

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Fachgebiet Sportgeräte und Materialien

BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER FUNKTIONALITÄT VON SPORTPRODUKTEN

Christoph B. H. Ebert

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Sportwissenschaft
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Philosophie
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ. Prof. Dr. J. Beckmann

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. V. St. Senner
2. Univ.-Prof. Dr. P. Spitzenpfeil

Die Dissertation wurde am 03.02.2009 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Sportwissenschaft
am 23.2.2010 angenommen.

Vorwort

Sport ist Megatrend und Zukunftsmarkt (Freese, 2008). Freizeitakteure lassen sich in ihrem täglichen Leben vom Sport beeinflussen, Zukunftsforscher sprechen sogar davon, dass er sich von der schönsten Nebensache der Welt zur Hauptsache des Lebens entwickelt.

Sportprodukte sind zum Erleben dieses Lebensstils nicht nur notwendige Hilfsmittel oder gar Voraussetzung, sondern stellen auch eine emotionale Bindung mit der aktiven Lebensgestaltung einer modernen Gesellschaft her. Diese emotionale Komponente und die mannigfaltigen Einsatzmöglichkeiten machen das Sportprodukt zu einem besonderen Konsumgut. Auch der Welt-Branchenverband der Sportartikelindustrie (WFSGI World Federation of the Sporting Good Industry) verdeutlicht die Sonderstellung der Branche in seinem „Code of Conduct“ dadurch, dass die WFSIG Hersteller ihre Aktivitäten an den sportlichen Idealen von Fairness, Ehre, Verständnis und Ethik ausrichten.

Die Produkte der Branche müssen auch den besonderen Anforderungen der Kunden entsprechen, die auf der Suche nach Abenteuer, Gesundheit oder Leistung vom Sportprodukt die optimale Unterstützung benötigen. Doch häufig werden die Anforderungen an ein Sportprodukt für den Massenmarkt aus dem Leistungssport abgeleitet, dessen Fokus klar auf der optimalen Leistung des Systems aus Sportler und Sportprodukt liegt.

Der mündige und anspruchsvolle Kunde im modernen Sportmarkt fordert von den Herstellern, Produkte jedoch derart zu gestalten, dass sie für den zahlenden Nutzer optimal sind. Die Funktionalität des Produkts stellt hierfür ein zentrales Element dar, welches neben anderen Kriterien eine Aussage über die Akzeptanz des Kunden für ein Produkt ermöglicht.

In dieser Arbeit zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität wird dem Sportler eine besondere Rolle für das Sportprodukt zugeordnet. Damit übernimmt die Sportwissenschaft in dieser Fragestellung die zentrale Rolle im interdisziplinären Arbeiten. Die von Lames (2004) geforderte Praxisunterstützung der Sportwissenschaft wird für Industrie und Nutzer bei der Entwicklung eines nachhaltigen und freudvollen Sporttreibens wahrgenommen.

Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich mit ihrer Kraft, Erfahrung und Engagement bei der Erstellung der Dissertation und den dafür notwendigen Projekten unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, Dr. Anna und Burkhard Ebert, die mir das Vertrauen und die Möglichkeiten dazu schenkten, mich einer so spannenden Aufgabe wie einer Dissertation zu widmen und die nie müde wurden, mich zu fördern, zu ermutigten und anzuspornen. Meinem Betreuer und Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Veit Senner gilt mein großer Dank für sein Vertrauen, mich als ersten Doktoranden an dem neu gegründeten Fachgebiet Sportgeräte und Materialien zu betreuen. Sein Rat, sein umfangreiches Fachwissen und seine kreativen Ideen waren mir stets Hilfe und Motivation, mein Bestes zu erreichen. Dem Zweitprüfer Prof. Dr. Peter Spitzenpfeil danke ich für die Übernahme der Korrektur dieser Dissertation. Dem Vorsitzenden Prof. Dr. Jürgen Beckmann möchte ich dafür danken, mir als wertvoller Gesprächspartner um verschiedenste Fragen und Strukturen der Wissenschaft immer mit einem offenen Ohr und helfender Hand begegnet zu sein. Der Technischen Universität München möchte ich herzlich für die Gewährung eines Promotionsstipendiums in den ersten beiden Jahren der Forschungstätigkeit danken, das mir die Konzentration auf das Forschungsthema ungemein erleichterte.

Ohne die Hilfe der Sportartikelhersteller wäre die Forschungsarbeit an Sportprodukten nicht durchführbar, da alleine die Anschaffung aktueller Modelle den finanziellen Rahmen sprengen würde. Daher möchte ich mich bei allen Herstellern von Skischuhen für die freundliche Unterstützung mit Testmaterial bedanken. Die Fachverbände im Skilauf standen mir ebenfalls bei offenen Fragen stets helfend zu Seite.

Zuletzt möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des Fachgebiets Sportgeräte und Materialien und der Sportpsychologie bedanken, welche mir als Diskussionspartner zur Verfügung standen und mich in meinen Vorhaben nach ihren Kräften unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und Aufbau der Arbeit.....	6
1.1	Sportartikel in der Sportwissenschaft	8
1.2	Zur Bedeutung von Funktionalität.....	10
1.2.1	Bedeutungen der Funktionalität für Sportartikelhersteller	10
1.2.2	Bedeutungen aus der Sicht des Sportlers	14
1.3	Einordnung der vorliegenden Arbeit	16
1.4	Aufbau der Arbeit.....	17
2	Theoretische Grundlagen zu Sportprodukten	20
2.1	Begrifflichkeiten und Definitionen	20
2.1.1	Sporttechnologie	21
2.1.2	Sportprodukt.....	24
2.1.3	Funktion und Funktionalität	28
2.1.4	Attraktivität	31
2.2	Einordnung der Funktionalität in eine übergeordnete Systematik.....	35
2.3	Fragestellung für die vorliegende Arbeit.....	38
3	Methodische Vorgehensweise zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportartikeln	40
3.1	Beschreibung: Welche Funktionen übernehmen Sportler und Sportprodukt?..	41
3.2	Beschreibung: Welche technischen Lösungen lösen funktionelle Anforderungen?	44
3.3	Beschreibung: Wie lässt sich Funktionalität fassen?	48
3.4	Bewertung: Gewichtung funktioneller Kriterien.....	51
3.5	Bewertung: Operationalisierung von funktionellen Kriterien.....	57
3.6	Bewertung: Strategien zur Bewertung von Funktionalität	63
3.6.1	Bewertung von Sportprodukt-Einzelfunktionen in einer Einzelsituation (A)	63
3.6.2	Bewertung von Einzelfunktionen in der Gesamtsituation (B)	65
3.6.3	Bewertung von Funktionalität in einer Einzelsituation (C)	66
3.6.4	Bewertung der Funktionalität in der Gesamtsituation (D).....	67
4	Empirische Umsetzung an einem ausgewählten Sportartikel	70
4.1	Auswahl eines Beispiels.....	70
4.2	Beschreibung der Funktionalität des Skischuhs	71
4.2.1	Welche Funktionen übernehmen Sportler und Sportprodukt?.....	71

4.2.2	Lösungsansätze am Skischuh	76
4.2.2.1	Geschichtliche Erkenntnisse.....	76
4.2.2.2	Wissenschaftliche Studien.....	80
4.2.2.3	Expertenbefragung.....	84
4.2.2.4	Standards und Normen.....	86
4.2.2.5	Herstellerangaben	88
4.2.3	Funktionalität des Skischuhs	91
4.3	Bewertung der Funktionalität des Skischuhs.....	94
4.3.1	Gewichtung funktioneller Kriterien des Skischuhs	94
4.3.2	Operationalisierung funktioneller Kriterien des Skischuhs	97
4.3.2.1	Entwicklung eines Fragebogens zur Funktionalität des Skischuh	97
4.3.2.2	Messverfahren zur Messung physikalischer Kennwerte.....	99
4.3.3	Bewertung aktueller Skischuhmodelle bezüglich ausgewählter Parameter	102
4.3.3.1	Fragebogenuntersuchung zur Funktionalität in Gesamtsituation....	102
4.3.3.2	Physikalische Messung zu Einzelfunktionen verschiedener Skischuhkategorien in einer Einzelsituation	108
5	Diskussion und Ausblick	113
6	Literatur	118
7	Anhang	131
	Typische Probleme mit Ratingskalen.....	131
	Fragebögen beim Superskitest	132
	Fragenkatalog zur Expertenbefragung.....	133
	Orthopädisches Grundwissen zum Fuß.....	134
	Zusammenstellung von Normen im Wintersport	135
	Fragebogen zur Kano Analyse von Skischuhen.....	136
	Ergebnisse der Kano Analyse mit Skischuhen.....	139
	Fragebögen zur Funktionalität von Skischuhen (FFS)	141
	Aufgabenanalyse beim FFS.....	142
	Errechnung von Itemschwierigkeit und Trennschärfe des FFS	145
	Faktorenanalyse als Möglichkeit der Prüfung von Kriteriumsvalidität beim FFS....	149
	Material und Testergruppe für die praktische Durchführung des FFS	154
	Überprüfung der Reproduzierbarkeit des physikalischen Messverfahrens	156

1 Problemstellung und Aufbau der Arbeit

Mit der Bearbeitung eines Themas zur „Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten“ als sportwissenschaftliche Forschung werden Grundlagen für die weitere Arbeit an Sportprodukten gelegt. Die Herausforderung liegt dabei für den Sportwissenschaftler darin, „den Blick über den Tellerand zu wagen“. Kooperatives und interdisziplinäres Forschen und Entwickeln zwingt zur intelligenten Integration des methodischen Wissens aus dem Sport in die Vorgehensweisen und Forschungsstrategien anderer Wissenschaftsbereiche, wie diejenigen von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Der so entstehende Mix aus Wissen, Strategien und Methoden bildet für die zukünftige Arbeit am System aus Sportprodukt und Sportler die Grundlage für Fortschritt. Daher wird dieses relativ junge Forschungsfeld geprägt durch eine spannende Methoden- und Disziplinenvielfalt und bedarf grundlegender Forschung zu möglichen Modellen und Theorien.

Die Ansätze zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportartikeln, wie sie in dieser Arbeit vorgestellt werden, sollen für andere Elemente der Sporttechnologie ebenso anwendbar sein und stellen eine erste Grundlage für ein übergeordnetes Modell zur Attraktivität von Sportprodukten dar. Auf dieser strukturellen Basis können zukünftig Fragestellungen bearbeitet werden, die zu einer Sammlung von Kriterien, Bewertungsmöglichkeiten und Vergleichen der Funktionalität von Sportprodukten führen.

Die wissenschaftliche Vorgehensweise und Struktur der Beschreibung und Bewertung von Funktionalität könnte der Industrie als Anstoß dienen, Sportgeräte besser an die Bedürfnisse des Nutzers, die Bewegungsaufgabe und die Umgebungsbedingungen anzupassen. So könnte die Sportwissenschaft die Industrie in ihren Anstrengungen für ein optimal funktionelles Sportprodukt sinnvoll unterstützen. Der Beitrag der Wissenschaft hilft den Ingenieuren und Entwicklern dabei, auf der Grundlage von Ergebnissen zur Funktionalität von Sportprodukten neue Produktideen zu entwickeln und bestehende Produkte zu optimieren. Dies kann sich im Einzelnen wie folgt realisieren lassen:

1. Feld Innovation

Innovationsmethoden benötigen Spielräume. Je differenzierter ein Sportgerät beschrieben werden kann, desto mehr Felder ergeben sich für die Ideenfindung für neue Sportgeräte. Dabei stellen Faktoren der Funktionalität ein außerordentlich gehaltvolles Repertoire dar, sich darüber Gedanken zu machen, wie man die Funktion für den Nutzer optimal im Produkt realisieren kann, die Wünsche des Nutzers integriert, oder aber die sportliche Bewegung optimal unterstützt.

2. Feld Optimierung

Die Beschreibung der Funktionalität eines Sportgeräts und die nutzerorientierte Bewertung liefern für Entwickler und Forscher Datenmaterial, welcher Nutzer welche funktionellen Eigenschaften des Produkts schätzt. So können zielgerichtet Lösungen zur Optimierung einzelner funktioneller Parameter gesucht werden, um eine sinnvolle, risikoarme und kostengünstige Schwerpunktsetzung für die Sportgeräte der Zukunft zu schaffen.

3. Feld Differenzierung

Eine strukturierte Herangehensweise aus nutzerspezifischer Ideenfindung und Bewertung der gefundenen Lösungen ist für eine risikoarme und schnelle Produktdifferenzierung vorteilhaft. Die nutzerspezifische Bewertung der Funktionalität von Sportgeräten liefert hierfür die Chance, Produkte besser an verschiedene Nutzergruppen anzupassen. Die vorliegende Arbeit zur Funktionalität liefert eine strukturelle Vorlage, die Nutzerwünsche zu kategorisieren und zu bewerten. Die Informationen, welche Kriterien des Produkts bei den Sportlern zu Begeisterung und Zufriedenheit führen, ermöglichen die Differenzierung vom Mitbewerber.

4. Feld Bewertung

Sowohl Hersteller als auch der Handel und Endverbraucher haben teils existenzielles Interesse an der Bewertung von Sportgeräten. Nicht nur die Förderung des Verkaufs und des betriebswirtschaftlichen Erfolgs sind hier maßgebend, sondern auch die langfristige Zufriedenheit der Nutzer mit den versprochenen Produkteigenschaften. Nur der mit dem Produkt langfristig zufriedene Käufer wird erneut ein Produkt dieser Marke kaufen.

Diese Forschungsarbeit darf für Sportwissenschaftler als Motivation verstanden werden, sich mit dem Thema Sportartikel in der Ausbildung oder der wissenschaftlichen Forschung zu beschäftigen. Hier wächst seit kurzer Zeit eine spannende Schnittstelle und ein interessantes und herausforderndes Tätigkeitsfeld zwischen Forschung und Industrie heran. Die sportwissenschaftliche Kompetenz ist dabei von großer Wichtigkeit, da die Bewertung der Systemfunktionalität nicht ohne die Fähigkeit zur Bewertung des Menschen in sportlicher Bewegung möglich ist. Die Methoden der Sportwissenschaft erfüllen dabei die Aufgabe, Unterschiede in der Leistungsunterstützung, der Gesamtleistung, dem Spaßempfinden, der Sicherheit oder dem Komfort zu evaluieren.

1.1 Sportartikel in der Sportwissenschaft

Das Studium der Sportwissenschaften an deutschen Hochschulen beinhaltet für die Studierenden den Umgang mit einer Vielzahl von Sportprodukten wie Turnmatten, Bällen oder Fahrrädern. Doch über die Nutzung dieser für viele Individual- und Mannschaftssportarten notwendigen Gerätschaften werden kaum Kompetenzen vermittelt, wie etwa Methoden zur Bewertung, Entwicklung oder Individualisierung. Diese fehlende Komponente resultiert wohl aus der noch sehr jungen Geschichte der Forschungsdisziplin rund um das Sportgerät. Nach Hummel wurde das Sportgerät in der Sportwissenschaft der letzten Jahren geradezu vernachlässigt (Hummel, 2001), was der Vielfalt der Sportwissenschaft nicht gerecht wird.

Dabei haben Sportprodukte verschiedene sinnhafte und sinngabende Elemente, die den Antrieb des Nutzers, seine Umwelt und seine sportliche Bewegung beeinflussen. So versetzt die Technik und die Gestalt des Fahrrads den Nutzer in die Lage, durch eine kreisrunde Bewegung der Beine und durch erlernte und angepasste Gleichgewichts- und Lenkaktionen das System Fahrer-Fahrrad in Bewegung zu versetzen und so deutlich höhere Geschwindigkeit und Reichweite zu erreichen, als dies beim Gehen oder Laufen möglich ist. Doch nicht nur in der Leistungssteigerung des menschlichen Systems liegt ein Sinn für die Verwendung von Sportartikeln, sondern er drückt sich in unterschiedlichen Gesichtspunkten aus (angelehnt an Hummel, 2001):

Überwindung von Naturgesetzen

Erfahren und „Ausreizen“ der Gesetzmäßigkeiten der Erde. Sinnerfahrung durch die Beherrschung der natürlich gegebenen Gesetzmäßigkeiten wie zum Beispiel der Eigenschaften des Wassers.



Naturgesetze überwinden mit dem Aquaskipper, Quelle: Hersteller

Adaptation kultureller Gegebenheiten

Aus Arbeitsgeräten oder Geräten des Alltags werden Sportgeräte, wie dies bei alpinen Ski vor etwa 100 Jahren oder mit Kochgeräten Ende des 20. Jahrhunderts geschah.



Neue Sportart Wokfahren. Quelle: spiegel-online

Ästhetik

Der Ausdruck sportlicher Eleganz im Umgang mit dem Sportprodukt, wie zum Beispiel beim Freestyle-Sport mit dem Snowboard.



Snowboard Freestyle, Quelle: eigene Aufnahme.

Interaktion mit weiteren Nutzern

Teamsportarten und Sportarten, in dem man mit oder gegen einen Gegner spielt, haben diese soziale Sinnkomponente.



Tischtennisschläger ermöglichen Interaktion mit anderen Nutzern. Quelle: Hersteller.

Schutz Dritter und des Nutzers

Eindrückliches Beispiel hierfür sind Ausrüstungsgegenstände im Klettern, die dazu verwendet werden, den Partner zu sichern und den Absturz zu vermeiden.



Einsatz eines Crash Pads beim Klettern. Quelle: Wikipedia

Optimierung eigener Leistung

Die Möglichkeiten, die Gesamtleistung des Systems zu optimieren sind häufig erst durch technische Neuentwicklungen möglich. Neuartige technische Konzepte fordern vom Sportler dann auch angepasste Bewegungsmuster.



Leistungs- und Trainingsoptimierung durch Zusatzfunktionen am Fahrradlenker. Quelle: eigene Aufnahme

Diese Vielzahl von Komponenten und die komplexe Verzahnung mit der dem Sportprodukt innewohnenden Technik lassen bereits erahnen, dass es in der Sportprodukt-Forschung prägnante Bereiche gibt, wo interdisziplinäres Arbeiten unabdingbar ist. Die Fragestellungen, die sich aus dem System Sportler und Sportartikel ergeben, betreffen sowohl alle sportwissenschaftlichen Disziplinen, als auch andere technologisch orientierte Wissenschaften und Bereiche. In dieser mannigfaltigen Verflechtung erhält die Sportartikelforschung die Mittlerrolle zwischen den verschiedenen Disziplinen, die sich mit jeweils einem Aspekt des Systems selbst oder der Wirkung des Systems beschäftigen. Jedoch wird erst im Zusammenspiel die Beantwortung der spannenden Fragen möglich.

1.2 Zur Bedeutung von Funktionalität

Die vorliegende Forschungsfrage um die Funktionalität betrifft sowohl Hersteller als auch Sportler selbst, deren Bedarf, Erfahrung und Nutzen im Folgenden auf der Grundlage verschiedener Forschungsarbeiten dargelegt werden. Um einen möglichst umfassenden Blick auf die Bedeutung der Funktionalität zu erhalten, werden im Folgenden Untersuchungen zu vier verschiedenen Sportproduktsegmenten betrachtet. Sowohl für Tennisschläger, Laufschuhe, alpine Ski und Kletterausrüstung lässt sich daraus ableiten, dass valide Ergebnisse zur Funktionalität der Produkte positive Wirkung für alle Beteiligten hätten. Für die Sportler ergibt sich damit die Möglichkeit, sich wissentlich mit dem richtigen Sportprodukt auszustatten. Für die Unternehmen liegt im Umkehrschluss die Chance, zielgerichtet die Weiterentwicklung der Produkteigenschaften und die Werbung zu gestalten.

Der Auftrag an die Wissenschaft liegt damit auf der einen Seite in der Schaffung von Grundlagen zur Bewertung von Sportprodukten, wie Definitionen und Vorgehensweisen, auf der anderen Seite in der Schaffung von Angeboten für die Nutzer, die Erkenntnisse für die eigenen Bedürfnisse brauchbar zu machen.

1.2.1 Bedeutungen der Funktionalität für Sportartikelhersteller

Obwohl vielen Herstellern die Bedeutung der Funktionalität für die Kaufentscheidung des Kunden bewusst scheint, schenkt man der Produkt- und Konsumentenforschung im Feld der Sportartikelindustrie allgemein noch wenig Aufmerksamkeit (Seidl, 2008, im Rahmen der Forschungstätigkeit betreute Dip-

lomarbeit). Als Begründung wird hauptsächlich angeführt, dass Forschungsprojekte und Erhebungen von Daten in der Praxis zu aufwendig und zu kostenintensiv seien. Zudem kann Funktionalität vom Kunden vor dem Kauf im Vergleich zum Design, der Marke oder dem Preise ohne Vorerfahrung nur schwerlich bewertet werden. Daher legen Sportartikelhersteller oft noch mehr Wert auf die Entwicklung eines positiven Markenimages und der Preisführerschaft. Allerdings wird sich im Sinne der Nachhaltigkeit und langfristigen Zufriedenheit des Sportlers der Fokus auf Funktionalität sicherlich auszahlen, da mit dem erfolgreichen Benutzen des Sportprodukts die eigene Motivation zum erneuten Kauf eines Produkts dieses Herstellers und bei dem entsprechenden Händler steigt.

Verbesserung der Produktkenntnis

Hersteller setzen zu Stärken- und Schwächen-Analyse eines Sportprodukts verschiedene Methoden ein, beispielsweise Service- und Garantieforschungen nach dem Kauf, bei denen die Gründe gesammelt werden, die bei der Benutzung durch den Kunden als Schwächen des Produkts wahrgenommen werden. Der Nachteil dieser Suche liegt in der Art der Schwächenanalyse, die zwar bei der Produktverbesserung zu weniger Unzufriedenheit führt, aber den Kunden noch nicht vom Produkt begeistert (Seidl, 2008, S. 20).

Funktionalität wird für die Hersteller dann von entscheidender Bedeutung, wenn sie ihre eigenen Produkte in firmeninternen Tests gegen vergleichbare Mitbewerber stellen (vgl. Tabelle 1). Häufig werden hierzu Lead-User Tests durchgeführt, in denen oftmals herausragend versierte Sportler Rückmeldung über die Eigenschaften des neu-

Tabelle 1: Generelle Zielsetzungen von Produkttests

Bei noch nicht auf dem Markt befindlichen Produkten (Prototypen)	Bei bereits auf dem Markt befindlichen Produkten
<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung von Produktalternativen • Ermittlung des (aus Verbrauchersicht) besten Produktes aus einer Reihe von Produktalternativen • Ermittlung der optimalen Gestaltung einzelner Produktqualitäten (z.B. Preis, Name) • Testen eines Produktes als Ganzes auf Gebrauchstauglichkeit und Imagewirkung und damit auf seine Marktchance 	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit und Imagewirkungen im Vergleich zu Konkurrenzprodukten • Ursachenanalyse bei möglichen Marktanteilsverlusten • Überprüfung der Wirkungen von Änderungen des Produktes als Ganzes oder einzelner Produktbestandteile (z.B. Produktvariation, Produktdifferenzierung)

Quelle: vgl. Koch (2004) S. 135., eigene Darstellung

en Produkts geben. Sie versuchen sich dabei in die Bedürfniswelt des gedachten Nutzers einzufühlen, wobei durchaus auch Fehler unterlaufen können.

Werden Tests zur Funktionalität von unabhängigen Institutionen oder Medien realisiert, ist eine nachträgliche Anpassung der Produkteigenschaften nicht mehr sinnvoll, da der Kunde eben über den Status Quo des Produkts informiert wird. Leider besteht aufgrund der fehlenden Standards und einer uneinheitlichen Systematik in Sportartikeltests ein schwieriges Verhältnis zwischen Testinstituten und Herstellern: Vorwürfe hinsichtlich mangelnder Kompetenz und Subjektivität bei der Testdurchführung wechseln sich parallel zu den Testergebnissen mit der stolzen Veröffentlichung der Ergebnisse zu Marketingzwecken ab (vgl. hierzu Schuster, 2008, S. 38, im Rahmen der Forschungstätigkeit betreute Diplomarbeit).

Verbesserung der Kundenkenntnis

Der aktuelle Trend zu immer individuelleren Kundenwünschen, wie er unter anderem durch eine wachsende Anzahl von Produktklassen im Ski-, Bike- oder Sportschuhmarkt zu beobachten ist, kann nur dann langfristig erfolgreich sein, wenn der Nutzer und seine Wünsche genau bekannt sind. Die Herausforderung, durch Produktinnovationen für den Endverbraucher tatsächlich wahrnehmbare Verbesserungen zu erreichen, bedarf der zielgerichteten Analyse über die Güte der Eigenschaften des Produkts und der Zufriedenheit der Sportler. Im Entwicklungsprozess von Sportgeräten findet man bisher kaum standardisierte Vorgehensweisen, die

bereits von Beginn an die Integration der Kundenwünsche ermöglichen. Im Gegensatz dazu nehmen die Sportartikelhersteller großen Aufwand in Kauf, dem Kunden neue Produkte durch innovative Marketing Strategien schmackhaft zu machen, deren Inhalt über Wirksamkeit der neuen Technik oder des Produkts



Abbildung 1: Werbebotschaft für eine Innovation im Skimarkt, jedoch mit nicht überprüften, funktionellen Aussagen.

Quelle: www.kneissl.com

weder nachgewiesen ist, noch beweisbar erscheint (vgl. hierzu die Werbebotschaft in Abbildung 1).

Möglichkeit der Kundenintegration

Beispiele für erfolgreiche Kundenintegration im Konsumgüterbereich finden sich bereits in den 90er Jahren, bei denen der Nutzer als zentraler Faktor der Wertschöpfungskette in die Mass Customization integriert wurde. Eine Mehrzahl von Vertretern der Sportartikelindustrie schätzt nach den Studien im Tennismarkt die Integration des Nutzers als wichtig ein (Seidl, 2008, S. 20ff). In welcher Form dies geschehen kann, liegt dabei an der Art des Produkts, aber auch an den übergeordneten Strategien des Herstellers. Die Chancen, die sich aus einer solchen Integration ergeben, liegen aber auch für die Hersteller auf der Hand: weniger Risiko bei der Produkteinführung, Erhöhung der Sicherheit bei Entscheidungen zu Nutzergruppen und leichtere Abschätzung für die Rentabilität des Produkts.

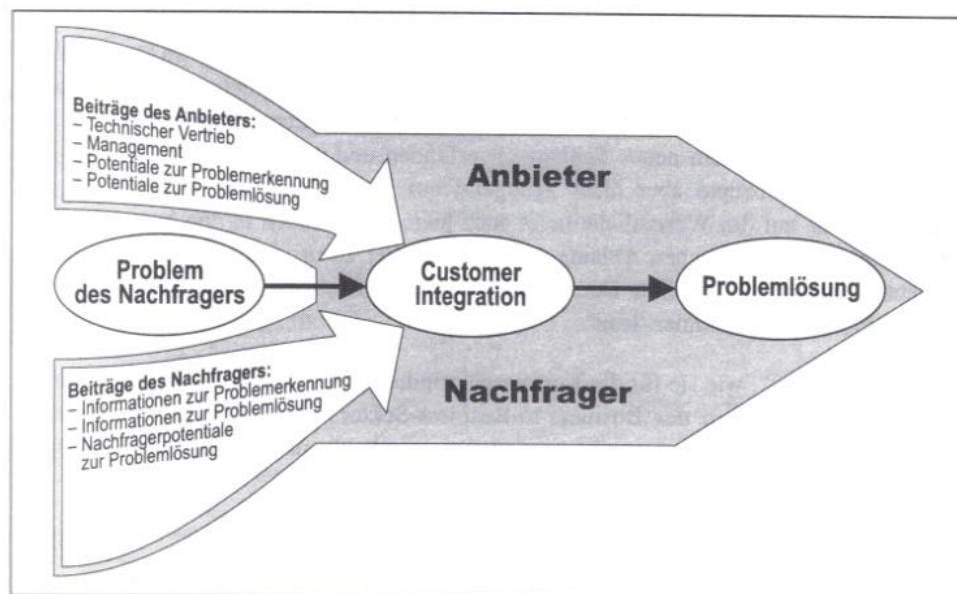


Abbildung 2: Grundprinzip der Kundenintegration. Quelle: Kleinaltenkamp, Fließ, Jacob, 1996: Customer Integration, S. 23

Voraussetzung für eine erfolgreiche Integration des Kunden ist jedoch die strukturierte Herangehensweise an die Eigenschaften des Produkts. Es bietet sich besonders bei so individuellen Produkten wie Sportprodukten an, den Kunden bereits sehr früh in den Produktentwicklungsprozess mit einzubinden. Im Rahmen von Produkttests lassen sich marktbezogene und technologische Unsicherheiten bereits in der frühen Phase des Innovationsprozesses weitgehend

minimieren, indem unter anderem nach funktionellen Gesichtspunkten Bedürfnisinformationen des Kunden erhoben werden. Innovationen können so als interaktiver Prozess zwischen Hersteller und Sportler entstehen. Dabei beschränkt sich der Kunde nicht nur auf die Artikulation seiner Bedürfnisse oder die Beteiligung an Markttests, sondern entwickelt anhand der strukturellen Voraussetzungen der Funktionalität des Sportprodukts konkrete Innovationsideen, die durch Hersteller umgesetzt werden könnten (vgl. hierzu Abbildung 2). Die Funktionalität wird in den Tests real existierender Produkte oder Prototypen von Testpersonen bewertet, wodurch den Herstellern eine Vielzahl von Daten über die Produkt-Verwendungseigenschaften zur Verfügung stehen. Dabei sind die Vielzahl von Parametern und die zahlreichen Arten von Produkttests für die Hersteller nur schwer zu überblicken. Eine mögliche Struktur für funktionelle Betrachtungen des Sportprodukts könnte die Information aus Kundentests langfristig vergleichbar machen. Inhalt dieser Struktur sollten verschiedene Testvarianten, deren methodischer Hintergrund, Umfang, Form und Darbietung sein.

1.2.2 Bedeutungen aus der Sicht des Sportlers

Funktionalität ist zwar für einen Sportler kein alltäglicher Begriff im Umgang mit seinem Sportprodukt, doch sind jedem Nutzer funktionelle Eigenschaften von Sportprodukten bekannt, auf die er besonderen Wert legt. Ob sein Sportprodukt diese Eigenschaften auch erfüllt, kann aber in den meisten Fällen erst nach dem Kauf festgestellt werden. Vorab Informationen aus eigener Erfahrung zu sammeln, ist für Kunden in Testveranstaltungen von Fachhändlern oder Herstellern möglich. Veröffentlichungen zu Tests der Produkte in Fachzeitschriften machen dem

Kategorie	Stabilschuh
Modell	Mizuno Wave Inspire 4
Dämpfung	<ul style="list-style-type: none"> durch die medial aus Fiberglas verstärkte zweite Platte verhindert die Composite Double Fan Shaped Wave aus Pebax effizient und sanft leichte bis starke Über-Pronationstendenzen
Körpergewicht	
	leicht mittel schwer
Supinierer	○ ○ ○
Neutralläufer	● ● ●
Überpronierer	●●●● ●●●● ●●
Torsionsfähigkeit	●
Abrollverhalten	●●●●
Laufuntergrund	
Straße	●●●●
Waldwege	●●●
Trail/Matsch/Schnee	●
Gewicht (US 9,5)	H: 320 g; D: 270 g
erhältliche Größen	Herren: UK 6–12; 13; 14; 15 Damen: UK 3–10
Preis	125,- Euro
Besonderheit	<ul style="list-style-type: none"> die neu entwickelte Dynamotion-Fit-Technologie garantiert einen optimalen Sitz während des gesamten Abrollvorgangs



Mizuno Wave Inspire 4
 Am Fuß überzeugt er gegenüber seinem Vorgänger mit einer noch besseren Passform durch seinen schmalen Schnitt. Im Mittelfußbereich und an der Ferse sitzt er deutlich kompakter am Fuß. Eine gelungene Kombination aus optimaler Dämpfung und Stützverhalten zeichnet den Inspire aus, was ihn beim Laufen im Vergleich zu seinem Vorgänger deutlich komfortabler wirken lässt. Hinzu kommt ein weicher Aufsatz mit aktivem Abrollen nach vorn. Rundum eine gelungene Verbesserung gegenüber dem Inspire 3, und für leichte bis mittelschwere Läufer, die eine leichte Überpronation aufweisen, geeignet. Ideal läuft sich der Schuh auf festem Untergrund. Waldböden mit vielen Tannenzapfen sollte man meiden, da sich diese in den Außensohlen verteilen können.
 Preis: 125,- Euro

Abbildung 3: Testergebnis eines Laufschuhs; Quelle: Laufschuh Special Nr. 02/2008, S. 66

Leser die Bedeutung der Produkt-Funktionalität als wichtiger Faktor klar, über den er sich möglichst vor dem Erwerb oder Gebrauch informieren sollte.

Information durch Sportprodukttests

Eine von Schwer (2008, im Rahmen der Forschungstätigkeit betreute Diplomarbeit) durchgeführte Untersuchung an 251 Lauf-Sportlern zu Informationen in einschlägigen Laufschuh-Tests der Fachzeitschriften zeigen, dass sich die Leser oft als nur wenig ausreichend über die Technologien von Laufschuhen informiert fühlen. Dabei lesen 51% der Befragten bereits vor dem Kauf die aktuellen Testergebnisse der neuesten Schuhmodelle. 70% der Befragten wünschen sich zu den Informationen in den Medien mehr objektive Testmöglichkeiten für Laufschuhe, was auf die Wichtigkeit der persönlichen Erfahrungen mit dem Sportprodukt hindeutet (Schwer, 2008, S. 55ff). Eine Analyse der Leser von Skitest-Ergebnissen lässt zudem den Schluss zu, dass diese zumeist recht gute sportliche Fertigkeiten besitzen. Wie stark sich diese Leser jedoch von den Testergebnissen beeinflussen lassen, ist in diesem Fall umgekehrt proportional zum Fahrkönnen (Schuster, 2008).

Einfluss auf die Kaufentscheidung

Einen Anhaltspunkt dafür, welchen Stellenwert die Funktionalität für die Kaufentscheidung einnimmt, wurde bei Klettersportprodukten (Roos, 2008) und alpinen Ski (Schuster, 2008) untersucht.

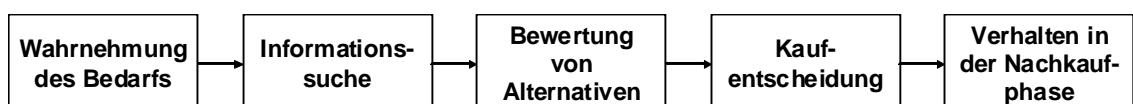


Abbildung 4: Phasen des Kaufentscheidungsprozesses (vgl. hierzu Kotler, Armstrong, Saunders, Wong, 2007, S. 335)

In beiden Fällen wird festgestellt, dass Funktionalität wichtigen Einfluss auf den Kaufentscheidungsprozess bei Sportprodukten hat. Da die Kaufentscheidung nur eine der Phasen im Verlauf des Kaufentscheidungsprozesses darstellt (vgl. Abbildung 4), wird für den Einfluss der Funktionalität auf die Kaufentscheidung in den Arbeiten auch auf die Phasen vor der Entscheidung eingegangen.

Im Verlauf des Prozesses beim Kauf von Klettersportartikeln kommt der Funktionalität vor allem in der Phase der Informationssuche und in der Bewertung von

Alternativen die ausschlaggebende Rolle für die spätere Produktauswahl zu (vgl. Roos, 2008, S. 68ff, im Rahmen der Forschungstätigkeit betreute Diplomarbeit). Bei der Befragung zu Klettersportartikeln zeigt sich sogar, dass der Einfluss der Marke, des Designs und des Preises für den Kunden bei der Kaufentscheidung weniger wichtig ist als funktionelle Kriterien, unabhängig vom Geschlecht und Leistungsstand. Einen entscheidenden Einfluss durch die Beratung zu den wichtigen funktionellen Eigenschaften des Produkts übernehmen dabei Freunde und Verkäufer in Fachgeschäften. Wie bereits vorher erwähnt, zeigt sich in der Arbeit von Schuster (2008, S. 79) auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Lesen von Testergebnissen in Fachzeitschriften und dem Kauf eines bestimmten Ski-Produkts. Besonders großen Einfluss hat für die Sportler dabei, scheinbar aufgrund der Übersichtlichkeit und Einfachheit, die Beschreibung der Charakteristik von Fahreigenschaften der Produkte.

1.3 Einordnung der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Forschungsarbeit basiert auf dem Wunsch, erste Schritt hin zu einer allgemein gültigen Theorie zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten zu erarbeiten. Um die Grundlage für die Schaffung von Theorien zu legen, soll anhand des Beitrags von Willimczik (2008) zu „Zirkulation oder Fortschritt“ der Bezug der vorliegenden Arbeit zur sportwissenschaftlichen Theoriebildung hergestellt werden. Das von Willimczik vorgeschlagene Modell in Abbildung 5 systematisiert unterschiedliche Aspekte der Theoriebildung um das zentrale Element des Problemgegenstands, der im vorliegenden Fall die Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten ist. Als Ausgangspunkt für die Betrachtung des Problemgegenstandes gilt die Alltagsbeobachtung im Umgang mit Sportprodukten. Diese Informationen über die Realität stellen den Ausgangspunkt für die wissenschaftliche Fragestellung dar. Wie in der Sportwissenschaft üblich bildet der Mensch zusammen mit dem Sportprodukt das Materialobjekt und die sportliche Bewegung das Formalobjekt als Unterbau für den Problemgegenstand der Funktionalität. Der theoretische Überbau enthält neben den philosophischen Voraussetzungen, den allgemein gültigen Paradigmen auch Rahmentheorien, die auch als Theorieprogramme angesehen werden können, wie zum Beispiel die Theorien

zur Motivation zum Sporttreiben. Die hierarchisch untergeordneten Sachproblemtheorien sind Theorien in konkreten Funktionen und Domänen, die dann auch empirisch überprüfbar sind. An der Stelle der Sachproblemtheorien in der Hierarchie der Theoriebildung beschäftigt sich die Arbeit empirisch mit dem Fall der Funktionalität des Skischuhs. Die methodische Vorgehensweise soll weitere Forschungsarbeiten dabei unterstützen, Hypothesen zu diesem Problemgegenstand der Bewertung der Funktionalität zu beantworten und so die Sachproblemtheorie zu stärken.

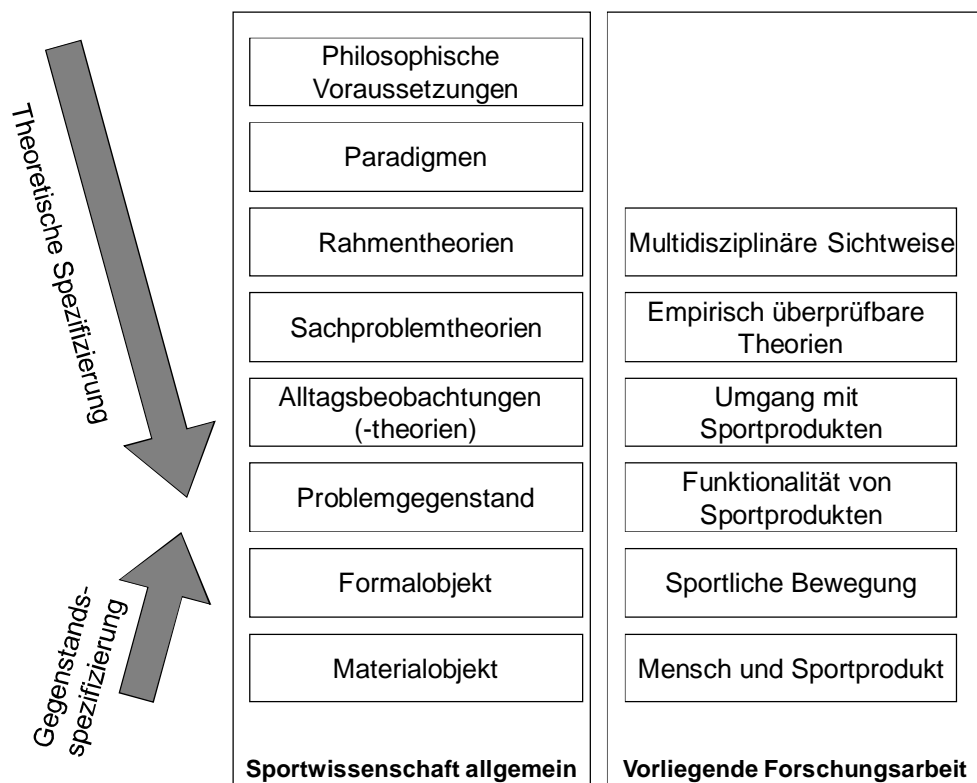


Abbildung 5: Mehr Ebenen Modell zu Differenzierung theoretischer Aspekte der Theoriebildung in der Sportwissenschaft und in der vorliegenden Forschungsarbeit. Quelle: nach Willimczik, 2008, S. 253

1.4 Aufbau der Arbeit

Ausgehend vom Titel der Arbeit zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität setzt sich die Arbeit in vier Kapitel zusammen.

Im ersten, einführenden Teil der Arbeit wird der Leser mit dem Begriff der Funktionalität aus verschiedenen Sichtweisen in das Thema eingeführt. Dazu zählt neben der Verdeutlichung der Aktualität des Themas für verschiedene Teilneh-

mer am Sportmarkt auch die Bedeutung der Funktionalität von Sportprodukten für die Sportwissenschaft.

Der zweite, theoretische Teil der Arbeit beginnt mit der Definition der für die vorliegende Arbeit und auch die Forschung im Bereich der Sportprodukte wichtigen Begrifflichkeiten. Dabei findet der Begriff der Sporttechnologie und Technik im Sport besondere Beachtung, da er im Sport verschiedene Bedeutungsdimensionen einnehmen kann und für die vorliegende Forschungsfrage und Strukturierungsaufgabe besonders wichtig ist. Außerdem wird eine allgemeine Systematisierung des Sportprodukts unter Beachtung der Sporttechnologie vorgenommen, die für ein zukünftiges Forschungsfeld eine mögliche Struktur bieten kann. Das zentrale Thema der Arbeit, die Funktionalität und Funktion von Sportprodukten wird im Anschluss beleuchtet und für Sporttechnologie definiert. Im Rahmen dieser grundlegenden Überlegungen wird auch ein Modell zur Einordnung des Sportprodukts allgemein und der Funktionalität im Speziellen in übergeordnete Zusammenhänge präsentiert, das als Grundlage zur Erarbeitung von Sachproblemtheorien dienen kann. Auf dieser theoretischen Grundlage erfolgt nun die Konkretisierung der forschungsleitenden Fragestellung dieser Arbeit: Die Funktionalität von Sportprodukt A ist größer als die Funktionalität von Sportprodukt B.

Der Teil „Methodenentwicklung“ der Arbeit beschäftigt sich mit einem Vorgehen zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität und verdeutlicht die Vorgehensweisen mit kurzen Beispielen aus verschiedenen Feldern der Sporttechnologie. Die Beschreibung der einzelnen Schritte der Vorgehensweise ist Grundlage für den empirischen Teil der Arbeit, strebt aber nach der möglichst starken Allgemeingültigkeit der Aussagen und Methoden.

Der Verlauf des empirischen Teils der Arbeit orientiert sich streng an der Vorgehensweise aus dem Methodikteil, welche die Methoden zur Beantwortung der Forschungsfrage strukturiert und in eine aufeinander aufbauende Reihenfolge gebracht hat. Als Beispiel für ein Produkt aus der Sporttechnologie wird der Skischuh ausgewählt, der für die einzelnen methodischen Schritte besonders umfangreiche Informationen bereit hält und gleichermaßen aus technischer Sicht, für die Sportler und den Markt bedeutsam ist. Die Ergebnisse der Unter-

suchungen in den einzelnen Schritten werden jeweils gebündelt präsentiert, weiterführende Informationen findet der Leser dann im Anhang.

In der Diskussion und dem Ausblick dieser Arbeit werden offene Fragen und Probleme aus den einzelnen Kapiteln der Arbeit aufgeworfen, um diese in möglichen weiteren Forschungsvorhaben zu beantworten oder zu optimieren. Besonders die Einordnung der Frage nach der Funktionalität des Produkts in einen größeren Zusammenhang und die ganzheitliche Prognose der Attraktivität im Erleben des Sportlers sind noch offene Forschungsfragen. Als Ergebnis der vielfältigen Forschungsprojekte zur Funktionalität wird zum Abschluss noch kurz eine Institution zur Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten für industrielle Fragestellungen – das House of Tests – vorgestellt.

Der Gliederung der vorliegenden Forschungsarbeit mit Theorie-, Methoden- und empirischem Teil ist bewusst an den Aufbau sport-, sozial- und geisteswissenschaftlicher Arbeiten angelehnt. Die Entwicklung einer Theorie entspricht dabei jedoch nicht der klassischen Vorgehensweise, sondern ergibt sich aus Heuristik, Kombinatorik und Erfahrung. Deshalb wird das Ergebnis als Konzept vorgestellt, das den Anforderungen einer Theorie noch nicht genügen kann, aber als Ausgangspunkt für weitere Forschungsarbeiten durch Bestätigung oder Widerlegung zu einer Theorie reifen kann.

2 Theoretische Grundlagen zu Sportprodukten

Eine interdisziplinäre Arbeitsweise zwischen Theorie und Praxis, zwischen Wirtschaft und Wissenschaft benötigt vor allem einen soliden Unterbau an allgemein gültigen und anerkannten Definitionen. Dieser Teil der Arbeit legt für das noch junge Forschungsfeld der Sporttechnologie derartige Grundlagen, deren Bedeutung für den Fortgang der vorliegenden Forschungsarbeit essentiell ist. Dabei werden eigenständige Definitionen für den Bereich der Sportprodukte aus Rahmentheorien und anderen Wissenschaftsbereichen abgeleitet, um die Sachproblemtheorien nach Willimzcik (2008, S. 253) mit einheitlichen Begrifflichkeiten aufzubauen.

2.1 Begrifflichkeiten und Definitionen

Klar definierte Begrifflichkeiten erleichtern die Zusammenarbeit und das Verständnis zwischen Disziplinen und Personen. So soll im Folgenden Heinemanns grundlegende Definition der Sporttechnologie (2001) für das vorliegende Zeil der Beschreibung und Bewertung von Sportprodukten differenziert betrachtet werden und grundlegende Begriffe für die Forschungsarbeit definiert werden.

Heinemann setzt die Begrifflichkeiten „Sporttechnologie“ und „Sporttechnik“ zueinander aus verschiedenen Sichtweisen in Beziehung und schafft damit die Verbindung zwischen dem Sportartikel selbst, der Herstellung und auch der Verwendung. Er definiert Sporttechnologie als:

1. die Menge der nutzerorientierten künstlichen Gegenstände und Gebilde,
2. die Menge menschlicher Handlungen, durch die Sportgeräte entstehen,
3. die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sportgeräte verwendet werden.

Die uneinheitliche Verwendung des Begriffs Sporttechnologie, gefördert durch das Interesse der unterschiedlichen Wissenschaftsbereiche an diesem Fachgebiet, motiviert für die vorliegende Arbeit einen detaillierten Blick auf den Zusammenhang zwischen der Verwendung der Produkts durch den Menschen und das Produkt selbst. Dies geschieht im Folgenden auf der Grundlage einer allgemeinen Techniklehre.

2.1.1 Sporttechnologie

Um den Kern des Begriffs für Sportprodukte zu treffen, wird im Folgenden der für die Arbeit grundlegende Begriff der Sporttechnologie aus einer allgemeinen Sichtweise abgeleitet, die auf der Grundlage der Systemtheorie von Ropohl entwickelt wurde (Ropohl, 1999, S. 15ff). Dieser beschäftigt sich mit allgemeiner Technologie, einer generalistisch-interdisziplinären Technikforschung und Techniklehre von den allgemeinen Funktions- und Strukturprinzipien technischer Sachsysteme und ihrer soziokulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge. Ropohl formt aber in dieser Betrachtung auch einen speziellen Technologiebegriff, der für die Sporttechnologie zutreffend ist. Sofern der allgemeine Technologiebegriff allgemeine Struktur- und Funktionsprinzipien naturwissenschaftlicher und technischer Systeme repräsentiert, umfassen die speziellen Technologien die verschiedenen auf Mittel-Zweck Beziehungen gerichteten Wissenschaften. Nachdem Ropohl Technologie allgemein als die Wissenschaft von der Technik definiert, lässt sich dies für Sporttechnologie als die Wissenschaft von der Sporttechnik übertragen. In einer weiteren Sichtweise zur

Technologie nach Specht und Wöhrle (2002, S. 331) ist der Begriff Technologie eng mit dem Begriff Technik verbunden und lässt eine Systematisierung in Technologiearten nach Inhalt und Struktur zu. Zum Inhalt geben die Autoren an, dass Technologien in der Regel auf Theorien beruhen. Eine Theorie umfasst dabei eine Menge bewährter wissenschaftlicher Hypothesen, die miteinander in Verbindung stehen. Zur Lösung praktischer Probleme müssen diese Aussagen jedoch auf eine

Tabelle 2: Systematisierung von Technologiearten (nach Specht, Wöhrle, 2002, S. 332)

Systematisierungskriterium	Kriterienausprägung
Einsatzgebiet	Produkt- vs. Prozesstechnologien
Interdependenzen	Komplementär vs. Substitutionstechnologien; System- vs. Einzeltechnologien
Lebenszyklusphase	Schrittmacher- vs. Schlüssel- vs. Basistechnologie
Branchenbezogene Anwendungsbreite	Querschnitts- vs. spezifische Technologien
Unternehmensinterne Anwendungsbreite und Wettbewerbspotential	Kern vs. Randkompetenztechnologien
Grad des Produktbezugs	Kern- vs. Unterstützungstechnologien

Ziel-Mittel Aussage transformiert werden, zu deren Erreichung die notwendigen Technologien zu entwickeln sind. Welche Struktur und Systematisierungsmöglichkeiten zur Einteilung von Technologien vorhanden sind, wird in Tabelle 2 verdeutlicht.

Zusammenfassend lassen sich für die Sporttechnologie folgende Schlüsse und Definitionen ableiten:

- § Sporttechnologie ist die Wissenschaft von der Sport-Technik
- § Sporttechnologie umfasst die Menge der wissenschaftlich systematisierten Aussagen über den Bereich der Sporttechnik.

Anders als in den klassischen Technikwissenschaften, in denen ein Technikbegriff vorherrscht, der ausschließlich künstliche Gebilde umfasst, handelt es sich bei der Sporttechnologie auch um menschliche Handlungen. Sie sind sowohl Einflussfaktor auf die Entwicklung als auch auf die Anwendung von Sporttechnologie. Besonders klar wird dies in der systemtheoretischen Betrachtungsweise, die Handlung und Sache gleichwertig behandelt. So entsteht in dieser Betrachtungsweise ein soziotechnisches System, welches den Sportartikel und den Menschen als untrennbare Handlungseinheit darstellt. Das Handlungssystem registriert dabei den Ist – Zustand der Umgebung und stellt fest, dass es eine geplante Handlungsfunktion vollständig oder teilweise von einem Sachsystem übernommen werden kann oder muss. Handlungsfunktionen beziehen sich auf die Veränderung der Umwelt oder die Veränderung des eigenen Zustands.

