2010/2011 und dem späteren Erfolg der Athleten im Erwachsenenalter existiert. Dabei stehen folgenden Fragen im Zentrum der Analyse:

- (1) Unterscheiden sich die NBBL-Scoutingdaten von späteren professionellen Basketballspielern und Amateuren?
- (2) Unterscheiden sich die NBBL-Scoutingdaten von späteren professionellen Basketballspielern auf internationalem, nationalem und regionalem Leistungsniveau?

Methode

In der NBBL-Saison 2010/11 wurden Scoutingdaten von $N=563$ männlichen Spielern verschiedener Jahrgänge erfasst. Um altersbedingte Leistungsunterschiede auszuschließen, sind im Rahmen dieser Studie nur die Daten von $N=155$ Spielern der Altersklasse U19 (Jahrgang 1992) ausgewertet worden, die in der Hauptrunde der Saison 2010/11 mindestens 70 Minuten Spielzeit erhielten. Das entspricht einer durchschnittlichen Einsatzzeit von fünf Minuten pro Spiel, wenn der Spieler bei allen 14 Spielen der Hauptrunde eingesetzt wurde und orientiert sich an der geforderten Mindestspielzeit zum Erhalt einer Ausbildungsprämie der Basketball Bundesliga (vgl. BBL, 2018).

Je nach Vorgabe der Liga umfassen Scoutingdaten eine unterschiedlich große Anzahl an Variablen. In der NBBL werden 23 spielbezogene Variablen in 13 Kategorien erfasst. Aus zwölf dieser Kategorien ist jeweils die zentrale Variable als Prädiktor erhoben

worden (z.B. Minuten pro Spiel, Effektivität pro Spiel, Punkte pro Spiel). Die Variablen der Kategorie „Feldwürfe“ wurden nicht berücksichtigt, da diese alle Zwei- und Dreipunktewürfe zusammenfassen, die bereits getrennt in der Studie betrachtet werden. Zur Darstellung der Gesamtleistung eines Spielers wird mit der Effektivität in den Scoutingdaten ein kumuliertes Maß angegeben, welche sich wie folgt berechnet (vgl. Berri & Bradbury, 2010):

$$\text{Effektivität} = \text{Punkte} + \text{Rebounds} + \text{Assists} + \text{Steals} + \text{Blocks} - \text{Fehlwürfe} - \text{Ballverluste}$$

Um Aussagen über die prognostische Relevanz einzelner Merkmale auch unabhängig von der Spielzeit der Athleten treffen zu können, wurden zudem acht Variablen auf die Einsatzzeit relativiert und jeweils als eigenständiges Merkmal einbezogen (z.B. Effektivität pro Minute, Punkte pro Minute, Rebounds pro Minute). Die Spielzeit sowie die drei Kategorien der Wurfquoten wurden nicht relativiert. Insgesamt sind so 20 Variablen als Prädiktoren erhoben worden (vgl. Tab.8).

Bei der Operationalisierung des Erfolgs im Erwachsenenalter wurden in Anlehnung an Höner et al. (2017) verschiedene Erfolgsniveaus im Erwachsenenalter definiert. Der Einsatz von deutschen Spielern bis zur Altersklasse U23 wird in der BBL durch Prämien aus dem Ausbildungsfonds honoriert (vgl. BBL, 2018). Ein Einsatz in der höchsten Spielklasse von Spielern der Altersklassen U20 bis U23 könnte durch diesen externen Anreiz bedingt sein, weshalb die Spielzeiten 2011/12 bis 2014/15, die sich unmittelbar der untersuchten NBBL-Saison anschließen, nicht betrachtet worden sind. Das Erfolgsniveau orientiert sich deshalb an der höchsten Spielklasse der Spieler in der Saison 2015/16, 2016/17 oder 2017/18. Die Spielklasse wurde durch eine Online-Recherche bestimmt. Dabei lag der Fokus auf den deutschen Profiligen BBL, ProA und ProB sowie den internationalen Profiligen Euroleague und NBA. Ein Spieler wurde als aktiver Spieler der jeweiligen Liga klassifiziert, wenn er innerhalb der Saison mindestens fünf Minuten durchschnittliche Einsatzzeit pro Spiel erhalten hat. Mit diesem Verfahren konnten 31 Spieler (20,00%) der Gruppe „Profis“ und 124 Spieler (80,00%) der Gruppe „Amateure“ zugeordnet werden. Anschließend wurden die Spieler innerhalb der Gruppe „Profis“ entsprechend ihrer Spielklasse in drei Erfolgsgruppen mit absteigendem Leistungsniveau aufgeteilt. Da viele Mannschaften der BBL nicht nur am nationalen Wettbewerb teilnehmen, sondern auch in internationalen Ligen aktiv sind, wurden acht Spieler der

BBL, Euroleague oder NBA (5,16%) der Gruppe „Internationale Profis“ zugeordnet, während elf Spieler aus der ProA (7,10%) und zwölf Spieler aus der ProB (7,74%) den Gruppen „Nationale Profis“ bzw. „Regionale Profis“ zugeteilt wurden (vgl. Abb.7).

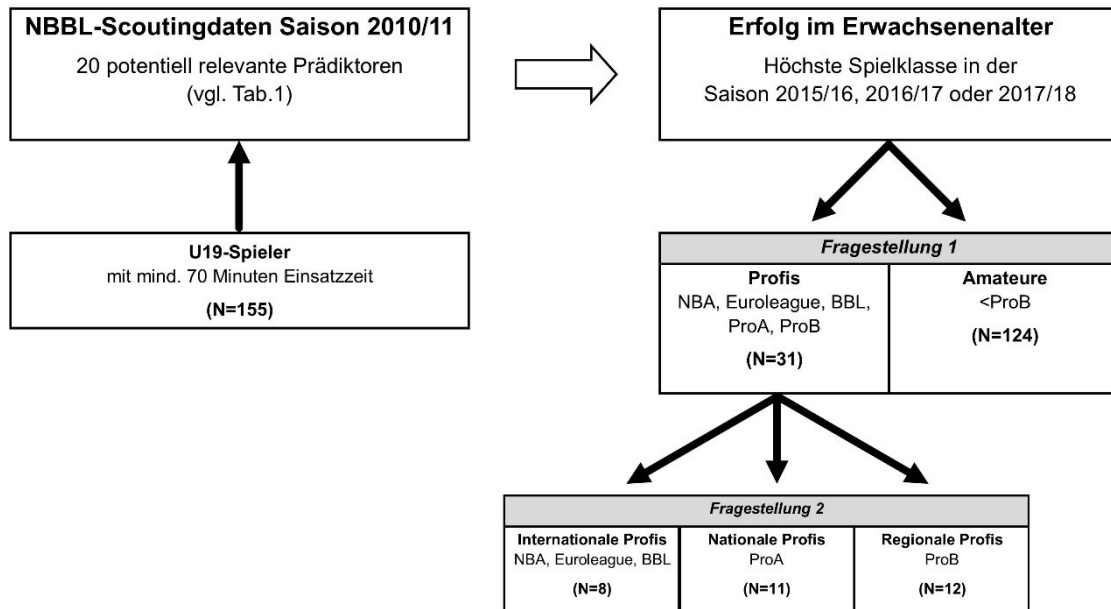


Abb. 7: Studiendesign

Ergebnisse

Unterscheiden sich die NBBL-Scoutingdaten von späteren professionellen Basketballspielern und Amateuren?

Mit Ausnahme von Turnover und Fouls fanden sich bei allen Merkmalen im statistischen Vergleich der Mittelwerte signifikante Unterschiede. Bezüglich der Effektstärken konnte bei elf Merkmalen ein großer ($d \geq 0.8$), bei sechs Merkmalen ein mittlerer ($d \geq 0.5$) und bei einem Merkmal ein nicht relevanter Effekt ($d=0.11$) nachgewiesen werden (vgl. Tab.8).

Tab. 8: Vergleich von späteren professionellen Basketballspielern und Amateuren.

Merkmal	Gesamtgruppe (N=155)	Profis (N=31)	Amateure (N=124)	Gruppen- vergleich
				<i>d</i>
	M (SD)			
Minuten pro Spiel	22.54 (7.34)	28.53 (5.34)	21.04 (7.02)	1.11***
Trefferquote 2P (%)	46.86 (11.91)	55.82 (10.39)	44.63 (11.23)	1.01***
Trefferquote 3P (%)	22.44 (20.65)	26.74 (15.48)	21.36 (21.67)	0.11*
Trefferquote Freiwurf (%)	59.26 (20.03)	71.32 (11.92)	56.24 (20.54)	0.78***
Effektivität pro Spiel	8.55 (7.03)	16.98 (6.75)	6.45 (5.33)	1.87***
Punkte pro Spiel	9.10 (6.09)	15.81 (5.57)	7.43 (4.97)	1.65***
Rebounds pro Spiel	4.07 (2.73)	6.60 (3.37)	3.44 (2.13)	1.30***
Assists pro Spiel	1.42 (1.22)	2.19 (1.27)	1.23 (1.13)	0.83***
Steals pro Spiel	1.18 (0.84)	1.83 (0.89)	1.02 (0.74)	1.05***
Blocks pro Spiel	0.32 (0.52)	0.66 (0.83)	0.24 (0.36)	0.87***
Turnover pro Spiel	2.12 (1.04)	2.63 (1.11)	1.99 (0.99)	0.63**
Fouls pro Spiel	2.22 (0.77)	2.57 (0.62)	2.13 (0.78)	0.58**
Effektivität pro Minute	0.34 (0.22)	0.59 (0.19)	0.28 (0.19)	1.62***
Punkte pro Minute	0.37 (0.17)	0.55 (0.13)	0.33 (0.14)	1.56***
Rebounds pro Minute	0.17 (0.09)	0.23 (0.11)	0.16 (0.07)	0.83**
Assists pro Minute	0.06 (0.04)	0.08 (0.04)	0.05 (0.04)	0.53**
Steals pro Minute	0.05 (0.03)	0.06 (0.03)	0.05 (0.03)	0.66**
Blocks pro Minute	0.01 (0.02)	0.02 (0.03)	0.01 (0.02)	0.56**
Turnover pro Minute	0.09 (0.04)	0.09 (0.03)	0.10 (0.04)	-0.12
Fouls pro Minute	0.10 (0.04)	0.09 (0.03)	0.11 (0.04)	-0.40

Legende: Unterschiedsprüfung per Mann-Whitney-U-Test; Relevanzmaß Cohen's d = Standardisierte Mittelwertsdifferenz; ***p<.001, **p<.01, *p<.05.

Bei sämtlichen auf das Spiel bezogenen Merkmalen (Kriterien pro Spiel) zeigten die Profis bessere Leistungen ($0.11 \leq d \leq 1.87$). Besonders deutlich hoben sie sich bei Effektivität und Punkten ab ($d=1.87$ bzw. $d=1.65$). Bei den auf die Einsatzzeit relativierten Merkmalen (Kriterien pro Minute) zeigten sich die Profis ebenfalls bei Effektivität und Punkten überlegen ($d=1.62$ bzw. $d=1.56$). Zudem erzielten sie auch bei Rebounds, Assists, Steals und Blocks signifikant höhere Werte als die Amateure ($0.56 \leq d \leq 0.83$).

Unterscheiden sich die NBBL-Scoutingdaten von späteren professionellen Basketballspielern auf internationalem, nationalem und regionalem Leistungsniveau?

Im Vergleich von Profis auf internationalem und nationalem bzw. regionalem Leistungsniveau konnten bei zehn bzw. zwölf Merkmalen signifikante Gruppenunterschiede mit großen Effekten ermittelt werden. Dagegen fanden sich im Vergleich professioneller Basketballspieler auf nationalem und regionalem Leistungsniveau keine signifikanten Unterschiede (vgl. Tab.9).

Bei den auf das Spiel bezogenen Merkmalen zeigten internationale Profis besonders in den Bereichen Effektivität und Trefferquote 2P bessere Leistungen als nationale Profis ($d=1.58$ bzw. $d=1.19$). Aber auch die Merkmale Punkte, Blocks, Turnover und Fouls waren prognoserelevant ($0.93 \leq d \leq 1.14$). Internationale und regionale Profis konnten insbesondere anhand der Effektivität und Rebounds sowie Turnover getrennt werden ($d=1.57$ bzw. $d=1.53$ bzw. $d=1.53$). Außerdem hoben sich Spieler auf internationalem Leistungsniveau bei Punkten, Assists und Blocks ab ($0.92 \leq d \leq 1.42$).

Bei den auf die Einsatzzeit relativierten Merkmalen zeigten sich internationale Profis bezüglich Effektivität und Punkten den nationalen Profis überlegen ($d=1.57$ bzw. $d=1.30$). Jedoch hatten Spieler auf höchstem Leistungsniveau auch bei Turnover und Fouls höhere Werte ($d=1.21$ bzw. $d=1.05$). Im Vergleich zwischen internationalen und regionalen Profis waren Effektivität und Rebounds die relevantesten Merkmale ($d=1.59$ bzw. $d=1.42$). Zudem wurden auch bei Punkten, Assists, Blocks und Turnover höhere Werte bei den internationalen Profis nachgewiesen ($0.92 \leq d \leq 1.31$).

Tab. 9: Vergleich von späteren professionellen Basketballspielern auf internationalem, nationalem und regionalem Leistungsniveau.

Merkmal	Internationale Profis (N=8)	Nationale Profis (N=11)	Regionale Profis (N=12)	Gruppenvergleiche		
				IP vs. NP	IP vs. RP	NP vs. RP
	M (SD)			d		
Minuten pro Spiel	30.27 (3.75)	29.28 (5.82)	26.68 (5.61)	0.19	0.72	0.46
Trefferquote 2P (%)	60.43 (7.45)	50.52 (8.94)	57.6 (11.81)	1.19*	0.27	-0.67
Trefferquote 3P (%)	20.68 (11.80)	21.92 (11.98)	35.20 (17.50)	-0.10	-0.94	-0.88
Trefferquote Freiwurf (%)	74.64 (12.22)	68.55 (13.71)	71.63 (10.29)	0.46	0.27	-0.26
Effektivität pro Spiel	23.43 (4.95)	15.58 (4.96)	13.95 (6.63)	1.58**	1.57**	0.28
Punkte pro Spiel	19.35 (3.23)	14.88 (4.91)	14.29 (6.59)	1.04*	0.92*	0.10
Rebounds pro Spiel	9.51 (3.78)	6.34 (2.70)	4.89 (2.43)	1.00	1.53*	0.57
Assists pro Spiel	2.86 (1.17)	2.37 (1.54)	1.57 (0.76)	0.36	1.37*	0.67
Steals pro Spiel	2.14 (1.24)	1.79 (0.90)	1.66 (0.58)	0.34	0.53	0.17
Blocks pro Spiel	1.38 (1.19)	0.53 (0.68)	0.30 (0.23)	0.93*	1.42*	0.45
Turnover pro Spiel	3.52 (0.88)	2.39 (1.27)	2.26 (0.79)	1.01*	1.53**	0.13
Fouls pro Spiel	3.03 (0.44)	2.36 (0.67)	2.45 (0.56)	1.14*	1.11	-0.15
Effektivität pro Minute	0.78 (0.19)	0.53 (0.13)	0.51 (0.16)	1.57**	1.59**	0.14
Punkte pro Minute	0.64 (0.09)	0.50 (0.12)	0.52 (0.15)	1.30*	0.92*	-0.14
Rebounds pro Minute	0.32 (0.14)	0.22 (0.08)	0.18 (0.06)	0.94	1.42*	0.54
Assists pro Minute	0.10 (0.04)	0.08 (0.05)	0.06 (0.02)	0.34	1.15*	0.60
Steals pro Minute	0.07 (0.04)	0.06 (0.02)	0.06 (0.01)	0.37	0.31	-0.16
Blocks pro Minute	0.05 (0.04)	0.02 (0.02)	0.01 (0.01)	0.94	1.31*	0.41
Turnover pro Minute	0.12 (0.03)	0.08 (0.03)	0.09 (0.03)	1.21*	1.07*	-0.26
Fouls pro Minute	0.10 (0.02)	0.08 (0.02)	0.10 (0.03)	1.05*	0.19	-0.59

Legende: IP = Internationale Profis, NP = Nationale Profis, RP = Regionale Profis; Unterschiedsprüfung per Mann-Whitney-U-Test; Relevanzmaß Cohen's d = Standardisierte Mittelwertsdifferenz; **p<.01, *p<.05.

Diskussion

In der vorliegenden Studie hat sich gezeigt, dass NBBL-Scoutingdaten mit späterem Erfolg im Erwachsenenalter zusammenhängen. Bezüglich der *ersten Fragestellung* konnte herausgearbeitet werden, dass Spieler, die später eine professionelle Spielklasse erreichen, bereits in der NBBL bessere Scoutingdaten aufweisen als Spieler, die später im Amateurbereich aktiv sind. Das wird speziell bei Effektivität und erzielten Punkten deutlich, welche deshalb auch hinsichtlich der prognostischen Relevanz von besonderer Bedeutung sind.

Diese Ergebnisse lassen sich mit anderen Arbeiten in Verbindung bringen, welche den Zusammenhang der Leistungen von Spieler_innen im College-Basketball und dem späteren Erfolg der Athleten in der NBA bzw. der Women's National Basketball Association (WNBA) untersucht haben: Kannan et al. (2018) stellten fest, dass der spätere Erfolg in der NBA insbesondere anhand von College-Statistiken vorhergesagt werden kann. Harris and Berri (2015) sowie Berri et al. (2011) konnten besonders die Wichtigkeit der erzielten Punkte von Spieler_innen in ihrer Basketballkarriere am College für eine spätere Auswahl beim WNBA- bzw. NBA-Draft belegen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten auf eine analoge Relevanz von Scoutingdaten in der NBBL und dem College-Basketball hin.

Die Effektivität als Indikator für die Gesamtleistung eines Spielers umfasst auch die erzielten Punkte. Daraus lässt sich schließen, dass Spieler, die in der NBBL bereits viele Punkte erzielen, später eine höhere Spielklasse erreichen. Bei der genaueren Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich allerdings, dass die Effektivität eine höhere Effektstärke aufweist als die erzielten Punkte. Das Erzielen von Punkten ist zwar ein zentraler Bestandteil der Spielidee und auch für den Erfolg einer Mannschaft essenziell, jedoch weisen die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass für die Prognose des zukünftigen Erfolgs eines Spielers die Betrachtung der Gesamtleistung eines Spielers besser geeignet ist.

Berri et al. (2011) beschreiben in ihrer Studie außerdem, dass neben den erzielten Punkten auch die Häufigkeit des Ballbesitzes für eine Mannschaft relevant ist. Somit spielen Aktionen eine wichtige Rolle, die wie Rebounds, Steals und eine geringe Anzahl an Turnover zum Ballbesitz führen. Jedoch konnten die Autoren für diese Merkmale keinen

Zusammenhang mit größerem Erfolg der Spieler finden. Dagegen zeigt sich in der vorliegenden Studie, dass professionelle Basketballspieler den Amateuren bereits in der NBBL in den Bereichen Rebounds und Steals überlegen sind. Basketballspieler, die eine professionelle Spielklasse erreichen, leisten somit bereits in der NBBL einen wichtigen Beitrag zur Generierung von Ballbesitz für ihre Mannschaften.

Generell hat sich gezeigt, dass die Trefferquote 3P eine deutlich geringere Prognoserelevanz aufweist als andere spielbezogene Merkmale. Einerseits kann das daran liegen, dass bei der Analyse nicht nach Spielpositionen differenziert wurde (vgl. Sindik, 2015). Andererseits ist der Wurf als technisches Element im Nachwuchsbereich noch nicht stabil ausgebildet, was eine größere Varianz, besonders im Bereich der späteren Profis, erklären könnte.

Bezüglich der *zweiten Fragestellung* konnten differenzierte Informationen zur Prognoserelevanz der Scoutingdaten herausgearbeitet werden. So zeigt der Vergleich innerhalb der Gruppe „Profis“, dass sich Scoutingdaten nur zur Identifizierung von Spielern mit späterem internationalem Leistungsniveau eignen, während eine Trennung von Spielern mit nationalem und regionalem Niveau nicht möglich ist. Dies belegt, dass Scoutingdaten als Unterstützung zur Identifikation der Toptalente herangezogen werden können. Für die Prognose hat sich die Effektivität als besonders relevant erwiesen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Aufteilung der Spieler in drei Leistungsgruppen eine geringe Teststärke nach sich zieht. Trotz dieser kleinen Stichproben konnten signifikante Unterschiede zwischen den Spieler auf internationalem Leistungsniveau und nationalem bzw. regionalem Niveau nachgewiesen werden. Für die Praxis bedeutet dieser Umstand, dass anhand der Scoutingdaten auch aus kleinen Gruppen die besten Spieler herausgefiltert werden können.

Interessant ist dabei, dass im Vergleich von internationalen und regionalen Profis gegenüber dem Vergleich von internationalen und nationalen Profis mehr und teilweise andere Kategorien von prognostischer Relevanz sind: Die Kriterien Assists pro Spiel und Minute, Rebounds sowie Blocks pro Minute kommen hinzu, während sich Trefferquote 2P und Fouls pro Spiel und Minute nicht mehr signifikant unterscheiden. Außerdem gewinnen die Leistungskennziffern Rebounds sowie Turnover pro Spiel wesentlich an prognostischer Relevanz. In diesen Kategorien unterscheiden sich internationale Profis

deutlicher von regionalen als von nationalen Profis. Positionsspezifische Analysen von Scoutingdaten zeigen, dass Aufbauspieler mehr Assists verteilen, während Centerspieler mehr Rebounds holen (vgl. Sindik, 2015). Möglicherweise waren also für Entscheidungen über einen Kaderplatz in den höchsten Spielklassen Kriterien entscheidend, die mit bestimmten Spielpositionen assoziiert sind.

Der Vergleich zwischen nationalen und regionalen Profis zeigt keine signifikanten Unterschiede und zudem eine nicht eindeutige Befundlage. Dieser Umstand unterstreicht, dass sich die Scoutingdaten nicht für die Prognose der beiden semiprofessionellen Spielklassen eignen, wobei auch hier die geringe Teststärke berücksichtigt werden muss.

Bei der Betrachtung von Scoutingdaten im Kontext der Talentförderung ist zunächst festzuhalten, dass diese öffentlich zugänglich sind und von allen Vereinen der Profiligen für die Auswahl und Förderung von Spielern herangezogen werden können. Würden diese Daten systematisch ausgewertet, dann wäre ein Zusammenhang selbstverständlich. Eine solche Systematik ist jedoch in der Talentsichtung im deutschen Basketball nicht gängige Praxis. Seit der Einführung der NBBL und JBBL werden zwar umfangreiche Daten gesammelt, diese werden jedoch nur stichprobenartig und zu bestimmten selektionsrelevanten Zeitpunkten ausgewertet. Zudem ist der Prozess der Talentrekrutierung und -förderung im Basketball hochkomplex (vgl. Trunić & Mladenović, 2014). Die Analyse der prognostischen Relevanz der Scoutingdaten bezieht sich auf das Ergebnis des gesamten Prozesses. Insofern wären trotz einer systematischen Integration der Daten in den Selektionsprozess Aussagen über die prognostische Relevanz möglich.

Fazit & Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie belegen, dass Scoutingdaten mit späterem Erfolg im Erwachsenenalter zusammenhängen. Die Merkmale Effektivität und Punkte sind für die Differenzierung von Profis und Amateuren besonders relevant, während innerhalb der Profis die erfolgreichsten Spieler anhand der Effektivität von Spielern auf nationalem und regionalem Leistungsniveau unterschieden werden können. Dabei hat sich gezeigt, dass die Scoutingdaten zur Identifikation von Toptalenten und zur Trennung von späteren

Amateurspielern herangezogen werden können, jedoch nicht, um Spieler in den beiden semiprofessionellen Spielklassen zu unterscheiden.

Für die Praxis können diese Ergebnisse als Anreiz dienen, um den Prozess der Talentrekrutierung und -förderung weiter zu optimieren. Jedoch sollten Scoutingdaten nicht nur zu selektionsrelevanten Zeitpunkten analysiert, sondern bereits bei der Förderung von Toptalenten herangezogen werden. Die als besonders relevant identifizierten Merkmale bieten dabei wichtige Anhaltspunkte für die Verantwortlichen bei Vereinen und Verbänden. Anhand der Scoutingdaten könnten künftig aus einer Gruppe talentierter Spieler jene ausgewählt werden, die eine besonders vielversprechende Erfolgsprognose aufweisen und zielgerichtet gefördert werden.

Aufgrund der Relevanz von Scoutingdaten für den späteren Erfolg der Athleten im Erwachsenenalter sollte zudem die Erfassung der Scoutingdaten bei allen Spielen in NBBL und JBBL von umfangreich geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

In Folgestudien kann zunächst durch eine Vergrößerung der Stichprobe (z.B. Spieler mehrerer Jahrgänge) und die Analyse aller jeweiligen Spielzeiten in der NBBL die Aussagekraft der Ergebnisse verbessert werden. Mit einer solchen Vergrößerung der Datenbasis bietet es sich an, die Profi-Gruppe noch differenzierter zu betrachten und die Spieler, die auf internationalem Topniveau (NBA, Euroleague) agieren, in eine separate Erfolgsgruppe auszugliedern. Außerdem sollten weitere ausländische Profiligen (z.B. in Süd- & Osteuropa) einbezogen werden, da immer häufiger deutsche Spieler dort aktiv sind (vgl. Eurobasket, 2020).

Eine weitere Modifizierung des Designs kann hinsichtlich der Spielposition vorgenommen werden. Dadurch könnten positionsbezogene Besonderheiten der Scoutingdaten offengelegt werden. In diesem Zusammenhang sollten auch konstitutionelle Merkmale einbezogen werden, da sich in anderen Studien gezeigt hat, dass die Körpergröße prognostische Relevanz besitzt (vgl. z.B. Teramoto et al., 2018).

Ein weiteres spannendes Forschungsfeld ist die Analyse der Scoutingdaten von Spielern der JBBL und Spielerinnen der Weiblichen Nachwuchs-Basketball-Bundesliga (WNBL, U18). So könnte die Relevanz von Scoutingdaten anderer Altersbereiche und geschlechtsspezifische Aspekte herausgearbeitet werden.

Als Alternative zur Analyse aller Scoutingdaten könnte in weiteren Untersuchungen geprüft werden, ob komplexere Indikatoren der Leistungsbewertung prognostische Relevanz besitzen. So argumentieren Berri and Bradbury (2010), dass die Effektivität kaum mit der Siegesquote einer Mannschaft zusammenhängt und somit auch nur wenig über den ökonomischen Wert eines Spielers aussagt. Statt der Effektivität wird deshalb *Wins Produced* als Maß zur Leistungsbewertung vorgeschlagen. In diesem Modell werden neben den Scoutingdaten auch defensive Kriterien berücksichtigt und mit der Anzahl der Siege in Verbindung gesetzt. Dieser Indikator trägt mehr zur Aufklärung der Varianz der Siegesquote einer Mannschaft bei als die Effektivität und eignet sich deshalb möglicherweise zur Erfolgsprognose.

Danksagung

Wir danken der NBBL gGmbH für die Bereitstellung der Scoutingdaten.

4.4 Selection-dependent differences in youth elite basketball players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance

Leyhr, D., Rösch, D., Cumming, S. P., & Höner, O. (2023, eingereicht). Selection-dependent differences in youth elite basketball players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.

[Dieses Manuskript entspricht der ersten zur Veröffentlichung in der Zeitschrift *Research Quarterly for Exercise and Sport* eingereichten Fassung]

Abstract

Purpose. The aim of the present study was to investigate the influence of players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance tests on two different stages of talent selection (regional and national level) in youth elite basketball.

Methods. Relative age, maturation-related variables (height, weight, maturity offset, maturity timing) and motor performance (Countermovement jump, Standing long jump, Modified agility T-test, Linear sprint 20m) of $N = 68$ male youth basketball players ($M_{age} = 14.39 \pm 0.28$ years) were assessed during the initial selection tournament for the U15 national team. Pre-selection bias regarding relative age and maturity timing on the regional level were investigated utilizing one-sample t -tests. Differences in relative age, maturity-related characteristics and motor performance between players selected ($n = 27$) and non-selected ($n = 27$) for the youth national team were examined via independent samples' t -tests and logistic regression analyses.

Results. Strong pre-selection biases towards early-born and early-maturing players were confirmed on the regional level. Significant advantages in height and weight and higher values in maturity offset and maturity timing were found for selected players. Among the motor variables, only Countermovement jump performance was significantly better in selected players. When controlling for relative age and biological maturation regression models including motor performance variables did not significantly discriminate players' selection status.

Conclusion. Coaches working in national, but also preceding selection stages (regional and club level) should raise their awareness to relative age and biological maturation when evaluating players' potential and current (motor) performance.

Keywords: *team sports, talent predictors, somatic age, biological maturation, diagnostics*

Introduction

A primary objective of many competitive youth basketball programs is the identification, development and selection of talented young players. These processes are, however, inherently complex and present significant challenges for decision-makers in clubs or national federations (e.g., coaches or scouts; Höner, Larkin, et al., 2023). There are multiple factors (e.g., anthropometric, physiological, psychological, sociological, technical, tactical) that contribute towards and confound performance in young athletes that are important to consider when evaluating players' potential (Baker et al., 2022). Besides subjective performance evaluations through game observations (Lath et al., 2021; Roberts et al., 2019), objective diagnostics assessing physical abilities and motor skills are used in team sports to inform such complex selection decisions (Höner et al., 2017; Johnston et al., 2018). With respect to basketball, however, there is limited evidence for the relevance of such tests in predicting future success. Nevertheless, test of fitness and technical skills are widely used for selection purposes in youth basketball (Gál-Pottyondy et al., 2021b; Mancha-Triguero et al., 2019; Morrison et al., 2022; Ziv & Lidor, 2009), and players are often selected based on their performances on such tests.

The evaluation and selection of talented young basketball players commonly take place in adolescence, when individual differences in physical and functional aptitude add to the challenges of evaluating players' current ability and future potential. In this important stage of development, athletic performance may be influenced by relative age and biological maturation (J. Arede et al., 2019; Cumming et al., 2017). Accordingly, these factors need to be considered in talent selection to ensure a fair and ultimately effective selection process, preventing highly talented players from being overlooked or deselected due to younger relative age or delayed biological maturity.

