

# LEISTUNGS- SPORT

2/2017 • 47. Jahrgang

Zeitschrift für die Fortbildung von Trainern,  
Übungsleitern und Sportlehrern

## Aus der Praxis

Jochen Zinner/Dirk Büsch/Jochen Ester:  
Individuelle Leistungseinschätzungen  
im Deutschen Motorik-Test

## Sportmedizin

Wolfgang Schulze/Benjamin Hoppe:  
Schädel-Hirn-Trauma im Sport –  
Aufklärung statt Bagatellisierung

## Trainerforum

Eva Pfaff/Frank Erlbeck/Eric Frenzel:  
Interviews zu Training und Wettkampf  
in der Nordischen Kombination



Jochen Zinner/Dirk Büsch/Jochen Ester

# INDIVIDUELLE LEISTUNGSEINSCHÄTZUNGEN IM DEUTSCHEN MOTORIK-TEST

## Zur Individualisierung von DMT-Auswertungen mit Hilfe von multiattributiven FUZZY-Analysen

Bei der Auswertung des Deutschen Motorik-Tests (DMT) ist es im Fall großer Untersuchungsstichproben oft wünschenswert, nicht nur eine Einordnung einzelner Leistungen sowie der Gesamtleistung in die unterschiedlichen Leistungsklassen vorzunehmen, sondern auch eine Rangfolge innerhalb der Probanden zu ermitteln. Berechnungsvorschriften, die diese Bewertungen letztlich auf additive Weise ableiten, sind in solchen komplexen, anspruchsvollen Entscheidungssituationen nur eingeschränkt geeignet.

Multiattributive FUZZY-Modelle dagegen sind nicht nur geeignet, komplexe Entscheidungssituationen mit unterschiedlichen Berechnungsvorschriften zu prüfen und miteinander zu vergleichen, sondern erlauben gegenüber anderen Verfahren zusätzlich die Einbeziehung von Expertenwissen bzw. subjektiven Theorien von Trainerinnen und Trainern in die Analysen.

Am Beispiel des Projekts „Berlin hat Talent“ wird ein strukturierter Leitfaden für multiattributive FUZZY-Analysen vorgestellt, mit dem gezeigt werden kann,

dass das Erreichen der höchsten Leistungsklasse nicht selbstverständlich mit einer vorderen Platzierung in der Rangfolge gleichzusetzen ist, wenn Expertenwissen über das Beziehungsgefüge zwischen den DMT-Aufgaben berücksichtigt wird. Es kann eindrucksvoll gezeigt werden, dass multiattributive FUZZY-Analysen darüber hinaus immer dann nützlich sein können, wenn auf der Basis unterschiedlicher Einflussgrößen (Testprofile) integrative Gesamturteile und Rangfolgen zu bilden sind.

Eingegangen: 28.5.2016

### 1. Ausgangssituation

Im Rahmen des Projekts „Berlin hat Talent“ werden jährlich ca. 6.000 Berliner Drittklässler mit dem Deutschen Motorik-Test (DMT; Bös, Schlenker, Büsch, Lämmle, Müller, Oberger & Tittlbach, 2009) untersucht. Ein (Teil-)Ziel des Projekts besteht darin, die „besten“ Schülerinnen und Schüler für Talentsichtungsgruppen und diejenigen mit den größten motorischen Defiziten für Bewegungsfördergruppen zu gewinnen und individuell bestmöglich zu fördern (Böger & Schulte, 2016; Herrmann, Bartz, Lischka & Spahl, 2016).

Ein wesentliches Problem in der Auswertung des DMT – vor allem, wenn wie hier große Stichproben vorliegen – besteht darin, für jeden Schüler letztlich ein (quantitatives) Gesamturteil als globales Maß für seine allgemeine motorische Leistungsfähigkeit zu erhalten. In der Regel wird dieses Gesamturteil als Summenwert berechnet. Das ist aber streng genommen nur dann gerechtfertigt, wenn die Homogenität (Eindimensionalität) dieser Tests gegeben ist. In Modelluntersuchungen mit den Berliner Daten aus den Jahren 2012/13 konnten wir nachweisen, dass diese Eindimensionalität dann –

und nur dann – gegeben ist, wenn man auf eine repräsentative, valide Datenbasis zurückgreifen kann, die Tests „Rumpfbeugen“ und „Balancieren rückwärts“ aus der Summenwertbildung herauslässt und die Rohdaten in Standardnoten kategorisiert (Zinner, Büsch, Poller & Bartko, 2015). Auf diese Weise lässt sich eine mathematisch-statistisch korrekte Gesamteinschätzung jedes Schülers hinsichtlich des Leistungsstandes bezüglich dieser **Dimension** bzw. dieses **Faktors** treffen, die sich semantisch zutreffend als **Kondition** bzw. **Fitness** bezeichnen lässt (siehe auch Tietjens, Strauss, Utesch, Büsch, Ghanbari & Seidel, 2013; Utesch, Strauß, Tietjens, Büsch, Ghanbari & Seidel, 2015).

Da die Repräsentativität der Datenbasis für die Ermittlung der Standardnoten von außerordentlicher Bedeutung ist, haben wir in den Jahren von 2011 bis 2015 sukzessive eine qualitativ hochwertige Berliner Datenbasis aufgebaut und damit für die nächsten Jahre valide „Berliner Normtabellen für den DMT“ auf der Basis sogenannter Normkategorien entwickelt. Diesen Normtabellen liegt nunmehr eine professionell erhobene Stichprobe von

$N = 13.453$  in allen Tests des DMT untersuchten Berliner Drittklässlern im Alter zwischen 7 und 10 Jahren zugrunde (Zinner et al., 2015). Tabelle 1 zeigt die Berliner Normkategorien exemplarisch für den 20-m-Sprint.

Die Repräsentativität der Stichprobe ist insbesondere für die Kategorisierung der Schüler in „leistungsfähig“ bzw. „mit Einschränkungen/Defiziten leistungsfähig“ von besonderer Bedeutung. Die Kategorisierung ist desto gerechtfertigter, je valider und reliabler die Variablen sind und je repräsentativer die Stichprobe ist. Jedoch sind diese Kategorien zunächst nur quantitativ und nicht qualitativ bedingt, sodass eine theoretisch-inhaltliche Diskussion über die Interpretation und die damit verbundenen Konsequenzen weiterhin zu führen ist (vgl. dazu auch die Ausführungen zur 4. Phase im zweiten Abschnitt). Zusammenfassend stehen damit seit 2015 eine empirische Datengrundlage und eine validierte Vorgehensweise zur Verfügung, um die untersuchten Schüler in fünf Normkategorien einzuordnen. Eine differenziertere, **individuelle Unterscheidung** der Schüler innerhalb dieser Normkategorien gelingt für eine Gesamtbewertung

mit den bisherigen Methoden jedoch nicht zufriedenstellend. Je flächendeckender aber das Verfahren in Berlin angewendet wird (ab 2018/19 sollen die Untersuchungen flächendeckend in Berlin realisiert werden, dann sind jährlich rund 30.000 Drittklässler zu untersuchen!), desto größer ist folglich die Anzahl von Schülern in den einzelnen Normkategorien. Es erscheint daher dringend geboten, das Vorgehen stärker zu individualisieren, idealerweise vielleicht sogar durch die Erzeugung einer Rangfolge unter den getesteten Schülern.