Die Sporttechnologie liefert in unserem Sinne für diese Ziel-Mittel Beziehung aus Handlungsziel und sportlicher bzw. realer Technik die technischen Artefakte, die das Erreichen des Handlungsziels beeinflussen bzw. ermöglichen. Zudem integriert der Begriff der Sporttechnik noch die Herstellung von Artefakten und deren sportlichen Gebrauch, also der sportlich-praktischen Technik der Bewegung (vgl. hierzu den mittleren Technikbegriff nach Ropohl, 1999, S. 30).

Für die technischen Artefakte, also die Sportprodukte, deren Funktionalität später beschrieben und bewertet werden soll, stellt die Sporttechnologie verschiedene Produkttechnologien dar. Die relevanten technologischen Produktklassen werden später in der Struktur für Sportprodukte genauer beschrieben. Diese Klassen von Produkten zeichnen sich nach dieser Definition dadurch aus, dass

in diesem soziotechnischen System Technik enthalten sind, die die Herstellung des Artefakts, ihre reale Form und Funktion oder ihren Gebrauch betrifft.

Interessant für das Thema Sportprodukte bleibt, wie bei vielen anderen Geräten, welchen Anteil das technische System und welchen Anteil der Mensch beiträgt. Die Einheit der beiden Elemente dieses Systems wird besonders bei Sportprodukten deutlich, die nicht ohne das andere Element auskommen, wie dies beim Fahrradfahren der Fall ist. Der Sportler könnte ohne das Rad nicht die sportliche „Fahrradbewegung“ sinnvoll ausführen und ohne einen „Beweger“ erfüllt auch das Gerät Fahrrad keine sinnvolle Aufgabe. Der Sportartikel selbst ist als Sachsystem zu verstehen, das eine unterschiedliche Klasse von Aufgaben erfüllen kann. Hierbei handelt es sich wie im Beispiel des Fahrrads um elementare und sinngabende Aufgaben, oder aber wie im Bereich der Sportschuhe um unterstützende Aufgaben im soziotechnischen System. Diese unterschiedlichen soziotechnischen Integrationsstufen bei Sporttechnologie sollen im Folgenden als Struktur für Sportprodukte gefasst werden. Der Vorteil einer derartigen Zuordnung liegt in der strukturierten Wissensansammlung für die einzelnen Klassen von soziotechnischen Sportsystemen zur einfachen Übertragung bestehenden Wissens zu Funktionen, Funktionalität und Attraktivität auf neue Produkte und Systeme. Grundlage für eine Einteilung der Sportprodukte in verschiedene Klassen liefert unter anderem eine Betrachtung des Zwecks von Technik, also welchen Anteil im soziotechnischen System durch das Sachsystem erfüllt ist. Hierbei sind drei Kategorien zu unterscheiden:

1. Organentlastung

Hierunter sind Sportartikel unterzuordnen, die eine Funktion eines menschlichen Organs übernehmen, wie ein Fahrrad oder ein Inlineskate, welche die Fortbewegung deutlich erleichtern

2. Organverstärkung

Das Sachsystem hat hier die Aufgabe, die menschlichen Leistungen zu verstärken, so wie das durch funktionelle Sportbekleidung bei extremen Außenbedingungen der Fall ist.

3. Organersatz

Hiermit ist nicht gemeint, dass durch Sportartikel Organleistungen vollständig auf das Sachsystem übergehen, sondern vielmehr dass Funktionen er-

gänzt werden, die der menschliche Organismus alleine nicht zu leisten imstande ist. Hierzu zählt das Gleiten auf Pisten mit Ski oder auch das Fliegen mit einem Gleitschirm.

Da es sich hierbei bereits um die Funktionen der technischen Systeme im Handlungssystem handelt, wird die Struktur für Sportprodukte zunächst auf eine greifbarere und praktischere Art und Weise vollzogen, wobei die hier vorgestellten Zweck-Kategorien als Grundlage für die Überlegungen zur Funktion von entscheidender Bedeutung sind.

2.1.2 Sportprodukt

Mit dem zunehmenden Interesse der Sportwissenschaft an den Gerätschaften, die Sport ermöglichen und fördern, wird der Überblick über die verwendeten Begrifflichkeiten immer schwerer.

Aus diesen Gründen und zur klaren Einordnung der hier in der Arbeit zu beschreibenden und bewertenden Sportprodukte wird eine logische Struktur vorgestellt, die als Grundlage zur Einordnung von Forschungsobjekten der Sporttechnologie dienen kann. Zudem erscheint es aufgrund der manchmal missverständlichen Verwendung von Begrifflichkeiten bei verschiedenen Interessensgruppen dringend notwendig zu sein, eine für Handel, Endverbraucher, Industrie und Wissenschaft einheitliche Ordnung für Sportprodukte zu verwenden.

Die für die vorliegende Forschungsfrage interessante Sporttechnologie wird dabei gekennzeichnet durch den Beitrag zum Handlungsziel. Damit schränkt sich die Palette der angebotener Sportprodukte für das Forschungsfeld deutlich ein und lässt sich nach der folgenden Struktur einfach fassen.

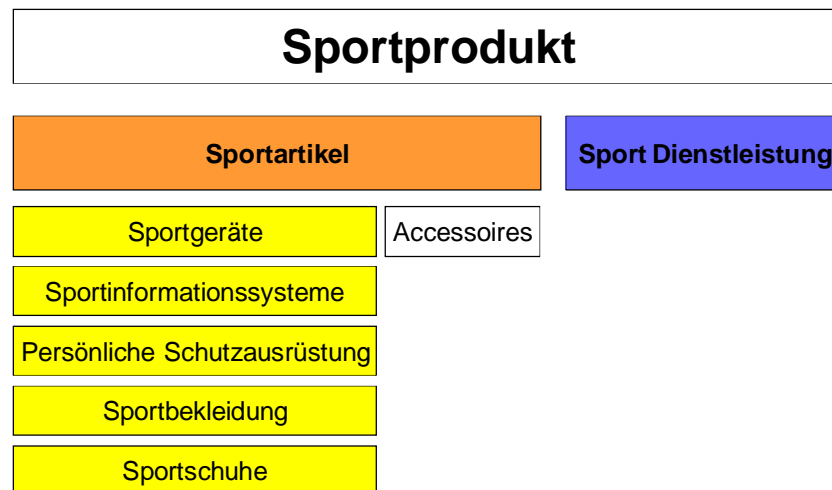


Abbildung 6: Kategorisierung von Sportprodukten. Gelb markiert die Artikelklassen, welche zum Handlungsziel technologisch beitragen und damit als Sporttechnologie bezeichnet werden können.

Eine grundlegende Einteilung von Sportprodukten ergibt sich aus der Unterscheidung real greifbarer Produkte – der Sportartikel – und der Dienstleistungen. Für eine realistische Betrachtung der Marktkraft des Sports sind beide Felder zu betrachten. Die Auswirkungen des Sports auf die Marktwirtschaft ist nicht nur durch den Verkauf von Produkten bestimmt, sondern wird auch maßgeblich von den Dienstleistungen im Sport beeinflusst. Man denke dabei nur an die Transfersummen, die im Profi-Fußball bezahlt werden, aus denen sich auch Auswirkungen für den Konsum von Sportartikeln ergeben.

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM, 2006) errechnet in einer Studie aus der Summe der Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen im dem Bereich des Sports in Deutschland den Jahresumsatz für den gesamten bundesdeutschen Sportmarkt. „Je nach Ansatz und Berücksichtigung von Transaktionen auf Folgemärkte des Sports kommen die unterschiedlichen empirischen Untersuchungen und Expertenschätzungen in den vergangenen Jahren auf ein aktuelles sportbezogenes Bruttoinlandsprodukt von 28 bis 32 Milliarden Euro. Der private Verbrauch wird dabei auf 20 bis 23 Milliarden Euro beziffert. Angebotsseitig setzt der Nonprofit-Sektor (Vereine) etwa 5 Milliarden Euro, die Sportwirtschaft 14-18 Milliarden Euro um. Rechnet man sportinduzierte Ausgaben (etwa den Bau von Sportstätten oder Ausgaben für Verkehrsmittel auf dem Wege zu Veranstaltungen) mit ein, dann dürfte sich die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Sports derzeit

sogar auf etwa 67 Milliarden Euro belaufen“ (BITKOM, 2006, S. 88f). Der BITKOM kommt abschließend zum Urteil, dass der Sportmarkt mit ca. 1,5 % des Bruttoinlandsproduktes zu einem beachtlichen und weiterhin solide wachsenden Wirtschaftszweig geworden ist.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden Sportartikel betrachtet, die besondere Eigenschaften vorweisen. Neben den vielfältigen Sport-Accessoires sind für die Forschung eben die Sportartikel besonders interessant, die einen Beitrag zum Handlungsziel des Sportlers innehaben. Das unterscheidende Kriterium, um eine Artikelklasse als Sporttechnologie zu bezeichnen ist, dass der Sportartikel eine für die Lösung der Handlungssituation notwendige Funktion übernimmt, die der Nutzer nicht selbst übernehmen kann oder möchte. Dies geschieht durch eine der folgenden Sportartikelkategorien:

Sportgeräte umfassen den Bereich der „Hartwaren“ und sind für die Ausübung des Sports unabdingbar, wie ein Fahrrad, Inlineskate oder Ski. Erstaunlich erscheint in der Forschung rund um das Thema Sportgerät die von Hummel (2001) angesprochene Sachvergangenheit in der Sport-Wissenschaft. Dieses spannende Feld wurde in den vergangenen Jahrzehnten wissenschaftlich vernachlässigt. Sportgeräte entstehen nach Heinemann (2001) meist aus einer sinnvollen Kombination technologischer Elemente, vergleichbar mit einem chemischen Element, welches aus unterschiedlichen Substanzen erstellt wird. Beispiele hierfür finden sich immer dann, wenn ein Sportler ein bestimmtes Gerät zur Ausübung seiner Sportart benötigt. Eben das System, das aus der Kombination von Mensch und Maschine entsteht, ist für die Forschung und insbesondere für die Methoden der Sportwissenschaft als Untersuchungsobjekt gut geeignet.



Abbildung 7: Sportgerät Tennisschläger. Das Handlungsziel „Ball über das Netz“ wäre ohne dieses Sportgerät nicht zu erreichen. Quelle: Head.



Abbildung 8: Sportinformationssystem Herzfrequenzmesser. Quelle: Polar.

Sportinformationssysteme schließen Sportartikel ein, die dem Sportler relevante Informationen über seine sportliche Bewegung, seine Umwelt oder seine weiteren Sportartikel während oder nach der Aktivität vermitteln. Hierfür bieten sich verschiedene Basistechnologien an, die Informationen aufnehmen, speichern und wiedergeben können. Die Informations- und Telekommunikations-Technik eröffnet aktuell für diese Klasse von Sportartikeln neue Möglichkeiten durch die Verbesserung der sensorischen Möglichkeiten, der Softwareeigenschaften und der Miniaturisierung (vgl. BITKOM, 2006).

Die **persönliche Schutzausrüstung (PSA)**

schließt Artikel mit ein, die dazu bestimmt sind, das Risiko von Verletzungen und Schäden während der sportlichen Bewegung zu verringern. Damit unterscheiden sich derartige Artikel von klassischen Sportgeräten durch den klaren Zweck, die auf eine spezielle Funktion ausgerichtet ist.



Abbildung 9: Sportartikel aus dem Feld der persönlichen Schutzausrüstung: der Radhelm. Quelle: Giro

Die sportliche Bewegung wird deshalb nicht beeinflusst, jedoch beeinflusst das Benutzen der PSA das Erleben der sportlichen Bewegung. Das Reduzieren von Angst durch den PSA-Artikel kann motivationsfördernd wirken und die Nachhaltigkeit der sportlichen Bewegung unterstützen. PSA kann in einem eigenen Sportartikel auftreten, aber auch in allen anderen Klassen von Sportartikeln integriert werden.



Abbildung 10: Technologie in Sportbekleidung am Beispiel von Kompressionsunterwäsche. Quelle: Skins.

Sportbekleidung umfasst alle Schichten von textilen Materialien, die den Sportler umgeben. Die Funktion der Artikel zeichnet Sportbekleidung als besondere Art von Bekleidung aus. Der Aspekt Technologie kann sich in der Sportbekleidung in Materialien, Herstellverfahren oder auch Zusatzfunktionalitäten ausprägen. Sportbekleidung wurde bisher in der Betrachtung von Sporttechnologie, also des Beitrags zum Handlungsziel ausgeblendet (vgl. Tinz, 2007).

Doch mit der zunehmenden Verschmelzung von Bekleidung und Geräten ist es nur konsequent, die Sportbekleidung auch aus funktioneller Sicht zu betrachten.

Sportschuhe erfordern für das Erreichen der gewünschten Funktionalität eine Vielzahl von Technologien, die sowohl bei Sportgeräten, als auch bei der Sportbekleidung und bei den PSA Artikeln zu finden sind. Dies ergibt sich auch aus den vielfältigen Anwendungen, denen sich Schuhe ausgesetzt sehen: sowohl die Erhöhung des Komforts, als auch die Optimierung der Sicherheit beim Gehen und Laufen, aber auch die Verbesserung der Leistung, zum Beispiel beim Fußball durch besseren Stand und höhere Schusspräzision. Schuhe für Roll- und Gleitsportarten stellen aufgrund der veränderten Art der Bewegung vom Gehen zum Rollen oder Gleiten eine Besonderheit dar. Diese Vielzahl von Aufgaben dieser Art Sportartikeln macht diesen Sportschuh zu einem besonderen Forschungsobjekt.



Abbildung 11: Sportartikel Fußballschuh. Quelle: Adidas

2.1.3 Funktion und Funktionalität

Wie bereits im Titel der Arbeit angedeutet, wird versucht, die Funktionalität von Sportprodukten zu beschreiben und zu bewerten. Der Begriff der Funktionalität, Funktion oder des funktionalen Sportprodukts wird bis heute in der Sportwissenschaft, aber auch in anderen angewandten Wissenschaften nicht einheitlich verwendet. Für Sportprodukte wird Funktion und Funktionalität nun aus den verschiedenen Bedeutungen in zwei Disziplinen abgeleitet. Diese Definition wird dann für das weitere Vorgehen verwendet.

Funktion und Funktionalität im Design

„Der Begriff der Funktion ist zentraler Bestandteil des Design und bezeichnet etwas, worauf die Tätigkeit von Design im weitesten Sinne abzielt. Das Ziel besteht nicht nur in der technisch-praktischen Verrichtung, sondern umfasst unter anderem auch – mindestens ebenso wichtig – ästhetische, kommunikative und ökonomische Aspekte“ (Erlhoff, Marshall, 2008, S. 154). Basierend auf allgemeinen Bedeutungen der Funktion und des Funktionalismus stellt das Design klar, dass der Gebrauchszweck, also die Funktion eines Objektes für jeden De-

signier ein wichtiger Aspekt seiner Arbeit ist, aber es nur in einem konkreten Bezug möglich ist, den Funktionalitätsbegriff greifbar zu machen. Die Basis für die Auseinandersetzung des Designs mit dem Begriff der Funktion basiert auf der Maxime „form follows function“, was jedoch dem integrierten Ansatz des Designs nicht ausreichend gerecht wird. Die Trennung von Form und Funktion stellt für das Design eine grundlegend falsche Annahme dar, da sie untrennbar miteinander verbunden lediglich zwei Seiten derselben Medaille darstellen. Die Form lässt sich – bildlich gesprochen – daher auch nicht „abziehen“, so dass eine reine Funktion übrig bleibt. Eine wichtige Feststellung ist es jedoch, dass Funktion keine Konstante darstellt, sondern als Variable von der Betrachtung und der Verwendung durch den Nutzer abhängig ist, sogar erst durch die Objekt-Nutzung des Verbrauchers erst als Funktion wahrgenommen wird. Dies spiegelt auch der zuvor präsentierte systemtheoretische Ansatz sehr treffend wieder, der Produkt und Nutzer eben als ein System ansieht.

Funktion und Funktionalität in der Informatik

Bei Softwareprodukten ist die Vielzahl von Möglichkeiten immer wieder beeindruckend. Daher stellt für die Bewertung von Software der Begriff der Funktionalität einen Sammelbegriff für die Nutzerverwendung dar, wie es aus den Betrachtungen zum Design bereits bekannt ist. Doch die Informatik geht hier einen Schritt weiter und legt in einer internationalen Norm, der ISO 9126, den Standard für Software-Bewertung fest. Hierzu werden verschiedene Komponenten von Softwareprodukten klassifiziert, darunter eben auch das Konstrukt „Funktionalität“:

„A set of attributes that bear on the existence of a set of functions and their specified properties. The functions are those that satisfy stated or implied needs: Suitability, Accuracy, Interoperability, Compliance, Security” (vgl. International Organisation for Standardisation ISO 9126, 2007)

Hier wird Funktionalität als konkrete Ausprägung verschiedener Parameter in einem Software-Produkt definiert, die sich auf das Vorhandensein einer bestimmten Art übergeordneter Funktionen stützt. Und eben diese Funktionen stellen die Schnittstelle zu den Nutzern dar und sind entweder bereits vorhanden oder werden durch das Produkt erst ermöglicht. Die Liste der Bedürfnisse

der Nutzer an einem Softwareprodukt stellt einen Ansatz für die Struktur übergeordneter Funktionen dar.

Funktion und Funktionalität bei Sportprodukten

In der Sportprodukt-Forschung finden sich wenige Ansätze zur Definition dieses auch für die Sportindustrie wichtigen Begriffs. Tinz unterscheidet in ihrer Arbeit zur kooperativen Produktentwicklung funktionale Sportartikel und textile Produkte (Tinz, 2007, S.162). Bei diesem Ansatz werden einige Klassen der zuvor festgelegten Struktur der Sportartikel nicht eingeschlossen. Eine Definition von Funktion und Funktionalität sollte jedoch alle Elemente der Sportprodukte umfassen, insbesondere weil jede dieser Produktklassen einen Beitrag zur Handlungsaufgabe liefert und damit auch Funktionen übernimmt.

Die Informationen aus dem Design und der Informatik ermöglichen es, zusammen mit den theoretischen Überlegung zur Technologie eine allgemeine Definition der Funktion und Funktionalität eines Sportprodukts aufzustellen. Das Ziel dieser Definition liegt im besseren Verständnis für Sportartikel und deren Beitrag am soziotechnischen Handlungssystem im Sporttreiben.

Funktionalität ist die konkrete Ausprägung der Funktionen im technischen Artefakt.

Die Funktion des Sportprodukts ist der Anteil am soziotechnischen Handlungssystem, den es zum Handlungsziel beitragen kann. Funktionen stellen damit das Bindeglied zwischen dem Artefakt und dem Sporttreibenden dar.

Es können grundlegende Funktionen von Sportartikeln unterschieden werden, die auch als Strukturierungshilfe dienen können und die Beschreibung der Funktionalität erleichtern. Dazu gehören:

- Sportart ermöglichen
- Leistung erhöhen
- Sport erleichtern
- Sicherheit bieten
- System absichern
- Komfort verbessern

Die konkrete Ausprägung der Funktionen wird durch technische Lösungen realisiert (vgl. hierzu Abbildung 12). Da sich die technischen Lösungen zur Über-

nahme der Funktionen je nach Produkt unterscheiden, bietet es sich an, sich die Ausprägung der Funktionen als eine Art Kennlinie des Produkts vorzustellen. Die für das Produkt charakteristische Art und Form der Kennlinie wird als Funktionalität bezeichnet, wie in Abbildung 12 rot angedeutet.

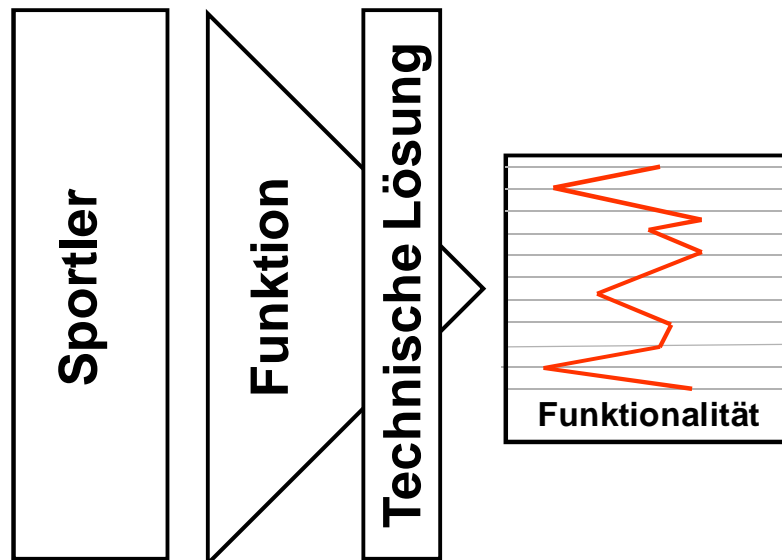


Abbildung 12: Funktionalität als Ausprägung einzelner Funktionen aufgrund der technischen Lösungen am Sportprodukt

2.1.4 Attraktivität

Attraktivität wird nach dem psychologischen Wörterbuch von Häcker und Stapf definiert als „ein funktionales Interaktionsmerkmal von Tätigkeiten, Objekten, Personen oder Gruppen, das diesen zugeschrieben wird, wenn bei anderen Personen eine Tendenz zur Aufnahme der entsprechenden Tätigkeit, zur Annäherung oder zum Umgang mit Ihnen beobachtet wird“ (Häcker, Stapf, 2004, S. 81). Synonym dazu wird der psychologische Begriff des Aufforderungscharakters in der Psychologie verwendet, welcher zusammen mit einem gespannten System einer gerichteten Kraft entspricht (Häcker, 2004, S. 83).

In der Marketing Forschung stellt man beispielsweise fest, dass knappe Produkte attraktiver sind (Gierl, Plantsch, 2008) und identifiziert Produkt-Eigenschaften und Kauf-Situationen, welche diese Attraktivität steigern oder verringern können.



Abbildung 13: Attraktivität eines Sportprodukts am Beispiel des Waldmeister Holzrads (Preis: 9159.66.-€). Quelle: www.luxist.de :luxist/waldmeister

Im vorliegenden Falle stellt die Attraktivität von Sportprodukten einen Sammelbegriff für Merkmale des Sportprodukts dar, die gemeinsam einen Anteil an der Attraktivität des sportlichen Erlebens haben. Das sportliche Erleben ist dabei nicht ausschließlich von der Attraktivität des Sportprodukts abhängig, sondern entsteht modellhaft aus dem Zusammenwirken der Attraktivität des Sportprodukts, der Attraktivität der sportlichen Bewegung und der Attraktivität der Umgebung, in der die sportliche Bewegung ausgeführt wird.

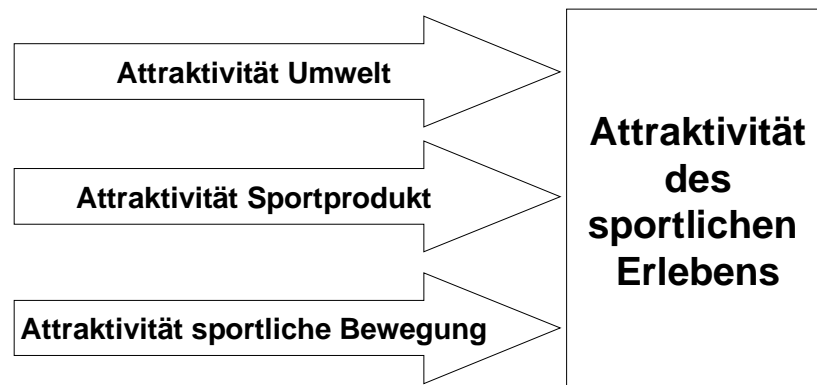


Abbildung 14: Einordnung der Attraktivität eines Sportprodukts

Attraktivität der Umwelt

Umwelt unterteilt sich zum einen in die personale Umwelt und zum anderen in die Umgebung, in der sich der Sportler während des Sporttreibens befindet. Die Attraktivität der Umwelt kann für Sportler sehr unterschiedlich wahrgenommen werden. Sport in der Gruppe ist für den Teamplayer eine wichtige Einflussgröße für sein Erlebnis, wogegen der Einzelgänger sich die Einsamkeit wünscht. Ebenso kann das Erleben einer besonderen, nicht alltäglichen Umwelt für das Erlebnis des Sportlers bedeutend sein. Dabei ist die besondere Umgebung

nicht unbedingt der weiße, verschneite Berg in den Alpen. Auch ein Krafraum oder Fitnessstudio kann für Sportler eine besondere Umgebung sein, wenn auch die Vielfalt der Erlebnisse außerhalb fester Räumlichkeiten ungemein größer sein mag.

Attraktivität der sportlichen Bewegung

Um verschiedenste Formen der Bewegung mit einem Sportprodukt möglichst zu umfassen, wird die Aktivität des Sportlers als sportliche Bewegung bezeichnet. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass der Begriff Sport nicht scharf genug definiert wird und sich oft mit der klassischen Unterscheidung zwischen Breiten- und Leistungssport zumeist auf den Vergleich körperlicher Leistungsfähigkeit mit oder ohne Sportprodukt bezieht. Bewegung als Sammelbegriff für die Aktivitäten mit Sportprodukten sind dabei nicht präzise genug. Sinnvoll erscheint daher die Kombination der beiden Begriffe zur sportlichen Bewegung. Nach Göhner gibt es fünf Merkmale, die aus einer Außenperspektive für das sportspezifische Bewegungsverhalten spezifisch sind: (Göhner, 1992, S. 41ff)

- Bewegungsziel
- Bewegungsregeln
- Movendum (raum-zeitliche Veränderung eines Objekts)
- Beweger
- Bewegungsraum

Diese allgemeine Herangehensweise eröffnet eine große Offenheit in der Betrachtung der sportlichen Bewegung. Interessant ist hier auch der Aspekt, dass die Bewegungswissenschaften bei der sportlichen Bewegung in alternativen Betrachtungsweisen oft das technische System vernachlässigen. So wird im fähigkeits-analytischen Ansatz die Bewegungsaufgabe ausschließlich nach den konditionellen und koordinativen Fähigkeiten des Bewegers definiert, was jedoch der Sicht eines soziotechnischen Handlungssystems widerspricht. Göhner benennt aber in seiner Sicht des Bewegers noch 3 verschiedene Bewegertypen, die auch in Kombination auftreten können:

- instrumentell unterstützter Beweger, der nach dem hier entwickelten Verständnis ein Sportgerät benötigt

- partnerunterstützter Bewegter, bei dem mehrere Personen nahezu in gleicher Weise zum Bewegungsziel beitragen
- gegeneinanderbehinderte Bewegter, bei dem Störaktionen eines Anderen die Zielerreichung des Bewegers hemmen

Betrachtet man den Beitrag der sportlichen Bewegung an der Attraktivität des sportlichen Erlebens, so wird schnell klar, dass dieser Anteil sehr eng mit der individuellen Zielsetzung des Sportlers zusammen hängt. Ein Kraftsportler, der jeden Tag mit Gewichten und Liegestützen seinen Körper in seine gewünschte Form zu bringen versucht, wird in an der sportlichen Bewegung und dessen Resultat einen zentralen Anteil an seinem individuellen Erlebnis der Sports finden. Für Freizeitsportler in der freien Natur, beispielsweise im alpinen Skisport, kann die Technik der sportlichen Bewegung unter anderem als überdauernder Faktor zur Steigerung des Attraktivitäts-Empfindens des Sportlers beitragen, da sie auch der Schlüssel für neue Umgebungsvarianten ist. Aus der Leistungssicht kann die Verbesserung der sportlichen Bewegungstechnik und -ausdauer das Gesamterlebnis von Mühelosigkeit und Freude prägen, wie dies beim Radfahren der Fall ist.

Attraktivität des Sportprodukts

Als Ausdruck für diese recht abstrakte Formulierung lassen sich zwei konkrete Aktivitäten des Sportlers identifizieren, die für die Attraktivität des Sportprodukts sprechen. Zum einen ist ein Sportprodukt dann attraktiv, wenn es den Betrachter zum Umgang mit ihm auffordert. Besonders stark ist die Attraktivität, wenn der Umgang nicht in einem kurzfristigen „Ausprobieren“ endet, sondern zum regelmäßigen Gebrauch motiviert. Zum zweiten ist das Produkt dann attraktiv, wenn es vom späteren Nutzer als so interessant und anziehend angesehen wird, dass es gekauft wird. Hierin liegt auch eine Möglichkeit der einfachen Validierung dieser modellartigen Vorstellung: ist der Kunde für ein als attraktiv bewertetes Produkt bereit, (mehr) Geld zu bezahlen, so spricht dies für die Gültigkeit des Modells. Schnell wird hier klar, dass Attraktivität eine komplexe Eigenschaft eines Produkts ist, die sich aus unterschiedlich wahrgenommenen Kriterien speist und nicht nur ein Ausdruck gefälligen Designs darstellt.

2.2 Einordnung der Funktionalität in eine übergeordnete Systematik

In der interdisziplinären Arbeit sind Strukturen für die Betrachtung von komplexen Problemen ebenso wichtig wie allgemein gültige Definitionen. Das Zusammenwirken von Mensch und Maschine im Sport ist ein besonders entscheidender Faktor, der in einem modellartigen System dargestellt werden muss. Die Allgemeingültigkeit des Konzepts erstreckt sich auf die Betrachtung von Sportartikeln, da eben diese Art von Sportprodukten einen Teil des auch für die Sportwissenschaft interessanten soziotechnischen Systems darstellt, auf die sich diese Arbeit und die theoretischen Betrachtungen beziehen. Eine Struktur, die das Sportprodukt als Element des sportlichen Gesamterlebens darstellt, schafft Verständnis für den Zusammenhang zwischen der sportlichen Bewegung, der Umwelt und dem Sportprodukt selbst. Grundlage für das Verständnis dieses Modells ist die Kenntnis der Begrifflichkeiten und Definitionen aus dem vorangegangenen Kapitel.

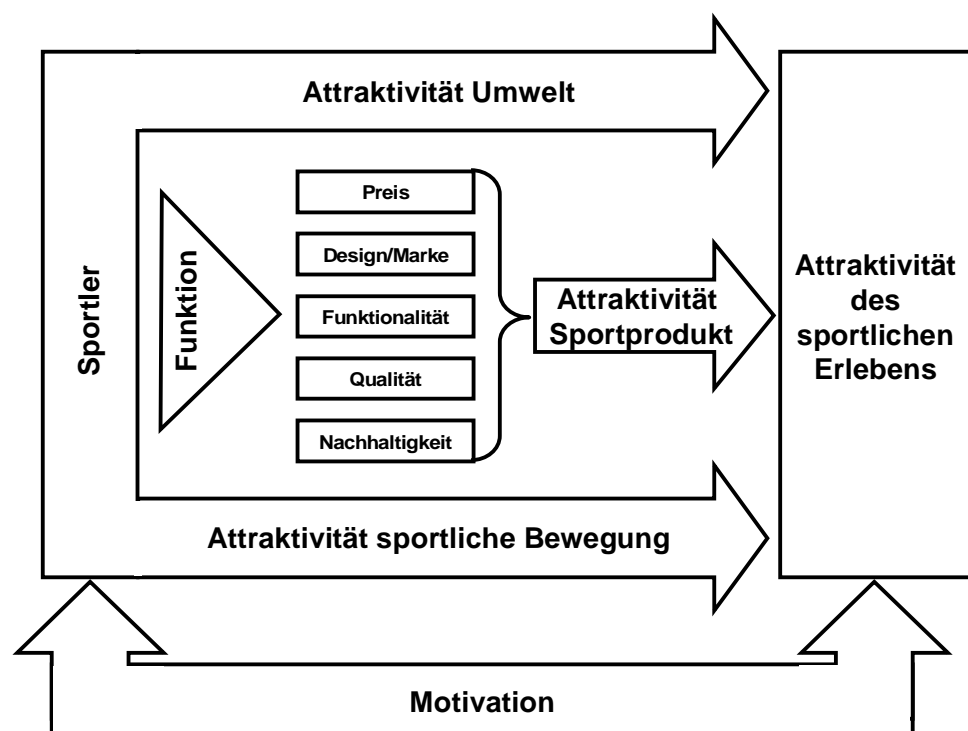


Abbildung 15: Übersicht über Einflussfaktoren zur Attraktivität des sportlichen Erlebens unter besonderer Berücksichtigung des Sportprodukts

Der Ausgangspunkt der Betrachtungen ist der Sportler, also die Person, die eine sportliche Bewegung in einer Umweltsituation mit einem Sportprodukt aus-

führt. Hier wird nun auch deutlich, dass Sportartikel zu verschiedenen Elementen im Erleben des Nutzers beitragen, aber dadurch auch komplexen Anforderungen genügen müssen. Die Zielgröße des Modells ist die Attraktivität des sportlichen Erlebens, die sich aus drei vom Nutzer subjektiv wahrgenommenen Elementen zusammen setzt. Die Rolle der Motivation zum sportlichen Erleben und der Zusammenhang mit dem Sportprodukt wird in der Forschungsarbeit von Müller (2009, Dissertation, bislang unveröffentlicht) genauer betrachtet. Die vorliegende, modellhafte Vorstellung über die Einflussfaktoren auf die Attraktivität und den Zusammenhang mit der Motivation lässt sich mit dem von Beckmann (2006, S. 106) beschriebenen Modell des Anreizes in Einklang bringen. Dabei stellen sportliche Bewegung, das Produkt und die Umwelt Klassen von möglichen Anreizen dar, die den Motivationszustand des Sportlers anregen können. Aufgrund der Vorerfahrungen werden diese Anreize jedoch individuell unterschiedlich bewertet. Sofern der zu bewertende Zielzustand positiven Anreiz besitzt, so wird der Sportler durch ihn angezogen und zum Handeln angeregt. Es entsteht so ein Kreislauf, dessen Stellgrößen durch die drei Attraktivitätsfaktoren Produkt, Bewegung und Umwelt sind und der zur Motivation des Sportlers führen kann.

Attraktivität des Sportprodukts

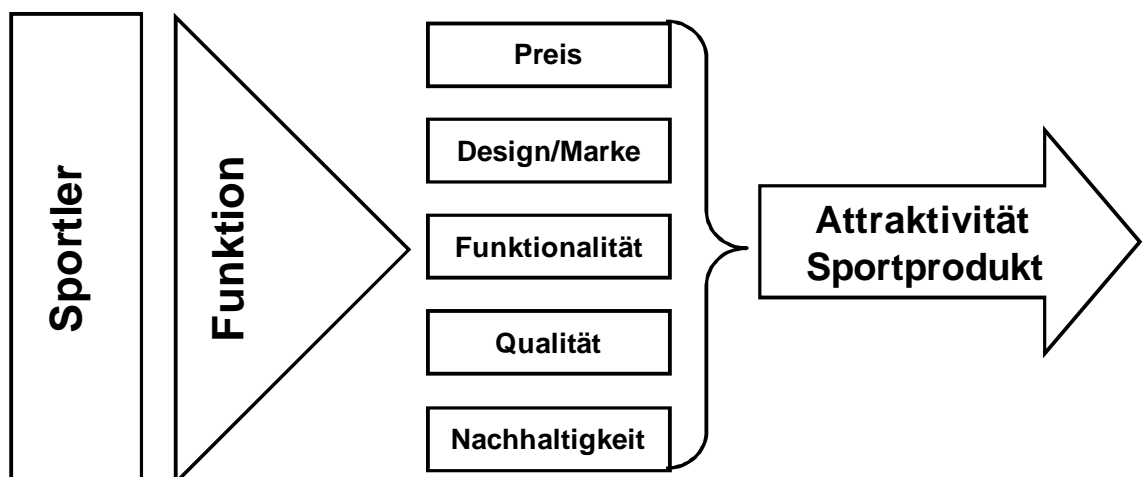


Abbildung 16: Detailausschnitt zur Beschreibung der Attraktivität des Sportprodukts

Da sich der Rest der vorliegenden Arbeit mit dem Teil der Attraktivität des Sportprodukts beschäftigt und die Funktionalität des Sportprodukts hier einzuordnen ist, wird die Attraktivität des Sportprodukts detaillierter beschrieben. Die

Gesamtheit der Eigenschaften eines Sportgeräts, die aus der Sicht des Nutzers die Attraktivität des Sportprodukts umfassen sind im Einzelnen:

- Preis
- Design und Marke
- Funktionalität
- Qualität
- Nachhaltigkeit

Der Preis eines Sportprodukts ist für die Entscheidung des Nutzers zum Betreiben des Sports durchaus ein wichtiger Faktor. Der Preis bestimmt natürlich in der Entwicklung die Kosten für die Herstellung des Sportgeräts und wird so sogar zu einem bestimmenden Faktor. Für die Bewertung der Funktionalität hat der Preis keinen Einfluss. Der im Alltagsgebrauch oft verwendete Begriff des „Preis-Leistungs-Verhältnisses“ eines Produkts verdeutlicht jedoch den Zusammenhang des Preises mit den nachfolgenden Kriteriengruppen.

Das Design eines Produkts, also sein Erscheinungsbild, welches mit den menschlichen Sinnen wahrgenommen werden kann, verbindet unterschiedliche Eigenschaften des



Abbildung 17: Verschmelzen von Marke und Design. Quelle: Oakley

Sportprodukts in sich. Die Betrachtung dieses Faktors trägt der Tatsache Rechnung, dass die Attraktivität des Sportprodukts im Ladengeschäft stark von der Gestaltung in Form, Material, Farbe und Markierung abhängt. Die Markierung und die Wirkung der Marke auf dem Produkt hat in der Gestaltung selbst eine enge Verbindung (vgl. Abbildung 17). Daher wird der Marken-Faktor der Attraktivität gleichwertig mit dem Design betrachtet.

Der für diese Arbeit zentrale Faktor der Funktionalität ist als Element der Attraktivität aus sportwissenschaftlicher Sicht besonders interessant, da die Methoden der sportwissenschaftlichen Disziplinen hier wohl am einfachsten Anwendung finden. Doch erst die Kenntnis der Zusammenhänge und der Einordnung der Funktionalität macht die Bedeutung klar und deckt auf, dass allein die Bewertung der Funktionalität noch nicht allein Indikator für die Attraktivität des Nutzens und Kaufens der Sportprodukts ist.

Die Qualität des Produkts ist Ausdruck von Langlebigkeit und Verwendung hochwertiger Materialien, welche natürlich auf die Funktion bzw. die Funktionalität des Sportgeräts Einfluss haben, ebenso wie auf den Preis des Produkts. „Unter der Qualität eines Produktes wird [...] im engeren Sinne auch das Verhältnis der Gesamtheit seiner Eigenschaften zu einem vorgegebenen Standard verstanden“ (Busse von Colbe, Hamann, Laßmann, 1992, S. 141). Funktionalität unterscheidet sich bei Sportprodukten zur Qualität im Vorhandensein von vorgegebenen Standards. Funktionalität ist aufgrund der Vernetzung mit dem Nutzer nicht an vorgegebenen Standards orientiert.

Nachhaltigkeit als Faktor für die Attraktivität von Sportgeräten wird aktuell ein immer wichtigerer Grund für die Kaufentscheidung. Dabei handelt es sich um die sinnvolle Ausrichtung aller Prozesse, die mit der Entwicklung, dem Gebrauch und dem Vertrieb des Produkts zusammenhängen. Nachhaltigkeit im Sinne der Attraktivität des Sportprodukts umfasst nach Borowitz (2008, S. 11ff) die drei Säulen der Nachhaltigkeit, wie sie in der Literatur (z.B. Grünwald, Kopfmüller, 2006) als magisches Dreieck bezeichnet werden. Das Produkt und das Unternehmen werden hierbei in den Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales betrachtet, woraus für Kunden neben einem Preis-Leistungs-Verhältnis zukünftig auch ein Preis-Nachhaltigkeits-Verhältnis beim Kauf und Nutzen eines Sportprodukt von Bedeutung sein könnte. Nach einer Studie von Rösser (2008, im Rahmen der Forschungstätigkeit betreute Diplomarbeit) verlangen bereits 68% der Sportler Authentizität im Angebot nachhaltiger Sportprodukte, weshalb die Bedeutung von Nachhaltigkeit als Faktor der Attraktivität in Zukunft nicht unterschätzt werden darf.

2.3 Fragestellung für die vorliegende Arbeit

Basierend auf diesen Vorüberlegungen und Definitionen zur Funktionalität stellen sich nun verschiedene Forschungsfragen, die später im empirischen Teil beantwortet werden. Die Hauptfrage, der diese Forschungsarbeit nachgeht, lautet:

Unterscheidet sich die Funktionalität von Produkt A und B?

Aus den Vorüberlegungen wird bereits klar, dass die Frage nach der Funktionalität noch nicht allein ausschlaggebend für die Attraktivität des Produkts für den

Endkunden ist. Doch aus dem Kanon von beschreibenden Kriterien der Attraktivität ist das Kriterium Funktionalität deshalb so interessant, weil es den direkten Bezug zum Handlungsvollzug des Sportlers besitzt. Damit ist die methodische Herangehensweise zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität eines Produkts nicht von den Methoden der Sportwissenschaft zu trennen. Auf die methodische Herangehensweise wird im folgenden Abschnitt besonderer Wert gelegt, wobei die Übertragbarkeit auf alle Produktgruppen noch endgültig zu prüfen ist. Kurzbeispiele erläutern in den methodischen Schritten Möglichkeiten, wie sich das Konzept praktisch umsetzen lässt. Im anschließenden empirischen Teil wird dann mit einem ausgewählten Produkt dargelegt, wie sich entscheiden lässt, ob sich die Funktionalität eines Produkts von einem anderen unterscheidet.

Folgende untergeordneten Fragestellungen und Hypothesen lassen sich nun aus dieser Hauptfragestellung ableiten:

1. Welche Funktionen übernehmen Sportler und Sportprodukt?
2. Welche technischen Lösungen lösen funktionelle Anforderungen?
3. Wie lässt sich Funktionalität fassen?
4. Welche Gewichtung sollte funktionellen Parametern zugesprochen werden?
5. Wie lassen sich funktionelle Kriterien operationalisieren?
6. Welche Möglichkeiten gibt es, Funktionalität zu bewerten?
7. Nehmen Nutzer die Wirkung technischer Lösungen wahr?

Diese Fragen geben für die folgende methodische Vorgehensweise zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten eine Struktur vor.

3 Methodische Vorgehensweise zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportartikeln

Zur Beantwortung der zuvor gestellten Hauptfragestellungen wird in diesem Teil der Arbeit ein methodischer Weg vorgestellt, der sich an den einzelnen Teilfragen orientiert. Die einzelnen methodischen Schritte basieren dabei auf einem allgemein orientierten Vorgehen, das eine Entscheidung ob das Produkt A oder B funktioneller ist, ermöglicht. Diese Entscheidung kann sich auf einzelne oder eine Mehrzahl von Kriterien beziehen. Die für eine umfassende Untersuchung der Funktionalität notwendigen Kriterien werden vorab in den Schritten zur Beschreibung des Sportprodukts gesammelt.

Die Vorgehensweise orientiert sich an den konkreten Anforderungen des empirischen Teils, in dem ein spezielles Sportprodukt bezüglich seiner Funktionalität beschrieben und bewertet wird. Zukünftig kann es Aufgabe der Forschung sein, dieses Vorgehen auf Allgemeingültigkeit hin weiter zu prüfen und zu optimieren. Die Sammlung möglicher Methoden zur Beantwortung von Detailfragen ist dabei ein zentraler Arbeitsschritt, der hier in einer ersten Version ausgearbeitet wird.

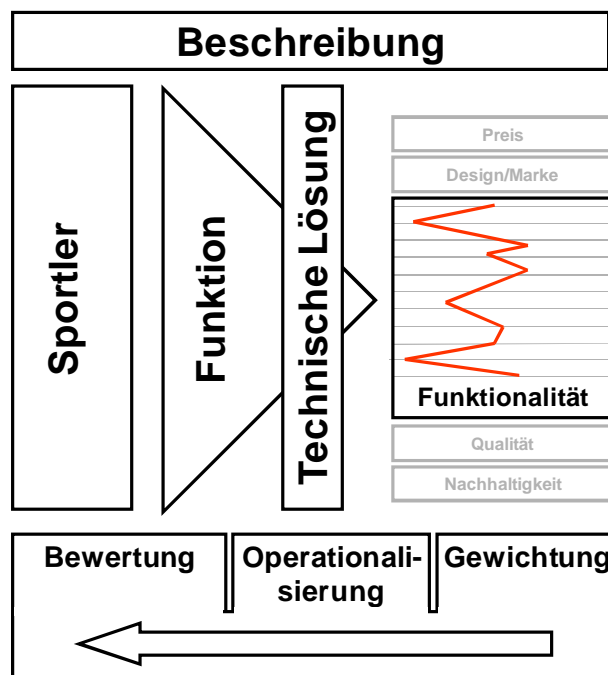


Abbildung 18: Überblick über die methodische Vorgehensweise zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportartikeln

Die Übersicht über die allgemeine Vorgehensweise gibt Abbildung 18. Das Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfrage gliedert sich in einen Beschreibungsteil und einen Bewertungsteil. Die Beschreibung analysiert alle Elemente des soziotechnischen Systems auf den Anteil an der Funktion und die Ausprägung der Funktionalität durch technische Lösungen. Das Bewertungsvorgehen verläuft entgegengesetzt in Richtung zurück zum Sportler und besteht aus den drei Säulen – Gewichtung, Operationalisierung und Bewertung. Voraussetzung zur Umsetzung der vorgeschlagenen Vorgehensweise ist die profunde Kenntnis des Forschungsstandes zur Sportart und eine hohe Kompetenz in sportwissenschaftlicher Methodik, (bio-)mechanischen Messmethoden, grundlegender Kenntnis psychologischer Befragungen und betriebswirtschaftlicher Messmethoden zur Kundenzufriedenheit. Eine persönliche sport-praktische Kompetenz ist dabei grundsätzlich von Vorteil, da das Verständnis von Zusammenhängen zwischen der Bewegung und dem Sportprodukt mit der persönlichen Erfahrung geschärft wird.

Zum leichteren Verständnis der methodischen Vorgehensweise werden Kurzbeispiele an geeigneten Stellen die vielseitige Anwendbarkeit der Vorgehensweise verdeutlichen.

3.1 Beschreibung: Welche Funktionen übernehmen Sportler und Sportprodukt?

Das Ziel der Analysen liegt in der Zusammenstellung von beschreibenden Kriterien der Funktionalität des Sportprodukts. Um diese Liste von Kriterien, möglichen technischen Lösungen und Ausprägungen am Sportprodukt zu erstellen, müssen die Einflussfaktoren auf die Funktionalität analysiert werden, zu denen jeweils eine methodische Herangehensweise vorgestellt wird.

In Anlehnung an die Definition von Technologie nach Specht, Wöhrle (2002) liegt für die Funktionen der Sportartikel eine Ziel-Mittel Beziehung vor, die durch den Einsatz von Technik gelöst werden kann. Um das Ziel zu erreichen, ist die Technologie und deren Funktion notwendig. Damit ist es für die Beantwortung der ersten Teilfragestellung im Vorgehen notwendig, diese Beziehung und die zur Verfügung stehenden Mittel des Sportlers zu kennen.

Methodische Vorgehensweise:

Voraussetzung für die nachfolgenden Schritte ist eine Bestimmung möglicher Zielsetzungen der sportlichen Bewegung und der Nutzung des Sportprodukts. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Zielsetzung nicht nur in dem reinen Realisationswunsch sportlicher Bewegung finden läßt, sondern auch in der Erleichterung von Bewegungsabläufen und im Komfort. Um die Mittel zu kennen, die für die Erreichung dieser Ziele notwendig sind, ist es notwendig, die Voraussetzungen des menschlichen Teils des Handlungssystems zu kennen.

Analyse der Bewegungsmöglichkeiten des Sportlers durch seine anatomischen und physiologischen Voraussetzungen

Der Einfluss der anatomischen Grundvoraussetzungen und der physiologischen Leistungsfähigkeit bezieht sich sowohl auf die Gestaltung des Sportprodukts als auch auf seine Funktionsweise. Senner (2001) liefert hierfür einen Pool von Methoden in seiner Arbeit zu den biomechanischen Methoden in der Sportgeräteentwicklung. Für die vorliegende Frage bietet sich besonders die Sammlung von Anatomieanalysen des menschlichen Bewegungsapparates an (vgl. Senner, 2001, S. 20f). Dabei wird für den vorliegenden Fall besonderer Wert auf den funktionellen Aufbau und die Geometrie der Anatomie gelegt. Außerdem sind die Bewegungsmöglichkeiten und –grenzen des menschlichen Bewegungsapparates von besonderer Bedeutung, da die Sportartikel diese Grenzanforderungen zur Vermeidung von Verletzungen berücksichtigen müssen.

Analyse von typischen Verletzungen, Fehlbelastungen und Überlastungsschäden im Umgang mit dem Sportprodukt

Unerwünschte Folgen sportlicher Bewegung mit dem Sportprodukt weisen darauf hin, dass die Mittel-Ziel Erreichung nicht optimal funktioniert. Das Produkt soll in diesem Fall das Auftreten von derartigen Fehlern in der Zielerreichung verhindern. Für die Extraktion der Funktionen des Sportprodukts liefern Recherchen über Verletzungsmuster, -häufigkeit und Lokalisation wichtige Hinweise, welche Funktion noch nicht optimal ausgefüllt wird. Die biomechanische Methode der Epidemiologie, wie sie bei Senner (2001, S. 12) definiert wird, liefert hierfür brauchbare Ergebnisse. Die Epidemiologie gehört zu den statistischen Methoden in der Biomechanik und bezeichnet die „Lehre von der (statis-

tischen) Verteilung von Gesundheitsschäden (Krankheiten, Verletzungen), des gesundheitsbezogenen Verhaltens und anderer Gesundheitsindikatoren in der Bevölkerung und von den Faktoren, die zu diesen Verteilungen führen“ (Senner, 2001, S. 12).

Methodische Alternative: Analyse der sportlichen Bewegung

Loosch klassifiziert Bewegungen unter anderem nach der Kategorie: Gerätenutzung vs. Körperbeherrschung (Loosch, 1999, S. 75). Damit verdeutlicht er aus der Sicht der Bewegungswissenschaft, dass die Klasse der Bewegungen des Sportlers mit einem Sportprodukt über die Beherrschung der eigenen Bewegung hinaus gehen. Der Sportler benötigt auch umfangreiche Kenntnis über das zu beherrschende Gerät, welches in einer Bewegungsanalyse mit beachtet werden muss. Hierfür liefern die Bewegungswissenschaften verschiedene Ansätze, von denen für die Betrachtung der Bewegung mit Sportgeräten besonders der Biomechanische von Bedeutung ist (vgl. zu den Ansätzen: Göhner, 2008, S. 8ff).