The Relative Age Effect (RAE) relates to a predominant number of early-born players (i.e., born closer to the age cohort's annual cut-off date) in selected groups and is associated with advantages of early-born players in current performance (e.g., Wattie et al., 2015). Relative age is determined by the players date of birth and the cut of date for

age group membership. In most age groups relative age is limited to a single year though may be as broad as two-to-three years in less popular sports or in low density populations (rural). The RAE is present from early childhood and generally maintained through early and late adolescence. It is a well-established phenomenon in talent research, particularly in the context of team sports such as basketball (e.g., de la Rubia Rianza et al., 2020; Gonçalves & Carvalho, 2021; Kalén, Lundkvist, et al., 2021; Kelly et al., 2021; López de Subijana & Lorenzo, 2018; Rubajczyk et al., 2017). Initial explanations of the RAE focused upon age-associated differences in anthropometric, maturational and physical fitness, however, recent evidence suggests that this phenomenon is more likely to result from developmental differences in psychosocial, behavioral and neuromotor attributes which are more likely to be present in early childhood and explain the presence of equivalent RAE biases in non-physical domains.

Biological maturation refers to progress towards the mature stature and can be characterized by the stage of maturation at the time of observation (i.e., maturity status), the age at which certain maturational events such as the age of peak height velocity (APHV) occur (i.e., maturity timing) and the rate at which it progresses (i.e., maturity tempo) (Malina et al., 2019). Differences in biological maturity status within same age peers can vary up to six years during adolescence, which may lead coaches or scouts to preferentially select early maturing players, for example, due to maturity associated advantages in anthropometry or physical performance (Johnston et al., 2018; Malina et al., 2019). Selection biases associated with maturity emerge at pubertal onset, vary relative to the demands of the sport, and typically increase with age. Maturity and relative age selection biases have the potential to play decisive roles in the processes of talent identification and selection, yet exist and operate independent of one another. Emerging evidence in soccer suggests that differences in maturity rather than relative age may have the greatest impact upon player selection during adolescence (Sweeney et al., 2022; Towlson et al., 2021).

Selection biases associated with biological maturation were observed in youth basketball. More specifically, Te Wierike et al. (2015) found that 13- to 16-year-old male players from a Dutch basketball academy experienced their APHV at an earlier age compared to 14-year-old males in the general population. Further, several studies showed that selected male youth players were taller, heavier and experienced their APHV at an

earlier age when compared to their non-selected peers (Baxter-Jones et al., 2020; Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2019; Torres-Unda et al., 2013). Similarly, J. Arede et al. (2019) demonstrated higher chances to be selected for the Portuguese U16 national team for earlier in comparison to late maturing boys.

A selection bias in male basketball for players that mature early makes sense; especially as parameters such as height contribute more to players' performance than in other team sports (e.g., soccer) (Pino-Ortega et al., 2021). Biological maturation may impact several performance indicators in youth basketball. For instance, differences in anthropometric and physical indicators were found comparing youth athletes with respect to their maturity timing (i.e., early, on time or late) in favor of early maturing athletes (for a review see Albaladejo-Saura et al., 2021) (Fragoso et al., 2021; Gryko, 2021; Guimarães, Ramos, et al., 2019; Jakovljevic et al., 2016; Peña-González et al., 2022; Torres-Unda et al., 2013). Moreover, comparisons of physical (motor) performance indicators revealed advantages for early maturing players in agility (Guimarães, Ramos, et al., 2019), linear sprint (J. Arede et al., 2019; Gryko, 2021; Guimarães et al., 2023; Guimarães, Ramos, et al., 2019; Torres-Unda et al., 2013) and jumping abilities (J. Arede et al., 2019; Gryko, 2021; Guimarães et al., 2023; Peña-González et al., 2022; Torres-Unda et al., 2013). Not least for this reason, it is not surprising that the importance of assessing and accommodating for individual differences in biological maturation when conducting physical performance tests for talent selection purposes was highlighted in recent systematic reviews (Albaladejo-Saura et al., 2021; Gál-Pottyondy et al., 2021b). In this context, there are increased efforts in sport science to examine the relevance of such performance indicators when controlling for players' biological maturation (Charbonnet et al., 2022; Gryko, 2021).

The aim of the present study was to investigate the influence of players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance tests upon talent selection in elite youth basketball. This influence of these attributes upon selection was studied across two selection stages for youth national team trialists. The first stage comprised the pre-selection process on the *regional level* prior to the first selection tournament for the U15 youth national team squad. Players competing at the tournament are selected for regional squads that play against each other on the tournament. Therefore, this process reflects the selection on the regional level. The second stage represents the selection

process on the *national level* after the tournament (i.e., the selection for youth national team). *First*, the pre-selection bias regarding relative age and biological maturity timing was analyzed (i.e., regional level). This objective was pursued as players nominated for such a tournament on national level usually went through several selection procedures in their respective clubs and regional federations prior to their participation in the selection tournament. As early-born and early-matured players have traditionally been favored in male sports, the following directed hypothesis was tested:

H1: There is a pre-selection bias towards earlier born and earlier maturing players. *Second*, differences in relative age, maturation-related variables (i.e., height, weight, maturity offset, maturity timing) and motor performance (i.e., Countermovement jump, Standing long jump, Modified agility T-test, Linear sprint 20m) were assessed between players selected and not selected at the tournament (i.e., national level). As advantages in the considered variables might align with advantages for selection, the following directed hypotheses were tested:

H2a: Selected players are advanced compared to their non-selected counterparts with respect to relative age, maturation-related variables, and motor performance. Further, as current literature emphasizes the consideration of relative age and biological maturation when analyzing motor diagnostics (e.g., Charbonnet et al., 2022), selection-dependent differences in motor performance under consideration of players' relative age and biological maturity status were examined. As selected players may exhibit motor performance advantages, and in line with the former hypotheses, the following hypotheses were tested:

H2b: The results of the motor diagnostics predict players' selection status (i.e., selected or non-selected) when controlling for relative age and biological maturity status (i.e., maturity offset), with selected players outperforming non-selected players.

Methods

Setting and Sample

The present study was conducted at the U15 national selection tournament of the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB) in October 2021. This

annual event is the very first stage of talent selection at the national level in Germany. At this tournament, players compete in regional selection teams and are evaluated and selected by the youth national team coaches for the U15 youth national team. Before the start of the competition, players passed a standardized physical performance test battery.

The study sample consisted of $N = 68$ male youth basketball players ($M_{age} = 14.39 \pm 0.28$ years) with $n = 27$ ($M_{age} = 14.39 \pm 0.30$) being selected and $n = 41$ ($M_{age} = 14.40 \pm 0.28$) being not selected for further talent development purposes by the federation. Players' selection status was determined via an online search (DBB, 2021).

Participants' legal guardian/next of kin provided written informed consent for the collection and scientific use of the data. The research was reviewed and approved by the Ethics Committee of the Faculty of Economics and Social Sciences at the University of Tübingen. Further, the implementation of the study was approved by the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB).

Measures and Procedures

Anthropometric measurements

Anthropometric measurements were carried out with players wearing standardized practice uniforms (i.e., individually numbered jerseys and matching shorts), but no shoes. Weight was measured to the nearest 0.1 kg with a calibrated scale (seca 813 electronic flat scale; seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany). Height and sitting height were obtained to the nearest 0.1 cm with a fixed stadiometer (seca 213 portable stadiometer; seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany). To assess the height, players were instructed to stand in straight posture with feet together and arms relaxed. To determine the sitting height, players were asked to sit on a table with their trunks upright and their backs against the measuring device. In all of these measurements, the players' head was aligned with the Frankfurt horizontal plane (Pearson & Grace, 2012).

Relative age and biological maturation

Players' *relative age* was registered by calculating the day of birth within a year, starting with July 1st as a reference point (i.e., the number of days before or after July 1st).

For example, a player born on May 3rd would have a relative age of -59, while a player born on July 13th would have a relative age of 12.

The anthropometric data were used to determine players' *biological maturity status*. Players' *maturity offset (MO)* from their *age of peak height velocity (APHV)* was estimated according to the following formula (Mirwald et al., 2002):

$$\begin{aligned} \mathbf{MO\ (years)} &= \mathbf{-9.236 + (0.0002708 \times (leg\ length \times sitting\ height))} \\ &+ \mathbf{(-0.001663 \times (CA \times leg\ length))} \\ &+ \mathbf{(0.007216 \times (CA \times sitting\ height))} \\ &+ \mathbf{(0.02292 \times (weight\ by\ height\ ratio \times 100))} \end{aligned}$$

where leg length was calculated by subtracting sitting height from body height.

Players' *biological maturity timing (BMT)* was determined by the difference between somatic age (SA) and chronological age (CA):

$$\mathbf{BMT\ (years) = SA - CA}$$

where SA was calculated by adding the average individual APHV for boys (i.e., 13.8 years; Malina et al., 2004) to MO:

$$\mathbf{SA = MO + 13.8}$$

Motor diagnostics

After the anthropometric measurements and before starting the test procedure, players went through a standardized 15-minute warmup routine. A standardized physical performance test battery was used, of which four individual tests were analyzed in this study (see the test manual for further details; DBB, 2022b). Players performed each test twice with sufficient time to recover between trials and the best trial being scored. In the jumping tests (i.e., Countermovement jump, Standing long jump), higher values reflected better performances. The time-based speed tests (i.e., Modified agility T-test, linear sprint) were negatively coded with lower values reflecting better performances.

Countermovement jump (CMJ)

The players were instructed to jump as high as possible from a standing position after initially squatting down to a comfortable depth. The hands had to be placed on the hips at all phases of the exercise. The jump height was determined to the nearest 0.1 cm with an Optojump system (Microgate, Bolzano, Italy).

Standing long jump (SLJ)

The players were instructed to jump as far as possible from a standing position behind the starting line. They were allowed to make a single initial movement (also with swinging arms) before jumping. The distance was measured with a tape measure from the starting line to the heel of the nearest foot to the nearest 1 cm.

Modified agility T-test (MAT)

A linear sprint over 5.0 m was followed by a lateral shuffle to the left over 2.5 m, then a lateral shuffle to the right over 5.0 m, and again a lateral shuffle to the left over 2.5 m, before finishing with a linear backpedal over 5.0 m (see Figure 8).

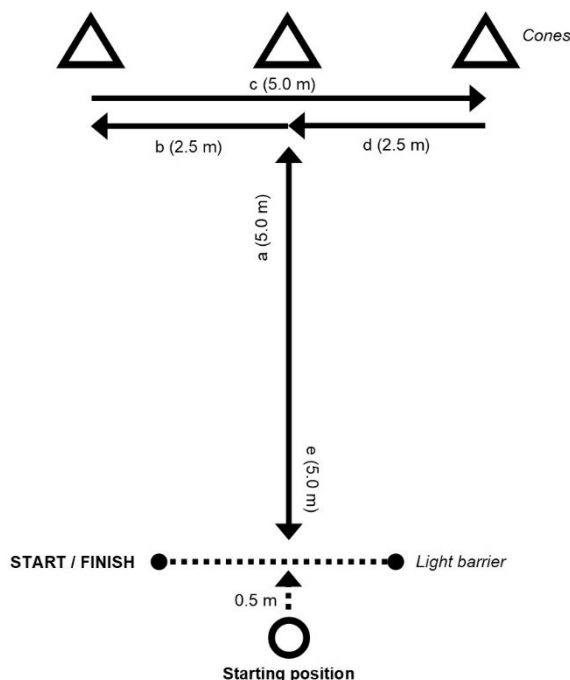


Fig. 8: Outline of the Modified agility T-test (MAT).

Note. The order of movements is indicated in lower-case letters (a-e).

The players started each run on their own from a line marked 50 cm behind the starting gate in high start position. They were instructed to complete the pattern as quickly as possible and to cross the finish line in full speed. They also had to touch the top of a cone (at least 50 cm high) at any change of direction besides constantly facing forward and keeping their legs uncrossed. Execution time was measured to the nearest 0.01 s using a light barrier system (photoelectric sensor LRS-4050-103, Contrinex AG, Givisiez, Switzerland).

Linear sprint (LS)

The players performed 20 m linear sprints. They started each run on their own from a line marked 50 cm behind the starting gate in high start position. They were instructed to complete the distance as quickly as possible and to cross the finish line in full speed. Execution times were measured to the nearest 0.01 s using a light barrier system (TCi System, Brower Timing Systems, Draper, UT, USA).

Statistical analysis

Data analyses were performed using IBM SPSS Version 27.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). The significance level was set to $p < .05$. One-tailed tests were utilized in this study based on the directed hypotheses (H1, H2a, H2b).

One-sample *t*-tests (including 90% confidence intervals) were used to analyze the pre-selection biases regarding relative age and biological maturity timing (H1). Specifically, mean values for relative age (i.e., days before or after July 1st) and biological maturity timing (i.e., difference between SA and CA) were compared to conventional values for the general population. Regarding RA, an equal distribution was assumed with regard to birth rates within the year. So, July 1st served as the mean birth date within the cohort ($M_{RA} = 0$). With respect to BMT, it was presumed that the average population is biologically as advanced as chronologically, i.e., somatic age is equal to chronological age ($M_{BMT} = 0$). Therefore, the reference value for the one-sample *t*-test was set to zero in both cases. Additionally, Cohen's *d* was calculated as effect size. According to Cohen (1992) the magnitude of effect sizes can be classified as small ($.20 \leq d \leq .49$), medium ($.50 \leq d \leq .79$) or large ($d \geq .80$).

To compare differences between selected and non-selected players with respect to relative age, maturation-related variables, and motor performance (H2a), *t*-tests for independent variables were performed and Cohen's *d* was calculated as effect size. Further, logistic regression analyses were performed to analyze whether the motor diagnostics discriminate players' selection status when controlling for relative age and biological maturity status (H2b). Selection status (non-selected = 0, selected = 1) was chosen as the binary criterion variable in the four different regression models. Each model included one test result of the motor diagnostic (i.e., CMJ, SLJ, MAT or LS) as the predictor variable, whereas relative age and maturity offset served as covariates in all

models. Due to the limited sample size and the expected problems regarding the robustness of the results, the use of an overall model containing covariates as well as all four motor performance variables was considered not appropriate and, thus, neglected. The overall model fit was analyzed with the likelihood ratio chi-squared test and Nagelkerke's R^2 . Additionally, the odds ratios (ORs) e^b and their 90% confidence intervals (CIs) were computed to estimate a player's relative chances to get selected, depending on the considered predictor and controlling for his biological maturity status. To enable comparisons between the predictors, the ORs were additionally adjusted to the standard deviations of all players (Höner & Votteler, 2016). The resulting $(e^b)^{SD}$ displays the OR for being selected by a standard deviation increase within the respective predictor. Because of its negative coding, the adjusted OR for the time-based speed tests (i.e., MAT and LS) was inverted by $1/(e^b)^{SD}$.

To determine the size of a possible population effect, sensitivity was calculated by post hoc power analyses using G*Power version 3.1.9.7 ($\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.80$, one-tailed). The analyses determined the sensitivity for discovering small effects for hypothesis 1 and at least medium effects for hypothesis 2a in terms of Cohen's d . With respect to hypothesis 2b, analyses were sensitive enough to detect ORs of at least $e^b = 1.9$.

Results

Pre-selection bias on regional level (Objective 1)

Selection biases were detected for both, relative age and biological maturity timing on the regional level (H1). Descriptive statistics indicate that players were born $M = 51.62 \pm 103.73$ days before July 1st (i.e., May 10th; 70.6 % born within the first half of the year) and were estimated to be biologically $M = 0.82 \pm 0.73$ years older than chronologically. The mean relative age of the sample was significantly higher than the expected relative age of the general population with moderate effect size ($t(67) = 4.24$, $p < .001$, $d = -0.50$). Further, the mean biological maturity timing of the players was significantly advanced compared to the expected timing in the average population with large effect size ($t(67) = 9.72$, $p < .001$, $d = 1.15$).

Tab. 10: Descriptive overview of all assessed variables and inferential statistics for group comparisons according to selection status.

Variables	Total (<i>N</i> = 68)	Selected (<i>n</i> = 27)	Non-selected (<i>n</i> = 41)	Group comparison	
		<i>M</i> ± <i>SD</i>		<i>t</i> (<i>df</i>)	<i>d</i>
Age					
Chronological age (years)	14.39 ± 0.28	14.39 ± 0.30	14.40 ± 0.28		
Relative age (days before or after July 1 st)	-51.62 ± 103.73	-49.59 ± 109.16	-52.95 ± 101.35	-0.13 (66)	.03
Anthropometry					
Height (cm)	183.34 ± 9.12	186.90 ± 8.45	180.99 ± 8.86	2.74 (66)	.68**
Weight (kg)	68.78 ± 11.86	72.18 ± 10.52	66.54 ± 12.27	1.96 (66)	.49*
Biological maturation					
Maturity Offset (years from APHV)	1.41 ± 0.76	1.60 ± 0.61	1.28 ± 0.83	1.76 (66)	.44*
Maturity timing (somatic age – chronological age)	0.82 ± 0.73	1.02 ± 0.57	0.68 ± 0.80	2.03 (65.61)	.47*
Motor performance					
Countermovement jump (cm)	36.04 ± 5.54	37.66 ± 6.12	34.98 ± 4.92	1.99 (66)	.49*
Standing long jump (cm)	227.71 ± 20.94	231.00 ± 26.17	225.54 ± 16.65	1.05 (66)	.26
Modified agility T-test (s) [#]	5.78 ± 0.34	5.79 ± 0.45	5.77 ± 0.24	0.19 (35.88)	.05
Linear sprint 20m (s) [#]	3.22 ± 0.16	3.24 ± 0.18	3.21 ± 0.15	0.66 (66)	.16

***p* < .01; **p* < .05[#] Time-based tests were negatively coded with lower values reflecting better performances.

Selection-dependent differences on national level (Objective 2)

The descriptive and inferential statistics for all study variables separated by selection status are displayed in Table 10. Regarding the second objective, no significant difference between groups was found with respect to relative age ($t(66) = -0.13, p = .45$). In contrast, significant differences between selected and non-selected players were detected in height ($t(66) = 2.74, p < .01, d = 0.68$) and weight ($t(66) = 1.96, p < .05, d = 0.49$) with large and small effect sizes respectively (H2a). Further, differences between the groups were revealed regarding maturity offset ($t(66) = 1.76, p < .05, d = 0.44$) and maturity timing ($t(65.61) = 2.03, p < .05, d = 0.47$) with small effect sizes.

Moreover, descriptive statistics indicated that selected players outperformed their non-selected counterparts in the jumping tests (i.e., CMJ, SJL), while non-selected players were slightly better in the speed tests (i.e., MAT, LS). However, significant differences between groups with small effect size were only demonstrated for CMJ ($t(66) = 1.99, p < .05, d = 0.49$). The other motor diagnostics were not sensitive enough to discriminate players' selection status (each $p > .15$).

The results of the logistic regression analyses (H2b) are presented in Table 11. The overall models did not significantly discriminate players' selection status when controlling for relative age and maturity offset. Here, the overall model including CMJ performance just failed significance to discriminate between selected and non-selected players (model 1: $\chi^2(3) = 7.63, p = .05$, Nagelkerke's $R^2 = .14$). Nevertheless, the one-tailed analyses of the single regression coefficients within the model including CMJ as predictor variable revealed a certain explanatory power of the CMJ variable ($\beta = 0.10, p < .05$). The discriminatory power for the models including SLJ (model 2: $\chi^2(3) = 4.62, p = .20$, Nagelkerke's $R^2 = .09$), MAT (model 3: $\chi^2(3) = 3.62, p = .31$, Nagelkerke's $R^2 = .07$), or LS (model 4: $\chi^2(3) = 3.91, p = .27$, Nagelkerke's $R^2 = .08$) failed significance by far.

Tab. 11: Results of the logistic regression analysis for the prediction of selection status based on results in motor diagnostics controlled for biological maturity status and relative age.

Model	Omnibus-Tests			Variables	Logistic regression coefficients [†]				
	χ^2 (3)	<i>p</i>	Nagelkerke <i>R</i> ²		<i>b</i>	Wald	<i>p</i>	<i>e</i> ^{<i>b</i>} [90% - CI]	(<i>e</i> ^{<i>b</i>}) ^{SD}
1	7.63	0.05	0.14	Constant	-4.85	-	-	-	-
				<i>Maturity Offset (years from APHV)</i>	0.72	3.33	< .05	2.06 [1.07; 3.96]	1.73
				<i>Relative age (days before or after July)</i>	0.00	0.49	0.24	1.00 [1.00; 1.01]	1.00
				Countermovement jump (cm)	0.10	3.72	< .05	1.10 [1.01; 1.19]	1.70
2	4.62	0.20	0.09	Constant	-4.10	-	-	-	-
				<i>Maturity Offset (years from APHV)</i>	0.68	3.19	< .05	1.97 [1.06; 3.69]	1.67
				<i>Relative age (days before or after July)</i>	0.00	0.46	0.25	1.00 [1.00; 1.01]	1.00
				Standing long jump (cm)	0.01	0.99	0.16	1.01 [0.99; 1.03]	1.23
3	3.62	0.31	0.07	Constant	-1.77	-	-	-	-
				<i>Maturity Offset (years from APHV)</i>	0.68	3.27	< .05	1.97 [1.06; 3.64]	1.67
				<i>Relative age (days before or after July)</i>	0.00	0.47	0.25	1.00 [1.00; 1.01]	1.00
				Modified agility T-test (s) [#]	0.08	0.01	0.46	1.08 [0.31; 3.74]	0.97
4	3.91	0.27	0.08	Constant	-4.12	-	-	-	-
				<i>Maturity Offset (years from APHV)</i>	0.66	3.20	< .05	1.94 [1.06; 3.58]	1.65
				<i>Relative age (days before or after July)</i>	0.00	0.45	0.25	1.00 [1.00; 1.01]	1.00
				Linear sprint 20m (s) [#]	0.88	0.30	0.29	2.41 [0.17; 33.45]	0.87

Note. *N* = 68. CI = confidence interval.

[#] Time-based tests were negatively coded with lower values reflecting better performances. Thus, the adjusted odds ratios for these variables were inverted and displayed as (*e*^{*b*})^{SD}.

[†] One-tailed *p*- values were considered within the analyses of regression coefficients based on the directed hypothesis (H2b).

Discussion

The current study investigated differences between selected and non-selected elite youth basketball players with regards to relative age, maturation-related characteristics, and motor performance on different selection levels for the U15 youth national team. The highly selective sample comprised players who went through several selection processes at regional and club level before being nominated for their first selection tournament on the national level investigated within the present study. Therefore, the present study enabled to analyze the influence of players' relative age and biological maturation on selection processes within both, the regional and national selection level: on the regional level, with respect to all nominated players for the tournament this allowed for an overview of a potential pre-selection bias in favor of early-born or early-maturing players within the team squads prior to the tournament (Objective 1). On the national level, with regard to differences between selected and non-selected players for the extended squad of the German U15 national team this provided insights into a potential impact of relative age, biological maturation and motor performance during the event on selection procedures (Objective 2). In order to provide a plain view on the relevance of the assessed motor performance variables when discriminating players' selection status, their discriminative power was additionally analyzed when controlling for relative age and biological maturation.

Pre-selection bias on regional level (Objective 1)

The pre-selection bias within the selection tournament was analyzed regarding relative age and biological maturity timing. The results confirmed early born and early maturing players being favored in precedent selection stages (H1). A distinct relative age effect was found in the present study with 70.6 % of players born in the first half-year ($M = 51.62 \pm 103.73$ days before July 1st; see Table 10). Further, players in this study were biologically almost one year (0.82 ± 0.73 years; see Table 10) older than chronologically which confirmed a significant, large ($d = 1.15$) pre-selection bias associated with biological maturity timing. It should be noted that the maturity offset equations tend to overestimate age at PHV in older and more mature athletes (Kozieł & Malina, 2018). Thus, it is likely that the true maturity selection bias is even greater than that which was observed.

The presence of relative age and maturity selection biases in the current sample are not surprising and are consistent with previous research in youth basketball (Te Wierike et al., 2015; Torres-Unda et al., 2013). Regarding relative age, Torres-Unda et al. (2013) compared a cohort of youth players in Spanish local basketball leagues with their peers in the general population and showed an overrepresentation of players born in the first half of the cohort's birth year (i.e., 68 %). With respect to biological maturity timing, Te Wierike et al. (2015) found that youth players (14.66 ± 1.09 years old) from a Dutch basketball academy experienced their peak height velocity (13.06 ± 0.77 years) significantly earlier compared to similarly aged boys of the Dutch population. That said, the findings of the present study comprising a sample of the same age group (i.e., U15) show rather similar results with players who exhibited comparable values regarding both chronological age (14.39 ± 0.28 years; see Table 10) and age at peak height velocity (12.98 ± 0.73 years; see Table 10). Both, the strong relative age effect, and maturation bias might be explained by several selection procedures at club and regional level taking place before the nomination for the investigated U15 national selection tournament. Within the talent development progress this might have repeatedly led to an increased selection of early-born and early maturing players (Cumming et al., 2018; Yagüe et al., 2018) and amplified the magnitude of the effect continuously. Consequently, the results regarding selection-dependent differences within the tournament (i.e., Objective 2) have to be considered in the light of this distinct selection bias that was discovered within the sample.

Selection-dependent differences (Objective 2)

The analyses of differences among players' selection status confirmed the expected advantages for selected players for most age- and maturation-related variables characteristics considered in H2a. While interestingly no significant differences between selected and non-selected players' relative age were found, the present study's findings for height, weight, maturity offset, and maturity timing align with former studies in youth basketball highlighting similar age- and maturation-related selection advantages (J. Arede et al., 2019; Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2019; Torres-Unda et al., 2013). It may be that the observed RAE at the first selection stage is representative of an earlier selection bias and that during adolescence individual differences in maturation

are of greater importance. As noted, RAEs are present from early childhood whereas maturity selection biases only emerge with the onset of puberty.

The highest effect sizes were discovered for the anthropometric variables. Moderate to large effects for height ($d = 0.68$) and nearly moderate effects for weight ($d = 0.49$) were identified and, thus, are slightly lower in size compared with former studies. While Guimarães, Baxter-Jones, et al. (2019) report very large advantages (i.e., height: $d = 1.72$; weight: $d = 1.40$) for U14 players selected for a regional Portuguese selection team, Ramos et al. (2019) found large effects ($0.82 \leq d \leq 1.26$) with respect to superior body size values in U14 and U16 players chosen for the first team of an elite Portuguese basketball academy. Besides the slightly different age groups, particularly the level of selection examined in these studies was different compared to the present study, which incorporated the selection for a U15 national team squad. This could have caused the slightly lower effects within an already more homogenous sample of high-performing youth basketball athletes. Nevertheless, the results further highlight the importance of height as performance indicator in basketball and reinforce the assumption that coaches are particularly attentive to such details about a player (Hoare, 2000; Pino-Ortega et al., 2021; Rogers et al., 2021).

Surprisingly, no significant effect between selected and non-selected players for relative age were found within the present study. While being aware of the mentioned limitations of comparability to the former described studies in youth basketball, those found significant, moderate differences in chronological age within the considered age groups with selected players being older than their non-selected counterparts (Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019). In contrast, significant differences among selection status within the present study were found for biological maturation. Advantages of small to moderate effect size were found for selected players at the national selection tournament in maturity offset ($d = 0.44$) and timing ($d = 0.47$). Once again, the effects are smaller compared to the studies described above, which revealed moderate to large effects for these variables ($0.71 \leq d \leq 1.84$).

Altogether, the effects within the present sample are lower for maturation or even not present for relative age. From a practical point of view, a reason for the latter could be that coaches of the youth national team, who make the selection decisions at the tournament, have been made aware of the problem of the relative age effect within several

workshops and several tournaments before, and now explicitly consider this variable in their selections. However, it remains unclear to which extent those had an influence on the selection. Nevertheless, it is important to maintain such educational initiatives, and to extend them to the effect of biological maturation in order to achieve an even higher awareness of the topic in talent identification processes (Leyhr et al., 2023).

Another explanation for the attenuated biases lies in the large pre-selection bias associated with relative age and maturation that was found in the investigated sample. The strong shift towards early-born and early-maturing players might have emerged a homogenous study sample of relatively old, biologically advanced players. For instance, with regard to maturity timing players' were on average biologically 0.82 years older when compared to their CA. Due to several selections in preceding stages just prior to the selection tournament for the youth national team, a major part of late-maturing players with potential current disadvantages in performance have already been deselected (Cumming et al., 2017; Hill et al., 2020; Votteler & Höner, 2014) and have increased the homogeneity regarding performance within the sample.

A further point to make is the advanced maturity status of all investigated players who were, on average, already well over their APHV (1.41 ± 0.76 years). Most players had already reached the post-APHV development phase which coincides with a decrease in body development (e.g., Malina et al., 2015; Wormhoudt et al., 2017). Consequently, the influence of maturity status on the selection at the tournament might have been less relevant as all players had yet reached a high degree of their full development. Thus, differences in players' performance are more likely to be related to other performance indicators. Those might have been the far developed anthropometric characteristics such as height as an important factor for game performance in basketball (e.g., Paulauskas et al., 2018; Teramoto & Cross, 2017; Xu et al., 2022), but also other performance indicators such as motor performance (e.g., speed), technical (e.g., shooting), or psychological aspects (e.g., decision-making). For homogenous, far developed samples such indicators might have a higher impact on selection (Ramos et al., 2019; Rösch et al., 2022; Torres-Unda et al., 2013).