Unbefriedigend am bisherigen Vorgehen ist darüber hinaus die nicht diskutierte Annahme, dass man mit der Summenwertbildung eine Gleichwertigkeit aller Tests unterstellt, was weder einen Sportpraktiker noch einen Sportwissenschaftler überzeugt. Hinzu kommt, dass man wegen der notwendigen Voraussetzung der Eindimensionalität zwei der acht Tests des DMT, in diesem Fall Balancieren rückwärts und Rumpfbeugen, reduzieren und damit auf erhobene – per se nicht unwichtige – Daten verzichten muss und auch weitere bedeutsame Informationen, z. B. Körperhöhe, Körpermasse, BMI, aber auch Daten zur Spielfähigkeit oder zur Koordination, nicht berücksichtigen kann. Allerdings zeigen vergleichbare aktuelle nationale und internationale Studien zur motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern, dass eine Berücksichtigung von zusätzlichen Testaufgaben und damit von weiteren Dimensionen, z. B. Objektmanipulation oder soziale Faktoren, den DMT sinnvoll erweitern und verbessern könnten (Freitas, Lausen, Maia, Lefevre, Gouveia, Thomis, Antunes, Claessens, Beunen & Malina, 2015; Hoehoer, De Vriese, Krijger-Hombergen,

Wormhoudt, Drent, Krabben & Savelsbergh, 2016; Rudd, Butson, Barnett, Farrow, Berry, Borkoles & Polman, 2015; Tomatis, Krebs, Siegenthaler, Murer & de Bruin, 2015; Wicks, Telford, Cunningham, Semple & Telford, 2015; Wirszing, 2015).

Mit dem Ziel, möglichst viele Informationen bei der Entscheidung beispielsweise für sportmotorische Talente zu berücksichtigen, wurden zurückliegend verschiedene multivariate, darunter auch unscharfe FUZZY-Verfahren aus der multiattributiven Entscheidungstheorie eingesetzt und für die praktische Arbeit optimiert. Die Ergebnisse und die potenziellen Möglichkeiten dieses Vorgehens sollen modellhaft an einer Stichprobe des Jahres 2015/16 (Stadtbezirk Lichtenberg, Jungen, n = 501) dargestellt und diskutiert werden.

**2. Vom Expertenwissen zu multiattributiven FUZZY-Analysen: ein strukturierter Leitfaden**

Der Vorteil von FUZZY-Verfahren für die Analyse von umfangreichen Datensätzen, bei denen für jede Person sehr viele Parameter erfasst werden, z. B. bei Leistungsdiagnostiken, konnte in der Sportwissenschaft bereits vielfach gezeigt werden (Andreas, 1996; Ester & Zinner, 1996; Leist, 1996; Liesegang, 1996; Quade, 1996; Zinner, 1996; Zinner, Ester, Pansold & Wolff, 1994). In den letzten 20 Jahren wurden ausgedehnte theoretische Untersuchungen durchgeführt, neue Methoden entwickelt, überprüft und standardisiert. Mit der Ausweitung dieses Methodeninventars sind zugleich auch die Computerprogramme für FUZZY-Analysen anwenderfreundlicher geworden, sodass nunmehr die Einbeziehung von Expertenwissen, sogenannte „subjektive Theorien von Trainern“,

einfacher – vor allem interaktiver – umgesetzt werden kann. So wurde beispielsweise auch das von den Autoren in den 1990er Jahren entwickelte Analysesystem SPT-EN (Ester & Zinner, 1996) zu einem leistungsfähigen, dialoggeführten Entscheidungssystem (MAOE – SPORT, Ester & Zinner, 2016) ausgebaut. Im Unterschied zu neuronalen Netzen, in denen das Netz mit Hilfe eines modelladäquaten Datensatzes zuerst „lernen“ muss, kann unterschiedliches Expertenwissen unmittelbar in die unterschiedlichen FUZZY-Modelle integriert und geprüft werden (Perl, 1996).

Wir wollen das Vorgehen am Beispiel der Analysen für die im Schuljahr 2015/16 im Rahmen des Projekts „Berlin hat Talent“ untersuchten n = 501 männlichen Drittklässler des Stadtbezirks Lichtenberg erläutern. In die Analysen wurden die acht Parameter des DMT (20 m – 20-Meter-Sprint, Bal rw – Balancieren rückwärts, SHH – Seitliches Hin- und Herspringen, RB – Rumpfbeugen, LS – Liegestütze, SU – Sit-ups, SW – Standweitsprung, 6 min – 6-Minuten-Lauf) sowie die Körperhöhe (KH), die Körpermasse (KG) und das Lebensalter in Monaten (ALT) einbezogen.

Aus dem Spektrum des multiattributiven FUZZY-Vorgehens (Behzadian, Kazemzadeh, Albadvi & Aghdasi, 2010; Brosowski, Ester, Helbig & Nehse, 1993; Ester, 1987; Ishizaka & Nemery, 2013; Laux, 2003) haben sich in den bisherigen Untersuchungen folgende Verfahren bewährt:

- die Methode der unscharfen Dominanzmengen,
- die Methode des analytischen Hierarchieprozesses,
- die Methode der Rückwärtsfilterung,
- die Methode der unscharfen Güte,
- das Prometheus-Verfahren.

Alter [Jahre]	weit überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	durchschnittlich	unterdurchschnittlich	weit unterdurchschnittlich	Datenbasis [N]
<b>Mädchen</b>						
7	< 3,80	3,80-4,29	4,30-5,04	5,05-5,50	> 5,50	133
8	< 3,91	3,91-4,19	4,20-4,90	4,91-5,37	> 5,37	3898
9	< 3,89	3,89-4,18	4,19-4,92	4,93-5,39	> 5,39	2169
10	< 3,83	3,83-4,19	4,20-4,90	4,91-5,49	> 5,49	302
<b>Jungen</b>						
7	< 3,91	3,91-4,13	4,14-4,80	4,81-5,40	> 5,40	139
8	< 3,81	3,81-4,06	4,07-4,77	4,78-5,23	> 5,23	3857
9	< 3,77	3,77-4,02	4,03-4,74	4,75-5,26	> 5,26	2507
10	< 3,74	3,74-4,00	4,01-4,70	4,71-5,17	> 5,17	374

Tabelle 1: Berliner Normkategorien für den 20-m-Sprint

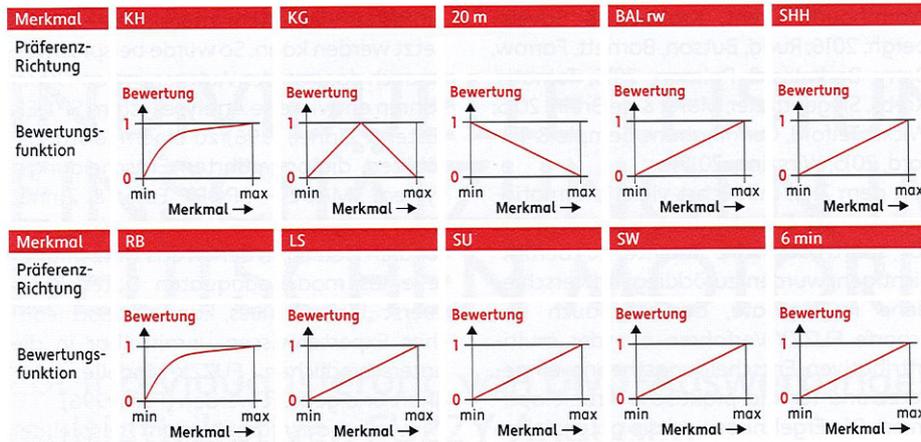


Abbildung 1: Exemplarisch definierte Bewertungsfunktionen für die Merkmale im Projekt „Berlin hat Talent“

Eine kurze Charakteristik der methodischen Verfahren ist im Infokasten 1 dargestellt (ausführlicher bei Ester & Zinner, 2016). Jedes dieser Verfahren verwendet unterschiedliche Strategien, d. h. unterschiedliche FUZZY-Ansätze, zur Lösung einer Aufgabe, z. B. Talentfindung, die jeweils von definierten Ausgangsinformationen (z. B. Gewichtungen, Präferenzen, Empfindlichkeiten, Kompensierbarkeit usw.) ausgehen und verschiedenartig mathematisch verwirklicht werden. Damit lassen sich unterschiedliche Seiten des Entscheidungsprozesses, beispielsweise unterschiedliche Rangfolgen bzw. Talentprognosen, „durchspielen“ und ver-

gleichen. Im besten Fall kann sich bei diesem Vorgehen eine Rangfolge oder Talentprognose bewähren bzw. stabilisieren und im schlechtesten Fall muss sie als zu wenig eindeutig verworfen werden.