Diese methodische Herangehensweise zu den Funktionen des Sportprodukts liefert quantitative Merkmale der Bewegung des Sportlers mit dem Sportprodukt. Mit der Erfassung der kinematischen oder dynamischen Größen, wie Geschwindigkeit, Zeit oder Kraft des Systems oder einzelner Teile in sportlichen Bewegung können sehr detaillierte Beschreibungen des Sport-



Abbildung 19: Mathematische Modellierung des Kurvenfahrens eines physikalischen Modells. Quelle: Glitsch (2001) S. 150, 152

lers und Sportgeräts getroffen werden. Der Erkenntnisgewinn aus einer Simulation der sportlichen Bewegung (vgl. hierzu Senner, 2001, S. 35ff) kann hierbei besonders groß sein. Mit der Nachbildung des Realsystems als physikalisches oder mathematisches Modell ist man gezwungen, unter vereinfachten Annahmen die Funktionen des Sportprodukts nachzustellen. Die Erstellung einer Anforderungsliste für das Modell liefert dann wertvolles Material für die Bestimmung der Funktionen des Sportprodukts.

3.2 Beschreibung: Welche technischen Lösungen bieten Sportprodukte?

Nach der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen dem Sportprodukt und Sportler in sportlicher Bewegung wird nun ein Überblick über die bestehenden Lösungsansätze in Sportprodukten erarbeitet. Die geschieht nach der von Bortz, Döring (2003, S. 355ff) beschriebenen Exploration, die systematisch Informationen über einen Untersuchungsgegenstand sammelt, um Hypothesen zu formulieren und Theorien vorzubereiten. Zur besonderen Darstellung und Aufbereitung der qualitativen Daten aus diesen Recherchen kommt die empirisch qualitative Explorationsstrategie zum Einsatz. Sie trägt dazu bei, dass bislang vernachlässigte Zusammenhänge erkennbar gemacht werden. Das Ziel liegt in der Zusammenfassung von Informationen aus den folgenden Recherefeldern:

Feld 1: Historische Entwicklungen

Bei der Suche nach beschreibenden Kriterien für die Sportartikel ist der Blick in die Vergangenheit nicht nur auf der Suche nach Innovationen wichtig. Die Entwicklung oder die Evolution von Sportprodukten muss auch nach dem Postulat Subics (2000) in einem großen historischen Kontext betrachtet werden. Diese Analyse liefert vielfältige Informationen über verschiedene Schwerpunkte in der Entwicklung und damit über die Funktionen und technischen Lösungen im Laufe der Zeit. Darüber hinaus lassen sich die Verknüpfungen zur Entwicklung der Sportart, der Umweltbedingungen und der sportlichen Bewegung treffen. Als Quellen für Informationen für eine historische Zusammenschau bietet sich an:

1. Zeitgenössische Literatur zur Sportart und zum Leistungssport
2. Katalog-Archive der Herstellerfirmen
3. Sportartspezifische Museen
4. Private Gerätesammlungen von Liebhabern und Experten

Feld 2: Wissenschaftliche Studien

Die Sammlung von Herangehensweisen und Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Studien zum Sportprodukt schafft nicht nur Wissen zu den Ergebnissen. Besonders für die spätere Operationalisierung und auch die Schwerpunktle-

gung bei der Bewertung der Funktionalität ergeben seriöse wissenschaftliche Projekte einen guten Überblick über Funktionen und die Wirkung technischer Lösungen. Ansatzpunkte finden sich in klinischen Studien zu den Verletzungen, Mechanismen und Überlastungen bei der sportlichen Bewegung mit dem Sportprodukt. Zudem finden sich in der Literatur viele Ansätze zur Bewertung der Wirksamkeit technischer Lösungen für einzelne Funktionen und Innovationsprojekte zur Suche nach neuen Möglichkeiten zur Optimierung des Zusammenspiels von Mensch und Maschine.

Feld 3: Expertenbefragung

Im Rahmen einer qualitativen Befragung von Experten werden subjektive Meinungen mit dem Ziel erhoben, das Wissen der Befragten über die Funktionalität eines Sportprodukts zu sammeln. Die Auswahl der Experten ist für den Inhalt der Ergebnisbefragung von größter Bedeutung. Folgende Betätigungsfelder der Experten bieten sich bei der Suche nach Testpersonen an:

- Hersteller und Handel
- aktive und ehemalige Sportler mit Testkompetenz
- Entwickler und Erfinder
- Individualisierer von Sportprodukten

Als Methode liefert die offene Befragung ein qualitatives Verfahren für eine solche Exploration. Zwar ist die Vergleichbarkeit der Einzelaussagen sehr gering, der Zeitaufwand groß und damit auch nicht mit einer Vielzahl von Testpersonen durchführbar. Trotzdem liefert diese Methode reichhaltige Informationen über den Untersuchungsgegenstand, wenn auch für die Durchführung einer solchen Befragung die Aufmerksamkeit auf die Einhaltung von Gütekriterien besonders wichtig ist (vgl. Bortz, Döring, 2003, S. 286). Dies begründet sich insbesondere dadurch, dass die Methode dem Befragten und dem Befrager einen großen Gestaltungsspielraum lässt. Um Störvariablen zu kontrollieren, bietet es sich an, offene Fragen in Form eines Fragebogens oder Leitfadens als Gesprächsgrundlage zu formulieren, wobei eine emotionale und sachliche Beteiligung am Gespräch und ein gewissen Maß an Flexibilität im Umgang mit dem Befragten unerlässlich ist. Zudem ist es mit einem solchen roten Faden einfacher, die umfangreichen Daten der Interviews inhaltlich zusammenzufassen, besonders

wenn diese als Audio-Daten auf Diktiergeräten mitgeschnitten werden. Grundsätzlich ist es bei jeder derartigen Untersuchung wesentlich, dass sie den Hauptgütekriterien aus der klassischen Testtheorie genügt. Objektivität kann dadurch erreicht werden, indem eine genaue Beschreibung des Vorgehens und der Durchführung inklusive eines ausführlichen Gesprächsfadens vorab ausgearbeitet und in der Befragung bzw. im Interview streng beachtet werden. Trotzdem bleiben die subjektiven Gesprächsergebnisse natürlich stark von der Erfahrung und dem Verhalten des Testleiters abhängig. Die Kontrolle der Reliabilität einer derartigen, qualitativen Untersuchung bleibt strittig, wobei besonders in der Auswahl einer Expertengruppe ein wichtiger Einflussfaktor auf die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu suchen ist. Dabei zählen weniger die Quantität von Befragungsteilnehmer, als die richtige Auswahl von Experten für das Sportprodukt. Um Validität in einer Expertenbefragung zu erreichen, ist in diesem speziellen Fall zu beachten:

„1. Sind Interviewäußerungen authentisch und ehrlich oder hat die Befragungsperson ihre Äußerungen verändert oder verfälscht bzw. war der Interviewer nicht in der Lage relevante Äußerung zu erarbeiten?

2. Bilden Beobachtungsprotokolle das Geschehen valide ab oder sind sie durch Voreingenommenheit oder Unaufmerksamkeit des Protokollanten verzerrt und verfälscht?“ (Bortz, Döring, 2003, S. 327)

Daher bietet es sich aus praktischer Sicht dringend an, derartige Befragungen persönlich und in einem Vier-Augen-Gespräch abzuhalten und aufzuzeichnen.

Kurzbeispiel

Um Kriterien für die Nachhaltigkeit von Sportprodukten zu entwickeln, werden auf der methodischen Basis einer Delphi Befragung Experten aus verschiedenen Bereichen zu diesem Thema befragt. Der erste Schritt bei diesem mehrstufigen Befragungsvorgehen ist die schriftliche Ersteinschätzung von Entwicklungstrends durch die Gruppe von Experten. Diese Ergebnisse der Gruppe werden anschließend den Gruppenmitgliedern zur Verfügung gestellt. Hierauf können die Experten ihre Meinung verfeinern, um sich am Ende des auch mehrmals zu durchlaufenden Prozesses auf eine gemeinsame Haltung zu einigen.

Aus diesem Prozess zur Nachhaltigkeit geht eine Kriterienliste zur Beschreibung der Nachhaltigkeit von Sportprodukten hervor (vgl. Borowitz, 2008, im Rahmen der Forschungstätigkeit betreute Diplomarbeit).



Abbildung 20: Die aus der Expertenbefragung extrahierte Übereinstimmung der Experten für die Kriteriendefinition der Nachhaltigkeit von Sportprodukten. Quelle: Borowitz, 2008

Feld 4: Standards und Normen

„Die Kenntnis entsprechender Normen, Standards oder Regeln, sowie deren richtiger Einsatz [...] sorgt durch eine gleichbleibende sowie vergleichbare Produktqualität für Vertrauen bei den Endverbrauchern. Darüber hinaus stehen Normen unter rechtlichen Aspekten für mehr Sicherheit – Hersteller erreichen bei Anwendung und Einhaltung von Normen ein hohes Maß an rechtlicher Absicherung“ (vgl. Deutsches Institut für Normung. <http://www.din.de/cmd?level=tpl-artikel&cmstextid=55190>, Zugriff am 30.12.2008). Normen stellen gesetzliche Vorgaben dar, die Eigenschaften von Produkten aus dem Blickwinkel der Verbraucher-Sicherheit betrachten. Daraus lassen sich für die Funktion von Sportprodukten wichtige Hinweise extrahieren und dazu Informationen zu An-

forderungen an Schnittstellen zu anderen Sportprodukten für die Funktionsweise von Systemen erfahren, wie zum Beispiel Skischuh und Skibindung.

Feld 5: Herstellerangaben

Hersteller werden in ihren selbsterstellten Unterlagen zumeist mit Eigenschaften und Technologien für den Kunden werben, die das Produkt von den Mitbewerbern abhebt. Für die Recherche von Informationen zur Funktion und zu technischen Lösungsansätzen sind die Angaben jedoch insofern wertvoll, als dass sie den aktuellsten Stand der Produkte und technischen Lösungen wiedergeben. Grundlegende Funktionen sind für die Werbung von untergeordneter Bedeutung, allerdings sind eingesetzte Technologien immer Hinweise auf die Lösung funktioneller Anforderungen an das Sportprodukt.

Einen sehr schnellen Überblick über die aktuellen Produkte findet der Forscher auch für einige Produktklassen in der Fachpresse. Tests und Produktvorstellungen in den Medien fokussieren auf die Neuheiten und aktuellen Entwicklungstendenzen am Sportprodukt und schaffen so ebenfalls eine Grundlage für die Sammlung der aktuellen Technik zur Lösung der Funktion des Produkts.



AKTIVES SCHWINGEN - REAKTIVES CORETRAINING

FLEXI-BAR eröffnet endlich die Möglichkeit die Tiefenmuskulatur auf einfache Art und Weise zu kräftigen.
 Der in Schwingung gebrachte FLEXI-BAR bewirkt durch seine Vibration eine außergewöhnliche, tiefgehende Reaktion des Körpers - die reflektorische Anspannung des Rumpfes, welche bewusst nicht erreicht werden kann... **WEITER >>**

SCHON NACH KURZER ZEIT ERHALTEN SIE EIN VÖLLIG NEUES KÖRPERGEFÜHL

- Propriozeptive Therapieform bei Rücken- und Nackenschmerzen
- Bindegewebefestigung
- Haltungsverbesserung
- Bodystyling
- Po- Muskeldefinition
- Fettverbrennung
- Steigerung der Konzentrationsfähigkeit
- Ausgleich von muskulären Disbalancen
- Kann beim Rückbildungstraining nach der Schwangerschaft unterstützend eingesetzt werden.

Abbildung 21: Herstellerangaben für ein Fitnessprodukt – die Wirkungen des Produkts liefern Hinweise auf Funktionen des Produkts. Quelle: www.flexibar.de. Zugriff am 10.1.2009)

3.3 Beschreibung: Wie lässt sich Funktionalität fassen?

Die vielfältigen und bereits vorstrukturierten Informationen aus den ersten beiden Schritten werden im dritten Schritt nun zusammengefasst und in einer Form überführt, die als Grundlage für die Bewertung des Produkts dienen kann.

Die Aufgabe besteht in einer zielgerichteten Analyse dieser Informationen zur Erarbeitung relevanter Aussagen und Erkenntnisse für die Beschreibung der Lösungsansätze. Hierfür liefert die Inhaltsanalyse als Methode der modernen Sozialforschung (Lamnek, 2005, S. 478ff) eine gute Grundlage zur weiteren Verarbeitung der umfangreichen Daten zum Sportprodukt. Da sich die Inhaltsanalyse in der Sozialforschung dem Verhalten von Menschen inhaltlich nähert, bietet es sich an, auf diesen Grundlagen den Spezialfall des soziotechnischen Systems Sportler und Sportprodukt bezüglich der inhaltlichen Analyse leicht zu modifizieren. Sie trägt jedoch weiterhin explorativen Charakter und dient zur Sammlung der für die Beschreibung des Sportprodukts notwendigen Kriterien.

Als Gegenstand der Analyse gilt:

- Was trägt ein Sportprodukt zur Lösung der sportlichen Bewegungsaufgabe und zur Zufriedenstellung des Nutzers bei, was ist seine Funktion und wie ist diese im konkreten Produkt ausgeprägt?
- Welche technischen Lösungsmöglichkeiten für diese Funktionen gibt es?
- In welchem Zusammenhang steht die Funktion des Sportprodukts mit dem Nutzer?

Folgender Ablauf der inhaltlichen Analyse, angelehnt an das Ablaufmodell nach Mayring (2002, S. 95ff) wäre hier denkbar.

1. Gezielte Auswahl des Informationsmaterials

Nicht alle Informationen einer Recherche sind für die Beschreibung des Sportprodukts wichtig und inhaltsreich. Beispielsweise sind viele Informationen aus historischem Zusammenhang zwar für das Verständnis wichtig, für die Erarbeitung neuer Kriterien jedoch unerheblich.

2. Analyse der Entstehungssituation

Für jeden Teil der Recherchen sollte die Entstehung dokumentiert werden, welche Interviewpersonen befragt und welche Recherche-Archive verwendet wurden. Dieser Hintergrund erhöht die Gültigkeit und den Wert für die Ergebnisse der inhaltlichen Analyse.

3. Bestimmung der Analysetechnik

Inhalte können anhand drei verschiedener Techniken interpretiert werden. Aus dem Kanon von Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung ist für die Sammlung von Kriterien der Funktionalität von Sportprodukten die Zusammenfassung geeignet. So wird durch Auslassung, Generalisierung, Selektion und Bündelung das vorhandene Material auf eine Art „Funktions-Corpus“ reduziert werden.

4. Analyse der Materials

Die Zusammenfassung des Materials hat zum Ziel, die Funktionen als eine Kombination von Nomen und Verb aus dem vorhandenen Material zu generieren und die technischen Lösungen hierfür den Funktionen zuzuordnen. Der Prozess der Zusammenfassung kann dabei mehrere Schritte umfassen, die jeweils die Kerne der Aussagen aus Texten und Interviews herauslösen, generalisieren und reduzieren.

Die Sammlung der Ergebnisse wäre als Liste für die Bewertungsschritte und einen schnellen und umfassenden Überblick sinnvoll. Dabei sollten folgende Informationen in der Liste enthalten sein:

Tabelle 3: Mögliche Vorlage zur Zusammenfassung der Beschreibung der Funktionalität des Sportprodukts

Funktion des Sportprodukts	Mögliche Ausprägung	Technische Lösungen	Zusammenhang mit dem Nutzer
A	a – a´	1	Z ₁
B	b – b´	2	Z ₂
C	c – c´	3	Z ₃
D	d – d´	4	Z ₄

Funktion des Sportprodukts:

Die Funktion wird in der Form „Nomen – Verb“, also „Stabilität bieten“, eingetragen. So lässt sich auch schon der Zusammenhang mit der möglichen Ausprägung erahnen, die als Adjektivpaar dargestellt wird.

Mögliche Ausprägung:

Die mögliche Ausprägung der Funktion im Produkt ergibt sich ebenfalls aus den Recherchen. Dieses Paar stellt die extremen Ausprägungen der einzelnen funktionellen Parameter dar.

Technische Lösungen:

Hier werden verschiedene technische Lösungsmöglichkeiten festgehalten, wie die Funktion in vorhandenen Sportprodukten ausgeprägt werden kann oder auch soll. Technische Lösungen beschreiben die Umsetzung funktionaler Anforderungen in konkreten Sportartikeln.

Zusammenhang mit Nutzer:

Die Inhalte der Recherchen über den Sportler und den Zusammenhang mit der Funktion werden hier vermerkt. Dies können sowohl Aktionen in der sportlichen Bewegung sein, als auch Verletzungen und Überlastungen, die diese Funktion betreffen oder erfordern.

3.4 Bewertung: Gewichtung funktioneller Kriterien

Der in den vorherigen Schritten erarbeitete Kriterienkatalog liefert die Grundlage für die Erarbeitung von Vorgehensweisen und Testverfahren zur Bewertung der Funktionalität eines Sportprodukts. Die Wichtigkeit der Vielzahl von Kriterien, welche die Funktion des Sportprodukts und mögliche technische Lösungen umfassen, wird in diesem Schritt bezüglich ihrer Wichtigkeit für den Kunden als einzelnes Merkmal bewertet. Auf Basis der anerkannten Faktorannahme zur Kundenzufriedenheit (vgl. hierzu Matzler, Sauerwein, Stark, 2006) kann man davon ausgehen, dass sich diese auf verschiedene Faktoren stützt:

- Basisfaktoren: Sie umfassen jene Funktionen, die Unzufriedenheit auslösen, wenn sie nicht den Erwartungen des Sportlers entsprechend wahrgenommen werden. Werden sie vom Sportler positiv wahrgenommen führt das noch nicht zu Zufriedenheit, sondern lediglich zu „Nicht-Unzufriedenheit“. Diese Mindestanforderungen betreffen also die Kernleistungen des Sportprodukts.

- Leistungsfaktoren: Dies sind jene Funktionen, die sowohl zu Zufriedenheit führen, wenn die Erwartungen des Kunden übertroffen werden, als auch zu Unzufriedenheit, wenn die Erwartungen des Sportlers nicht erfüllt werden.
- Begeisterungsfaktoren: Sie beziehen sich auf jene Funktionen, die Zufriedenheit auslösen, wenn sie dem Sportler zur Verfügung stehen, aber nicht notwendigerweise Unzufriedenheit verursachen, wenn sie nicht vorhanden sind. Begeisterungsattribute werden vom Sportler nicht erwartet und erhöhen deshalb den wahrgenommenen Nutzen einer Kernleistung.

Es gibt verschiedene Methoden zur Erhebung der Kundenzufriedenheit auf Basis dieser Faktorstruktur. Für die Gewichtung einzelner Faktoren der Funktionalität des Sportprodukts bietet sich das Verfahren der Kano Analyse an. Das Kano Modell der Kundenzufriedenheit basiert auf den Arbeiten des Japaners Kano aus dem Jahr 1978. Kano geht davon aus, dass die Erfüllung oder Nichterfüllung von Produkteigenschaften einen unterschiedlichen Einfluss auf die Zufriedenheit und Unzufriedenheit des Kunden ausüben. Deshalb entwickelt er ein Vorgehen, das auf der Basis einer speziellen Fragetechnik aus einer positiv und negativ gestellten Frage eine Klassifizierung der Eigenschaften des Produkts nach der Faktorstruktur ermöglicht (Sauerwein, Bailliom, Matzler, Hinterhuber, 1996, S.313ff).

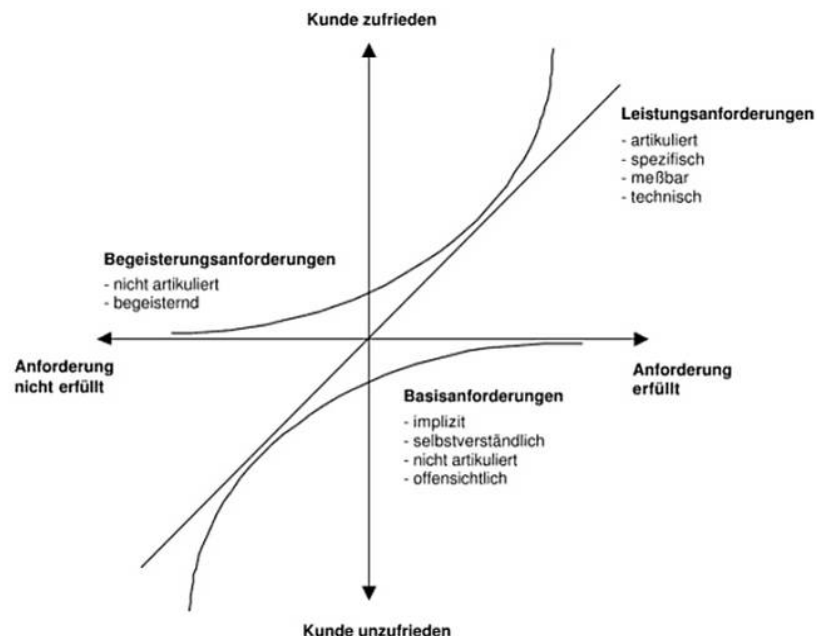


Abbildung 22: Zusammenhang der Faktorstruktur der Kundenzufriedenheit und der Erfüllung von Anforderungen durch das Produkt (nach Berger, 1993, S. 4)

Die Kategorisierung Kanos liefert im vorgestellten Vorgehen zur Bewertung der Funktionalität des Sportprodukts die Gewichtung einzelner Kriterien für eine Gesamtbewertung. Zudem ermöglicht das Ergebnis der Analyse die Konzentration auf Kriterienklassen, deren Auswirkung auf die Zufriedenheit des Sportlers unterschiedlich ausfällt. Das ermöglicht dem Entwickler von Sportprodukten eine zielgerichtete Vorgehensweise in der Ausrichtung seiner Produktstrategie am Kunden. Der Bewerter erhält durch diese Ergebnisse nicht nur eine Klassifizierung von Kriterien, sondern durch die Bewertung der Wichtigkeit der Kriterien im Kano Fragebogen auch eine Gewichtungsfunktion für die Gesamtbewertung der Funktionalität des Sportprodukts (vgl. auch Marx, 2007).

Methodische Vorgehensweise

1. Sammlung der interessierenden Produktfunktionen

Je nach Fragestellung gilt es, aus den zuvor erarbeiteten Kriterienlisten diejenigen Funktionen herauszufiltern, die für die Zufriedenheit des Kunden relevant sind. Für die Bewertung der Funktionalität sind nicht die technischen Lösungen relevant, sondern die Funktionen des Produkts für den Kunden. Vorab kann eine Experten-Befragung bei erfahrenen Sportlern durchgeführt werden. So lassen sich Wünsche und Erwartungen beim Kauf oder Benutzen des Sportprodukts nochmals mit den funktionellen Kriterien abgleichen und entsprechende Merkmale für die Kano Analyse erarbeiten. Hat man jedoch die ersten Schritte dieses Vorgehens vollständig durchlaufen, so sollte die Kriterienliste die notwendigen Funktionen für die Findung der interessanten Merkmale liefern.

2. Konstruktion des Kano Fragebogens

Für jede gewünschte Produktfunktion wird nun eine funktionale und dysfunktionale Frage formuliert, wie dies in Tabelle 4 gezeigt wird. Dabei sollte die dysfunktionale Frage nicht ausschließlich als Negation der funktionalen Frage formuliert werden, sondern möglichst als alternative, gegenläufige Ausprägung der Funktion. Dabei ist der Kundennutzen in der Fragestellung in den Vordergrund zu stellen.

Tabelle 4: Vorlage zur Konstruktion eines Kano Fragebogens für Sportprodukte

Wie würden Sie denken, wenn Ihr Sportprodukt ...	das würde mich sehr freuen	das setze ich voraus	das ist mir egal	das könnte ich in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
...Funktion 1 besitzen würde					
...Funktion 1 nicht besitzen würde					

Für manche Sportprodukte bietet es sich an, die Fragen nach den Funktionen in verschiedenen Situationen zu stellen. Diese können vorab beschrieben werden, um den Fragebogen für den Tester sinnvoll zu strukturieren. Im Anschluss an die Kano Fragen sollten die Testpersonen noch nach der Wichtigkeit der einzelnen Funktionen zu befragt werden. Aus diesen Ergebnissen lassen sich einfach übergeordnete Gewichtungsfaktoren bestimmen, um die Funktionalität eines Produkts bewerten zu können.

3. Durchführung der Befragung und Auswahl der Testergruppe

Neben den üblichen Durchführungs-Richtlinien für eine Befragung ist bei der Kano Analyse besonders darauf zu achten, dass die Gruppe der Befragten sinnvoll ausgewählt wird. Nur Sportler mit Erfahrung im Umgang mit dem entsprechenden Sportgerät werden die interessanten Funktionen kennen und bezüglich ihrer Ausprägung und Wichtigkeit bewerten können. Aufgrund der aufwändigen Befragungstechnik ist zudem der Einleitungstext der Befragung etwas ausführlicher zu gestalten, um die Abbruchquote aufgrund der Wiederholungen der Fragestellung gering zu halten.

4. Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

Die gesammelten Ergebnisse der Kano Fragen ermöglichen es, für jede Funktion die Ergebnisse durch die Antwortkombination einem der drei Faktoren zuzuordnen. Hier hat sich die ursprüngliche Annahme von Kano derart erweitert, dass es auch Antwortkombinationen gibt, die dafür sprechen, dass die Fragestellung falsch formuliert ist oder dass der Tester verwirrt antwortet.

Produktanforderung → ↓		Dysfunktionale (negative) Frage				
		1. Würde mich sehr freuen	2. Setze ich voraus	3. Das ist mir egal	4. Könnte ich in Kauf nehmen	5. Würde mich sehr stören
Funktionale (positive) Frage	1. Würde mich sehr freuen	Q	A	A	A	O
	2. Setze ich voraus	R	I	I	I	M
	3. Das ist mir egal	R	I	I	I	M
	4. Könnte ich in Kauf nehmen	R	I	I	I	M
	5. Würde mich sehr stören	R	R	R	R	Q

Die Produkthanforderung ist ...

A(tractive): Begeisterungsanforderung
M(ust-be): Basisanforderung
R(everse): Entgegengesetzt

O(ne-dimensional): Leistungsanforderung
Q(uestionable): Fragwürdig
I(ndifferent): Indifferent

Abbildung 23: Zuordnung der Antwortmöglichkeiten aus der Kano Analyse (Sauerwein et al., 1996)

Wie oft ein Item in der Befragung als A, M, I, oder O Anforderung klassifiziert wird dient für die Einordnung in die Kundenzufriedenheits- und Unzufriedenheitsskala. Die Berechnung der Zufriedenheits- und Unzufriedenheits-Anteile basiert auf den folgenden Gleichungen, die einen Wert zwischen 0 und 1 ergeben:

$$\text{Zufriedenheitsfaktor} = \frac{A + O}{A + O + M + I}$$

$$\text{Unzufriedenheitsfaktor} = \frac{M + I}{-(A + O + M + I)}$$

Die Wichtigkeit des Faktors wird als Mittelwert über die Ergebnisse der Befragung zur Wichtigkeit des einzelnen Faktors ermittelt. Eine detaillierte Beschreibung des Vorgehens zur Auswertung der Kano Befragung liefern Sauerwein et al (1996, S. 6ff).

Kurzbeispiel (vgl. Abbildung 24)

Für die Wirksamkeit und praktische Durchführbarkeit der Kano Analyse im Bereich von Sportprodukten wurde eine Kano-Befragung im Rahmen einer Bike-Testveranstaltung durchgeführt. Hierbei wurden die Testpersonen gebeten, ihre Erfahrungen vor den Testfahrten im Kano Fragebogen zur Zufriedenheit und

Wichtigkeit einzelner Funktionen des Mountainbikes nieder zu legen. Das Ergebnis wurde entsprechend des vorher beschriebenen Verfahrens erhoben und liefert für die Bike-Industrie wichtige Anhaltspunkte. Beispielhaft zeigt das Ergebnis für die Situation „lange Bergauffahrt auf Schotter und Asphalt mit unterschiedlicher Steigung“ die Lage der Funktionen des Bikes in vier Quadranten, die jeweils die Zugehörigkeit zu einem Faktor indizieren. Die Zahlenwerte in der Ergebnisdarstellung stellen die Wichtigkeit der einzelnen Funktionen dar und werden durch die Größe der Kreise zusätzlich symbolisiert.

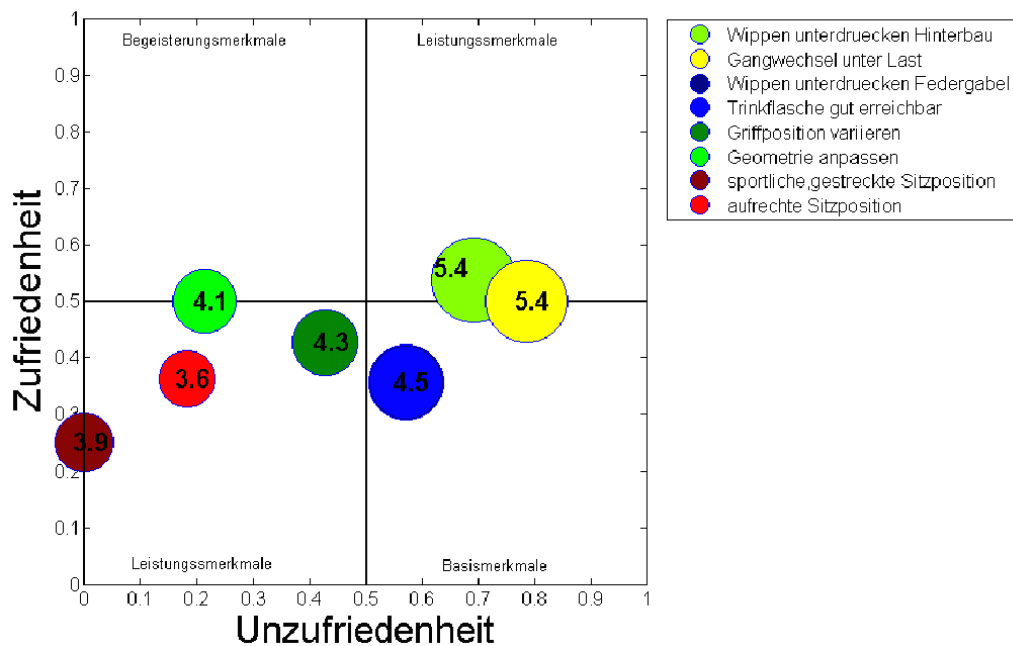


Abbildung 24: Ergebnis einer Kano Analyse für Mountainbikes in der Situation Bergauffahren als grafische Darstellung

Die Testpersonen bewerten die Funktionen „Wippen unterdrücken“ und „Gangwechsel unter Last“ für diese Situation am wichtigsten. Beide stellen Leistungsmerkmale eines Mountainbikes dar, deren nicht-Erfüllung beim Nutzer zu großer Unzufriedenheit führen kann. In einer Funktionalitätsbewertung eines Mountainbikes sollten also diesen beiden Kriterien auf keinen Fall vernachlässigt werden. Die geringen Wichtigkeitswerte für die Auslegung der Sitzposition – sportlich gestreckt oder aufrecht – sprechen zusammen mit der Lage im Koordinatensystem für einen geringen Beitrag dieser Merkmale an der Gesamtfunktionalität.

3.5 Bewertung: Operationalisierung von funktionellen Kriterien

Aufbauend auf die Gewichtung einzelner Funktionen über die Befragung nach der Zufriedenheit des Kunden und der Strukturierung der einzelnen Kriterien liefert die Operationalisierung nun Verfahren zur Messung der Funktionalität eines Sportprodukts. Besonders wichtig ist hierfür eine gute theoretische Basis aus Begrifflichkeiten, die in der empirischen Sozialforschung üblich sind. Hier ist die Operationalisierung, also die Zuordnung von Messwerten zu Objekten eine wichtige Forschungsaufgabe, deren Bearbeitung auf feste Grundregeln zurückgreift. In der praktischen Durchführung der Bewertung von Funktionalität eines Sportprodukts sollte zur Steigerung der Ökonomie des Vorgehens die Fragestellung vor der Operationalisierung formuliert werden. Im Schritt 6 dieses Vorgehens werden verschiedene Beispiele für typische Kategorien von Fragestellungen zur Bewertung der Funktionalität des Sportprodukts aufgezeigt, die auch in der Operationalisierung unterschiedlichen Aufwand erfordern.

Eine wichtige Vorarbeit liefert die Sammlung und Strukturierung von Zusammenhängen rund um die Funktionen des Sportprodukts, was vergleichbar mit der empirischen Sozialforschung als „Konzeptspezifikation“ bezeichnet werden kann (Schnell, Hill, Esser, 2008, S. 129). Um nun diese Zusammenstellung aus unterschiedlichsten Nomen-Verb Kombinationen zu einem bewertbaren Konstrukt von Funktionalität eines Sportprodukts zu machen, ist für das einzelne Kriterium festzuhalten, wie es greifbar und messbar gemacht werden kann. Die Überführung der Funktionen in messbare Operationen basiert auf der Zuordnung des richtigen Indikators zur entsprechenden Funktion. Empirische Indikatoren sind messbare Eigenschaften oder Zustände des soziotechnischen Systems aus Sportprodukt und Mensch, wobei die Anzahl der Indikatoren theoretisch unendlich groß sein kann. Für empirische Projekte bietet es sich an, nach verschiedenen Indikatoren für eine Funktion zu suchen, um das Konstrukt vielseitig zu erfassen. Die Variable bezeichnet dann eine Ausprägung einer Eigenschaft des Produkts, die einem Zahlenwert entspricht. Für die Funktionen von Sportprodukten liegt eine wichtige Aufgabe darin, einzelne Korrespondenzregeln zwischen der Funktion und einer Variable anzugeben. Die so bestimmte Ausprägung des Indikators macht durch das angegebene Messverfahren aus

einer theoretischen Begrifflichkeit einen messbaren oder beobachtbaren Sachverhalt. Dabei muss auch für die Messung der Funktionalität zwischen Konzept, Indikator und empirischer Realität unterschieden werden. Die empirische Realität existiert auch ohne Indikatoren und Konzepte. Indikatoren beziehen sich auf bestimmte Aspekte der Realität, wobei die Auswahl der Aspekte vom Konzept abhängt. Empirische Aussagen betreffen dann eben nicht ohne Vorbehalt das gesamte Konzept, sondern liegen immer nur für einen bestimmten Indikator vor.

Zwei Messverfahren zur Bestimmung der Funktionalität von Sportprodukten können grundlegend unterschieden werden:

- 1. Das direkte Messen von Indikatoren der Funktionen und direkte Bestimmung physikalischer Messwerte mit Messgeräten*

Die Gütekriterien eines Messinstruments sind ebenso wie die Güte der Durchführung von Messungen für jedes der Verfahren zu beachten und bereits in die Überlegungen bei der Suche nach Messverfahren mit einzubeziehen. Hierzu gehört es, die Zuverlässigkeit des Instruments zu bestätigen (Reliabilität eines Messinstruments), indem wiederholte Messungen des Objekts mit einem Messinstrument die gleichen Werte liefern. (Schnell e.a., 2008, S. 151). Die noch größere Herausforderung liegt jedoch zumeist darin abzuschätzen, inwieweit das Messinstrument tatsächlich das misst, was es messen sollte (empirische Validität). Die Bestimmung dieses Kriteriums erfolgt zumeist über die Korrelation zwischen dem eingesetzten Instrument und einer anderen beobachteten Variablen, die als Kriterium dient. Validität kann damit immer nur in Bezug zu einem anderen Messinstrument bestimmt werden. Zum Erheben von physikalischen Größen sind grundlegende Kenntnisse der Messtechnik und Entwicklungskompetenz für angepasste Messverfahren notwendig. Da sich die Sportwissenschaft per se nicht mit derartigen Entwicklungen von Messverfahren und Messprinzipien beschäftigt, bieten sich hier interdisziplinäre Entwicklungsprojekte an. Dabei erfüllt die Sportwissenschaft in diesen Projekten die Aufgabe, Anforderungen zu definieren und nach der Realisierung des Messinstruments die Reliabilität und Validität des Verfahrens zu prüfen. Für physikalische Größen ist die Ermittlung von Messfehlern in die Überlegungen mit einzubeziehen. Zur Abschätzung des Messfehlers insgesamt ist immer zu beachten, dass sich Ergebnisdifferenzen bei mehrmaligen Messungen am gleichen Messobjekt aus

groben, systematischen und zufälligen Messfehlern zusammensetzen. Treten Fehler zufällig auf und können sie auf Messmittelmängel zurückgeführt werden, so handelt es sich um grobe Fehler. Ist dies zu beobachten, so sollte das Messinstrument und die Messung einer grundlegenden Überprüfung unterzogen werden. Systematische Fehler ändern sich bei der Wiederholung von Messungen nicht, bewirken jedoch, dass der wahre Wert vom Messwert konstant abweicht. Sofern dieser Fehler bekannt ist, kann der ermittelte Messwert nach der Messung korrigiert werden. Zufällige Messfehler bezeichnen die Abweichung von Einzel-Messwerten von einem Erwartungswert. In der Praxis bietet es sich bei der Messung physikalischer Parameter an, die Wiederholbarkeit als Maß für die Übereinstimmung von Messwerten aus Messreihen zu bestimmen. Hier bietet sich die Bestimmung der Standardabweichung als Maß an (Hart, Lotze, Woschni, 1997, S. 73). Die Reproduzierbarkeit R von Messungen kann durch wiederholtes Messen derselben Messgröße unter gleichen Bedingungen mit demselben Messgerät bestimmt werden.

$$R = \frac{\text{Messbereichsendwert}}{\text{zufällige Abweichung}} \quad (\text{vgl. Niebuhr, Lindner, 2002, S. 13})$$

2. Die Befragung auf der Basis empirischer Sozialforschung

Das komplexe Zusammenspiel von Mensch und Material im Sport als Ganzes zu erfassen, vermag bis heute noch keine Maschine, zudem ist auch kein Messwert bekannt, der die Funktionalität des Sportprodukts ausdrücken könnte. Fragebögen bieten die Möglichkeit, Funktionen von Sportgeräten vom Sportler bewerten zu lassen und so komplexe Hypothesen, die nicht mit einem physikalischen Messwert bestimmt werden können, zu überprüfen. Derartige Befragungen zielen darauf ab, subjektive Eindrücke des Menschen mit dem Sportprodukt oder zu vergleichenden Sportprodukten aufzuzeichnen. Die Komplexität der Entscheidungsfindung beim Menschen und die vielfältigen Störfaktoren, die sich für eine derartige Befragung ergeben, gilt es jedoch so gut als möglich zu beachten. Der Mensch ist jedoch mit Sicherheit das komplexeste ‚Messgerät‘, das für die Sportgerätebeurteilung verfügbar ist.

Als Messgröße wird für einen Fragebogen zur Bewertung der Funktionalität eines Sportprodukts allgemein definiert: die Handlungsfähigkeit einer Testperson mit dem Sportprodukt im situativen Zusammenhang, die als relativ stabile Einstellung zu verstehen ist, abhängig von der Funktionalität des Produkts. Eine ausführliche Anleitung zu einem möglichen Design einer Befragung zu den Eigenschaften eines Laufschuhs gibt Farkas (1994).

Im Rahmen einer Bestimmung der Qualität des Fragebogens und der einzelnen Items erfolgt eine Analyse der Rohwertverteilung, der Aufgabenschwierigkeit und der Trennschärfe.

Analyse der Rohwertverteilung

Die für die Analyse der Zusammenhänge notwendige Überprüfung der Rohwertverteilung auf Normalverteilung wird im Normalfall anhand des χ^2 -Tests durchgeführt. Sind die Rohwerte jedoch nicht in Klassen einzuteilen, bietet der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest bei gleich großer Irrtumswahrscheinlichkeit α eine höhere Aussagekraft als der χ^2 -Test. Die Ausführungen zur Durchführung der jeweiligen Tests zu den hier vorliegenden Items ist im Anhang auf Seite 142 nachzuschlagen. Für alle Fragen kann hier die Normalverteilung nachgewiesen werden.

Itemschwierigkeit und Trennschärfeindex

Items besitzen unterschiedliche Zustimmungs- oder Lösungsraten, die als Aufgaben- oder Itemschwierigkeit bezeichnet werden. Die Itemschwierigkeit wird durch einen Index gekennzeichnet, der dem Anteil derjenigen Personen entspricht, die das Item richtig lösen oder bejahen (vgl. Bortz, Döring, 2003, S. 218ff). Der Trennschärfe eines Items ist zu entnehmen, wie gut das gesamte Testergebnis aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Items vorhersagbar ist. Der Trennschärfekoeffizient einer Aufgabe ist gleich der Korrelation zwischen dem Aufgabenpunktwert und dem Rohwert eines jeden Probanden der Analysestichprobe (Lienert, Raatz, 1994). ‚Gute‘ Testaufgaben sollen eine hohe Trennschärfe zu einem mittleren Schwierigkeitsgrad (etwa um 0,5) erreichen. Trennschärfen zwischen 0,3 und 0,5 werden als mittel bezeichnet, über 0,5 gilt die Trennschärfe als hoch (vgl. Bortz, Döring, 2003, S. 219).

Reliabilität

In die Reliabilität gehen neben den für die Objektivität bedeutsamen Ablese- oder Bewertungsfehlern auch alle anderen zufälligen Fehlerquellen ein. Die „klassische Testtheorie“ geht dabei von einem zusammengesetzten beobachteten Wert aus.

$$X_i = T_i + e_i$$

X_i : beobachteter Wert
 T_i : wahrer Testwert
 e_i : Fehler (mit Erwartungswert 0, da Zufallsfehler)

Aufgrund verschiedener Fehlerquellen kommt es nach diesem Grundaxiom der klassischen Testtheorie bei der Streuung der Messwerte auch zu einer Fehlervarianz s_e . Ist diese gleich 0, so streuen die Messwerte nur aufgrund der Individualität der Testpersonen und geben damit die wahre Varianz s_T wieder. In Fragebogenuntersuchungen, wie hier vorliegend, besteht die Gesamtvarianz aus der wahren Varianz und einer Fehlervarianz:

$$s_x^2 = s_T^2 + s_e^2$$

s_x : Gesamtvarianz
 s_T : wahre Varianz
 s_e : Fehlervarianz

Die Streuung der Messwerte ist also nicht nur auf die Individualität der Tester zurückzuführen, sondern auf andere Fehlerquellen. Der Reliabilitätskoeffizient wird nach der klassischen Testtheorie aus dem Verhältnis zwischen wahrer Varianz und Gesamtvarianz bestimmt. Die Reliabilität nimmt damit bei zunehmender Fehlervarianz ab.

$$r_{tt} = 1 - \frac{s_e^2}{s_x^2}; r_{tt}: \text{Reliabilitätskoeffizient}$$

Dieser Koeffizient kann durch das Konzept der parallelen Messung bestimmt werden, da nur s_x empirisch bestimmt werden kann. Das Paralleltestverfahren findet oftmals in der Art , sozusagen „am Schreibtisch“ Anwendung, in der ein Test in zwei Hälften aufgeteilt wird und jede dieser Hälften als Paralleltest angesehen werden kann. Der Vergleich der beiden Testhälften ermöglicht die Abschätzung von r_{tt} und damit die Bestimmung der Reliabilität. Die errechneten Halbttest-Reliabilitätskoeffizienten hängen stark von der Halbierung der Frageblöcke ab, weshalb sich eine zusätzliche Abschätzung der Reliabilität über die

Berechnung der inneren Konsistenz anbietet. Hierbei wird der Test nicht nur in zwei Teile geteilt, sondern in beliebig viele kleinste Teile zerlegt. Dadurch kann sozusagen jedes Item als Paralleltest angesehen werden. Die Korrelation zwischen diesen Items spiegelt dann die wahre Varianz wieder. Am gebräuchlichsten für die Berechnung ist das Verfahren zur Berechnung des Alpha Koeffizienten nach Cronbach. Er entspricht dem mittleren Reliabilitätskoeffizienten für alle möglichen Testhalbierungen. Ein guter Test sollte eine Reliabilität von über 0,8 aufweisen.

Oftmals wird für einen Sportprodukttest eine Ratingskala eingesetzt, auf der die Tester ihre Handlungs-Zufriedenheit zum Ausdruck bringen können. Diese Skala birgt jedoch auch viele Fehlerquellen, die das Testergebnis beeinflussen (vgl. hierzu auch Bortz, Döring, 2003, S. 182-187). Ein kurzer Überblick über mögliche Fehler ist im Anhang unter Typische Probleme mit Rating Skalen auf Seite 131 nachzuschlagen.

3.6 Bewertung: Strategien zur Bewertung von Funktionalität

Im letzten Schritt, der Bewertung funktioneller Parameter im einzelnen oder in einer interessanten Gesamtheit, werden verschiedene Bewertungsstrategien vorgestellt, die auf einer unterschiedliche Fragestellung basieren. Nach dem Schritt der Operationalisierung einzelner Parameter sollten sich nun die verschiedenen Fragestellungen bearbeiten lassen. Als übergeordnete Struktur für die Bewertung kann die folgende Tabelle dienen, die die vier verschiedenen Strategien A-D in eine Übersicht bringt.

Tabelle 5: Struktur für die vier Bewertungsstrategien

	Einzelfunktion ↔	Funktionalität
Einzelsituation ↑↓ Gesamtsituation	A	C
	B	D

3.6.1 Bewertung von Sportprodukt-Einzelfunktionen in einer Einzelsituation (A)

Sportprodukte unterschiedlicher Marken besitzen unterschiedliche Lösungskonzepte für funktionelle Anforderungen. Dabei stellt sich für die Unternehmen oft die Frage, welche Unterschiede sich zwischen dem neuen Produkt im Vergleich zu den herkömmlichen Produkten oder auch Konkurrenzprodukten in einer bestimmten Situation ergeben. Eine derartige Situation kann sowohl ein besonderes Maß an Sicherheit erfordern, oder aber auch vom Produkt die Übernahme besonderer Funktionen fordern, die vom Menschen nicht geleistet werden können.

Im Bewertungsschritt ist nun im Anschluss an die Operationalisierung des entsprechenden Kriteriums eine Vergleichsmessung durchzuführen. Das Ziel ist der direkte Vergleich der beiden technischen Lösungen in der Situation.

Beispielhafte Hypothese:

Sportprodukt A erfüllt die Funktion F in der Situation S besser als vergleichbare Sportprodukte.

Kurzbeispiel:

Vergleich von zwei technischen Lösungen zur Skischuh-Funktion „Stabilisierung bieten“ in der Situation einer frontalen Flexion.

Im Auftrag eines Sportprodukt-Herstellers wurde ein neues Skischuh-konzept geprüft, welches bezüglich der Funktion „Stabilisierung bieten“ deutliche Unterschiede zu herkömmlichen Produkten aufweisen sollte. Die neuartige technische Lösung in diesem Skischuh sollte dem Kunden einen Mehrwert durch verbesserten Komfort bieten, insbesondere durch eine weichere Auslegung der Skischuhschale und damit einer veränderten Stabilisierung. Dabei gilt es zu beachten, dass ein Skischuh für den Sportler ein Mindestmaß an Stabilisierung bieten sollte, um Verletzungen durch eine übermäßige Flexion des

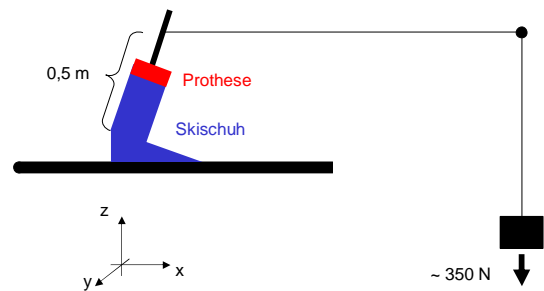


Abbildung 25: Testaufbau für Bewertung der Stabilisierung von zwei Bauarten von Skischuhen

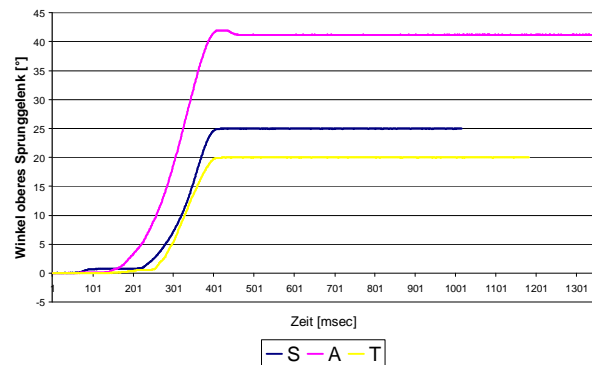


Abbildung 26: Ergebnis für die Messung des Winkels des oberen Sprunggelenks für Schuh A (neue Technologie) und handelsübliche Skischuhe (S/T)

Sprunggelenks zu vermeiden. Der Vorteil des Skischuhs sollte dann darin liegen, dass er dem Sportler mehr Komfort und Wohlgefühl bietet. Der Indikator für die Messung der Funktion „Stabilisierung bieten“ ist der Winkel im Skischuh, der anhand der im Kurzbeispiel zur Operationalisierung dargestellten Prothese gemessen werden kann. Im Vergleich zum Testschuh (A) wurden noch zwei handelübliche Skischuhe (S und T), die den Anforderungen bezüglich der Funktion „Stabilisierung bieten“ entsprechen sollten. Die Messung wurde, wie in Abbildung 25 schematisch aufgezeigt, als quasi-statische Messung mit definiertem Gewicht vorgenommen.

Das Ergebnis in Abbildung 26 zeigt eine Differenz der Ergebnisse des Testschuhs zu den Referenzschuhen T und S von etwa 21° bzw. 16° bei der Flexion des oberen Sprunggelenks im Lastfall. Zu bedenken gilt es hier insbesondere,

dass das Sprunggelenk nach der IAS Richtlinie nicht mehr als 45° flektiert werden sollte, um Verletzungen zu vermeiden. Die Messung wurde in der sogenannten Grundvorlage des Skischuhs gestartet, welche das Sprunggelenk bereits in eine 10-12° flektierte Position zwingt. Daher ist die Funktion „Stabilisierung bieten“ beim Testschuh zu wenig ausgeprägt, um den Sportler vor Verletzungen zu schützen, auch wenn die Vorteile bezüglich des Komforts vorhanden wären.

3.6.2 Bewertung von Einzelfunktionen in der Gesamtsituation (B)

Funktionalität ist neben dem Design und dem Preis eine der Botschaften, die in Katalogen und Werbebroschüren von Herstellern gerne genannt wird. Dabei stellen die Hersteller neue Artikel häufig mit dem Nutzen für den Kunden in Beziehung. Eben diese Wirksamkeit ist aber in den seltensten Fällen nachgewiesen, stellt jedoch für das soziotechnische System eine wichtige Aussage zur Funktion des Produkts dar.