Aligning with these assumptions, the analyses of selection-dependent differences in the performed motor diagnostics (H2a) gave insight into the relevance of motor performance indicators that were assessed during the tournament. In general, differences

in motor performance diagnostics between selected and non-selected players were comparably low. On the one hand, it was surprising that both sprinting and agility did not allow a significant separation between the selection status of the players. This is contrary to former study results related to U14 youth basketball players that highlight the relevance of speed-related outcomes for predicting their future success (Torres-Unda et al., 2013), or found players from better-ranked teams to be faster, and more agile than players from lower-ranked teams (e.g., Ramos et al., 2020). On the other hand, superior performances of selected players were found for the performed jumping ability tests. Specifically, CMJ performance (i.e., vertical jump ability) was detected to be significantly better for selected players. This is in line with former research that found CMJ power to be a relevant predictor of individual performance in U14 youth basketball players (Ramos et al., 2019). Similarly, Torres-Unda et al. (2016) observed that players who performed better were assigned to greater jump capability. This underlines the importance of jumping ability for players' performance, and presumably also for the selecting coaches assessing the potential of the players and preparing them for participation in international competitions. Vertical jump performance displays a relevant performance indicator for success in adulthood, and this is also supported by the fact that basketball players who play at a higher level have advantages in this regard (Ziv & Lidor, 2010). Further, this ability is essential for basketball players as they perform between 40 and 50 jumps during a game while, for example, making shots on offense or rebounding on defense (Abdelkrim et al., 2007; García et al., 2020).

To have a plain view into the importance of the utilized motor performance diagnostics, selection-dependent differences were also analyzed when controlling for players' relative age and biological maturity status as potential confounders (H2b). Again, LS, MAT, and SLJ did not significantly contribute to the discrimination of players' selection status when controlling for relative age and maturity offset and, therefore led to similar results compared to the findings without a control for the confounder relative age and maturity offset. In fact, previous studies controlling, for example, for maturity status also found similar results before and after controlling for outcomes (Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2019). At first sight, this might support the tendencies presented in current research in this field, noting limited benefits of using maturation-corrected motor performance scores to predict future success. Charbonnet et al. (2022),

for example, did not find an additional predictive benefit when controlling for biological maturation in their study with 15-year-old Swiss soccer players. While there is still only limited evidence from an empirical standpoint, the authors recommend performing corrections when conducting performance diagnostics in youth samples. Indeed, when looking at the findings of the present study regarding the model including CMJ performance, the significant discriminatory power partly disappeared when controlling for those confounders given the non-significant overall model. Previous research in youth basketball has shown that biological maturation positively impacts vertical jump performance (Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Guimarães et al., 2021, 2023; Guimarães, Ramos, et al., 2019), and therefore, might also impact the discriminatory power of the respective tests. This may have resulted in kind of a suppression effect where biological maturity status partly covers existing (selection) effects given by the CMJ performance. This may have led to an attenuated effect of CMJ performance on the selection status. On the one hand, this finding might indicate a first empirical finding that reinforces the need for controlling for maturity related information when evaluating the discriminatory power of motor test performances within youth basketball players. On the other, and despite the non-significant overall CMJ model, the consideration of the regression coefficient for CMJ revealed a one-tailed significant value. This is in line with the results of H2a indicating CMJ as a relevant predictor that might have been somehow attenuated when controlling for relative age and biological maturation. This together with the fact, that this finding was restricted to this specific outcome and sample (i.e., pre-selected elite U15 players), it is important not to generalize the present findings without further efforts. In general, the impact of controlling motor performances for relative age and biological maturation was rather low. Thus, further studies are needed that investigate the efficiency of relative age and/or biological maturity-based correction procedures in other samples comprising, for example, further age groups or performance levels.

Limitations and future directions

Maturity status in the present study was assessed by estimating somatic age via the maturity offset method (Mirwald et al., 2002), a pragmatic diagnostic frequently used in youth sports (e.g., Arede, Oliveira, et al., 2021; Fragozo et al., 2021; Lüdin et al., 2022). Compared to the expensive and time-consuming reference standard estimation by

radiographs or magnetic resonance imaging of the wrist and hand bones, such pragmatic methods provide an affordable and simple assessment. However, these *estimations involve measurement errors*, especially when applied to samples that do not correspond with the original reference data (Fransen et al., 2021; Kozieł & Malina, 2018; Malina et al., 2012). Indeed, the present study included a sample of comparably tall youth players (i.e., 183.34 cm; see Table 10) that had already exceeded the average height of the 18- to 20-year-old male population in Germany (i.e., 181.8 cm; Statistisches Bundesamt, 2023). While this is not surprising as height comprises an essential performance factor for a basketball player, such specificities are important to consider with respect to the accuracy of the assessment methods. Here, further studies are needed to evaluate the reliability of pragmatic methods based on somatic age within such special populations. Particularly for samples with tall individuals, it seems at least questionable as to whether the somatic age diagnostics that incorporate global body measures such as weight, standing height, and sitting (Mirwald et al., 2002) enable to accurately assess one's maturity status. Instead, further indicators of maturity status such as skeletal age should be referred to that consider further facets in addition to, for example, height and weight, and therefore, may be less susceptible to measurement error in populations beyond normal level of body size. For this purpose, skeletal age assessment by ultrasound diagnostics seems promising. Meanwhile, mobile ultrasound devices exist that estimate an individuals' skeletal age based on three various spots and/or positions of the hand (Rachmiel et al., 2017; Utczas et al., 2017) and have been shown to be reasonably accurate when compared to reference diagnostics in comparable settings in soccer (Leyhr et al., 2020; Rieger et al., 2022).

Besides, *potential confounders* that might have an impact on the study results need to be discussed. First, players' *ethnicity* was not assessed in the present study. Indeed, a potential impact of ethnicity on the accuracy of the assessment of a players' maturity status is controversially debated in current research. Grgic et al. (2020) were able to demonstrate differences in skeletal age development among European and African children which might imply the need to consider ethnicity also in the estimation of maturity status. In contrast, Timme et al. (2017) stated that there is no demonstrable effect of ethnicity on skeletal maturity. Therefore, any potential influence of ethnicity and the associated necessity of adjustments, for example, to the somatic age estimation

formulas, remains unclear but represents a research gap that should be addressed in future studies.

Second, the *choice of the criterion variables for operationalizing success* has a decisive role in the evaluation of the present study's findings. Within the present study, we utilized the coaches' selection decisions for further talent development purposes of the German U15 national team (i.e., training camp) to differentiate between successful and non-successful players. On the one hand, this corresponds to the common procedure of making binary decisions (i.e., yes or no) as part of a selection. On the other hand, it would also be important to consider, for example, the actual game performance of the players as a criterion in addition to this binary decision criterion (Bergkamp et al., 2019; Berri et al., 2011; Rösch, Deutsch, et al., 2021). For example, game observations or common performance indices of a basketball game (e.g., game-related statistics such as points scored, assists, or turnovers) would lend themselves to evaluation in the context of further studies.

In addition to such a concurrent validation that was followed within this study, a prognostic validation seems warranted, investigating the performances of players who may have the potential to be successful athletes in adulthood (Johnston et al., 2021). Specifically, the extent to which maturity-related characteristics also influence future success or the predictive power of motor tests for future success should be investigated. To pursue such an approach, a *longitudinal study design* is required. Doing so makes it possible to determine whether the examined players will perform at an elite level in (e.g., competing in domestic or international leagues on club level, reaching German senior national team). But, and not less important, a longitudinal approach that includes a regular monitoring of maturation-related information and performance over the course of the talent development process of a player would enable to investigate whether there are certain selection stages where maturation's impact on talent selection is higher than in other stages. This means, for instance, to analyze in which selection stage (e.g., at the club or regional level) late-maturing players are more likely to be de-selected already prior to the investigated national selection tournament (where maturation had a certain, but indeed smaller impact in selection).

Further, the present study only included male youth basketball players. However, gender-specific differences in biological maturation require similar investigations as in

the present study with *female samples*. Here, it is by no means clear as to whether findings in male athletes can be transferred to females. For instance, Baxter-Jones et al. (2020) highlight that maturation-related physiological changes in females, such as increased relative fat mass, widening of hips, and breast development (see also Barbour-Tuck et al., 2018; Sherar et al., 2011; Siervogel et al., 2003), may not be conducive to performance. So, it might be assumed that especially the maturation process within females might also come along with disadvantages regarding performance and as such it may be hypothesized that later maturing females may be equally selected as earlier maturing females.

In addition, the *playing position* displays an important facet to consider. Especially in basketball the position a player is assigned to (at least partly) depends on maturation-related anthropometric features. When observing players during the selection process, coaches evaluate possible positions where players might optimally play. While players with a higher maturity status might be taller and then, are frequently used as centers, shorter players (associated with lower maturity status) are more likely appointed as guards (J. Arede et al., 2019; Te Wierike et al., 2015). Coaches at the selection tournament have mentioned that basically more guards are presented there. As a smaller player who is then mainly used as a guard, it is therefore reasonable to assume that the selection chances for these players are then lower. Consequently, future studies on the influence of maturation on selection and motor performance in youth basketball should therefore differentiate between the specific requirements of playing positions (Ivanović et al., 2022).

Conclusion and Practical Implications

The current study found a strong pre-selection bias regarding relative age and biological maturity timing in the investigated sample of elite youth basketball players. Furthermore, again for the selection of the youth national team within the tournament, selected players showed higher values in maturity-related anthropometric data (i.e., height, weight) as well as with regard to biological maturation itself. Consequently, coaches working with youth players in preceding selection stages (i.e., regional and club level), but also on the national level should raise their awareness to players' relative age and biological maturation when looking at a players' potential. Here, focusing on e.g.,

players' biological maturation as an additional information for the evaluation of their performance might help coaches to prevent late-maturing players from being de-selected due to a currently delayed physical development. Strategies such as bio-banding (i.e., maturity matching of players in competition) and Futures programs (i.e., national teams for late maturing players) should be considered for integration within the existing programs. Such strategies have been shown to be successful in helping to retain and transition talented late maturing players and presenting both early and late maturing players with new challenges and learning opportunities (Malina et al., 2019). Bio-banding in basketball has also been shown to promote a style of play that places greater emphasis on technical and tactical ability and exploration of space (e.g., Arede, Cumming, et al., 2021).

The present study provides evidence for an added value of using maturation-corrected scores when analyzing motor performance diagnostics only to some extent. However, the use of such scores seems to provide a reasonable additive information for coaches when evaluating player performance. Indeed, a regular assessment of players' biological maturation enables stakeholders involved in talent selection processes to create normative values for motor performance indicators according to biological maturation and would enable them to compare players' test results with specific reference values (e.g., early, on-time, late) in the specific population (Ramos et al., 2021). In doing so – while anthropometric data needed for the estimation of biological maturity is usually acquired in motor diagnostics anyway (Gál-Pottyondy et al., 2021a) – with only little effort possible maturity-related bias in the performance data can be avoided by simple corrections. As a result, coaches or scouts get an additional view on the players which might put certain players (i.e., late-maturing players) into coaches' focus which would have been de-selected otherwise.

Data Availability Statement

A de-identified version of the raw data supporting the findings of this study will be made available by the authors upon reasonable request.

Author Contributions

Conceptualization, D.L., D.R., O.H.; data curation, D.R., D.L.; formal analysis D.R., D.L.; investigation, D.L., D.R.; methodology, D.L., D.R., O.H.; project administration, D.L., D.R.; resources, D.R.; supervision, D.L., O.H.; validation, D.L., D.R.; visualization, D.R., D.L.; writing—original draft, D.L., D.R.; writing—review and editing, D.L., D.R., S.C., O.H.. All authors contributed to the article and approved the submitted version.

Funding

This research received no external funding.

Acknowledgements

We thank the German Basketball Federation (Deutscher Basketball Bund, DBB) for the provision of data and the valuable support. We also thank our colleagues for productive discussions and critical reading.

Conflicts of Interest

The authors report no conflict of interest.

5 Diskussion

Diese Dissertation befasst sich mit der Erfassung potenzieller personbezogener Talentprädiktoren im Basketball. Auf der Grundlage des aktuellen Forschungsstandes zu dieser Thematik wurden Forschungsdefizite in verschiedenen Merkmalsbereichen in den Blick genommen. Zunächst wurden in den Studien 1 und 2 solche Merkmale untersucht, für die bislang keine evidenzbasierten Diagnostiken existieren und die Einschätzung vorrangig durch die Trainer vorgenommen wird („coach’s eye“; Lath et al., 2021). Vor diesem Hintergrund wurde in Studie 1 eine videobasierte Diagnostik der Entscheidungskompetenz im Nachwuchsbasketball entwickelt und validiert. Außerdem wurde in Studie 2 ein ursprünglich für den Einsatz im Schulsport konzipiertes basketballspezifisches Beobachtungsinstrument zur Analyse von Spielhandlungen in Angriff und Verteidigung (Basketball Learning and Performance Assessment Instrument, BALPAI; Ibáñez et al., 2019) im Kontext des Nachwuchsleistungssports evaluiert.

In den Studien 3 und 4 lag der Schwerpunkt auf Diagnostiken, die in der Praxis regelmäßig zur Unterstützung der Trainer bei der Beurteilung der Leistung oder des Potenzials der Spieler in den jeweiligen Merkmalsbereichen eingesetzt werden. Studie 3 analysierte dabei den Zusammenhang von im späten Jugendalter erfassten Scoutingdaten mit dem Erfolg der Spieler im Erwachsenenalter. Diese Daten werden bei jedem Punktspiel im Nachwuchsbereich auf nationalem und internationalem Niveau erhoben, jedoch liegen im Hinblick auf deren prognostische Relevanz bislang kaum empirische Befunde vor (vgl. Butterworth et al., 2013). Um den defizitären Forschungsstand zur Rolle von Einflussfaktoren bei der Talentauswahl im Basketball zu erweitern, untersuchte Studie 4 schließlich selektionsbezogene Unterschiede im Hinblick auf das relative Alter, reifebezogene Merkmale und motorische Leistungsparameter von Nachwuchsbasketballspielern auf unterschiedlichen Selektionsstufen. Darüber hinaus analysierte diese Studie auch mögliche Einflüsse des relativen Alters und des biologischen Entwicklungsstandes auf in der Praxis häufig eingesetzte motorische Diagnostiken.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der vier empirischen Studien ausgehend vom vorgeschlagenen Rahmenmodell potenzieller personbezogener Prädiktoren eines Talents in der Sportart Basketball (vgl. 2.2) zusammengefasst und diskutiert. Anschließend

werden ausgehend von den Limitationen der diagnostischen Verfahren Überlegungen zu möglichen Optimierungen angestellt und die Limitationen der operationalisierten Kriteriumsvariablen diskutiert. Daraufhin werden Empfehlungen für die Praxis formuliert, bevor ein Fazit und ein Ausblick auf zukünftige Forschung die Arbeit abrunden.

5.1 Synthese der Ergebnisse der empirischen Studien

Die Ergebnisse der empirischen Studien werden in den nachfolgenden Abschnitten in Bezug auf die evaluierten Diagnostiken in den jeweiligen Merkmalsbereichen dargestellt und diskutiert. Außerdem werden die Befunde zur Rolle der untersuchten Einflussfaktoren erörtert.

Diagnostik kognitiver Talentmerkmale

Im Rahmen der Konzeption der videobasierten Diagnostik der Entscheidungskompetenz in Studie 1 wurde als Vorbedingung zunächst eine Reliabilitätsanalyse durchgeführt. Die zufriedenstellenden Ergebnisse für die Antwortkorrektheit ($r = 0.92$) und die Reaktionszeit ($r = 0.84$) bestätigten die interne Konsistenz der Diagnostik. Im Zuge der Evaluation der Diagnostik konnte in einem ersten Schritt anhand der Testergebnisse der Teilnehmer zwischen Jugendnationalspielern und Schülern einer Sportklasse unterschieden werden und somit die *diagnostische Validität* der Diagnostik bestätigt werden. Außerdem zeigten die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse, dass die Antwortkorrektheit einen signifikanten Beitrag zur Erklärung des Modells und damit zur Unterscheidung der beiden Gruppen leistet, jedoch nicht die Reaktionszeit.

Im Vergleich der Reaktionszeiten von Jugendnationalspielern und Schülern einer Sportklasse zeigten sich in den deskriptiven Statistiken vielmehr tendenziell langsamere Reaktionszeiten bei den Jugendnationalspielern (vgl. Tab. 1). Zudem deutet die geringere Streuung der Ergebnisse darauf hin, dass die Spieler in einem ähnlichen Zeitfenster geantwortet haben. Janssen et al. (2023) betrachten in ihrem „*Framework for Natural Decision Making in Invasive Team Sports*“ (vgl. Abb. 9) den Entscheidungsprozess als einen kontinuierlichen und zyklischen Prozess, bei dem der ballführende Spieler mit

seinen Mitspielern interagiert, um Gelegenheitsfenster (sog. „*windows of opportunity*“) zu kreieren. In einem solchen Prozess kann der ballführende Spieler die erste sich bietende Gelegenheit nutzen („*take-the-first heuristic*“; vgl. Johnson & Raab, 2003) oder stattdessen eine vermeintlich bessere Möglichkeit abwarten. Erfahrene Spieler zögern ihre Entscheidungen häufig hinaus, um Zeit zu gewinnen und weitere Optionen zu generieren (vgl. Janssen et al., 2023). Die Testergebnisse von Studie 1 in Bezug auf die Reaktionszeiten lassen sich auf der Grundlage dieses Rahmenmodells einordnen: Während sich die Schüler demnach eher für die erste Passoption entschieden haben, antizipierten die Jugendnationalspieler eine bessere Möglichkeit und trafen ihre Entscheidung daher tendenziell später als die Schüler.

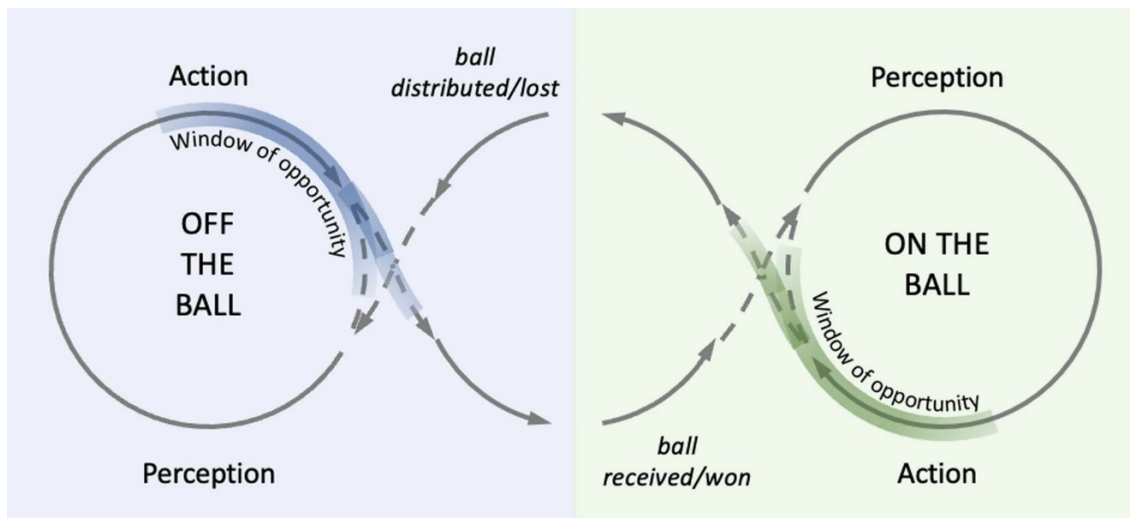


Abb. 9: Framework for natural decision-making in an invasive team sport (Janssen et al., 2023, S.1853).

In einem zweiten Schritt konnte ein positiver Zusammenhang zwischen den Testergebnissen der Jugendnationalspieler und ausgewählten Scoutingdaten (Assists und Turnover pro Spiel) nachgewiesen und damit die *externe Validität* des Instruments belegt werden. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Reaktionszeit zur Erklärung der beiden signifikanten multiplen Regressionsmodelle (mit Assists bzw. Turnover pro Spiel als Außenkriterium) beiträgt, nicht aber die Antwortkorrektheit. In diesem Zusammenhang wurde auf die moderate Schwierigkeit des kognitiven Tests hingewiesen, welche sich in einem hohen prozentualen Anteil (und einer geringen Variabilität) korrekt abgegebener

Antworten der Jugendnationalspieler äußerte ($83.99\% \pm 9.19\%$; vgl. Tab.1). Auch bei einer vergleichbaren Gruppe australischer Nachwuchsbasketballspieler (Altersklasse U16 bzw. U18) konnten in einem videobasierten Entscheidungstest keine selektionsbezogenen Unterschiede im Hinblick auf die Antwortkorrektheit dokumentiert werden (vgl. Joseph et al., 2021).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass sich Spieler unterschiedlicher Leistungsniveaus im neu entwickelten, kognitiven Labortest insbesondere anhand der Antwortkorrektheit unterscheiden lassen. Zudem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Jugendnationalspieler, die in diesem Test schneller reagieren, auch mehr Assists und Turnover im Wettkampf erzielen. Die videobasierte Diagnostik ermöglicht eine diagnostisch und extern valide Erfassung der Entscheidungskompetenz im Nachwuchsbasketball und kann Trainern somit zusätzliche Informationen in Bezug auf die Entscheidungskompetenz der Spieler bieten. In künftigen Studien sollte die prädiktive Validität der Diagnostik geprüft werden, um festzustellen, ob die Spieler, welche bessere Testergebnisse erzielten, auch erfolgreicher im Erwachsenenalter sind (z. B. eine höhere Spielklasse oder bessere spielbezogene Statistiken erreichen; vgl. z. B. Höner et al, 2023).

Diagnostik basketballspezifischer Skills

Im Rahmen der Evaluation des Basketball Learning and Performance Assessment Instrument (BALPAI; Ibáñez et al., 2019) wurden in Studie 2 zunächst Reliabilitätsanalysen durchgeführt, welche zufriedenstellende Ergebnisse lieferten. Für die Interrater-Reliabilität im Bereich der technischen Ausführung ($\kappa_{\text{adj}} = 0.86$) und Wirksamkeit ($\kappa_{\text{adj}} = 0.87$) zeigte sich dabei eine fast perfekte Übereinstimmung. Bei der Beurteilung der Entscheidungskompetenz ergaben sich jedoch nur moderate Werte ($\kappa_w = 0.48$; $\kappa_{\text{adj}} = 0.51$) und der prozentuale Anteil der Übereinstimmung zwischen den beiden Ratern betrug hier lediglich 67.47 %. Ibáñez et al. (2019) fanden dagegen im Rahmen der Entwicklung und Validierung des Beobachtungsinstruments eine fast perfekte Übereinstimmung zwischen den Ratern in allen Kategorien. Während dabei jedoch die Leistungen von Schülern einer fünften Klasse in Kleinfeldspielen (3 gegen 3) untersucht wurden, lag der Fokus von Studie 2 auf der Beurteilung von Spielern regionaler Auswahlmannschaften bei einem zentralen Sichtungsturnier (5 gegen 5) für die deutsche

U15-Nationalmannschaft. Der Einsatz des Instruments in einem neuen Kontext könnte so dazu geführt haben, dass die Reliabilitätskennziffern unter denen der Originalstudie lagen (vgl. Ackerman, 2014; Hallgren, 2012). Im Hinblick auf die Bewertung der Entscheidungskompetenz kommt in Bezug auf das Spielformat hinzu, dass im 3 gegen 3 die Entscheidungen weniger komplex ausfallen als im 5 gegen 5. Ein Spieler in Ballbesitz hat in einem solchen Format deutlich mehr Handlungsoptionen (z. B. was die Anzahl der Spieler angeht, die er mit einem Pass anspielen kann). Auch wenn die Kennziffern für die Bewertung der Entscheidungsleistung noch in einem moderaten und entsprechend zufriedenstellenden Bereich lagen, kann ein Einsatz des Instruments im Nachwuchsleistungssport unter diesem Aspekt nur für die leistungsbezogene Bewertung der technischen Ausführung und der Wirksamkeit, jedoch nicht für die Beurteilung von Entscheidungen empfohlen werden.

Im weiteren Verlauf der Evaluation konnte die diagnostische Validität des Beobachtungsinstruments in Bezug auf solche Variablen belegt werden, die sich auf die Eingebundenheit der Spieler (Offensive Game Involvement, OGI; vgl. Abb. 10) in ballgebundene Aktionen beziehen (d. h. Dribbeln, Passen, Werfen, Ballannahme). Die Analyse zeigte dabei, dass selektierte Spieler häufiger an diesen Aktionen im Angriff beteiligt waren als nicht-selektierte Spieler. Selektionsabhängige Unterschiede in leistungsbezogenen Variablen (Performance Index, PI; vgl. Abb. 10) konnten dagegen nur in den Bereichen Ballannahme und Wurf nachgewiesen werden. Die diagnostische Validität konnte daher in diesem Zusammenhang für einen Großteil der Variablen nicht bestätigt werden.

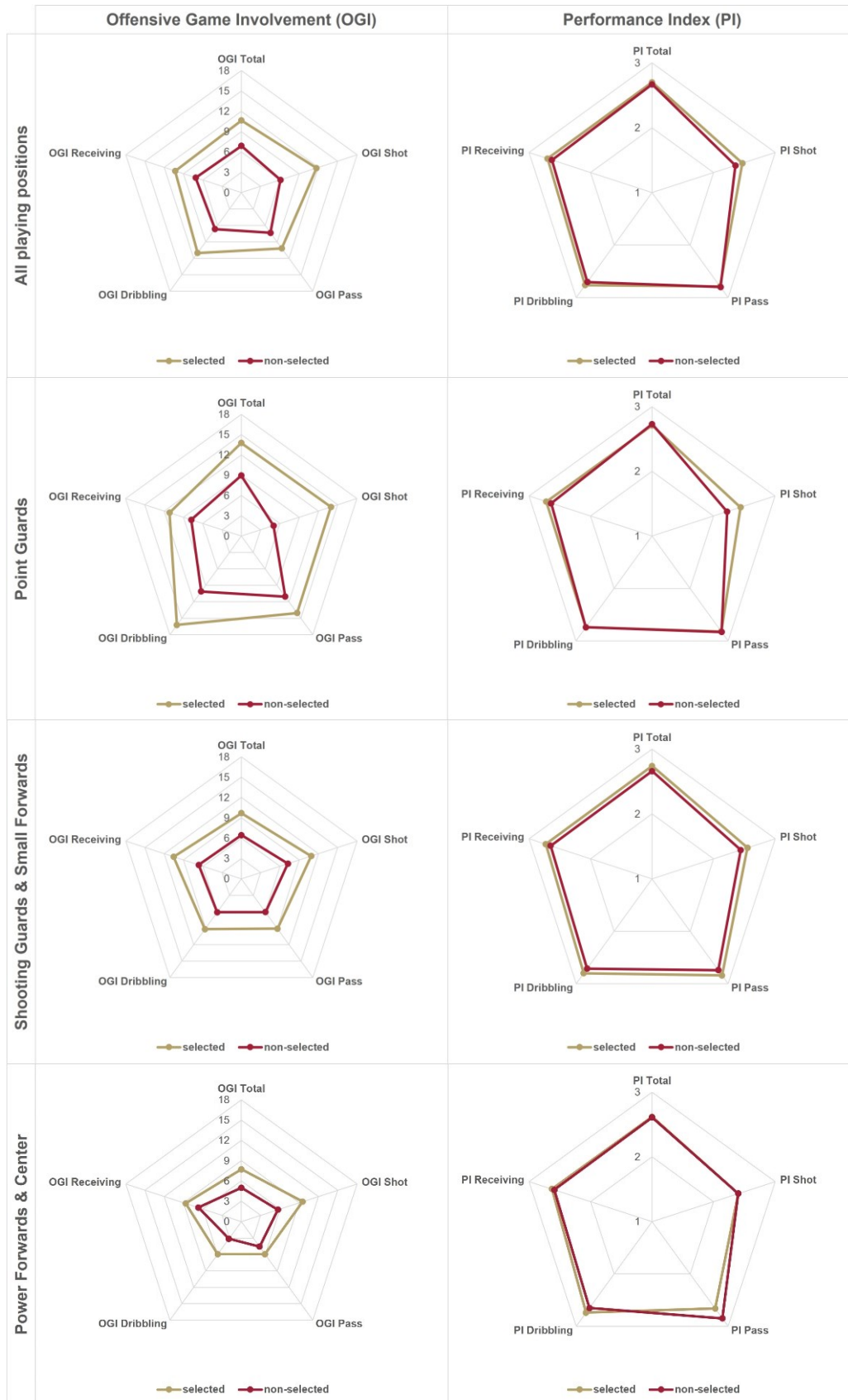
Innerhalb der drei Positionsgruppen zeigte sich, dass jeweils andere Variablen für eine selektionsbezogene Differenzierung relevant waren. Entsprechend konnte die diagnostische Validität auch nur für diese Variablen bestätigt werden. Selektierte Point Guards waren hinsichtlich aller ballgebundenen Aktionen und insbesondere bei Würfen und Dribblings stärker in das Spiel eingebunden als nicht-selektierte Spieler auf dieser Position. Zudem erzielten sie bessere Leistungen beim Werfen. Dagegen waren selektierte Shooting Guards und Small Forwards stärker an Pässen und Ballannahmen beteiligt. Darüber hinaus erbrachten sie insgesamt eine bessere Gesamtleistung und waren im Speziellen im Bereich des Dribblings besser als nicht-selektierte Spieler der gleichen

Positionsgruppe. Vorteile zugunsten selektierter Spieler innerhalb der Gruppe der Power Forwards und Center zeigten sich ausschließlich in Bezug auf Dribbling-Aktionen.

Auch wenn innerhalb der Positionsgruppen nur in Bezug auf bestimmte Variablen signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten, so bestätigte sich deskriptiv der globale Trend dahingehend, dass zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern anhand der Variablen, welche sich auf die Eingebundenheit in das Spiel beziehen, getrennt werden kann. Anhand der leistungsbezogenen Variablen konnten hingegen kaum selektionsbezogenen Unterschiede detektiert werden. Dies wird auch deutlich anhand der Darstellung der deskriptiven Ergebnisse selektierter und nicht selektierter Spieler der verschiedenen Positionsgruppen in Abbildung 10.

Die Unterschiede im Hinblick auf die Relevanz der einzelnen Variablen in den einzelnen Positionsgruppen kann auf die unterschiedlichen Aufgaben der Spieler auf den jeweiligen Spielpositionen zurückgeführt werden (vgl. Kapitel 2.3). Dies soll exemplarisch anhand der Point Guards erläutert werden, für welche in dieser Analyse die stärksten Effekte festgestellt wurden. Weitere Ausführungen finden sich dazu in der Diskussion des Artikels zu dieser Studie (vgl. Rösch et al., 2022).

