

# Laufanalysen – Vorschlag zu einem Curriculum

**Björn Gustafsson:** *Das Spektrum, was man alles unter einer Laufanalyse versteht, ist sehr breit, von der reinen Beobachtung bis zur umfassenden, wissenschaftlichen Bewegungsanalyse mit Video, EMG und Goniometer. Bei der Bewegungsanalyse in der Orthopädieschuhtechnik interessiert vor allem, welche Konsequenz man aus der Analyse für die Versorgung ziehen kann. Auch wenn man keine Wissenschaft betreibt: Mit „Gefühl“ alleine ist es nicht getan. Eine standardisierte Vorgehensweise in Verbindung mit einer Dokumentation der Ergebnisse sollte auch hier selbstverständlich sein.*

Die Orthopädieschuhtechnik entdeckt immer mehr den Sportler. Schließlich ist der Sport und die entsprechende orthopädieschuhtechnische Einlagenversorgung gerade in der Orthopädieschuhtechnik zu Hause. Was liegt also näher, als sich diesem Klientel durch das Angebot einer Bewegungsanalyse zu öffnen?

Doch was verbirgt sich hinter dem Begriff „Bewegungsanalyse“? Gibt es Normen, Vorgaben oder einheitliche, objektive Standards? Eine gute Begriffsbestimmung lässt sich nach Hoffmann (2000) folgendermaßen formulieren: „Die Bewegungsanalyse ist eine Symbiose aus objektiven quantitativ/qualitativen Parametern und anatomisch-funktionellen Aspekten, die immer in einer Trainings- und/oder Versorgungskonsequenz münden“. Soll heißen: Durch die Zusammenführung von in Daten messbaren Größen (z.B. die Bodenreaktionskräfte eines plantaren Fußdruckmesssystems) und subjektiver Beurteilung eines Bewegungsablaufes (Winkelgeschwindigkeiten und Verläufe) unter Wissen um die Anatomie und die Funktions- sowie Arbeitsweisen der Muskeln, sollte der Durchführende Regeln und Maßnahmen für den Patienten definieren, die in den Trainings- und biomechanischen Versorgungszyklus eingreifen.

Einige Orthopädieschuhtechniker achten es bereits als „Bewegungsanalyse“ ihre Patienten über eine plantare

Druckmessplatte schreiten zu lassen und das Gangbild durch ihre Erfahrung zu beurteilen. Sicher kann gegen diese probate Methode nichts eingewendet werden, doch würden zwei verschiedene Orthopädieschuhtechniker zu der gleichen Beurteilung kommen? Sicher nicht! Dafür ist die menschliche Bewegung zu komplex, zu mannigfaltig in ihrer Beurteilung. Einheitliche Standards, wie sie seit langem in der Medizin und Wissenschaft gelten, müssen her. Doch wie erreicht man diese? Letztendlich gibt es auf keiner Meisterschule das Unterrichtsfach: „Bewegungsanalyse leicht gemacht“.

Was nützt aber ein Jammern und Klagen? Initiative ist gefragt. Viele Orthopädieschuhtechniker arbeiten schon seit Jahren erfolgreich in dem Feld der Bewegungsanalyse, haben Spaß an dem jüngeren und dankbaren Publikum. Verfügt ein Sportler doch über eine hohe soziale Kompetenz und steht durch seinen Sport in Verbindung mit vielen Verteilern. Der ideale Kunde um Ihre Dienstleistung in andere Kundenkreise zu transferieren. Ein positives Feedback wird nicht lange auf sich warten lassen.

## Analyse erfordert breites Wissen

Zur Durchführung einer fachlich richtigen Analyse, bedarf es allerdings mehr, als nur ein reines, orthopädieschuhtechnisch ausgerichtetes Wissen. Ein kleiner Arbeitskreis oder Gedankenaustausch mit Physiotherapeuten und Sportgeschäften kann sehr hilfreich sein. Literaturempfehlungen zu diesem Themenbereich finden Sie am Ende des Artikels.

An einigen Orten wird bereits ein Modell unter Einbindung von Orthopäde, Physiotherapeut und Sportfachhandel mit Erfolg angewendet. Doch was tun, wenn der Physiotherapeut nicht um die Ecke sitzt, der Orthopäde nicht der beste Freund ist? Ein Bericht muss her. Dokumentieren Sie deshalb Ihre Arbeit und machen Sie sie dadurch nach außen transparent. Fertigen Sie über jede Analyse einen kleinen Bericht an und versenden Sie ihn an den behandelnden Arzt oder Therapeuten. Berücksichtigen Sie dabei möglichst viele Punkte.

Um eine Verfahrensweise zur „Vereinheitlichung“, zur detaillierten Validierung der Bewegungsanalyse zu entwickeln, half bei der Firma Kriwat GmbH (Kiel) die Einführung eines Qualitätsmanagement im Jahre 1998. Mit der Entwicklung so genannter „Arbeitsanweisungen“ entstand dort ein Drei-Stufen-System, das keine Abfragepunkte vergessen lässt und themenspezifisch ausgerichtet ist.

Seit jener Zeit wurden dort nach dem nachfolgend erklärten Schema über 2500 Bewegungsanalysen durchgeführt und aufgrund einer wiederkehrenden Systematik zu einem relativ schnell zu beherrschenden Arbeitsbereich ausgebaut. Betreut und durchgeführt wird dieser Zweig nun von Sportstudenten, die über einen angemessenen Zeitraum an die spezielle Thematik der Orthopädieschuhtechnik herangeführt wurden.

Grundsätzlich wird bei der Ausbildung eine ganzheitliche Betrachtungsweise der menschlichen Bewegung verfolgt, die aber aufgrund der Beschwerdebilder in verschiedene Varianten unterteilt wird.