Die Wirkkategorien der Produkte lassen sich aus den Funktionen der Sportprodukte ableiten. Sofern die Wirksamkeit direkt von Interesse ist, bietet es sich an, den Sportler auch direkt über die Wirksamkeit der Technologie zu befragen. Dabei ist der Schritt der Operationalisierung dieser Funktion mit besonderer Aufmerksamkeit und Sorgfalt durchzuführen, da der Mensch in seiner Wahrnehmung auf eben diese Funktion achten soll.

Beispielhafte Hypothese:

Die Funktion F wird von Produkt A besser erfüllt als von Produkt B

Kurzbeispiel: Wirkung einer neuen Kantentechnologie für ein verbessertes Fahrgefühl bei Alpinskiern

In einer Studie zur Wirksamkeit einer neuen Kantentechnologie eines Skiherstellers wurden die in den Werbebotschaften zum Ausdruck gebrachten, für den Kunden spürbaren Vorteile der Innovation überprüft. Kernstück der Technologie sind die in den Belag eingeschobenen, etwa 20cm langen Module, welche jeweils an den Seiten zwei Metall-Kanten besitzen. Damit erhöht sich die Anzahl der Kanten der Ski laut Hersteller auf sechs.

Die Wirksamkeit dieser Innovation betrifft nach den Angaben der Erfinder ein verbessertes Fahrgefühl, ein erhöhtes Gefühl von Sicherheit, verbesserten Kantengriff und exzellente Laufstabilität. Diese Argumente sind die Grundlage für die Fragestellung der Studie: Sind die vom Hersteller versprochenen Vorteile der Technologie für den Sportler spürbar?

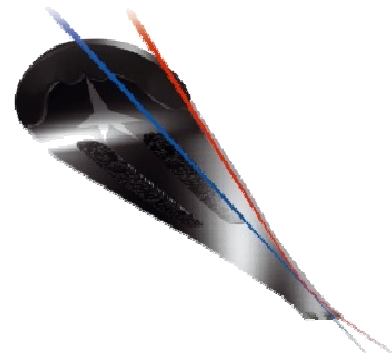


Abbildung 27: Darstellung der neuen Technologie mit sechs Kanten. Quelle: Hersteller.

Die Spürbarkeit der Technologievorteile wurde im Rahmen einer Blindstudie durchgeführt. Die Wirksamkeit wurde durch Fragen zu den Vorteilen der Technologie im Fragebogen abgefragt, wobei als Indikator für die Wirksamkeit eine bessere Bewertung der Ski mit der entsprechenden Technologie definiert wurde. Die Tester hatten im Rahmen einer Blindstudie die Aufgabe, vier Skikombinationen in einem festen Testablauf zu bewerten. Jede Skikombination beinhaltet eine andere Zusammensetzung von Ski mit und ohne neuer Technologie am rechten und linken Bein des Fahrers. Jeder Fahrer bewertete in drei verschiedenen Situationen alle Skikombinationen direkt nach einer standardisierten Fahraufgabe. Dabei sollte der Fahrer darauf achten, ob ein Unterschied zwischen rechter und linker Seite besteht.

Im Ergebnis zeigte sich, dass die Vorteile der neuen Technologie für die Sportler in den Situationen nicht spürbar waren. Langzeiteffekte der Technologie konnten im Rahmen der Studie nicht beantwortet werden. .

3.6.3 Bewertung von Funktionalität in einer Einzelsituation (C)

Die Bewertung von Funktionalität, also eine Mehrzahl von Parametern in einer Einzelsituation ist eine eher selten anzutreffende Forschungsstrategie. Sofern sich ein Sportprodukt grundlegend verändert und diese Veränderung besonders in einer Situation Vorteile bringt, kann die Untersuchung für einen bestimmten Nutzerkreis wertvolle Informationen erbringen.

Beispielhafte Hypothese:

Die Funktionalität des Produkts A ist in der Situation S größer als die des Produkts B.

Beispiel: Bewertung der Funktionalität eines Skischuhs für die Buckelpiste (TÜV Product Service GmbH, 2003).

Die Bewertung des neuartigen Skischuhs nehmen die Forscher mit einer Kombination aus physikalischen Parametern und einer Befragung vor. Um den Einfluss eines Schuhprodukts mit verminderter Schaftsteifigkeit auf die Kinematik und Bodenreaktionskräfte zu quantifizieren, werden verschiedene physikalische Parameter beim Überfahren eines Doppelbuckels aufgenommen. Die veränderte Kinematik in dieser Spezialsituation wird mit der Befragung zur Zufriedenheit mit dem Skischuh ergänzt. Sollte der Skischuh in dieser Einzelsituation mit dem weicheren Schaft eine bessere Funktionalität bieten, könnte man daraus die Forderung nach einer entsprechenden Modifikation des Skischuhs für diese Disziplin des alpinen Skilaufs ableiten.

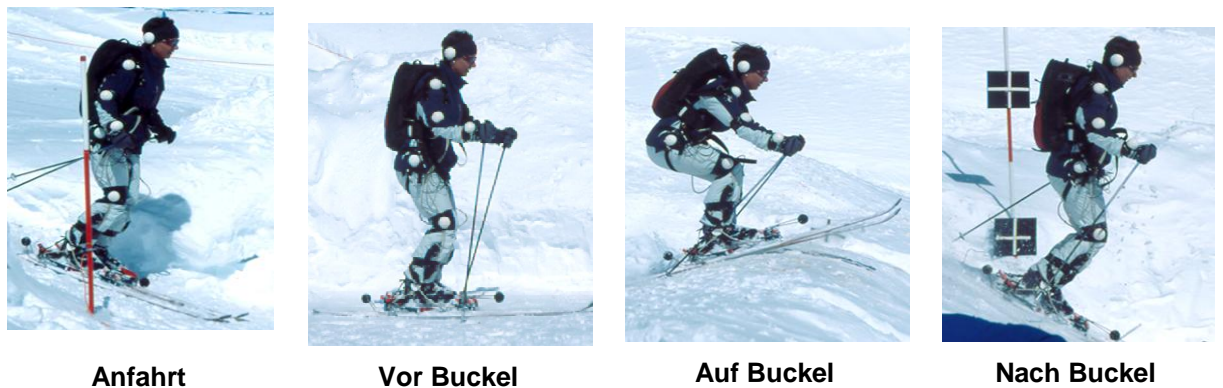


Abbildung 28: Einzelsituation Doppelbuckel: Bewertung der Funktionalität eines besonderen Skischuhs

3.6.4 Bewertung der Funktionalität in der Gesamtsituation (D)

Bei einer Vielzahl von Herstellern sich ähnelnder Produkte ist es oft nur schwer für den Kunden abzusehen, welches Produkt am besten zu seiner sportlichen Technik, seinen Vorlieben und seinen Voraussetzungen passt. Hierfür bietet es sich an, aktuelle Produkte in Vergleichstests miteinander in Beziehung zu setzen und ihre Funktionalität zu bewerten. Dabei ist es aufgrund der Vorerfahrungen der Kunden nicht sinnvoll, alle dem Sportprodukt eigenen Funktionen zu beschreiben, sondern diejenigen, die seinen Kenntnissen, sportlichen Vorlieben und Voraussetzungen entsprechen. Dafür ist es notwendig, aus der Vielzahl von Funktionen diejenigen auszuwählen, welche für den Kunden besonders wichtig sind. Dies kann sowohl von Experten entschieden werden, oder aber

durch eine Kano Analyse mit der entsprechenden Zielgruppe erreicht werden. Für diese Funktionen müssen dann im Rahmen der Operationalisierung der Funktionen Indikatoren oder Merkmale gefunden werden, die durch ein ökonomisch sinnvolles Messverfahren bewertet werden können. Für viele Vergleichstests bietet sich hier als Messmethode ein Fragebogen an, da damit eine direkte Bewertung der Nutzer möglich ist und die Operationalisierung im Rahmen eines Fragebogens im Gegensatz zur Entwicklung neuartiger Messgeräte einen überschaubaren finanziellen Aufwand mit sich bringt. Die Eignung des Menschen als Tester für Funktionalität ist von Sprick (2006) in ihrer Arbeit zum „Test des Testers“ bei Tests von alpinen Ski untersucht worden. Dabei zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Richtigkeit der Testergebnisse und dem Fahrkönnen bzw. der Test-Erfahrung der Probanden. Dies wird durch eine Untersuchung von Bower und Cross (2008) bestätigt, in der nachgewiesen wird, dass männliche Profi-Tennisspieler nur geringe Differenzierungsfähigkeiten bei der Veränderung der Bespannungshärte besitzen. Zur Auswahl der „richtigen“ Testpersonen besteht also noch grundlegender Forschungsbedarf.

Beispielhafte Hypothese:

Die Funktionalität von Produkt A ist größer als die Funktionalität von Produkt B.

Kurzbeispiel: Vergleichsbewertung der Fahreigenschaften von Alpinski

Die Funktionalität von Alpinskiern wird im Rahmen eines umfassenden Testprojekts mit dem Skimagazin bewertet. Die Fragebogenuntersuchung mit etwa 100 Testpersonen zielt darauf ab, die Funktionalität der Ski möglichst zielgruppen- und situationsorientiert zu prüfen. Dazu werden die

- (1) Komfort
- (2) Vielseitigkeit
- (3) Wendigkeit / Vitalität
- (4) Tempovermögen / Laufruhe
- (5) Kantengriff
- (6) Spezialfaktor: Spezielle Eigenschaft der betreffenden Skikategorie, z.B. Carve-Faktor, Surf-Faktor, Freeride-Faktor, ...

Abbildung 29: Variablen Bewertung der Funktionalität des Alpinskis. (vgl. Senner, 2009)

Funktionen moderner Alpinski in sechs verschiedene Variablen gefasst, welche für die Tester spür- und bewertbare Indikatoren in einem Fragebogen werden. So wird z.B. die Variable „Komfort“ durch Merkmale wie „Leichtigkeit der Schwungauslösung“, „Drehbarkeit“ und „Fehlertoleranz“ beschrieben. Da sich die Bewertung der Tester auf eine spezielle Situation beziehen soll, um die Er-

gebnisse möglichst vergleichbar zu machen, werden die Einflussfaktoren Umwelt und Aufgabe in diesem Testvorgehen für die Tester standardisiert. Das bedeutet, dass der Testfahrer in verschiedenen, definierten Geländeabschnitten vorgegebene Fahraufgaben lösen muss und die dazu notwendigen oder herausragenden Funktionen des Ski direkt nach der Fahr bewerten soll. Die Art und Weise, wie sich die Situationen aneinanderreihen, ergibt die typischen Situationen, für die der Ski nach seiner Ausrichtung gefertigt wurde. Die Teilung in Einzelsituationen ermöglicht die Konzentration auf einzelne Funktionen des Ski, die der Tester in dieser Situation auch besonders gut spürt.



Abbildung 30: Ergebnisdarstellung aus dem Skimagazin Superskitest. Quelle: Skimagazin 5/2008.

4 Empirische Umsetzung an einem ausgewählten Sportartikel

Auf der nun gelegten theoretischen Grundlage zu Begrifflichkeiten und Vorgehen zur Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten wird nun ein spezielles Sportgerät ausgewählt, dessen Funktionalität nachfolgend beschrieben und bewertet wird. Dabei wird in der Auswahl des Sportprodukts auf verschiedene Bedeutungsdimensionen geachtet. So soll eine Übertragbarkeit des hier vorgestellten Vorgehens auf möglichst alle Bereiche der Sportartikel erreicht werden.

4.1 Auswahl eines Beispiels

Die Auswahl eines besonderen Beispiels für die Beschreibung und Bewertung eines Sportprodukts orientierte sich bereits zu Beginn der Forschungsarbeit an den Kompetenzen und der Motivation des Forschers. Zudem sollte Funktion und Komfortanforderung des Produkts komplex und die Bewertung und Verbesserung des Produkts von aktueller Bedeutung sein.

Nach dem Carvingboom, der seit 1995 den Skimarkt für mehrere Jahre belebte, kam mit der Einführung eines neuen Skischuhkonzeptes erneut Bewegung in den Skimarkt. Im Jahr 2001 wurde eine neue Art von Skischuhen auf den Markt gebracht, komfortable und flexionsweiche ‚Softboots‘. Die Diskussion um das Thema Flexion, Passform und Komfort eines Skischuhs wurde mit dieser Innovation für den Skischuhmarkt neu entfacht. Beinahe alle Skischuhfirmen haben sich in rascher Folge dafür entschieden, einen ‚Softboot‘ auf den Markt zu bringen. Die Diskussion unter Experten und Skifahrern über den optimalen Skischuh ist damit nach langen Jahren der Lethargie erneut ein bedeutsames Thema im Schneesportmarkt. Trotz dieser intensiven Auseinandersetzung finden sich seit dem Jahr 2006 kaum noch Softboots in den Angebotslisten der Skischuhindustrie für den europäischen Markt. Die Aktualität und die Unsicherheit in Bezug auch die Eigenschaften und Funktionen von Skischuhen für die Nutzer motiviert dazu, den Skischuh ins Zentrum der Betrachtungen zu rücken. Aus der Sicht der Industrie ist die Auswahl des Skischuhs für grundlegende Forschungsarbeiten eine wichtige Unterstützung. Die kurzen Innovationszyklen,

geringe Forschungsbudgets und der hohe Wettbewerbsdruck im stark saisonal abhängigen Ski- und Wintersportmarkt sind für die industrielle Grundlagenforschung ein großes Hemmnis. Der Anspruch der Nutzer wird dagegen mit steigenden Preisen für den Skiurlaub und das dazu notwendige Skimaterial immer größer.

Mit einem Anteil von etwa 15% des Gesamtvolumens des deutschen Sportmarkts nahm der Wintersport im Jahr 2003 eine bedeutende Rolle ein. Sportschuhe sind 2003 am Gesamtvolumen des Sportfachhandels mit etwa 22% beteiligt (Sportbekleidung 3,417 Milliarden € (ca. 48%), Sportartikelhardware 2,136 Milliarden € (ca. 30%), Sportschuhe 1,567 Milliarden € (ca. 22%)) (Verband Deutscher Sportfachhandel e.V., 2004). Zudem ist die Zufriedenheit der Nutzer mit dem Sportprodukt Skischuh nicht besonders ausgeprägt. In einer Studie von Wilke, Biallas, Wallmann (2004) gaben 43,1 % der Befragten Beschwerden an, die vom Skischuh verursacht werden. Dies erstaunt insbesondere aufgrund der langen geschichtlichen Entwicklung des Sportgeräts, welche später noch genauer beleuchtet wird.

Zuletzt bieten sich Skischuhe für das hier vorgestellte Vorgehen deshalb an, weil sie als sporttechnologisches Produkt eine Art Mischung verschiedener Produktkategorien darstellen. Der Skischuh benötigt in seiner jetzigen Art und Form technologische Komponenten von Textilien für den Innenschuh, von Sportgeräten für die Skischuhschale und natürlich Sportschuhen für die Passform.

4.2 Beschreibung der Funktionalität des Skischuhs

4.2.1 Welche Funktionen übernehmen Sportler und Sportprodukt?

Als Ziel im Skisport sind zwei unterschiedliche Zielkategorien zu unterscheiden. Zum einen hat der Sportler das Ziel, den Skischuh als Bindeglied zwischen ihm und dem Ski zum kontrollierten Kurvenfahren einzusetzen. Dies erreicht der Sportler dadurch, dass er den Schneewiderstand mit seinem Ski geschickt kontrolliert (Deutscher Verband für Skilehrwesen, Skilehrplan Praxis, 2006). Zum zweiten hat der Sportler das Ziel, seinen Fuß vor den Bedingungen im Schnee zu schützen und möglichst komfortabel nicht-skifahrerische Alltagsbewegungen ausführen zu können.

Analyse der Bewegungsmöglichkeiten des Sportlers durch seine anatomischen und physiologischen Voraussetzungen

Der Fokus der Analyse der Voraussetzungen liegt auf dem Sprunggelenk und Fuß des Menschen. Für den anatomisch unerfahrenen Leser findet sich im Anhang eine kurze Erklärung hier verwendeter anatomischer Begriffe (Siehe: Orthopädisches Grundwissen zum Fuß, S. 134). Für den Menschen bildet das Sprunggelenk die Verbindung zwischen Fuß und Unterschenkel und stellt für den aufrechten Gang eine wichtige Voraussetzung dar. Die Entwicklung des Fußes geht wie bei allen Wirbeltieren auf die Anpassung der anatomischen Gegebenheiten an die vorwiegende Bewegungsweise zurück. Beim Menschen hat der Fuß die Funktion, das Teilkörpergewicht während der Bewegung und im Stand aufzunehmen. Der Fuß des Menschen ist also ein Fortbewegungsorgan, das mit den vorhandenen Tast-Sinnesorganen an der Fußsohle Kontakt zum Untergrund herstellt. Die Elemente, die den Hauptanteil des Drucks aufnehmen, sind für die hohen Belastungen massiver geformt, wie der Calcaneus und der Talus. Außerdem ist das Fußskelett des Menschen zu zwei Gewölben geformt, dem Quer- und dem Längsgewölbe, um zusätzlich als Feder wirken zu können. Die Abstützzonen des Fußes verlagern sich aufgrund dieser aufwändigen Konstruktion auf das Fersenbein und die Mittelfußknochen. Der obere Teil des Fußes vom Knöchelbereich nach vorne hin wird Fußrücken genannt. Die höchste Stelle der Fußrückenwölbung bezeichnet man als Fußrist; er liegt im Bereich des zweiten Strahls, in Verlängerung der zweiten Zehe von der Großzehe aus.

Die Fußsohle, der Ort der Aufnahme des Bodendrucks, besitzt an den Hauptaufnahmestellen des Drucks kräftige Polster, die als Fersen- und Zehenballen bezeichnet werden. Die Längswölbung wird aufgrund der unterschiedlichen Beanspruchung der Stützflächen am Fuß durch die deutliche Verhornung sichtbar. Das Oberflächenrelief in der Gegend des Sprunggelenks wird hauptsächlich durch die Knöchel bestimmt. Der laterale Knöchel tritt deutlich hervor und ist gut tastbar, der mediale ist dagegen etwas runder geformt und tritt weniger deutlich hervor. Hinter dem Knöchel sinkt die Haut beidseitig zu einer Grube ab, deren Ende die Achillessehne bildet. Die Knöchel werden von den nach oben angrenzenden Knochen gebildet, der laterale Malleolus von der

Fibula und der mediale Malleolus von der Tibia. Ein seitliches Abdriften der beiden Unterschenkelknochen wird durch zwischen ihnen gespannte Membranen verhindert. Die nach hinten an das Sprunggelenk angrenzende Fersenregion wird aus dem Fersenbein und der Achillessehne gebildet (vgl. auch Rauber, Kopsch, 1987, S. 572ff; Müller-Gerbl, 2001).

Sowohl die Form des Fußes und Unterschenkels, als auch die sinnvolle Anatomie zur Belastungs- und Informationsaufnahme erfordern vom Sportgerät Skischuh eine optimale Unterstützung. Die Funktionen des Bewegungsapparats und der sensorischen Einheiten des Fußes sollten optimal unterstützt und geschützt werden.

Passiver Bewegungsapparat und Mechanik am Sprunggelenk

Das Sprunggelenk selbst besteht aus zwei einzelnen Gelenken, dem oberen und dem unteren Sprunggelenk. Diese beiden Gelenke bilden zusammen eine kinematische Kette, in der jede Bewegung des einen Gelenks mit einer Bewegung des anderen gekoppelt ist.

Die Anatomie des oberen Sprunggelenks wird durch die distale Endform der beiden Unterschenkelknochen Tibia und Fibula in Verbindung mit der speziellen Form des Talus bestimmt. Die Auflagefläche der drei artikulierenden Knochenteile ist am distalen Ende der Tibia am größten.

Das obere Sprunggelenk ist der Form nach ein Scharniergelenk. Der straffe Bandapparat und die gute Knochenführung erlauben Bewegungsamplituden von 70-80°. Der nicht fixierte Fuß kann um 40-50° plantar flektiert werden, die Dorsalextension hat in etwa einen Umfang von 20-30°. Der aufgesetzte Fuß erlaubt also dem Unterschenkel andererseits etwa 30°

Vorneigung und 50° Neigung nach hinten (Rauber, Kopsch, 1987). Durch die

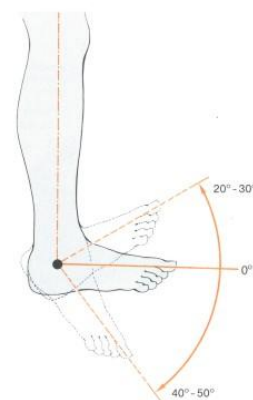


Abbildung 31: Bewegungsmöglichkeiten im OSG mit nicht fixiertem Fuß (vgl. Rauber und Kopsch, 1987, S. 604)

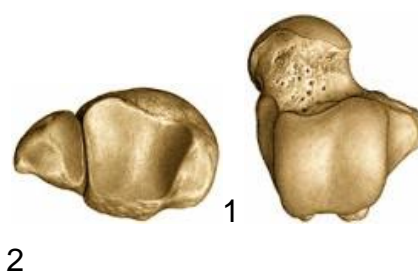


Abbildung 32: Tibia und Fibula von distal (1) und talus von proximal (2). Quelle: Sobotta CD, 2001.

festen Umfassung des Talus in der Malleolengabel ist eine seitliche Bewegung des Fußes in Bezug zum Unterschenkel nicht möglich.

Das untere Sprunggelenk besteht anatomisch aus zwei vollständig voneinander getrennten Gelenken, dem Gelenk zwischen Talus und Calcaneus (*Articulatio subtalaris*) und dem Gelenk zwischen Calcaneus, Talus und dem Os naviculare (*Articulatio talocalcaneonavicularis*). Es bildet ein kombiniertes Zapfen-Kugel-Gelenk, welches die Bewegung im unteren Sprunggelenk zu einer Anpassung des Fußes an Bodenunebenheiten ermöglicht. Die Drehbewegung nach innen bezeichnet man als Inversion, die nach außen als Eversion. Die maximale Eversion des

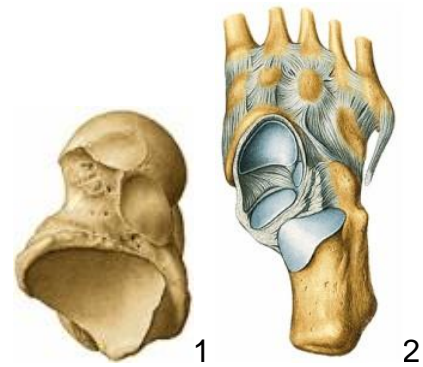
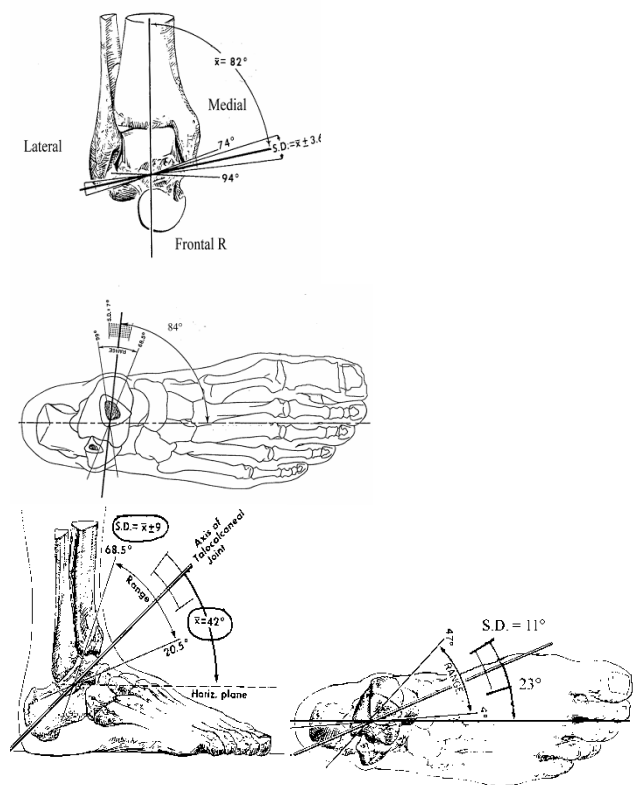


Abbildung 33: Talus von plantar (1) und proximale Sicht des Unteren Sprunggelenks, auf dem der Talus sitzt (2). Quelle: Sobotta CD ,2001.

Rückfußes beträgt etwa 10° , die maximale Inversion etwa 20° . Die Inversion wird stets durch eine Adduktionsbewegung, die Eversion durch eine Abduktionsbewegung begleitet. Einwärtsdrehung (Pronation) im unteren Sprunggelenk bedeutet, dass sich die Ferse und der restliche Fuß in Richtung der Gelenklinie des unteren Sprunggelenks nach innen drehen, also der Fußinnenrand nach unten abkippt. Bei Auswärtsdrehung (Supination) kippt die Fußaußenseite nach unten ab. Für die Bewegungsabfolgen im Sprunggelenk ist zu beachten, dass jede Bewegung in einem der beiden Gelenke durch die Verbindung innerhalb der kinematischen Kette mit einer Bewegung im anderen Gelenk gekoppelt ist.

Die Lage von Achsen und Bewegungsmöglichkeiten im Sprunggelenk zeigt Inman (1976) in seinem Grundlagenwerk zur biomechanischen Betrachtung des oberen und unteren Sprunggelenks auf (vgl. Abbildung 34). Für das bessere Verständnis der Zusammenhänge und Bewegungsmöglichkeiten des Menschen am Sprunggelenk verarbeitet Inman die Ergebnisse auch in physikalischen Holzmodellen des Fußes und Unterschenkels. (vgl. Inman, 1976, S. 45ff). So konnte er nachweisen, dass die Lage der Achse im oberen Sprunggelenk bei Dorsalflexion und Plantarflexion einen Effekt auf die Lage des Fußes hat. Während der Dorsalflexion bewegen sich die Zehen je nach Ausprägung der Schräge der Achslage nach außen (Abduktion), bei Plantarflexion nach in

nen (Adduktion). Je schräger die Achse, desto deutlicher treten diese Zusammenhänge auf. Zusätzlich zeigt sich eine Drehung des Fußes um die Längsachse. Fixiert man den Unterschenkel, so führt eine stärkere Kippung der Sprunggelenksachse im oberen Sprunggelenk zu einem verstärkten einwärts gerichteten Drehen des Unterschenkels bei Dorsalflexion, bei Plantarflexion zu einer verstärkten Auswärtsdrehung.



Achse oberes Sprunggelenk:

$\alpha_1 = 82^\circ$ in Bezug zur Vertikalen; $\Delta\alpha_1 = 20^\circ$; $\sigma = 3,6^\circ$

$\alpha_2 = 84^\circ$ in Bezug zur Längsachse des Fußes;
 $\Delta\alpha_2 = 30,5^\circ$; $\sigma = 7^\circ$

Achse unteres Sprunggelenk:

$\beta_1 = 42^\circ$ in Bezug zur Horizontalen; $\Delta\beta_1 = 48,5^\circ$; $\sigma = 9^\circ$

$\beta_2 = 23^\circ$ in Bezug z. Längsachse d. Fußes;
 $\Delta\beta_2 = 43^\circ$; $\sigma = 11^\circ$

Abbildung 34: Achslagen des unteren Sprunggelenks nach Inman (1976), S. 26, 37

Analyse von typischen Verletzungen, Fehlbelastungen und Überlastungsschäden im Umgang mit dem Sportprodukt

Die epidemiologischen Studien zur Verwendung des Skischuhs werden in Kapitel 4.2.2.2 Wissenschaftliche Studien behandelt.

4.2.2 Lösungsansätze am Skischuh

4.2.2.1 Geschichtliche Erkenntnisse

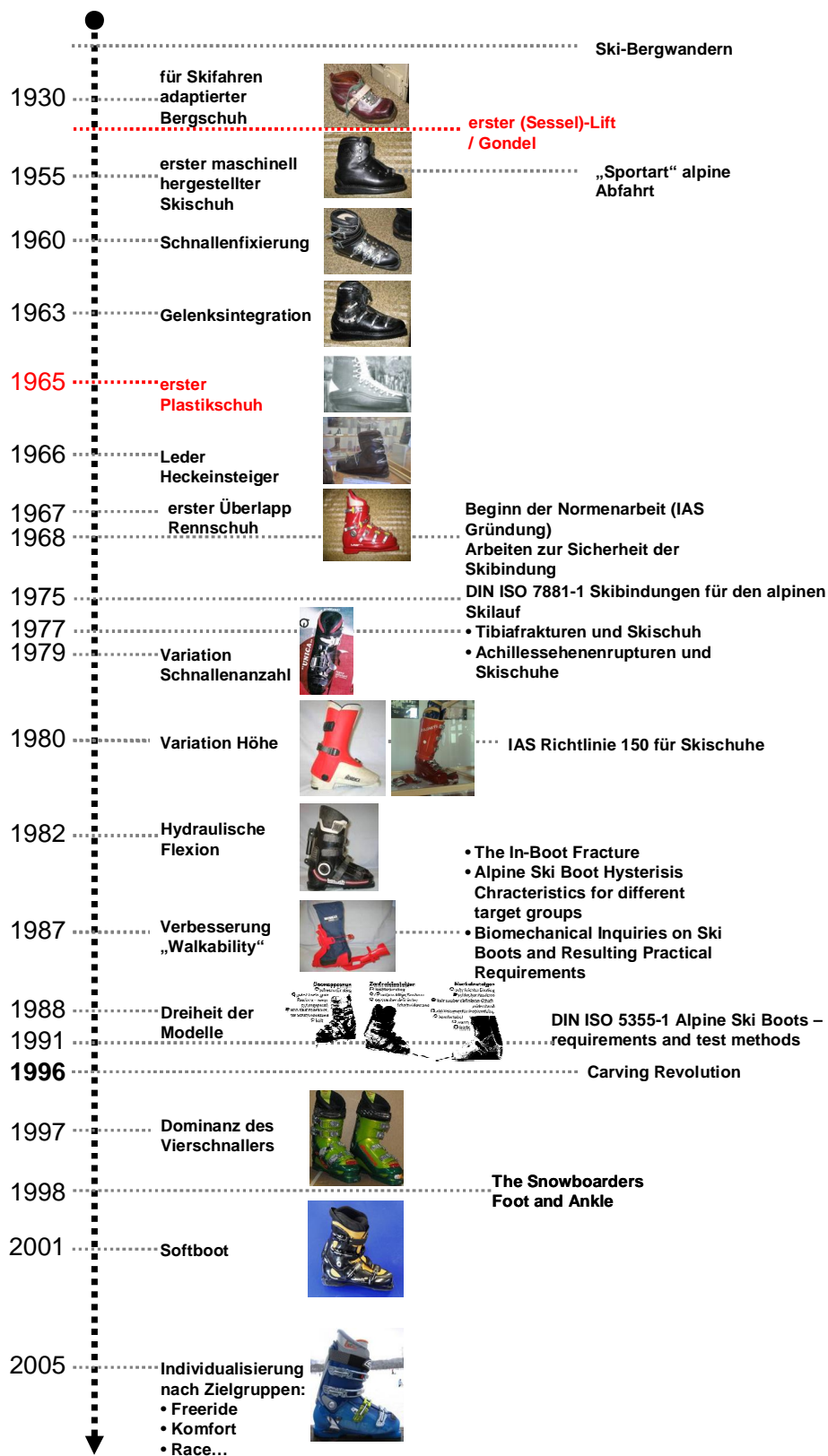


Abbildung 35: Geschichtliche Entwicklung des alpinen Skischuhs

Für die geschichtlichen Entwicklungen des Skischuhs wurden die Informationen aus folgenden Wissensquellen analysiert und in eine logische, zeitliche Reihenfolge gebracht.

- Museo dello Scarpone (Montebelluna, Italien) mit Bibliothek
- Private Sammlung von Herrn Herbert Auer und Herrn Hermann Engel
- Skimuseum Planegg und Archiv des Deutschen Skiverbands
- Zeitgenössische Literatur zum Thema Skilauf

Die Zusammenfassung der Entwicklungen seit etwa 1930 (siehe Abbildung 35) dient einem groben Überblick und der Veranschaulichung der wichtigen Ereignisse in dem Wandel der Technik und Wissenschaft.

In der Gründerzeit des modernen Skilaufs werden Skier nicht als reines Abfahrts- und Sportgerät benutzt, sondern sind in den schneereichen Regionen Europas zur Fortbewegung im tiefen Schnee unersetzlich. Daher beginnt die erste Phase der Entwicklungen des Skischuhs bezeichnenderweise mit langen und harten Wanderungen in unwirklichen Regionen der Erde (vgl. Abbildung 37). Die hierfür verwendeten warmen Fellschuhe, breiten und langen Ski und einfachen Bindungstypen mit wenig Seitenhalt werden von den großen Skipionieren der Alpen (beispielsweise Matthias Zdarsky)



Abbildung 37: im Herbst 1888 durchquert Fridtjof Nansen Grönland auf Skiern und schreibt darüber den viel beachteten Reisebericht ‚auf Schneeschuhen durch Grönland‘ und begeistert Menschen in Mitteleuropa vom Skilaufen. Quelle: Durante, 1996, S. 122



Abbildung 36: Skischuh um das Jahr 1950, Quelle: eigene Aufnahme

an die Notwendigkeiten des Abfahrens angepasst. Die Lilienfeldbindung ermöglicht alsbald durch den verbesserten Seitenhalt ein präzises Steuern, was dazu führt, dass sich die Technik im Alpenraum anders entwickelt als in den nordischen Ländern: besonders der Skischuh muss erheblich steifer werden, um die Möglichkeiten auszunützen, die durch den Seitenhalt geboten werden. Trotzdem bleiben aufgrund der

fehlenden mechanischen Aufstiegshilfen und Lifts die Anforderungen an den Schuh enorm vielfältig. Sowohl der Aufstieg als auch rasante Abfahrten im ungespurten Tiefschneegelände müssen mit dem Skischuh bewältigt werden.

Die Übertragung von Kräften auf die Skikante und die Stabilisierung des Körpers auf dem Ski wurde technisch auf der Basis des Lederschuhs mit unterschiedlichen Schafthöhen gelöst. Spezielle, eigens entwickelte, flache Sohlen verbesserten dazu den Halt des Schuhs auf der Bindung. Zudem wurde mit der Etablierung des Skisports als Freizeitbeschäftigung auch an der Passform und Bequemlichkeit der Skischuhe gearbeitet, indem durch besondere Lederarten und Behandlungen die Wasserdichtigkeit und der Kälteschutz verbessert wurden. Auch die Sicherheit vor Brüchen des Unterschenkels und der Schutz vor Sprunggelenksverletzungen wurden mit den immer stabileren Bindungs-Schuh Kombinationen bedeutend.

Die Fortentwicklung des Skisports seit 1950 hin zum Massensport ist geprägt durch vielfältige technische Neuerungen. Großen Einfluss auf den Skischuh haben neben der Skitechnik (zum Beispiel das Wedeln) auch die neuen Aufstiegshilfen, die es den Skifahrern ermöglichen, ohne die Mühe des Aufsteigens das Abfahren auf den Skipisten zu genießen. Um hierfür eine optimale Verbindung zwischen Schuh und Ski zu gewährleisten, beschäftigt sich die Industrie in der Folge besonders mit der Steifigkeit von Sohle und Skischuhschaft. Damit kann auch die Sicherheitsfunktion der Skibindung gewährleistet werden, wobei das Gehen aber gleichzeitig immer schwieriger und unkomfortabler wird.



Abbildung 38: ca. 1963 - Lederskischuh mit Gelenk, Quelle: eigene Aufnahme

Aluminiumschnallen zum engeren Schluss des Skischuhs und immer bessere Fertigungsverfahren und Materialien verbessern neben der Stabilität des Schuh-Bindungssystems auch die Verbesserung des Tragekomforts und die gezielte Steuerung der Beweglichkeit des Skischuhschaftes. Erstmals sorgen Technologien im Schuh bzw. Innenschuh (z.B. aufblasbare Luftkissen) für mehr Komfort und Wohlgefühl beim Skifahrer.

Die Zeitspanne seit 1960 wird nun durch eine besondere Technik geprägt, die den klassischen Skischuhbau revolutioniert. Auf der Suche nach alternativen Materialien für mehr Stabilität findet sich der Kunststoff, der für die Fertigung und für die Funktion des Skischuhs neue Wege eröffnet. Besonders Rennläufern wird mit der erhöhten Stabilität eines Skischuhs eine neue Dimension in der Kurvengeschwindigkeit eröffnet. Diesen schnellen Kurvenwechsel kann der Freizeitskifahrer zu Beginn der Entwicklung des Skischuhs aus Plastik aber nur unter großen Schmerzen erleben.



Abbildung 39: ca. 1965: Bob Langes erster Plastikschuh, Quelle: Durante, 1996, S. 151.

Die immer stärker werdende Dynamik in der Entwicklung beginnend mit dem Jahr 1965 und bringt ganz neue Konzepte in die Kataloge der Hersteller. Der Heckeinsteiger-Skischuh wird aufgrund der offensichtlichen Schwächen des Mehrschnallenschuhs aus Plastik für den Durchschnittsskiläufer eine interessante Alternative. Die sehr bedienungs- und komfortfreundliche Ausführung eines Skischuhs bleibt aber zunächst den weiblichen Skiläuferinnen vorbehalten, erst um 1980 wird daraus ein Verkaufsschlager für beide Geschlechter.

Trotz dieser vielen verschiedenen Entwicklungstendenzen konzentriert sich die Auslegung der Skischuhe in der Folge auf die Konzepte des Heckeinsteigers, des Überlappschuhs und zum Teil auf einen Zentraleinsteiger, eine Mischung aus beiden Konzepten. Mit dem Erfolg



Abbildung 40: Heckeinsteigerskischeue Quelle: eigene Aufnahmen

des Carving-Ski ab 1996 und der gründlichen Veränderung im Marketing und in der Produktgestaltung am Ski werden Heckeinsteigerskischeue ohne besondere Gründe beinahe vollständig vom Markt verdrängt.

Die Entwicklungen konzentrieren sich auf die Optimierung des Material-Mixes und der Verbindung von Ober- und Unterschale des Skischuhs zur optimalen Auslegung der Steifigkeit. Ein weiteres Feld wird im Rahmen der immer stärker-

ren Individualisierung der Auslegung von Überlappschuhen die Verbesserung des Nutzungskomforts und der Anpassung an die anatomisch-biomechanischen Voraussetzungen des Sportlers. Die bereits zuvor beschriebene Innovation des „Softboots“ aus dem Jahr 2002 stellt die hohe Flexions-Stabilität des Skischuhs in Frage. Der neue Skischuhtyp, der durch die Verwendung neuer Materialien, alternativer Schalenformen und Verschlussysteme ein Mehr an Komfort bietet stellt die Ansichten der Experten und Hersteller neu in Frage und zeigt die Unsicherheit, welche Ausprägung der Funktionen eines Skischuhs denn wohl am besten sei.

4.2.2.2 Wissenschaftliche Studien

Der Erhalt der Gesundheit des Sportlers war und ist in Zusammenhang mit Skimaterial ein wichtiger Forschungsschwerpunkt. Der Einfluss des Skischuhs bezieht sich dabei auf die Strukturen des Beins und Fußes, die in der Verletzungsstatistik des Skifahrens auch eine bedeutende Rolle spielen (vgl. Abbildung 41). Die Ansätze und Resultate einer Vielzahl von epidemiologischen und klinischen Studien dienen hier zum Finden wichtiger Funktionen des Skischuhs, die in der sportlichen Praxis nur im Falle einer Verletzung eine Rolle spielen.

Eine wichtige Arbeit für den Unterschenkel stellt die prospektive Untersuchung von Johnson und Pope aus dem Jahr 1977 dar, die sich als eine der ersten mit dem Thema der Tibia-Frakturen und dem Zusammenhang mit dem Skischuh beschäftigt. Die zu dieser Zeit häufig auftretenden Spiralfrakturen und Schuhrandfrakturen werden von den Autoren auf die Konstruktion von Skischuhen und die Sicherheitsbindungen zurückgeführt. Die Nicht-Auslösung der Bindung wird in Kombination mit dem steifen, niedrigen Skischuh als der entscheidende Faktor für diese Verletzungen angesehen. Mit ihrer Forderungen nach einem höheren und steiferen Skischuh zum Schutz des Unterschenkels leisten die Autoren einen wichtigen Beitrag zur Gesunderhaltung der Sportler.



Abbildung 41: Lokalisation der Verletzungen im alpinen Skisport in der Saison 2003/2004. Quelle: Gläser (ARAG), 2005

In der Folge dieser Ergebnisse und der Veränderungen des Materials befassen sich Shealy und Ettliger in ihrem Artikel zur „In-Boot Fracture“ (1987) mit dem Zusammenhang zwischen Frakturen der Tibia im nun steiferen und höheren Skischuh. Die Forscher stellen fest, dass Verletzungen innerhalb des Skischuhs gegenläufig zur Stabilität des Unterschenkels ausfallen, was auf die Funktion des Skischuhs zurückzuführen sein muss. Studien zu den Verletzungen im Skilauf zeigen zudem weltweit ein vermehrtes Auftreten von Schuhrandbrüchen (vgl. Young (1982), Dubravic (1982)). Karpf, Mang, Hoerterer (1982, S. 94ff) liefern für diese technische Herausforderungen mit ihren Versuchen am Plastikmodell des Unterschenkels erste Erkenntnisse über die richtige Bau-Höhe von Skischuhen. Der Einfluss der Muskelkontraktion auf die Stabilität des Unterschenkels wird von Nordsletten und Ekeland (1993) und Ekeland und Nordsletten (1996) mit Tierversuchen in diese Überlegungen integriert.

Plitz, Kuhn, Maier, Carl und Hagena (1993) erweitern die Verletzungsbetrachtungen am und durch den Skischuh um die Eversion und Inversion des Sprunggelenks. Die Gefahr einer Fraktur des lateralen Anteils des Talus durch eine Hyperdorsalflexion in Verbindung mit einer Inversion steigt mit der geringeren Seitensteifigkeit von Skischuhen, wie sich das auch in den Ergebnissen von Paul und Janes (1996) für die Softboots für Snowboards belegen lässt.

Rupturen, besonders die der Achillessehne, gelten bereits in den 70er Jahren als typische Skiverletzungen. Untersuchungen von Lugger, Mergreiter und Glötzer (1977) zeigen einen sprunghaften Anstieg der Ruptur der Achillessehne in der Zeit zwischen 1959 und 1975. Eine Ruptur der Achillessehne, häufig begleitet von verschiedenen Frakturen am Sprunggelenk, tritt bei plötzlichem Abbremsen der Ski durch eine Bodenunebenheit oder beim Einbrechen in den weichen Schnee auf. Suckert, Benedetto und Vogel (1983) gehen dieser Beobachtung in einer Studie zu den Knie- und Sprunggelenkwinkeln beim Skifahren mit verschiedenen Skischuhen nach. Dabei zeigt sich, dass nach vorne hin steife Skischuhe in Verbindung mit einer höheren Sprengung (Höhenunterschied zwischen Ballen- und Fersenraum im Skischuh) die Belastungen auf die Achillessehne niedrig halten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Sperner, Genelin, Golser, Resch und Beck (1989), die retrospektiv Sprunggelenksverletzungen und Skischuhtypen in Verbindung setzen. Allerdings er-

staunt die Feststellung, dass sich das Verletzungsmuster zwischen ausgelöster und nicht-ausgelöster Sicherheitsbindung beim Sturz nicht unterscheidet. Sperner rückt damit die individuell optimale Passform des Skischuhs verstärkt in den Mittelpunkt.

Die notwendigen Methoden und Herangehensweisen für die Bewertung der Eigenschaften bzw. Funktionen von Skischuhen werden von Hauser (1984) bzw. Schattner, Asang, Hauser und Velo (1985) in einer Vielzahl von Projekten zur optimierten Skischuhgestaltung erarbeitet. Hauser entwickelt für die Quantifizierung des Drucks im Skischuh ein System zur Druckverteilungsmessung an 72 Messpunkten zwischen Unterschenkel und Skischuhzunge. Messungen im Labor und Feld bilden die Grundlage für vielfältige biomechanische Betrachtungen des Skischuhs (Schaff, Schattner, Hauser, 1987), die auf die schlechte Eignung hochwertiger und damit harter Skischuhe für Lernende und die fehlenden Differenzierungen zwischen Männer- und Frauenskischuhen hinweisen. Zur Erhöhung der Sicherheit intensivieren Schaff e.a. ihre Betrachtungen der Druckverteilung zwischen Unterschenkel/Fuß und Skischuh (Schaff, Hauser, Schattner, Kulot, (1987), Schaff, Schattner, Kulot und Hauser, (1989)). Erstmals wird unter anderem der Zusammenhang zwischen Flexion im Sprunggelenk und Druck unter der Fußsohle festgestellt, woraus sich wichtige Hinweise für die sichere und schmerzfreie Gestaltung von Skischuhen ableiten lassen. Dies führt zur Erkenntnis, dass das Vorfußbrennen durch eine homogene Druckverteilung am Schienbein bei guter Fixierung der Ferse im Schuh verringert werden kann.



Abbildung 42: Sicherheitsskischuh Lange RRS. Quelle: Senner, 2001

Die Auswirkungen des Skischuhs auf Verletzungen am Kniegelenk, insbesondere des vorderen Kreuzbandes durch Rückwärtsfall (Schaff, Hauser, 1993) wird von den Autoren auf der Basis eines kombinierten Messsystems aus Bewegungsanalyse, Druck- und Kraftmessung im Labor- und Feldvergleich untersucht. Ein variierender Härtegrad des Skischuhschaftes nach hinten ermöglicht

eine Reduktion des Risikos einer Verletzung des vorderen Kreuzbandes für den im Rückwärtsfall auftretenden ‚big bump-flat landing-Mechanismus‘. Der Wunsch nach einem Sicherheitsskischuh, dessen Spoiler mit einstellbarer Vorspannung beim Rückwärtsfall nach hinten freigibt, wird mit dem in Abbildung 42 gezeigten Skischuh realisiert, dessen Entwicklung anhand biomechanischer Methoden bei Senner (2001) dargelegt wird.

Corazza und Cobelli (2005) fokussieren in ihrer Arbeit zur Entwicklung und zum Test eines Skischuhs auf die Orientierung des Beins zum Untergrund. Simulationsmethoden und ein Finite Elemente Modell helfen den Autoren beim Design einer technischen Lösung, welche die Skischuhachse zur Sohle gemäß der individuellen Beinstellung abkippen lässt. Der Nutzen dieses neuartigen Systems zur Anpassung der Standposition im Skischuh soll in einer erhöhten Kniestabilität liegen, sofern der Skischuh die richtige Steifigkeit besitzt und das neuartige Stand-Einstellungs-System richtig angepasst ist.

Ob eine Anpassung des Skischuhs an die Achsen des Beins derartige Wirkungen besitzen kann, wird von Böhm und Senner (2008) untersucht. Dabei werden extreme Canting-Einstellungen, die den Skischuhschaft in medial-lateraler Richtung an die Ausrichtung des Beins anpassen soll, im Stehen und simulierten Skifahren auf die Auswirkungen im Kniegelenk untersucht. Das Ergebnis zeigt, dass Skischuhe die Stellung im Kniegelenk signifikant hin zu einer Varus-Stellung und Außenrotation beeinflussen können.

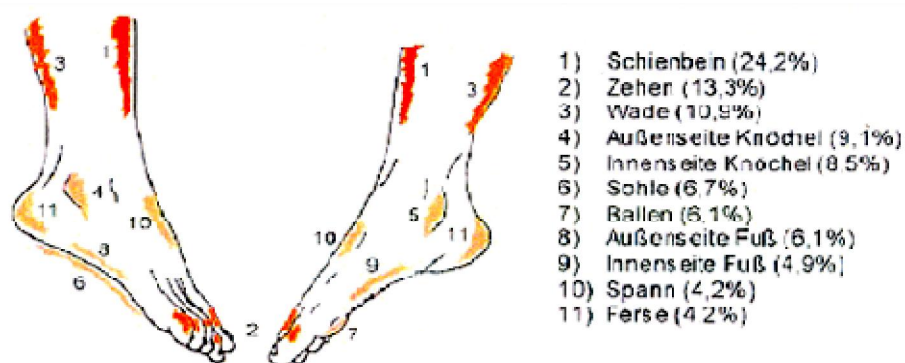


Abbildung 43: Verteilung der Beschwerden am Fuß und Schienbein beim Tragen von Skischuhen (Wilke et al. 2004, S. 3)

Die Nutzerfreundlichkeit und Ergonomie eines Skischuhs ist laut einer Studie von Wilke (Wilke, Biallas, Wallmann, 2004) ein besonders interessantes For-

schungsfeld. Dies begründen die Autoren damit, dass dieses Sportprodukt bei vielen Nutzern zu Schmerzen und Diskomfort führt. Belegt wird diese Aussage durch die Ergebnisse einer Befragung von Skisportlern, welche die großen Beschwerden beim Tragen und Sporttreiben mit einem Skischuh verdeutlicht.

Die Erfassung der verschiedenen ergonomischen Aspekte wird wie in Abbildung 43 als Beschwerdelandkarte dargestellt. Beinahe die Hälfte aller Befragten klagt über Beschwerden bei der Nutzung eines Skischuhs. Da sich die Herstellungs-Qualität von Skischuhen in den letzten Jahren deutlich verbessert hat und trotzdem noch derartige Schwächen zu verzeichnen sind, drängt sich hier ein gezielter Handlungsbedarf auf.

4.2.2.3 Expertenbefragung

Um eine möglichst vielseitige Auskunft der Funktionen und zudem der Zusammenhänge mit dem Sportler zu erhalten, wurden drei auf das Thema

Tabelle 6: befragte Experten

Skischuh spezialisierte orthopädische Schuhmachermeister im Rahmen

Experte	Ort
Johann Leitner	Bichlbach in Tirol (A)
Herbert Auer	Steinach am Brenner (A)
Stefan Bohnleitner	Hausham in Obb. (D)

eines Interviews als Experten befragt. Die Ergebnisse beinhalten die Meinungen der Experten auf die im Interviewleitfaden gesammelten Fragekomplexe (siehe Anhang *Fragenkatalog zur Expertenbefragung S. 133*) zum Thema Skischuh allgemein, den Aufgaben bei der Anpassung des Skischuhs und die Wichtigkeit einzelner technischer Lösungen. Die Experten sind sich einig, dass die Bedeutung der Skischuhe für das Gesamtsystem Skifahrer immer noch unterschätzt wird. Die außerordentlich lange Nutzungszeit für Skischuhe ist ein Indiz für die Unzufriedenheit der Sportler mit dem Sportprodukt. Dabei ist aus Sicht der Experten von besonderer Bedeutung, wie die biomechanische Passung des Skischuhs an die Bewegung und Anatomie des Menschen gegeben sein muss. Dazu gilt es, folgende technischen Gegebenheiten des Skischuhs anzupassen:

- Passung zu den menschlichen Gelenksachsen
- Form des Schuhs
- Flexion des Skischuhs
- Torsionssteifigkeit

- seitliche Stabilität des Schuhs.