**Phase 1: Diskursive Validierung**

Im Forschungsansatz der subjektiven Theorien konnte gezeigt werden, dass erfahrene Trainer, d. h. Experten, konkrete Vorstellungen über die Bedeutung von einzelnen Merkmalen und über das Beziehungsgeflecht für das Erbringen sportmotorischer Leistungen insgesamt haben (Lippens, 1995a, 1995b). Entsprechend werden in einer diskursiven Validierung

Merkmal	Gewichtungsfaktor
KH	0,1
KG	0,1
20 m	1
Bal rw	0,7
SHH	0,7
RB	0,7
LS	0,8
SU	0,8
SW	0,85
6 min	0,9

Tabelle 2: Exemplarisch definierte Gewichtungsfaktoren für die Merkmale im Projekt „Berlin hat Talent“

Legende: KH – Körperhöhe, KG – Körpermasse, 20 m – 20-Meter-Sprint, Bal rw – Balancieren rückwärts, SHH – Seitliches Hin- und Herspringen, RB – Rumpfbeugen, LS – Liegestütze, SU – Sit-ups, SW – Standweitsprung, 6 min – 6-Minuten-Lauf

Merkmal	absoluter Fehler
KH	1 cm
KG	1 kg
20 m	0,05 s
Bal rw	2 Schritte
SHH	1 Sprung
RB	1 cm
LS	1 Wiederholung
SU	1 Wiederholung
SW	1 Wiederholung
6 min	5 m

Tabelle 3: Exemplarisch definierte maximale Fehlermaße für die Merkmale im Projekt „Berlin hat Talent“

Legende: KH – Körperhöhe, KG – Körpermasse, 20 m – 20-Meter-Sprint, Bal rw – Balancieren rückwärts, SHH – Seitliches Hin- und Herspringen, RB – Rumpfbeugen, LS – Liegestütze, SU – Sit-ups, SW – Standweitsprung, 6 min – 6-Minuten-Lauf

mit mehreren Experten die erhobenen Merkmale unter drei verschiedenen Perspektiven betrachtet:

- 1 Welche Ausprägung wird für jedes Merkmal als optimal angesehen?
- 2 Wie werden die Merkmale in Bezug auf das sportmotorische Talent untereinander gewichtet?
- 3 Welcher absolute (Mess-)Fehler ist auch bei einer möglichst objektiven und zuverlässigen Messung unter praktischen Gesichtspunkten für jedes Merkmal einzukalkulieren?

Bei der Merkmalsausprägung wird die höchste Güte mit 1 und die geringste Güte mit 0 definiert (siehe Abbildung 1). Die Zwischenwerte orientieren sich an unterschiedlichen Bewertungs- oder Präferenzfunktionen. Beispielsweise wird beim Merkmal 20-m-Sprint (20 m) unterstellt, dass sich eine lineare Verbesserung der Sprintzeit („je schneller, desto besser“) positiv auf die Talenteinschätzung auswirkt. Für das Merkmal Körperhöhe (KH) wird ebenfalls unterstellt, dass sich eine zunehmende Körperhöhe positiv auf die Talenteinschätzung auswirkt, diese Zunahme aber nicht linear, sondern mit zunehmender Körperhöhe weniger bedeutsam ist („je kleiner, desto schlechter“, aber „je größer, desto geringer“). Demgegenüber wird beispielsweise beim Merkmal Körpermasse (KG) ein stückweise linearer Zusammenhang zur Talenteinschätzung mit der maximalen Güte beim gemessenen Mittelwert des Körpergewichts unterstellt, da weder sehr leicht noch sehr schwer, sondern ein mittleres Körpergewicht als optimal angenommen wird („weder dick noch dünn“).

Im nächsten Schritt der diskursiven Validierung müssen die Merkmale untereinander gewichtet werden. Dabei müssen zwei Fragen beantwortet werden:

1. Welches Merkmal hat die höchste Bedeutung für die Beurteilung eines sportmotorischen Talents, welches Merkmal hat die zweithöchste Bedeutung usw.
2. Wie groß ist der Abstand bzw. der Bedeutungsgehalt der einzelnen Merkmale zueinander?

Das Ergebnis unserer diskursiven Validierung zeigt Tabelle 2: Dem Merkmal 20-m-Sprint (20 m) wurde mit dem Gewichtungsfaktor 1,0 die höchste Bedeutung, den Merkmalen Körperhöhe und Körpermasse die geringste Bedeutung zugestanden. Jedoch wird in der Bedeutung nicht zwischen z. B. Liegestütz (LS, Gewichtungsfaktor 0,8) und Sit-ups (SU, Gewichtungsfaktor, 0,8), aber sehr wohl zwischen dem 6-min-Lauf (6 min, Gewich-

tungsfaktor 0,9) und Rumpfbeugen (RB, Gewichtungsfaktor 0,7) differenziert.

Im letzten Schritt der diskursiven Validierung muss entschieden werden, welche „biologische Variationsbreite“ in Abhängigkeit der Operationalisierung zu berücksichtigen ist, d. h., welche Abweichung selbst bei einer objektiven und zuverlässigen Zeit- oder Längenmessung mit einer Stoppuhr oder einem Maßband sowie beim Zählen von Wiederholungen oder Schritten nicht zu vermeiden bzw. – noch treffender – nicht als realer Leistungsunterschied fehlinterpretiert werden darf (siehe Tabelle 3).

Es kann aber auch eine **substanziell** veränderte Expertenschätzung gewollt sein oder in der diskursiven Validierung keine Einigkeit zwischen den Experten hergestellt werden. Beispielsweise können die Merkmale zum einen hinsichtlich ihrer diagnostischen, zum anderen hinsichtlich ihrer prognostischen Bedeutsamkeit bewertet werden. Dann ergeben sich auch substanziell andere Rangfolgen unter

den Schülern. Darüber hinaus kann man z. B. für die Talentprognose in unterschiedlichen Sportarten die Gewichtungen anders setzen, weil es eben in jeder Sportart auf andere Qualitäten ankommt. Auf diese Weise erlauben diese Verfahren bei Nutzung entsprechender Software auch, unterschiedliche strategische Zielstellungen sozusagen interaktiv zu realisieren und zu verifizieren. Unsere Erfahrungen zeigen, dass diese intensive theoretisch-inhaltliche Beschäftigung mit dem oftmals eher impliziten Expertenwissen zu einem immer besseren Verständnis der Daten und damit zu deutlichem Kompetenzgewinn in „der Sache“ führt. Allerdings haben wir in mehrfachen Diskussionsrunden mit Trainern und Sportwissenschaftlern die Erfahrung gemacht, dass diese Aufgabe zunächst mit etwas Unbehagen begonnen wurde, jedoch zunehmend die Einsicht wuchs, dass solche Einschätzungen zutiefst praktisch relevant sind und dass letztlich ein starkes „Umherirren“ in den subjektiven

Einschätzungen – und damit dann auch in der Rangfolge – die Unsicherheit bzw. die Kompetenz des Experten als Entscheidungsträger bezüglich „seines“ Problems „beschreibt“.