## Variantengefüge

Bei Patienten, die schon bei der telefonischen Anmeldung über Probleme im Bereich des Fußes, Sprunggelenks und/oder des Unterschenkel berichten, oder nur eine Lauschuhberatung wünschen, wird die Durchführung der „Bewegungsanalyse – Variante I“ geraten. Der zeitliche Rahmen für solche Analyse wird auf 30 – 45 Minuten festgelegt. Die Kosten betragen derzeit 70,- DM. Grundsätzlich bildet die Analysevariante I den Grundstock, die Basis der Bewegungsanalyse. Der Inhalt beschränkt sich auf das Wesentliche in der Region der unteren Extremitäten unterhalb des Knies.

Sollten im Rahmen der Analyse weitere Auffälligkeiten zu bemerken sein, kann der Untersucher auf die nächste Variante ausweichen. Die Variante II baut sukzessive auf die Var. I auf und beinhaltet schwerpunktmäßig das Knie und die Beinachse. Der zeitliche Rahmen ist ebenfalls auf 45 Minuten festgelegt, der Preis beträgt 100,- DM.

Als umfassende Analyse wird dann noch die Variante III, die schwerpunktmäßig auf den kompletten Bereich der unteren Extremität, das Becken, Iliosacralgelenk und die Wirbelsäule ausgelegt ist. Der Patient hat mit einem zeitlichen Aufwand von 90 Minuten und Kosten von 160,- DM zu rechnen.

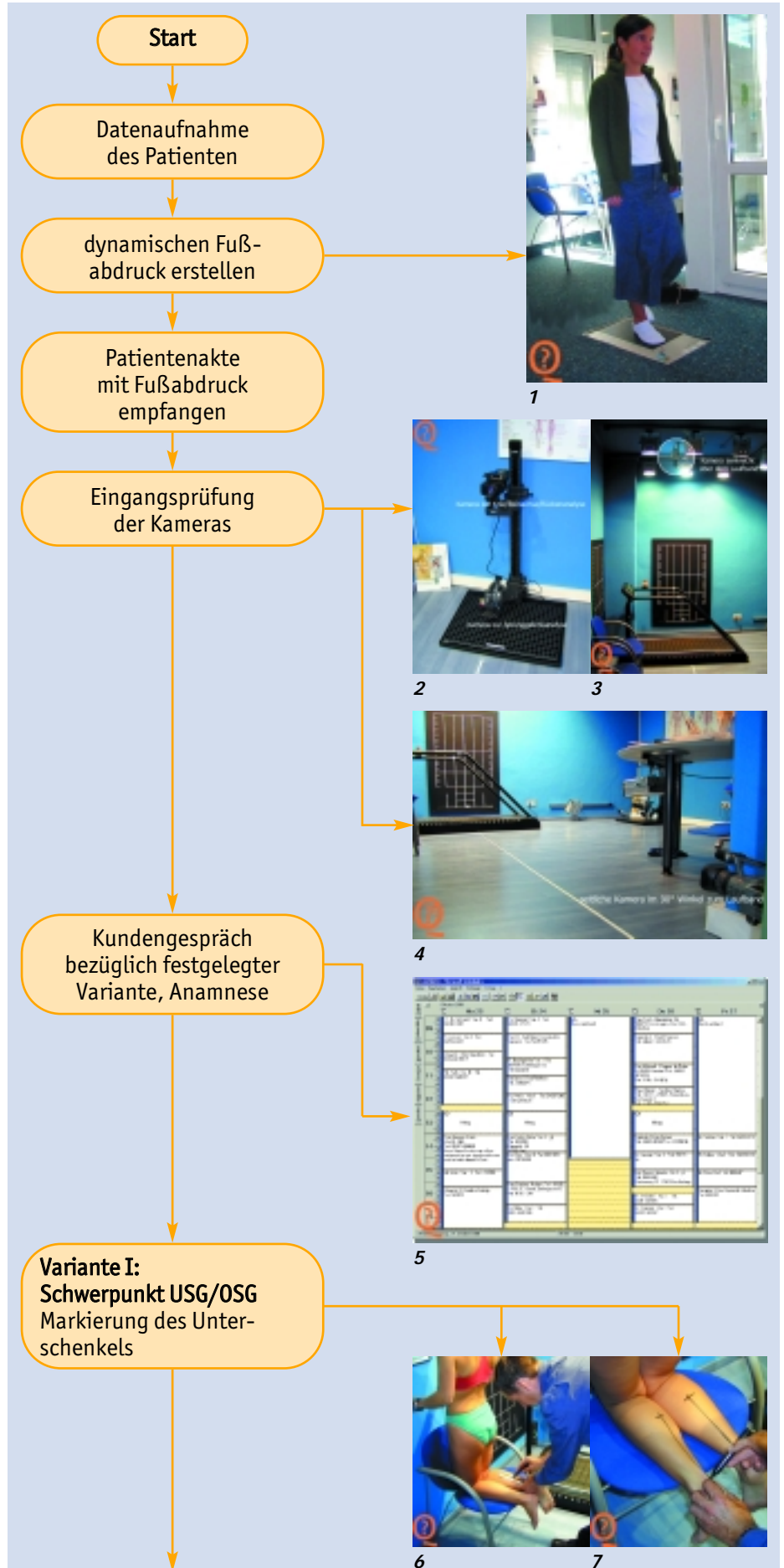
Doch welches Wissen braucht es nun, welche Mittel haben sich als bewährt herausgestellt? Um wie viel muss ich mein Wissensspektrum erweitern? Bringen diese Investitionen das gewisse „Return of Investment“?