Aus Sicht der Experten gibt es keinen modernen Skischuh, der diese Anforderungen optimal erfüllt. Dafür bieten die Experten Lösungsmöglichkeiten an, die Skischuhe an die Bedürfnisse der Sportler anzupassen.

Voraussetzung für die Anpassung der Form des Schuhs ist die Analyse der Form des Fußes als zweidimensionaler Abdruck auf einem

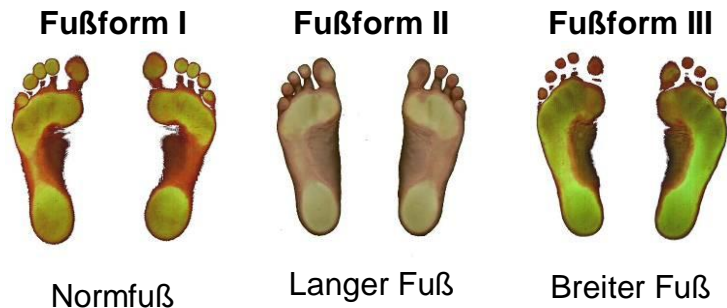


Abbildung 44: Die drei Grund-Fußtypen, dargestellt mit dem 2-D Fußscanner; Quelle: eigene Scans in Zusammenarbeit mit Dr. Maximilian Meichsner

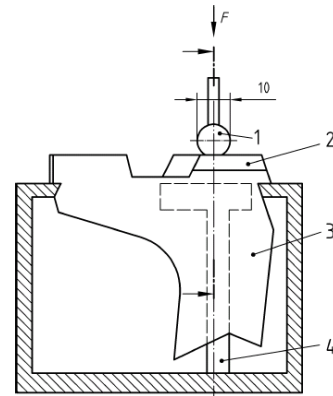
Tintenkissen oder auf einem 2D-Scanner, wie dies in Abbildung 44 veranschaulicht wird. Die Anpassung der Skischuh-Schale basiert auf der Stellung der Sprunggelenksachse und der Übereinstimmung mit den Gelenksachsen des Skischuhs. Das Ziel ist es, eine Fehlstellungen des Sprunggelenks bei fixiertem Fuß zu vermeiden und das schmerzfreie, natürliche Bewegen des Fußes und Beins im Skischuh zu ermöglichen. Neben dieser Anpassung der Gelenksachsen ist aber auch die Form der Unterschale für schmerzfreies Tragen des Schuhs wichtig. Eine Methode zur Veränderung des Stands des Fußes im Schuh ist die Fertigung von individuellen Einlegesohlen. Die hohen Ansprüche der Sportler an Komfort und Wohlfühl beim Tragen eines Skischuhs sind zu einem großen Teil von der Passung des Innenschuhs und der Skischuhzunge abhängig, die durch die individuelle Formung erreicht werden kann. Die richtige Anpassung des Skischuhs an die Beinachsen durch das Canting System moderner und hochwertiger Skischuhe ermöglicht es für den Experten, dem Sportler einen neutralen Stand über seinem Sportgerät Ski zu geben. Die Grundvorlage des Skischuhs nach vorne passt dessen Flexions-Eigenschaften an die individuelle Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk des Fahrers an. Dabei gilt der Grundsatz: Je größer der Vorlagewinkel, desto gespannter und sportlicher steht der Skifahrer auf seinem Sportgerät; je aufrechter der Schaft, desto entspannter und ökonomischer ist der Sportler ausgerichtet.

4.2.2.4 Standards und Normen

Die Zielsetzung von international gültigen Normen bei Skischuhen ist sehr klar auf das System aus Ski, Bindung und Schuh abgestimmt. Die Norm legt die Anforderungen, die Prüfung und die Kennzeichnung von Skischuhen fest, die in Verbindung mit derzeitigen Systemen von Skibindungen für den Pisten-Skilauf mit Befestigung an der Schuhspitze und am Schuhabsatz benutzt werden, deren einwandfreie Auslösefunktion von den Maßen und Eigenschaften des Anschlussbereiches der Schuhsohlen abhängt. (Normenausschuss Sport- und Freizeitgeräte, 2004, S. 5).

Ergänzend zu dieser Definition der Funktionsweise des Systems aus

Schuh und Bindung in der Norm legt der durch den Internationalen Arbeitskreis für Sicherheit im Skilauf (IAS, 1980) veröffentlichten Standard zu Skischuhen Kriterien zur Gestaltung fest. So schreibt diese deutsche Arbeitsgruppe eine maximale Steifigkeit von 200 Nm bei 20° Flexion nach vorne aus der Grundvorlage und eine minimale Steifigkeit von ebenfalls 200 Nm bei Vorwärts-Flexion von 45° vor. Ein Skischuh, der diesen Anforderungen genügt, soll den Fahrer vor Sprunggelenksverletzungen durch zu starke Flexion schützen und genügend Bewegungsspielraum bieten, um einer Fraktur des Unterschenkels vorzubeugen. Mit dieser Aussage zur größeren Sicherheit von Skischuhen beschäftigt sich in der Folge eine Studie von Walkhoff und Baumann (1987). Sie überprüfen kritisch die Methoden-Validität der IAS-Richtlinie. Dazu bestimmen sie die Flexibilität drei unterschiedlicher Skischuhkonzepte in verschiedenen Temperaturbereichen und vergleichen die resultierenden Hysterese-Kurven der eingelenkigen Holz-Messprothese mit denen von realen menschlichen Unterschenkeln und Füßen.



Legende

- F Prüfkraft
- 1 Prüfkörper
- 2 Standfläche am Absatz
- 3 Musterschuh
- 4 Unterlage, um eine Durchbiegung der Sohle zu verhindern

Abbildung 45: Auszug aus der Norm 5355 zur Eindringprüfung an der Skischuhsohle. Das Ziel ist es, sicher zu stellen, dass die Standfläche am Absatz ein sicheres Stehen und die einwandfreie Funktion der Bindung und der Skibremse ermöglicht (Quelle: ISO 5355; Seite 22)

Tabelle 7: Vergleich menschlicher Unterschenkel und Prothese bezüglich durchschnittlicher Nm pro Grad und des prozentualen Energieverlusts im Verleich zum Gesamtenergieverbrauch (übernommen aus Walkhoff und Baumann, 1987, S. 139)

Modell	20°C Human		0°C Human		-10°C Human	
	E - Verbr.	Nm/° DS	E - Verbr.	Nm/° DS	E - Verbr.	Nm/° DS
Heckeinsteiger	51%	6,9	68%	11,9	63%	13,1
Zentraleinsteiger	47%	5,0	56%	9,3	58%	10,7
Überlappschuh	52%	7,1	58%	9,6	61%	15,0
	20° C Prothese		0° C Prothese		-10° C Prothese	
Heckeinsteiger	39%	11,9	35%	16,3	36%	21,9
Zentraleinsteiger	39%	6,4	43%	10,0	45%	11,4
Überlappschuh	44%	13,6	47%	20,0	45%	20,0

Energieverbrauch in Prozent = E- Verbr
Nm/Grad Durchschnitt = Nm/° DS

Für die Erklärung des Energieverlusts bei der Flexion eines Skischuhs werden außerdem Röntgenfilmaufnahmen eingesetzt. In diesem Punkt wird besonders die Problematik der Verwendung einer klassischen Holz-Messprothese deutlich, da sich die Ergebnisse der Prothese und der realen Unterschenkel um bis zu 50 Prozent unterscheiden. Die Röntgenbetrachtungen belegen außerdem eine deutlich umfangreichere Bewegung im Sprunggelenk, als außen am Schuh messbar ist. Der Energieverbrauch, der ebenfalls für die beiden Mess-einrichtungen stark differiert, wird von den Autoren als Energie-Verlust-Faktor definiert und dient als Vorbild für einen Indikator für die Skischuheigenschaften (vgl. Walkhoff, Baumann, 1987, S. 141).

$$\text{Energie - Verlust - Faktor} = \frac{\text{aktuell_verbrauchte_Energie}}{\text{durchschnittliche_Steifigkeit}}$$

Laut der beiden Forscher soll es mit diesem Faktor aus Steifigkeit und Energieverlust möglich sein, die Eigenschaften eines Skischuhs einfach auszudrücken und damit die Passung an die Anforderungen verschiedener Zielgruppen zu sichern, was jedoch aufgrund des heutigen Forschungsstandes zu bezweifeln ist. Andere Studien, wie etwa die von Bonjour und Delouche (1989) zeigen ebenfalls die Schwächen der in der IAS - Richtlinie vorgeschlagenen Messweise auf. Trotzdem gibt es bis zum heutigen Tage keine anerkannte und in einer Norm niedergelegte Vorschrift, welcher Art die Interaktion zwischen Fuß und Schuh sein sollte. Eine optimierte Messprothese sollte den Einfluss der Anato-

mie und Biomechanik des menschlichen Sprunggelenks auf die Flexionswerte von Skischuhen besser nachbilden. Menke, Bodem, Casel und Volkert (1989) integrieren dafür in die Messprothese eine künstliche Achillessehne, mit der die Krafteinwirkung des Trizeps Surae während der Flexion von Skischuhen simuliert werden konnte. Trotzdem bleibt die Frage nach dem möglichen Flexionsumfang von Skifahrern mit gestrecktem, gebeugtem und belastetem Bein noch nicht beantwortet. Um eben diese von der IAS vorgeschlagenen Grenzen in der Bevölkerung zu validieren, führen Shealy und Miller (1989) umfangreiche Messungen zur Beweglichkeit des Sprunggelenks durch. Auf Grundlage der Ergebnisse dieser beiden Autoren gefährdet eine Flexion von 40° die Sprunggelenke jedes zweiten Skifahrers.

4.2.2.5 Herstellerangaben

Eine Informationssammlung aus den Katalogen und Händler-Workbooks der Hersteller ist ein aufwändiges Projekt. Die schnelle und einfache Information des Endverbrauchers übernehmen daher die Fachmagazine, deren Produktvorstellung sich auf die Neuheiten im Markt und die besonders vorteilhaften und nutzerfreundlichen Produkte konzentriert. Oftmals ist eine übergreifende Information auch zur Auswahl der für die Nutzergruppe richtigen Produkte dazu geeignet, Funktionen und deren neue technische Lösung zu erkennen. Eine typische Darstellung einer Produktvorstellung zeigt Abbildung 46.

Tieferen Einblick gewähren die Informationen in Fachmedien in dem Falle eines für die Endverbraucher aufbereiteten Tests. Die umfangreichen Arbeiten des Deutschen Skiverbandes in Verbindung mit der Arbeitsgemeinschaft Skiforschung (ARGE) sammeln Verbraucherinformationen zu den jeweils aktuellen Produkten zur Unterstützung der Produktauswahl für den Kunden. Dazu definiert die Gruppe Anforderungen an den Komfort und die Ergonomie des Skischuhs, die sich aus Erfahrung, Tests und Intuition ergeben (vgl. Abbildung 47).

Salomon Falcon CS Pro

Mit dem Falcon CS Pro präsentiert Salomon für die Saison 2008/09 die ersten und einzigen Skischuhe mit thermisch verformbarer Außenschale.

Dazu gibt es einen anpassbaren Innenschuh aus dreilagigem, thermoformbarem Schaum, der sich innerhalb weniger Minuten noch im Geschäft formen lässt.



GRÖSSEN	FLEX	UPE
25 bis 29,5	120	€ 499,95

Abbildung 46: Beispiel für die Vorstellung von Skischuh-Neuheiten in Fachmedien. Quelle: Skimagazin, 4-2008, Bild: Salomon

Auf dieser Basis fordert die Arbeitsgemeinschaft von den Herstellern große Anstrengungen zur besseren technischen Umsetzung und Vergleichbarkeit von Skischuhmodellen für die verschiedenen Fahrertypen. In der Saison 2003/2004 sieht die ARGE erstmals mit dem neuen Softboot-Skischuh ihre Forderungen erfüllt.

Für die Analyse wichtiger funktionaler Schwerpunkte in den letzten Jahren bietet es sich jedoch neben der Analyse der Fachmedien an, auch eine Gesamtbeurteilung des Marktes an Skischuh-Produkten durchzuführen.

Basierend auf den Datenbeständen der Firma *funFactory* aus Lenggries wurde zu diesem Zweck eine Analyse des Skischuhmarktes in den Jahren 2000 bis 2005 durchgeführt. Die Datenbanken des Unternehmens bereiten die wichtigsten Informationen aus den Herstellerkatalogen

vergleichbar auf und schaffen so einen schnellen Überblick über Markt, angesprochene Zielgruppen und Skischuhtypen, technische Neuerungen und Preisentwicklung.

Skischuhe werden 2005 in verschiedenen Produktklassen angeboten, die sich auf unterschiedliche Segmentierungskriterien bauen. Tabelle 8 gibt hierfür einen guten Überblick. Insgesamt etwa 70% aller Skischuhe werden in den Segmenten Race und Allround angeboten, wobei diese Zahlen nicht das Endverbraucher-Angebot in den Fachhandelshäusern widerspiegeln, das vermutlich noch stärker auf diesen beiden Produktsegmenten basiert.

Insgesamt wächst die Anzahl der verfügbaren Skischuhmodelle auf dem deut-

- Geringer Aufwand bei Ein- und Aussteigen
- Handlichkeit der Regulierbarkeit der Schließeinrichtungen
- Qualität der Anpassungsmöglichkeit
- Erleichtertes aufrechtes Stehen und Gehen
- Hohe Seitensteifigkeit
- Geringer Vorschnitt
- Große Beweglichkeit nach vorne
- Bei starker Vorlage progressive Zunahme des Widerstands
- Spiel- und schmerzfreier Schluss des Schaftes am Unterschenkel
- Unterstützt der Schaft die Steuermaßnahmen und Schwerpunktsverlagerungen beim Skifahren?
- Wie überträgt der Schuh Körperbewegungen auf den Ski?

Abbildung 47: Wesentliche Anforderungen an einen Skischuh nach den Erfahrungen der ARGE Skiforschung. Nach Aktiv, 1992/93, S. 44-46

Tabelle 8: Gemittelte Anteile der einzelnen Skischuhtypen am Gesamtmarkt 2004/2005

	Männer	Frauen
Easy	7%	7%
Allround	44%	57%
Race	27%	11%
Freeride	10%	7%
Softboot	12%	18%

schen Markt in den Jahren 2000 bis 2005 um 18%, parallel dazu steigt auch in den meisten Kategorien der Preis um bis zu 63%.

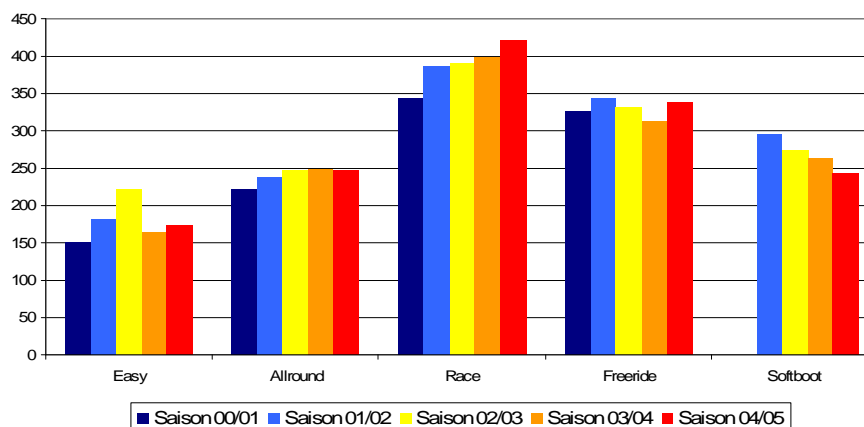


Abbildung 48: gemittelte Preisentwicklung von Herrenskischuhen in €

Skischuhe kosten im Jahr 2005 zwischen 91,99 € und 629,95 €, wobei der günstigste Schuh ein Easy-Skischuh ist, der teuerste ein Race-Skischuh. Die konstruktive Eigenschaft „Flex“ wird bei allen Herstellern extra angegeben, um eine grobe Kategorisierung der Eigenschaften des Skischuhs vorzunehmen.

Für einen verlässlichen Vergleich innerhalb der Schuhtypen fehlt jedoch eine herstellerunabhängige Grundlage, wie diese Flexion bestimmt wird. Tabelle 9 verdeutlicht diese Schwäche bei der Kennzeichnung von Skischuhen, indem für die verschiedenen Hersteller die Flexionsangaben zusammengetragen wurden.

Tabelle 9: gebräuchliche Kennzahlen für die Flexionshärte von Skischuhen

Firma	Kennzahl für Flexion	Kommentar
Atomic	5; 6; 7; 8; 9; 10	Auch halbe Ziffern, z.B. 9.5
Dalbello	6 bis 18 in ganzen Schritten	Bereichsangabe, z.B. 10-13
Dolomite	40; 50; ...; 120; 130	Nur Zehnerschritte
Fischer	80; ...; 130	
Head	2,6; 2,7; ...; 10,0; 10,1	
Lange	55; 60; ...; 135; 140	In Fünferschritten
Lowa	Keine Angabe	
Nordica	40; 45; ...; 110; 120	Auch Bereiche z.B 110-120
Rossignol	50; 55; 60; 50/60;...; 110/120	Bei Softkonzept genaue Angabe
Salomon	45; 50; ...; 110; 120	
Tecnica	40; 45; ...; 110; 120	

Die technischen Lösungen an den Skischuhen in den analysierten Jahren zeigen keine gravierenden Innovationen auf, bis auf die Einführung des Softboots, der durch einen neuen Material-Mix und veränderte Schnallenpositionen und Verschlusssysteme dem Sportler mehr Komfort bieten soll. Heckeinsteiger-Skischuhe sind nach dem Jahr 2000 nicht mehr in den Angebotslisten für Endverbraucherskischuhe zu finden.

Dafür werden die Verschlusssysteme von Skischuhen in dieser Entwicklungsphase vereinfacht.

Auf der Grundlage der Datenbanken von funFactory lässt sich auch eine Analyse der technischen Ausstattungen von Skischuhen erstellen. Diese zeigt einen Trend zur Reduktion der Schnallenanzahl bei 40% der Frauenski-schuhe in der Zeit zwischen 2000 und 2005. Die Integration eines Ski Walk Systems zum Schutz vor Überlastungen und Fehlbelastungen durch die sinnvolle Anpassung der Schaftstellung zum Gehen und Skifahren scheint jedoch mehr und mehr „aus der Mode“ zu kommen. Lediglich 25% der am Markt erhältlichen Skischuhe besitzen im Jahr 2005 noch ein solches System, wogegen im Jahr 2000 noch 40% damit ausgestattet waren. Die Canting-Technologie, durch die seitliche Abweichungen in der Beinachse durch Anpassung der Skischuhschale ausgeglichen werden, wird dagegen im Jahresvergleich bei etwa 50% aller Schuhtypen, besonders jedoch im Allround- und Racetyp, eingesetzt.

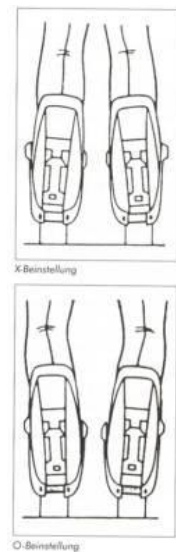


Abbildung 49: Nutzen der Canting-Technologie zum Ausgleich der X- oder O-Beinstellung
Quelle: Sport Experten Club „Skischuh“

4.2.3 Funktionalität des Skischuhs

Auf Basis der in den letzten beiden Teilen der Arbeit gesammelten Informationen wurde eine Inhaltsanalyse zu folgenden Schwerpunkten durchgeführt:

1. Was trägt ein Skischuh zur Lösung der sportlichen Bewegungsaufgabe und zur Zufriedenstellung des Nutzers bei - was ist seine Funktion und wie ist diese im konkreten Produkt ausgeprägt?
2. Welche technischen Lösungsmöglichkeiten für diese Funktionen gibt es?
3. In welchem Zusammenhang steht die Funktion des Skischuhs mit dem Nutzer?

Das Ziel der Analyse lässt sich zur leichteren Übersicht gut in die Form einer Tabelle bringen, wie sie aus dem allgemeinen Vorgehen bereits bekannt ist.

Tabelle 10: Kriterien der Funktionalität des Skischuhs

Funktion des Skischuhs	Mögliche Ausprägung	Technische Lösungen	Zusammenhang mit dem Nutzer
Gehen ermöglichen	Komfortabel - unkomfortabel	Ledersohle Lederschuh Gebogene Sohle	Abrollverhalten des Menschen mit steifer Sohle ist eingeschränkt
Stabilisierung bieten	Weich - hart	Lederschaft, gelenkartige Verbindungen, Plastikschaft	Schutz vor Verletzungen
Kraft übertragen	Direkt - indirekt	Materialauswahl, Schafthöhe	Übertragung von Bewegungen,
Wärme speichern	Warm - kalt	Schalenmaterial, Innenschuhmaterial, Fütterung, Schuh-in-Schuh-System	Ertragen der Umgebungsbedingungen
Wasser abweisen	Trocken - nass	Lederbehandlung, Bauweise des Schuhs, Materialmix der Schale	Ertragen der Umgebungsbedingungen
Bewegung ermöglichen	Leicht - schwer	Gelenkartige Verbindung, Schuhkonzept	Steuerung der Position des Schwerpunkts über dem Ski
Schuh fixieren	Stabil - frei	Normsohle, Beuteile zur Passung in die Bindung	Verbindung des Systems aus Mensch, Ski, Bindung und Schuh
Bewegung übertragen	Direkt - indirekt	Materialmix, Gelenkart, Baukonzept des Skischuhs	Übertragen von Bewegungen zur Steuerung der Fahrt der Ski
Bewegung dämpfen	Stark - schwach	Materialmix, Dicke des Innenschuhs, Dämpfersysteme	Fahrdynamik leichter tolerieren, Schonung der Strukturen
Bewegung führen	Direkt - indirekt	Lage und Art des Skischuhgelenks, Skischuhkonzept (Heckeinsteiger oder Überlappschuh)	Sprunggelenks- und Knieflexionen als steuernde Bewegung im Skifahren auf den Ski übertragen
Einstieg erleichtern	Einfach - schwierig	Heckeinstieg, seitlicher Einstieg	Komfort in der Ausübung der Sportart erhöhen
Feedback ermöglichen	Direkt – indirekt	Form und Materialmix, Dicke des Innenschuhs, Skischuhhärte	Spüren der Pistengegebenheiten
Bewegung lenken	Stark-schwach	Schaftausrichtung, Gelenkachse	Natürliche Bewegung in die für das Kanten notwendige Richtung lenken
Unterschenkel schützen	Stark - schwach	Bauhöhe des Skischuhs	Schutz vor äußeren Einwirkungen auf und abseits der Piste
Tibiabiegung einschränken	Stark - schwach	Materialmix am Schaft, Schuhkonzept, Vorwärtsauslösung der Skibindung	Schutz vor Frakturen am Unterschenkel
Torsion am Unterschenkel verringern	Stark - schwach	Passform, Drehauslösung der Skibindung	Schutz vor Drehbrüchen am Unterschenkel
Oberes Sprunggelenk stabilisieren	Stark - schwach	Steifigkeit erhöhen, Sprengung erhöhen	Schutz vor Ruptur der Achillessehne, Schutz des oberen Sprunggelenks vor Frakturen

Unteres Sprunggelenk stabilisieren	Stark - schwach	Passform der Schale im Knöchelbereich, Dicke des Innenschuhs	Direkte Übertragung von Kippbewegungen auf den Ski
Unterschenkelbewegung nach hinten ermöglichen	Viel - wenig	RRS System, Ski – Walk System	Schutz vor Verletzungen am Knie durch die Übertragung von großen Momenten auf das Kniegelenk, Gehkomfort
Unterschenkelbewegung einschränken	Stark - schwach	Steifigkeit der Skischuhschale	Schutz vor Verletzungen der Achillessehne
Ferse fixieren	Stark - schwach	Passform, Schalengestaltung	Funktion des Systems für die Auslösung der Bindung sicherstellen
Fuß führen	Gerade - schräg	Ausrichtung der Unterschale des Skischuhs in Bezug zur Skiachse optimieren	Bewegung sollte optimal übertragen werden
Fuß schützen	Stark - schwach	Innenschuhgestaltung, Schalendichtigkeit, Materialmix an der Schale und im Innenschuh	Äußere Bedingungen im Schnee für Fuß nicht tolerierbar. Schutz vor Nässe und Kälte
Fuß stabilisieren	Eng - locker	Verschlusssystem, Passformgestaltung	Momente auf Sportgerät übertragen, Fixierung des Sprunggelenks
Beinstellung ausgleichen	Stark-schwach	Canting-System single oder double Canting (ein oder beidseitig)	Negative Auswirkungen auf Kantbewegungen durch X- oder O-Beinstellungen vermeiden
Körperposition stabilisieren	Vor-zurück	Grund-Vorlagewinkel des Skischuhs	Je gebeugter im Sprung- und Kniegelenk, desto tiefer und sportlicher die Grundposition des Sportlers
Gleiten in der Bindung ermöglichen	Leicht - schwer	Material der Sohle	Funktion der Skibindung bei Sturz, Lösen vom Gerät
Verbindung schaffen	Steif-locker	Normsohle von Skischuhen	Passung in die Skibindung und Übertragung der Kräfte zur Auslösung
Anschluss ermöglichen	Passend-unpassend	Form der Anschlussbereiche der Sohle	Feste Verbindung mit dem Sportgerät Ski

4.3 Bewertung der Funktionalität des Skischuhs

4.3.1 Gewichtung funktioneller Kriterien des Skischuhs

Im ersten Schritt zur Bewertung des Sportgeräts Skischuh wird nun die Gewichtung der Funktionen des Skischuhs vorgenommen. Dies basiert auf einer Befragung von erfahrenen Nutzern zum Skischuh, die ihre Einschätzung darüber abgeben, ob eine Funktion am Skischuh für sie vorhanden sein sollte, bzw. wie sehr ihnen die Funktion fehlen würde.

Design der Kano Analyse für das Sportgerät Skischuh

Gestützt auf die Beschreibungsergebnisse für den Skischuh wurde eine Auswahl von Funktionen des Sportprodukts zu entsprechenden Situationen zugeordnet, in denen der Sportler diese Funktionen erwarten könnte. Zudem wurde explizit die Wichtigkeit dieser Funktionen als eigener Teil der Befragung integriert. Den Online-Fragebogen mit den 126 Items und einem soziografischen Teil findet der interessierte Leser im Anhang unter *Fragebogen zur Kano Analyse von Skischuhen* auf S 136.

Die Befragung wurde über einschlägige Newsletter, Internetportale und Fachzeitschriften (Deutscher Skilehrer Verband, Skimagazin Heft 04-2008 und Webportal) für interessierte Leser und Mitglieder beworben. Das Ziel, erfahrene

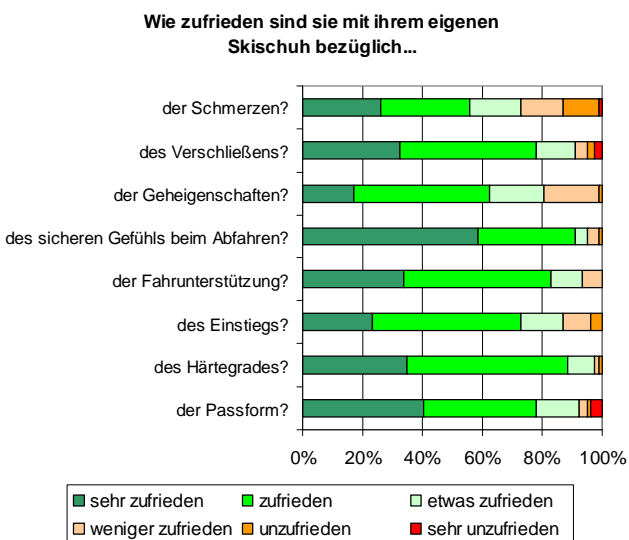


Abbildung 50: Nutzerzufriedenheit der Kano-Testgruppe mit dem eigenen Skischuh (80% der hier bewerteten Skischuhe sind neu oder weniger als 2 Jahre gebraucht)

Sportlern zu befragen, wurde so gut erreicht. Insgesamt nahmen 117 Sportler an der Untersuchung teil, von denen etwa 80% über 21 Tage im Jahr Skifahren gehen. 20% der Befragten nutzen das Skischuhmaterial sogar über 60 Tage in der Saison. Wie zufrieden diese Nutzergruppe aus nach der Selbsteinschätzung sehr sportlichen Fahrern mit ihrem aktuellen Ski-

schuhmodell ist, wurde ebenfalls erhoben (vgl. Abbildung 50).

Ergebnisse

Die technische Seite der Auswertung der Einzelergebnisse wurde mit einem eigens dafür verfassten Auswertungsprogramm in der Matlab Software (Version 7.0.4) durchgeführt. Die Ergebnisdateien werden sogleich als grafische Darstellung ausgegeben, die aufgrund der Lage der einzelnen Funktion in vier Quadranten die Art der Funktion verdeutlicht (Basis-, Leistungs-, Begeisterungsmerkmal) als auch durch die Größe der Kreisdarstellung die gemittelte Wichtigkeit (Werte zwischen 1 = unwichtig und 7 = sehr wichtig) in einem Blick erfassbar macht. Als Beispiel sollen hier die Ergebnisse für zwei unterschiedliche Situationen dienen, die gesammelten Ergebnisse finden sich im Anhang unter *Ergebnisse der Kano Analyse* auf S 139.

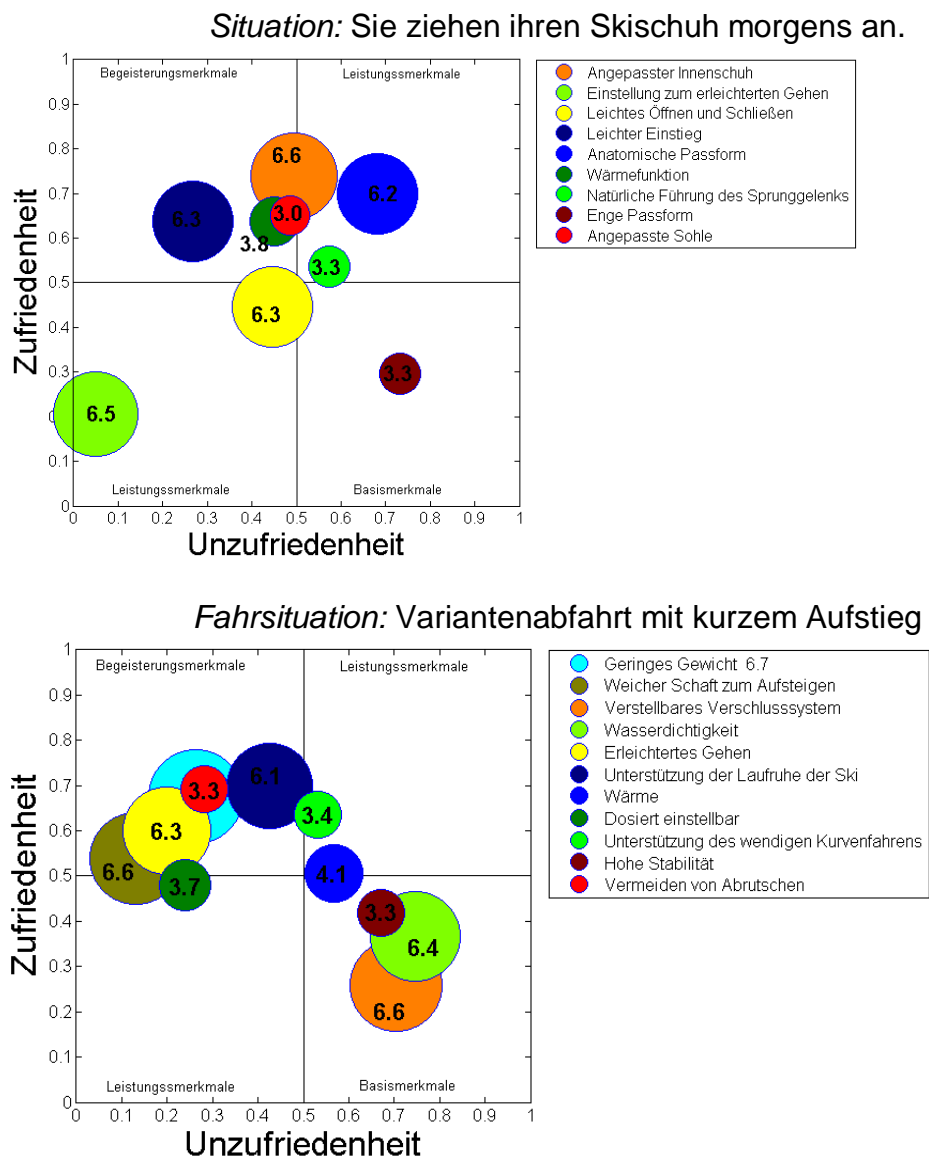


Abbildung 51: Ergebnisse der Kano Analyse mit Skischuhen

Mit der Berechnung der Art des Merkmals aus der funktional-dysfunktionalen Fragekombination kann nun jedes Item die Art und Wichtigkeit der Funktion und errechnet werden. Diese Kategorisierung und Wertung ermöglicht für Bewertung der Gesamtfunktionalität die Gewichtung einzelner Funktionen. Ein allgemein gültiges Modell zur Bestimmung eines Funktionalitätswerts ist allerdings auch für Skischuhe noch nicht vorhanden. Einfache Vorgehensweisen könnten sich jedoch auf die Beurteilung der Wichtigkeit der Funktionen beziehen.

In den Ergebnissen fällt auf, dass in den Fahrsituationen die Mehrzahl der Funktionen sich bei den Basis- oder Begeisterungsmerkmalen einordnen lassen. Die Funktionen in den für den Sportler herausfordernden steilen Hang oder dem Fahren abseits von Pisten werden dabei von den Befragten stärker als Begeisterungsmerkmal wahrgenommen. In den Situationen, in denen der Skischuh direkt zur sportlichen Bewegung genutzt wird, sind Funktionen in den Quadranten der Leistungsmerkmale zu finden, die beim Vorhanden sein für große Zufriedenheit und beim Ausbleiben für große Unzufriedenheit sorgen.

Um einen schnellen Überblick über die Ergebnisse dieser Befragung zu erhalten, werden die Funktions-Items und deren Zuordnung zu einer Merkmalsklasse und der jeweiligen Wichtigkeit in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Zusammenfassung der Kano Analyse

Funktion	Merkmalsart	Wichtigkeit
<i>Sie ziehen ihren Skischuh morgens an, direkt nachdem Sie ihn aus dem Auto genommen haben.</i>		
Leichtes Öffnen und Schließen	Leistungsmerkmal	6.3
Wärmefunktion	Begeisterungsmerkmal	3.8
Leichter Einstieg	Begeisterungsmerkmal	6.3
Angepasste Sohle	Begeisterungsmerkmal	3.0
Einstellung zum erleichterten Gehen	Leistungsmerkmal	6.5
Enge Passform	Basismerkmal	3.3
Anatomische Passform	Leistungsmerkmal	6.2
Natürliche Führung des Sprunggelenks	Leistungsmerkmal	3.3
Angepasster Innenschuh	Begeisterungsmerkmal	6.6
<i>Sie befahren eine steile Piste und versuchen sichere Kurven zu fahren.</i>		
Einfaches Schließen	Leistungsmerkmal	6.3
Direkte Bewegungsübertragung	Basismerkmal	3.8
Verbesserung des Fahrgefühls	Leistungsmerkmal	6.3
Stabilisierung des Sprunggelenks	Basismerkmal	3.1
Verringerung des Risikos von Knieverletzungen	Begeisterungsmerkmal	6.6
Unterstützung des Gleichgewichts	Begeisterungsmerkmal	3.3
Fixierung der Ferse	Basismerkmal	6.3
Spüren der Pistengegebenheiten	Begeisterungs- /Leistungsmerkmal	3.3
Unterstützung beim Lösen der Fahrsituation	Begeisterungsmerkmal	6.7
<i>Sie Carven auf ebener, mittelsteiler Piste</i>		
Unterstützung der Bewegung	Basismerkmal	6.3

Hoher Flex	Leistungsmerkmal	3.8
Direkte Bewegungsübertragung auf die Kante	Basismerkmal	6.3
Erhöhung um nicht auf dem Schuhrand auszurutschen	Begeisterungs-/Leistungsmerkmal	3.1
Raum für die Zehen	Basismerkmal	6.6
Angenehme Druckverteilung an der Zunge	Leistungsmerkmal	3.3
Erleichterung des Carvings	Leistungsmerkmal	6.3
Einstellung für neutrale Position zum Ski	Basismerkmal	3.2
Einstellbarer Vorlagewinkel	Leistungsmerkmal	6.7
<i>Sie machen eine Variantenabfahrt, für die Sie auch kurz Aufsteigen müssen.</i>		
Weicher Schaft zum Aufsteigen	Begeisterungsmerkmal	6.6
Vermeiden von Abrutschen	Begeisterungsmerkmal	3.3
Erleichtertes Gehen	Begeisterungsmerkmal	6.3
Hohe Stabilität	Basismerkmal	3.3
Geringes Gewicht	Begeisterungsmerkmal	6.7
Dosiert einstellbar	Leistungsmerkmal	3.7
Wasserdichtigkeit	Basismerkmal	6.4
Wärme	Leistungsmerkmal	4.1
Unterstützung der Laufruhe der Ski	Begeisterungsmerkmal	6.1
Unterstützung des wendigen Kurvenfahrens	Leistungsmerkmal	3.4
Verstellbares Verschlusssystem	Basismerkmal	6.6
<i>Sie gehen am Abend...</i>		
Ski Walk System	Leistungsmerkmal	5.3
Einfaches Öffnen	Leistungsmerkmal	4.9
Einfacher Ausstieg	Begeisterungsmerkmal	6.0
Einfaches Gehen	Begeisterungsmerkmal	3.4

4.3.2 Operationalisierung funktioneller Kriterien des Skischuhs

4.3.2.1 Entwicklung eines Fragebogens zur Funktionalität des Skischuhs (FFS)

Zur Bewertung der Funktionalität verschiedener Skischuhmodelle wurde ein Fragebogen entwickelt, der durch ein geschicktes Design funktionelle Parameter des Skischuhs im Feld durch den Menschen bewertbar machen soll. Hinter dem Titel ‚Situationsbezogene Performance Analyse (SPA)‘ verbirgt sich die Grundidee, durch eine Situationsorientierung in der Befragung direkt nach dem situationsorientierten Erleben des Produkts Ergebnisse über die Funktionalität ohne Übertragungseffekte zu erhalten. Die Situation wird dafür in der SPA nach dem Situationsbegriff von Nitsch und Hackfort (1981) aus der Handlungstheorie definiert. Darin versucht der Tester die Situation aus Umwelt- und Aufgabenfaktoren im Verlauf der Bewertung optimal aufeinander abzustimmen (Gabler, Nitsch, Singer, 1986). Umweltfaktoren werden dabei soweit als möglich gleich gehalten (gleiches Skimaterial, markierte Fahrstrecke, gleiche Fahrspur, Tempo und Vorbereitung). Die Aufgaben werden nach dem immer gleichbleibenden

Testprocedere für jeden Streckenabschnitt vordefiniert (sportliche Fahrt, sichere Fahrt oder ökonomische Fahrt).

Der Inhalt der einzelnen 38 Items des Fragebogens lehnt sich an die Funktionen von Skischuhen an, indem er für einzelne Funktionen Indikatoren benennt, die der Tester erleben kann. Der Fragebogen (siehe Anhang *Fragebögen zur Funktionalität von Skischuhen*, S. 142) fordert von den Sportlern eine Einschätzung auf einer 9-stufigen Ratingskala, zur Passform werden dichotome ja/nein Antworten gefordert und als Gesamtbewertung des getesteten Skischuhs eine Schulnote mit Kommastelle. Auf dieser Datengrundlage konnten Effekte von Störgrößen minimiert und die Analyse der Aufgaben einfach realisiert werden.

Die Ergebnisse der Aufgabenanalyse aus der ersten Untersuchung mit N=27 Testern mit diesem Fragebogen zeigen deutlich, dass die dichotomen Fragen für die Tester zu leicht sind und zu wenig zwischen den Skischuhen differenzieren lassen. Die Fragen in den Fahrsituationen sind nach der Aufgabenanalyse angemessen schwierig, bezüglich der Trennschärfe können alle Fragen als gut bis zufriedenstellend eingeschätzt werden. Ausnahmen (Fragen 2, 10, 19) werden aus der Bewertung eliminiert.

Die Bestimmung der Reliabilität wird für das vorliegende Messverfahren für jede Situation einzeln durchgeführt, wie in Tabelle 12 zu sehen. Mit Werten von bis zu 0.9 ist die Reliabilität des Tests zu-

friedenstellend bis hoch, wobei man die zeitliche Variabilität der Merkmale beachten muss, wie es in Situation 4 bei der Bewertung von Komfort und Passform besonders zu Tragen kommt. Die errechneten Werte

Tabelle 12: Cronbach Alpha für die vier Situationen

	Cronbach Alpha
Situation 1	0,906
Situation 2	0,918
Situation 3	0,847
Situation 4	0,676

aus Tabelle 12 zeigen wie schon bei der zuvor durchgeführten Berechnung, dass die Situationen 1 und 2 hohe Reliabilität aufweisen, Situation 3 ebenfalls noch mittlere Reliabilität, Situation 4 jedoch niedrige Reliabilität.

Die Bestimmung eines Koeffizienten für Validität gestaltet sich auch für die SPA als schwierig. Eine Möglichkeit für eine grobe Bestimmung dessen, was der Test tatsächlich misst, ergibt sich aus dem Aufbau des Fragebogens. Das letzte Item, die Gesamtnote eines Skischuhs, wird von den Testern als Schulnote abgefragt und kann mit den erreichten Werten in den Fragenkategorien der einzelnen Situationen verglichen werden. Die Korrelationen zwischen Gesamt-

note und den einzelnen Fragen zeigen im vorliegenden Fall kein einheitliches Bild. Hohe Korrelation zur Gesamtnote zeigen die Fahrsituationen (Situation 1 bis 3) bei der vorliegenden Datenbasis, wogegen die allgemeine Benutzung des Skischuhs schwache Zusammenhänge mit der Gesamtnote aufweist. Die zweite Möglichkeit, die Validität der Daten zu überprüfen, ist die Reduktion der großen Anzahl von Items auf eine geringere Anzahl von Dimensionen. Dies ermöglicht dem Betrachter einen leichteren Überblick darüber, was der Test tatsächlich misst. Eine solche Reduktion erreicht man über die Faktorenanalyse, deren Grundlagen, Durchführung und Ergebnisse im Anhang auf Seite 149 kurz vorgestellt werden. Die Bestimmung der Faktoren anhand der Eigenwertberechnung liefert für die befragten Items zwei entscheidende Faktoren mit Eigenwerten über 1. Die Ladung der einzelnen Items auf die Faktoren ist auf dem Faktor 1 sehr dominant, auf den die Items hoch laden, die für die Fahreigenschaften von Skischuhen bestimmt wurden. Der zweite Faktor umfasst jene Items, die den Komfort, die Eignung zum Gehen und Stehen mit Skischuhen betreffen. Damit lässt sich zur Abschätzung der Validität des Fragebogens folgern, dass der Fragebogen einen Unterschied zwischen Fahreigenschaften und Komforteigenschaften des Skischuhs ermittelt. Damit scheint der Fragebogen ein Instrument zu sein, welches die Funktionen von Skischuhen für das Fahren und das Benutzen getrennt erfassen kann.

4.3.2.2 Messverfahren zur Messung physikalischer Kennwerte

Entwicklung eines neuartigen Messprothese

Zur Erhebung eines physikalischen Messwertes, der für möglichst viel Funktionen als Indikator dienen kann, wurde im Rahmen eines interdisziplinären Projekts der „Winkel im oberen und unteren Sprunggelenk“ mit einem neu zu entwickelnden Messsystem operationalisiert.

Vergleichbare Messsysteme für diese Indikatoren wurden in der Vergangenheit aufgrund der fehlenden Realitätsnähe immer wieder angezweifelt und bis zum heutigen Tag nicht standardisiert. Die Entwicklung einer möglichst naturgetreuen Messprothese für Skischuhe stellt damit eine grundlegende Aufgabe zur Bewertung der Funktionalität von Skischuhen dar. Als Indikatoren für die Funk-

tion „Stabilisierung bieten“ können die folgenden physikalischen Größen verwendet werden:

Tabelle 13: Indikatoren und Messgrößen für die Funktion „Stabilisierung bieten“

Funktion	Indikator	Messgröße [Einheit]	Korrespondenzregel
Stabilisierung bieten	1. Momentverlauf in Bezug zur Flexion des Schaftes	Moment & Winkel [Nm/°]	je steiler die Hystherese, desto mehr Stabilisierung bietet der Skischuh
	2. Winkelverlauf der oberen Sprunggelenks im Skischuh während der Flexion	Winkel [°]	Je geringer der Winkel im Skischuh, desto mehr Stabilisierung bietet der Skischuh

Die Entwicklung des Messsystems, welches auch den 2. Indikator abbilden können sollte, galt es in einem interdisziplinären Projekt zwischen Sportwissenschaft und Maschinenbau zu entwickeln (Knauer, 2004). Das Ziel des Projekts stellte die Realisierung eines physikalischen Modells des menschlichen Unterschenkels mit Fuß dar, um über die Funktion des Skischuhs möglichst realistische Aussagen zu treffen. Voraussetzung dazu ist es, die biomechanischen, anthropometrischen und anatomischen Vorgaben am Fuß, Bein und Sprunggelenk möglichst korrekt nachzubilden. Zudem ist die Integration von Messtechnik für die Aufnahme der Sprunggelenkwinkel zur Messung des gewünschten Indikators notwendig. Potentiometrische Winkelsensoren innerhalb der mechanischen Nachbildung des oberen und unteren Sprunggelenks ermöglichen die Messung des gewünschten Indikators. Die Validität der Messung wurde durch einen Vergleich der Bewegung des Modells mit dem eines Menschen durch eine optische Bewegungsanalyse geprüft, die Reliabilität des Messinstruments konnte anhand der Test-Retest-Methode in aufeinanderfolgenden Messungen nachgewiesen werden.

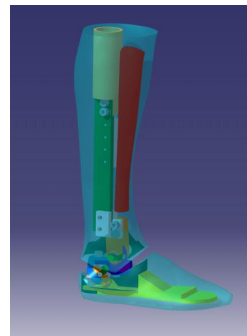


Abbildung 52: physikalisches Modell des Fußes und Unterschenkels zur Messung des Winkels in Skischuhen

Entwicklung eines dynamischen Messstandes

Das Ziel der Entwicklung dieser Messvorrichtung ist die dynamische Belastung des Skischuhs auf einem Pendelmessstand. Dieser stellt eine Möglichkeit dar, wie man mit einfachen Mitteln vielseitige Messmöglichkeiten von Kräften aus unterschiedlichen Richtungen realisieren kann. Die Bauteile des Messstand sind im Einzelnen: ein stabiler Rahmen, eine an einer Welle aufgehängte und reibungsarm gelagerte Pendelplatte und eine geeignete Messeinrichtung.

Das Ziel ist ein Moment von 250 Nm am Messaufnehmer unter dem Schuh durch die Veränderung der Pendel-Fallhöhe und des Gewichts auf dem Skischuh. Ein 6-Achsen Sensor (FT-Omega 160 Messsensor, Fa. Schunk GmbH und Co KG, Lauffen) registriert die relevanten Kräfte und Momente (F_x , F_y , F_z ; M_x , M_y , M_z) unter dem Schuh im festen Adaptersystem. Die Daten werden in eine dem Sensor eigenen Karte gespeist und mit dem Programm LABVIEW (National Instruments Corporation, Austin, Texas, USA) ausgelesen. Im nächsten Schritt werden die Rohdaten im Programm MATLAB V7.0.4 (Math Works Inc., Natick, USA) anhand der Kalibrationsmatrix in die entsprechenden Kräfte und Momente umgerechnet. Für die normgerechte Positionierung der Messeinrichtung auf der drehbaren Platte wurde ein Interface benutzt, das die Messdose nach den Vorgaben der DIN ISO 9462 unterhalb des Skischuhs positioniert. Die Versuche zur Bestimmung des Messfehlers dieses neuartigen Verfahrens kann man im Anhang auf Seite 156 nachlesen.



Abbildung 53: CAD Modell des Fallmessstandes

- Pendelplatte an einer Welle aufgehängt
- Haltemechanismus am Rahmen zum Lösen der reibungsarm gelagerten Platte
- Prallvorrichtung mit verschiedenen Dämpfungsmöglichkeiten
- Kraft- und Momenten-Messeinrichtung auf einer runden Aluminiumplatte, um die Skischuhe in allen Bewegungsrichtungen vermessen zu können.
- Kunststoffring fixiert Aluminiumplatte am Pendel

4.3.3 Bewertung aktueller Skischuhmodelle bezüglich ausgewählter Parameter

4.3.3.1 Fragebogenuntersuchung zur Funktionalität in der Gesamtsituation

Unter Wahrung einer hohen Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität (vgl. Bortz, 2003, S. 194) wurde der in der „Entwicklung eines Fragebogens zur Funktionalität des Skischuhs“ erarbeitete Fragebogen FFS im Rahmen einer Feldstudie zum Einsatz gebracht.

Als Hypothese wurde bei einem Signifikanzniveau von $\alpha \leq 0,05$ formuliert:

Ist die Schuhkategorie Race, Allround oder Soft funktioneller?

Ein Skischuh wird dann als funktioneller angesehen, wenn der erreichte Funktionalitätswert größer ist als der des zu vergleichenden Produkts.

Methode

Aus den Ergebnissen dieser besonderen Art der Befragung wird in einem mehrstufigen Verfahren zusammen mit den Ergebnissen der Gewichtung Kapitel 4.3.1 ein Funktionalitätsfaktor errechnet. Dafür werden die Ergebnisse des FFS anhand des Medians als Maß für die zentrale Tendenz zusammengefasst und mit den Gewichtungsfaktoren aus der Zufriedenheitsanalyse multipliziert. So kann für die einzelnen Situationen der FFS ein Funktionalitätswert errechnet werden. Das Mittel dieser Funktionalitätswerte ergibt den Vergleichswert für die Testgruppe. Für die Errechnung eines von der Skala unabhängigen Vergleichswerts der Funktionalität wird nach folgender Regel verfahren:

Sei für die Berechnung eines Funktionalitätswerts:

i sei die i -te Funktion aus dem Fragebogen
 x_i der Median über die Messwerte der FFS Befragung
 g_i der dem Item entsprechende Gewichtungsfaktor aus der Kundenzufriedenheitsanalyse
 X_i^* das Skalen-Maximum für das Item (FSS Skala [1...9])
 G_i^* das Gewichtungs-Faktor Maximum (Gewichtungsskala [1...7])
 F_i der Funktionalitätswert der Funktion i

$$F_i = \frac{x_i \cdot g_i}{X_i^* \cdot G_i^*}$$

Die Formel normiert die Funktionalitätswerte auf egal welcher Skalenbasis auf einen Wert zwischen 0 und 1.