## 2. Phase: Ermittlung der aggregierten Rangfolge ohne Berücksichtigung des Alters

Mit den in der ersten Phase bestimmten subjektiven Experteneinschätzungen wurden die verschiedenen Rangfolgen nach den o. g. sieben Verfahren berechnet. Dabei wurde anfangs das Alter (ALT) nicht berücksichtigt. Bei den dazu durchgeführten Diskussionen mit Trainern und Lehrern war es deren Wunsch, zunächst die Rangfolgen „unverfälscht“ mit den reinen DMT-Daten (plus Körperhöhe und Körpermasse) zu ermitteln und erst danach Abschätzungen zum Einfluss des Alters auf die (ganzheitliche) DMT-Leistung zu diskutieren.

Die unterschiedlichen Verfahren (siehe Infokasten 1) erzeugen innerhalb der

Charakteristisch für multiattributive FUZZY-Analysen ist die Konstruktion von sogenannten Präferenz- bzw. Zugehörigkeitsfunktionen unter Berücksichtigung von *Expertenwissen* und das Rechnen mit solchen Funktionen. Dabei wird für jeden Probanden ein *Zugehörigkeitswert* dafür errechnet, dass er bezüglich aller Parameter besser ist als alle anderen Probanden und auf diese Weise eine Rangfolge in der Menge der Schüler induziert (Ester & Zinner, 2016).

Die „Abschöpfung“ des *Expertenwissens* erfolgt z. B. über eine diskursive Validierung (siehe Phase 1 im Text), für die Ermittlung der Rangfolgen (die Bestimmung der *Zugehörigkeitswerte*) haben sich in unserem bisherigen Vorgehen folgende Methoden bewährt:

- **Methode der unscharfen Dominanzmengen:** Hierbei wird für jeden Probanden eine Zugehörigkeitsfunktion konstruiert, die einen Wahrheitswert dafür angibt, dass der Proband besser (Zugehörigkeit zur dominierenden Menge) bzw. nicht schlechter (Zugehörigkeit zur nicht-dominierten Menge) als alle anderen Probanden in der Stichprobe ist. Beide Wahrheitswerte werden konjunktiv (logisch „und“) miteinander verknüpft. Dadurch wird eine Rangfolge der Varianten (Probanden) definiert.
- **Analytischer Hierarchieprozess:** Die Merkmale werden über mehrere Bewer-

tungsebenen (Meta-Attribute) hierarchisch zusammengefasst. In jedem Bewertungsknoten werden die untergeordneten Bewertungen für jeden Probanden über eine lineare Superposition zusammengerechnet. Letztlich entstehen in allen Bewertungsknoten und über alle Hierarchie-Ebenen hinweg jeweils linear gewichtete Superpositionen der Einzelausprägungen und somit Rangfolgen in der Menge der Probanden.

- **Rückwärtsfilterung:** Diese Methode geht davon aus, dass die Varianten (Probanden) hinsichtlich ihrer Werte in jedem Merkmal nach dem Abstand zu einer Idealvariante geordnet werden. Die Idealvariante ergibt sich aus der jeweils besten Ausprägung (oder einem Wunschwert). Je nachdem, welche kompensatorischen Eigenschaften gelten sollen, werden unterschiedliche Abstandsmaße verwendet. Euklid-Norm: hohe Kompensierbarkeit schlechter durch gute Merkmalsausprägungen, Tschebyscheff-Norm: praktisch keine Kompensierbarkeit schlechter Merkmalsausprägungen durch bessere.
- **Promethee-Verfahren:** Outranking-Verfahren, bei dem jeder Proband mit jedem anderen Probanden einzeln verglichen wird. In den Vergleich fließen die Gewichtungen zwischen den Merkmalen sowie weitere Empfindlichkeiten (Indifferenz- und Präferenzschwelle) ein. Für

jeden Probanden wird berechnet, wie viele Probanden er dominiert (Kerngrad) bzw. wie stark die entsprechende Dominanz ist (net-flow).

- **Unscharfe Güte:** Es wird ein Abstandsmaß zum Idealpunkt erzeugt, das auf der Berechnung von Substitutionsraten (variabel für jede Variante) beruht.

Die Erzeugung der Zugehörigkeitsfunktionen für die Probanden und damit deren Einordnung in eine Rangfolge nach vorgenannten Methoden basiert auf (exakten) mathematischen/geometrischen Verfahren und stellt deshalb eine „scharfe“ Lösung dar. Die Unschärfe ergibt sich lediglich aus unserer Unsicherheit, weil wir nur grob abschätzen können, auf welche Weise sich die „Gesamt-Güte“ aus den „Einzel-Gütern“ ergibt. Ausdruck dieser Unsicherheit sind die im Expertenrating (diskursive Validierung) zu schätzenden Fehlerbereiche, Gewichtungsverhältnisse, Präferenzfunktionen usw. Je realitätsnäher diese Abschätzungen getroffen werden können, desto schärfer gilt die Rangfolge! Die Bildung des Gesamturteils auf „additive“ Weise verzichtet völlig auf solche Zusatzinformationen und bildet „lediglich“ den Mittelwert (die lineare Transformation) der entsprechenden Standardnoten, Normkategorien oder Z-Werte der Einzeltests.

Matrix der Reihenfolgen								
Nr.	Variante	AHP	ProKG	ProNF	RF (E)	RF (T)	UDGes	UG
1	1130493	1	1	1	1	3	1	1
2	1130223	2	2,5	2	2	4	2	3
3	1140133	3	2,5	3	3	5	3	5
4	1260553	4	4	4	7	117	4	6
5	1140143	5	5	6	5	8	5	2
6	1130663	6	7	7	6	7	6	10

Tabelle 4: Exemplarische Darstellung der „Ähnlichkeit“ der Rangfolgen mit unterschiedlichen FUZZY-Verfahren

Legende: AHP – Rangfolge nach analytischem Hierarchieprozess, UG – Rangfolge nach unscharfer Güte, RF (E) – Rangfolge nach Rückwärtsfilterung mit euklidischer Norm, RF (T) – Rangfolge nach Rückwärtsfilterung mit Tschebyscheff-Norm, ProKG – Rangfolge nach Promethee-Verfahren mit Kerngrad, ProNF – Rangfolge nach Promethee-Verfahren mit net-flow, UDGes – Rangfolge nach unscharfen Dominanzmengen

Stichprobe jeweils eine spezifische Rangfolge. Diese verschiedenen Rangfolgen sind – solange man die Expertenschätzung nicht deutlich verändert – ähnlich, weil die mathematisch unterschiedlichen Verfahren den gleichen Zielen bzw. Gewichtungsfaktoren im Entscheidungsprozess „verpflichtet“ wurden, also nur unterschiedliche Wege zum gleichen Ziel sind. Einen deskriptiven Eindruck über die „Ähnlichkeit“ der Rangfolgen vermittelt exemplarisch Tabelle 4.

Durch eine Berechnung der mittleren Korrelationen der Verfahren untereinander lässt sich diese Übereinstimmung quantifizieren. Sie liegt erfahrungsgemäß sehr hoch ( $r > 0,95$ ), sodass eine gemittelte Rangfolge gebildet werden kann, die für jeden Kandidaten einen aggregierten, stabilisierten Rangplatz unter Berücksichtigung

der verschiedenen multiattributiven Gesichtspunkte generiert. Tabelle 5 zeigt auszugswise diese Rangfolge der Probanden entsprechend aller Parameter (zunächst noch ohne Einbeziehung des Alters).