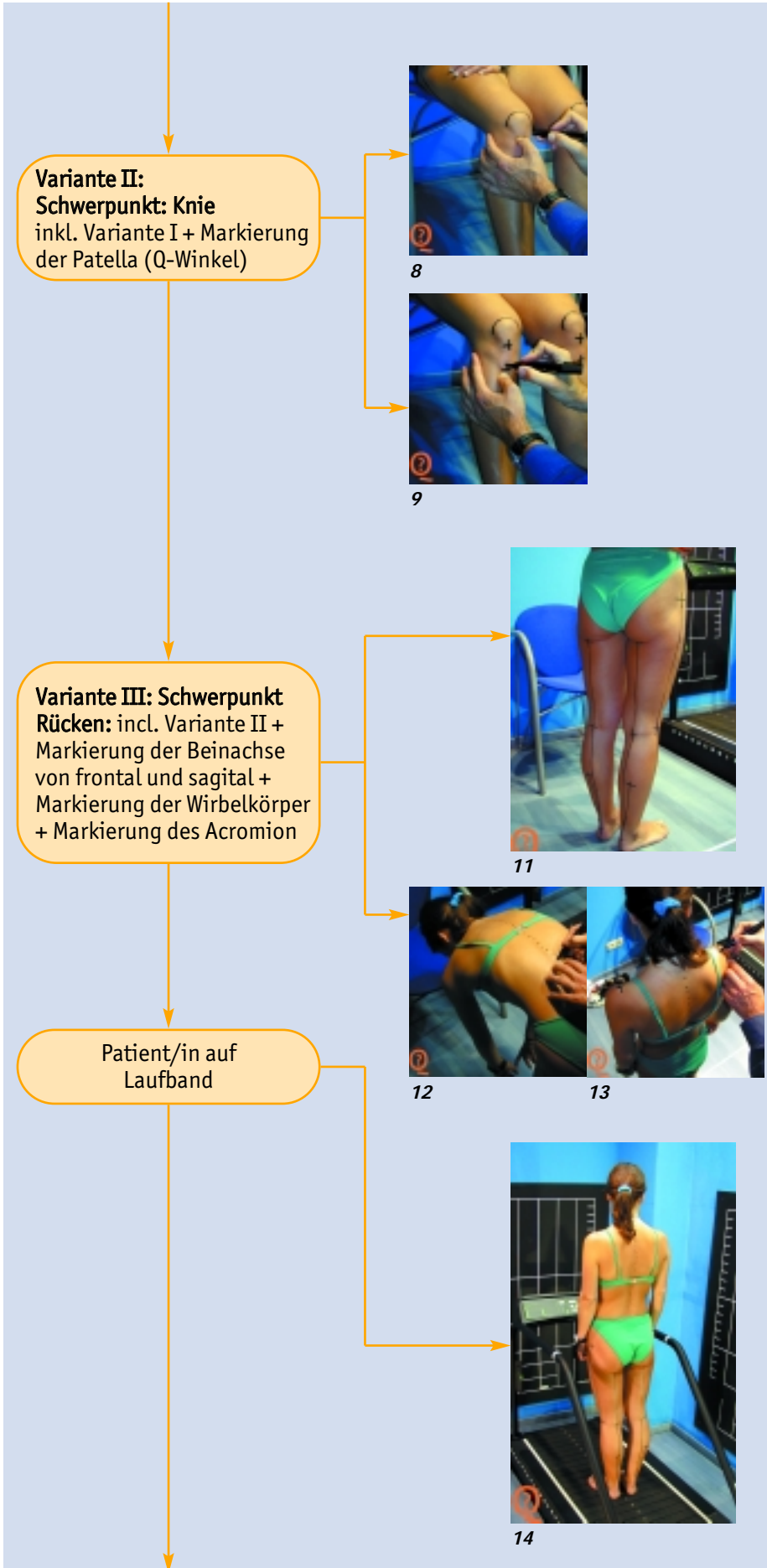
Die Antwort sei offengelassen, doch seien Sie versichert: Das zusätzliche Wissen, welches Sie durch die Durchführung von Bewegungsanalysen erhalten, wird Ihre Sichtweise und Ihr Urteilsvermögen über orthopädische Fragestellungen deutlich zum Positiven und Kompetenten hin verändern. Darüber hinaus werden Sie lernen, Ihre Arbeit differenzierter und kritischer zu beurteilen, was sich langfristig auf die Qualität Ihrer Arbeit auswirken wird.

**Ablauf der Analyse**

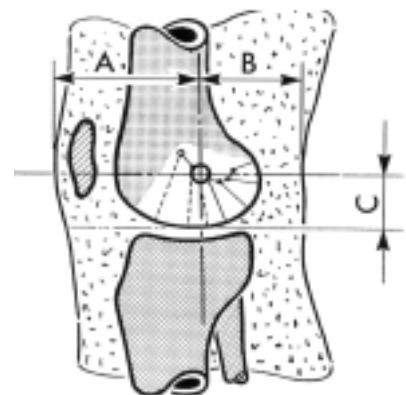
Der Ablauf einer Analyse ist exemplarisch im Ablaufdiagramm und den dazugehörigen Fotos dargestellt. Nachdem der/die Kunde/in empfangen wurde, wird von einer Mitarbeiterin ein elektronischer Fußabdruck angefertigt [Abb. 1]. Zu diesem Zweck schreitet der/die Kunde/in über eine im Boden eingelassene Fußdruckmessplatte. Anschließend wird ein originalgetreuer Ausdruck mit allen kinematischen Daten angefertigt und die Kundin wird mit der Kundenakte in den separaten Bewegungsanalyseraum geführt. Dort wird sie von dem Untersucher empfangen, der vor Beginn der Analyse die Kameras auf ihre richtige Kalibration geprüft hat [Abb. 2 – 4].