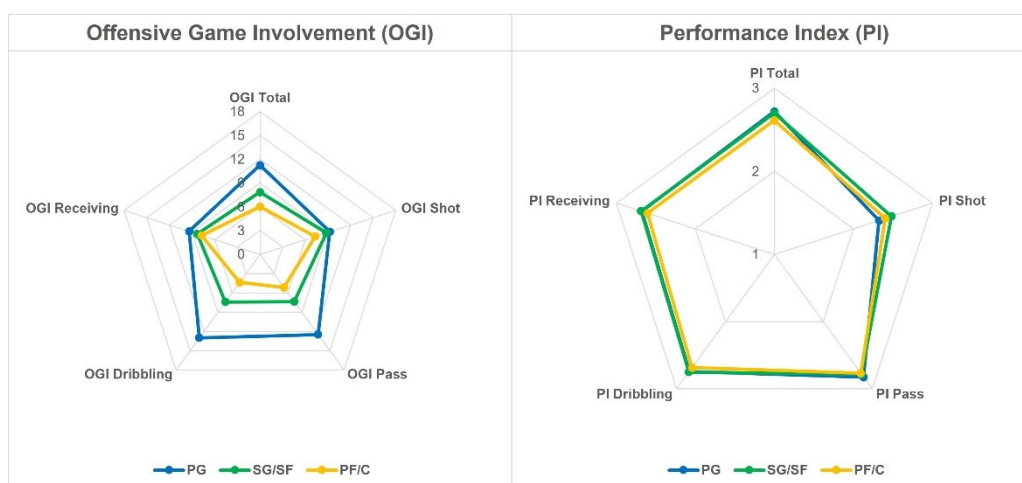
Eine zentrale Aufgabe von Point Guards ist die Organisation des Spielaufbaus. Ein zentraler Bestandteil davon ist der Ballvortrag: Dabei ist es in der Regel die Aufgabe des Point Guards, nach einem Ballgewinn in der Verteidigung (z. B. Rebound oder Steal) den Ball per Dribbling oder Pass auf die andere Spielfeldseite zu bringen und einen Angriff auf den gegnerischen Korb zu initiieren. Bezogen auf diesen Verantwortungsbereich könnte eine höhere Beteiligung der Spieler im Bereich des Dribbelns erklärt werden. Obwohl Point Guards in der Regel weniger für das Erzielen von Punkten verantwortlich sind, zeigte sich eine höhere Eingebundenheit und Leistung der selektierten Spieler auf dieser Position beim Werfen. Dies zeigt, dass Trainer bei der Auswahl von Spielern auf dieser Position solche bevorzugten, die in Bezug auf die Anzahl an Würfen und deren Umsetzung auf sich aufmerksam machten.



Anmerkung: Informationen zu OGI und PI finden sich in Studie 2 (vgl. Kapitel 4.2; Rösch et al., 2022).

Abb. 10: Eingebundenheit und Leistung selektierter und nicht-selektierter Spieler innerhalb verschiedener Positionsguppen in ballgebundene Aktionen in Studie 2 (Eigene Darstellung).

Ausgehend von den unterschiedlichen Aufgaben der Spieler auf den einzelnen Positionen wurden im weiteren Verlauf der Evaluation des Beobachtungsinstruments Unterschiede zwischen den Spielpositionen untersucht. Dabei wurde angenommen, dass Spieler bestimmter Positionsgruppen bezüglich spezifischer Variablen besser abschneiden würden als Spieler der anderen Gruppen. In diesem Zusammenhang konnten die erwarteten Unterschiede allerdings ausschließlich zwischen Point Guards und Spielern auf anderen Positionen (d. h. Shooting Guards & Small Forwards sowie Power Forwards & Center) im Hinblick auf die Eingebundenheit bei allen ballgebundenen Aktionen und speziell dem Passen und Dribbling bestätigt werden (vgl. Abb. 11). Insgesamt ist das Instrument demnach in seiner aktuellen Form nicht für den Einsatz im Kontext des Nachwuchsleistungssports geeignet.



Anmerkung: Informationen zu OGI und PI finden sich in Studie 2 (siehe Kapitel 4.2; Rösch et al., 2022).

Abb. 11: Eingebundenheit und Leistung von Spielern verschiedener Positionsgruppen in ballgebundene Aktionen in Studie 2 (Eigene Darstellung).

Die Ergebnisse in Bezug auf die Beteiligung an ballgebundenen Aktionen im Angriff decken sich mit Befunden aus dem Fußball und Handball. Dort konnte gezeigt werden, dass stärker eingebundene Spieler höhere Chancen auf kurzfristigen (Selektion im Fußball; vgl. Saward et al., 2019) oder langfristigen Erfolg (Spielklasse im Erwachsenenalter im Handball; vgl. Schorer et al., 2020) in der jeweiligen Sportart haben. Die fehlende Differenzierung bei leistungsbezogenen Unterschieden kann möglicherweise auf die ursprünglich für Schüler und Anfänger entwickelten Kriterien zurückgeführt werden. Das zeigte sich beispielsweise daran, dass nicht-selektierte Spieler

bei den Bewertungen im Bereich der technischen Ausführung ballgebundener Aktionen im Durchschnitt fast die höchstmögliche Bewertung (d. h. drei Punkte) erreichten ($PI = 2.89 \pm 0.10$).

Studie 3 zeigte, dass Spieler, die später eine professionelle Spielklasse erreichen, und solche, die später im Amateurbereich aktiv sind, insbesondere anhand ihrer Effektivität und der erzielten Punkte unterschieden werden können (große Effekte; Effektivität pro Spiel: $d = 1.87$; Punkte pro Spiel: $d = 1.65$). Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen somit die prädiktive Validität von im späten Jugendalter erhobenen Scoutingdaten für den Erfolg im Erwachsenenalter. Diese Daten können Trainern bei der Identifikation von Talenten somit eine wertvolle Unterstützung bieten.

Allerdings zeigte sich innerhalb der Gruppe der späteren „Profis“, dass Scoutingdaten nur zur Identifizierung von Spielern mit späterem internationalem Leistungsniveau geeignet sind, während eine Trennung von Spielern mit nationalem (2. Basketball Bundesliga ProA) und regionalem Niveau (2. Basketball Bundesliga ProB) nicht möglich ist. Dies kann einerseits auf ein vergleichbares Leistungsniveau der Spieler in den semi-professionellen Ligen in Deutschland (2. Basketball Bundesliga ProA und ProB) zurückgeführt werden. Andererseits bestehen Quotenregelungen in diesen Ligen, welche im Rahmen der Studie nicht beachtet wurden. In der ProA müssen zu jeder Zeit zwei deutsche Spieler auf dem Spielfeld aktiv sein, während dies in der ProB für drei sogenannte *Local Player* gilt (d. h. deutsche Spieler der Altersklasse U23 oder solche, die bereits im Jugendalter während eines festgelegten Zeitraums in Deutschland aktiv waren; 2. BBL, 2023). Die unterschiedlichen Regelungen könnten dazu geführt haben, dass sich die Spieler eher für ein Engagement in der 2. Basketball Bundesliga ProB entschieden haben, um mehr Einsatzzeit zu erhalten. Somit spielen nicht zwangsläufig Spieler, die bessere Leistungen in ihrer NBBL-Karriere erzielt haben auch in der höheren (semi-professionellen) Spielklasse. Außerdem lassen sich so auch die ambivalenten deskriptiven Ergebnisse in einigen Kategorien erklären (z. B. Trend zu besseren Trefferquoten bei regionalen Profis im Vergleich zu nationalen Profis; vgl. Tab.9). Darüber hinaus verfolgen Basketballspieler, die den Sport semi-professionell betreiben, nicht selten eine duale Karriere (vgl. Bencker et al., 2018). Daher treffen die Spieler möglicherweise eine Entscheidung, ob sie in der 2. Basketball Bundesliga ProA oder ProB spielen, auch in Abwägung ihres „zweiten Standbeins“.

Aus den Ergebnissen der Studien 2 und 3 lassen sich zudem Erkenntnisse im Hinblick auf die technischen und taktischen *Skills* als potenzielle Prädiktoren eines Talents ableiten. In beiden empirischen Studien mit dem Fokus auf basketballspezifischen *Skills* (Studie 2 und 3) wurde festgestellt, dass insbesondere die *Skills* eines Spielers im Bereich des Werfens (welche sich in Bezug auf die Wirksamkeit der Würfe in Punkten widerspiegeln; vgl. Studie 3) sowohl für die Selektion als auch den zukünftigen Erfolg im Erwachsenenalter relevant sind. Das deckt sich auch mit früheren Studien, die selektionsbezogene Unterschiede bei den Ergebnissen von Nachwuchsspielern in isolierten Wurftests nachweisen konnten (vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Stadtmann, 2013). Darüber hinaus konnten frühere Datenanalysen aufzeigen, dass Spieler, welche in ihrer Basketballkarriere am College mehr Punkte erzielen, höhere Positionen beim Draft der National Basketball Association (NBA) erreichen und mehr Spiele in dieser Liga absolvieren (vgl. Berri et al., 2011; Kannan et al., 2018). Die Erkenntnis, wonach die *Skills* im Bereich des Werfens für die Talentauswahl im Wurfspiel Basketball von zentraler Bedeutung sind, ist angesichts des Ziels des Spiels (vgl. Kapitel 2.3) wenig überraschend. Dennoch fehlte es bislang an Evidenz in Bezug auf dieses Talentmerkmal – insbesondere für Nachwuchsbasketballspieler. Die Ergebnisse dieser Arbeit leisten somit einen wichtigen Beitrag hinsichtlich eines Erkenntnisgewinns bezüglich der Prognoserelevanz dieser *Skills*.

Diagnostik physischer Talentmerkmale

Die im Rahmen von Studie 4 eingesetzten Diagnostiken haben sich in zahlreichen Studien als reliable und valide Erfassungsinstrumente erwiesen und werden daher üblicherweise zur Beurteilung des körperlichen Leistungszustands von Erwachsenen und Jugendlichen herangezogen (vgl. für einen Überblick im Basketball Gál-Pottyondy et al., 2021b; Mancha-Triguero et al., 2019; Morrison et al., 2022). Aus den Ergebnissen von Studie 4 lassen sich Erkenntnisse zur Bedeutung der erfassten körperlichen Merkmale im Hinblick auf die Talentauswahl ableiten. So konnte eine Relevanz anthropometrischer Merkmale sowie der Sprungkraft für die Selektion für die Jugendnationalmannschaft im Sinne der diagnostischen Validität der entsprechenden Diagnostiken belegt werden. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass selektierte Spieler größer ($d = 0.68$; großer Effekt) und

schwerer ($d = 0.49$; kleiner Effekt) sind als nicht-selektierte Spieler. Außerdem konnten signifikante Gruppenunterschiede mit kleinen Effekten ($d = 0.49$) für den Countermovement Jump nachgewiesen werden, nicht aber für die anderen drei motorischen Tests in dieser Analyse (d. h. Standweitsprung, 20m-Sprint, Modified agility T-test).

In Bezug auf die anthropometrischen Merkmale bestätigen die Ergebnisse die Resultate früherer Studien (vgl. Baxter-Jones et al., 2020; Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Joseph et al., 2021; Ramos et al., 2019; Stadtmann, 2013; Torres-Unda et al., 2013). Damit unterstreichen die Ergebnisse die Wichtigkeit der Diagnostik anthropometrischer Merkmale und insbesondere der Körpergröße im Rahmen der Talentauswahl im Basketball (vgl. Pino-Ortega et al., 2021). Hinsichtlich der physiologischen Talentmerkmale weichen die Ergebnisse allerdings von denen früherer Studien ab. So zeigen Torres-Unda et al. (2013) ebenfalls selektionsbezogene Unterschiede beim Countermovement Jump für spanische Nachwuchsbasketballspieler der Altersklasse U14, während Blantas et al. (2021) solche Unterschiede bei griechischen Nachwuchsspielern unterschiedlicher Spielpositionen in der Altersklasse U16 nachweisen konnten. Allerdings deuten ebendiese und weitere Studien darauf hin, dass auch die Schnelligkeit beim Linearsprint oder die Schnelligkeit bei Richtungswechseln für die Talentauswahl relevant sein könnte (vgl. z. B. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2020; Ramos et al., 2019; Stadtmann, 2013). Dies konnte in der aktuellen Studie jedoch nicht bestätigt werden. Der Grund dafür, dass nur in einem der physiologischen Tests gruppenbezogene Unterschiede gefunden wurden, kann möglicherweise auch auf die geringen Varianzen in den Testergebnissen der hochselektiven Stichprobe von Nachwuchsbasketballspielern auf nationalem Spitzenniveau zurückgeführt werden („restriction of range“; vgl. Ackerman, 2014; Bergkamp et al., 2019).

Einflussfaktoren im Rahmen der Erfassung von Talentmerkmalen

In Studie 4 wurde der Einfluss des relativen Alters und der biologischen Reife auf die Talentauswahl im Nachwuchsbasketball analysiert. Dabei wurden Spieler eines Auswahlturniers für die U15-Jugendnationalmannschaft untersucht, welche zuvor bereits

auf regionaler Ebene und in ihren jeweiligen Vereinen diverse Auswahlprozesse durchlaufen hatten. In einem ersten Schritt konnte bestätigt werden, dass früh geborene und früh entwickelte Spieler in diesen Auswahlprozessen vor dem Turnier bevorzugt ausgewählt wurden. Konkret zeigte sich, dass 70.6 % der Spieler in den ersten sechs Monaten des Geburtsjahres der Kohorte geboren wurden und biologisch fast ein Jahr älter waren als chronologisch ($M = 0.82 \pm 0.73$ Jahre). Diese Ergebnisse bestätigten frühere Arbeiten mit Stichproben aus dem Nachwuchsbasketball in Spanien und Holland (vgl. Te Wierike et al., 2015; Torres-Unda et al., 2013).

In einem zweiten Schritt wurden selektionsabhängige Unterschiede hinsichtlich des relativen Alters und der biologischen Reife untersucht. Im Gegensatz zu früheren Studien wurden dabei keine gruppenbezogenen Unterschiede im relativen Alter der Spieler festgestellt (vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019). Allerdings zeigten sich Entwicklungsvorteile selektierter Spieler im Hinblick auf reifebezogene Merkmale, wie dem Reifegrad zum Zeitpunkt der Untersuchung (Status; maturity offset, MO; $d = 0.44$) oder dem Alter zum Zeitpunkt des größten Wachstumsschubs (Timing; age of peak height velocity, APHV; $d = 0.47$). Diese Befunde bestätigen die Ergebnisse früherer Untersuchungen (vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2019). Analog zu anderen reifebezogenen Merkmalen wie Größe und Gewicht (siehe weiter oben) waren die Effektstärken der Unterschiede jedoch kleiner als in den genannten Studien. Dies lässt sich insbesondere mit dem hohen Selektionsniveau (U15 Jugendnationalmannschaft) und der starken Verzerrung bei der Vorselektion zugunsten früh geborener und früh entwickelter Spieler begründen. Die wiederholte Auswahl von Spielern mit entwicklungsbedingten Vorteilen hat so möglicherweise zu einer Homogenisierung der Stichprobe geführt. Im Gegensatz dazu befassten sich frühere Studien in Portugal mit der Selektion für die erste Mannschaft einer Basketball-Akademie (Altersklassen U14 bzw. U16; vgl. Ramos et al., 2019) oder ein regionales Auswahlteam (Altersklasse U14; vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019).

Darüber hinaus wurde der Einfluss der beiden Einflussfaktoren auf die vor Beginn des Auswahlturniers durchgeführten Diagnostiken motorischer Merkmale untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass in der Stichprobe keine selektionsbezogenen Unterschiede bestehen, wenn für das relative Alter und den biologischen Entwicklungsstand kontrolliert wird. Aber auch ohne Kontrolle für diese beiden Faktoren zeigte sich ein

Unterschied zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern nur im Bereich der Sprungkraft (Countermovement Jump). Dieser war jedoch unter Berücksichtigung der Faktoren nicht mehr nachweisbar. Frühere Studien konnten zeigen, dass die biologische Reifung die Leistung in einem Sprungkrafttest positiv beeinflussen kann (vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Guimarães et al., 2021, 2023; Guimarães, Ramos, et al., 2019). Vor diesem Hintergrund deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass bei der Durchführung von motorischen Leistungsdiagnostiken zum Zweck der Talentauswahl das relative Alter und die biologische Reife der Spieler berücksichtigt werden sollten. Selbiges empfehlen auch aktuelle Übersichtsarbeiten, insbesondere in Bezug auf die biologische Reife (vgl. Albaladejo-Saura et al., 2021; Gál-Pottyondy et al., 2021b). Charbonnet et al. (2022) stellen allerdings in einer Studie mit 15-jährigen Nachwuchsfußballspielern fest, dass für die biologische Reife korrigierte Leistungsindikatoren keine besseren Prädiktoren dafür darstellen, wer sechs Jahre später in einer professionellen Liga spielt (d. h. Liga 1-3 in der Schweiz oder im Ausland unter Vertrag). Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass eine Korrektur deshalb keineswegs nutzlos ist, sondern unterstreichen die Notwendigkeit eines solchen Vorgehens, um eines der zahlreichen Probleme bei der Talentdiagnose abzuschwächen.

Zusammenfassend zeigt diese Studie, dass relatives Alter und biologische Reife die Erfassung von Talentmerkmalen auf verschiedenen Ebenen beeinflussen können. Zum einen können diese Faktoren einen direkten Einfluss auf die Beurteilung der Spieler und die damit verbundenen Auswahlentscheidungen der Trainer haben. Zum anderen wirken sie möglicherweise als Einflussfaktoren auf Talentmerkmale (z. B. physiologische Merkmale) und damit auch auf die Trennschärfe der Diagnostiken, welche wiederum von den Entscheidungsträgern zur Unterstützung im Rahmen von Selektionsprozessen herangezogen werden. Entsprechend sollten diese Faktoren im Rahmen von Auswahlprozessen erfasst und berücksichtigt werden.

Grenzen des adaptierten heuristischen Rahmenmodells

Die Synthese der Ergebnisse der im Rahmen der Dissertation durchgeführten empirischen Studien erfolgte ausgehend von einem adaptierten Rahmenmodell potenzieller personenbezogener Talentprädiktoren und möglicher Einflussfaktoren (siehe 2.2).

Abschließend soll an dieser Stelle auf Grenzen dieses Modells im Zusammenhang mit der Verortung der Studien eingegangen werden.

Studie 1 konzipierte und evaluierte eine videobasierte Diagnostik zur Erfassung der Entscheidungskompetenz und wurde den kognitiven Merkmalen im Bereich der potenziellen psychologischen Prädiktoren zugeordnet. Die Entscheidung für eine Spielaktion im Basketball (z. B. Pass zu einem Mitspieler) hängt allerdings im Zuge der Ausführung beispielsweise auch mit den technischen Fertigkeiten eines Spielers zusammen und tangiert damit auch die basketballspezifischen Skills. Da jedoch im Rahmen des videobasierten Labortests keine spezifische Antwort (z. B. Passen eines Basketballs) erfasst wurde, bildet eine Entscheidung in diesem Test lediglich einen Teilaspekt komplexer *Passingskills* ab. Dementsprechend wurde eine Zuordnung zu den psychologischen Merkmalen vorgenommen.

Studie 4 befasste sich mit dem Einfluss des relativen Alters und der biologischen Reife auf die Talentauswahl im Nachwuchsbasketball. Dabei konnte die biologische Reife eindeutig den intrapersonalen Einflussfaktoren zugeordnet werden. Eine Verortung des relativen Alters im Rahmenmodell gelang allerdings nur bei der Betrachtung der konstituierenden Bestandteile dieses Einflussfaktors: Der Geburtstag eines Spielers konnte so den zufallsbedingten Einflüssen und der vom Verband vorgegebenen Stichtag den umweltbezogenen Einflüssen zugeordnet werden.

Vor dem Hintergrund der komplexen Anforderungsstruktur des Basketballsports sowie der Multidimensionalität potenzieller Talentmerkmale und Einflussfaktoren bildet das Modell einen vielversprechenden Ansatz der Konzeptualisierung in dieser Sportart. Im Rahmen der Verortung der Studien zeigen sich jedoch die Grenzen des in Anlehnung an Williams et al. (2020) erstellten heuristischen Rahmenmodells im Hinblick auf die Abgrenzbarkeit der Merkmalsbereiche. Im Rahmen eines heuristischen Ansatzes bilden diese Einschränkungen eine Folge der angestrebten Reduktion der Komplexität. Aufbauend auf dieser Arbeit bieten die beschriebenen Einschränkungen einen Ansatzpunkt für die Weiterentwicklung des Modells auf theoretischer Ebene in der künftigen Forschung.

5.2 Potenziale zur Optimierung der evaluierten Diagnostiken

Im Rahmen der Konzeption einer videobasierten Diagnostik der Entscheidungskompetenz (*Studie 1*) sowie der Evaluation eines Beobachtungsinstruments im Kontext des Nachwuchsleistungssports (*Studie 2*) wurden Potenziale zur Optimierung der Diagnostiken identifiziert, welche im Folgenden zusammengefasst und unter Berücksichtigung aktueller Forschungserkenntnisse stellenweise weiter vertieft werden. Darüber hinaus befasst sich der jeweilige Artikel mit weiteren Optimierungsaspekten (vgl. Rösch, Schultz, et al., 2021; Rösch et al., 2022).

Für die Weiterentwicklung der videobasierten Diagnostik der Entscheidungskompetenz (*Studie 1*) sollte zunächst eine Erhöhung der Aufgabenschwierigkeit in Betracht gezogen werden, um Unterschiede zwischen Spielern im Hinblick auf die Antwortkorrektheit auf höherem Leistungsniveau (z. B. Jugendnationalspieler) differenzieren zu können. Dies kann zum einen in Form einer Anpassung der Videostimuli erfolgen, indem weitere Spielsituationen ergänzt werden. Zudem könnte eine Erweiterung der Entscheidungsoptionen erfolgen und dabei neben weiteren Passmöglichkeiten auch der eigene Wurf oder das Dribbling als Aktionsvarianten einbezogen werden. Bisher gilt im Test nur eine von insgesamt vier möglichen Passoptionen (d. h. rechts außen oder innen, links außen oder innen; vgl. Abb.4) als korrekt. Die richtige Antwort wurde dabei anhand eines Expertenratings ermittelt. Einhergehend mit einer Anpassung hinsichtlich der Entscheidungsoptionen könnte ein abgestuftes Bewertungssystem implementiert werden, das die Optionen (ebenfalls in Abhängigkeit der Einschätzung von Experten) bewertet. Dies lässt sich exemplarisch am Standbild einer Spielszene der Diagnostik veranschaulichen (vgl. Abb.12). Hier wurde der Pass nach „rechts innen“ von den Experten als korrekt eingestuft. Das Spiel könnte aber auch mit einem Pass nach „rechts außen“ oder „links außen“ fortgesetzt werden. Im Rahmen eines abgestuften Bewertungssystems könnte der Pass nach „rechts innen“ dann beispielsweise mit drei Punkten, der Pass nach rechts außen mit zwei Punkten und der Pass nach links außen mit einem Punkt bewertet werden.



Abb. 12: Standbild einer Spielszene der videobasierten Diagnostik (Eigene Darstellung).

Zudem ist im Zusammenhang mit einer videogestützten Erfassung der Entscheidungskompetenz auch der Einsatz von 360°-Videos in virtuellen Umgebungen in Erwägung zu ziehen. Diese Technologie wurde bereits erfolgreich zur Erfassung und zum Training der Entscheidungskompetenz in verschiedenen Mannschaftssportarten eingesetzt (z. B. Fußball, vgl. Höner, Larkin, et al., 2023; z. B. Basketball, vgl. Pagé et al., 2019; Panchuk et al., 2018; Für einen Überblick vgl. Silva et al., 2020). Nicht zuletzt aufgrund der mittlerweile erschwinglichen Kosten für 360°-Kameras und VR-Brillen sowie der Mobilität der Systeme, ist diese Technologie insbesondere für den Einsatz in Vereinen und Verbänden vielversprechend (vgl. Kittel et al., 2020). Um in einer solchen Umgebung eine optimale Erfassung oder ein Training der Entscheidungskompetenz zu ermöglichen, verweisen Janssen et al. (2023) auf vier wesentliche Gestaltungsmerkmale der Videostimuli, welche die Repräsentativität der (1) Bewegungen, (2) Blickwinkel, (3) Interaktionen und (4) Szenarien betreffen. Was repräsentative Bewegungen (1) angeht, so ist darauf zu achten, dass die Versuchsperson die Möglichkeit hat, sich so zu bewegen, wie sie es im natürlichen Umfeld (d. h. auf dem Spielfeld) tun würde. Hinsichtlich eines repräsentativen Blickwinkels (2) sollten die Videos so aufgenommen werden, dass ein Proband einen Blickwinkel einnehmen kann, der mit seiner Perspektive auf dem Spielfeld übereinstimmt. Außerdem ist im Zusammenhang mit der Repräsentativität der Interaktion

(3) sicherzustellen, dass in einer solchen virtuellen Umgebung eine Interaktion mit den Mit- und Gegenspielern möglich ist. Schließlich sollten repräsentative Szenarien (4) so gestaltet sein, dass sie reale Spielsituationen darstellen und jeder Spieler die Rolle einnehmen kann, die er auch im Wettkampf übernehmen würde.

Unter Berücksichtigung dieser Gestaltungsprinzipien könnte die entwickelte Diagnostik in ein virtuelles Setting übertragen werden. Das Instrument erfüllt dabei bereits die Forderung nach einem repräsentativen Blickwinkel, da die Videos aus einer egozentrierten Perspektive aufgenommen wurden. Im Hinblick auf die anderen Merkmale besteht hingegen im Zuge eines Technologietransfers noch Optimierungsbedarf. Zum Beispiel könnte die Repräsentativität der Bewegungen durch die Einführung einer spezifischen Antwort (z. B. Passen eines echten Basketballs) erhöht werden, was sich bereits im Fußball als vielversprechend erwiesen hat (vgl. Murr et al., 2021). Außerdem umfassen die Videostimuli gegenwärtig keinen Verteidiger am ballführenden Spieler (d. h. die Versuchspersonen haben in der dargestellten Spielsituation keinen direkten Gegenspieler; vgl. Abb. 12). Die Hinzunahme eines solchen Verteidigers könnte zur Erhöhung der Repräsentativität der Szenarios beitragen. Da dieser jedoch das Sichtfeld des jeweiligen Probanden einschränken und möglicherweise entscheidungsrelevante Hinweise verdecken könnte, müsste eine solche Anpassung mit einer Möglichkeit der Interaktion einhergehen (d. h. eine Änderung der Position und des Blickwinkels sollte eine Anpassung der Position des Gegenspielers zur Folge haben), was in der Diagnostik nicht möglich war. In Bezug auf die Interaktionen in einem solchen Umfeld ist anzumerken, dass bei der Nutzung von realen Spielsituationen eine Umsetzung dieses Prinzips derzeit nicht möglich ist, während dies im Rahmen von Simulationen in virtuellen Umgebungen machbar erscheint. Janssen et al. (2023) sind der Ansicht, dass ein Training ohne Interaktion dennoch zu einer Verbesserung der Entscheidungskompetenz führen kann, wobei es Einschränkungen im Hinblick auf die Generierung von Entscheidungsmöglichkeiten gibt.

Für die Weiterentwicklung des Beobachtungsinstruments (*Studie 2*) sollte zunächst eine Anpassung der Beobachtungskriterien erfolgen, um auch leistungsstärkere Gruppen im Hinblick auf leistungsbezogene Merkmale unterscheiden zu können. Dabei sollte sich beispielsweise in den angepassten Kriterien widerspiegeln, ob es sich bei einer ballgebundenen Aktion um die bestmögliche Aktion in einer gegebenen Spielsituation

handelt. Dies lässt sich anhand des Entscheidungsverhaltens eines Spielers beim Passen erläutern: Der angreifende Spieler erhält die höchstmögliche Punktzahl, wenn er einen Pass zu einem Mitspieler spielt, der nicht unter hohem defensivem Druck steht und der Angreifer selbst nicht die Möglichkeit hat, zum Korb zu ziehen oder zu werfen (vgl. Ibáñez et al., 2019, Annex 1). In einem regulären Basketballspiel (5 gegen 5) kommen vier Mitspieler für ein Anspiel in Frage. Davon ausgehend, dass der angreifende Spieler in Ballbesitz nicht selbst werfen oder zum Korb ziehen kann, sollte ein Rater die Passentscheidung dahingehend bewerten, ob es sich tatsächlich um die beste Passoption handelt. Dies könnte daran bemessen werden, inwiefern eine Fortsetzung des Spiels im Anschluss an den Pass möglich ist. Das könnte zum Beispiel bedeuten, dass die höchstmögliche Punktzahl dann vergeben wird, wenn nach diesem Pass ein aussichtsreicher Korbwurf erfolgen kann.

Ein weiterer Vorschlag zur Anpassung betrifft das Bewertungssystem des Instruments. Beispielsweise erhalten Spieler für eine Entscheidung zu einem Wurf trotzdem einen Punkt, obwohl sie durch die gegnerische Verteidigung unter Druck gesetzt werden und ein Mitspieler in einer aussichtsreicheren Position ist (vgl. Ibáñez et al., 2019, Annex 1). Dafür sollte in einem angepassten Bewertungssystem jedoch kein Punkt vergeben werden. Eine solche Maßnahme könnte zu einer Reduzierung des Deckeneffekts bei leistungsbezogenen Variablen und damit zu einer besseren Differenzierung zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern beitragen.