Einen Eindruck über die Qualität der Rangplätze erhält man bei der Betrachtung der Streuung der mittleren Platzierung der Probanden (Abbildung 2). Die Grafik verdeutlicht, dass sich für niedrige und hohe Platzierungen geringe Streuungen ergeben. Mittlere Platzierungen sind dagegen mit großen Streuungen verbunden. Da wir aber besonders mit der Gruppe der Besten bzw. der Förderungsbedürftigsten arbeiten wollen, kommt uns diese Situation entgegen: Alle Verfahren ordnen „gute“ und „förderungsbedürftige“ Kandidaten als solche auch sicher und

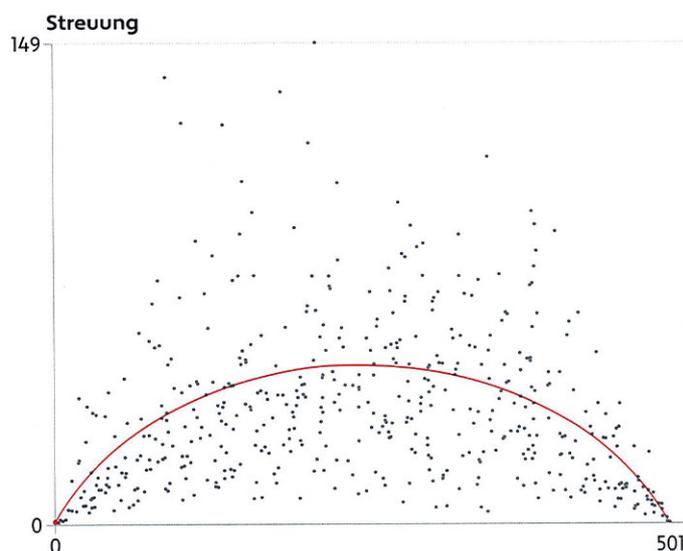


Abbildung 2: Verteilung der Probanden im Koordinatensystem „mittlerer Rangplatz“ zu „Streuung“

mittlere Rangplätze etwas unsicherer ein. Ursache dafür kann sein, dass alle Kandidaten mit guten Ausprägungen bei vielen Merkmalen vorn, alle mit schlechten Ausprägungen bei vielen Merkmalen hinten liegen, während sich bei Kandidaten im Mittelfeld gute und schlechte Ausprägungen die Waage halten. Da die unterschiedlichen Verfahren die einzelnen Merkmalsunterschiede auch unterschiedlich stark berücksichtigen, kommt es dort zu größeren Streuungen, was aus den o. g. Gründen aber nicht problematisch ist.

### 3. Phase: Verifizierung der Rangfolge durch Einbeziehung des Alters

Die Einbeziehung des Alters der Schüler, das ja im Wesentlichen zwischen 8 und 9 Jahren liegt, geschieht nun auf folgende Weise: In den Diskussionen einigten sich die Trainer und Lehrer, dass sie ihr Gesamturteil über einen Schüler zu 90 % von der ermittelten Rangfolge aus den „reinen“ Leistungsdaten des DMT (plus Körperhöhe und Körpermasse) ableiten, die restlichen 10 % aber in Abhängigkeit des Alters vergeben (je jünger, desto besser). Dieses praktische Vorgehen wurde in die Verfahrensweise einbezogen und führt schließlich zu folgender **finaler Rangfolge** (einen Ausschnitt der ersten 20 Schüler zeigt Tabelle 6).

Auch hier lässt sich die Plausibilität des Vorgehens beim Vergleich der aus den „reinen“ Leistungsdaten des DMT (plus Körperhöhe und Körpermasse) erhaltenen Rangfolge und der Rangfolge aus den mit 90 % gewichteten Leistungsdaten und dem mit 10 % gewichteten Alter (Tabelle 7) leicht erkennen.

So „rutscht“ beispielsweise der Proband mit der ID 1130493 von Platz 1 auf Platz 6, dagegen der Proband mit der ID 1130223 von Platz 2 auf Platz 1. Das ist leicht einsehbar, weil der Proband 1130223 acht Monate jünger ist. Analog gilt dies beispielsweise auch für die beiden ID 1140143 und 1130663. Sie teilen sich bezüglich der „reinen“ Leistung den Platz 5. Nimmt man das Alter dazu, so kommt 1140143 auf Platz 19 und 1130663 auf Platz 2. Auch hier wiederum lässt sich das mit dem Alter vernünftig erklären: ID 1140143 ist neun Monate älter! In etwa zu diesem Ergebnis hätten auch die subjektiven Einschätzungen der Experten geführt. Nur würde sich das nicht in der Menge einiger hundert Probanden realisieren lassen. Das Vorgehen der Experten scheint durch unseren Algorithmus vernünftig simuliert zu sein: Die Auswirkungen des Altersaspekts sind deskriptiv nachzuvollziehen, ohne dass sie das Gesamtergebnis substanziell verzerren, was durch die hohe Korrelation  $r = 0,95$  zwischen beiden Rangfolgen – Rang-

folge A (Leistung) und Rangfolge B (Leistung plus Alter) – gezeigt werden kann.

**Phase 4: Vergleich der finalen Rangfolge mit der Einordnung der Schüler in die Normkategorien**

Entsprechend der in Abschnitt 1 erläuterten Vorgehensweise wurde für jeden Schüler auf der Grundlage der Normkategorien in den Berliner Normtabellen für alle Parameter des DMT (außer Rumpfbeugen und Balancieren rückwärts, s. o.) jeweils eine Normkategorie bestimmt, zu einem Gesamtwert gemittelt und mit der finalen Rangfolge (Tabelle 8 auf Seite 11) verglichen.

Die Vorteile dieser per definitionem natürlich differenzierteren individualisierten Rangfolge gegenüber der Einordnung in die fünf Normkategorien soll beispielhaft plausibilisiert werden.

• In Lichtenberg haben in diesem Jahrgang insgesamt sechs Schüler die höchste Normkategorie 5 erreicht. Diese sind in

der ermittelten Rangfolge (tatsächlich auch) auf den Plätzen 1 bis 6!

• Insgesamt haben 79 Lichtenberger Schüler dieses Jahrgangs die Normkategorie 4 erreicht. Abbildung 3 (auf Seite 10) zeigt zwei Schüler in der gleichen Normkategorie (NK 4). ID 1140133 erreicht Rangplatz 7, ID 1210183 dagegen „nur“ Rangplatz 165. Die Parameterspinne (Abbildung 3) zeigt die Plausibilität für dieses Ergebnis (je weiter außen der Kurvenzug verläuft, umso besser ist die dazugehörige Merkmalsausprägung): ID 1140130 ist also zu Recht in der Rangfolge vorn, ID 1210183 „verdankt“ seine NK4-Einordnung im Wesentlichen der Tatsache, dass er im 20-m-Sprint und im Standweitsprung jeweils die NK 5 erreicht und deshalb auch einen hohen (summierten) Gesamtwert erhält.

• Wie man in Abbildung 4 erkennt, gibt es andererseits aber auch Schüler in der NK 3 (z. B. ID 1230303 auf Rangplatz 32), die Schüler höherer Normkategorien, z. B. den

Schüler mit der ID 1210183 und der Normkategorie 4, verdrängen (auf Rangplatz 165). Bis auf den 20-m-Sprint ist ID 1230303 in allen Parametern mindestens gleich gut – und dazu noch kalendarisch jünger (5 Monate). Er kompensiert sozusagen seine schlechte Sprintleistung durch gute Leistungen in anderen Parametern und liegt deshalb zu Recht vorn!