In dem ersten Gespräch werden dann die Gründe der Bewegungsanalyse besprochen, liegen doch in den meisten Fällen konkrete, oft sogar therapieresistente und rezidivierende Probleme vor. Hierzu ist ein Blick in den Terminkalender unerlässlich [Abb. 5], der die gebuchte Variante wiedergibt. Als nächster Schritt erfolgt eine manuelle Untersuchung und die Patientin wird gebeten eine kurze Hose, bzw. bei einer körperumfassenden Analyse einen Bikini anzuziehen. Im Folgenden werden je nach Analysevariante die unterschiedlichen imaginären Gelenkdurchstoßpunkte markiert und Linien zur besseren Verdeutlichung auf der Haut gezogen.





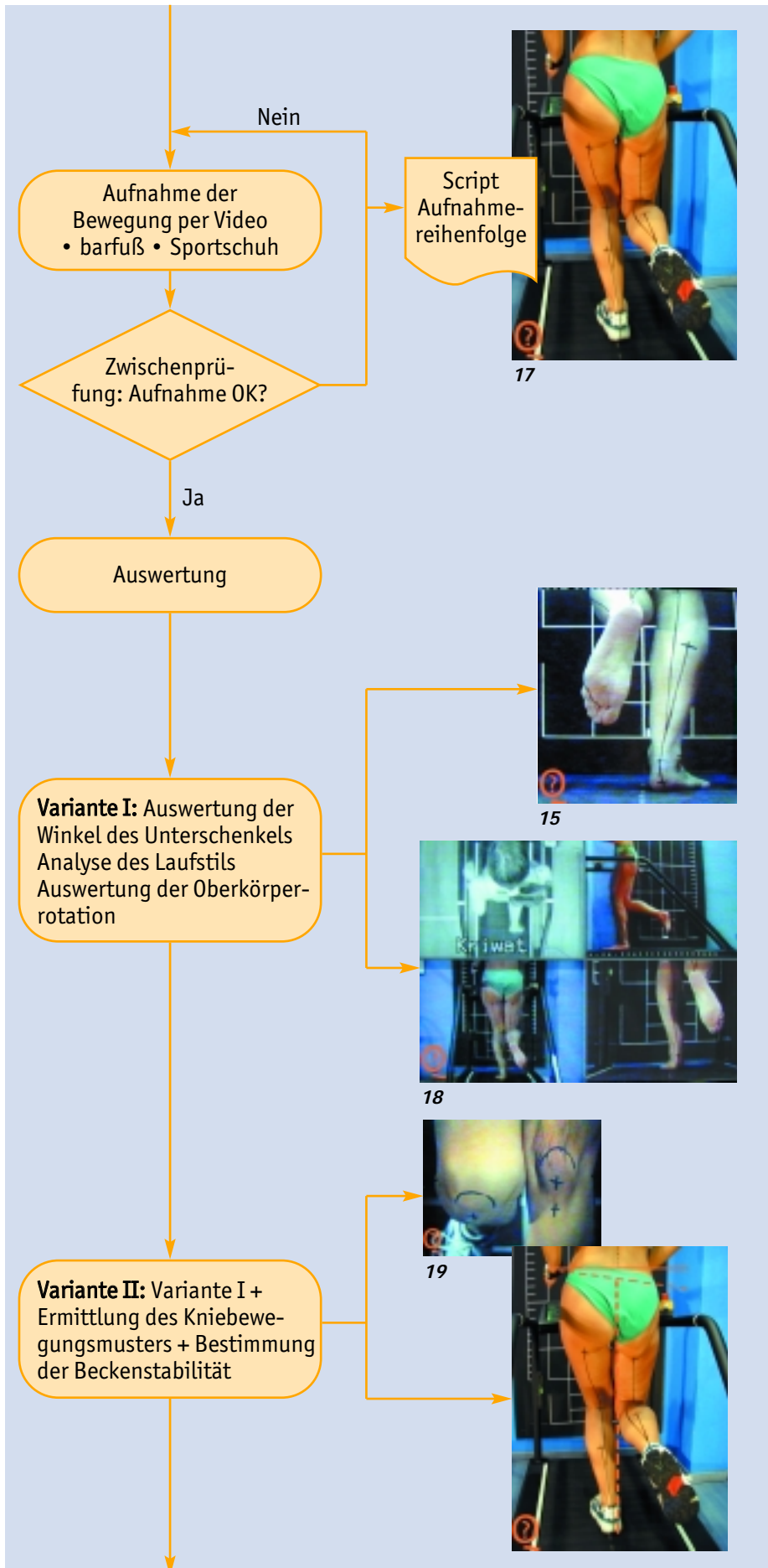
Für die Var. I gilt dies für den Bereich des Achillessehnen- und Fersen-Bodenwinkels [vgl. Gustafsson, 2000] durch einen Strich im unbelasteten Zustand [Abb. 6, 7], der mittig über das Fersenbein in den Unterschenkel gezogen wird. Bei der Var. II wird darüber hinaus die Patella in ihrer Basis, die Patella Spitze und die Tuberositas tibiae [Abb. 8,9] nach Palpation angezeichnet. Mit Hilfe dieser Punkte lässt sich die Patella-bewegung sowie der Q-Winkel unter gewissen Grenzen der zweidimensionalen Messgenauigkeit in der Dynamik nachvollziehen. Zur Bewertung der Var. III werden folgende Markierungspunkte gesetzt: Die Beinachse von hinten, die Beinachse von sagittal (Malleolus lateralis. Kompromissdrehpunkt des Kniegelenks nach Nietert [Abb. 10 (A= 60 %, B = 40 %, C = 19 mm)]) und der Trochanter major. Für die Beckenbewegung können zusätzlich Punkte auf die Spina ilica anterior superior gesetzt werden. Des Weiteren werden die Dornfortsätze der Wirbelsäule sowie das Acromion nach vorheriger Palpation markiert [Abb. 11 – 13].