5.3 Limitationen der operationalisierten Kriteriumsvariablen

Neben den angesprochenen Optimierungspotenzialen können Einschränkungen im Hinblick auf die Trennschärfe der Diagnostiken möglicherweise auch auf die im Rahmen der empirischen Studien herangezogenen Kriteriumsvariablen zurückgeführt werden (vgl. Bergkamp et al., 2019). Mit der Operationalisierung des Leistungsniveaus (*Expertise, elite vs. non-elite*; Studie 1; Selektionsstatus, *selected vs. non-selected*; Studie 2 und 4) und der Spielklasse im Erwachsenenalter (Profis vs. Amateure bzw. Vergleich internationaler, nationaler und regionaler Profis; Studie 3) wurden dabei einerseits kategoriale Variablen genutzt. Andererseits wurden mit den Scoutingdaten (Assists und Turnover; Studie 1) aber auch kontinuierliche Variablen verwendet. Im Folgenden

werden die Limitationen der operationalisierten Kriteriumsvariablen diskutiert und Perspektiven für künftige Studien abgeleitet. Darüber hinaus wird die Spielposition als mögliche Moderatorvariable thematisiert.

Leistungsniveau

In der Expertiseforschung werden üblicherweise Athleten unterschiedlicher Leistungsniveaus oder Erfahrung in Bezug auf deren Leistung in verschiedenen Laboraufgaben miteinander verglichen, um herauszufinden, anhand welcher Faktoren sich Experten (d. h. leistungsstärkere bzw. erfahrenere Athleten) und Novizen (d. h. leistungsschwächere bzw. unerfahrenere Athleten) unterscheiden lassen (sog. Experten-Novizen-Paradigma; vgl. Furley et al., 2016). Allerdings gibt es in der Forschung keine Einigkeit darüber, wie Expertise im Sport definiert ist oder welche Kriterien erfüllt sein müssen, dass ein Sportler als *elite athlete* bezeichnet werden kann (vgl. Baker et al., 2015; Furley et al., 2016; Johnston et al., 2018; McAuley et al., 2022; Swann et al., 2015). In einer systematischen Überblicksarbeit zu dieser Thematik bezeichnete ein großer Teil der eingeschlossenen Studien (63 von 91 Studien, 69.23 %) solche Athleten als Experten oder *elite athletes*, die an internationalen oder nationalen Wettkämpfen teilnahmen (vgl. Swann et al., 2015). Allerdings wurden auch in einigen Studien Nachwuchsathleten als Experten bezeichnet (11 von 91 Studien, 12.09 %). Dies ist insofern problematisch, dass Nachwuchsathleten, welche in diesen Untersuchungen als Experten bezeichnet werden, das Potenzial zugeschrieben wird, im Erwachsenenalter Höchstleistungen zu erbringen, aber noch unklar ist, ob sie dieses Potenzial auch verwirklichen und später entsprechende Leistungen zeigen können (vgl. McAuley et al., 2022; Swann et al., 2015). Da nicht zu erwarten ist, dass es im Hinblick auf die Definition von Expertise im Sport in naher Zukunft einen Konsens gibt, fordern McAuley et al. (2022) Transparenz bei der Beschreibung der Stichprobe insbesondere im Hinblick auf die Expertise. Ein solches Vorgehen ist notwendig, um Ergebnisse reproduzieren oder vergleichen zu können und einen Transfer der Erkenntnisse in die Praxis zu ermöglichen (vgl. Furley et al., 2016; McAuley et al., 2022).

In Studie 1 wurden Jugendnationalspieler (Experten; *elite*) und Schüler einer Sportklasse (Novizen; *non-elite*) verglichen, um eine videobasierte Diagnostik der

Entscheidungskompetenz zu evaluieren. Die Kategorisierung der Expertise erfolgte dabei explizit in Relation zu der untersuchten Altersgruppe (vgl. Rösch, Schultz, et al., 2021, S.4). Speziell im Zusammenhang mit der Evaluation in dieser Studie sind Informationen zur Expertise der Stichprobe von Interesse, da frühere Studien gezeigt haben, dass Vorteile von Gruppen mit höherer Expertise in kognitiven Tests im Vergleich zu solchen mit niedrigerer Expertise auf eine höhere Leistungsfähigkeit im Bereich der Ausdauer und nicht auf ihre Expertise zurückzuführen sind (vgl. Furley et al., 2016). Um einen Einfluss dahingehend möglichst auszuschließen, wurden deshalb in Studie 1 gleichaltrige Schüler einer Sportklasse als Probanden rekrutiert, in der Sportunterricht ein Hauptfach ist und die Schüler daneben Nachwuchsleistungssport in verschiedenen Sportarten betreiben (vgl. Rösch, Schultz, et al., 2021, S.4).

Auch im Rahmen der Operationalisierung des Selektionsstatus als Kriteriumsvariable bestehen gewisse Restriktionen. Im Zusammenhang mit den oben beschriebenen definatorischen Einschränkungen können sich dabei Studien, die zwar allesamt selektionsbezogene Unterschiede analysieren, im Hinblick auf die betrachtete Selektionsstufe unterscheiden. Beim Vergleich der Ergebnisse solcher Studien kann es so vorkommen, dass die selektierten Spieler der Stichproben in Bezug auf die Selektionsstufe nicht miteinander vergleichbar sind. Stattdessen ist es möglich, dass die selektierten Spieler einer Stichprobe (z. B. Spieler einer regionalen Auswahlmannschaft aus Portugal; vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019) in Abhängigkeit der Selektionsstufe eher mit den nicht-selektierten Spielern einer anderen (z. B. Spieler regionaler Auswahlmannschaften aus Deutschland; vgl. Leyhr et al., eingereicht) verglichen werden können. Dies ist insofern problematisch, dass Unterschiede in den jeweils untersuchten Merkmalen auf unterschiedlichen Selektionsstufen abweichen können. Zum Beispiel können Unterschiede zwischen ausgewählten und nicht ausgewählten Spielern für bestimmte Merkmale (z. B. Schnelligkeit) auf regionaler Ebene festgestellt werden (vgl. Guimarães, Baxter-Jones, et al., 2019; Ramos et al., 2019), während diese auf nationaler Ebene nicht mehr nachweisbar sind (vgl. Studie 4; Leyhr et al., eingereicht). Entsprechend ist auch hier Transparenz bei der Beschreibung der Stichprobe erforderlich (vgl. McAuley et al., 2022).

Ein weiterer Punkt betrifft die Annahme bei der Untersuchung selektionsbezogener Unterschiede, dass Spieler, die auf einer bestimmten Selektionsstufe ausgewählt werden,

in Bezug auf die untersuchten Merkmale bessere Leistungen zeigen als nicht ausgewählte Spieler (vgl. Johnston et al., 2018). Im Zuge eines Vergleichs von selektierten und nicht-selektierten Spielern werden jedoch Spieler, die ein Trainer als talentierter wahrnimmt mit denen verglichen, welche der Trainer als weniger talentiert wahrnimmt (vgl. Bergkamp et al., 2019). Trainer wählen bei der Zusammenstellung einer Mannschaft aber nicht zwangsläufig nur die besten Spieler aus, sondern diejenigen, welche sich im Hinblick auf die vielfältigen Aufgaben in einem Spiel (siehe Kapitel 2.3) am besten ergänzen können (vgl. z. B. Pérez-Toledano et al., 2019). Die Auswahl erfolgt dabei mit dem Ziel, verschiedene Spielertypen mit unterschiedlichen Stärken zu kombinieren (vgl. DBB, 2023a). Somit kann es in einem Vergleich zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern dazu kommen, dass die ausgewählten Spieler in Bezug auf ein bestimmtes Merkmal (z. B. Linearsprint) keine Vorteile gegenüber nicht ausgewählten Spielern aufweisen. Das zeigt sich beispielsweise auch in Studie 4, wo die nicht-selektierten Spieler im Bereich der Schnelligkeit sogar deskriptiv etwas besser waren als die selektierten Spieler (vgl. z. B. 20m-Sprint: *selected*: 3.24 ± 0.18 ; *non-selected*: 3.21 ± 0.15 ; Tab. 10). Außerdem stellte sich in dieser Studie heraus, dass Trainer dazu neigen, biologisch reifere und früher im Jahr geborene Spieler auszuwählen. Vor diesem Hintergrund ist der Einsatz von Auswahlentscheidungen als Kriterium im Zusammenhang mit Validierungsprozessen von Talentdiagnostiken kritisch zu reflektieren.

Erfolg im Erwachsenenalter

Das Ziel von Talentförderprogrammen ist es, die Spieler zu identifizieren, welche das Potenzial haben, ihren Sport im Erwachsenenalter auf Spitzenniveau zu betreiben (vgl. z. B. Johnston et al., 2018). Daher beschäftigt sich die prospektive Talentforschung mit der Prognoserelevanz von Talentmerkmalen. Empirische Studien operationalisieren dafür den Erfolg eines Spielers anhand der Spielklasse im Erwachsenenalter (vgl. Bergkamp et al., 2019). Während beispielsweise Studien im Fußball unter Nutzung eines solchen Kriteriums die Prognoserelevanz bestimmter motorischer Merkmale belegen konnten (vgl. für eine Übersicht Murr, Raabe, et al., 2018), wurden im Basketball bislang kaum

Studien mit einem vergleichbaren Ansatz publiziert (vgl. Čabarkapa et al., 2020; Cui et al., 2019).

Im Zusammenhang mit solchen Untersuchungen stellt sich allerdings die Frage nach dem geeigneten Prognosezeitraum. In Studie 3 wurde der Zusammenhang zwischen in der NBBL-Saison 2010/11 erhobenen Scoutingdaten und der höchsten Spielklasse der Spieler in der Saison 2015/16, 2016/17 oder 2017/18 untersucht. Zudem wurde eine Mindestspielzeit festgelegt (durchschnittlich mind. fünf Minuten Einsatzzeit in der jeweiligen Liga), um nur aktive Spieler zu erfassen. Der Einsatz von deutschen Spielern in den drei deutschen Bundesligen wurde in der Vergangenheit bis zur Altersklasse U23 durch Prämien aus dem Ausbildungsfonds honoriert (vgl. BBL, 2018). Deshalb wurden die vier Spielzeiten, die sich unmittelbar an die untersuchte NBBL-Saison anschließen, nicht berücksichtigt. Während ein solches Vorgehen aufgrund der Regularien im deutschen Basketball sinnvoll erscheint, wurde in anderen Sportarten die erreichte Spielklasse schon früher erfasst. So erfassten beispielsweise Leyhr et al. (2018) die höchste Spielklasse der Spieler im Fußball, als diese zwischen 19 und 22 Jahre alt waren. Damit wurden genau die Spielzeiten in den Blick genommen, die sich unmittelbar an die Förderung über Nachwuchsligen anschließen (im Fußball bis einschließlich U19; vgl. DFB, o. D.). Übertragen auf das Basketballbeispiel würde ein solcher Zeitraum jedoch genau die Spielzeiten betreffen, in welchen finanzielle Anreize im Hinblick auf den Einsatz deutscher Spieler bestehen. Im Hinblick auf den Prognosezeitraum ist daher die Berücksichtigung sportart- oder ligenspezifischer Besonderheiten (wie z. B. finanzielle Anreize oder Quotenregelungen) bei der Operationalisierung der Spielklasse im Erwachsenenalter notwendig.

Daneben erscheint die Operationalisierung des Erfolgs im Erwachsenenalter über die Ligazugehörigkeit (unter Berücksichtigung einer bestimmten Mindestspielzeit) nicht ausreichend, um auch die tatsächliche Leistung der Spieler zu operationalisieren. Bergkamp et al. (2019) schlagen daher vor, stattdessen individuelle Leistungsindikatoren als Kriterium heranzuziehen. Im Basketball könnten hierzu die Scoutingdaten der Spieler herangezogen werden, welche in professionellen Ligen üblicherweise bei jedem Spiel erfasst werden.

Scoutingdaten

Sportartspezifische Leistungsindikatoren (wie z. B. Scoutingdaten im Basketball) werden im Rahmen der Talentforschung bislang kaum als Kriterien herangezogen (vgl. Barraclough et al., 2022; Bergkamp et al., 2019). Im Basketball gibt es allerdings einzelne Arbeiten, die spielbezogene Statistiken als Kriterium heranzogen, um beispielsweise die prädiktive Validität von physischen Leistungsparametern zu analysieren, welche beim jährlich stattfindenden Auswahltest der National Basketball Association (sog. Draft Combine) erhoben werden (vgl. für einen Überblick Johnston et al., 2022). Da Spieler, die sich für den NBA Draft anmelden, im Jahr des Draft jedoch mindestens 19 Jahre alt werden müssen, wurden in diesen Analysen stets potenzielle Prädiktoren von erwachsenen oder sich in der späten Adoleszenz befindlichen Spielern ausgewertet (z. B. Altersspanne 18-28 Jahre; vgl. Teramoto et al., 2018).

In Studie 1 wurden ausgewählte Scoutingdaten zur externen Validierung einer Diagnostik zur Erfassung der Entscheidungskompetenz herangezogen. Dabei war dies eine der ersten Studien, welche spielbezogene Statistiken zur Validierung einer solchen Diagnostik genutzt hat. In diesem Zusammenhang wurden ausgewählte Scoutingdaten (Assists und Turnover) aus 15 internationalen Spielen ausgewertet, welche im Anschluss an die Testung der Entscheidungskompetenz stattfanden. Dabei wurden alle Spiele ausgewertet, welche die Jugendnationalspieler im Rahmen der Vorbereitung und der anschließenden Europameisterschaft desselben Jahres absolvierten. Zur externen Validierung ergibt eine Nutzung von zeitnah nach einer Testung erhobenen Scoutingdaten Sinn. Allerdings ist das Ziel bei der Talentdiagnose nicht, die besten Spieler für eine Jugend-Europameisterschaft zu finden, sondern solche, die das Potenzial haben, im Erwachsenenalter Höchstleistungen zu bringen. Um die Prognoserelevanz von Diagnostiken zu untersuchen, sollten vielmehr Scoutingdaten untersucht werden, welche diese Spieler im Erwachsenenalter erzielen.

Falls solche Daten zum Zweck einer prädiktiven Validierung eingesetzt werden, sollte beachtet werden, dass die Spieler unterschiedliche Einsatzzeiten in einem Spiel erhalten, weshalb auch die Daten nur bedingt vergleichbar sind. Dem Einfluss der Einsatzzeit könnte mit einer Relativierung der Daten begegnet werden (z. B. Analyse der Assists und Turnover für 100 hypothetisch gespielte Minuten; vgl. Mangine et al., 2014). Zudem

sollte geprüft werden, ob in künftigen Studien statt der einzelnen Variablen komplexere Maße als alternative Kriterien herangezogen werden (vgl. z. B. für eine Übersicht möglicher Leistungsindikatoren und deren Berechnung Teramoto et al., 2018; Terner & Franks, 2021).

Spielposition als Moderatorvariable in künftigen Studien

Aufgrund der unterschiedlichen Aufgaben der Spieler in einem Basketballspiel (siehe Kapitel 2.3), sollten in zukünftigen Studien mit Spielern höherer Leistungsniveaus auch deren Position (oder Positionsgruppe) als mögliche Moderatorvariable berücksichtigt werden. Zusätzlich zu einem leistungsbezogenen Kriterium (d. h. Selektion, Erfolg im Erwachsenenalter, Scoutingdaten) könnten in diesem Zusammenhang entweder die aktuellen Spielpositionen oder die Zielpositionen der Spieler im Erwachsenenalter betrachtet werden.

In Bezug auf den Selektionsstatus als Kriterium könnten beispielsweise selektionsabhängige Unterschiede innerhalb von Positionsgruppen betrachtet werden (vgl. z. B. Blantas et al., 2021). Dies wurde auch im Rahmen von Studie 2 umgesetzt. Dabei zeigte sich, dass die Gruppe selektierter Power Forwards und Center lediglich stärker an Dribblings beteiligt waren als nicht-selektierte Spieler auf diesen Positionen. Dagegen wurde im Vergleich aller Spieler festgestellt, dass diese häufiger an ballgebundenen Aktionen im Angriff (und auch speziell in den einzelnen Bereichen Dribbeln, Passen, Werfen, Ballannahme) beteiligt waren und zudem nicht ausgewählte Spieler im Hinblick auf leistungsbezogene Variablen in den Bereichen Ballannahme und Werfen übertrafen (vgl. Abb.10). Dies deutet darauf hin, dass die Trainer der Jugendnationalmannschaft auf diesen Positionen Spieler auswählten, welche aus dem Dribbling kreieren können (vgl. Rösch et al., 2022).

Im Zusammenhang mit spielbezogenen Statistiken könnten positionsrelevante Indikatoren (vgl. Trninić & Dizdar, 2000) herangezogen werden, um den kurz- oder langfristigen Erfolg dieser Spieler zu beurteilen. So könnte beispielsweise für spätere Innenspieler (d. h. Power Forwards und Center) geprüft werden, ob es einen Zusammenhang zwischen deren Leistung in einem Sprungkrafttest und den im

Erwachsenenbereich erzielten Rebounds gibt. Hinsichtlich des Erfolgs im Erwachsenenalter könnte zum Beispiel geprüft werden, ob Spieler, die im Erwachsenenalter als Point Guard in der Euroleague spielen, bereits im Jugendalter bessere Leistungen im Bereich der Entscheidungskompetenz zeigten als Spieler, die im Erwachsenenalter im semi-professionellen Bereich (z. B. 2. Basketball Bundesliga ProA oder ProB) aktiv sind.

Allerdings sollte im Hinblick auf die Operationalisierung der Spielposition als Moderatorvariable der Trend in Richtung eines „positionslosen Spiels“ (Zajac et al., 2023) berücksichtigt werden. In der Praxis zeigt sich diese Entwicklung darin, dass Mannschaften Spieler aufstellen, die nicht den klassischen Spielpositionen zuzuordnen sind und ihre umfangreichen Fertigkeiten und Fähigkeiten auf mehreren Positionen einbringen können (vgl. Bianchi et al., 2017; Rangel et al., 2019; Zajac et al., 2023). Auch in der deutschen Nachwuchsausbildung spiegelt sich dieser Trend wider: Im aktuellen Rahmentrainingsplan des Deutschen Basketball Bundes für das Training mit Kindern und Jugendlichen wird bis zur Altersklasse U14 eine positionsunabhängige Grundausbildung empfohlen (vgl. Ibrahimagic & Mienack, 2022). In den Altersklassen U15 bis U18 wird dann speziell im Hinblick auf das Techniktraining angeregt, die Spieler positionsunabhängig auszubilden. In früheren Versionen dieses Praxisleitfadens wurde dagegen bereits ab der Altersklasse U14 eine positionsbezogene Ausbildung angeraten (vgl. Blümel et al., 2016). Im Rahmen von positionsbezogenen Untersuchungen wird diesem Trend bereits dahingehend Rechnung getragen, dass Spielpositionen mit ähnlichen Aufgaben gruppiert ausgewertet werden (z. B. Außen- und Innenspieler; Guards, Forwards und Center; vgl. Drinkwater et al., 2008). Speziell bei der Untersuchung von Spielern im Nachwuchsbereich ist jedoch zu beachten, dass die Talente im Rahmen der positionsunabhängigen Grundausbildung noch keine feste Spielposition ausfüllen sollen. Entsprechend sollten auch querschnittliche Analysen mit gruppenbezogenen Vergleichen von Nachwuchsspielern unter Berücksichtigung der aktuellen Spielposition in Zukunft dahingehend kritisch reflektiert und längsschnittlichen Betrachtungen der Zielposition in Zukunft mehr Beachtung geschenkt werden.

5.4 Empfehlungen für die Praxis

Auf der Grundlage des aktuellen Forschungsstandes, der durch die empirischen Studien ergänzt wurde, folgen in diesem Abschnitt Handlungsempfehlungen für die Praxis im Hinblick auf die Erfassung personenbezogener Talentmerkmale und die Berücksichtigung möglicher Einflussfaktoren.

Kognitive Talentmerkmale

Der Einsatz einer videobasierten Diagnostik der Entscheidungskompetenz hat sich in Studie 1 als vielversprechend erwiesen (vgl. Rösch, Schultz, et al., 2021). Zuvor wurden bereits erfolgreich videobasierte Instrumente zur Erfassung und zum Training der Entscheidungskompetenz im australischen Nachwuchsbasketball eingesetzt (vgl. Joseph et al., 2021; Panchuk et al., 2018). Panchuk et al. (2018) weisen dabei explizit auf die positiven Rückmeldungen der teilnehmenden Spieler im Zusammenhang mit videobasierter Diagnostik und Training der Entscheidungskompetenz hin. Die geringe Anzahl an Studien im Kontext des Nachwuchsbasketballs lässt allerdings bislang keine endgültigen Schlussfolgerungen in diesem Zusammenhang zu. Höner, Dugandzic, et al. (2023) bemerken, dass solche Diagnoseinstrumente aufgrund der Einschränkung hinsichtlich der Sensitivität stattdessen schwerpunktmäßig zur Überwachung der Entwicklung perzeptuell-kognitiver Fertigkeiten im Rahmen des Talententwicklungsprozesses genutzt werden sollten. So könnte bei der Anwendung der neu entwickelten Diagnostik in der Praxis beispielsweise aus den Ergebnissen abgeleitet werden, ob die Spieler in der videobasierten Diagnostik vermehrt die richtigen Entscheidungen treffen und (insbesondere im Rahmen der Testung höherklassiger Spieler) schnellere Reaktionszeiten aufweisen, welche im Spiel auch häufig mit vergleichbaren Passentscheidungen betraut sind (z. B. Point Guards). Falls dies nicht der Fall ist und einige Spieler mit entsprechenden Aufgaben im Spiel hier Schwächen zeigen, könnten die Trainer dies im Rahmen des Trainings berücksichtigen (z. B. Kleingruppentrainings mit dem Schwerpunkt auf Passentscheidungen). Außerdem könnte eine solche Diagnostik auch Hinweise darauf geben, ob einzelne Spieler, die nicht regelmäßig Passentscheidungen im jeweiligen taktischen Zusammenhang treffen, schneller die richtigen Entscheidungen treffen (z. B. Small Forwards). Trainer könnten

daraufhin den Einsatz der Spieler als Passgeber in diesen Situationen bei Trainingsspielen in Betracht ziehen, um eine Entscheidung im Hinblick auf ihren Einsatz im Wettkampf treffen zu können.

Basketballspezifische Skills als Talentmerkmale

Die Ergebnisse von Studie 3 deuten darauf hin, dass Scoutingdaten (insbesondere in der späten Adoleszenz, z. B. in der Nachwuchs Basketball Bundesliga, NBBL) mit dem späteren Erfolg im Erwachsenenalter zusammenhängen und somit im Rahmen der Talentauswahl herangezogen werden können (vgl. Rösch et al., 2021). Konkret könnte im Rahmen der Kaderplanungen eines deutschen Bundesligavereins zunächst anhand der NBBL-Scoutingdaten eine Vorauswahl an Spielern getroffen werden, welche für ein Engagement in Frage kommen. Dies könnte anhand der erzielten Punkte oder der Effektivität erfolgen, welche für die Differenzierung von späteren Profis und Amateuren besonders relevant waren. Beispielsweise haben spätere Profis im Schnitt knapp 16 Punkte pro Spiel erzielt (15.81 ± 5.57 ; vgl. Tab.8). Im Rahmen einer Vorauswahl könnten so nur Spieler betrachtet werden, welche mindestens so viele Punkte im Schnitt erzielt haben. Allerdings hat sich innerhalb der Gruppe der späteren professionellen Basketballspieler gezeigt, dass internationale Profis sogar über 19 Punkte pro Spiel (19.35 ± 3.23 ; vgl. Tab.9) erzielten, während nationale und regionale Profis nur rund 15 Punkte (14.88 ± 4.91 ; vgl. Tab.9) beziehungsweise 14 Punkte (14.29 ± 6.59 ; vgl. Tab.9) pro Spiel erreichten. Alternativ könnte ein Verein in der 1. Basketball Bundesliga so auch nur Spieler in den Blick nehmen, die im Durchschnitt über 19 Punkte pro Spiel in der NBBL erzielten und so die Vorauswahl zur Identifikation von Toptalenten weiter eingrenzen. In einem zweiten Schritt könnten dann, je nachdem für welche Aufgaben der Spieler eingesetzt werden soll, gezielt positionsrelevante Variablen herangezogen werden. Wenn beispielsweise ein Centerspieler gesucht würde, könnten die Rebounds pro Spiel näher betrachtet werden.

In Studie 2 erwies sich das evaluierte Beobachtungsinstrument (Basketball Learning and Performance Assessment Instrument, BALPAI; Ibáñez et al., 2019) für den Einsatz im Nachwuchsleistungssport als nicht geeignet (Rösch et al., 2022). Es zeigte sich allerdings, dass gesichtete Spieler signifikant mehr Spielanteile bei ballgebunden Aktionen haben

als nicht gesichtete Spieler. Es konnten jedoch keine Unterschiede in Bezug auf die Qualität der durchgeführten Aktionen gefunden werden. Vor diesem Hintergrund sollten die Formate von zentralen Sichtungveranstaltungen im Nachwuchsbasketball dahingehend überprüft werden, ob alle Spieler ausreichend Möglichkeiten erhalten, ihre *Skills* zu zeigen. In diesem Zusammenhang wäre das BALPAI zur Kontrolle der Spielanteile geeignet, da es die Erfassung der Eingebundenheit der Spieler in offensive und defensive Spielhandlungen ermöglicht. Aufgrund der Komplexität der Erfassung ist dies in der Praxis allerdings kaum umsetzbar (vgl. Ibáñez et al., 2019). Der Einsatz von Scoutingdaten ist in diesem Kontext ebenfalls nur bedingt aussagekräftig. Zwar können die individuellen Einsatzzeiten einen ersten Hinweis darauf geben, ob alle Spieler vergleichbare Spielanteile erhalten haben. Allerdings können sich die Spieler im Hinblick auf die Anzahl der Aktionen im Rahmen der gleichen Spielzeit erheblich unterscheiden. Auch die Anzahl versuchter Würfe ist aufgrund der unterschiedlichen Aufgaben der Spieler nur eingeschränkt als Indikator geeignet, ob Spieler ausreichend Möglichkeiten erhalten haben, ihre *Skills* zu präsentieren. Neben der Beurteilung der Spieler im Rahmen eines klassischen Turniers (d. h. 5 gegen 5) sind daher die Durchführung alternativer Spielformate (z. B. 3X3 Basketball) oder zusätzliche Trainingseinheiten zu empfehlen, bei denen alle Spieler mehr ballgebundene Aktionen durchführen müssen (vgl. z. B. Figueira et al., 2022).

Physische Talentmerkmale

Die Ergebnisse von Studie 4 (Leyhr et al., 2023, eingereicht) bestätigen umfangreiche Forschungsbefunde, welche zeigen, dass anthropometrische Merkmale und insbesondere die Körpergröße in Talentauswahlprozessen relevant sind (vgl. z. B. Pino-Ortega et al., 2021; Rogers et al., 2021). Die Ergebnisse dieser empirischen Arbeit belegen außerdem, dass insbesondere die Sprungkraft bei Auswahlverfahren in hochselektiven Stichproben (z. B. Jugendnationalmannschaft) berücksichtigt werden sollte. Darüber hinaus zeigt die aktuelle Forschungslage, dass die Schnelligkeit (Linearsprint und Richtungswechsel; vgl. z. B. Ramos et al., 2020; Torres-Unda et al., 2013) für die Auswahl relevant sein könnte. Diese Erkenntnisse können die Interpretation der Ergebnisse in der Praxis häufig

durchgeführter physischer Tests strukturieren und Trainer bei ihren Auswahlentscheidungen unterstützen.

Einflussfaktoren im Rahmen der Erfassung von Talentmerkmalen

Weiterhin zeigen die Ergebnisse von Studie 4, dass Trainer bei der Bewertung des Potenzials eines Spielers das relative Alter sowie die biologische Reife berücksichtigen sollten. Das gilt insbesondere im Rahmen von Auswahlprozessen auf regionalem Niveau (z. B. Bezirks- oder Landesauswahlmannschaften) und in Vereinen. Eine Berücksichtigung dieser Einflussfaktoren kann dazu beitragen, Talente im Fördersystem zu halten, die aufgrund unzureichender Leistungen in Folge ihres kalendarischen Alters oder einer verzögerten körperlichen Entwicklung möglicherweise nicht erkannt und aussortiert würden. Für die Umsetzung ist eine Sensibilisierung der Trainer im Rahmen von Aus- und Fortbildungsmaßnahmen anzuraten. Dies wird bereits stellenweise im Rahmen von Fortbildungsmaßnahmen für höher qualifizierte Trainer (d. h. A- oder B-Lizenz) umgesetzt. Jedoch bilden Einflussfaktoren noch keinen festen inhaltlichen Bestandteil der Ausbildung (vgl. Bauer & Bösing, 2020). Die notwendigen Daten zur Berechnung des relativen Alters beziehungsweise zur pragmatischen Abschätzung der biologischen Reife (vgl. Studie 4; Methods) werden im Rahmen von physischen Tests in der Regel bereits erhoben (vgl. DBB, 2022b). Entsprechend sind bei der Umsetzung in der Praxis keine technischen Hürden zu erwarten. Darüber hinaus haben sich Maßnahmen zum Ausgleich entwicklungsbedingter Nachteile (vgl. z. B. Cumming et al., 2017; Malina et al., 2019) als vielversprechend erwiesen und sollten in der Talentförderung zur Anwendung kommen.

5.5 Fazit und Ausblick

Im Rahmen eines multidimensionalen Ansatzes, welcher die komplexen Anforderungsstruktur des Basketballspiels berücksichtigt, bedarf es reliabler und valider Diagnostiken, welche die Erfassung person- und umweltbezogener Merkmale ermöglicht. Hier setzt die vorliegende Dissertation an und leistet im Hinblick auf die Erfassung personbezogener Talentmerkmale und mögliche Einflussfaktoren einen Beitrag zum

Erkenntnisgewinn. Die Evaluation von Diagnostiken aus verschiedenen Merkmalsbereichen kann als Stärke dieser Arbeit betont werden. Ebenso sind die hochselektiven Stichproben hervorzuheben, welche Nachwuchsbasketballspieler verschiedener Förderinstitutionen und Selektionsstufen umfassten, wo solche Diagnostiken zum Einsatz kommen sollen. Aus den Befunden dieser Promotionsarbeit können somit Perspektiven für Wissenschaft und Praxis abgeleitet werden.