Hier zeigen sich also die Vorteile der multiaattributiven Rangfolgenbildung: Es können mehr Merkmale in die Berechnungen eingehen und sie sind nicht starr über einen Summenwert gekoppelt, sondern über (geometrische) Algorithmen unter Einbeziehungen subjektiver Bewertungen valide errechnet. Die Rangfolge ordnet die Schüler nach dem Grad, mit dem sie bezüglich aller Parameter und bezüglich der subjektiven Abschätzungen von Lehrern und Trainern – also im Sinne einer „Mehrkampfleistung“ – besser sind als alle anderen Schüler.

Mittelwert und Streuung der Platzierungen (ohne Alter)			
	Variante	Mittelwert	Streuung
1	1130493	1,4286	1,0498
2	1130223	3,1429	0,9897
3	1140133	4,2857	0,8806
4	1140023	6,3571	2,1830
5	1140143	6,7143	3,0102
6	1130663	6,7143	2,1853
7	1100123	10,0714	1,2657
8	1130463	11,2857	12,1269
9	1170113	11,9286	5,0739
10	1210073	13,3571	4,9621
11	1160083	13,6429	3,4092
12	1130733	15,3571	17,0267
13	1170603	20,2143	2,9503
14	1260553	21,2143	43,0248
15	1100313	21,7143	10,3228
16	1140553	23,5000	7,6858
17	1230593	23,9286	22,5364
18	1230263	25,8571	4,9115
19	1140013	27,4286	12,8381
20	1230083	27,9286	9,8721

Tabelle 5: Finale Rangfolge der 20 besten Lichtenberger Schüler ohne Berücksichtigung des Alters

Mittelwert und Streuung der Platzierungen (mit Alter)			
	Variante	Mittelwert	Streuung
1	1130223	12,6667	28,5233
2	1130663	22,9076	48,5163
3	1260553	24,0542	41,6838
4	1170113	30,6104	56,1276
5	1130463	33,0944	66,2860
6	1130493	36,3253	104,4620
7	1140133	36,3855	96,0889
8	1140023	38,2490	95,4852
9	1210233	39,2048	26,6718
10	1170043	39,5341	31,5593
11	1140363	40,1767	48,3834
12	1230303	41,5823	19,6275
13	1210073	41,6847	84,9242
14	1110053	41,7992	11,5265
15	1140823	42,8112	32,2341
16	1160083	44,8032	93,3291
17	1230263	46,2028	61,0791
18	1130733	46,3454	94,1532
19	1140143	47,2048	121,2350
20	1130123	47,3896	41,3963

Tabelle 6: Finale Rangfolge der besten 20 Lichtenberger Schüler mit Berücksichtigung des Alters

	Variante	Platzierung	
		ohne Alter	mit Alter
1	1130493	1	6
2	1130223	2	1
3	1140133	3	7
4	1140023	4	8
5	1140143	5,5	19
6	1130663	5,5	2
7	1100123	7	25
8	1130463	8	5
9	1170113	9	4
10	1210073	10	13
11	1160083	11	16
12	1130733	12	18
13	1170603	13	39
14	1260553	14	3
15	1100313	15	24
16	1140553	16	31
17	1230593	17	40
18	1230263	18	17
19	1140013	19	22
20	1230083	20	42

Tabelle 7: Vergleich der finalen Rangfolge ohne bzw. mit Berücksichtigung des Alters

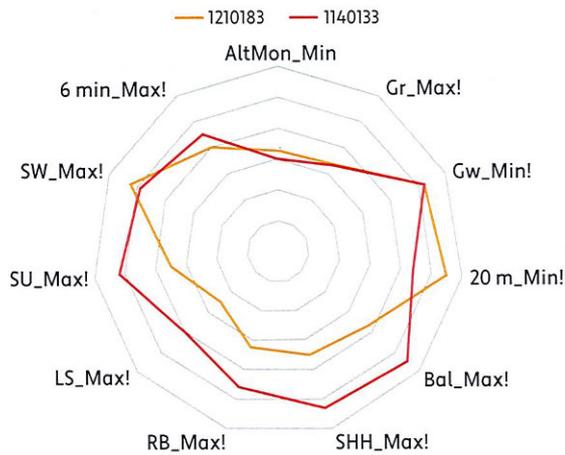


Abbildung 3: Zwei Schüler in der gleichen Normkategorie (NK 4), wobei ID 1140133 Rangplatz 7 und ID 1210183 dagegen „nur“ Rangplatz 165 erreicht.

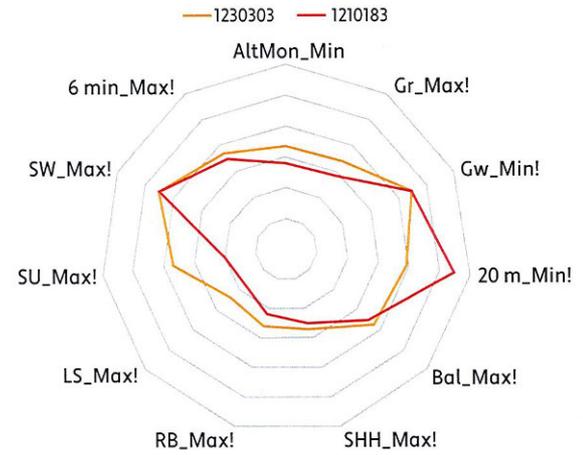


Abbildung 4: Ein Schüler in der Normkategorie 3 auf Rangplatz 32 (ID 1230303), „verdrängt“ einen Schüler in der Normkategorie 4 auf Rangplatz 165 (ID 1210183).

### Phase 5: Einladung zur Talentiade des Landessportbundes

Mit dem Landessportbund sowie dem Senat als Auftraggeber für „Berlin hat Talent“ wurde vereinbart, die ca. 10 % Besten der Rangfolge über die insgesamt 501 untersuchten Jungen zu einer „Talentiade“ einzuladen (Böger & Schulte, 2016; Herrmann et al., 2016). Die Festlegung der 10 % Besten als Talent ist zunächst eine quantitative Größe, die vom Abstand zum Mittelwert bzw. zum Durchschnitt bestimmt wird. Dieser Abstand lässt sich mathematisch korrekt bestimmen. Aber wie groß der Abstand sein muss, um von Talent zu sprechen, kann man nicht der Mathematik überlassen – das müssen Experten untereinander abstimmen und nachvollziehbar begründen (zur Diskussion der praktischen Bedeutsamkeit siehe Büsch & Strauß, 2016).

Axel Heimken



Damit aber extrem starke „Einzelkämpfer“ nicht etwa übersehen werden, wurden zu dieser Menge der sozusagen „leistungsstärksten Mehrkämpfer“ noch die Top 5 in jedem DMT-Merkmal (einschließlich Körperhöhe, aber ohne Körpergewicht und Alter) hinzugenommen, wenn diese nicht bereits unter den besten Mehrkämpfern waren. Diese Reihenfolge der  $n = 50$  besten Mehrkämpfer und der auf die genannte Weise noch hinzukommenden  $n = 18$  besten Einzelkämpfer zeigt auszugsweise Tabelle 8.

Das mit dieser Arbeit verbundene Ziel einer Individualisierung der Auswertungen des DMT und der darauf basierenden Kenntlichmachung besonders zu fördernder Schüler im Rahmen von „Berlin hat Talent“ wurde auf diese Weise erreicht. Es ist selbstverständlich, dass ein eben solches Vorgehen für die ca. 10 % Schüler mit den größten motorischen Defiziten realisiert wurde und auch dazu dem Landessportbund entsprechende Unterlagen zur Einladung der Schüler für die Bewegungsgruppen übergeben wurden.