10

Im Anschluss wird die Patientin auf das Laufband gebeten und es schließt sich eine erste Aufnahme sämtlicher Kamerapositionen barfuß bei geschlossenen Beinen an [Abb. 14]. Nach einer ca. 3-minütigen Eingewöhnungszeit auf dem aktivierten Laufband und bei normalen Bewegungsverhalten wird mit den dynamischen Aufnahmen begonnen. Für die Var. I werden dabei folgende Sequenzen aufgenommen: Der Sprunggelenkkomplex frontal in Großaufnahme, die sagittale Beinachse von einer Seite und die Beinachse frontal von hinten. Dies ist in einem geringen Zeitrahmen möglich, da die Kameras auf diese Positionen voreingestellt sind [Abb. 15 – 18].





Zur Var. II wird das Laufband in der Laufrichtung umgestellt und zusätzlich die Beinachse von vorn, das Sprunggelenk von vorn, die Patellabewegung sowie die sagittale Beinachse der anderen Seite aufgenommen [Abb. 19]. Die Var. III erfordert zusätzlich die Großansicht des Rückens sowie eine Aufnahme der transversalen Schulterrotation [Abb. 20]. Nach Abschluss der Barfußaufnahmen werden die getragenen Sportschuhe entsprechend der Fersenkappe [Abb. 21] durch ein Klebeband markiert und die Aufnahme-prozedur beginnt mit Sportschuhen von neuem.



21

### Auswertung

Zur Auswertung der einzelnen Varianten empfehlen wir folgende Reihenfolge:

**Var. I:** Quantitative Auswertung der Winkel des Unterschenkels (Achillessehnen- und Fersen-Bodenwinkel) – auch im Vergleich barfuß zu Laufschuhen. Seien Sie aber bei der Interpretation der Winkelstellungen mit Schuh kritisch: Die gemessenen Werte geben nicht immer die „wahren“ Winkel wieder. Häufig steht das Fersenbein im Schuh anders als die Fersenkappe es darstellt. Wenn Sie es sich erlauben können, stanzen Sie Löcher in die Fersenkappe um die exakte Position des Fersenbeines zu bestimmen.

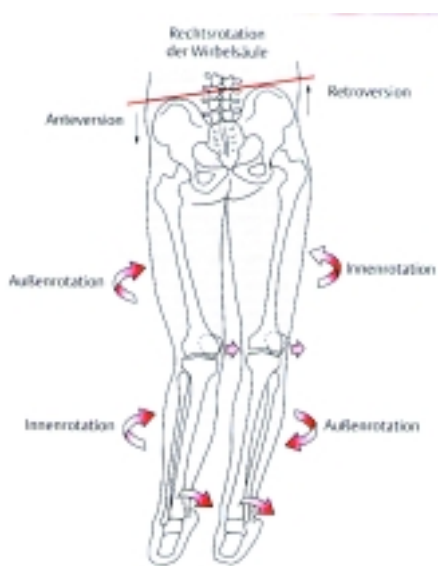
Bei der qualitativen Analyse des Laufstils achten Sie vor allem auf die gesamte Beinachse von hinten und der Seite. Häufig finden Sie hier eine Bewegungsasymmetrie in Form eines hinkenden oder humpelnden Gangbildes. Klären Sie dann, ob ein Beckenschiefstand vorliegt oder das Hinken ein Entlastungshinken zu dem Beschwerdebild darstellt. Aber Achtung: Oft ist dieser funktioneller Natur (vgl. Stinus, 2001). Die Auswirkungen eines Beckenschiefstandes auf die Bewegung der Beinachse sehen Sie schematisch in Abb. 22 (Venin, 1997), die Auswirkung auf die Muskulatur in Abb. 23 (Kendall, 1998)

dargestellt. Sollte ein funktioneller Beckenschiefstand vorliegen, kontrollieren Sie, ob in einer Beinachse/Knie eine Beugekontraktur vorliegt und geben Sie dem Kunden angemessene Kräftigungsübungen an die Hand oder sprechen Sie eine Empfehlung für eine physiotherapeutische Behandlung aus.

Darüber hinaus werfen Sie auch schon bei dieser Variante einen Blick auf die Belastungsstabilität der Beinachsen. Versuchen Sie Tendenzen einer Valgisierung oder Varisierung der Beinachse zu erkennen [Abb. 24, 25]. Nicht selten lässt sich auch im Lauf auf einer Seite ein „Overcrossing“ des Standbeines ermitteln [Abb. 26 (Venin, 1997)]. Dabei überkreuzt das Standbein den Körperschwerpunkt. Die Beinachse erscheint dann jedoch in der Belastung gerade. Meist ist dies ein Zeichen für eine Beinlängendifferenz oder eine Insuffizienz der hüftstabilisierenden Muskulatur (vor allem des M. gluteus min. et med.). Können Sie einen Zusammenhang zum eventuellen Beschwerdebild ergründen, dürften entsprechende funktionelle Kräftigungsübungen in so einem Fall hilfreicher als eine Einlagenversorgung sein.

Bei Beschwerden im Bereich der Achillessehne lassen Sie den Kunden in die tiefe Hocke gehen. Vielfach wird dies nicht möglich sein [Abb. 27]. Es kann ein Zeichen für eine eventuelle Bewegungseinschränkung der Dorsalflexion im OSG oder einer muskulär „verkürzten“ Strecksehne [Abb. 28 (Tittel, 1994)], die sich aus den Muskeln des M. trizeps surae und des M. quadrizeps bildet (in der Abb. durch schwarze Farbe gekennzeichnet) sein. Prüfen Sie zusätzlich auch manuell die Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk. Dehnungsübungen der entsprechenden Muskeln und Kräftigung der Antagonisten können bei diesem Beschwerdebild Abhilfe schaffen.