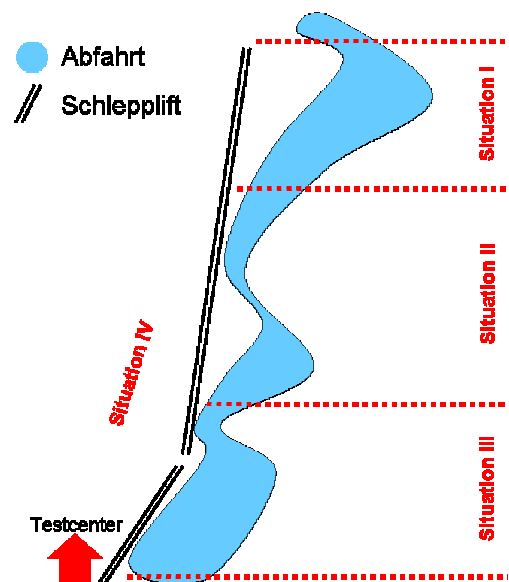
Praktische Durchführung des FFS im Feld

Die Auswahl der zu testenden Produkte wurde nach Kenntnis der einschlägigen Modelle per Hand ausgewählt und stellt eine Stichprobe von Produkten von verschiedenen Herstellern dar. Die Skischuhe werden einer der drei Kategorien Softboot, Allroundboot und Raceboot zugeordnet, um die Bewertung für die einzelnen Kategorien zur besseren Überschaubarkeit der Ergebnisse zu erreichen.

Eine ausgewählte Testergruppe (N= 27) aus versierten Skilehrern, Testprofis und erfahrenen Skifahrern ermöglicht es, in der Auswertung auf Unterschiede zwischen den einzelnen Testergruppen einzugehen. Allerdings wird für die Beantwortung der hier gestellten Forschungsfrage die gesamte Testgruppe betrachtet. Der zweitägige Test wurde im

Jahr 2004 in Lenggries am Skigebiet Brauneck an der „Waxensteinabfahrt“ durchgeführt. Die Wetter- und Pistenbedingungen waren an beiden Testtagen gleichmäßig gut. Die Abfahrt, schematisch in Abbildung 54 dargestellt, überwindet 390 Höhenmeter, wird von zwei Schleppliften in einer Auffahrzeit von etwa 12 Minuten erreicht und stellt eine sehr abwechslungsreiche Strecke für Tests dar. Die Situationen im Verlauf der Strecke wurde durch Markierung für die Tester verdeutlicht. Zudem wurden die Testpersonen vor der ersten Testfahrt mit dem Procedere vertraut gemacht. Genauere Informationen zum Testmaterial und der

Testergruppe können im Anhang auf Seite 154 nachgeschlagen werden.

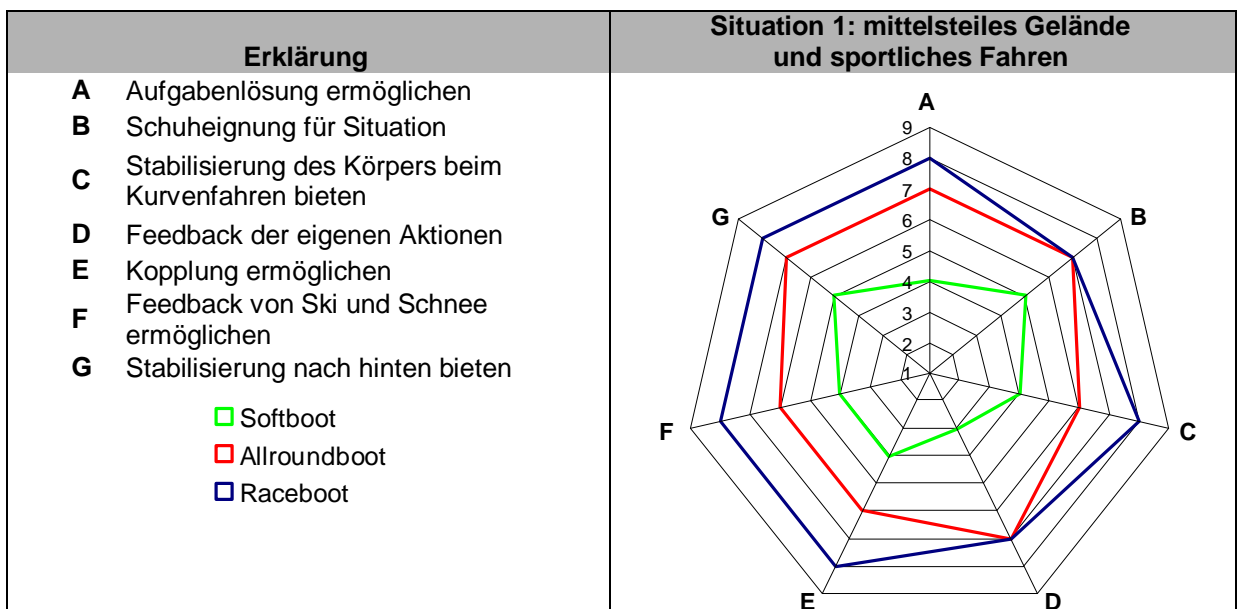


- | | |
|----------------------|---------------------------|
| Situation I | Mittelsteil und sportlich |
| Situation II | Steil und sicher |
| Situation III | Flach und ökonomisch |
| Situation IV | Stehen, Gehen, Steigen |

Abbildung 54: Testgelände und entsprechende Situationsaufteilung

Ergebnisse

In der Untersuchung wurden von den 27 Testern insgesamt 202 Testfahrten durchgeführt, davon 14% der Fahrten mit einem Softboot, 47% mit einem Allroundboot und 39% mit einem Raceboot. Aufgrund der in der Operationalisierung durchlaufenen Analyseschritte werden für die Beantwortung der Frage nach der Funktionalität aus der FFS Befragung nur diejenigen Items ausgewählt, die ausreichende Trennschärfe und einen angemessenen Schwierigkeitskoeffizienten besitzen. Die Vielzahl an getesteten Produkten und die detaillierte Situationsdefinition machen den Überblick über die Ergebnisse nicht leicht. Daher soll in den folgenden Abbildungen ein Stärken-Schwächen-Profil der einzelnen Schuhkategorien das einfachere Erfassen der Eigenschaften ermöglichen. Hierzu werden die interessanten Items als Achsen eines Netzes definiert. Der erreichte Median der Schuhkategorie wird als Knotenpunkt für das individuelle Ergebnis genutzt. So erhält man eine zweidimensionale Darstellung der erreichten mittleren Wertungen für jede Schuhkategorie. Je größer die Fläche ist bzw. je weiter außen die Knotenpunkte liegen, desto positiver wird die Skischuhkategorie von den Testern beurteilt.



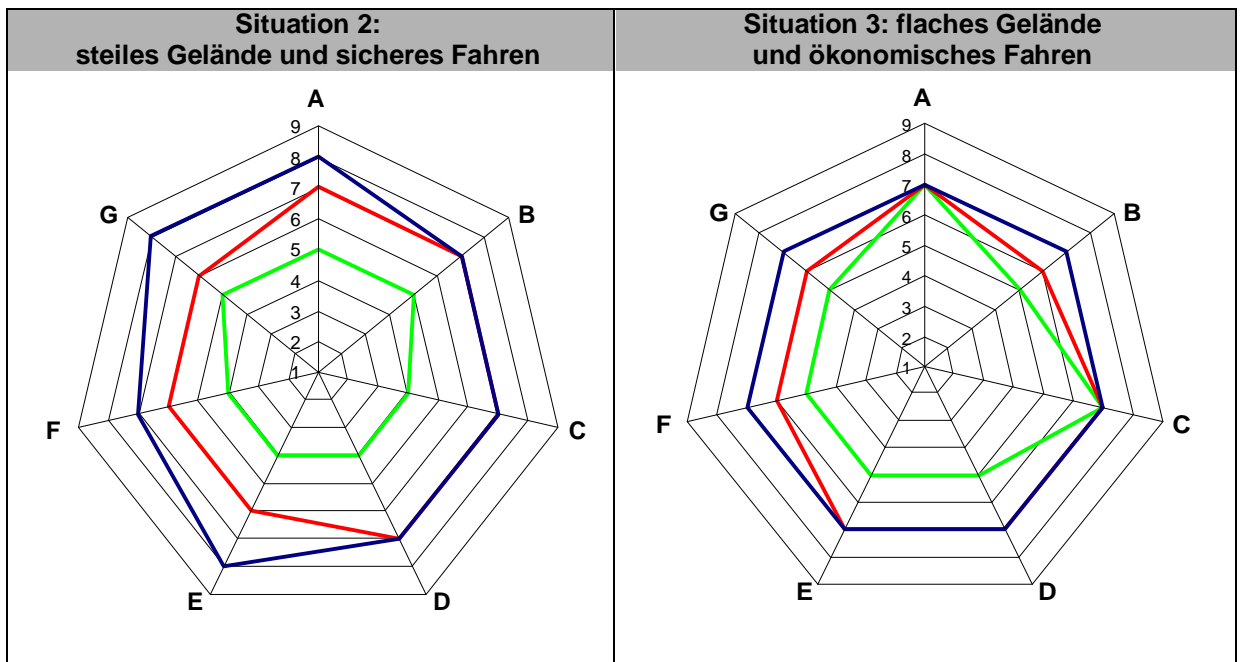


Abbildung 55: Ergebnisse für verschiedene Schuhkategorien in den Situationen 1 - 3

In den drei verschiedenen Fahrsituationen bewerten die Tester die Raceschuhe durchweg am besten, wobei in manchen Funktionen die beiden anderen Ski-schuhkategorien gleich bewertet werden. Die Ergebnisse für den Softboot sind in der flachen Geländesituation deutlich besser als in den mittelsteilen und steilen Situationen. Die Ergebnisse für die Race- und Allroundschuhe unterscheiden sich in den Situationen nicht gravierend.

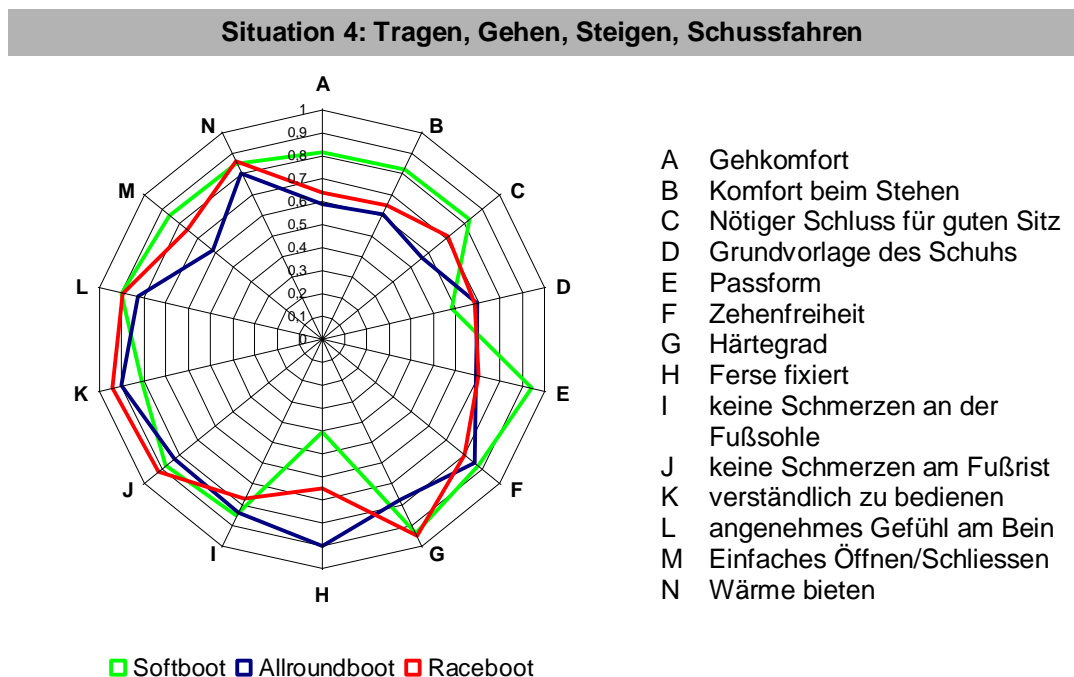


Abbildung 56: Ergebnisse für die Situation 4 des FFS

Anders stellen sich die Ergebnisse dar, sobald der Skischuh nicht direkt zur Lösung der Aufgabe Kurvenfahren benutzt wird. Hier scheint in vielen Items der weiche Softboot Vorteile gegenüber den anderen Modellen zu besitzen. Besonders scheint in dieser Situation die Passform, der Komfort und das einfache Öffnen und Schließen des weichen Skischuhmodells zu überzeugen. Die einfache Bedienbarkeit und die fixierte Ferse bewerten erfahrene Skifahrer bei All-round- und Raceschuhen dagegen am besten.

Werden diese Werte nun mit den Ergebnissen aus der Bestimmung der Wichtigkeit der Kano Analyse gewichtet und nach der vorliegenden Art und Weise normiert, so ergibt sich folgendes Resultat:

	Soft	All-round	Race
Situation 1: mittelsteiles Gelände und sportliches Fahren			
Die Aufgabe konnte ich umsetzen	0,43	0,74	0,85
Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,50	0,70	0,70
Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts bei hohem Tempo war	0,21	0,31	0,42
Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sportliches Fahren als	0,15	0,34	0,34
Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,24	0,36	0,48
Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,21	0,31	0,42
Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten empfinde ich als	0,25	0,34	0,39
Situation 2: steiles Gelände und sicheres Fahren			
Das steile Gelände war sicher befahrbar	0,53	0,74	0,85
Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,50	0,70	0,70
Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts im steilen Gelände war	0,21	0,37	0,37
Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sicheres Fahren im steilen Gelände als	0,20	0,34	0,34
Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,24	0,36	0,48
Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,21	0,31	0,37
Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im steilen Gelände	0,25	0,30	0,39
Situation 3: flaches Gelände und ökonomisches Fahren			
Das flache Gelände war ökonomisch und mit Freude fahrbar	0,70	0,70	0,70
Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,50	0,60	0,70
Der Schuh ermöglicht eine ökonomische, lockere Körperposition	0,36	0,36	0,36
Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für ökonomisches, freudvolles Fahren als	0,26	0,37	0,37
Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,50	0,70	0,70
Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,26	0,31	0,37
Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im flachen Gelände	0,25	0,30	0,34
Situation 4: Tragen, Gehen, Steigen, Schussfahren			
Den Gehkomfort des Schuhs beurteile ich als	0,39	0,31	0,28

Den Komfort des Schuhs beim Stehen/Lifffahren beurteile ich	0,72	0,57	0,54
Man muss den Schuh... zumachen, damit er gut sitzt.	0,74	0,64	0,51
Ich empfinde die Grundvorlage in diesem Schuh als	0,52	0,60	0,61
Der Schuh engt meinen Fuß ein.	0,44	0,33	0,32
Der Schuh gewährt die nötige Zehenfreiheit.	0,77	0,70	0,75
Der Schuh ist mir zu hart.	0,83	0,84	0,69
Der Schuh fixiert meine Ferse.	0,36	0,57	0,79
Der Schuh schmerzt an der Fußsohle	0,75	0,68	0,74
Der Schuh schmerzt am Fußrist	0,77	0,81	0,73
Der Schuh ist verständlich zu bedienen	0,73	0,84	0,81
Der Schuh verleiht mir das Gefühl, ich hätte einen Klotz am Bein.	0,43	0,43	0,40
Der Schuh ist leicht an- und wieder auszuziehen.	0,77	0,68	0,55
Der Schuh gibt ein warmes Gefühl für den Fuß.	0,46	0,47	0,44

Aus dieser Datenbasis kann für die Items ein Funktionalitätsmittelwert gebildet werden. Dabei wird angenommen, dass der Mittelwert der drei Fahrsituationen und die Komfort-Situation gleich zueinander gewichtet sind. So ergeben sich folgende Funktionalitätswerte für die vorliegende Testgruppe:

Tabelle 14: Funktionalitätswerte für die drei getesteten Skischuhkategorien, einzelne Auswertung für verschiedene Nutzergruppen nach Könnensstufe

	Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4	Gesamt
Funktionalitäts-Gesamtergebnis					
Softboot	0,28	0,30	0,40	0,62	0,48
Allroundboot	0,45	0,45	0,48	0,60	0,53
Raceboot	0,52	0,50	0,50	0,58	0,54
Funktionalität für Nutzer mit mittlerem Fahrkönnen					
Softboot	0,33	0,35	0,43	0,62	0,49
Allroundboot	0,47	0,47	0,50	0,63	0,56
Raceboot	0,51	0,50	0,50	0,59	0,55
Funktionalität für Nutzer mit gutem bis sehr gutem Fahrkönnen					
Softboot	0,23	0,28	0,40	0,64	0,47
Allroundboot	0,40	0,40	0,45	0,62	0,52
Raceboot	0,50	0,50	0,51	0,62	0,56

Die eingehende Frage nach dem funktionellsten Skischuhkonzept ist mit dem Ergebnis zugunsten des Race-Skischuhs beantwortet. Dies ist auch aufgrund der verwendeten Materialien und des im Vergleich zu den beiden anderen Schuhkategorien hohen Preises zu erwarten. Allerdings zeigen die Detail-Ergebnisse, dass die anderen Schuhkonzepte in speziellen Situationen funktionaler bewertet werden. Zudem sind die Unterschiede in der Gesamtfunktionali-

tät, bezogen auf eine gleiche Gewichtung von Fahr- zu Nicht-Fahrsituation, nicht sonderlich deutlich. Für Skifahrer mittleren Könnens ergibt sich sogar in der Gesamtbetrachtung für den Allroundschuh ein höherer Funktionalitätswert als für Raceschuhe.

Auf dieser Datengrundlage wurde der FFS nochmals überarbeitet und stellt nun zusammen mit der Auswertemethodik ein mögliches Messinstrument zum Vergleich der Funktionalität von Skischuhmodellen oder neuen Konzepten dar.

4.3.3.2 Physikalische Messung zu Einzelfunktionen verschiedener Skischuhkategorien in einer Einzelsituation

Wie im vorangegangenen Beispiel werden auch mit dieser Bewertungsstrategie nicht Einzelmodelle von Skischuhen, sondern die bereits zuvor analysierten Skischuhkategorien in die Bewertung einfließen. Je ein typischer Vertreter der Kategorie wird mit dem in 4.3.2.2 entwickelten Messverfahren bewertet.

Dabei geht es zunächst um die Beantwortung der Fragestellung:

Skischuhkonzepte unterscheiden sich in der Funktion „Stabilisierung bieten bei der dynamischen Vorwärtsflexion“?

Der Unterschied wird dann als gegeben angesehen, wenn sich der Messwert des oberen Sprunggelenks in der Vorwärtsflexion voneinander unterscheidet.

Methode

Auf der Basis des in 4.3.2.2 entwickelten Messverfahrens werden zur Beantwortung der vorliegenden Fragestellung folgende Größen aufgezeichnet:

- Moment in y-Drehrichtung (M_y)
- Winkel im oberen Sprunggelenk (OSG)

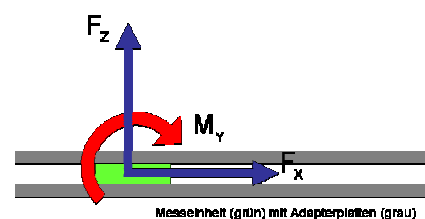


Abbildung 57: Visualisierung der gemessenen Kräfte und des Moments an der Messdose

Drei typische Vertreter der Skischuhkategorien Soft-, Allround- und Raceschuhe werden derart mit dem dynamischen Messverfahren vermessen. Mit dem Moment um die y-Achse wird das Drehmoment an der Bindung beschrieben, das für die Frontalauslösung sorgen würde. Der Moment- und Winkelverlauf während der Messung kann in der vorliegenden Fragestellung nach der Funktion „Stabilisierung bieten“ als Indikator angesehen werden. Dabei gilt ein Schuh

bezüglich der Funktion „Stabilisierung bieten“ als hart, wenn er ein höheres Moment mit steilerem Momentverlauf überträgt und dabei eine kleinere Winkelspanne im OSG aufzeigt.

Um dieser eher freien Interpretation noch eine vergleichbare Variable zuzuordnen, wird aus den Messdaten mit Hilfe des MATLAB Programms ein Stabilisierungsfaktor errechnet. Hierzu werden folgende Schritte durchgeführt:

1. Reduktion der Datenmenge auf die erste Flexion des Skischuhs, bestimmt durch den Winkelverlauf am OSG. (Startpunkt: OSG nimmt nach dem Aufprall den Ruhewert erneut an; Endpunkt: OSG nimmt Maximalwert an)
2. Glättung der Daten mit einem Medianfilter, der für die Daten besonders gut geeignet ist.
3. Errechnung einer Annäherungsfunktion 1. Grades, welche die Fehlerquadratsumme minimiert: $p(x) = ax+b$; a = Stabilisierungsfaktor; b = Konstante
4. Entscheidungsregel: je größer der Betrag von a ($|a|$), desto härter ist der Skischuh bezüglich der Funktion „Stabilisierung bieten“ ausgeprägt.

Praktische Durchführung der Messung

Der Prüfstand sorgt für die bestmögliche Fixierung des Testobjekts aufgrund seines Aufbaus und der stabilen Aluminium Bindung. Sobald das Testobjekt eingespannt ist, wird es mit der Messprothese ausgestattet, welche am oberen Ende eine Gewichtsscheibe trägt.

Zum Zeitpunkt t_0 wird das Pendel aus seiner Ruhelage freigegeben, woran sich der freie

Fall bis zum Anschlag des Pendels anschließt. Im Moment des Abstoppens des Pendels wirkt das Gewicht auf der Prothese durch seine Trägheit als Grund für eine Flexion des Skischuhs. Der Winkelverlauf im oberen Sprunggelenk während dieser Phasen kann nun durch die Goniometer in den Gelenken der Prothese verfolgt werden. Zudem ergibt die Messeinrichtung unter dem Skischuh das Moment in y-Richtung.

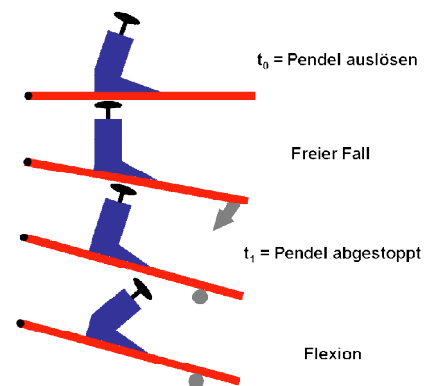


Abbildung 58: „Phasen“ einer Messung

Ergebnisse

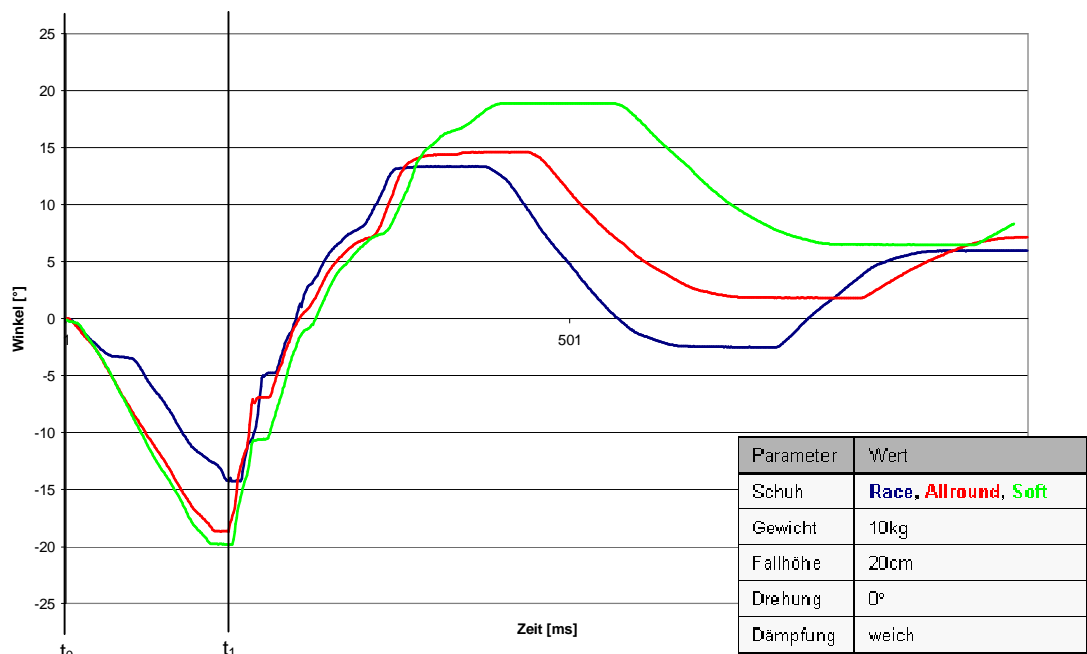


Abbildung 59: Winkelverlauf am oberen Sprunggelenk der Prothese in den drei Skischuhtypen. Im OSG zeigen negative Werte eine Plantarflexion aus der Grundhaltung im Versuch, positive Werte eine Dorsalflexion. Alle Winkelergebnisse wurden zu Messbeginn in der Grundposition auf 0° gesetzt, um die Vergleichbarkeit der Schuhkategorien zu erreichen. Dies entspricht jedoch nicht den realen Sprunggelenkwinkeln, da bereits zu Messbeginn eine Dorsalflexion aus der Neutralstellung des Fußes aufgrund der Grundvorlage des Schuhs vorliegt.

Der Winkelverlauf über die Zeit weist bei den drei Schuhkategorien deutliche Unterschiede in der Stabilisierungsfunktion der einzelnen Schuhe auf. Der Raceboot zeigt einen Gesamtbewegungsumfang von 27,5°, der Allroundboot 33,2° und der Softboot 38,6°. Der Winkelverlauf im oberen Sprunggelenk deutet beim Softboot auf die weichste Stabilisierung des Fußes hin, da der Fuß zu Beginn der Messung am stärksten nach hinten ausgelenkt wird und im Verlauf der Flexion am weitesten nach vorne flektiert wird. Die weiche Stabilisierung nach hinten deutet auf eine geringe Abstütmöglichkeit am Skischuh bei Rückwärtsbewegungen hin, was bei der FFS Befragung negativ als fehlende Stabilisierung wahrgenommen wird (vgl. hierzu Ergebnisse der FFS).

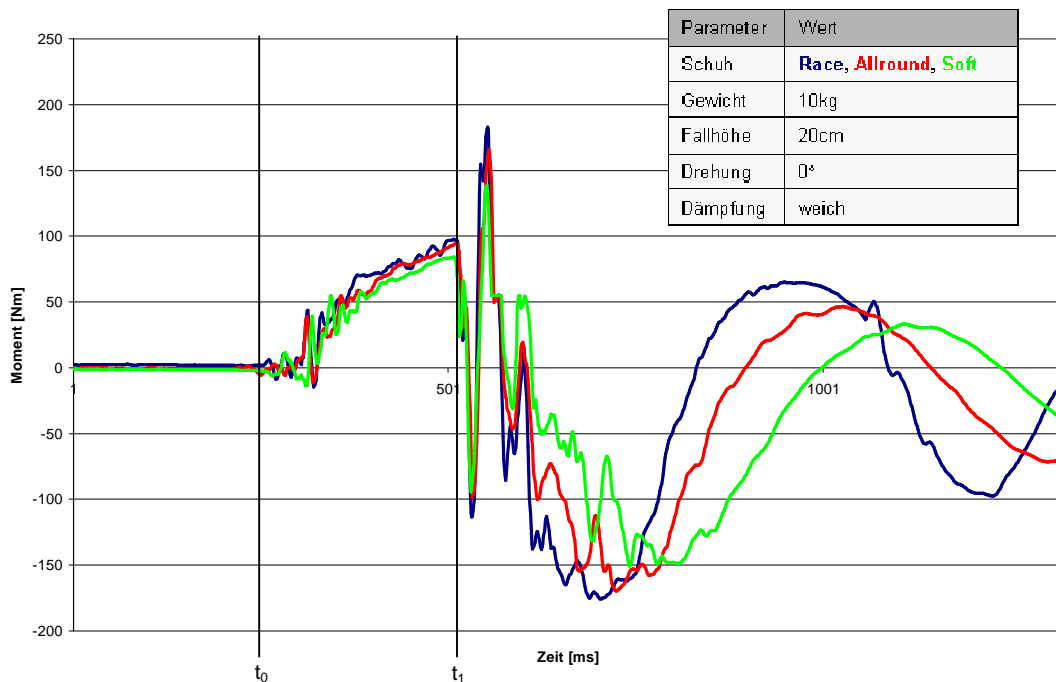


Abbildung 60: Momentverlauf M_y über die Zeit beim Versuch mit den drei unterschiedlichen Skischuhkategorien; t_0 = Zeitpunkt zum Lösen der Pendelplatte, t_1 = Zeitpunkt des Aufpralls. Nach dem Auslösen zum Zeitpunkt t_0 wirkt die Trägheit des Gewichts, was zum Zeitpunkt t_1 mit dem Aufprall des Pendels am Anschlag gestoppt wird. Nun beginnt die dynamische Flexionsphase des Skischuhs mit einem darauffolgenden Ausschwingen des Gewichts auf dem Skischuh. Der zu Beginn der Flexionsphase der Momentrichtung entgegengesetzte Peak ist für die dynamische Messung typisch. Er resultiert aus dem Zurückschnellen nach dem gedämpften Aufprall der Pendelplatte nach oben.

Die drei Skischuhkategorien verhalten sich in diesen Versuchen qualitativ ähnlich, jedoch unterscheiden sie sich sowohl in der Höhe des Moments und dem zeitlichen Verlauf der Messwerte. Das höchste Moment an der Messdose wird vom Raceschuh übertragen, welches auch im zeitlichen Ablauf früher als die Momentmaxima der beiden anderen Skischuhtypen eintritt. Daraus lässt sich für die Funktion Stabilisierung schließen, dass der Raceschuh eine im Vergleich zum Allround- und Softschuh harte Stabilisierung bietet. Zudem zeigt der Raceschuh die kürzeste Amplitudendauer im Ausschwingen, was ebenfalls auf eine harte Stabilisierung schließen lässt.

Zur Errechnung des Stabilisierungswertes wurden folgende Datensätze verwendet. Die Näherungs-Gerade enthält bereits den Stabilisierungsfaktor.

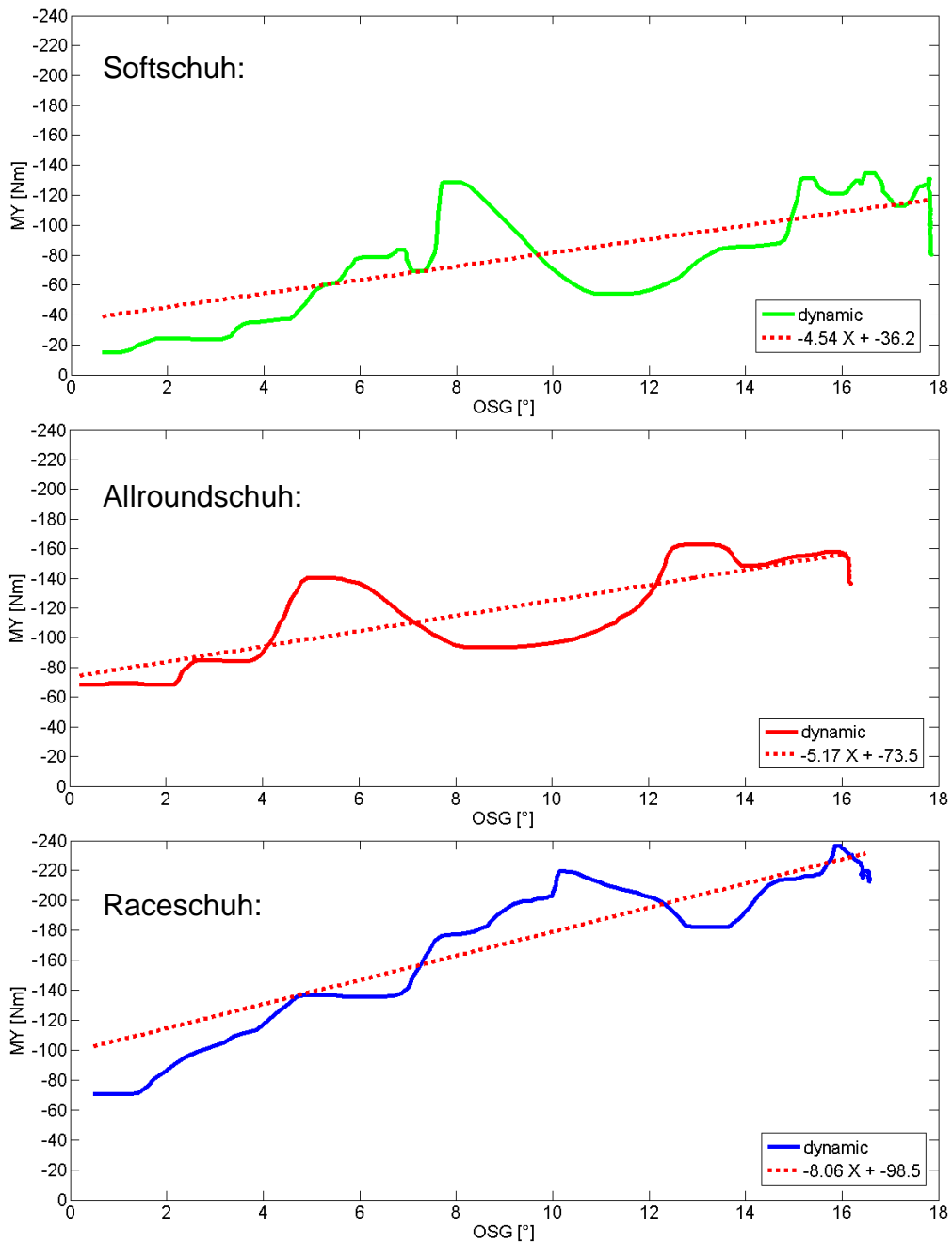


Abbildung 61: M_y über dem OSG-Winkel. Das Näherungspolynom ersten Grades enthält bereits den Stabilisierungsfaktor des Skischuhs

Für die vorliegenden Testschuhe ergeben sich die in Tabelle 15 zusammengefassten Stabilisierungsfaktoren. Auf dieser Grundlage können auch Untersuchungen zum Vergleich der Funktion „Stabilisierung bieten“ bei neuartigen Schuhmodellen durchgeführt werden.

Tabelle 15: Stabilisierungsfaktoren der drei Skischuhtypen

Schuhtyp	Stabilisierungsfaktor
Softschuh	4,45
Allroundschuh	5,17
Raceschuh	8,06

5 Diskussion und Ausblick

Mit dem Titel der Arbeit – Beschreibung und Bewertung der Funktionalität von Sportprodukten – werden zentrale Fragen gestellt, die für die Sportwissenschaft und speziell die Sportproduktforschung von großem Interesse sind. Funktionalität ist ein wesentlicher Bestandteil des Zusammenhangs im soziotechnischen System aus Mensch und Sportprodukt und ermöglicht eine ganzheitliche Sichtweise durch die beiden Elementen innewohnende Technik. Trotzdem wird dieses Thema von der Forschung bis heute nur wenig beachtet. Darin liegt auch die Schwierigkeit im wissenschaftlichen Arbeiten mit einem solchen Thema: der solide Unterbau an Theorien und Modellen fehlt zum Teil gänzlich. Dabei sind eben derartige Fragestellungen für die Sportwissenschaft besonders interessant, da sich daraus sehr einfach eine interdisziplinäre Arbeitsweise ableiten lässt, die eine enge Vernetzung der Sportwissenschaft mit anderen Disziplinen ermöglicht.

Die methodische Aufarbeitung zur Fragestellung, ob Produkt A oder B funktionaler ist, basiert auf den theoretischen Annahmen zur Funktionalität und zu den Zusammenhängen mit den jeweiligen Funktionen und technischen Lösungen. Allerdings wurde die Allgemeingültigkeit des Vorgehens durch größtmögliche Abstrahierung der Begriffe und Zusammenhänge bei Sportartikeln postuliert, jedoch nicht überprüft. Die Beispiele der Bewertung unterschiedlicher Sportartikel weisen zwar auf eine gute Anwendbarkeit hin, sollte nun jedoch durch weitere Forschungsarbeiten zur Bewertung der Funktionalität verschiedener Sportartikel-Kategorien überprüft werden. Voraussetzung hierfür ist meines Erachtens die umfassende Beschreibung der Funktionen des Sportprodukts zur Auswahl und Gewichtung der Funktionen in Hinblick auf Gesamtfunktionalität. Die für die Beschreibung der Funktionen des Sportprodukts aufwändigen Recherchen liefern dem Forscher wichtige Informationen zu Funktionen und deren Ausprägung durch technische Lösungen und erleichtert so die Auswahl der richtigen Items und Messvariablen in den nachfolgenden Schritten. Zudem liefern die gesammelten Funktionen eine gute Vorlage zur Auswahl der richtigen Items für die Fragen nach der Gewichtung durch die Sportler. Allerdings wird für die Bewertung der Funktionalität aus diesen Daten noch nicht der größtmögliche Ge-

winn gezogen, da es keine Modelle zur Errechnung einer Gewichtung aus der Art des Merkmals (Basis-, Leistungs- oder Begeisterungsmerkmal) gibt. Gleichwohl zeigen die Ergebnisse der Analysen für die befragte Gruppe, deren Auswahl von großer Bedeutung ist, welche Funktionen zu Zufriedenheit und welche mehr zu Unzufriedenheit führen. Damit fällt die sinnvolle Auswahl von Funktionen für die Bewertung leichter. Jedoch gibt es sicherlich auch Fälle, in denen lediglich der Bewertungsschritt ab der Operationalisierung für einzelne Funktionen eines Sportprodukts ausreicht, zum Beispiel bei innovativen Ansätzen, die sich lediglich auf dein Merkmal des Sportprodukts beziehen.

Eine Gesamt-Gewichtung der Funktionalität zu anderen Merkmalen des Sportprodukts wäre darüber hinaus für die Abschätzung der Attraktivität ein wichtiger Schritt. So wäre es zukünftig möglich, für Industriepartner bereits vor dem Marktgang eines Produkts eine Abschätzung der Attraktivität für verschiedene Kundengruppen zu erreichen. Die Gesamtbetrachtung der Attraktivität des sportlichen Erlebens bedarf ebenfalls einer Gewichtung der Parameter Umwelt, Bewegung und Produkt, deren Zusammenwirken im vorliegenden Modell noch unbestimmt ist. Eine interessante Frage für die Hersteller liegt im Zusammenhang zwischen der Attraktivität des Sportprodukts und dem sportlichen Erleben. Hierin könnte eine Chance liegen, eine anhaltende und intrinsische Motivation beim Sportler in der Ausübung der sportlichen Bewegung mit dem Sportprodukt zu schaffen.

Im Schritt der Operationalisierung der ausgewählten Funktionen liegen die größten Schwächen bisheriger Sportprodukttests. Die Gütekriterien von Tests werden in medial interessanten Analysen oft aufgrund der mangelnden Budgets zu wenig beachtet. Dabei ist der Einfluss der Operationalisierung von Funktionen elementar wichtig, jedoch auch aufwändig in der Umsetzung und Überprüfung. Eine besondere Herausforderung stellt immer die Validierung des Verfahrens dar, wobei ein Unterschied von zwei richtigen physikalischen Messwerten nicht unbedingt für den Sportler spürbar sein muss. Gut standardisierbare Laboruntersuchungen sind oft ein wichtiger Schritt, um Hinweise auf Unterschiede zu liefern, sie allein sind jedoch nicht ausreichend, um die Interaktion Produkt-Mensch-Umwelt und den Einfluss der Funktionalität des Sportprodukts vollständig zu erfassen. Doch auch der Mensch als Tester muss in Bezug auf Grenzen,

Eignung und Überprüfung bei der Prüfung von Funktionalität kritisch betrachtet werden. Zur Reduzierung des Aufwands der Bestimmung von Funktionalität wäre ein Zusammenhang zwischen physikalischen Messungen und den Ergebnissen der Fragebogen-Untersuchungen wünschenswert, wobei immer die Frage zu stellen ist, ob messtechnisch nachweisbare Unterschiede für den Sportler überhaupt noch spürbar sind.

Bei der Vielzahl von Kategorien und Produkten auf dem Sportartikelmarkt und den damit verbundenen Kosten für die Hersteller bietet es sich an, diese Aufgabe an eine zentrale und auf Funktionalität spezialisierte Einrichtung abzugeben. Der Grundstein für eine derartige Einrichtung wurde mit der Plattform und dem Forschungsbereich „House of Tests“ in Garmisch-Partenkirchen bereits gelegt. Hersteller aus verschiedenen Marktsegmenten können in dieser Einrichtung aktuellste Funktionalitätstests mit verschiedenen, realen Kundengruppen beauftragen. Der Vorteil liegt in der Verfügbarkeit vergleichbarer Produkte unterschiedlicher Hersteller, der Spezialisierung auf das noch junge Forschungsthema Funktionalität und der Unabhängigkeit der Institution in Kooperation mit der Technischen Universität München. Eines der Hauptargumente für eine solche Institution liegt neben der Kompetenz in den überschaubaren Kosten. Geschätzt müsste ein Hersteller pro Testtag für einen Funktionalitätstest mit 10 zu vergleichenden Produkten einer Kategorie etwa 5000,- € einrechnen. Die großen Kostenträger sind dabei die Testpersonen (hier 30 Personen kalkuliert), Testleitung, Hilfskräfte, Vorbereitung, Auswertung der Daten, Scanner für Fragebögen, Fahrt- und Bürokosten. Dabei wurden Produkte, Erstellung der Befragung und die Einarbeitungszeit noch nicht mit einkalkuliert. Verschiedene Hersteller haben bereits heute den Wert dieser Arbeit erkannt und arbeiten eng mit dieser neu entstandenen Einrichtung für bessere Kunden- und Produktkenntnis zusammen.

Im empirischen Teil der Arbeit zeigt sich am ausgewählten Beispiel der Skischuhe, wie eine Beschreibung und Bewertung der Funktionalität praktisch durchgeführt werden kann. Inwieweit ein derartiges Vorgehen auch auf andere Klassen von Sportartikeln übertragbar ist, bleibt jedoch offen. Sportprodukte mit hohem Innovationsgrad, die noch wenig Verbreitung im Markt gefunden haben, sind dabei bezüglich des Vorgehens besonders kritisch, da die Informationen

zur Beschreibung und Gewichtung der Funktionen dann schwer zu erheben sind. Jedoch wäre für die Trendforschung und die Validität der von ihr eingesetzten Methoden eine objektive Information über die Funktionalität eines Sportprodukts besonders wertvoll (vgl. Wopp, 2006, S. 27ff). Ob ein Trend Potential besitzt und wie hoch die Wirkungsbreite eines durch ein Sportprodukt ausgelösten Trends kann anhand der Kombination aus Markt- und Funktionalitätsforschung besser abgeschätzt werden. Zu welcher Art von Trends diese Entwicklung dann zuzuordnen ist, hilft Unternehmen bei der Abschätzung der Potentiale und Märkte.

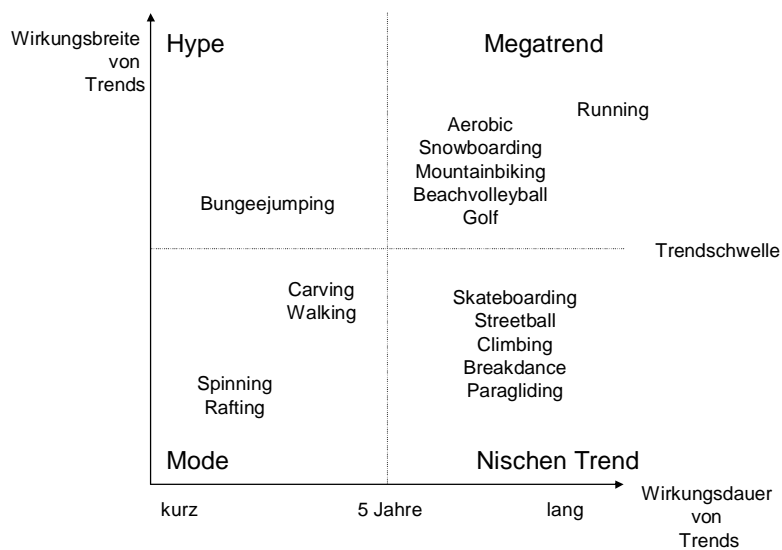


Abbildung 62: Beispielhaftes Sportarten Trendportfolio (vgl. Wopp, 2006, S. 38)

Die Einzel-Ergebnisse der Bewertung der Funktionalität der Skischuhkonzepte könnten nun anhand verschiedener Indikatoren noch validiert werden. Ob hierzu Verkaufszahlen in Fachgeschäften dienen können, ist aufgrund der vielen Störfaktoren für den Verkaufsprozess, die nichts mit Funktionalität gemein haben, nur schwer zu beantworten. Leider ist es nur in den seltensten Fällen möglich, die Funktionalität im Verkaufsgeschäft erlebbar zu machen.

Zusammenfassend wäre es wünschenswert, wenn die ersten Schritte zur Bestimmung der Attraktivität eines Sportprodukts mit der Bearbeitung der Funktionalität auch von anderen Forschern und anderen Disziplinen aufgegriffen werden würden. Erste Ansätze hierfür liefern die Arbeiten zur Nachhaltigkeit von Sportprodukten von Borowitz (2008) und Rösser (2008) oder die Arbeiten von

Böhm, Krämer und Senner (2008) zum Paarvergleich als mögliche Methode zur Bewertung des Designs eines Sportprodukts.

So kann es auf der Basis dieser modellartigen Betrachtung möglich sein, die Attraktivität des Sportprodukts ganzheitlich zu bestimmen und je nach Wunsch des Herstellers schon vor der Einführung des Produkts am Markt abzuschätzen. Die Bestimmung der Parameter für das notwendige Gesamtmodell stellt eine große Herausforderung dar, welche nur mit den Anstrengungen einer interdisziplinär arbeitenden Forschungsgruppe gelöst werden kann.

6 Literatur

ARGE Skiforschung (1992). Kompromisse für Komfort. In Ski Test 1992. München: Deutscher Skiverband.

ARGE Skiforschung (1994). Erster Skischuhtest mit Röntgen Passform Analyse. In Ski Test 1994. München: Deutscher Skiverband.

ARGE Skiforschung (1997). Die Komfortablen. In Ski Test 1997. München: Deutscher Skiverband.

ARGE Skiforschung (1999). Komfort der Klassik - Vierschnaller setzen sich durch. In Ski Test 1999. München: Deutscher Skiverband.

ARGE Skiforschung (2003). Die neue weiche Welle. In Ski Test 2003. München: Deutscher Skiverband.

ARGE Skiforschung (2005). Harte Schale, weicher Kern. In Ski Test 2005. München: Deutscher Skiverband.

Asang, E., Hauser, W. (1982). Design of Ski Boots and Its Influence on Binding Settings. In W. Hauser, J. Karlsson, M. Magi, (Hrsg.), Skiing Trauma and Skiing Safety 4. S. 37-42. München: TÜV.

Bailom, F., Hinterhuber, H., Matzler, K., Sauerwein, E. (1996). Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit. In: Marketing ZFP, H. 2, S. 117-126.

Beckmann, J., Heckhausen, H. (2006). Motivation durch Erwartung und Anreiz. In J. Heckhausen, H. Heckhausen (Hrsg.), Motivation und Handeln. Berlin: Springer. S. 105-142.

Berger, C., Blauth, R., Boger, D, Bolster, C., Burchill, G., DuMouchel, W., Pouliot, F., Richter, R., Rubinoff, A., Shen, D., Timko, M., Walden, D. M. (1993). Kano's Methods of Understanding Customer defined Quality. In: Center for Quality Management Journal, Vol. 4 (Fall 1993), S. 3 - 36.

BITKOM, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (2006). Zukunftsprospektion zu Mobile Motion Tracking Services. Berlin: BITKOM.

Böhm H., Krämer C., Senner V. (2008). Subjective evaluation of sport equipment - deriving preference values from Pairwise comparison matrices. In P. Brisson, M. Estivalet, (Hrsg.), The Engineering of Sport 7. Berlin: Springer, 2, S. 127-133.

Böhm, H., Senner, V. (2008). The effect of skiboot settings on tibio-femoral abduction and rotation during standing and simulated skiing. In *Journal of Biomechanics*, 41/3, S. 498-505.

Bonjour, F., Delouche, G. (1989). Problems encountered in Flex Measurements on Alpine Ski Boots. In R.J. Johnson, C.D. Mote, M.H. Binet (Eds.), *Skiing Trauma and Safety, Seventh International Symposium*, S. 167-177. Baltimore: American Society for Testing and Materials.

Borowitz, J. (2008). *Ökologische Nachhaltigkeit und deren Bewertung bei Sportprodukten*. Diplomarbeit an der Technischen Universität München.

Bortz, J. (1979). *Lehrbuch für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.

Bortz, J., Döring, N. (2003). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Berlin: Springer.

Bortz, J., Lienert, G.A., Boehnke, K. (2000). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Berlin: Springer.

Bower, R., Cross, R. (2008). Elite tennis player sensitivity to changes in string tension and the effect on resulting ball dynamics. *Sports Engineering*. Volume 11, Number 1/September 2008. London: Springer.

Büchmann, G. (1977). *Geflügelte Worte*. Berlin: Knauer.

Bühl, A., Zöfel, P. (2002). *SPSS 11. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. München: Paerson Studium.

Büning, H., Trenkler, G. (1978). *Nichtparametrische statistische Methoden*. Berlin/New York: De Gruyter.

Busse von Colbe, W. , Hammann, P., Laßmann, G. (1992). *Betriebswirtschaftstheorie: Band 2: Absatztheorie*. Berlin: Springer.

Casolo, F., Lorenzi, V., Vallatta, A. und Zappa, B. (1997). Simulation Techniques Applied to Skiing Mechanics. In E. Müller, H. Schwameder, E. Kornexl, C. Raschner (Hrsg.), *Science and Skiing*. S. 116-130. London: Chapman and Hall.

Chou, A. (2004). The business of golf technology. In M. Hubbard, R.D. Mehta, J.M. Pallis (Hrsg.), *The Engineering of Sport 5*. Volume 1. S. 21-32. Sheffield: International Sports Engineering Association.

Christensen, C.M. (1999). The Evolution of Innovation. R. Dorf (Hrsg.) *The Technology Management Handbook*. S. 3-2 – 3-11. Heidelberg: Springer.

Clauß, G., Finze, F.-R., Partzsch, L. (1995). Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner. Band 1. Thun/Frankfurt am Main: Deutsch.

Corazza, S., Cobelli, C. (2005). An innovative ski-boot: design, numerical simulation and testing. In *Journal of Sports Science and Medicine*, 2005/4, S. 229-238.