### 3. Fazit

Eine abschließende Beurteilung der Effizienz von Rangfolgen nach multiattributiven FUZZY-Methoden für die Auswertung des DMT und ein entsprechender Praxis-einsatz sind sicher weiter abzuklären. Es gelingt jedoch mit diesem Vorgehen, Testprofile zu analysieren und Bewertungen,

**Multiattributive FUZZY-Analysen können immer dann nützlich sein, wenn auf der Basis unterschiedlicher Einflussgrößen (Testprofile) integrative Gesamturteile und Rangfolgen zu bilden sind.**

die sowohl aus subjektiven Erfahrungen z. B. von Trainern und Lehrern, als auch aus empirisch validiertem Wissen resultieren können, in die mathematischen Algorithmen einzubringen und integrale Urteile bilden. Das Vorgehen bietet über ein differenziertes Gesamturteil hinaus z. B. durch zielgerichtet veränderte Gewichtung, die Möglichkeit, Rangfolgen für unterschiedliche Sportarten bzw. für die Talentidentifikation oder -prognose interaktiv zu erstellen. Auch lassen sich unproblematisch weitere Parameter, z. B. zur Koordination, zur Spielfähigkeit o. Ä. in die Analysen einbeziehen. Es kann extrem hilfreich sein, „interaktiv“ die Auswirkungen von Veränderungen der Gewichtung, der Bewertungsfunktionen oder der verwendeten multiattributiven FUZZY-Methoden auf das Ergebnis der Rangfolgen „durchzuspielen“.

Das hat den positiven Nebeneffekt, dass sich die „Experten“ gründlich mit den Daten auseinandersetzen und deutliche Differenzen zwischen ihnen diskutieren müssen, weshalb sie meist eine viel bewusster Position zu den Analyseergebnissen einnehmen als bei der Anwendung von „starr“ bzw. klassischen Verfahren, bei denen man die Ergebnisse entweder annimmt oder verwirft. Selbstverständlich kann das von uns bisher sehr pragmatisch und exemplarisch für den Lichteberger Modellversuch vorgenommen wurde und in den Abbildungen und Tabellen dokumentierte Expertenrating nur als „Anfangsiteration“ gesehen werden und muss künftig im Sinne von erweitertem und empirisch begründeten Iterationsschritten konkretisiert werden.

Auch die Möglichkeit zur Nutzung einer Vielzahl unterschiedlicher Methoden zur Rangfolgenbildung, die alle – wenn au-

RF	ID	Verein	ALT	MA	KH	KG	20 m	Bal	SHH	RB	LS	SU	SW	6 min	NK	TOP 5
1	1130223	1	8	98	1,41	35,9	3,70	44	36,5	13,2	23	19	179	1272	5	
2	1130663	1	8	100	1,35	27,6	4,26	39	41,5	0,0	23	26	182	1256	5	
3	1260553	0	8	96	1,35	30,0	3,48	48	43,5	1,0	14	29	169	1215	5	
4	1170113	1	8	101	1,32	24,6	4,04	38	47,0	5,0	20	24	152	1251	5	
5	1130463	1	8	102	1,32	26,0	3,65	34	41,0	-9,0	25	25	179	1231	5	
6	1130493	1	8	106	1,38	30,3	3,70	48	45,5	1,0	21	27	190	1339	5	
7	1140133	1	8	105	1,38	29,6	4,19	45	47,0	15,0	23	26	150	1184	4	
8	1140023	0	8	105	1,46	39,1	3,78	34	35,5	3,0	22	27	161	1106	4	
9	1210233	1	8	98	1,33	32,8	4,07	45	28,5	9,0	15	21	162	1222	4	
10	1170043	1	8	99	1,36	26,8	4,45	38	37,5	9,0	18	26	139	1136	4	
11	1140363	1	8	99	1,41	31,2	3,84	45	33,5	2,0	14	24	155	1201	4	
12	1230303	1	8	98	1,43	31,3	4,18	37	31,5	4,0	16	19	164	1161	3	
13	1210073	1	8	104	1,39	29,1	3,84	31	36,5	2,5	22	24	163	1123	4	
14	1110053	0	7	92	1,35	30,8	4,16	40	33,5	0,5	16	28	138	916	3	
...																
48	1280663	1	8	105	1,35	27,9	4,19	37	27,5	1,0	20	24	137	997	4	
49	1160353	1	8	102	1,31	26,0	4,38	37	33,0	0,0	17	24	144	1080	4	
50	1100263	0	9	113	1,28	24,5	3,85	48	35,5	3,0	14	27	178	1012	4	
52	1140053	1	7	95	1,29	25,6	3,86	28	35,0	0,1	12	29	142	1205	4	SU
55	1180183	1	7	93	1,32	31,6	4,10	25	29,0	10,4	34	14	153	915	4	LS
69	1060213	1	8	96	1,22	20,7	3,55	40	32,5	2,3	17	21	141	1021	4	20 m
91	1170443	1	8	107	1,36	37,0	3,05	23	28,5	-1,0	12	24	144	1082	4	20 m
110	1260123	1	9	119	1,51	49,4	4,61	20	41,0	-4,0	22	18	150	832	4	KH
135	1220453	1	8	104	1,31	23,5	4,14	40	26,0	1,0	13	12	146	1488	3	Lauf
147	1180033	0	8	100	1,28	26,5	4,53	34	21,5	1,0	19	31	144	821	4	SU
159	1170483	0	9	110	1,26	27,8	4,61	48	23,5	10,5	14	31	128	877	3	SU
165	1210183	1	8	103	1,40	30,7	3,27	35	28,5	-3,0	11	8	163	1098	4	20 m

**Tabelle 8:** Rangfolge der n = 50 besten „Mehrkämpfer“ und der n = 18 besten „Einzelkämpfer“ (mit deren Platzierung in der Rangfolge, RF) in Lichtenberg 2015/16

**Legende:** ALT - Alter in Jahren, MA - Alter in Monaten, KH - Körperhöhe, KG - Körpermasse, 20 m - 20-Meter-Sprint, Bal - Balancieren rückwärts,

SHH - Seitliches Hin- und Herspringen, RB - Rumpfbeugen, LS - Liegestütze, SU - Sit-ups, SW - Standweitsprung, 6 min - 6-Minuten-Lauf, NK - Normkategorie

oft nur marginal – unterschiedliche Ergebnisse liefern, sollte nicht Grund zu Unbehagen sein, sondern zeigt ein reales Bild der Wirklichkeit. Sie ist beliebig komplex und für komplexe, komplizierte Geschehnisse gibt es immer eine Vielzahl von Modellen, die dann auch widersprüchlich sein können. Dabei lohnt es sich nicht, zwischen den Modellen zu schwanken und sich für genau eines entscheiden zu wollen. Vielmehr sollte man die in der Modellvielfalt steckenden Informationen zur Findung neuer, modifizierter Ansichten über die Realität nutzen und konstruktiv diskutieren. In diesem Sinne sollte die charakterisierte FUZZY-

Vorgehensweise nicht als Alternative zu den bisherigen Analyseschritten im DMT, sondern als Erweiterung und Ergänzung dieser Vorgehensweisen gesehen werden.

**Die Literatur zu diesem Beitrag steht auf [www.leistungssport.net](http://www.leistungssport.net) zum Download bereit.**

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Jochen Zinner, H:G Hochschule für Gesundheit & Sport, Technik & Kunst, Institut für Leistungssport & Trainerbildung, Vulkanstr. 1, 10367 Berlin  
E-Mail: jochen.zinner@my-campus-berlin.com

#### Summary

**Individual performance assessments in the German Test of Motor Functions (GTMF) – About the individualisation of GTMF evaluations using multi-attributive FUZZY analyses**

Multi-attributive FUZZY models are suitable for testing and comparing complex decision situations using different calculation rules. They also allow the inclusion of expert knowledge in the analyses. Using the “Berlin Has Got Talent” project, a structured guide for conducting multi-attributive FUZZY analyses is presented in this article.