**Var. II:** Gemäß der größeren Auswahl an Aufnahmen steht bei dieser Variante die Auswertung der Kniebewegung zur Verfügung [Abb. 29]. Um ein Bewegungsmuster zu erstellen, klickt man in jedem Einzelbild des Bodenkontaktes auf die entsprechende Position der Patella. Es ergibt sich dann ein zweidimensionales Abbild der dreidimensionalen Kniebewegung. Dieses ist zwar im Sinne der Wissenschaft nicht objektiv, so lässt sich aber eine auffällige Beinachseninstabilität feststellen [vgl. Abb. 24, 25] und dokumentieren, die



Die Rotation des Beckens bewirkt eine unterschiedliche Rotation der unteren Extremität sowie eine Beckenverwölbung und Kippung des Beckens in der Frontalebene.

22



23



24

25



26

dann oft mit den Beschwerden in Zusammenhang gebracht werden kann. Sollte eine übermäßige Valgisierung wie in Abb. 29 (links stärker als rechts) zu analysieren sein, empfehlen sich stabilisierende Maßnahmen des medialen Gewölbes und funktionelle Kräftigungsübungen der Beinachse. Dies sollte ebenfalls in Absprache mit einem Krankengymnasten erfolgen. Zusätzlich wird das Becken in der Stützphase auf seine Stabilität hin untersucht. Sollte ein einseitiges „Abkippen“ des Beckens zu erkennen sein (pos. Trendelburg Zeichen), bedenken Sie immer, dass die Muskulatur einseitig stärker belastet wird [vgl. Abb. 23]. Oft lässt sich das Beschwerdebild dann aus dieser „muskulären Dysbalance“ her ableiten. Bedenken Sie auch, dass die kompensatorisch ausgelösten Rotationen der

Beinachse [vgl. Abb. 22] einen veränderten Lauf der Patella im Gleitlager des Femurs zur Ursache haben können [Abb. 30 (Kapandji, 1992, Band 2)].

**Var. III:** Der Unterschied zu den beiden zuvor aufgeführten Varianten besteht bei dieser Analyse durch den weitaus offeneren Zeitrahmen von 90 eingepflanzten Minuten. Zum einen bedingt es eine zusätzliche Konzentration auf die Bewegung der Wirbelsäule und des Oberkörpers, zum anderen kann gerade in die Beratung des Patienten mehr Zeit investiert werden, die die sorgfältigere Erklärung der funktionellen Beschwerdeursachen und in der Erarbeitung eines individuellen Kräftigungsprogrammes ermöglicht. Die Beurteilung der Wirbelsäulenbewegung ist diffizil und muss unbedingt mit der Beinachsen- und Beckenbewegung im Einklang



27



28

durchgeführt werden. Meist liegt der Schlüssel von Beschwerden im Bereich der unteren Wirbelsäule in der Beckendynamik, vorausgesetzt die Beschwerden sind belastungsabhängig.

**Dokumentation**

Nach der Analyse werden sämtliche Auffälligkeiten dokumentiert und in Form eines Berichtes niedergeschrieben. Hierbei helfen dem Untersucher in einer Textverarbeitungssoftware vordefinierte Textpassagen, die ausgewählt werden und dann wie ein Bausteinsystem in ein vorgefertigtes Berichtformular eingefügt werden. Individuelle Änderungen sind schnell möglich. Durch diese Methode kann ein Bericht mit entsprechenden Videoprints der aussagekräftigen Bewegungs- Schlüsselstellen innerhalb kürzester Zeit angefertigt werden.

Wurde der Kunde vom Arzt überwiesen, wird ein dritter Berichts Ausdruck angefertigt. Somit erhält der Kunde sein persönliches Exemplar, ein Ausdruck wird mit entsprechenden Versorgungsvorschlägen dem Arzt zugeschickt und das dritte Exemplar wird mit der Patientenakte eingelagert. Kommende Analysen können dann mit bereits durchgeführten verglichen werden.

**Versorgung**

Je nach Grad der Fehlstellung und analysierter Ursache der Beschwerden bzw. Auffälligkeiten sollten Sie nach dem Abschlussgespräch Ihre Versorgung einleiten. Lassen sich funktionelle Ursachen (d.h. muskuläre Dysbalancen oder Insuffizienzen) herausfiltern, geben Sie Ihrem Kunden entsprechende Übungen mit auf den Weg, bzw. dokumentieren Sie im abschließenden Bericht diesen Befund. Der Kunde sollte in Absprache mit dem Arzt dann weiterführende Maßnahmen in Form von krankengymnastischen Übungen durchführen.

Lassen sich anatomische Ursachen manifestieren, leiten Sie eine orthopä-

dische Einlagenversorgung ein und berücksichtigen Sie dabei folgende Punkte: Die Fußform, den Grad der Fehlstellung (kann links und rechts völlig unterschiedlich sein) sowie die Funktion der Einlage. Für die Einlagenfertigung bedeutet dies, dass von der linken zur rechten Einlage durchaus andersartige Funktionen erfüllt werden müssen. Es kann also von Nöten sein, z.B. die linke Einlage gegen eine auftretende Hyperpronation, die rechte dann aber gegen eine verstärkte Supination zu fertigen. Lassen Sie die Ergebnisse der Analyse möglichst genau in Ihre Fertigung einfließen. Eine Möglichkeit der Umsetzung sehen Sie in einer modellhaften Fertigungskarte in Abb. 31 (nähere Informationen hierzu beim Verfasser).