Corylos, B. (1980). Is Women really different? Lecture at the First Women Ski Expo. Vermont.

Court, J. (2000). *Interdisziplinäre Sportwissenschaft*. Frankfurt a.M.: Europäischer Verlag der Wissenschaften.

Dorf, R. C. (1999). *The Technology Management Handbook*. Heidelberg: Springer Verlag.

Dubravic, P., Burke, D.L. (1982). Boot Top Fractures. In R.J. Johnson, J. Hauser, J. Karlsson, M.K. Lamot (Hrsg.), *Skiing Trauma and Skiing Safety* 4. S. 141-148. München: TÜV.

Durante, A. (1996). *Montebelluna, fa giocare il mondo*. Montebelluna: fondazione museo dello scarpone e della calzatura sportiva.

DVS (Deutscher Verband für das Skilehrwesen e.V.) (1989). *Deutsche Skischule. Kurzlehrplan für die Praxis*. München: BLV Verlag.

DVS (Deutscher Verband für das Skilehrwesen e.V.) (2001). *Skilehrplan Basic*. München: BLV Verlag.

DVS (Deutscher Verband für das Skilehrwesen e.V.) (2006). *Skilehrplan Praxis*. München: BLV Verlag.

Ekeland, A., Nordsletten, L. (1996). Muscle Contraction Protects Against Lower Leg Fracture. In C.D. Mote Jr., R.J. Johnson, W. Hauser, P.S. Schaff, (Hrsg.), *Skiing Trauma and Safety. Tenth Volume*, S. 119-126. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Erath, B. (1993). *Von den Wiegen des Skilaufs in Bayern*. Dachau: Bayerland Medium.

Erlhoff, M., Marshall, T. (2008). *Wörterbuch Design. Begriffliche Perspektiven des Design*. Berlin: Birkhäuser.

Farkas, R. (1994). *Der Test des Tests*. Aachen: Shaker.

Ferner, H. und Staubesand, J. (1972). *Sobotta – Becher. Atlas der Anatomie des Menschen*. München: Urban & Fischer.

Franck, A., Schneider, H. (1928). Wunder des Schneeschuhs. Ein System des richtigen Skilaufens und seine Anwendung im Alpinen Geländelauf. Hamburg: Enoch.

Freese, G. (2008). Megatrend Sport. Zugriff am 12.1.2008 unter http://www.zeit.de/2001/34/200134_z-sporttrends.xml

Gabler, H., Nitsch, J.R., Singer, R. (1986). Einführung in die Sportpsychologie. Teil 1: Grundthemen. Schorndorf: Hofmann.

Gentil, C. (2001, 14. März). Geschichte der Seilbahnen in der Schweiz. Zugriff am 15.12.2004 unter www.seilbahn-nostalgie.ch/geschichte.html

Gierl, H., Plantsch, M. (2008). Sind knappe Produkte attraktiver? Zugriff am 30.12.2008 unter http://vahlen.becksche.de/asp/e_admin/zeitschriften/upload/Gierl_Summary_02-07.pdf

Gläser, H. (2004): Unfälle im alpinen Skisport. Verletzungszahlen der Saison 2002/2003. ASU Ski. Zugriff am 20.1.2006 unter http://www.ski-online.de/xfiles/files/pdf/SIS/asuzahlen_2004.pdf

Gläser, H. (2005): Unfälle im alpinen Skisport. Verletzungszahlen der Saison 2004/2005. München, ASU Ski. Zugriff am 20.1.2006 unter http://www.ski-online.de/xfiles/files/pdf/SIS/asuzahlen_2005.pdf

Glitsch, U. (2001): Computer Simulation of Alpine Skiing. In E. Müller, H. Schwameder, C. Raschner, S. Lindinger, E. Kornexl (Hrsg.), Science and Skiing II. S. 141-154. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

Göhner, U. (1992). Einführung in die Bewegungslehre des Sports. Teil 1: die sportlichen Bewegungen. Schorndorf: Hoffmann.

Göhner, U. (2008): Angewandte Bewegungslehre und Biomechanik des Sports. Tübingen: Eigenverlag.

Grünwald, A., Kopfmüller J. (2006). Nachhaltigkeit. Frankfurt/ Main: Campus Verlag GmbH

Haag, H., Gruppe, O., Kirsch, A. (1992). Sport Science in Germany. An Interdisciplinary Anthology. Berlin: Springer-Verlag.

Haake, S.J. (2000). The development of sports engineering around the world. In A.J. Subic, S.J. Haake, The Engineering of Sport; Research, Development and Innovation. Oxford: Blackwell Sciences.

Häcker, H., Stapf, K.-H. (2004). Dorsch Psychologisches Wörterbuch. Bern: Huber.

Hall, B.L., Schaff, P.S., Nelson, R.C. (1991). Dynamic Displacement and Pressure Distribution in Alpine Ski Boots. In C.D. Mote Jr., R.J. Johnson, (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Eighth International Symposium, S. 119-126. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Hart, H., Lotze, W., Woschni, E.-G. (1997): Meßgenauigkeit. München: Oldenbourg.

Hatze, H. (1986). Methoden biomechanischer Bewegungsanalyse. Wien: Österreichischer Bundesverlag.

Hauser, W. (1984). Druckverteilungsmessungen in Alpinski schuhen. In W. Hauser (Hrsg.), Mensch und Technik. München: TÜV Bayern.

Heinemann, K. (2001). Sozio-ökonomische Bestimmungsfaktoren der Entwicklung von Sporttechnologien. In A. Hummel, A. Rütten (Hrsg.), Handbuch Technik und Sport. Schorndorf: Hoffmann.

Hermann, U. (1985). Das Deutsche Wörterbuch. München, Knaur.

Hinterhuber, H. und Matzler, K. (2006). Kundenorientierte Unternehmensführung Kundenorientierung, Kundenzufriedenheit, Kundenbindung. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Hoeck, H. (1925). Der Schi und seine sportliche Benutzung. München: Bergverlag.

Hubbard, M., Mehta, R.D., Pallis, J.M. (2004). The Engineering of Sport 5. Volume 1. Sheffield: International Sports Engineering Association.

Hummel, A. (2001). Technik und Sport – ein vielschichtiger Zusammenhang. In A. Hummel, A. Rütten, Handbuch Technik und Sport, S. 9-26. Schorndorf: Hoffmann.

Inman, T. V. (1976). The joints of the Ankle. Baltimore: Williams and Wilkins.

International Organisation for Standardisation (2007). ISO 9126: Software Engineering – Software Product Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Quality measure elements. Zugriff am 14.9.2008 unter in http://www.bigpedia.com/encyclopedia/ISO_9126.

Internationaler Arbeitskreis für Sicherheit im Skisport (IAS) (1980). IAS Richtlinie 150 – Skischuhe für Erwachsene. München: TÜV.

Jäncke, L., Heuer, H. (Hrsg.) (1995). Interdisziplinäre Bewegungsforschung. Lengerich: Papst.

Johnson, R.J., Pope, M.H. (1977). Tibial Shaft fractures in skiing. The American Journal of Sports Medicine. Vol. 5, No. 2. S. 49-62.

Karpf, P.M., Mang, W., Hoerterer, H. (1982). Biomechanical Investigation of the distal tibia fracture and its relation to the Length of the Skiboosts. In W. Hauser, J. Karlsson, M. Magi, (Hrsg.), Skiing Trauma and Skiing Safety 4. S. 93-97. München: TÜV.

Kleinaltenkamp, M., Fließ, S., Jacob, F. (Hrsg.) (1996): Customer Integration - Von der Kundenorientierung zur Kundenintegration. Wiesbaden: Gabler.

Knauer, C. (2004). Erstellung eines physikalischen Modells des menschlichen Unterschenkels mit Fuß zum Einsatz in der Skischuh - und Skibindungsentwicklung. München: unveröffentlichte Semesterarbeit am Lehrstuhl für Ergonomie der TUM.

Koch, J. (2004). Marktforschung. München: Oldenbourg.

Körndle, H. & Narciss, S. (1993). Motorisches Lernen. In H. Eberspächer (Hrsg.), Sportpsychologie. 149-170.

Kotler, P., Armstrong, G., Saunders, J. Wong, V. (2007). Grundlagen des Marketing. München: Paerson.

Krengel, U. (1998). Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Braunschweig/Wiesbaden: vieweg studium.

Lames, M. (2004). Vom Elfenbeinturm in die Umkleidekabine – Praxisunterstützung durch Sportwissenschaft. Skript zu Vortrag zum dvs-Doktorandenkollqium, 27. bis 29.9.2004, Augsburg.

Lamnek, S. (2005): Qualitative Sozialforschung, Lehrbuch, 4.Auflage. Weinheim: Beltz

Lauterwasser, E., Mülert, R., Wagnerberger, F. (1995). Faszination Skilauf – vor hundert Jahren fing es an. Heidelberg: Umschau Buchverlag.

Lienert, G.A. (1978). Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, Band 2. Meisenheim: Hain.

Lienert, G.A. (1986). Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, Band 1. Meisenheim: Hain.

Lienert, G.A., Raatz, U. (1994). Testaufbau und Testanalyse. Weinheim: Beltz.

- Loosch, E. (1999). Allgemeine Bewegungslehre. Wiebelsheim: Limpert.
- Lugger, L.J., Mergreiter, R., Glötzer, W. (1977). Achillessehnenruptur und Pronations-Abduktionsfraktur des Innenknöchels – eine typische Kombinationsverletzung im alpinen Skilauf. In Zentralblatt für Chirurgie, 1977 Heft 21, S. 1320-1323.
- Lundberg, A., Ovensson, O.K., Bylund, C. (1989). Kinematics of the ankle/foot complex - part 2: pronation and supination. In Foot and Ankle 9: S. 248ff
- Marx, D. (2007). Nachfrageorientierte Produktgestaltung unter Anwendung des Kano-Modells der Kundenzufriedenheit für ausgewählte Produkte der IT-/TK-Industrie. München: Grind
- Matzler, K., Sauerwein, E., Stark, C. (2006). Methoden zur Identifikation von Basis-, Leistungs- und Begeisterungsfaktoren. Zugriff am 10.10.2008 auf <http://www.competence-site.de>.
- Mayring, P. (2002). Einführung in die qualitative Sozialforschung. Weinheim: Beltz.
- Menke, W., Bodem, F., Casel, J., Volkert, R. (1989). A New Lower Leg Prothesis with Simulation Device for the Achilles Tendon. In R.J. Johnson, C.D. Mote, M.H. Binet, (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety, Seventh International Symposium, Seite 160-167. Baltimore: American Society for Testing and Materials.
- Movarez, B. (1981). Das große Buch vom Ski. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Müller, M. (2009). Enhancing Sports. Specific Characteristics of Sports Technology and their Evaluation in Product Development. Dissertation am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München. Bislang unveröffentlicht.
- Müller-Gerbl, M. (2001). Anatomie und Biomechanik des oberen Sprunggelenks. Der Orthopäde, 2001, 30. S. 3-11.
- Nicolaus, J., Zimmermann, K.W. (1995). Sportwissenschaft interdisziplinär. Kassel: Universität Gesamthochschule Kassel.
- Niebuhr, J. Lindner, G. (2002). Physikalische Meßtechnik mit Sensoren. München: Oldenbourg.
- Nitsch, J.R., Hackfort, D. (1981). Streß in Schule und Hochschule – eine handlungspsychologische Funktionsanalyse. In R.J. Nitsch (Hrsg.), Streß. Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen. Bern: Huber. S. 263-311.

Nordsletten, L., Ekeland, A. (1993). Activated Muscle Contribution to Leg Loading Capacity in Rats. In R.J. Johnson, C.D. Mote Jr., J. Zelcer, (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Ninth International Symposium. S. 162 – 168. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (2004). DIN ISO 9462 01-2004 Ski-bindungen für den alpinen Skilauf – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen. Berlin: Deutsches Institut für Normung.

Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (2004). DIN-ISO 6289: 2004-02 Ski-Begriffe. Berlin: Deutsches Institut für Normung.

Normenausschuss Sport- und Freizeitgeräte (2004). DIN ISO 5355 11-2003 Skischuhe für den Pistenskilau –Anforderungen und Prüfungsverfahren. Berlin: Deutsches Institut für Normung.

Nußbaumer, H. (1972). Sieg auf weißen Pisten. Bilanz des alpinen Skisports. Linz: Trauner.

Ohne Autor (2004). Die Geschichte des Schifahrens. Zugriff am 12.12.2004 unter <http://www.wu-wien.ac.at/usr/h01c/h0102206/geschichte.htm>

Paromed (1999). Gebrauchsanweisung für Datlogger. Eigenverlag: Neubeuern.

Paul, C.C., Janes, P.C. (1996). The Snowboarders Talus Fracture. In C.D. Mote Jr., R.J. Johnson, W. Hauser, P.S. Schaff (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Tenth Volume. S. 388 - 393. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Philipp, J. (1977). Skifahren. Leichter – besser – schneller. München: Nymphenburger.

Plitz, W., Kuhn, V., Maier, A., Carl, C., Hagena, F.W. (1993). Injury Mechanism of the Ankle Joint in High Ski Boots: Photoelastic and Mechanical Investigation of the Human Bone Specimen. In R.J. Johnson, C.D. Mote Jr., J. Zelcer (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Ninth International Symposium. S. 150 - 161. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Pschyrembel: Medizinisches Wörterbuch (1993). 257. Auflage. Berlin: Gruyter.

Quinn, T.P., Mote Jr., C.D. (1993). Prediction of the loading along the Leg during Snow Skiing". In R.J. Johnson, C.D. Mote Jr., J. Zelcer (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Ninth International Symposium. S. 75-88. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Rauber, Kopsch (1987). Anatomie des Menschen. Lehrbuch und Atlas. Band 1: Bewegungsapparat. Herausgegeben und bearbeitet von Tillmann, B. und Töndury, G.. Stuttgart: Thieme.

Redel, S. (2004, 26. August). Chronik des Weltverbandes für Skilehrwesen. Zugriff am 11. Februar 2005 unter <http://www.ivss.at/interski%20vortrag/interski-text.htm>.

Rohland, U. (2000). Statistik. Erläuterungen grundlegender Begriffe und Verfahren. Aachen: Shaker.

Roos, M. (2008). Zur Bedeutung funktioneller Parameter für das Kaufverhalten von Klettersportartikeln. Diplomarbeit an der Technischen Universität München.

Ropohl, G. (1999). Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 2. Auflage. München, Wien: Hauser.

Rösser, C. (2008). Bedürfnis nach ökologisch orientierten Sportprodukten auf dem deutschen Sportmarkt. Diplomarbeit an der Technischen Universität München.

Rostock, J. (2001). Sportgeräte im alpinen Skisport. [Elektronische Version]. CD zu Hummel, A., Rütten, A.: Handbuch Technik und Sport. S. 131-157. Schondorf: Hofmann.

Röthig, P., Prohl, R. Hrsg. (1972). Sportwissenschaftliches Lexikon. Schondorf, Hofmann.

Sachs, L. (1984). Angewandte Statistik. Berlin: Springer.

Sauerwein, E., Bailom, F., Matzler, K., Hinterhuber, H. (1996). The Kano Model: How to delight your customers. In Preprints Volume I of the IX. International Working Seminar on Production Economics. Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23 1996, S. 313 -327.

Sauerwein, E.; Matzler, K; Pechlaner, H. (2000), Factor Structure of Customer Satisfaction – Theory, Measurement, Implications. In Peric, J. (Hrsg.): Proceedings of Hotel 2000, 15th Biennial International Congress, Tourism and Hospitality Management: Trends and Challenges for the Future. S. 267-279

Schaff, P, Hauser, W., Schattner, R. and Kulot, M. (1987). Pressure measurements inside shoes and applications in alpine skiing. In Journal of Biomechanics 20, S. 817.

Schaff, P., Schattner, R., Hauser, W. (1987). Biomechanical Inquires on Ski Boots and Resulting Practical Requirements. C.D. Mote, R.J. Johnson (Hrsg.),

Skiing Trauma and Safety, Sixth International Symposium, S. 154-169. Baltimore: American Society for Testing and Materials.

Schaff, P.S., Schattner, R., Kulot, M., Hauser, W. (1989). Influence on the Foot Pressure Pattern in Ski Boots. In R.J. Johnson, C.D. Mote, M.H. Binet (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety, Seventh International Symposium, S. 137-145. Baltimore: American Society for Testing and Materials.

Schaff, P., Hauser, W. (1993). Influence of Skiboot Construction on Knee Load – A Biomechanical Investigation on Safety and Performance Aspects of Ski Boots. In R.J. Johnson, C.D. Mote Jr., J. Zelcer (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Ninth International Symposium. S. 75 – 88. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Schaff, P., Senner, V., Kaiser, F. (1997). Pressure Distribution Measurement for the Alpine Skier – from Biomechanical High Tech Measurement to its Application as Swingbeep-Feedback System. In E. Müller, H. Schwameder, E. Kornexl, C. Raschner (Hrsg.), Science and Skiing. S. 159-172. London: Chapman and Hall.

Schattner, R., Asang, E., Hauser, W., Velho, F. (1985). A device for measuring the influence of ski boot design on pressure distribution in the lower leg. In R.J. Johnson, C.D. Mote (Hrsg.), Skiing Trauma and Skiing Safety: Fifth International Symposium. S. 182-188. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Schelten, A. (1980). Grundlagen der Testbeurteilung und Testerstellung: Teststatistik und Testtheorie für Pädagogen und Ausbilder in der Praxis. Heidelberg: Quelle und Meyer.

Schneider, H., Devan, S., Aladar, H. (1924) Der moderne Schisport. Sprung- und Dauerlauf. Budapest: Turistik und Alpinismus.

Schnell, R. Hill, P.B., Esser E. (2008). Methoden der empirischen Sozialforschung. München: Oldenbourg.

Schuster, C. (2008). Vergleichende Sportgerätetests in Druckmedien und deren Auswirkung auf das Kaufverhalten - Dargestellt am Beispiel von Skitests in drei Special Interest Magazinen. Diplomarbeit an der Technischen Universität München.

Schwer, C. (2008). Bedarf von Produkttests mit dem Endverbraucher im Laufschuhmarkt und Lösungsansatz durch ein „House of Tests“. Diplomarbeit an der Technischen Universität München.

Seidl, N. (2008). Bedarf und Angebot der Kundenintegration in den Produktentwicklungsprozess am Beispiel von Tennisrackets – Lösungsansätze durch ein House of Tests. Diplomarbeit an der Technischen Universität München.

Senner, V. (2001). Biomechanische Methoden in der Sportgeräteentwicklung. [Elektronische Version]. Zugriff am 12. Februar 2005 unter <http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=964211599>.

Senner, V. (2009). Testkonstruktion Skimagazin Ski Supertest 2009. München: internes Papier.

Shealy, J. E. und Ettliger, C. F. (1987) The In-Boot Fracture. In C.D. Mote, R.J. Johnson (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety, Sixth International Symposium, Seite 113-127. Baltimore: American Society for Testing and Materials.

Sobotta 21 (2001). CD zur 21. Auflage des Atlas der Anatomie des Menschen. München: Urban & Fischer.

Specht, D., Wöhrle, M. (2002). Gabler Lexikon Technologie Management. Wiesbaden: Gabler.

Sperner, G., Genelin, A., Golser, K., Resch, H., Beck, E. (1989). Das Verletzungsmuster des Sprunggelenkes im Skischuh – eine retrospektive Analyse. Sportverletzung – Sportschaden, 3, S. 162 – 166.

Sport Experten Club: Skischuhe (2002). Heilbronn, Intersport.

Sprick, A. (2006). Untersuchung zur Differenzierungsfähigkeit des Menschen als Tester von Sportgeräten - exemplarisch für den Bereich des Alpinen Skilaufs. Diplomarbeit an der Fakultät für Sportwissenschaft der Technischen Universität München.

Subic, A.J. (2000). Sports engeneering: history, philosophy and policy. In A.J. Subic, S.J. Haake (Hrsg.), The Engineering of Sport; Research, Development and Innovation. Oxford: Balckwell Sciences.

Suckert, K., Benedetto, P., Vogel, A. (1983). Entwicklung der Achillessehnenruptur im Skisport. Aktuelle Traumatologie, 13, S. 111-114.

Thierry Lemaître (2002). historie du ski. Zugriff am 14.4.2004 unter <http://skistory.com>

Tinz, T.V. (2007). Spitzenprodukte durch Spitzensportler? Kooperative Produktentwicklung bei Sportartikeln. Dissertation: Zürich.

Tiwald, H. (1995): Mathias Zdarsky und Hannes Schneider. Artikel zum hundertjährigen Jubiläum des alpinen Skilaufs. Zugriff am 12.8.2004 unter http://www.tiwald.com/ski/zdarsky_schneider.doc

Tseng M., Piller, F. (2003). The Customer Centric Enterprise: Advances in Mass Customization and Personalization. Berlin: Springer.

TÜV Product Service GmbH (2003). Zwischenbericht zum ersten Förderjahr des Projekts Skilauf Buckelpiste. Erstellt durch das Fachgebiet Sportgeräte und Materialien der TU München. Förderprojekt VF 0407/15/02/2001 am Bundesinstitut für Sportwissenschaft.

Verband Deutscher Sportfachhandel e.V. (2004). Der Sportartikelmarkt 2003 in Deutschland. VDS: München.

Vogel, W. (2004). Materialanforderungen im Spitzensport am Beispiel Ski Alpin. In E.F. Moritz, J. Edelmann-Nusser, K. Witte, K. Roemer, K. (Hrsg.), Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis II – Innovationen, Modelle und Methoden. Aachen, 2004. S. 57-59.

Voigtel, H.G. (1955) Handbuch des Skilaufs. Berlin, Sportverlag.

Walkhoff, K., Baumann, C. W. (1987). Alpine Ski Boot Hysteresis Characteristics Interpreted for Skier Target Groups Within the Current Standards. In C.D. Mote, R.J. Johnson (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Sixth International Symposium. S. 127-144. Baltimore: American Society for Testing and Materials.

Weineck, J. (1996). Sportanatomie (11. Auflage). Balingen: perimed spitta

Wernecke, K.-D. (1995). Angewandte Statistik für die Praxis. Bonn: Addison-Wesley.

Wilke, C., Biallas, B., Wallmann, B. (2004): Jeder 2. empfindet seinen Skischuh als unbequem. Bericht zum Projekt am Zentrum für Gesundheit der Sporthochschule Köln: Erfassung ergonomischer Aspekte von Sportgeräten. Informationen auf www.zfg-koeln.de

Willimczik, K. (1999). Statistik im Sport. Grundlagen – Verfahren – Anwendungen. Hamburg: Czwalina.

Willimczik, K. (2001). Sportwissenschaft interdisziplinär. Ein wissenschaftstheoretischer Dialog. Band 1. Geschichte, Struktur und Gegenstand der Sportwissenschaft. Hamburg: Czwalina.

Willimczik, K. (2003). Sportwissenschaft interdisziplinär. Ein wissenschaftstheoretischer Dialog. Band 2. Forschungsprogramme und Theoriebildung in der Sportwissenschaft. Hamburg: Czwalina.

Willimczik, K. (2008). Zirkulation oder Fortschritt. Eine metatheoretische Analyse sportwissenschaftlicher Theoriebildung mit einer Schwerpunktlegung auf motorische Entwicklung. In Sportwissenschaft. The German Journal of Sport Science. 38. Jahrgang 2008/3. Schorndorf: Hofmann.

World Federation of the Sporting Goods Industry WFSGI (2009). Handbook 09. Lausanne: WFSGI.

Wörndle, W. (2001, 14. März). Alpiner Skilauf – Teil 1-4. Zugriff am 14.10.2001 unter http://www.seilbahnen.at/service/impressum_adressen/impressum_haupt.htm/Mag. Werner Woerndle.

Wopp, C. (2006). Handbuch zur Trendforschung im Sport. Welchen Sport treiben wir morgen? Aachen: Meyer und Meyer.

Yee, A.G., Mote Jr., C.D. (1993). Skiing Forces and Moments at the Knee and Boot Top: Boot Stiffness Effects and Modelling. In R.J. Johnson, C.D. Mote Jr., J. Zelcer (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Ninth International Symposium. S. 111 - 127. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Yee, A.G., Mote Jr., C.D. (1996). Regression Models of Forces and Moments at Potential Sites of Injury along the Leg in Skiing. In C.D. Mote Jr., R.J. Johnson, W. Hauser, P.S. Schaff (Hrsg.), Skiing Trauma and Safety: Tenth Volume. Philadelphia. S. 126 – 143. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Young, L.R. (1982). Skier Fall and Injury Patterns. In W. Hauser, J. Karlsson, M. Magi (Hrsg.), Skiing Trauma and Skiing Safety 4. München: TÜV1982. S. 217-226.

Zehetmayer, H. (2004). Versuche mit Skimodellen. Wien: Eigenverlag.

Zimmer, A. C., Körndle H. (1988). A model for hierarchically ordered schemata in the control of skilled motor action. Gestalttheorie 10, 85-102.

Zucco, P., Boiocchi, M., Moschi, A. (1982). Ski Boot Congruency and Fitness – New Research Techniques: Thermography and Xeroradiography. In W. Hauser, J. Karlsson, M. Magi, (Hrsg.), Skiing Trauma and Skiing Safety 4. S. 132-135. München: TÜV.

7 Anhang

Typische Probleme mit Ratingskalen

Halo Effekt

Bei Ratingskalen werden die verschiedenen Merkmale eines Objekts bei Auftreten dieses Effektes von einem globalen Pauschalurteil abhängig gemacht. Der Urteilende achtet nicht auf die unterschiedlichen Ausprägungen verschiedener Merkmale.

Milde-Härte Fehler

Systematische zu positive oder zu negative Bewertung einer Person/eines Untersuchungsgegenstandes, ähnlich wie beim Halo Effekt, können bei einem Sportprodukttest kaum ausgeschlossen werden. Der Ansatz der direkten Wertung nach der Situation könnte hierbei jedoch hilfreich sein.

Zentrale Tendenz

Alle Urteile sind bei Auftreten dieses Fehlers im mittleren Bereich der Urteils-skala angeordnet. Besonders häufig anzutreffen ist ein solcher Effekt, wenn die beurteilten Gegenstände den Urteilern nur wenig bekannt sind. Die Beantwortung der Items im mittleren Bereich einer ungeraden Skala, bedingt durch Desinteresse und Reservierung für eventuell noch auftauchende Objekte, kann dadurch vermieden werden, dass man die Tester mit dem persönlichen Sportprodukt, sofern vorhanden, den Fragebogen ebenfalls bearbeiten lässt.

Primacy-Recency-Effekt

Dieser Effekt bezeichnet Verzerrungen, die mit der sequenziellen Position der zu beurteilenden Objekte zusammenhängen. Werden Objekte mit extremer Merkmalsausprägung beispielsweise am Anfang beurteilt, können nachfolgende Beurteilungen von der Erstbeurteilung abhängen. Systematisch Variation der Produkte für die Testpersonen kann diesem Effekt entgegenwirken

Inter- oder Intraklasseneffekt

Hierbei werden vorhandene Merkmalsunterschiede bei Objekten der gleichen Kategorie verringert bzw. bei Objekten unterschiedlicher Kategorien verstärkt wahrgenommen. Der ständige Wechsel zwischen den zu testenden Sportprodukt-Kategorien beugt zwar dem Intraklasseneffekt vor, Interklasseneffekte lassen sich aber nicht gänzlich vermeiden.

Self-Serving-Bias

Besonders bei erfahrenen Sportlern kann dieser Urteilsfehler auftreten, da das positive Selbstkonzept („Ich bin ein sehr guter Sportler“) durch die Beurteilung verschiedener Sportprodukte bestätigt werden soll.

Fragebögen beim Superskitest

1. Umlauf

Station	Gelände	Aufgabe / Situation	Variable(n)	Merkmal	Frage und Merkmalsausprägung
I & II	Kupiertes Gelände mit Übergang in Steilhang	EMOTION-CHECK Verrinnerlichen Sie sich noch mal den Kategoriesteckbrief, fahren Sie den Ski frei nach Ihren Vorstellungen.	Kategorieeignung Drehfaktor (K) Komfort (K)		Wie gut passt der Ski zu seinem Steckbrief? (<i>sehr gut...sehr schlecht</i>) Wie bewerten Sie den Ski in Bezug auf sein Drehverhalten? (<i>sehr gut...sehr schlecht</i>) Wie bewerten Sie den Ski in Bezug auf sein Komfortverhalten? (<i>sehr gut...sehr schlecht</i>)
III	Flaches Gelände	Fahren Sie Schuss mit flach geführten Ski	Tempovermögen / Laufruhe (U)	Laufruhe / Seitenstabilität	Wie beurteilen Sie die Laufruhe des Skis? (<i>sehr ruhig ...sehr unruhig</i>)
IV	Mittelsteiles Gelände	Fahren Sie sicher, kontrolliert und drehend.	Komfort (K)	Sicherheit Neigung zum Verschneiden	Wie ist ihr Fahrempfinden? (<i>sehr sicher...sehr unsicher</i>) Neigt der Ski zum Verschneiden? (<i>überhaupt nicht...sehr stark</i>)

2. Umlauf

Station	Gelände	Aufgabe / Situation	Variable(n)	Merkmal	Frage und Merkmalsausprägung
V	Kupiertes Gelände	Fahren Sie mittlere Radien mit sportlichem Tempo	Wendigkeit / Vitalität (N)	Kurveneinfahrt Kantengriff	Wie beurteilen Sie die Kurveneinfahrt?(<i>sehr direkt...sehr passiv</i>) Wie beurteilen Sie den Kantengriff in der Kurve? (<i>sehr harmonisch ...sehr ungleichmässig</i>)
VI	Steiles Gelände	Fahren Sie kontrolliert geschnittene Kurven	Kantengriff (N)	Kurveneinfahrt Kantengriff	Wie beurteilen Sie den Kantengriff in der Kurveneinfahrt? (<i>sehr direkt...sehr passiv</i>) Wie beurteilen Sie den Kantengriff im Kurvenverlauf? (<i>sehr harmonisch ...sehr ungleichmässig</i>)
VII	Flaches Gelände	Fahren Sie rhythmische Pflughögen und Kurven mit viel und wenig Drehanteil	Drehfaktor (K)	Drehbarkeit	Wie ist der Ski drehbar? (<i>sehr leicht...sehr schwer</i>)
VII	Mittelsteiles Gelände	Fahren Sie passiv in leicht verbuckelten / verspurten Gelände	Vielseitigkeit (N)	Eignung für verbuckeltes / verspurtes Gelände	Wie eignet sich der Ski für verbuckeltes und leicht verspurtes Gelände? (<i>sehr gut...sehr schlecht</i>)

Fragenkatalog zur Expertenbefragung

A. Allgemeines über den Befragten

1. Bitte beschreiben Sie Ihre Tätigkeitsfelder im Bereich Wintersport
2. Welche Fachgebiete im Bereich Wintersport haben Sie?
3. Ihr eigener sportlicher Werdegang?
4. Ihr eigener beruflicher Werdegang und Qualifikationen
5. Wen betreuen Sie mit Ihrem Wissen?

B. Thema Skischuh Überblick

6. Wie kamen sie dazu, sich mit dem Thema Skischuhe zu beschäftigen?
7. Welche Eigenschaften erfüllt der Skischuh Ihrer Ansicht nach?
8. Welche Eigenschaften erfüllt der Skischuh nicht?
9. Welche Skischuhtypen favorisieren Sie für welchen Skifahrer?
10. Was sollte ihrer Ansicht nach optimiert werden, um die Funktionseinheit Ski-Bindung(Platte)-Schuh zu verbessern?

C. Thema Sicherheit und Schutz vor Verletzungen und Überlastungen/Schäden/Schmerzen

11. Inwieweit erfüllen die gegenwärtigen Schuhe Ihre Anforderungen an Sicherheit und Schutz
12. Welche Maßnahmen ergreifen Sie um den Schutz noch zu optimieren?
13. Ist der momentane Schuh eine gute Lösung bezüglich der Sicherheit?
14. Was sind Ihrer Meinung nach die Hauptprobleme bei den jetzigen Schuhen bezüglich der Sicherheit?
15. Welche Möglichkeiten sehen Sie, den Schuh zu verändern, um den Schutz zu verbessern?

D. Thema Fahrperformance

16. Welche Parameter am Schuh sind entscheidend für die Fahrperformance?
17. Wie und mit welchen Mitteln beeinflussen sie mit dem Schuh die Fahrperformance?
18. Gilt für sie: je besser der Fahrer, desto steifer der Schuh und warum?
19. Wie sollten sich Schuhe für verschiedene Zielgruppen unterscheiden?
20. Eignen sich die Schuhtypen der einzelnen Zielgruppen für die von den Herstellern angegebenen Fahrsituationen und Vorlieben?
21. Was entscheidet für Sie was ein Schuh kann? Wie beurteilen sie einen Schuh?
22. Auf welche Eigenschaften eines Schuhs schauen sie, wenn ein Kunde eine Skischuh kaufen möchte?

E. Thema Ergonomie – Anpassung der Technik an den Menschen

23. Welche Probleme treten bei der Passung von Skischuhen auf?
24. Welche Probleme treten in der Bedienung von Skischuhen auf?
25. Was machen Sie für die bessere Passung des Skischuhs an den menschlichen Fuß?
26. Welche Eigenschaften muss ein Skischuh haben, um zu passen?
27. Welche technische Lösung für dieses Problem bevorzugen Sie?

F. Thema Biomechanische Qualifikation von Skischuhen

28. Stimmen Ihrer Meinung nach die Gegebenheiten des menschlichen Körpers und die technische Lösung am Skischuh überein?
29. Wo sehen sie noch Verbesserungsmöglichkeiten bezüglich dieser Passung?
30. Welche Schuhe sind dieser Passung Ihrer Meinung nach am nächsten an der Idealform

Orthopädisches Grundwissen zum Fuß

Zusammenfassung der wesentlichen anatomischen Begrifflichkeiten:

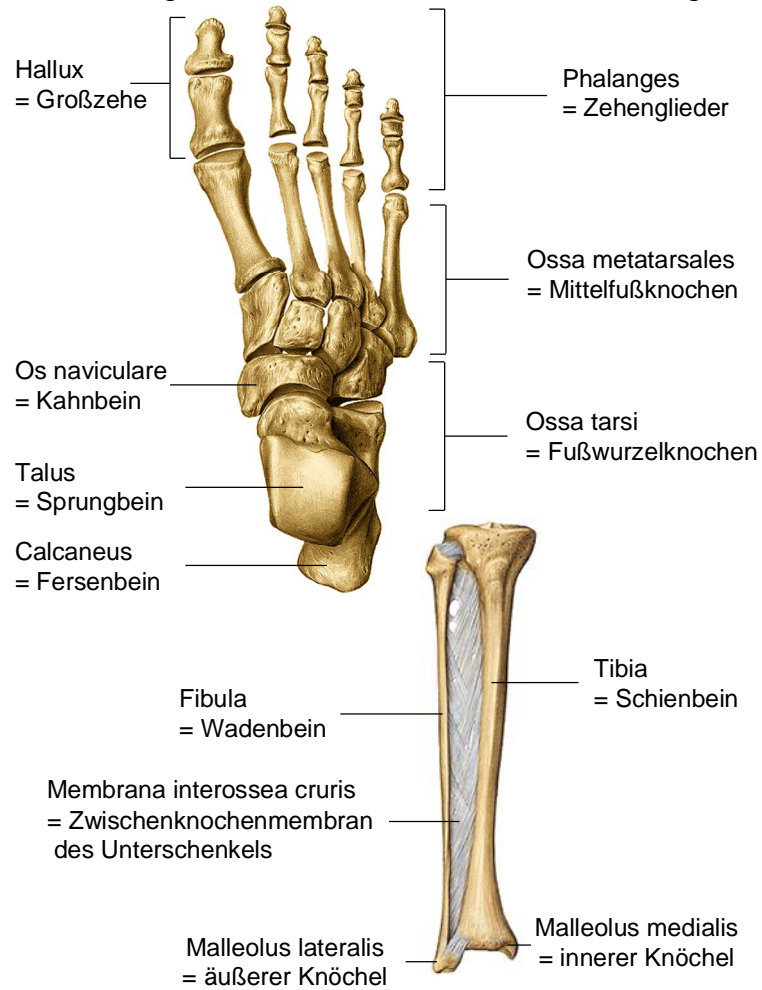


Abbildung 63: Kurze Zusammenfassung der verwendeten anatomischen Begriffe
 Quellen: Weineck ,1996, S. 56f; Sobotta CD, 2001.

<i>Richtungen</i>	<i>Anatomische Ebenen:</i>	<i>Bewegungen</i>
anterior = vorne	Sagittalachse – Sagittalebene (rot)	Abduktion = Abspreizung
distal = entfernt	Frontalachse – Frontalebene (blau)	Adduktion = Heranführung
inferior = unten	Längsachse – Transversalebene (gelb)	Extension = Streckung
superior = oben	<p>Quelle: www.wikipedia.de</p>	Flexion = Beugung
lateral = zur Seite hin		Pronation = Einwärtsdrehung
medial = zur Mitte hin		Subination = Auswärtsdrehung
plantar = fußsohlenwärts		
dorsal = rückenwärts		

Zusammenstellung von Normen im Wintersport

Zusammenstellung der entsprechenden Wintersport-Normen beim DIN und ÖNORM der ISO

	DIN	ÖNORM	ISO	Bemerkung
Skischuhe				Federführung DIN
Skischuhe für den Pisten-Skilauf; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren	ISO 5355	ISO 5355	5355	
Tourenskischuhe für Erwachsene; Anschlussbereich an die Skibindung	ISO 9523	ISO 9523	9523	
Snowboardschuhe; Anschlussbereich an die Skibindung	ISO 11634	ISO 11634	11634	
Ski- und Snowboardbindungen, Skistöcke, Fangeinrichtungen für Ski, Einstellprüfgeräte				Federführung DIN
Skistöcke für den alpinen Skilauf; Anforderungen und Prüfungen	ISO 7331	ISO 7331	7331	
Alpinski; Skibindungen; Auswahl von Auslösedrehmomentwerten	ISO 8061	ISO 8061	8061	
Skibindungen, Begriffe	ISO 8614		8614	
Skibindungen für den alpinen Skilauf; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen	ISO 9462	ISO 9462	9462	
Alpinski; Skibindungen; Seitliche Auslösung unter Stoßbelastung; Prüfung	ISO 9465	ISO 9465	9465	
Alpinski; Skibindungen; Prüfsohlen für Skibindungsprüfungen	ISO 9838	ISO 9838	9838	
Skibindungen für den alpinen Touren-Skilauf; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen	ISO 13992	ISO 13992	13992	
Skibindungen für den alpinen Skilauf; Fangeinrichtungen; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren	ISO 11087	ISO 11087	11087	
Montage, Einstellung und Überprüfung der Funktionseinheit Alpinski — Bindung — Schuh; (S-B-S)	ISO 11088	ISO 11088	11088	
Wintersportgeräte; Einstellprüfgeräte für die Funktionseinheit Ski/Skischuh/Skibindung; Anforderungen und Prüfung	ISO 11110	ISO 11110	11110	
Wintersportgeräte; Kennzeichnung von Bauteilen aus polymeren Werkstoffen	ISO 14359	ISO 14359	14359	
Snowboard-Schnallenbindungen für Softboots; Anforderungen und Prüfverfahren	ISO 14573		14573	
Snowboard-Plattenbindungen ohne Auslösemechanismus; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren	ISO 14790	ISO 14790	14790	

Quelle: DIN-ISO 6289: 2004-02, S. 3

Fragebogen zur Kano Analyse von Skischuhen

Verinnerlichen Sie sich im Folgenden die jeweiligen Situationen und beantworten Sie danach die dazugehörigen Fragen durch Markieren der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten. Lesen Sie die Fragen und Antwortmöglichkeiten bitte genau durch!

Fahrsituation: Sie befahren eine steile Piste und versuchen sichere Kurven zu fahren.
Wie würden Sie denken, wenn Ihr Skischuh ...

	das würde mich sehr freuen	das setze ich voraus	das wäre mir egal	das könnte ich evtl. noch in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
...sich vor der Abfahrt einfach schließen lassen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...sich vor der Abfahrt nicht einfach schließen lassen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihre Bewegungen direkt auf die Piste übertragen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihre Bewegungen nicht direkt auf die Piste übertragen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihr Fahrgefühl verbessern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihr Fahrgefühl nicht verbessern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihr Sprunggelenk stabilisieren würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihr Sprunggelenk nicht stabilisieren würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Risiko von Knieverletzungen verringern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Risiko von Knieverletzungen nicht verringern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Gleichgewicht unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Gleichgewicht nicht unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...die Ferse im Schuh fixiert wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...die Ferse im Schuh nicht fixiert wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Spüren der Pistengegebenheiten erleichtern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Spüren der Pistengegebenheiten nicht erleichtern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Sie beim Lösen der Fahrsituation unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Sie beim Lösen der Fahrsituation nicht unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fahrsituation: Sie Carven auf ebener, mittelsteiler Piste.
Wie würden Sie denken, wenn Ihr Skischuh ...

	das würde mich sehr freuen	das setze ich voraus	das wäre mir egal	das könnte ich evtl. noch in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
...Ihre Bewegung unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihre Bewegung nicht unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...für hohe Fahrgeschwindigkeiten einen hohen Flex haben würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...für hohe Fahrgeschwindigkeiten keinen hohen Flex haben würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Bewegungen direkt auf die Kante übertragen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Bewegungen direkt auf die Kante nicht übertragen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Ausrutschen auf dem Schuhrand vermeiden würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Ausrutschen auf dem Schuhrand nicht vermeiden würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...genügend Raum für die Zehen bieten würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...nicht genügend Raum für die Zehen bieten würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...eine angenehme Druckverteilung an der Zunge besitzen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...keine angenehme Druckverteilung an der Zunge besitzen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Fahren auf der Kante erleichtern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Fahren auf der Kante nicht erleichtern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihren Körper neutral auf dem Ski stehen lassen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...Ihren Körper nicht neutral auf dem Ski stehen lassen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...einen einstellbaren Vorlagewinkel besitzen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...keinen einstellbaren Vorlagewinkel besitzen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fahrsituation: Sie machen eine Variantenabfahrt, für die Sie auch kurz Aufsteigen müssen.
Wie würden Sie denken, wenn Ihr Skischuh ...

	das würde mich sehr freuen	das setze ich voraus	das wäre mir egal	das könnte ich evtl. noch in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
...einen weichen Schaft zum Aufsteigen hätte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...keinen weichen Schaft zum Aufsteigen hätte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...die Gefahr des Abrutschens verringern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...die Gefahr des Abrutschens nicht verringern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Gehen erleichtern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Gehen nicht erleichtern würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...durch seine Bauweise hohe Stabilität bieten würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...durch seine Bauweise keine hohe Stabilität bieten würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...aufgrund seiner Bauweise leicht wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...aufgrund seiner Bauweise nicht leicht wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...dosiert einstellbar wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...nicht dosiert einstellbar wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...wasserdicht wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...nicht wasserdicht wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...warm wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...nicht warm wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...die Laufruhe der Ski unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...die Laufruhe der Ski nicht unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das wendige Kurvenfahren unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das wendige Kurvenfahren nicht unterstützen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...ein verstellbares Verschlussystem hätte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...kein verstellbares Verschlussystem hätte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Situation: Ende des Skitages, Sie gehen zum Fahrzeug und ziehen Ihre Skischuhe aus.
Wie würden Sie denken, wenn Ihr Skischuh ...

	das würde mich sehr freuen	das setze ich voraus	das wäre mir egal	das könnte ich evtl. noch in Kauf nehmen	das würde mich sehr stören
...ein Ski-Walk System hätte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...kein Ski-Walk System hätte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...leicht zu öffnen wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...nicht leicht zu öffnen wäre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...einen einfachen Ausstieg ermöglichen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...keinen einfachen Ausstieg ermöglichen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Gehen vereinfachen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...das Gehen nicht vereinfachen würde?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Verinnerlichen Sie sich im Folgenden die jeweiligen Situationen und beantworten Sie danach, wie wichtig Ihnen die angegebenen Funktionen/Eigenschaften in der jeweiligen Situation sind.

Situation: Sie ziehen Ihren Skischuh morgens an, direkt nachdem Sie ihn aus dem Auto genommen haben.
Wie wichtig sind Ihnen folgende Eigenschaften des Skischuhs?

	sehr wichtig	wichtig	etwas wichtig	egal	weniger wichtig	unwichtig	völlig unwichtig
Leichtes Öffnen und Schließen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmefunktion	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leichter Einstieg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Angepasste Sohle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einstellung zum erleichterten Gehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enge Passform	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anatomische Anpassung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Natürliche Führung des Sprunggelenks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Angepasster Innenschuh	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fahrsituation: Sie befahren eine steile Piste und versuchen sichere Kurven zu fahren.
Wie wichtig sind Ihnen folgende Eigenschaften des Skischuhs?

	sehr wichtig	wichtig	etwas wichtig	egal	weniger wichtig	unwichtig	völlig unwichtig
Einfaches Schließen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Direkte Bewegungsübertragung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verbesserung des Fahrgefühls	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stabilisierung des Sprunggelenks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verringerung des Risikos von Knieverletzungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterstützung des Gleichgewichtes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fixierung der Ferse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spüren der Pistengegebenheiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterstützung beim Lösen der Fahrsituation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fahrsituation: Sie Carven auf ebener, mittelsteiler Piste.
Wie wichtig sind Ihnen folgende Eigenschaften des Skischuhs?

	sehr wichtig	wichtig	etwas wichtig	egal	weniger wichtig	unwichtig	völlig unwichtig
Unterstützung der Bewegung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoher Flex	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Direkte Bewegungsübertragung auf die Kante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erhöhung um nicht auf dem Schuhrand auszurutschen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Raum für die Zehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Angenehme Druckverteilung an der Zunge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erleichterung des Carvings	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einstellung für neutrale Position zum Ski	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einstellbarer Vorlagewinkel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fahrsituation: Sie machen eine Variantenabfahrt, für die Sie auch kurz Aufsteigen müssen.
Wie wichtig sind Ihnen folgende Eigenschaften des Skischuhs?

	sehr wichtig	wichtig	etwas wichtig	egal	weniger wichtig	unwichtig	völlig unwichtig
Weiche Schaft zum Aufsteigen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vermeiden von Abrutschen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erleichtertes Gehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hohe Stabilität	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geringes Gewicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dosiert einstellbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserdichtigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterstützung der Laufruhe der Ski	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterstützung des wendigen Kurvenfahrens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verstellbares Verschlusssystem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANHANG

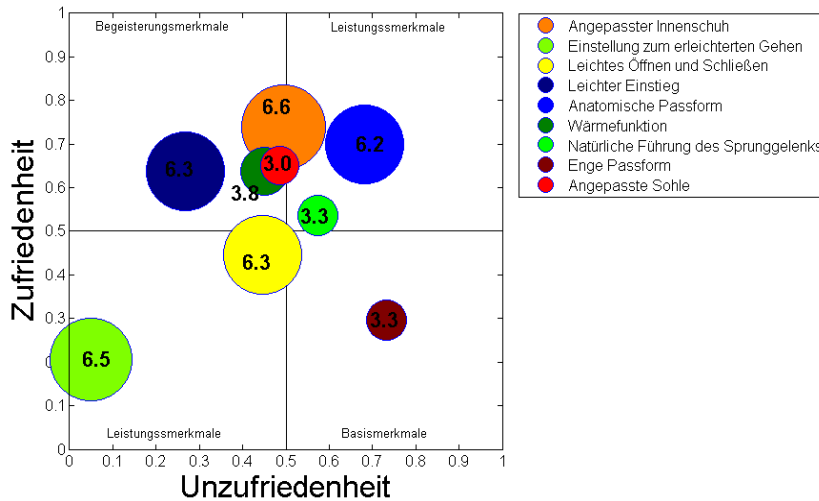
Fahrsituation: Ende des Skitages, Sie gehen zum Fahrzeug und ziehen Ihre Skischuhe aus.
Wie wichtig sind Ihnen folgende Eigenschaften des Skischuhs?

	sehr wichtig	wichtig	etwas wichtig	egal	weniger wichtig	unwichtig	völlig unwichtig
Ski-Walk System	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einfaches Öffnen	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Einfacher Ausstieg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einfaches Gehen	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Ergebnisse der Kano Analyse mit Skischuhen

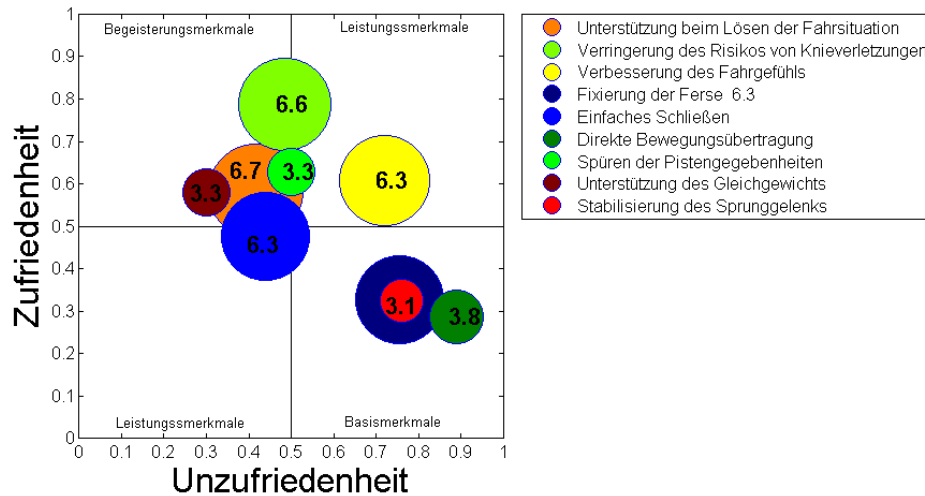
Situation:

Sie ziehen ihren Skischuh morgens an, direkt nachdem Sie ihn aus dem Auto genommen haben.



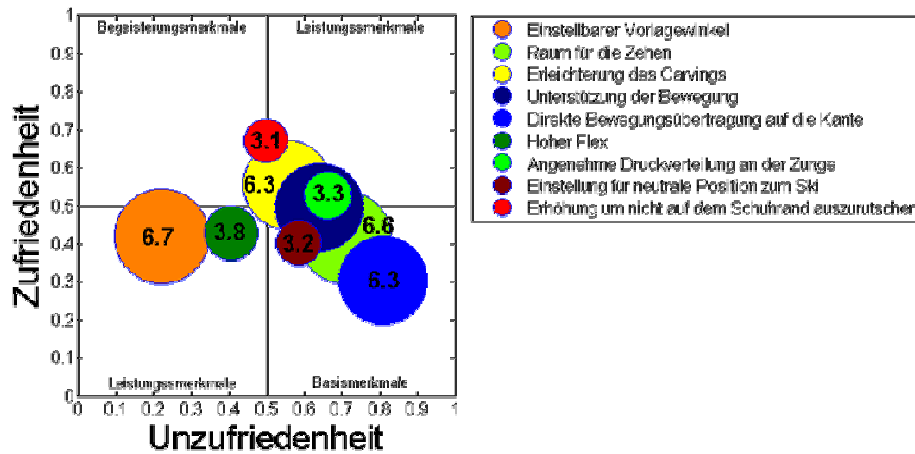
Fahrsituation:

Sie befahren eine steile Piste und versuchen sichere Kurven zu fahren.