Jochen Zinner/Dirk Büsch/Jochen Ester

# INDIVIDUELLE LEISTUNGSEINSCHÄTZUNGEN IM DEUTSCHEN MOTORIK-TEST

## Zur Individualisierung von DMT-Auswertungen mit Hilfe von multiattributiven FUZZY-Analysen

### Literatur

- Andreas, H. (1996). Neuronale Netze als Hilfsmittel in komplexen Entscheidungsprozessen. Ein lernfähiges Fuzzy-System zum Radfahren. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *Anwendungen der Fuzzy-Logik und neuronaler Netze* (S.109-114). Köln: Strauß.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A. & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200 (1), 198-215.
- Böger, K. & Schulte, S. (2016). BERLIN HAT TALENT – Sportpolitische Bedeutung. In J. Zinner & T. Poller (Hrsg.), *BERLIN HAT TALENT – Neue Ansätze der Talent- und Bewegungsförderung* (S. 87-98). Berlin: Hochschule für Gesundheit & Sport, Technik & Kunst.
- Bös, K., Schlenker, L., Büsch, D., Lämmle, L., Müller, H., Oberger, J. et al. (2009). *Deutscher Motorik-Test (DMT 6-18)*. Hamburg: Czwalina.
- Brosowski, B., Ester, J., Helbig, S. & Nehse, R. (Hrsg.). (1993). *Multicriteria Decision – Proceedings of the 14<sup>th</sup> Meeting of the German Working Group „Mehrkriterielle Entscheidung“*. Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Büsch, D. & Strauß, B. (2016). Wider die „Sternchenkunde“! *Sportwissenschaft*, 46 (2), 53-59 (doi: 10.1007/s12662-015-0376-x)
- Ester, J. (1987). *Systemanalyse und mehrkriterielle Entscheidung*. Berlin: VEB Verlag Technik.
- Ester, J. & Zinner, J. (1996). Multiattributive und Fuzzy-Bewertungsmethoden in der Trainingswissenschaft. In J. Krug (Hrsg.), *Zeitreihenanalyse und „multiple statistische Verfahren“ in der Trainingswissenschaft* (S. 119-136). Köln: Sport & Buch Strauß.
- Ester, J. & Zinner, J. (2016). *MAOE – SPORT, Kurzbeschreibung für Version MADM*. H:G Hochschule für Gesundheit & Sport, Technik & Kunst. Berlin.
- Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, É. R., Thomis, M. et al. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *Journal of Sports Sciences*, 33 (9), 924-934 (doi: 10.1080/02640414.2014.977935).
- Herrmann, S., Bartz, E., Lischka, B. & Spahl, O. (2016). Bewegungs-Checks in Deutschlands Grundschulen. *Leistungssport*, 46 (3), 52-55.
- Hoeboer, J., De Vriese, S., Krijger-Hombergen, M., Wormhoudt, R., Drent, A., Krabben, K., et al. (2016). Validity of an athletic skills track among 6- to 12-year-old children. *Journal of Sport Sciences*, 34 (21), published online: 03 Mar 2016 (doi: 10.1080/02640414.2016.1151920).
- Ishizaka, A. & Nemery, P. (2013). *Multicriteria Decision Aid: Methods and Software*. Chichester: Wiley.
- Laux, H. (2003). *Entscheidungstheorie* (5. Aufl.). Berlin: Springer.
- Leist, K. H. (1996). Fuzzy: Modellierung verschiedenartiger Systeme und Prozesse unter Heranziehung unscharfer Mengen, Analyse und Verarbeitung unscharfer Daten-Perspektiven einer kurzfristigen Einarbeitung. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *Anwendungen der Fuzzy-Logik und neuronaler Netze* (S. 19-21). Köln: Strauß.
- Liesegang, W. (1996). Ein Fuzzy-Modell für Angriff-Abwehr Interaktionen im Handball. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *Anwendungen der Fuzzy-Logik und neuronaler Netze* (S. 33-40). Köln: Strauß.
- Lippens, V. (1995a). Der Trainer als Experte. *Leistungssport*, 25 (6), 57-62.
- Lippens, V. (1995b). Was weiß der Trainer vom Können der Athleten? Zu einem Auskunft- und Beratungsverfahren auf der Grundlage aggregierter Subjektiver Theorien im Rudersport. In J. Krug & H.-J. Minow (Hrsg.), *Sportliche Leistung und Training. 1. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 28.-30.9.1994 in Leipzig* (S. 83-87). Sankt Augustin: Academia.
- Perl, J. (1996). Grundlagen der Modellbildung und Konzepte der Umsetzung. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *Anwendungen der Fuzzy-Logik und neuronaler Netze* (S. 5-17). Köln: Strauß.
- Quade, K. (Hrsg.). (1996). *Anwendungen der Fuzzy-Logik und neuronaler Netze*. Köln: Sport & Buch Strauß.
- Rudd, J., Butson, M. L., Barnett, L., Farrow, D., Berry, J., Borkoles, E. et al. (2015). A holistic measurement model of movement competency in children. *Journal of Sports Sciences*, 34 (5), 477-485 (doi: 10.1080/02640414.2015.1061202).
- Tietjens, M., Strauss, B., Utesch, T., Büsch, D., Ghanbari, M. & Seidel, I. (2013). Testing the general fitness of children: Construct validity of the German Motor Ability Test. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 572 f.
- Tomatis, L., Krebs, A., Siegenthaler, J., Murer, K. & de Bruin, E. D. (2015). 'Sportmotorische Bestandsaufnahme': Criterion- vs. norm-based reference values of fitness tests for Swiss first grade children. *European Journal of Sport Science*, 15 (2), 134-142 (doi: 10.1080/17461391.2014.918659).
- Utesch, T., Strauß, B., Tietjens, M., Büsch, D., Ghanbari, M.-C. & Seidel, I. (2015). Die Überprüfung der Konstruktvalidität des Deutschen Motorik-Tests 6-18 für 9- bis 10-Jährige. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 22 (2), 77-90.
- Wicks, L. J., Telford, R. M., Cunningham, R. B., Semple, S. J. & Telford, R. D. (2015). Longitudinal patterns of change in eye-hand coordination in children aged 8-16 years. *Human Movement Science*, 43, 61-66 (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2015.07.002).
- Wirszing, D. (2015). *Die motorische Entwicklung von Grundschulkindern* (28. Band). Hamburg: Feldhaus Edition Czwalina.
- Zinner, J. (1996). Fuzzy in der Datenanalyse. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *Anwendungen der Fuzzy-Logik und neuronaler Netze* (S. 41-60). Köln: Strauß.
- Zinner, J., Büsch, D., Poller, T. & Bartko, R. (2015). Berlin hat Talent – ein Zwischenbericht für die Jahre 2012 und 2013. *Leistungssport*, 45 (5), 12-18.
- Zinner, J., Ester, J., Pansold, B. & Wolff, R. (1994). Zur Nutzung unscharfer (Fuzzy)-Bewertungsmethoden für die Auswertung leistungsdiagnostischer Untersuchungen. *Leistungssport*, 24 (4), 22-26.

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Jochen Zinner, H:G Hochschule für Gesundheit & Sport, Technik & Kunst, Institut für Leistungssport & Trainerbildung, Vulkanstr. 1, 10367 Berlin  
E-Mail: jochen.zinner@my-campus-berlin.com