Die videobasierte Diagnostik ermöglicht eine reliable und valide Erfassung der Entscheidungskompetenz und kann somit im Nachwuchsbasketball eingesetzt werden (vgl. Studie 1; Rösch, Schultz, et al., 2021). Aufbauend auf diesem neu entwickelten Instrument sollten in künftigen Studien aktuelle technologische Innovationen genutzt und die Erfassung der Entscheidungskompetenz in virtuellen Umgebungen untersucht werden. Zudem sollte die prädiktive Validität der Diagnostik geprüft werden, um fundierte Aussagen darüber machen zu können, inwiefern die Entscheidungskompetenz als Talentprädiktor im Basketball angesehen werden kann.

In Bezug zu basketballspezifischen *Skills* hat sich gezeigt, dass Scoutingdaten zur Identifikation von Toptalenten herangezogen werden können (vgl. Studie 3; Rösch et al., 2021), während das evaluierte Beobachtungsinstrument (BALPAI; Ibáñez et al., 2019) in der aktuellen Form nicht für den Einsatz im Nachwuchsleistungssport geeignet ist (vgl. Studie 2; Rösch et al., 2022). Die Erkenntnisse im Hinblick auf die Scoutingdaten bilden erste empirische Befunde dahingehend, dass basketballspezifische *Skills* – insbesondere im Bereich Wurf – als Talentprädiktoren betrachtet werden können. Da Scoutingdaten in Deutschland auch bereits in der Jugend Basketball Bundesliga (JBBL, Altersklasse U16) erfasst werden, könnten künftige Studien beispielsweise herausarbeiten, ob auch diese Daten bereits eine prognostische Relevanz für den Erfolg im Erwachsenenalter haben. Zudem könnte eine positionsbezogene Analyse Aufschluss darüber geben, welche Indikatoren für einen Einsatz der Spieler auf bestimmten Spielpositionen im Erwachsenenalter besonders relevant sind. Da Scoutingdaten jedoch nur das Ergebnis einer Spielhandlung abbilden, jedoch keine Informationen über die Qualität der Ausführung dieser Spielhandlungen beinhalten, sollten in Zukunft weitere Anstrengungen unternommen werden, ein geeignetes Beobachtungsinstrument zu entwickeln, das eine reliable und valide Erfassung von basketballspezifischen *Skills* im Nachwuchsleistungssport ermöglicht.

Im Hinblick auf mögliche Einflussfaktoren wurde gezeigt, dass relatives Alter und biologische Reife der Spieler im Rahmen von Auswahlprozessen berücksichtigt werden sollten (vgl. Studie 4; Leyhr et al., eingereicht). Ob allerdings eine Korrektur von Leistungsparametern (wie z. B. motorische Leistungsparameter in ebd.) für diese Einflussfaktoren von zusätzlichem Nutzen ist, muss in künftigen Studien geklärt werden. Im Zusammenhang mit den Einflussfaktoren wurde auch die Relevanz von juvenilen motorischen Leistungsparametern in den Blick genommen, wobei die Bedeutung der Sprungkraft für eine Selektion auf nationaler Ebene bestätigt werden konnte.

Im Rahmen von künftigen Evaluationen sollte im Hinblick auf die operationalisierten Kriteriumsvariablen in Erwägung gezogen werden, die Validität einer Diagnostik über verschiedene Kriterien abzusichern. So könnten beispielsweise neben Unterschieden zwischen selektierten und nicht-selektierten Spielern auch Zusammenhänge zwischen den Testergebnissen und relevanten spielbezogenen Daten untersucht werden (vgl. hierzu auch Studie 1; Rösch, Schultz, et al., 2021). Darauf aufbauend könnte dann in prospektiven Studiendesigns die prädiktive Validität der Diagnostiken analysiert werden. Ein solches Vorgehen kann in Zukunft evidenzbasierte Aussagen darüber ermöglichen, welche Merkmale als Talentprädiktoren im Basketball herangezogen werden sollten. In der Praxis besteht verstärktes Interesse an der Frage nach relevanten Talentmerkmalen sowie deren Erfassung, nicht zuletzt deshalb, weil Vereine und Verbände in Deutschland in den letzten Jahren verstärkt in nachhaltige Strukturen der Nachwuchsförderung investieren (vgl. BBL, 2023; 2. BBL, 2023). In diesem Kontext werden unter anderem bereits umfangreiche Leistungsdaten erhoben (z. B. physische Merkmale; vgl. DBB, 2022b), welche bei einer entsprechenden wissenschaftlichen Begleitung und Auswertung künftig praxisrelevante Erkenntnisse in dieser Frage liefern können.

Literaturverzeichnis

- Abbott, A., & Collins, D. (2004). Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: considering the role of psychology. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 395-408. <https://doi.org/10.1080/02640410410001675324>
- Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time–motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032318>
- Abreu, A. M., Macaluso, E., Azevedo, R. T., Cesari, P., Urgesi, C., & Aglioti, S. M. (2012). Action anticipation beyond the action observation network: a functional magnetic resonance imaging study in expert basketball players. *European Journal of Neuroscience*, 35(10), 1646-1654. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2012.08104.x>
- Ackerman, P. L. (2014). Nonsense, common sense, and science of expert performance: Talent and individual differences. *Intelligence*, 45, 6-17. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.04.009>
- Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature neuroscience*, 11(9), 1109-1116. <https://doi.org/10.1038/nn.2182>
- Albaladejo-Saura, M., Vaquero-Cristóbal, R., González-Gálvez, N., & Esparza-Ros, F. (2021). Relationship between Biological Maturation, Physical Fitness, and Kinanthropometric Variables of Young Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 1-20. https://mdpi-res.com/d_attachment/ijerph/ijerph-18-00328/article_deploy/ijerph-18-00328.pdf?version=1609834083
- Alsasua, R., Lapresa, D., Arana, J., Teresa Anguera, M., & Garzon, B. (2018). Successful and Unsuccessful Offensive Sequences Ending in a Shot in Professional and Elite Under-16 Basketball. *Journal of Human Kinetics*, 64, 147-159. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0191>
- Arede, J., Cumming, S., Johnson, D., & Leite, N. (2021). The effects of maturity matched and un-matched opposition on physical performance and spatial exploration behavior during youth basketball matches. *PLoS ONE*, 16(4), e0249739. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249739>
- Arede, J., Esteves, P., Ferreira, A. P., Sampaio, J., & Leite, N. (2019). Jump higher, run faster: effects of diversified sport participation on talent identification and selection in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 37(19), 2220-2227. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1626114>

- Arede, J., Fernandes, J., Moran, J., Norris, J., & Leite, N. (2021). Maturity timing and performance in a youth national basketball team: Do early-maturing players dominate? *International Journal of Sports Science & Coaching*, *16*(3), 722-730. <https://doi.org/10.1177/1747954120980712>
- Arede, J., Ferreira, A., Gonzalo-Skok, O., & Leite, N. (2019). Maturational Development as a Key Aspect in Physiological Performance and National-Team Selection in Elite Male Basketball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(7), 902-910. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0681>
- Arede, J., Oliveira, I., Ángel Gomez, M.-A., & Leite, N. (2021). A Multi-Block Multivariate Analysis to Explore the Influence of the Somatic Maturation in Youth Basketball. *Frontiers in Psychology*, *12*, 602576. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.602576>
- Arias, J. L., & Castejón, F. J. (2012). Review of the instruments most frequently employed to assess tactics in physical education and youth sports. *Journal of Teaching in Physical Education*, *31*(4), 381-391. <https://doi.org/10.1123/jtpe.31.4.381>
- Arrieta, H., Torres-Unda, J., Gil, S. M., & Irazusta, J. (2016). Relative age effect and performance in the U16, U18 and U20 European Basketball Championships. *Journal of Sports Sciences*, *34*(16), 1530-1534. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1122204>
- Baghurst, T., Lackman, J., Drewson, S., Spittler, P., Turcott, R., Smith, M., Illescas-Marquez, G., & Boolani, A. (2021). A hot mess: basketball coaches' perceptions of ability versus actual performances of their athletes. *AUC Kinanthropologica*, *57*(1), 11-25. <https://doi.org/10.14712/23366052.2021.3>
- Baker, J., Côté, J., & Abernethy, B. (2003). Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, *15*(1), 12-25. <https://doi.org/10.1080/10413200305400>
- Baker, J., Johnston, K., & Wattie, N. (2022). Survival Versus Attraction Advantages and Talent Selection in Sport. *Sports Medicine - Open*, *8*(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00409-y>
- Baker, J., Wattie, N., & Schorer, J. (2015). Defining expertise: A taxonomy for researchers in skill acquisition and expertise. In J. Baker & D. Farrow (Hrsg.), *Routledge handbook of sport expertise* (S. 145-155). Routledge.
- Balafoutas, L., Chowdhury, S. M., & Plessner, H. (2019). Applications of sports data to study decision making. *Journal of Economic Psychology*, *75*, 102153. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2019.02.009>
- Bar-Eli, M., Plessner, H., & Raab, M. (2011). *Judgment, decision-making and success in sport*. John Wiley & Sons.

- Barbour-Tuck, E., Erlandson, M., Muhajarine, N., Foulds, H., & Baxter-Jones, A. (2018). Longitudinal patterns in BMI and percent total body fat from peak height velocity through emerging adulthood into young adulthood [<https://doi.org/10.1002/ajhb.23056>]. *American Journal of Human Biology*, 30(1), e23056. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajhb.23056>
- Barquero-Ruiz, C., Arias-Estero, J. L., & Kirk, D. (2020). Assessment for tactical learning in games: A systematic review. *European Physical Education Review*, 26(4), 827-847. <https://doi.org/10.1177/1356336x19889649>
- Barracough, S., Till, K., Kerr, A., & Emmonds, S. (2022). Methodological Approaches to Talent Identification in Team Sports: A Narrative Review. *Sports*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/sports10060081>
- Bauer, C., & Bösing, L. (2020). *Richtlinien für die Aus- und Fortbildung von Trainerinnen und Trainern* im Deutschen Basketball Bund*. Deutscher Basketball Bund e. V. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter http://bak-basketball.de/images/DBB_Rahmnerichtlinien_17_Auflage_Juli_2020.pdf
- Baxter-Jones, A. D. G., Barbour-Tuck, E. N., Dale, D., Sherar, L. B., Knight, C. J., Cumming, S. P., Ferguson, L. J., Kowalski, K. C., & Humbert, M. L. (2020). The role of growth and maturation during adolescence on team-selection and short-term sports participation. *Annals of Human Biology*, 47(4), 316-323. <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1707870>
- Basketball Bundesliga GmbH [BBL]. (2018). *Ausbildungshandbuch für die Entwicklung von Basketball-Talenten*. Letzter Zugriff am 04.12.2019 unter https://www.easycredit-bbl.de/?proxy=redaktion/Nachwuchs/Ausbildungshandbuch-final-Stand-November_2018.pdf
- Basketball Bundesliga GmbH [BBL]. (2023). *Nachwuchsförderrichtlinie*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://bbl-wp-dev.azureedge.net/wp-content/uploads/2023/10/easyCredit-BBL-Nachwuchsfo%CC%88rderrichtlinie-2023_2024.pdf
2. Basketball-Bundesliga GmbH [2. BBL]. (2023). *Spiel- und Veranstaltungsordnung 2. Basketball-Bundesliga GmbH*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://www.2basketballbundesliga.de/wp-content/uploads/2023/07/Spiel-und-Veranstaltungsordnung_Stand_02.07.2023_final.pdf.
- Beckmann, J., & Wenhold, F. (2009). *Handlungsorientierung im Sport (HOSP): Manual* [Action orientation in sport (ACS-Sport): Manual]. Sportverlag Strauß.
- Bencker, J., Böhle, P., & Schwethelm, P. (2018). Profi sein – Auslaufen: Karriere nach der Karriere, Absicherung, Sonstiges. In J. Bencker, P. Böhle, & P. Schwethelm (Hrsg.), *Profi sein - Nicht nur im Sport* (S. 337-397). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56828-6_6

- Bergkamp, T. L. G., Niessen, A. S. M., den Hartigh, R. J. R., Frencken, W. G. P., & Meijer, R. R. (2018). Comment on: "Talent Identification in Sport: A Systematic Review". *Sports Medicine*, 48(6), 1517-1519. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0868-6>
- Bergkamp, T. L. G., Niessen, A. S. M., den Hartigh, R. J. R., Frencken, W. G. P., & Meijer, R. R. (2019). Methodological Issues in Soccer Talent Identification Research. *Sports Medicine*, 49(9), 1317-1335. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01113-w>
- Berri, D. J., & Bradbury, J. C. (2010). Working in the Land of the Metricians. *Journal of Sports Economics*, 11(1), 29-47. <https://doi.org/10.1177/1527002509354891>
- Berri, D. J., Brook, S. L., & Fenn, A. J. (2011). From college to the pros: predicting the NBA amateur player draft. *Journal of Productivity Analysis*, 35(1), 25-35. <https://doi.org/10.1007/s11123-010-0187-x>
- Bianchi, F., Facchinetti, T., & Zuccolotto, P. (2017). Role revolution: towards a new meaning of positions in basketball. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*, 10(3), 712-734. <https://doi.org/10.1285/i20705948v10n3p712>
- Blantas, I., Androutsopoulos, P., Papadopoulos, K., Lapsanis, K., Eleftheriadis, G., & Alexopoulos, P. (2021). Physiological and Anthropometric Measurements of Young Basketball Players: Selection Criteria in National Teams. *Journal of Modern Education Review*, 11(10), 1077-1088. [https://doi.org/10.15341/jmer\(2155-7993\)/10.11.2021/005](https://doi.org/10.15341/jmer(2155-7993)/10.11.2021/005)
- Blümel, K., Ibrahimagic, A., Menz, F., & Stein, H. (2016). *Leitfaden und Rahmentrainingsplanung für das Training mit Kindern und Jugendlichen*. Deutscher Basketball Bund e. V. <https://www.basketball-bund.de/wp-content/uploads/1.10-Leitfaden-fuer-das-Training-mit-Kindern-und-Jugendlichen.pdf>
- Boddington, B. J., Cripps, A. J., Scanlan, A. T., & Spiteri, T. (2019). The validity and reliability of the Basketball Jump Shooting Accuracy Test. *Journal of Sports Sciences*, 37(14), 1648-1654. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1582138>
- Boone, J., & Bourgois, J. (2013). Morphological and Physiological Profile of Elite Basketball Players in Belgium. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 630-638. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.6.630>
- Boone, J., Deprez, D., & Bourgois, J. (2014). Running economy in elite soccer and basketball players: differences among positions on the field. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 775-787.
- Bösing, L., Remmert, H., Lau, A., & Bauer, C. (2019). *Handbuch Basketball: Technik-Taktik-Training-Methodik*. Meyer & Meyer.
- Breivik, G. (2016). The role of skill in sport. *Sport, Ethics and Philosophy*, 10(3), 222-236. <https://doi.org/10.1080/17511321.2016.1217917>

- Buekers, M., Borry, P., & Rowe, P. (2015). Talent in sports. Some reflections about the search for future champions. *Movement & Sport Sciences – Science & Motricité*, 88, 3-12. <https://doi.org/10.1051/sm/2014002>
- Butterworth, A., O'Donoghue, P., & Cropley, B. (2013). Performance profiling in sports coaching: a review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 572-593. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868672>
- Byrt, T., Bishop, J., & Carlin, J. B. (1993). Bias, prevalence and kappa. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46(5), 423-429. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(93\)90018-V](https://doi.org/10.1016/0895-4356(93)90018-V)
- Čabarkapa, D., Fry, A. C., Lane, M. T., Hudy, A., Dietz, P. R., Cain, G. J., & Andre, M. J. (2020). The importance of lower body strength and power for future success in professional men's basketball. *Sports Science and Health*, 10(1), 10-16. <https://doi.org/10.7251/SSH2001010C>
- Calvo, L. A., Ruano, M., Ortega, E., Ibáñez, S., & Sampaio, J. (2010). Game Related Statistics Which Discriminate Between Winning and Losing Under-16 Male Basketball Games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(4), 664-668.
- Carvalho, H. M., & Gonçalves, C. E. (2023). Mismatches in youth sports talent development. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1189355>
- Charbonnet, B., Sieghartsleitner, R., Schmid, J., Zuber, C., Zibung, M., & Conzelmann, A. (2022). Maturity-based correction mechanism for talent identification: When is it needed, does it work, and does it help to better predict who will make it to the pros? *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(4), 640-657. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.640>
- Chen, W., Hendricks, K., & Zhu, W. (2013). Development and Validation of the Basketball Offensive Game Performance Instrument. *Journal of Teaching in Physical Education*, 32(1), 100-109. <https://doi.org/10.1123/jtpe.32.1.100>
- Choi, D.-H., Kim, S.-M., Lee, J.-W., Suh, S.-H., & So, W.-Y. (2015). Winning Factors: How Players' Positional Offensive and Defensive Skills Affect Probability of Victory in the Korea Basketball League. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(2-3), 453-459. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.2-3.453>
- Christmann, J., Akamphuber, M., Müllenbach, A. L., & Güllich, A. (2018). Crunch time in the NBA – The effectiveness of different play types in the endgame of close matches in professional basketball. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1090-1099. <https://doi.org/10.1177/1747954118772485>
- Clay, C. D., & Clay, E. K. (2014). Player rotation, on-court performance and game outcomes in NCAA men's basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 606-619. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868746>

- Clemente, F. M., Martins, F. M. L., Kalamaras, D., & Mendes, R. S. (2015). Network analysis in basketball: inspecting the prominent players using centrality metrics. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 212-217. <https://doi.org/10.7752/jpes.2015.02033>
- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., & McKenna, J. (2009). Annual Age-Grouping and Athlete Development. *Sports Medicine*, 39(3), 235-256. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00005>
- Cohen, J. (1968). Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological Bulletin*, 70(4), 213-220. <https://doi.org/10.1037/h0026256>
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>
- Conte, D., Smith, M. R., Santolamazza, F., Favero, T. G., Tessitore, A., & Coutts, A. (2019). Reliability, usefulness and construct validity of the Combined Basketball Skill Test (CBST). *Journal of Sports Sciences*, 37(11), 1205-1211. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1551046>
- Conzelmann, A., Zibung, M., & Zuber, C. (2018). Talente finden und fördern im Sport. In A. Ritz & N. Thom (Hrsg.), *Talent Management: Talente identifizieren, Kompetenzen entwickeln, Leistungsträger erhalten* (S. 87-104). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19100-9_5
- Cormery, B., Marcil, M., & Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 25-30. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033316>
- Cotterill, S., & Discombe, R. (2016). Enhancing decision-making during sports performance: Current understanding and future directions. *Sport & Exercise Psychology Review*, 12(1), 54-68. <https://doi.org/10.53841/bpssepr.2016.12.1.54>
- Csataljay, G., O'Donoghue, P., Hughes, M., & Dancs, H. (2009). Performance indicators that distinguish winning and losing teams in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 60-66. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868464>
- Cui, Y., Liu, F., Bao, D., Liu, H., Zhang, S., & Gómez, M.-Á. (2019). Key Anthropometric and Physical Determinants for Different Playing Positions During National Basketball Association Draft Combine Test. *Frontiers in Psychology*, 10, 2359. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02359>
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017). Bio-banding in Sport: Applications to Competition, Talent Identification, and Strength and Conditioning of Youth Athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>

- Cumming, S. P., Searle, C., Hemsley, J. K., Haswell, F., Edwards, H., Scott, S., Gross, A., Ryan, D., Lewis, J., White, P., Cain, A., Mitchell, S. B., & Malina, R. M. (2018). Biological maturation, relative age and self-regulation in male professional academy soccer players: A test of the underdog hypothesis. *Psychology of Sport and Exercise*, 39, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.08.007>
- Daub, B. D., McLean, B. D., Heishman, A. D., & Coutts, A. J. (2023). The reliability and usefulness of a novel basketball standardized shooting task. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(4), 1285-1294. <https://doi.org/10.1177/17479541221100496>
- de la Rubia Riaza, A., Lorenzo Calvo, J., Mon-López, D., & Lorenzo, A. (2020). Impact of the Relative Age Effect on Competition Performance in Basketball: A Qualitative Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 8596. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228596>
- Delextrat, A., Badiella, A., Saavedra, V., Matthew, D., Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2015). Match activity demands of elite Spanish female basketball players by playing position. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 687-703. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868824>
- Delorme, N., & Raspaud, M. (2009). The relative age effect in young French basketball players: a study on the whole population. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 235-242. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00781.x>
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2020a). *Bundesjugendlager 2020: Die Nominierten*. Letzter Zugriff am 22.10.2020 unter <https://www.basketball-bund.de/news/bundesjugendlager-2020-die-nominierten-1111544>
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2020b). *Leistungssportstruktur und Fördermaßnahmen für DBB-Kaderathletinnen und -athleten*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.basketball-bund.de/content/uploads/2021/09/1.1-Leistungssportstruktur-und-Fördermassnahmen-für-DBB-Kaderathletinnen-und-athleten.pdf>
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2020c). *Spielregeln Minibasketball Deutschland*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://basketball-bund.de/content/uploads/2021/11/Miniregeln-Juli-2020-3.pdf>
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2021). *Bundesjugendlager 2021: 70 glückliche Gesichter*. Letzter Zugriff am 17.12.2022 unter <https://www.basketball-bund.de/bundesjugendlager-2021-70-glueckliche-gesichter/>

- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2022a). *EuroBasket 2022 zeigt erste nachhaltige Effekte: Zahl der Teilnehmergehäufigkeit steigt vor allem bei den Minis*. Letzter Zugriff am 17.10.2023 unter <https://www.basketball-bund.de/eurobasket-2022-zeigt-erste-nachhaltige-effekte/>
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2022b). *Testmanual – Dezentrale Testbatterie zur Durchführung auf Landesverbandsebene*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.basketball-bund.de/content/uploads/2022/03/Testmanual-Basketball.pdf>
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2023a). *DBB-Nominierungskriterien*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://www.basketball-bund.de/content/uploads/2023/09/Nominierungskriterien_neu.pdf
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (2023b). *Offizielle Basketball-Regeln 2022*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://www.basketball-bund.de/content/uploads/2021/09/DBB_Offizielle-Basketball-Regeln_2022_v1.2-1.pdf
- Deutscher Basketball Bund e.V. [DBB]. (o. D.). *Bundesjugendlager: Das bundesweite Sichtungsturnier für den Nachwuchs des deutschen Basketballs*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.basketball-bund.de/jugend/jugendarbeit/bundesjugendlager/>
- Deutscher Fußball Bund e. V. [DFB]. (o. D.). *Ausbildungskonzeption für Spieler*innen*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.dfb.de/sportliches-leitbild/ausbildungsvision/ausbildungskonzeption-fuer-spielerinnen/>
- Deutscher Olympischer Sportbund e. V. [DOSB]. (2022). *Bestandserhebung 2022*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://cdn.dosb.de/user_upload/www.dosb.de/uber_uns/Bestandserhebung/BE-Heft_2022.pdf
- Dezman, B., Trinic, S., & Dizdar, D. (2001). Expert model of decision-making system for efficient orientation of basketball players to positions and roles in the game - Empirical verification. *Collegium antropologicum*, 25(1), 141-152.
- Didierjean, A., & Marmeche, E. (2005). Anticipatory representation of visual basketball scenes by novice and expert players. *Visual Cognition*, 12(2), 265-283. <https://doi.org/10.1080/13506280444000021a>
- DiFiori, J. P., Güllich, A., Brenner, J. S., Côté, J., Hainline, B., Ryan, E., & Malina, R. M. (2018). The NBA and Youth Basketball: Recommendations for Promoting a Healthy and Positive Experience. *Sports Medicine*, 48(9), 2053-2065. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0950-0>

- Dohme, L.-C., Piggott, D., Backhouse, S., & Morgan, G. (2019). Psychological Skills and Characteristics Facilitative of Youth Athletes' Development: A Systematic Review. *The Sport Psychologist*, 33(4), 261-275. <https://doi.org/10.1123/tsp.2018-0014>
- Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., & McKenna, M. J. (2008). Design and Interpretation of Anthropometric and Fitness Testing of Basketball Players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838070-00004>
- Ehrlich, J., Sanders, S., & Boudreaux, C. J. (2019). The relative wages of offense and defense in the NBA: a setting for win-maximization arbitrage? *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 15(3), 213-224. <https://doi.org/10.1515/jqas-2018-0095>
- Ericsson, K. A., & Smith, J. (1991). *Toward a General Theory of Expertise: Prospects and Limits*. Cambridge University Press.
- Escudero-Tena, A., Rodríguez-Galán, V., García-Rubio, J., & Ibáñez, S., J. . (2021). Influence of the Specific Position on The Final Result of The Match in Professional Basketball. *Revista de Psicología del Deporte*, 30(3), 19-24.
- Eurobasket. (2020). *German Men Basketball Players Abroad (season 2019-2020)*. Zugriff am 27.03.2020 unter <https://www.eurobasket.com/Germany/basketball-Players-Abroad.asp>
- Farrow, D., Reid, M., Buszard, T., & Kovalchik, S. (2018). Charting the development of sport expertise: challenges and opportunities. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 238-257. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1290817>
- Ferioli, D., Rampinini, E., Martin, M., Rucco, D., Torre, A. L., Petway, A., & Scanlan, A. (2020). Influence of ball possession and playing position on the physical demands encountered during professional basketball games. *Biology of sport*, 37(3), 269-276. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.95638>
- Ferioli, D., Schelling, X., Bosio, A., La Torre, A., Rucco, D., & Rampinini, E. (2020). Match Activities in Basketball Games: Comparison Between Different Competitive Levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 172-182. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003039>
- Fédération Internationale de Basketball [FIBA]. (2023). *FIBA World Ranking Presented by NIKE*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.fiba.basketball/rankingmen>
- Figueira, B., Mateus, N., Esteves, P., Dadelienè, R., & Paulauskas, R. (2022). Physiological Responses and Technical-Tactical Performance of Youth Basketball Players: A Brief Comparison between 3x3 and 5x5 Basketball. *Journal of sports science & medicine*, 21(2), 332-340. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.332>

- Flasch-Coura, K. (2023). *Factsheet Nachwuchsleistungssportförderung im Basketball 5-5*. Institut für Angewandte Trainingswissenschaft (IAT). Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://sport-iat.de/factsheets-sportarten/detail/sf-basketball>
- Folle, A., Quinaud, R. T., Barroso, M. L. C., Rocha, J. C. S., Ramos, V., & Nascimento, J. V. d. (2014). Construção e validação preliminar de instrumento de avaliação do desempenho técnico-tático individual no basquetebol [Preliminary development and validation of an assessment instrument of basketball individual technical-tactical performance]. *Journal of Physical Education*, 25(3), 405-418. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v25i3.23085>
- Fragoso, I., Ramos, S., Teles, J., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., & Massuca, L. M. (2021). The Study of Maturation Timing Effect in Elite Portuguese Adolescent Basketball Players: Anthropometric, Functional and Game Performance Implications. *Applied Sciences*, 11(21), 9894. <https://doi.org/10.3390/app11219894>
- Fransen, J., Skorski, S., & Baxter-Jones, A. D. G. (2021). Estimating is not measuring: the use of non-invasive estimations of somatic maturity in youth football. *Science and Medicine in Football*, 5(4), 261-262. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1975808>
- Furley, P., Schul, K., & Memmert, D. (2016). Das Experten-Novizen-Paradigma und die Vertrauenskrise in der Psychologie [The Expert-Novice Paradigm and the Crisis of Confidence in Psychology]. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 23(4), 131–140. <https://doi.org/10.1026/1612-5010/a000174>
- Furley, P., Schütz, L.-M., & Wood, G. (2023). A critical review of research on executive functions in sport and exercise. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1-29. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2023.2217437>
- Gagné, F. (2021). *Differentiating Giftedness from Talent: The DMGT Perspective on Talent Development*. Routledge.
- Gál-Pottyondy, A., Petró, B., Czétényi, A., Négyesi, J., Nagatomi, R., & Kiss, R. M. (2021a). Collection and Advice on Basketball Field Tests—A Literature Review. *Applied Sciences*, 11(19), 8855. <https://doi.org/10.3390/app11198855>
- Gál-Pottyondy, A., Petró, B., Czétényi, A., Négyesi, J., Nagatomi, R., & Kiss, R. M. (2021b). Field Testing Protocols for Talent Identification and Development in Basketball—A Systematic Review. *Applied Sciences*, 11(10), 4340. <https://doi.org/10.3390/app11104340>
- Garcia-Ceberino, J. M., Antunez, A., Ibanez, S. J., & Feu, S. (2020). Design and Validation of the Instrument for the Measurement of Learning and Performance in Football. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph17134629>

- García-Rubio, J., Carreras, D., Feu, S., Antunez, A., & Ibáñez, S. J. (2020). Citius, Altius, Fortius; Is It Enough to Achieve Success in Basketball? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7355. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207355>
- García-Rubio, J., Courel-Ibáñez, J., Gonzalez-Espinosa, S., & Ibáñez Godoy, S. J. (2019). La especialización en baloncesto: análisis de perfiles de rendimiento en función del puesto específico en etapas de formación [Specialization in Basketball: Performance Profiling Analysis According to Players' Specific Position in Formative Stages]. *Revista de Psicología del Deporte*, 28(3), 132-139.
- García, F., Vázquez-Guerrero, J., Castellano, J., Casals, M., & Schelling, X. (2020). Differences in Physical Demands between Game Quarters and Playing Positions on Professional Basketball Players during Official Competition. *Journal of sports science & medicine*, 19(2), 256-263.
- García, J., Ibáñez, J. S., Gómez, A. M., & Sampaio, J. (2014). Basketball Game-related statistics discriminating ACB league teams according to game location, game outcome and final score differences. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 443-452. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868733>
- García, J., Ibáñez, S. J., De Santos, R. M., Leite, N., & Sampaio, J. (2013). Identifying basketball performance indicators in regular season and playoff games. *Journal of Human Kinetics*, 36, 161-168. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0016>
- García, M. S., Aguilar, Ó. G., Romero, J. J. F., Lastra, D. F., & Oliveira, G. E. (2014). Relative age effect in lower categories of international basketball. *International Review for the Sociology of Sport*, 49(5), 526-535. <https://doi.org/10.1177/1012690212462832>
- Gil-Arias, A., Garcia-Gonzalez, L., Del Villar Alvarez, F., & Iglesias Gallego, D. (2019). Developing sport expertise in youth sport: a decision training program in basketball. *PeerJ*, 7, e7392. <https://doi.org/10.7717/peerj.7392>
- Glazier, P. S. (2017). Towards a Grand Unified Theory of sports performance. *Human movement science*, 56(Pt A), 139-156. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.08.001>
- Gonçalves, C. E., & Carvalho, H. M. (2021). Revisiting the Relative Age Effect From a Multidisciplinary Perspective in Youth Basketball: A Bayesian Analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 581845. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.581845>
- Gonçalves, C. E., Coelho e Silva, M. J., Carvalho, H. M., & Gonçalves, A. (2011). Why do they engage in such hard programs? The search for excellence in youth basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(3), 458-464.