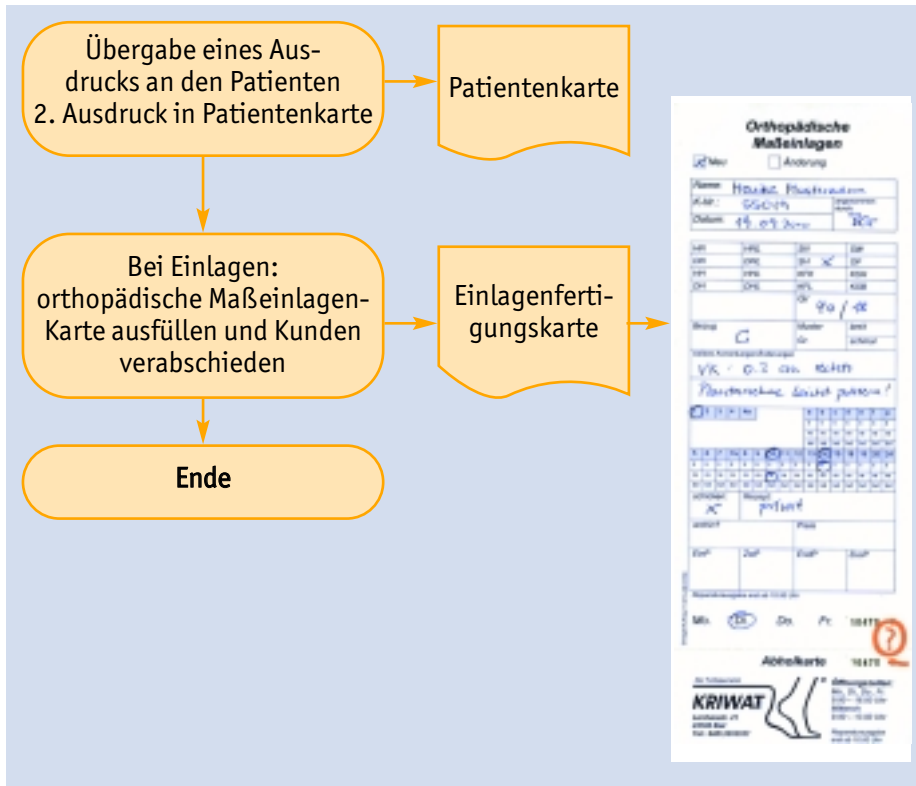
Dass die Einlage im Sport nur dann gut wirken kann, wenn der funktionell richtige Schuh den Fuß kleidet, ist der Orthopädeschuhtechnik schon länger



29



30



bekannt. Was liegt also näher, als dem Kunden eine Schuhempfehlung für seine Sportart auszusprechen. Schuhe sollten nach der Stabilität, Flexibilität im Mittelfußbereich und gewichtsabhängigen Dämpfung unterschieden werden. Leider wechseln die Modelle aller Hersteller in einem halbjährigen Zyklus – Grund genug an der Marken- und Modellvielfalt zu verzweifeln. Abhilfe kann hier das neue Softwaresystem „motionQuest“ schaffen. Es generiert nach einer schnellen Analyse die aktuellen Laufschuhe aller Hersteller. Fügen Sie die aktuellen Schuhvorschläge dann dem Bericht bei.]

● ● **Anschrift des Verfassers:**  
 Björn Gustafsson  
 currex GmbH  
 Lerchenstr. 21  
 24103 Kiel

Literaturhinweise:

(Die Basisliteratur ist durch Kursivdruck gekennzeichnet)

Variante I:

- Ahonen, J. Lathinen T. (1994). *Sportmedizin und Trainingslehre*. Stuttgart: Schattauer.  
 - Baumann, W. (1989). *Grundlagen der Biomechanik*. Schorndorf: Hofmann.  
 - Bork, H.; Thorwesten, L.; Greif, H.; Janßen, P. (1998). Kinematische Untersuchung der Rückfußpronation bei verschiedenen Laufschuhen. In: Sonderheft Dtsch. Z. Sportmed., 1, 207 – 211.  
 - Czioska, F. (2000). *Der optimale Laufschuh*. Aachen: Meyer & Meyer.  
 - Debrunner, H., Jacob, H. (1998). *Biomechanik des Fußes*. Bücherei des Orthopäden, Bd. 49, 2. Aufl. Stuttgart: Enke.  
 - Einsingbach, T.; Wessinghage, T. (1993). Funktionelle Ausgleichsgymnastik. München: Pflaum.  
 - Ellis, J. (1995). *Laufen ohne Risiko*. München: BLV.  
 - Fischer, W. (1993). Laufanalyse – Technik und Fallbeispiele. In: Orthopädieschuhtechnik, 1, 27 – 33.  
 - Fromme, A.; Winkelmann, F.; Thorwesten, R.; Reer, R.; Jerosch, J. (1997). Pronationswinkel des Rückfußes beim Laufen in Abhängigkeit von der Belastung. In: Sportverl., Sportschad., 11, 52 – 57.  
 - Grau, S.; Müller, O.; Bäurle, W.; Beck, M.; Krauß, I.; Maiwald, Ch.; Baur, H.; Mayer, F. (2000). Grenzen und Möglichkeiten der 2D-Videoanalyse in der Bewertung physiologischer und pathologischer Abrollvorgänge des Fußes bei Läufern. In: Sportverl. Sportschad., 14, 107 – 114.  
 - Gustafsson, B. (2000). Pronationswinkel des Rückfußes in Abhängigkeit der Laufgeschwindigkeit und der Fußstellung. In: Orthopädieschuhtechnik, 7/8, 32 – 40.  
 - Gustafsson, B.; Kriwat, M. (1998). Objektivität nur bedingt möglich. In: Orthopädieschuhtechnik, 11, 56 – 59.  
 - Kassat, G. (1993). Biomechanik für Nicht-Biomechaniker. Bünde: Fitness-Contour.  
 - Komi, P.V.; Hyvärinen, T.; Gollhofer, A.; Kvist, M. (1993). Biomechanische Überlegungen über Stoßkräfte und Fußinstabilität beim Laufen. In: Sportverl. Sportschad., 7, 179 – 182.

- Mayer, F.; Grau, S.; Baur, H.; Hirschmüller, A.; Horstmann, T.; Gollhofer, A.; Dickhuth, H.-H. (2001). Verletzungen und Beschwerden im Laufsport.. In: Deutsches Ärzteblatt, 19, 1069 – 1074.  
 - Milani, T. L., Kimmekamp, S., Henning, E.M. (1997). Zusammenhang von biomechanischen Parametern und subjektiver Belastungswahrnehmung in Laufschuhen. In: Dtsch. Z. Sportmed., 4, 139 – 144.  
 - Nigg, B. M. (Hrsg.). (1986). *Biomechanics of running shoes*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.  
 - Nigg, B. M.; Segesser, B. (1986). Der Laufschuh – Ein Mittel zur Prävention von Laufbeschwerden. In: Z. Orthopädie, 124, 765 – 771.  
 - Petrcic, B.; Röttgermann, F.-J.; Traenckner, K.-Ch. (1997). *Optimiertes Laufen. Medizinische Tipps zur biologischen Leistungsverbesserung*. Aachen: Meyer & Meyer  
 - Rosenbaum, D. (1998). Die Möglichkeiten nutzen, die Grenzen kennen. In: OST Sonderheft Sport, 78 – 82.  
 - Schulz, W. (1988). *Sport- und Überlastungsschäden beim Lauf*. Geislingen: Maurer.  
 - Segesser, B.; Nigg, B. M. (1993). Orthopädische und biomechanische Konzepte im Sportschuhbau. In: Sportverl. Sportschad., 7, 150 – 162.  
 - Stahl, Ch. (1992). Sportschäden und Sportverletzungen beim Laufen. Landsberg/ Lech: Ecomed.  
 - Stinus, H. (2001). Klinische Bedeutung von Beinlängendifferenzen und orthopädischuhtechnische Versorgung. In: Orthopädieschuhtechnik, 5, 12 – 18.  
 - Voss, H.; Herlinger, R. (1985). *Taschenbuch der Anatomie*. Band 1: Einführung in die Anatomie – Bewegungsapparat. Stuttgart: Fischer.  
 - Weineck, J. (1994). *Sportanatomie*. Balingen: Perimed-Spitta.  
 - Wessinghage, T. (1996). *Laufen*. München: BLV.  
 - Wirhed, R. (1984). *Sport-Anatomie und Bewegungslehre*. Stuttgart: Schattauer.

Variante II:

- Bizzini, M. (1998). Bewegungsanalyse der Einbeinkniebeuge: Beeinflussung der ventralen tibialen Translation durch eine definierte Körperstellung. Konsequenzen in der Kreuzbandrehabilitation. In: Manuelle Therapie, 2, 19 – 27.

- Bronner, O (1992). *Die untere Extremität*. München: Pflaum.  
 - Calais-Germain, B. (1994). *Anatomie der Bewegung*. Wiesbaden: Fourier.  
 - Cavanagh, P.R. (Hrsg.) (1990). *Biomechanics of Distance Running*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.  
 - Kapandji, I.A. (1992). *Funktionelle Anatomie der Gelenke. Band 2: Untere Extremität*. Stuttgart: Enke.  
 - Krämer, J. (1996). *Orthopädie*. Berlin: Springer.  
 - McRae, R. (1995). *Klinisch-orthopädische Untersuchung*. Stuttgart: Gustav Fischer.  
 - Natrup, J.; Peikenkamp, K.; Nicol, K. (1995). Beanspruchung der Gelenke beim Langstreckenlauf. In: Biokinetische Messverfahren. Einsatzmöglichkeiten in Sportmedizin und Sporttraumatologie, (S.53 – 62), Münster.  
 - Peterson, L., Renström, P. (1987). *Verletzungen im Sport*. Köln: Deutscher Ärzte Verlag.  
 - Reischl, S.F., Powers, C.M., Rao, S., Perry, J. (1999). Relationship between foot pronation and rotation of the tibia and femur during walking. In: Foot Ankle Int, 8, 513 – 520.  
 - Ventin, D. (1997). Einfluss der Zehenstellung auf die Körperstatik. In: Manuelle Therapie, 1, 37 – 42.  
 - Wyss, C. (1994). Die Ganganalyse in der orthopädischen Praxis. In: Med.- orth. Technik, 114, 42 – 48.

Variante III:

- Kapandji, I.A. (1992). *Funktionelle Anatomie der Gelenke. Band 3: Rumpf und Wirbelsäule*. Stuttgart: Enke.  
 - Kempf, H.-D.; Schmechler, F.; Ziegler, Ch. (1996). *Trainingsbuch Rückenschule*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt  
 - Petersen Kendall, F.; Kendall McCreary, E.; Geise Provance, P. (1998). *Muskeln – Funktion und Tests*. Stuttgart: Gustav Fischer.  
 - Saziorski, W.M. (1987). *Biomechanische Grundlagen der Ausdauer*. Berlin: Sportverlag.  
 - Tittel, K. (1994). *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. München: Urban & Fischer.

Der Autor ist gerne bereit, Auskünfte über die Literatur und Empfehlungen zu geben.