- González-Espinosa, S., Mancha-Triguero, D., García Santos, D., Feu Molina, S., & Ibáñez Godoy, S. J. (2019). Diferencia en el aprendizaje del baloncesto según el género y metodología de enseñanza [Difference in learning basketball according to gender and teaching methodology]. *Revista de Psicología del Deporte*, 28(3), 86-92.
- González-Espinosa, S., Molina, S. F., García-Rubio, J., Medina, A. A., & García-Santos, D. (2017). Diferencias en el aprendizaje según el método de enseñanza-aprendizaje en el baloncesto [Differences in learning according to the teaching method in basketball]. *Revista de Psicología del Deporte*, 26(1), 65-70.
- Gorman, A. D., Abernethy, B., & Farrow, D. (2011). Investigating the anticipatory nature of pattern perception in sport. *Memory & Cognition*, 39(5), 894-901. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0067-7>
- Gorman, A. D., Abernethy, B., & Farrow, D. (2012). Classical pattern recall tests and the prospective nature of expert performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(6), 1151-1160. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.644306>
- Gorman, A. D., Abernethy, B., & Farrow, D. (2013a). The expert advantage in dynamic pattern recall persists across both attended and unattended display elements. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75(5), 835-844. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0423-3>
- Gorman, A. D., Abernethy, B., & Farrow, D. (2013b). Is the relationship between pattern recall and decision-making influenced by anticipatory recall? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(11), 2219-2236. <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.777083>
- Gorman, A. D., & Maloney, M. A. (2016). Representative design: Does the addition of a defender change the execution of a basketball shot? *Psychology of Sport and Exercise*, 27, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.08.003>
- Gou, Q., & Li, S. (2023). Study on the correlation between basketball players' multiple-object tracking ability and sports decision-making. *PLoS ONE*, 18(4), e0283965. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283965>
- Gréhaigne, J.-F., Godbout, P., & Bouthier, D. (1997). Performance Assessment in Team Sports. *Journal of Teaching in Physical Education*, 16(4), 500-516. <https://doi.org/10.1123/jtpe.16.4.500>
- Grgic, O., Shevroja, E., Dharmo, B., Uitterlinden, A. G., Wolvius, E. B., Rivadeneira, F., & Medina-Gomez, C. (2020). Skeletal maturation in relation to ethnic background in children of school age: The Generation R Study. *Bone*, 132, 115180. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.115180>
- Gryko, K. (2021). Effect of maturity timing on the physical performance of male Polish basketball players aged 13 to 15 years. *Scientific Reports*, 11(1), 22019. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01401-4>

- Guimarães, E., Baxter-Jones, A., Maia, J., Fonseca, P., Santos, A., Santos, E., Tavares, F., & Janeira, M. A. (2019). The Roles of Growth, Maturation, Physical Fitness, and Technical Skills on Selection for a Portuguese Under-14 Years Basketball Team. *Sports*, 7(3), 61. <https://doi.org/10.3390/sports7030061>
- Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Williams, A. M., Tavares, F., Janeira, M. A., & Maia, J. (2021). The role of growth, maturation and sporting environment on the development of performance and technical and tactical skills in youth basketball players: The INEX study. *Journal of Sports Sciences*, 39(9), 979-991. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1853334>
- Guimarães, E., Baxter-Jones, A. D. G., Williams, A. M., Tavares, F., Janeira, M. A., & Maia, J. (2023). The effects of body size and training environment on the physical performance of adolescent basketball players: The INEX study. *Annals of Human Biology*, 50(1), 26-34. <https://doi.org/10.1080/03014460.2023.2169759>
- Guimarães, E., Ramos, A., Janeira, M. A., Baxter-Jones, A. D. G., & Maia, J. (2019). How Does Biological Maturation and Training Experience Impact the Physical and Technical Performance of 11–14-Year-Old Male Basketball Players? *Sports*, 7(12), 243. <https://doi.org/10.3390/sports7120243>
- Güllich, A. (2022). Talente im Sport. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport: Das Lehrbuch für das Sportstudium* (S. 761-796). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64695-3_21
- Hadlow, S. M., Panchuk, D., Mann, D. L., Portus, M. R., & Abernethy, B. (2018). Modified perceptual training in sport: A new classification framework. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9), 950-958. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.011>
- Hagedorn, G., Niedlich, D., & Schmidt, G. (1996). *Das Basketball-Handbuch*. Rowohlt.
- Hallgren, K. A. (2012). Computing Inter-Rater Reliability for Observational Data: An Overview and Tutorial. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 8(1), 23-34. <https://doi.org/10.20982/tqmp.08.1.p023>
- Harris, C. M. (2016). The Influence of Star Performers on Coordination and Performance: Does Type of Star Matter? *Review of Contemporary Business Research*, 5. <https://doi.org/10.15640/rcbr.v5n2a1>
- Harris, J., & Berri, D. J. (2015). Predicting the WNBA draft: What matters most from college performance? *International Journal of Sport Finance*, 10(4), 299.
- Hatem, A., Folle, A., Maciel, L., Krapp do Nascimento, R., Salles, W., & Vieira, J. (2020). Technical-tactical performance in basketball: Evaluation of gaming actions according to specific positions. *Motriz Revista de Educação Física*, 26(1), 1-9. <https://doi.org/10.1590/s1980-65742020000110200174>

- Hill, M., Scott, S., Malina, R. M., McGee, D., & Cumming, S. P. (2020). Relative age and maturation selection biases in academy football. *Journal of Sports Sciences*, 38(11-12), 1359-1367. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1649524>
- Hoare, D. G. (2000). Predicting success in junior elite basketball players — the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 391-405. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(00\)80006-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1440-2440(00)80006-7)
- Hohmann, A. (1994). *Grundlagen der Trainingssteuerung im Sportspiel*. Czwalina.
- Hohmann, A. (2009). *Entwicklung sportlicher Talente an sportbetonten Schulen: Schwimmen, Leichtathletik, Handball*. Imhof.
- Hohmann, A., & Carl, K. (2002). Zum Stand der sportwissenschaftlichen Talentforschung. In A. Hohmann, D. Wick, & K. Carl (Hrsg.), *Talent im Sport* (S. 3-30). Hofmann.
- Holst, T. (2014). *Motivationale und volitionale Komponenten für die Spielposition und das Leistungsniveau im deutschen Nachwuchsbasketball* [Dissertation, Ruhr-Universität Bochum]. <https://hss-opus.ub.ruhr-uni-bochum.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/4053>
- Höner, O. (2006). Das Abschirmungs-Unterbrechungs-Dilemma im Sportspiel. *Journal of Psychology*, 214(4), 173-184. <https://doi.org/10.1026/0044-3409.214.4.173>
- Höner, O., Dugandzic, D., Hauser, T., Stügelmaier, M., Willig, N., & Schultz, F. (2023). Do you have a good all-around view? Evaluation of a decision-making skills diagnostic tool using 360° videos and head-mounted displays in elite youth soccer. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1171262>
- Höner, O., & Feichtinger, P. (2016). Psychological talent predictors in early adolescence and their empirical relationship with current and future performance in soccer. *Psychology of Sport and Exercise*, 25, 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.03.004>
- Höner, O., Larkin, P., Leber, T., & Feichtinger, P. (2020). Talentauswahl und -entwicklung im Sport. In J. Schüler, M. Wegner, & H. Plessner (Hrsg.), *Sportpsychologie: Grundlagen und Anwendung* (S. 499-530). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56802-6_22
- Höner, O., Larkin, P., Leber, T., & Feichtinger, P. (2023). Talent Identification and Development in Sport. In J. Schüler, M. Wegner, H. Plessner, & R. C. Eklund (Hrsg.), *Sport and Exercise Psychology: Theory and Application* (S. 549-581). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-03921-8_23

- Höner, O., Leyhr, D., & Kelava, A. (2017). The influence of speed abilities and technical skills in early adolescence on adult success in soccer: A long-term prospective analysis using ANOVA and SEM approaches. *PLoS ONE*, *12*(8), e0182211. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182211>
- Höner, O., Murr, D., Larkin, P., Schreiner, R., & Leyhr, D. (2021). Nationwide Subjective and Objective Assessments of Potential Talent Predictors in Elite Youth Soccer: An Investigation of Prognostic Validity in a Prospective Study. *Frontiers in Sports and Active Living*, *3*(115), 638227. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.638227>
- Höner, O., & Votteler, A. (2016). Prognostic relevance of motor talent predictors in early adolescence: A group- and individual-based evaluation considering different levels of achievement in youth football. *Journal of Sports Sciences*, *34*(24), 2269-2278. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1177658>
- Hopkins, D. R., Shick, J., & Plack, J. J. (1984). *Basketball for Boys and Girls: Skill Test Manual*. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.
- Ibáñez, S. J., & Feu, S. (2021). Evolución de la investigación académica sobre baloncesto [Evolution of academic research on basketball] In S. J. Ibáñez & S. Feu (Hrsg.), *Una mirada hacia la investigación e innovación sobre baloncesto [A look at basketball research and innovation]* (S. 13-32). Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones.
- Ibáñez, S. J., García-Rubio, J., Gómez, M. A., & Gonzalez-Espinosa, S. (2018). The Impact of Rule Modifications on Elite Basketball Teams' Performance. *Journal of Human Kinetics*, *64*, 181-193. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0193>
- Ibáñez, S. J., Martínez-Fernández, S., Gonzalez-Espinosa, S., García-Rubio, J., & Feu, S. (2019). Designing and Validating a Basketball Learning and Performance Assessment Instrument (BALPAI). *Frontiers in Psychology*, *10*, 1595. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01595>
- Ibáñez, S. J., Mazo, A., Nascimento, J., & García-Rubio, J. (2018). The Relative Age Effect in under-18 basketball: Effects on performance according to playing position. *PLoS ONE*, *13*(7), e0200408. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200408>
- Ibrahimagic, A., & Mienack, S. (2022). *Leitfaden und Rahmentrainingsplanung für das Training mit Kindern und Jugendlichen*. Deutscher Basketball Bund e. V. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.basketballbund.de/content/uploads/2022/12/LEITFADEN-UND-RAHMENTRAININGSPLANUNG-FÜR-DAS-TRAINING-MIT-KINDERN-UND-J....pdf>

- Ivanović, J., Kukić, F., Greco, G., Koropanovski, N., Jakovljević, S., & Dopsaj, M. (2022). Specific Physical Ability Prediction in Youth Basketball Players According to Playing Position. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 977. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020977>
- Jakovljevic, S., Macura, M., Radivoj, M., Jankovic, N., Pajic, Z., & Erculj, F. (2016). Biological Maturity Status and Motor Performance in Fourteen-Year-old Basketball Players. *International Journal of Morphology*, 34(2), 637-643. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022016000200035>
- Janssen, T., Müller, D., & Mann, D. L. (2023). From Natural Towards Representative Decision Making in Sports: A Framework for Decision Making in Virtual and Augmented Environments. *Sports Medicine*, 53(10), 1851-1864. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01884-3>
- Jin, P., Ge, Z., & Fan, T. (2023). Research on visual search behaviors of basketball players at different levels of sports expertise. *Scientific Reports*, 13(1), 1406. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28754-2>
- Jin, P., Li, X., Ma, B., Guo, H., Zhang, Z., & Mao, L. (2020). Dynamic visual attention characteristics and their relationship to match performance in skilled basketball players. *PeerJ*, 8, e9803. <https://doi.org/10.7717/peerj.9803>
- Johnson, J. G., & Raab, M. (2003). Take The First: Option-generation and resulting choices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 91(2), 215-229. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0749-5978\(03\)00027-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0749-5978(03)00027-X)
- Johnston, K., & Baker, J. (2020). Waste Reduction Strategies: Factors Affecting Talent Wastage and the Efficacy of Talent Selection in Sport. *Frontiers in Psychology*, 10, 2925. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02925>
- Johnston, K., Farah, L., & Baker, J. (2021). Storm Clouds on the Horizon: On the Emerging Need to Tighten Selection Policies. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3(318), 772181. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.772181>
- Johnston, K., Farah, L., Ghuman, H., & Baker, J. (2022). To draft or not to draft? A systematic review of North American sports' entry draft. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(1), 4-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/sms.14076>
- Johnston, K., Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2018). Talent Identification in Sport: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 97-109. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0803-2>
- Jonker, L., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2010). Differences in self-regulatory skills among talented athletes: The significance of competitive level and type of sport. *Journal of Sports Sciences*, 28(8), 901-908. <https://doi.org/10.1080/02640411003797157>

- Joseph, J., McIntyre, F., Joyce, C., Scanlan, A., & Cripps, A. (2021). A comparison of multidimensional qualities discriminant of selection in elite adolescent Australian basketball athletes. *PLoS ONE*, *16*(8), e0256032.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256032>
- Kalén, A., Bisagno, E., Musculus, L., Raab, M., Pérez-Ferreirós, A., Williams, A. M., Araújo, D., Lindwall, M., & Ivarsson, A. (2021). The role of domain-specific and domain-general cognitive functions and skills in sports performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *147*(12), 1290-1308.
<https://doi.org/10.1037/bul0000355>
- Kalén, A., Lundkvist, E., Ivarsson, A., Rey, E., & Pérez-Ferreirós, A. (2021). The influence of initial selection age, relative age effect and country long-term performance on the re-selection process in European basketball youth national teams. *Journal of Sports Sciences*, *39*(4), 388-394.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1823109>
- Kalén, A., Pérez-Ferreirós, A., Rey, E., & Padrón-Cabo, A. (2017). Senior and youth national team competitive experience: influence on player and team performance in European basketball championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *17*(6), 832-847.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1405610>
- Kannan, A., Kolovich, B., Lawrence, B., & Rafiqi, S. (2018). Predicting National Basketball Association success: A machine learning approach. *SMU Data Science Review*, *1*(3), 7.
- Kelly, A. L., Jiménez Sáiz, S. L., Lorenzo Calvo, A., de la Rubia, A., Jackson, D. T., Jeffreys, M. A., Ford, C., Owen, D., & Santos, S. D. (2021). Relative Age Effects in Basketball: Exploring the Selection into and Successful Transition Out of a National Talent Pathway. *Sports*, *9*(7), 101.
<https://doi.org/10.3390/sports9070101>
- Kittel, A., Larkin, P., Cunningham, I., & Spittle, M. (2020). 360° Virtual Reality: A SWOT Analysis in Comparison to Virtual Reality. *Frontiers in Psychology*, *11*, Article 563474. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.563474>
- Kittel, A., Larkin, P., Elsworthy, N., & Spittle, M. (2019). Using 360° virtual reality as a decision-making assessment tool in sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *22*(9), 1049-1053. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.03.012>
- Klostermann, A., Panchuk, D., & Farrow, D. (2018). Perception-action coupling in complex game play: exploring the quiet eye in contested basketball jump shots. *Journal of Sports Sciences*, *36*(9), 1054-1060.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1355063>
- Kokanauskas, O., Bietkis, T., Arede, J., & Leite, N. (2021). Modelling Youth Basketball Performance Profile in European Championships. *Revista de Psicología del Deporte*, *30*(2), 258-262.

- Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Koçak, F., Erol, A. E., & Fındıkoğlu, G. (2011). Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. *Journal of Human Kinetics*, 30, 99-106. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0077-y>
- König, S., & Heckel, J. (2021). Match Analysis in Basketball. In D. Memmert (Hrsg.), *Match Analysis: How to Use Data in Professional Sport* (S. 51-58). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781003160953>
- Koopmann, T., Faber, I., Baker, J., & Schorer, J. (2020). Assessing Technical Skills in Talented Youth Athletes: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 50(9), 1593-1611. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01299-4>
- Korte, F., & Lames, M. (2018). Characterizing different team sports using network analysis. *Current Issues in Sport Science (CISS)*, 3, 005. https://doi.org/10.15203/CISS_2018.005
- Koz, D., Fraser-Thomas, J., & Baker, J. (2012). Accuracy of professional sports drafts in predicting career potential. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(4), e64-e69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01408.x>
- Kozieł, S. M., & Malina, R. M. (2018). Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls. *Sports Medicine*, 48(1), 221-236. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0750-y>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Larkin, P., Mesagno, C., Berry, J., & Spittle, M. (2014). Development of a valid and reliable video-based decision-making test for Australian football umpires. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(5), 552-555. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.08.001>
- Lath, F., Koopmann, T., Faber, I., Baker, J., & Schorer, J. (2021). Focusing on the coach's eye; towards a working model of coach decision-making in talent selection. *Psychology of Sport and Exercise*, 56, 102011. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.102011>
- Leicht, A. S., Gómez, M. A., & Woods, C. T. (2017). Explaining Match Outcome During The Men's Basketball Tournament at The Olympic Games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(4), 468-473.
- Leite, N., Borges, J., Santos, S., & Sampaio, J. (2013). The relative age effect in school and federative sport in basketball. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 219-222.
- Levi, H. R., & Jackson, R. C. (2018). Contextual factors influencing decision making: Perceptions of professional soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 37, 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.04.001>

- Leyhr, D., Kelava, A., Raabe, J., & Höner, O. (2018). Longitudinal motor performance development in early adolescence and its relationship to adult success: An 8-year prospective study of highly talented soccer players. *PLoS ONE*, *13*(5), e0196324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196324>
- Leyhr, D., Murr, D., Basten, L., Eichler, K., Hauser, T., Lüdin, D., Romann, M., Sardo, G., & Höner, O. (2020). Biological Maturity Status in Elite Youth Soccer Players: A Comparison of Pragmatic Diagnostics With Magnetic Resonance Imaging. *Frontiers in Sports and Active Living*, *2*, 587861. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.587861>
- Leyhr, D., Murr, D., Romann, M., Eichler, K., Basten, L., Hauser, T., Lüdin, D., & Höner, O. (2023). Assessing biological maturity timing by MRI and coaches' eye in elite youth soccer players: A comparison between objective and subjective diagnostics utilizing correlation and single case analyses. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *18*(4), 994-1002. <https://doi.org/10.1177/17479541231152820>
- Leyhr, D., Rösch, D., Cumming, S. P., & Höner, O. (eingereicht). Selection-dependent differences in youth elite basketball players' relative age, maturation-related characteristics, and motor performance. *Research quarterly for exercise and sport*.
- Li, Y., & Feng, T. (2020). The effects of sport expertise and shot results on basketball players' action anticipation. *PLoS ONE*, *15*(1), e0227521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227521>
- Logan, N. E., Henry, D. A., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2023). Trained athletes and cognitive function: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, *21*(4), 725-749. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2022.2084764>
- López de Subijana, C., & Lorenzo, J. (2018). Relative Age Effect and Long-Term Success in the Spanish Soccer and Basketball National Teams. *Journal of Human Kinetics*, *65*(1), 197-204. <https://doi.org/doi:10.2478/hukin-2018-0027>
- López, F. A., Ortín, N. U., Castillo, A., Carmona, D. M., & Vélez, D. C. (2017). Executive functions predict expertise in basketball players. *Revista de Psicología del Deporte*, *26*, 71-74.
- Lorenzo, A., Gómez, M. Á., Ortega, E., Ibáñez, S. J., & Sampaio, J. (2010). Game related statistics which discriminate between winning and losing under-16 male basketball games. *Journal of Sports Science and Medicine*, *9*(4), 664-668.
- Lucas, J. W. (2003). Theory-testing, generalization, and the problem of external validity. *Sociological Theory*, *21*(3), 236-253. <https://doi.org/10.1111/1467-9558.00187>

- Lüdin, D., Donath, L., Cobley, S., & Romann, M. (2022). Effect of bio-banding on physiological and technical-tactical key performance indicators in youth elite soccer. *European journal of sport science*, 22(11), 1659-1667.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1974100>
- Lupo, C., Boccia, G., Ungureanu, A. N., Frati, R., Marocco, R., & Brustio, P. R. (2019). The Beginning of Senior Career in Team Sport Is Affected by Relative Age Effect. *Frontiers in Psychology*, 10, 1465.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01465>
- Maimon, A. Q., Courel-Ibanez, J., & Ruiz, F. J. R. (2020). The basketball pass: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 275-284.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0088>
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Malina, R. M., Coelho E Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Carling, C., & Beunen, G. P. (2012). Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1705-1717. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.639382>
- Malina, R. M., Cumming, S. P., Rogol, A. D., Coelho, E. S. M. J., Figueiredo, A. J., Konarski, J. M., & Koziel, S. M. (2019). Bio-Banding in Youth Sports: Background, Concept, and Application. *Sports Medicine*, 49(11), 1671-1685.
<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01166-x>
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho e Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Calleja-González, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Physical fitness in basketball players: a systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(9), 1513-1525.
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09180-1>
- Mancı, E., Günay, E., Güdücü, Ç., Herold, F., & Bediz, C. Ş. (2023). The Effect of the Playing Positions in Basketball on Measures of Cognitive Performance. *Journal of Cognitive Enhancement*. <https://doi.org/10.1007/s41465-023-00269-8>
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wells, A. J., Gonzalez, A. M., Rogowski, J. P., Townsend, J. R., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Bohner, J. D., Pruna, G. J., Fragala, M. S., & Stout, J. R. (2014). Visual tracking speed is related to basketball-specific measures of performance in NBA players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2406-2414.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000550>

- Mann, D. L., Abernethy, B., & Farrow, D. (2010). Action specificity increases anticipatory performance and the expert advantage in natural interceptive tasks. *Acta psychologica*, 135(1), 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.04.006>
- Mann, D. L., Dehghansai, N., & Baker, J. (2017). Searching for the elusive gift: advances in talent identification in sport. *Current Opinion in Psychology*, 16, 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.04.016>
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>
- Markman, A. B. (2018). Combining the Strengths of Naturalistic and Laboratory Decision-Making Research to Create Integrative Theories of Choice. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.11.005>
- McAuley, A. B. T., Baker, J., & Kelly, A. L. (2022). Defining “elite” status in sport: from chaos to clarity. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 52(1), 193-197. <https://doi.org/10.1007/s12662-021-00737-3>
- McCrae, R. R., & John, O. P. (1992). An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality*, 60(2), 175-215. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x>
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G. J. (2018). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1344780>
- Memmert, D., & König, S. (2022). *Basketballspiele werden im Kopf entschieden: Kognitives Training, Kreativität und Spielintelligenz im Amateur- und Leistungsbereich*. Meyer & Meyer.
- Milanovic, D., Stefan, L., Sporis, G., Vuleta, D., & Selmanovic, A. (2016). Effects of situational efficiency indicators on final outcome among male basketball teams on the Olympic games in London 2012. *Acta Kinesiologica*, 10(1), 78-84.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Morris, T. (2000). Psychological characteristics and talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 715-726. <https://doi.org/10.1080/02640410050120096>

- Morrison, M., Martin, D. T., Talpey, S., Scanlan, A. T., Delaney, J., Halson, S. L., & Weakley, J. (2022). A Systematic Review on Fitness Testing in Adult Male Basketball Players: Tests Adopted, Characteristics Reported and Recommendations for Practice. *Sports Medicine*, 52(7), 1491-1532. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01626-3>
- Muñoz, J., Gamonales, J. M., León, K., & Ibáñez, S. J. (2018). Formación de codificadores y fiabilidad de los registros. Una aplicación al goalball [Training of Coders and Reliability. An Application to the Goalball]. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 18(72), 669 - 691. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2018.72.005>
- Murr, D., Feichtinger, P., Larkin, P., O'Connor, D., & Höner, O. (2018). Psychological talent predictors in youth soccer: A systematic review of the prognostic relevance of psychomotor, perceptual-cognitive and personality-related factors. *PLoS ONE*, 13(10), e0205337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205337>
- Murr, D., Larkin, P., & Höner, O. (2021). Decision-making skills of high-performance youth soccer players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 51, 102-111. <https://doi.org/10.1007/s12662-020-00687-2>
- Murr, D., Raabe, J., & Höner, O. (2018). The prognostic value of physiological and physical characteristics in youth soccer: A systematic review. *European journal of sport science*, 18(1), 62-74. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1386719>
- NBBL gGmbH. (2020). *JBBL Teams*. Letzter Zugriff am 22.10.2020 unter <https://www.nbbl-basketball.de/teams/jbbl-teams/>
- NBBL gGmbH. (2023a). *Ausschreibung: JBBL-Saison 2023/24*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://nbbl-basketball.de/wp-content/uploads/2023/10/JBBL-Ausschreibung-Saison-2023_24-1.pdf
- NBBL gGmbH. (2023b). *Ausschreibung: NBBL-Saison 2023/24*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter https://nbbl-basketball.de/wp-content/uploads/2023/10/NBBL-Ausschreibung-Saison-2023_24-1.pdf
- NBBL gGmbH. (2023c). *Deutschland ist Weltmeister – und ein bisschen auch die NBBL!* Letzter Zugriff am 17.10.2023 unter <https://nbbl-basketball.de/deutschland-ist-weltmeister-und-ein-bisschen-auch-die-nbbl/>
- NBBL gGmbH. (o. D.). *Ausrichtung/Zielsetzung*. Letzter Zugriff am 04.12.2019 unter <http://www.nbbl-basketball.de/intern/ausrichtung/>
- Nikolaidis, P., Calleja-González, J., & Padulo, J. (2014). The effect of age on positional differences in anthropometry, body composition, physique and anaerobic power of elite basketball players. *Sport Sciences for Health*, 10(3), 225-233. <https://doi.org/10.1007/s11332-014-0198-5>

- Nougier, V., Stein, J. F., & Bonnel, A. M. (1991). Information processing in sport and "orienting of attention". *International Journal of Sport Psychology*, 22(3-4), 307-327.
- O'Connor, D., Larkin, P., & Mark Williams, A. (2016). Talent identification and selection in elite youth football: An Australian context. *European journal of sport science*, 16(7), 837-844. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1151945>
- Okazaki, V. H. A., Rodacki, A. L. F., & Satern, M. N. (2015). A review on the basketball jump shot. *Sports Biomechanics*, 14(2), 190-205. <https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1052541>
- Oliveira, H. Z., Ribeiro Junior, D. B., Vianna, J. M., & Werneck, F. Z. (2017). Relative age effect in Brazilian Basketball Championship: under 15 players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 19(5), 526-534. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n5p526>
- Ortega, E., Cárdenas, D., Sainz de Baranda, P., & Palao, J. (2006). Analysis of the final actions used in basketball during formative years according to player's position. *Journal of Human Movement Studies*, 50(6), 421-437.
- Oslin, J. L., Mitchell, S. A., & Griffin, L. L. (1998). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI): Development and Preliminary Validation. *Journal of Teaching in Physical Education*, 17(2), 231-243. <https://doi.org/10.1123/jtpe.17.2.231>
- Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740-744. <https://doi.org/10.1519/R-15944.1>
- Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Sciences*, 37(21), 2403-2410. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193>
- Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the Effectiveness of Immersive Video for Training Decision-Making Capability in Elite, Youth Basketball Players. *Frontiers in Psychology*, 9, 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>
- Parr, R. B., Hoover, R., Wilmore, J. H., Bachman, D., & Kerlan, R. K. (1978). Professional Basketball Players: Athletic Profiles. *The Physician and Sportsmedicine*, 6(4), 77-87. <https://doi.org/10.1080/00913847.1978.11710700>
- Paulauskas, R., Masiulis, N., Vaquera, A., Figueira, B., & Sampaio, J. (2018). Basketball Game-Related Statistics that Discriminate Between European Players Competing in the NBA and in the Euroleague. *Journal of Human Kinetics*, 65(1), 225-233. <https://doi.org/doi:10.2478/hukin-2018-0030>
- Pearson, D., & Grace, C. (2012). *Weight management: A practitioner's guide*. John Wiley & Sons.

- Pehar, M., Sekulic, D., Sisic, N., Spasic, M., Uljevic, O., Krolo, A., Milanovic, Z., & Sattler, T. (2017). Evaluation of different jumping tests in defining position-specific and performance-level differences in high level basketball players. *Biology of sport*, 34(3), 263-272. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.67122>
- Peña-González, I., Javaloyes, A., & Moya-Ramon, M. (2022). El efecto del estado madurativo en el rendimiento físico de jóvenes jugadores de baloncesto de élite [The effect of the maturity status on strength performance in young elite basketball players]. *Retos*, 44, 858-863. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91616>
- Pérez-Toledano, M. Á., Rodríguez, F. J., García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2019). Players' selection for basketball teams, through Performance Index Rating, using multiobjective evolutionary algorithms. *PLoS ONE*, 14(9), e0221258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221258>
- Piette, J., Pham, L., & Anand, S. (2011). *Evaluating basketball player performance via statistical network modeling* The 5th MIT Sloan Sports Analytics Conference, Boston, MA, USA.
- Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., & Rico-González, M. (2021). Training Design, Performance Analysis, and Talent Identification—A Systematic Review about the Most Relevant Variables through the Principal Component Analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2642. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052642>
- Pojškić, H., Šeparović, V., Užičanin, E., Muratović, M., & Mačković, S. (2015). Positional role differences in the aerobic and anaerobic power of elite basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 49, 221-229. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0124>
- Ponce-González, J. G., Olmedillas, H., Calleja-González, J., Guerra, B., & Sanchis-Moysi, J. (2015). Physical fitness, adiposity and testosterone concentrations are associated to playing position in professional basketballers. *Nutricion hospitalaria*, 31(6), 2624-2632. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.6.8977>
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and Physiological Demands of Experienced Male Basketball Players During a Competitive Game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 965-962. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001577>
- Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 3(3), 179-197. <https://doi.org/10.1163/156856888X00122>
- Raab, M., & Johnson, J. G. (2004). Individual differences of action orientation for risk taking in sports. *Research quarterly for exercise and sport*, 75(3), 326-336. <https://doi.org/10.1080/02701367.2004.10609164>

- Rachmiel, M., Naugolni, L., Mazor-Aronovitch, K., Koren-Morag, N., & Bistrizter, T. (2017). Bone Age Assessments by Quantitative Ultrasound (SonicBone) and Hand X-ray Based Methods are Comparable. *The Israel Medical Association Journal*, 19(9), 533-538.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2020). Differences in Maturity, Morphological, and Fitness Attributes Between the Better- and Lower-Ranked Male and Female U-14 Portuguese Elite Regional Basketball Teams. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 878-887. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002691>
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Fragoso, I., & Massuça, L. (2019). Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *Journal of Sports Sciences*, 37(15), 1681-1689. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1585410>
- Ramos, S. A., Massuça, L. M., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., & Fragoso, I. (2021). Morphological and Fitness Attributes of Young Male Portuguese Basketball Players: Normative Values According to Chronological Age and Years From Peak Height Velocity. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 629453. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.629453>
- Rangel, W., Ugrinowitsch, C., & Lamas, L. (2019). Basketball players' versatility: Assessing the diversity of tactical roles. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 14(4), 552-561. <https://doi.org/10.1177/1747954119859683>
- Ranisavljev, I., Mandic, R., Cosic, M., Blagojevic, P., & Dopsaj, M. NBA Pre-Draft Combine is the weak predictor of rookie basketball player's performance. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.163.02>
- Remmert, H. (2006). *Basketball: Lernen, Spielen, Trainieren*. Hoffmann-Verlag.
- Remmert, H., & Schneider, C. (2020). Basketball. In A. Ferrauti (Hrsg.), *Trainingswissenschaft in ausgewählten Sportarten* (S. 597-614). Springer.
- Remmert, H., & Schneider, T. (2009). Karriereverläufe deutscher Basketball-Nationalspieler. *Leistungssport*, 39 (2), 14-21.
- Ribeiro Junior, D. B., Werneck, F. Z., Oliveira, H. Z., Panza, P. S., Ibáñez, S. J., & Vianna, J. M. (2021). From Talent Identification to Novo Basquete Brasil (NBB): Multifactorial Analysis of the Career Progression in Youth Brazilian Elite Basketball. *Frontiers in Psychology*, 12, 617563. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.617563>

- Rico-González, M., Pino-Ortega, J., Nakamura, F. Y., Moura, F. A., & Los Arcos, A. (2020). Identification, Computational Examination, Critical Assessment and Future Considerations of Distance Variables to Assess Collective Tactical Behaviour in Team Invasion Sports by Positional Data: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1952. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061952>
- Roberts, A. H., Greenwood, D. A., Stanley, M., Humberstone, C., Iredale, F., & Raynor, A. (2019). Coach knowledge in talent identification: A systematic review and meta-synthesis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(10), 1163-1172. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.05.008>
- Rogers, M., Crozier, A. J., Schranz, N. K., Eston, R. G., & Tomkinson, G. R. (2021). Player Profiling and Monitoring in Basketball: A Delphi Study of the Most Important Non-Game Performance Indicators from the Perspective of Elite Athlete Coaches. *Sports Medicine*, 52, 1175–1187. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01584-w>
- Rojas, F. J., Cepero, M., Ona, A., & Gutierrez, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651-1660. <https://doi.org/10.1080/001401300750004069>
- Rösch, D., Deutsch, Q., & Höner, O. (2021). Scoutingdaten im Nachwuchs-Basketball. Zusammenhang mit dem Erfolg im Erwachsenenalter *Leistungssport*, 51(1), 45-49.
- Rösch, D., Schultz, F., & Höner, O. (2021). Decision-Making Skills in Youth Basketball Players: Diagnostic and External Validation of a Video-Based Assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2331. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052331>
- Rösch, D., Ströbele, M. G., Leyhr, D., Ibáñez, S. J., & Höner, O. (2022). Performance Differences in Male Youth Basketball Players According to Selection Status and Playing Position: An Evaluation of the Basketball Learning and Performance Assessment Instrument. *Frontiers in Psychology*, 13, 859897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.859897>
- Roth, K. (1991). Entscheidungsverhalten im Sportspiel. *Sportwissenschaft*, 21(3), 229-246.
- Rubajczyk, K., Świerzko, K., & Rokita, A. (2017). Doubly Disadvantaged? The Relative Age Effect in Poland's Basketball Players. *Journal of sports science & medicine*, 16(2), 280-285.
- Rüeger, E., Hutmacher, N., Eichelberger, P., Löcherbach, C., Albrecht, S., & Romann, M. (2022). Ultrasound Imaging-Based Methods for Assessing Biological Maturity during Adolescence and Possible Application in Youth Sport: A Scoping Review. *Children*, 9(12), 1985. <https://doi.org/10.3390/children9121985>

- Russell, J. L., McLean, B. D., Impellizzeri, F. M., Strack, D. S., & Coutts, A. J. (2021). Measuring Physical Demands in Basketball: An Explorative Systematic Review of Practices. *Sports Medicine*, 51(1), 81-112. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01375-9>
- Ryu, D., Abernethy, B., Mann, D. L., Poolton, J. M., & Gorman, A. D. (2013). The role of central and peripheral vision in expert decision making. *Perception*, 42(6), 591-607. <https://doi.org/10.1068/p7487>
- Sallet, P., Perrier, D., Ferret, J. M., Vitelli, V., & Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 45(3), 291-294. <http://europepmc.org/abstract/MED/16230979>
- Sampaio, J., Ibáñez, S. J., & Lorenzo, A. (2013). Basketball. In T. McGarry, P. O'Donoghue, & J. Sampaio (Hrsg.), *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis* (S. 357-366). Routledge.
- Sampaio, J., Janeira, M., Ibáñez, S. J., & Lorenzo, A. (2006). Discriminant analysis of game-related statistics between basketball guards, forwards and centres in three professional leagues. *European journal of sport science*, 6(3), 173-178. <https://doi.org/10.1080/17461390600676200>
- Saward, C., Morris, J. G., Nevill, M. E., & Sunderland, C. (2019). The effect of playing status, maturity status, and playing position on the development of match skills in elite youth football players aged 11–18 years: A mixed-longitudinal study. *European journal of sport science*, 19(3), 315-326. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1508502>
- Scanlan, A., Dascombe, B., & Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1153-1160. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.582509>
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341-347. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.12.008>
- Scharfen, H. E., & Memmert, D. (2019). Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review. *Applied Cognitive Psychology*, 33(5), 843-860. <https://doi.org/10.1002/acp.3526>
- Schmidt, R., & Lee, T. (2020). *Motor Learning and Performance: From Principles to Application* (6. Aufl.). Human Kinetics.

- Schorer, J., Faber, I., Koopmann, T., Büsch, D., & Baker, J. (2020). Predictive value of coaches' early technical and tactical notational analyses on long-term success of female handball players. *Journal of Sports Sciences*, 38(19), 2208-2214. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1776923>
- Schorer, J., Neumann, J., Cobley, S. P., Tietjens, M., & Baker, J. (2011). Lingering Effects of Relative Age in Basketball Players' Post Athletic Career. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 6(1), 143-147. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.1.143>
- Schweizer, G., Furley, P., Rost, N., & Barth, K. (2020a). Reliable measurement in sport psychology: The case of performance outcome measures. *Psychology of Sport & Exercise*, 48, 101663. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101663>
- Schweizer, G., Furley, P., Rost, N., & Barth, K. (2020b). Reliable measurement in sport psychology: The case of performance outcome measures. *Psychology of Sport and Exercise*, 48, 101663. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101663>
- Sedeaud, A., Marc, A., Schipman, J., Schaal, K., Danial, M., Guillaume, M., Berthelot, G., & Toussaint, J.-F. (2014). Secular trend: morphology and performance. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1146-1154. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889841>
- Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-González, J., & Sattler, T. (2017). Evaluation of Basketball-Specific Agility: Applicability of Preplanned and Nonplanned Agility Performances for Differentiating Playing Positions and Playing Levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(8), 2278-2288. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001646>
- Semenick, D. (1994). Testing protocols and procedures. In T. R. Baechle & R. W. Earle (Hrsg.), *Essentials of strength training and conditioning* (S. 258-273). Human Kinetics.
- Sherar, L. B., Eisenmann, J. C., Chilibeck, P. D., Muhajarine, N., Martin, S., Bailey, D. A., & Baxter-Jones, A. D. G. (2011). Relationship Between Trajectories of Trunk Fat Mass Development in Adolescence and Cardiometabolic Risk in Young Adulthood. *Obesity*, 19(8), 1699-1706. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.340>
- Siervogel, R. M., Demerath, E. W., Schubert, C., Remsberg, K. E., Chumlea, W. C., Sun, S., Czerwinski, S. A., & Towne, B. (2003). Puberty and Body Composition. *Hormone Research in Paediatrics*, 60(Suppl. 1), 36-45. <https://doi.org/10.1159/000071224>
- Silva, A. F., Conte, D., & Clemente, F. M. (2020). Decision-Making in Youth Team-Sports Players: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3803. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113803>

- Silva, L. A., Leonardo, L., de Andrade Rodrigues, H., & Krahenbühl, T. (2022). The Relative Age Effect in invasion team sports: A systematic review in youth sports. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 46, 641-652.
- Sindik, J. (2010). Relationship between big five personality markers with situation-related performance at top croatian basketball players. *Sport Science*, 3(2), 34-38.
- Sindik, J. (2015). Performance indicators of the top basketball players: relations with several variables. *Collegium antropologicum*, 39(3), 617-624.
- Smith, T. J., & McKenna, C. M. (2013). A comparison of logistic regression pseudo R2 indices. *Multiple Linear Regression Viewpoints*, 39(2), 17-26.
- Spittle, M., Kremer, P., & Hamilton, J. (2011). The effect of screen size on video-based perceptual decision making tasks in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 8(4), 360-372.
<https://doi.org/10.1080/1612197X.2010.9671958>
- Stadtmann, T. (2013). *Optimierung von Talentselektion und Nachwuchsförderung im Deutschen Basketball Bund aus trainingswissenschaftlicher Sicht*. Sportverlag Strauß.
- Statistisches Bundesamt. (2023). *Körpermaße nach Altersgruppen: Männer*. Letzter Zugriff am 18.10.2023 unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Tabellen/koerpermasse-maenner.html?nn=210456#Fussnote1>
- Steingröver, C., Wattie, N., Baker, J., Helsen, W. F., & Schorer, J. (2017). The interaction between constituent year and within-1-year effects in elite German youth basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(6), 627-633. <https://doi.org/10.1111/sms.12672>
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 111-135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
- Swann, C., Moran, A., & Piggott, D. (2015). Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.07.004>
- Sweeney, L., Cumming, S. P., MacNamara, Á., & Horan, D. (2022). A tale of two selection biases: The independent effects of relative age and biological maturity on player selection in the Football Association of Ireland's national talent pathway. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17479541221126152. <https://doi.org/10.1177/17479541221126152>

- Sweeney, L., Taylor, J., & MacNamara, Á. (2023). Push and Pull Factors: Contextualising Biological Maturation and Relative Age in Talent Development Systems. *Children*, 10(1), 130. <https://doi.org/10.3390/children10010130>
- Tascioglu, R., Atalag, O., Yuksel, Y., Kocaeksi, S., Güven, G., Akyildiz, Z., & Nobari, H. (2023). Relative age effect and performance in elite youth male basketball. *Scientific Reports*, 13(1), 4544. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31785-4>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533-2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Te Wierike, S. C., Elferink-Gemser, M. T., Tromp, E. J., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2015). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialisation of playing positions in youth basketball. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337-345. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.942684>
- Teramoto, M., & Cross, C. L. (2017). Importance of team height to winning games in the National Basketball Association. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(4), 559-568. <https://doi.org/10.1177/1747954117730953>
- Teramoto, M., Cross, C. L., Rieger, R. H., Maak, T. G., & Willick, S. E. (2018). Predictive Validity of National Basketball Association Draft Combine on Future Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 396-408. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001798>
- Terner, Z., & Franks, A. (2021). Modeling Player and Team Performance in Basketball. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 8(1), 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-040720-015536>
- Till, K., & Baker, J. (2020). Challenges and [Possible] Solutions to Optimizing Talent Identification and Development in Sport. *Frontiers in Psychology*, 11, 664. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00664>
- Timme, M., Steinacker, J. M., & Schmeling, A. (2017). Age estimation in competitive sports. *International Journal of Legal Medicine*, 131(1), 225-233. <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1456-7>
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., Seco, J., & Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.725133>
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball Performance Is Related to Maturity and Relative Age in Elite Adolescent Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001224>

- Towlson, C., MacMaster, C., Parr, J., & Cumming, S. (2021). One of these things is not like the other: time to differentiate between relative age and biological maturity selection biases in soccer? *Science and Medicine in Football*, 6(3), 273-276. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1946133>
- Travassos, B., Araujo, D., Davids, K., O'hara, K., Leitão, J., & Cortinhas, A. (2013). Expertise effects on decision-making in sport are constrained by requisite response behaviours—A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.11.002>
- Trninić, S., & Dizdar, D. (2000). System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Collegium antropologicum*, 24(1), 217-234.
- Trninić, S., Dizdar, D., & Dežman, B. (2000). Empirical verification of the weighted system of criteria for the elite basketball players quality evaluation. *Collegium antropologicum*, 24(2), 443-465.
- Trunić, N., & Mladenović, M. (2014). The importance of selection in basketball. *Sport – Science and Practice*, 4(2), 65-81.
- Utczas, K., Muzsnai, A., Cameron, N., Zsakai, A., & Bodzsar, E. B. (2017). A comparison of skeletal maturity assessed by radiological and ultrasonic methods. *American Journal of Human Biology*, 29(4), e22966. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22966>
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2008). Talent Identification and Development Programmes in Sport. *Sports Medicine*, 38(9), 703-714. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838090-00001>
- van Maarseveen, M. J. J., & Oudejans, R. R. D. (2018). Motor and Gaze Behaviors of Youth Basketball Players Taking Contested and Uncontested Jump Shots. *Frontiers in Psychology*, 9(706). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00706>
- van Maarseveen, M. J. J., Savelsbergh, G. J. P., & Oudejans, R. R. D. (2018). In situ examination of decision-making skills and gaze behaviour of basketball players. *Human movement science*, 57, 205-216. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.12.006>
- Vannest, K. J., Parker, R. I., Gonen, O., & Adiguzel, T. (2016). *Single Case Research: web based calculators for SCR analysis. (Version 2.0) [Web-based application]*. Texas A&M University. Letzter Zugriff am 05.12.2021 unter <http://singlecaseresearch.org/calculators/pabak-os>
- Vencúrik, T., Nykodým, J., Bokúvka, D., Rupčić, T., Knjaz, D., Dukarić, V., & Struhár, I. (2021). Determinants of Dribbling and Passing Skills in Competitive Games of Women's Basketball. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1165. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031165>

- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812-826. <https://doi.org/10.1002/acp.1588>
- Votteler, A., & Höner, O. (2014). The relative age effect in the German football TID programme: biases in motor performance diagnostics and effects on single motor abilities and skills in groups of selected players. *European journal of sport science*, 14(5), 433-442. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.837510>
- Votteler, A., & Höner, O. (2017). Cross-sectional and longitudinal analyses of the relative age effect in German youth football. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 47(3), 194-204. <https://doi.org/10.1007/s12662-017-0457-0>
- Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2015). The Relative Age Effect in Sport: A Developmental Systems Model. *Sports Medicine*, 45(1), 83-94. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0248-9>
- Welford, A. T. (1970). On the nature of skill. In D. Legge (Hrsg.), *Skills* (S. 21-32). Penguin Books.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. P. (1999). *Visual perception and action in sport*. Taylor & Francis.
- Williams, A. M., Ford, P. R., & Drust, B. (2020). Talent identification and development in soccer since the millennium. *Journal of Sports Sciences*, 38(11-12), 1199-1210. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1766647>
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442. <https://doi.org/10.1002/acp.1710>
- Wormhoudt, R., Savelsbergh, G. J., Teunissen, J. W., & Davids, K. (2017). *The athletic skills model: optimizing talent development through movement education*. Routledge.
- Wu, Y., Zeng, Y., Zhang, L., Wang, S., Wang, D., Tan, X., Zhu, X., Zhang, J., & Zhang, J. (2013). The role of visual perception in action anticipation in basketball athletes. *Neuroscience*, 237, 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.01.048>
- Xu, X., Zhang, M., & Yi, Q. (2022). Clustering Performances in Elite Basketball Matches According to the Anthropometric Features of the Line-ups Based on Big Data Technology. *Frontiers in Psychology*, 13, 955292. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.955292>

- Yagüe, J. M., de la Rubia, A., Sánchez-Molina, J., Maroto-Izquierdo, S., & Molinero, O. (2018). The Relative Age Effect in the 10 Best Leagues of Male Professional Football of the Union of European Football Associations (UEFA). *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(3), 409-416.
- Zajac, T., Mikołajec, K., Chmura, P., Konefał, M., Krzysztofik, M., & Makar, P. (2023). Long-Term Trends in Shooting Performance in the NBA: An Analysis of Two- and Three-Point Shooting across 40 Consecutive Seasons. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1924. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031924>
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical Attributes, Physiological Characteristics, On-Court Performances and Nutritional Strategies of Female and Male Basketball Players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00003>
- Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.009>

Anhang

Anhang A: Zusammenstellung der Ergebnisse erwachsener männlicher Profibasketballspieler verschiedener Spielpositionen in den meistgenutzten physischen Tests

Tab. A1. Ergebnisse erwachsener männlicher Profibasketballspieler verschiedener Spielpositionen in den meistgenutzten physischen Tests (vgl. Morrison et al., 2022).

Konstrukt	Test	Testergebnis				Quellen ^a
		Alle	Guards	Forwards	Center	
Konstitution						
Anthropometrie	Height	183-202 cm	183-193 cm	190-201 cm	198-214 cm	vgl. Morrison et al. (2022)
	Weight	76-105 kg	77-90 kg	82-100 kg	96-111 kg	
Ausdauer						
Anaerobe Kapazität	Wingate Anaerobic Cycle Test (WAnT)	mean power: 683-823 W; peak power: 951-1085 W; fatigue index: 43-60 %	peak power: 11-13 W/kg; fatigue index: 8-64 %	peak power: 11-13 W/kg; fatigue index: 43-58 %	peak power: 10-11 W/kg; fatigue index: 44-56 %	Alemdaroğlu et al. (2012); Fatouros et al. (2011); Harbili (2015); Nikolaidis et al. (2014) ; Popadic et al. (2009); Sallet et al. (2005) ; Soslu et al. (2016)
	Running-based Anaerobic Speed Test (RAST)	mean power: 608-772 W; peak power: 761-957 W	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	Balsalobre-Fernández et al. (2014, 2016); Pojskic et al. (2014, 2018)
			mean power: 635 ± 110 W; peak power: 773 ± 129 W; fatigue index: 8.1 ± 2.5 W/s	mean power: 608 ± 89.6 W; peak power: 762 ± 123 W; fatigue index: 8.8 ± 2.7 W/s	mean power: 713 ± 69.5 W; peak power: 858 ± 109 W; fatigue index: 10.5 ± 2.24 W/s	Pojskic et al. (2015)
		mean power: 683 ± 49.0 W; peak power:	mean power: 700 ± 40.7 W; peak power:	mean power: 717 ± 26.4 W; peak power:	de Araujo et al. (2014)	

			853 ± 59.0 W; fatigue index: 42.1 ± 4.5 %	923 ± 79.8 W; fatigue index: 40.6 ± 4.4 %	912 ± 42.0 W; fatigue index: 42.1 ± 4.3 %	
	Full court shuttle run	27.4 ± 0.7 s	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	Fatouros et al. (2011)
Aerobe Kapazität	Incremental treadmill tests	VO _{2max} : 42-61 ml/kg/min	VO _{2max} : 50-58 ml/kg/min	VO _{2max} : 46-58 ml/kg/min	VO _{2max} : 42-58 ml/kg/min	Boone & Bourgois (2013); Boone et al. (2014); Chatzinikolaou et al. (2014); de Sousa et al. (2018); Dragonea et al. (2019); Fatouros et al. (2011); McInnes et al. (1995); Metaxas et al. (2009); Ponce-Gonzalez et al. (2015); Parr et al. (1978); Sallet et al. (2005); Stojanovic et al. (2012)
	Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (Yo-Yo IRL1)	VO _{2max} : 47-60 ml/kg/min Distance: 1120-2389 m	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	Abdelkrim et al. (2010); Aoki et al. (2017); Chaouachi et al. (2009); Ferioli et al. (2018a, 2018b, 2020); Gomes et al. (2017)
	Multistage Fitness Test (MSFT)	VO _{2max} : 42-64 ml/kg/min	VO _{2max} : 45-64 ml/kg/min	VO _{2max} : 43-62 ml/kg/min	VO _{2max} : 42-58 ml/kg/min	Alemdaroğlu et al. (2012); Korkmaz et al. (2012); Köklü et al. (2011); Ostojic et al. (2006); Pojskic et al. (2014, 2015, 2018)
Schnelligkeit						
Linearsprint	20m-sprint	2.43-3.24 s	Perimeter: 3.14 ± 0.09 s	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	de Sousa et al. (2018); Gomes et al. (2017); Korkmaz et al. (2012); Pojskic et al. (2014, 2018); Shalfawi et al. (2011)
	10m-sprint	1.47-2.34 s	1.72-2.19 s	1.72-2.25 s	1.80-2.34 s	Abdelkrim et al. (2010); Alemdaroğlu et al. (2012);

						Barrera-Domínguez et al. (2020); Boone & Bourgois (2013) ; Chaouachi et al. (2009); Köklü et al. (2011) ; Shalfawi et al. (2011)
	5m-sprint ^b	0.82-1.51 s	PG: 1.40 ± 0.03 s SG: 1.40 ± 0.09 s	SF: 1.45 ± 0.09 s PF: 1.47 ± 0.08 s	1.51 ± 0.07 s	Abdelkrim et al. (2010); Barrera-Domínguez et al. (2020); Boone & Bourgois (2013) ; Chaouachi et al. (2009)
Schnelligkeit beim Richtungswechsel	Agility T-Test	8.84-10.04 s	8.96-9.24 s	8.84-9.48 s	9.73-10.04 s	Abdelkrim et al. (2010); Alembarglu (2012); Chaouachi et al. (2009); Gomes et al. (2017); Köklü et al. (2011) ; Lehnert et al. (2013); Pojskic et al. (2018); Sekulic et al. (2017)
	Y-Shaped change-of-direction Agility Test	1.68 ± 0.15 s	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	Pehar et al. (2018)
Kraft						
Sprungkraft	Countermovement jump (CMJ)	36-63 cm (3874-5468 W)	38-60 cm (3874-4510 W)	36-58 cm (3930-5221 W)	36-57 cm (4536-5353 W)	<u>Jump height</u> : Alemdaroğlu et al. (2012); Annino et al. (2017); Aoki et al. (2017); Barrera-Domínguez et al. (2020); Chaouachi et al. (2009); Ciacci & Bartolomei (2018); Dello Iacono et al. (2020); Gomes et al. (2017); Jallai et al. (2012); Khlifa et al. (2010); Köklü et al. (2011) ; Laplaud et al. (2004); Maffioletti et al. (2000); Mandic et al. (2015);

						<p>Ostojic et al. (2006); Pehar et al. (2017); Pehar et al. (2018); Pojskic et al. (2014); Pojskic et al. (2018); Puente et al. (2017); Schiltz et al. (2009); Stojanovic et al. (2012)</p> <p><u>Jump height and peak power:</u> Abdelkrim et al. (2010); Boone & Bourgois (2013); Ferioli et al. (2018a, 2018b, 2020); Pojskic et al. (2015); Ponce-Gonzalez et al. (2015); Shalfawi et al. (2011)</p>
	Vertical Jump (VJ)	39-69 cm (2215-6701 W)	44-65 cm	44-64 cm	39-63 cm	<p><u>Jump height:</u> Annino et al.(2017); Balsalobre-Fernandez et al. (2014); Ciacci & Bartolomei (2018); de Sousa et al. (2018); Kariyawasam et al. (2019); Lehnert et al. (2013); Mandic et al. (2015); Nikolaidis et al. (2014); Puente et al. (2017); Rauch et al. (2020); Schiltz et al. (2009)</p> <p><u>Jump height and peak power:</u> Balsalobre-Fernandez et al. (2016); Korkmaz & Karahan</p>

						(2012); Ponce-Gonzalez et al. (2015)
	Squat Jump (SJ)	29-50 cm	30-41 cm (3639-4402 W)	29-40 cm (4034-5021 W)	33-36 cm (5054-5149 W)	<u>Jump height</u> : Alemdaroğlu et al. (2012); Aoki et al. (2017); Chaouachi et al. (2009); Ciacci & Bartolomei (2018); Gomes et al. (2017); Khlifa et al. (2010); Köklü et al. (2011) ; Maffiuletti et al. (2000); Pojskic et al. (2018) <u>Jump height and peak power</u> : Boone & Bourgois (2013) ; Jallai et al. (2012); Ponce-Gonzalez et al. (2015) ; Shalfawi et al. (2011)
Maximalkraft oberer Extremitäten	Bench press	70-112 kg	86.6 ± 14.9 kg	101.1 ± 20.8 kg	69.9 ± 0.0 kg	Balsalobre-Fernandez et al. (2014); Abdelkrim et al. (2010); Chaouachi et al. (2009); Gomes et al. (2017); Kariyawasam et al. (2019); Parr et al. (1978)
Maximalkraft unterer Extremitäten	Back squat	143-202 kg	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	<i>No data reported</i>	Abdelkrim et al. (2010); Chaouachi et al. (2009); de Sousa et al. (2018)

Anmerkungen: Die Ergebnisse werden bei mehreren verfügbaren Studien als Bereich angegeben. In diesem Zusammenhang werden keine Standardabweichungen berichtet, da diese im Rahmen der Übersichtsarbeit von Morrison et al. (2022) nicht angegeben wurden. Wenn nur eine Studie zur Verfügung stand, wird Mittelwert ± Standardabweichung berichtet.

^a Studien, in denen positionsbezogene Unterschiede analysiert wurden, sind fett markiert.

^b PG = Point Guard, SG = Shooting Guard, SF = Small Forward, PF = Power Forward.

Anhang B: Zusätzliches Online-Material zu Studie 1

Tab. B1. Box scores of the international games.

No.	Date	Fixture	Data availability
1	June 26, 2019	Germany vs. France	The box score of this game was not prepared for online publication. The first author of the manuscript archived the box score after the game and will make it available upon reasonable request.
2	June 28, 2019	Germany vs. France	The box score of this game was not prepared for online publication. The first author of the manuscript archived the box score after the game and will make it available upon reasonable request.
3	July 18, 2019	Germany vs. Poland	http://www.fibalivestats.com/u/DBB/1289328/
4	July 19, 2019	Germany vs. Poland	http://www.fibalivestats.com/u/DBB/1289329/
5	July 31, 2019	Lithuania vs. Germany	http://www.fibalivestats.com/u/LBS/1309410/
6	August 1, 2019	Estonia vs. Germany	http://www.fibalivestats.com/u/LBS/1309411/
7	August 2, 2019	Latvia vs. Germany	http://www.fibalivestats.com/u/LBS/1147654/
8	August 6, 2019	Germany vs. Serbia	http://www.fibalivestats.com/u/DBB/1289330/
9	August 9, 2019	Italy vs. Germany	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/0908/Italy-Germany# tab=boxscore
10	August 10, 2019	Germany vs. Russia	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/1008/Germany-Russia#tab=boxscore
11	August 11, 2019	Germany vs. Croatia	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/1108/Germany-Croatia# tab=boxscore
12	August 13, 2019	Spain vs. Germany	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/1308/Spain-Germany# tab=boxscore
13	August 14, 2019	Germany vs. Slovenia	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/1408/Germany-Slovenia# tab=boxscore
14	August 16, 2019	Bosnia and Herzegovina vs. Germany	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/1608/Bosnia-and-Herzegovina-Germany# tab=boxscore
15	August 17, 2019	Latvia vs. Germany	http://www.fiba.basketball/europe/u16/2019/game/1708/Latvia-Germany# tab=boxscore

Note. Games 9-15 took place at the 2019 FIBA U16 European Championship while Games 1-8 were played in preparation for this tournament.

Tab. B2. Descriptive statistics for the performance data separated by positional groups.

Variables	Outside ^a (<i>n</i> = 7)	Inside ^b (<i>n</i> = 6)
	<i>M</i> ± <i>SD</i>	
Assists per game	1.82 ± 0.70	0.56 ± 0.60
Turnovers per game	1.87 ± 0.67	1.38 ± 0.90
Assist-Turnover ratio	1.05 ± 0.33	0.35 ± 0.37

^aOutside = point guard, shooting guard and small forward. ^bInside = power forward and center.

Anhang C: Zusätzliches Online-Material zu Studie 2

Tab. C1. Descriptive statistics for the total ball-bound actions of the sampled teams.

Variables	$M \pm SD$
All Actions	434.00 \pm 69.77
Shooting	64.60 \pm 6.07
Passing	117.40 \pm 29.31
Dribbling	127.20 \pm 20.51
Receiving	124.80 \pm 26.49

$N = 5$.

Tab. C2. Videos of the U15 national selection tournament.

No.	Date	Data availability
1	October 2, 2020	https://www.youtube.com/watch?v=6t-eCsiZc5Q
2	October 3, 2020	https://www.youtube.com/watch?v=lcceeKRSnG8
3	October 4, 2020	https://www.youtube.com/watch?v=JS2K9AVEWiU

Note. Access to each of the listed hyperlinks was verified on March 4, 2022.