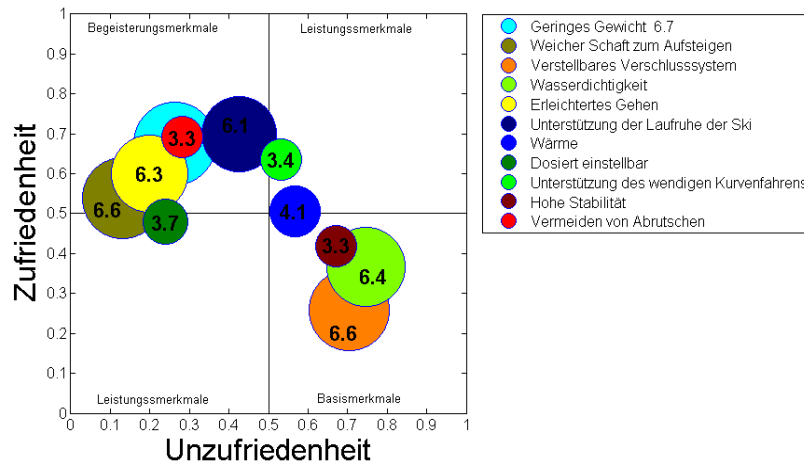
Fahrsituation:

Sie Carven auf ebener, mittelsteiler Piste.



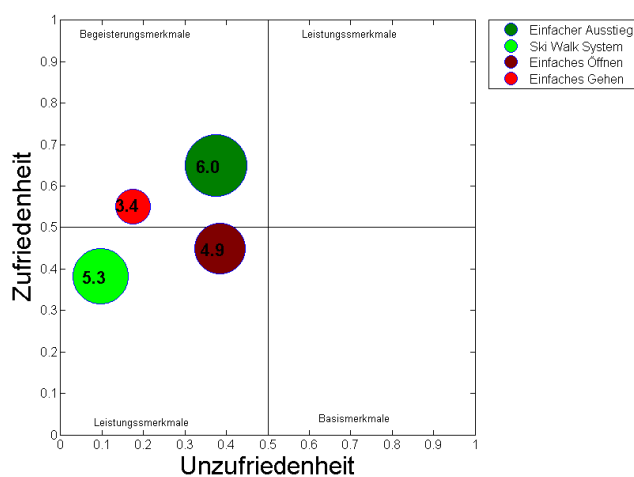
Fahrsituation:

Sie machen eine Variantenabfahrt, für die Sie auch kurz Aufsteigen müssen.



Situation

Ende des Skitages – Sie gehen Sie zum Fahrzeug & ziehen Ihre Skischuhe aus.



Fragebögen zur Funktionalität von Skischuhen (FFS)

Name: _____ Testschuh-Nr.: _____ Größe: _____

Situation 1: Mittelsteiles Gelände – sportliches Fahren

1. Die Aufgabe konnte ich umsetzen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				neutral				völlig

2. Wie fest war der Schuh geschlossen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr locker				mittel				sehr fest

3. Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr gering				mittel				sehr hoch

Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts bei hohem Tempo war

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr gering				mittel				sehr groß

Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sportliches Fahren als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr unangenehm				mittel				sehr angenehm

Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr schlecht				mittel				sehr gut

Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				mittel				sehr gut

Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten empfinde ich als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
völlig unzureichend				mittel				optimal

Situation 3: flaches Gelände – ökonomisches Fahren

17. Das flache Gelände war ökonomisch und mit Freude fahrbar

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				neutral				völlig

Wie fest war der Schuh geschlossen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr locker				mittel				sehr fest

Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr gering				mittel				sehr hoch

20. Der Schuh ermöglicht eine ökonomische, lockere Körperposition

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				mittel				völlig

Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für ökonomisches, freudvolles Fahren als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr unangenehm				mittel				sehr angenehm

Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr schlecht				mittel				sehr gut

Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				mittel				sehr gut

24. Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im flachen Gelände empfinde ich als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
völlig unzureichend				mittel				optimal

Situation 2: steiles Gelände – sicheres Fahren

Das steile Gelände war sicher befahrbar

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				neutral				völlig

Wie fest war der Schuh geschlossen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr locker				mittel				sehr fest

11. Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr gering				mittel				sehr hoch

Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts im steilen Gelände war

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr gering				mittel				sehr groß

Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sicheres Fahren im steilen Gelände als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr unangenehm				mittel				sehr angenehm

Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr schlecht				mittel				sehr gut

Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh

1	2	3	4	5	6	7	8	9
gar nicht				mittel				sehr gut

16. Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im steilen Gelände empfinde ich als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
völlig unzureichend				mittel				optimal

Situation 4: Tragen, Gehen, Steigen und Schussfahren

25. Den Gehkomfort des Schuhs beurteile ich als...

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr schlecht				mittel				sehr angenehm

Den Komfort des Schuhs beim Stehen/Litffahren beurteile ich als...

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr schlecht				mittel				sehr angenehm

Man muss den Schuh... zumachen, damit er gut sitzt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr locker				mittel				sehr fest

28. Ich empfinde die Grundvorlage in diesem Schuh als

1	2	3	4	5	6	7	8	9
sehr unangenehm				mittel				sehr angenehm

Ja	Nein

- Der Schuh...
- ⇒ engt meinen Fuß ein.
 - ⇒ gewährt die nötige Zehenfreiheit.
 - ⇒ ist mir zu hart.
 - ⇒ fixiert meine Ferse.
 - ⇒ schmerzt an der Fußsohle
 - ⇒ schmerzt am Fußrist
 - ⇒ ist verständlich zu bedienen
 - ⇒ verleiht mir das Gefühl, ich hätte einen Klotz am Bein.
 - ⇒ ist leicht An- und wieder Auszuziehen.
 - ⇒ gibt ein warmes Gefühl für den Fuß.

Schulnote für diesen Schuh (eine Kommastelle): _____

Eingangsfragebogen

Name: _____
 Adresse: _____
 Telefon: _____
 e-mail: _____

Schuhgröße: _____
 Blauabdruck ja nein
 Geburtsdatum: _____

Skiläuferische Selbsteinschätzung

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anfänger				Allrounder				Könner

Wie viele Jahre Erfahrung im Skilauf _____
 Skitage pro Jahr bis zu 10 Tage,
 zwischen 10 und 30 Tagen
 mehr als 30 Tage

Selbsteinschätzung des eigenen Fußes

1	2	3	4	5	6	7	8	9
starke Probleme				mäßige Probleme				problemfrei

Einschätzung der einzelnen Firmen

Firma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Salomon									
Head									
Lowa									
Atomic									
Nordica									

Zufriedenheit mit dem eigenen Skischuh

1	2	3	4	5	6	7	8	9
völlig unzufrieden				mittel				optimal

Aufgabenanalyse beim FFS

1. Überprüfung der Normalverteilung

Die Hypothesen zum Signifikanzniveau von $\alpha \leq 0,05$ lauten damit:

Nullhypothese H_0 :

Die empirische Verteilung der Aufgaben entspricht der Normalverteilung

$$H_0: F(x) = F_0(x)$$

Alternativhypothese H_A :

die empirische Verteilung der Aufgaben entspricht nicht der Normalverteilung

$$H_A: F(x) \neq F_0(x)$$

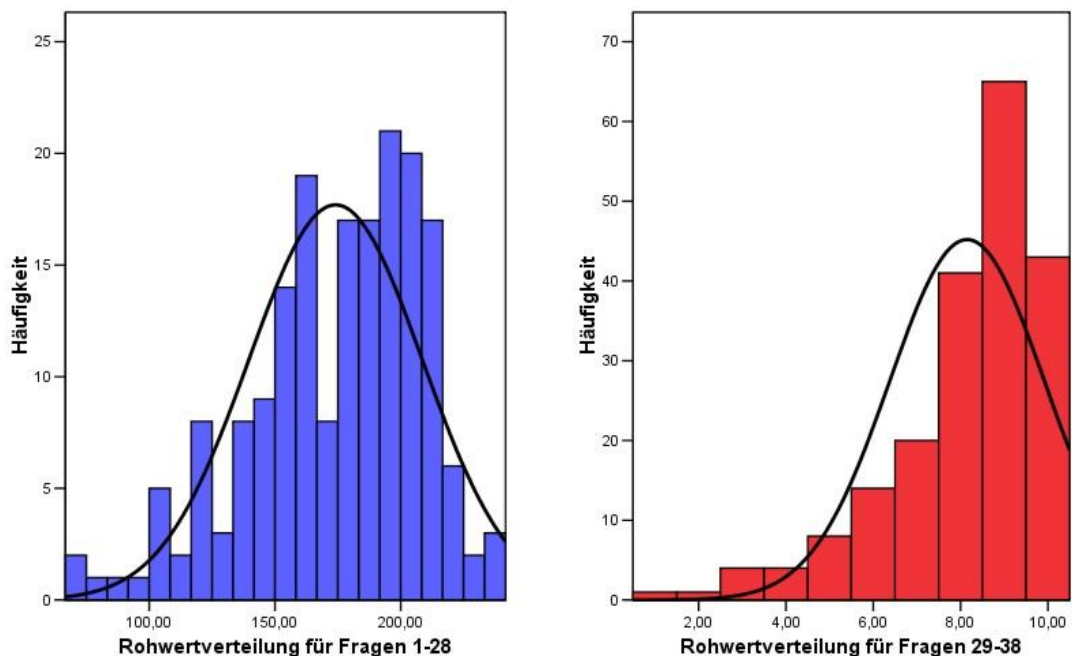


Abbildung 64: Vergleich zwischen Rohwertverteilung und angepasster Normalverteilung

Items 1-28 (Ratingskala): Mittelwert = 174,0 Standardabweichung = 34,6
Stichprobengröße $N = 184$

Items 29-38 (dichotome Items): Mittelwert = 8,1 Standardabweichung = 1,8
Stichprobengröße $N = 201$

Einen ersten Anhaltspunkt für die Übereinstimmung der ermittelten Verteilung und einer Normalverteilung kann ein Histogramm geben, das zur Orientierung die entsprechende Normalverteilungskurve abbildet. In Abbildung 64 werden die Häufigkeiten der Ergebnisse aus der Aufsummierung der Fragen mit den entsprechenden Skalen wiedergegeben.

Schon in dieser Darstellung lassen sich Ähnlichkeiten der Normalverteilung und der empirischen Verteilungen erkennen. Besonders deutlich wird die Ähnlichkeit in diesem Vergleich bei der Erstellung von Q-Q-Plots.

Dabei werden die aus der Untersuchung gewonnenen Quantile der Verteilung gegen die entsprechenden Quantile der theoretischen Verteilung angetragen. Die Messwerte x_1, \dots, x_n werden dazu zunächst der Größe nach geordnet $x_{[1]}, \dots, x_{[n]}$. Ein α -Quantil bezeichnet dann jene Lagemaßzahl, unterhalb derer gerade $u = n \cdot \alpha$ und oberhalb derer gerade $o = n \cdot (1 - \alpha)$ Werte der geordneten Reihe $x_{[1]}, \dots, x_{[n]}$ liegen. Ein Beispiel für Quantile sind die Quartile zu $\alpha_1 = 1/4$ und $\alpha_2 = 3/4$.

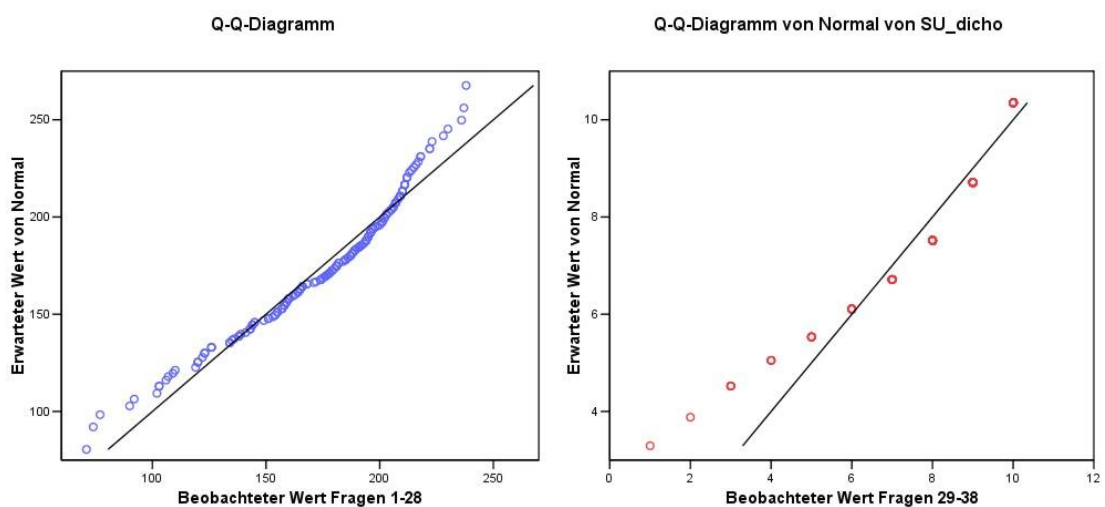


Abbildung 65: Q-Q-Diagramme für die Fragen mit Ratingskala (links) und dichotomer Skala (rechts)

Das Q-Q-Diagramm zeigt nun die Quantile der empirischen Verteilung gegen die Quantile der Normalverteilung. Falls die zu untersuchende Verteilung der Normalverteilung entspricht, so gruppieren sich die Punkte um die Zielgerade $y=x$ (entspricht Ursprungsgerade mit der Steigung 1) herum.

Das Verhalten der Messwerte der Rohwertverteilung lässt darauf schließen, dass sie der Normalverteilung ähnlich ist.

Der ausgewählte Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest, wie er bei Wernecke (1995, S. 81) beschrieben wird, prüft den Abstand der beiden Verteilungen. Die Prüfgröße stellt den absolut gesehen größten Abstand der beiden Verteilungen dar.

Prüfgröße: Kolmogorov-Smirnov-Z: $Z_{KS} = \{\max|F(x) - F_0(x)|\}$

Entscheidung: H_0 wird abgelehnt, falls $Z_{KS} > 1,26 \sqrt{n}$;

Folgende Ergebnisse ergeben sich nun für die empirischen Verteilungen:

Der Test für die Fragen 1-28 identifiziert mit der Prüfgröße Kolmogorov-Smirnov- $Z_{KS}=1,167$ zeigt keinen bedeutsamen Unterschied zwischen der empirischen Verteilung und der Normalverteilung. Der Verteilungsmittelwert liegt bei 174,07 (Maximalpunktzahl liegt bei 261 Punkten) und weist damit auf die Rechtsverschiebung der Verteilung hin. Dieses Verhalten kann möglicherweise auf zu leichte Fragen zurückgeführt werden. Ebenso wird die Verteilung für die dichotomen Variablen durch die Prüfgröße $Z_{KS}=3,141$ und eine asymptotische Signifikanz von 0,000 als rechtsverschobene Normalverteilung getestet. Damit kann die Vermutung auf Normalverteilung aus den Histogrammen angenommen werden, die Nullhypothese wird damit angenommen. Als letzte Aufgabe (Nr. 39) wurde im Test eine Gesamtnote für den entsprechenden Skischuh gefordert. Diese Note kann in der Auswertung als Kontroll- oder Orientierungsergebnis genutzt werden, weshalb die Kolmogorov-Smirnov-Analyse für diese Verteilung auch durchgeführt werden soll. Auch hier zeigt der Test für die Schulnoten keinen bedeutsamen Unterschied zwischen Normalverteilung und der empirischen Verteilung. Der Mittelwert von 2,9 liegt leicht zum Positiven hin verschoben.

Die Prüfgröße $Z_{KS}=1,887$ und eine asymptotische Signifikanz von 0,002 weisen auch hier auf die Annahme der Nullhypothese hin, also auf Vorliegen einer Normalverteilung auf dem 5% Signifikanzniveau.

Insgesamt lässt die Rohwertverteilung bereits erkennen, dass der erste Fragebogen größtenteils gelungen ist. Die Rechtssymmetrie und die Verlagerung des Mittelwertes weisen besonders bei den dichotomen Items auf etwas zu leichte Fragen hin.

Tabelle 16: Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov Anpassungstests

Nummer	N	Prüfgröße	Z_{KS}
Aufgabe 1	202	17,91	2,60
Aufgabe 2	201	17,86	2,63
Aufgabe 3	202	17,91	2,82
Aufgabe 4	202	17,91	2,95
Aufgabe 5	202	17,91	2,64
Aufgabe 6	202	17,91	2,49
Aufgabe 7	201	17,86	2,20
Aufgabe 8	200	17,82	2,62
Aufgabe 9	200	17,82	2,76
Aufgabe 10	200	17,82	2,57
Aufgabe 11	199	17,77	3,04
Aufgabe 12	200	17,82	3,02
Aufgabe 13	199	17,77	2,98
Aufgabe 14	200	17,82	2,57
Aufgabe 15	199	17,77	2,43
Aufgabe 16	199	17,77	2,87
Aufgabe 17	197	17,68	2,94
Aufgabe 18	196	17,64	2,74
Aufgabe 19	197	17,68	2,57
Aufgabe 20	197	17,68	2,69
Aufgabe 21	196	17,64	2,61
Aufgabe 22	197	17,68	2,83
Aufgabe 23	197	17,68	2,53
Aufgabe 24	196	17,64	2,02
Aufgabe 25	200	17,82	2,57
Aufgabe 26	200	17,82	2,33
Aufgabe 27	200	17,82	2,31
Aufgabe 28	199	17,77	2,59
Aufgabe 29	202	17,91	6,70
Aufgabe 30	202	17,91	7,23
Aufgabe 31	202	17,91	7,50
Aufgabe 32	202	17,91	6,21
Aufgabe 33	202	17,91	7,05
Aufgabe 34	202	17,91	7,42
Aufgabe 35	202	17,91	7,47
Aufgabe 36	202	17,91	7,37
Aufgabe 37	202	17,91	6,35
Aufgabe 38	201	17,86	7,09
Aufgabe 39	197	17,68	1,89

Errechnung von Itemschwierigkeit und Trennschärfe des FFS

Für die Errechnung des Schwierigkeitsindex gibt es mehrere Lösungen. Nach Lienert (1994) ist die einfachste Testart für die Errechnung des Schwierigkeitskoeffizienten ein Test, bei dem es dichotom nur richtige oder falsche Antworten gibt und die Höchstpunktzahl nur durch falsche oder fehlende Antworten verringert werden kann. Die Formel für den Schwierigkeitsindex lautet in diesem Fall:

$$N = \frac{N_r}{N}$$

N_r = Anzahl der Probanden, die die Aufgabe richtig beantwortet haben

N = Gesamtzahl der Probanden

Da es im vorliegenden Test jedoch keine ‚richtigen‘ oder ‚falschen‘ Antworten gibt, aber trotzdem 10 dichotome Variablen auftreten, kann der Index für die dichotomen Items auch dadurch berechnet werden, dass man eine bestimmte Ausprägung als ‚richtig‘ wertet. Antworten, die positive Eigenschaften für das entsprechende Testobjekt bezeichnen, werden mit der Zahl ‚1‘ als richtig bewertet, negative Ausprägungen als falsch mit der ‚0‘.

Um die Berechnung derart durchführen zu können, werden zehn neue Variablen definiert, die alle positive Ausrichtung haben sollten. Die negativ formulierten Items

29: Der Schuh engt den Fuß ein

31: Der Schuh ist mir zu hart

33: Der Schuh schmerzt an der Fußsohle

34: Der Schuh schmerzt am Fußrist

36: Der Schuh verleiht mir das Gefühl, ich hätte einen Klotz am Bein

müssen umgepolt werden, indem sie von 1 subtrahiert werden.

$$W_i = 1 - V_i; 1 \leq i \leq m$$

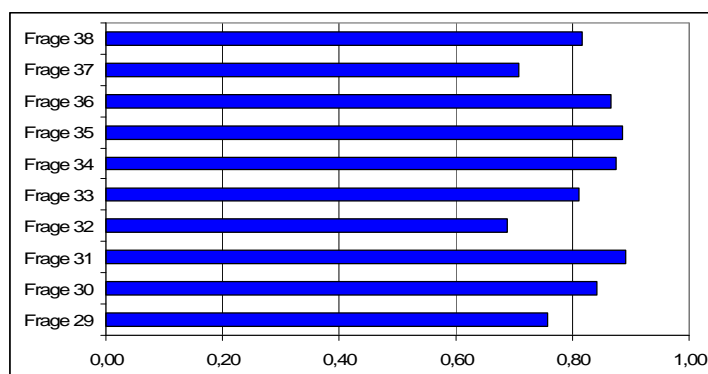


Abbildung 66: Schwierigkeitsindizes für die dichotomen Fragen des Fragebogens

Die neu erstellten, alle- samt in die positive Rich- tung ausgelegten Variab- len W_i , können nun der klassischen Formel zu- geführt werden.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 66 zu sehen.

Für die Bestimmung des Schwierigkeitsindex der Fragen mit Ratingskala von 1 bis 9 ist das Vorgehen zunächst ähnlich. Die po-

sitive oder negative Ausrichtung der Fragen muss zuerst durch geschicktes Rechnen korrigiert werden. Die Fragen 2, 10 und 18 wurden durch Subtraktion von 10 umgepolt (Variable W_i). ‚Dichotomisierung‘ der Variablen wäre eine Möglichkeit für die Bestimmung des Schwierigkeitsindex (1, 2, 3, 4 entspricht ‚falsch‘ und 6, 7, 8, 9 entspricht ‚richtig‘). Doch die mittlere Wertung ‚5‘ wäre hier nicht einzuordnen, weshalb sich eine andere Art der Bestimmung anbietet. Die Transformation der Werte auf einen Bereich von 0 bis 1 und die Mittelwertbildung kann als Ersatz dienen. Im ersten Schritt der Transformation wird von allen Testergebnissen der Ratingskala der Wert ‚1‘ abgezogen, um danach durch 8 zu teilen, woraus sich Werte zwischen 0 und 1 ergeben (Variable X_i). Mittelwertbildung über alle Fälle liefert dann den gewünschten Schwierigkeitsindex der einzelnen Frage.

$$W_i = 10 - V_i; i = 2, 10, 18; W_i = V_i \text{ sonst}$$

$$X_i = \frac{W_i - 1}{8}; 1 \leq i \leq 28$$

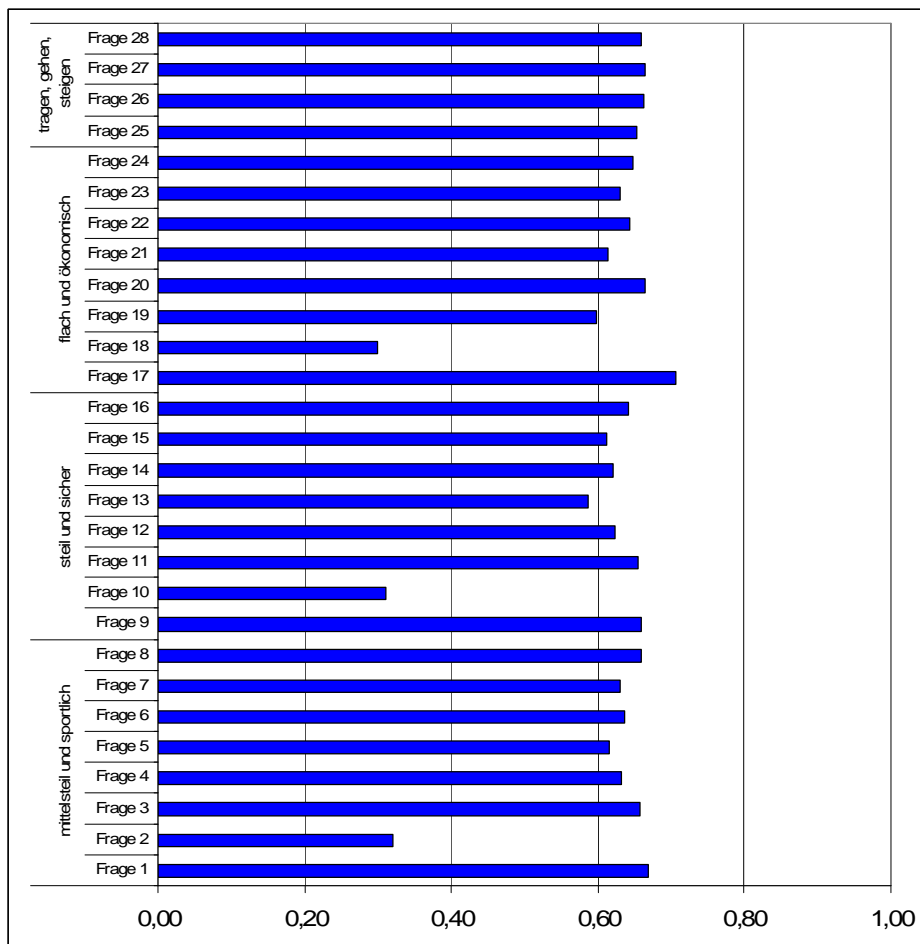


Abbildung 67: Schwierigkeitsindex der Fragen auf der Ratingskala

Die Schwierigkeitsindizes der Fragen auf Ratingskalen-Niveau werden für die vier Situationen differenziert in Abbildung 67 dargestellt.

Trennschärfekoeffizient

Diese Korrelation wird im verwendeten Programm SPSS in der ‚Reliabilitätsanalyse‘ errechnet, wobei die Maßzahl ‚Cronbach- α ‘ die innere Konsistenz auf der Grundlage der Inter-Item-Korrelation wiedergibt. Diese Prozedur wurde für die Fragen 1 bis 28 angewandt, die dichotomen Variablen wurden anhand der punktbiserialen Korrelation per Hand errechnet:

$$r_{pbis} = \frac{\bar{X}_r - \bar{X}}{s_x} \cdot \sqrt{\frac{p}{q}}$$

- r_{pbis} = punktbiserialer Korrelationskoeffizient
- \bar{X}_r = Rohmittelwert der Versuchspersonen mit richtiger Antwort
- \bar{X} = Rohmittelwert der Gesamtstichprobe
- s_x = Standardabweichung der Stichprobenrohwerter
- N_r = Anzahl der Versuchspersonen mit richtiger Antwort
- N = Stichprobenumfang

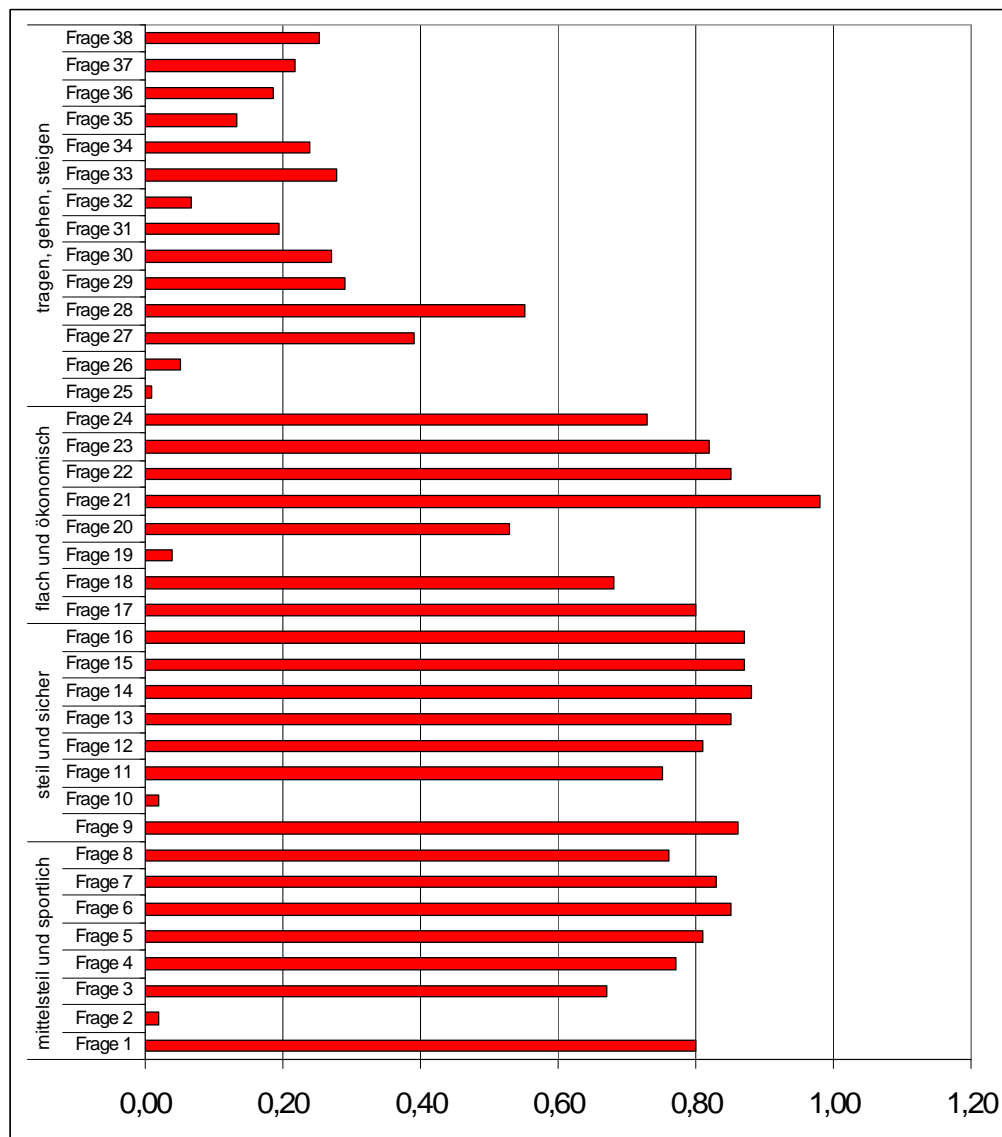


Abbildung 68: Trennschärfeindex aller Aufgaben

Tabelle 17: Ergebnisse der Aufgabenanalyse

	Gelände	Frage	Schwierigkeitsindex	Trennschärfe-koeffizient
Frage 1	mittelsteil	Die Aufgabe konnte ich umsetzen	0,67	0,80
Frage 2	mittelsteil	Wie fest war der Schuh geschlossen?	0,32	0,02
Frage 3	mittelsteil	Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,66	0,67
Frage 4	mittelsteil	Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts bei hohem Tempo war	0,63	0,77
Frage 5	mittelsteil	Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sportliches Fahren	0,62	0,81
Frage 6	mittelsteil	Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,64	0,85
Frage 7	mittelsteil	Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,63	0,83
Frage 8	steil	Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten empfinde ich	0,66	0,76
Frage 9	steil	Das steile Gelände war sicher befahrbar	0,66	0,86
Frage 10	steil	Wie fest war der Schuh geschlossen?	0,31	0,02
Frage 11	steil	Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,65	0,75
Frage 12	steil	Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts im steilen Gelände war	0,62	0,81
Frage 13	steil	Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sicheres Fahren im steilen Gelände	0,59	0,85
Frage 14	steil	Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,62	0,88
Frage 15	flach	Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,61	0,87
Frage 16	flach	Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im steilen Gelände empfinde ich	0,64	0,87
Frage 17	flach	Das flache Gelände war ökonomisch und mit Freude fahrbar	0,71	0,80
Frage 18	flach	Wie fest war der Schuh geschlossen?	0,30	0,68
Frage 19	flach	Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,60	0,04
Frage 20	flach	Der Schuh ermöglicht eine ökonomische, lockere Körperposition	0,67	0,53
Frage 21	flach	Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für ökonomisches, freudvolles Fahren	0,61	0,98
Frage 22	Komfort	Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,64	0,85
Frage 23	Komfort	Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,63	0,82
Frage 24	Komfort	Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im flachen Gelände empfinde ich	0,65	0,73
Frage 25	Komfort	Den Gehkomfort des Schuhs beurteile ich	0,65	0,01
Frage 26	Komfort	Den Komfort des Schuhs beim Stehen/Lifffahren beurteile ich	0,66	0,05
Frage 27	Komfort	Man muss den Schuh... zumachen, damit er gut sitzt.	0,66	0,39
Frage 28	Komfort	Ich empfinde die Grundvorlage in diesem Schuh als	0,66	0,55
Frage 29	Komfort	Der Schuh engt meinen Fuß ein	0,76	0,29
Frage 30	Komfort	Der Schuh gewährt die nötige Zehenfreiheit	0,84	0,27
Frage 31	Komfort	Der Schuh ist mir zu hart	0,89	0,19
Frage 32	Komfort	Der Schuh fixiert meine Ferse	0,69	0,07
Frage 33	Komfort	Der Schuh schmerzt an der Fußsohle	0,81	0,28
Frage 34	Komfort	Der Schuh schmerzt am Fußrist	0,88	0,24
Frage 35	Komfort	Der Schuh ist verständlich zu bedienen	0,89	0,13
Frage 36	Komfort	Der Schuh verleiht mir das Gefühl, ich hätte einen Klotz am Bein	0,87	0,19
Frage 37	Komfort	Der Schuh ist leicht an- und wieder auszuziehen	0,71	0,22
Frage 38	Komfort	Der Schuh gibt ein warmes Gefühl für den Fuß	0,82	0,25

Faktorenanalyse als Möglichkeit der Prüfung von Kriteriumsvalidität beim FFS

In der Faktorenanalyse geht es allgemein um das Aufdecken von Strukturen in einer Menge von Merkmalen im Sinne einer Zurückführung bestehender Zusammenhänge auf wenige Faktoren, die eine einfache Erklärung erlauben (vgl. Wernecke, 1995, S. 205). Das Verfahren führt eine größere Anzahl von Variablen auf eine kleinere Anzahl unabhängiger Einflussgrößen, Faktoren genannt, zurück. Dazu werden diejenigen Variablen, die stark miteinander korrelieren, zu einem Faktor zusammengefasst.

Ziel der Faktorenanalyse ist es, dass die Beobachtungen

$$x_j = (x_{1j} \quad \dots \quad x_{mj}),$$

die wie im vorliegenden Fall standardisiert und unabhängig voneinander identisch verteilt sein sollen, durch hypothetische Faktoren in Form einer linearen Beziehung ausgedrückt werden können:

$$x_{ij} = \sum_{l=1}^m a_{il} f_{lj} + e_{ij} = a_{i1} f_{1j} + \dots + a_{im} f_{mj} + e_{ij}$$

Die Koeffizienten a_{ij} werden als Faktorladungen bezeichnet. Je größer der Wert eines Koeffizienten a_{ij} , desto höher ist die Variable x_i in dem entsprechenden Faktor f_j geladen, es besteht also eine enge Beziehung zwischen dieser Variable und dem entsprechenden Faktor.

e_{ij} bezeichnet den Fehler der Faktorenanalyse.

Die Varianz und Kovarianzen zwischen den einzelnen Merkmalen stellen sich unter diesen Annahmen wie folgt dar:

$$V[x_i] = s_i^2 = V\left[\sum_{l=1}^m a_{il} f_{lj}\right] + V[e_i] = \sum_{l=1}^m a_{il}^2 + b_i^2 = h_i^2 + b_i^2$$

$$COV[x_i, x_k] = s_{ik} = \sum_{l=1}^m a_{il} a_{kl} \quad \forall i \neq k$$

Die Summe der Quadrate der a_{ij} (für $1 \leq i \leq m$) werden Kommunalitäten h_i^2 genannt.

$$h_i^2 = \sum_{l=1}^m a_{il}^2$$

In der klassischen Faktorenanalyse gilt es nun, die entsprechenden Faktorladungen a_{ij} und den Fehler e_{ij} zu schätzen. Dies geschieht häufig nach der Maximum-Likelihood-Methode. Auf dieses Vorgehen soll in der Arbeit nicht eingegangen werden, da die Extraktion der Faktoren mittels der Hauptkomponentenmethode errechnet und nicht ‚nur‘ geschätzt werden kann. Das Programm SPSS schlägt diese Methode auch als die Standardvariante vor (vgl. Bühl, 2002). Kurz zusammengefasst geht es bei der Hauptkomponentenanalyse darum, die beobachteten Merkmalsvektoren $x_j = (x_{1j} \quad \dots \quad x_{mj})$ ($1 \leq j \leq m$) als lineare Funktion neuer Vektoren

$y_j = (y_{1j} \dots y_{mj})$ darzustellen.

$$x_j = \sum_{l=1}^m c_l y_{lj}$$

Die durch lineare Transformation definierten, neuen Vektoren y_j , sollen sich aus der Drehung des durch die Vektoren x_j ergebenden Koordinatensystems im m -dimensionalen Vektorraum unter der Nebenbedingung, ein Maximum an Merkmalsrelevanz von x auszuschöpfen, ergeben. Bei dieser Methode ergeben sich die y_j aus der Berechnung des Eigenwertproblems $(S-\lambda E)c = 0$.

S ist die aus den m Beobachtungen x_j geschätzte Kovarianzmatrix von x .

Die reellen Wurzeln oder Eigenwerte $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_m$ dieses Problems werden als Hauptkomponenten bezeichnet. Dies entspricht geometrisch der Rotation des ursprünglichen Koordinatensystems der x_i in die Hauptachsen y_i .

Im Falle der Hauptkomponentenanalyse in SPSS wird noch eine weitere Eigenschaft der Matrix S unter Standardisierungsbedingungen ausgenutzt.

$$S = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1m} \\ s_{21} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{m1} & \dots & \dots & s_{mm} \end{pmatrix}; s_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)(y_{ij} - \bar{y}_i)$$

Diese Matrix entspricht unter den vorliegenden Standardisierungsbedingungen gerade der Matrix der Korrelationen zwischen den einzelnen Beobachtungen. Auf der Hauptdiagonalen finden sich die Kommunalitäten h_i^2 wieder. Der extrahierte Faktor ist nun derjenige, der das Maximum der Gesamtkommunalität ausschöpft, der zweite Faktor derjenige, der das Maximum des verbleibenden Rests an Gesamtkommunalität ausschöpft und so weiter.

Tabelle 18: Eigenwerte und Anteil an der Gesamtvarianz des Tests

	Eigenwert	% der Varianz	Kumulierte % der Varianz
Faktor 1	14,58	41,66	41,66
Faktor 2	4,59	13,11	54,78

Errechnet werden in der ausgewählten Hauptkomponentenanalyse die Eigenwerte der entsprechenden Matrix. Eigenwerte, die größer als 1 sind, werden als Faktoren eingestuft und deren

Anteil an der Gesamtvarianz ausgegeben. Für die vorliegende Untersuchung lassen sich so 2 Faktoren extrahieren, die einen Anteil von 54% der Gesamtvarianz besitzen zur Untersuchung der Validität dienen. Ziel der Faktorenanalyse ist es dann, die Ladungen der jeweiligen Items zu den entsprechenden Faktoren festzustellen und dann die Zusammenhänge zu deuten, was zumeist die große Schwierigkeit darstellt. Für einen homogenen Test ist im Allgemeinen eine 1-Faktor-Lösung zu erwarten, also ein varianzstarker erster Faktor, auf den die aussagekräftigen Items hoch laden. Da Ladungen Korrelationen darstellen, ist der maximale Ladungswert eines Merkmals 1. Ergänzend gilt es an-

zumerken, dass bedeutende Statistiker wie Thurstone diese Methode aufgrund nicht ausreichender Schärfe ablehnen (vgl. auch Wernecke, 1995, S. 215). Für die Bestimmung der Konstruktvalidität ist sie allerdings ein anerkanntes Verfahren. Für die Errechnung der Faktoren in der vorliegenden Situationsbezogenen Performance Studie wurden die Fragen des Fragebogens, die auf der Rating-skala zu beantworten waren, mit einbezogen. Die Fragen 2, 10 und 18 wurden aufgrund der schwachen Trennschärfe aus der Itemanalyse für die Faktorenanalyse ausgeschlossen. Auf Grundlage dieser Faktorenbestimmung wird die Ladung eines jeden einzelnen Items auf den entsprechenden Faktor bestimmt, um bestehende Zusammenhänge sehen zu können.

Tabelle 19: Faktorenladungen der einzelnen Items

	Komp. 1	Komp. 2
Situation 1		
Die Aufgabe konnte ich umsetzen	0,86	0,06
Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,71	0,10
Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts bei hohem Tempo war	0,83	0,12
Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sportliches Fahren als	0,86	0,05
Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,91	0,13
Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,87	0,02
Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten empfinde ich als	0,82	0,17
Situation 2		
Das steile Gelände war sicher befahrbar	0,90	0,08
Der Einfluss des Schuhs auf die gestellte Aufgabe war	0,78	0,04
Der Einfluss des Schuhs auf die Stabilisierung meines Gleichgewichts im steilen Gelände war	0,85	0,14
Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für sicheres Fahren im steilen Gelände als	0,89	0,04
Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt mine Aktionen	0,92	0,11
Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,90	0,02
Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im steilen Gelände empfinde ich als	0,85	0,17
Situation 3		
Das flache Gelände war ökonomisch und mit Freude fahrbar	0,66	0,36
Der Einfluss des Schuhs auf die ge-	0,54	0,30

stellte Aufgabe war		
Der Schuh ermöglicht eine ökonomische, lockere Körperposition	0,47	0,60
Die Zunahme der Vorlagesteifigkeit (Druckaufbau) des Schuhs empfinde ich für ökonomisches, freudvolles Fahren als	0,64	0,49
Ich habe das Gefühl, der Schuh überträgt meine Aktionen	0,87	0,08
Ich spüre die Reaktionen von Schnee und Ski mit diesem Schuh	0,84	0,15
Die Stützwirkung des Schuhs nach hinten im flachen Gelände empfinde ich als	0,77	0,04
Situation 4		
Den Gehkomfort des Schuhs beurteile ich als	0,08	0,79
Den Komfort des Schuhs beim Stehen/Liftfahren beurteile ich als	0,04	0,83
Man muss den Schuh...zumachen, damit er gut sitzt	0,38	0,44
Ich empfinde die Grundvorlage des Schuhs als	0,54	0,45
Der Schuh engt meinen Fuß ein	0,08	0,59
Der Schuh gewährt die nötige Zehenfreiheit	0,04	0,40
Der Schuh ist mir zu hart	0,04	0,55
Der Schuh fixiert meine Ferse	0,63	0,12
Der Schuh schmerzt an der Fußsohle	0,14	0,43
Der Schuh schmerzt am Fußrist	0,09	0,49
Der Schuh ist verständlich zu bedienen	0,07	0,11
Der Schuh verleiht mir das Gefühl, ich hätte einen Klotz am Bein	0,04	0,43
Der Schuh ist leicht An- und wieder Auszuziehen	0,19	0,41
Der Schuh gibt ein warmes Gefühl für den Fuß	0,01	0,49

Die hohen Ladungen der Items 1 bis 16 auf den ersten Faktor legen die Vermutung nahe, dass die Fahreignung des Skischuhs anhand dieser Items bestimmt wird. Die im Fragebogendesign hinterlegte Anforderungsliste eines Skischuhs bezüglich der fahrspezifischen Anforderungen wird hierbei nicht differenziert getestet, sondern es ergibt sich ein übergeordneter „Fahrfaktor“, der allen Items gemeinsam ist. Die ähnliche Verteilung der Ladungen für die Items der Aufgabenstellung sportliches Fahren im mittelsteilen Gelände (Situation 1) und das sichere Fahren im steilen Gelände (Situation 2) deutet auf einen unzureichenden Unterschied zwischen diesen beiden Situationen hin.

Für die Situation 3, das ökonomische Fahren im flachen Gelände, zeigt sich eine veränderte Ladung der beiden Items. Die letzten Fragen laden zwar wiederum hoch auf die Fahreignung, doch die ersten Fragen laden stärker auf den

zweiten Faktor. Die höheren Ladungen der ersten Fragen aus Situation 4 auf den zweiten Faktor legt nahe, dass hier „Benutzungskomfort“ als übergeordnete Komponente den Fragen gemeinsam ist. Damit impliziert die Faktorenbeurteilung, dass für ökonomisches Fahren der Benutzungskomfort eine große Bedeutung hat, dieser aber in den Fahrsituationen mit höheren äußeren Kräften, wie in Situation 1 und 2, nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die fahrungspezifischen Items aus Situation 4 zeigen dann im Gegensatz zu Situation 1 und 2 eine weniger klare Ladungsverteilung. Dies ist kaum verwunderlich, da die Fragen alle auf die personalen Anforderungen des Skischuhs zielen und diese für jedes Individuum unterschiedlich sein können.

Material und Testergruppe für die praktische Durchführung des FFS

Material

Das Schuh-Testmaterial erhielten die Testpersonen in einem geschlossenen, trockenen und warmen Raum. Die restlichen Systembestandteile (Ski, Bindung und Bindungsplatte) wurden zur Wahrung der Objektivität standardisiert. Alle Tester wurden mit einem vielseitigen Allroundski der Marke K2 mit gleicher Bindung und Bindungsplatte ausgestattet.

14 verschiedene Test-Skischuhmodelle wurden ausgewählt und in allen verfügbaren Größen zur Verfügung gestellt. Die Skischuhe wurden entsprechend ihrer Beschreibung und Produktspezifikation den Kategorien Allround, Race oder Softboot zugeordnet und im Testraum in drei getrennten Abteilungen platziert, um die wechselnde Schuhabfolge für die Testfahrten zu ermöglichen. Die Grundlage für die Bewertung liefert die erste Testfahrt mit dem eigenen Skischuh.

Tabelle 20: Verwendete Schuhtypen

1	Salomon Verse
2	Salomon Ellipse
3	Salomon Crossmax 10
4	Atomic T 11
5	Nordica Easy Move
6	Nordica Beast
7	Atomic B Series
8	Nordica Dobermann
9	Lowa SC 400
10	Lowa SF R
11	Head E-Fit 9.0
12	Head S 10
13	Head RS 100
14	Head E-Zone 105

Testkollektiv

Anhand eines Eingangsfragebogens wurden eigene Grunddaten der Testpersonen erhoben (vgl. Tabelle 21), darunter auch Einstellungen zu den im Test verwendeten Skischuhfirmen. Insgesamt 27 Testpersonen nahmen an der Untersuchung teil. Die größte Gruppe an Testern sind erfahrene Skifahrer ohne spezielle Kenntnisse in der Skitechnik (Allrounder'). Die zweite Gruppe besteht aus erfahrenen Skilehrern, die an die Umsetzung von definierten Fahraufgaben gewöhnt sind und ein gutes Verständnis für skitechnische Zusammenhänge besitzen (Skilehrer). In der dritten und kleinsten Gruppe finden sich ausschließlich erfahrene Tester im Bereich Ski und Wintersport (Tester).

bio- und soziometrische



Abbildung 69: Testraum mit Skischuhen der Kategorie Allround

Tabelle 21: Testerprofil

Gruppe	N		Alter [Jahre]	Erfahrung [Jahre]	Können [1...9]	Eigener Schuh [1...9]	Skitage pro Jahr [Tage]
Allrounder	13	MW	41,23	27,61	4	7	10-30
		StaAbw.	11,16	13,92			
Skilehrer	8	MW	32	26	7	8	>30
		StaAbw.	8,79	8,52			
Testprofis	5	MW	40,8	33	8	8	>30
		StaAbw.	8,22	6,28			

Die Einschätzung zum Können und zum eigenen Schuh wurde in Ratingskalen gestellt. ‚1‘ bedeutet dabei die negativste Ausprägung, ‚9‘ die positivste Ausprägung. (MW = Mittelwert, StaAbw. = Standardabweichung)

Zusätzlich wurden im Rahmen des Tests zur Kontrolle der Tester Blauabdrücke der Füße aller Testpersonen angefertigt. Diese Darstellung der Fußform und Druckverteilung ermöglicht die Einschätzung der Fußformen durch einen Experten. Zusätzlich wurden Photos der Testerfüße aus drei Richtungen angefertigt. Die einzelnen Blauabdrücke und Bilder wurden nach Beendigung der Untersuchung einem Skischuh- und Fußexperten vorgelegt, um eine Einschätzung der Fußformen und Problemfüßen zu erhalten. Alle Füße konnten als für den Test einsetzbar bewertet werden, extreme Problemfälle waren nicht in der Testgruppe vertreten.

Tabelle 22: Fußcharakterisierung der Testerfüße

Gruppe		Breite links	Breite rechts	Spreizfuß		Hallux valgus	Zehenform	
				leicht	stark		Gerade	Auswärts
Allrounder	Mittelwert	10,43	10,7	leicht	38%	38%	Gerade	62%
	StaAbw.	0,71	0,76	stark	62%		Auswärts	38%
Skilehrer	Mittelwert	10,46	10,7	leicht	50%	13%	Gerade	62,5%
	StaAbw.	0,53	0,52	stark	50%		Auswärts	37,5%
Testprofis	Mittelwert	10,44	10,72	leicht	80%	20%	Gerade	80%
	StaAbw.	1,02	1,03	stark	20%		Auswärts	20%

Die Breite des Fußes wurde anhand der am Blauabdruck eingezeichneten Linie zwischen Großzehen- und Kleinzehengrundgelenk gemessen. So lässt sich der Spreizfuß (Pes transversus) feststellen, eine sehr häufig auftretende Fußdeformität, bei der es zu einem Absinken des Fußquergewölbes und zu einer Verbreiterung des Vorfußes kommt. Beim Hallux valgus kommt es zu einem Abknicken der Großzehe im Großzehen-Grundgelenk nach medial (innen). Damit richten Die auswärts gerichtete Zehenform als letztes erhobenes Kriterium deutet ebenfalls auf einen Hallux valgus hin. (vgl. Pschyrembel, 1993, S. 590).

Überprüfung der Reproduzierbarkeit des physikalischen Messverfahrens

Probeversuche:

Zur Abstimmung und Bewertung des Messstandes und Systems bezüglich der Sensitivität und Reproduzierbarkeit verhelfen erste Versuche nach der Endmontage der Einzelbestandteile.

Reproduzierbarkeit

In den ersten Versuchen wird die Wiederholbarkeit der Messungen überprüft. Dazu wird ein Schuhmodell mit gleichbleibenden Messparametern mehrmals vermessen, die Ergebnisse werden anschließend miteinander verglichen.

Bei den Ergebnissen aus Abbildung 70 zeigt sich eine gute Überlappung der

Versuche, was für eine zufriedenstellende Wiederholbarkeit spricht. In den Versuchen zeigt sich jedoch, dass für die Reproduzierbarkeit die konstante Dämpfung des Aufpralls entscheidend ist.

Die Abweichung der Messungen am

Messendwert bei 5 aufeinanderfolgenden Messungen beträgt bei einem Messbereichsendwert von 194 Nm lediglich 4,8 Nm, weshalb man von einem reproduzierbaren Messverfahren sprechen kann, das jedoch von der Dämpfung des Aufpralls stark abhängig ist.

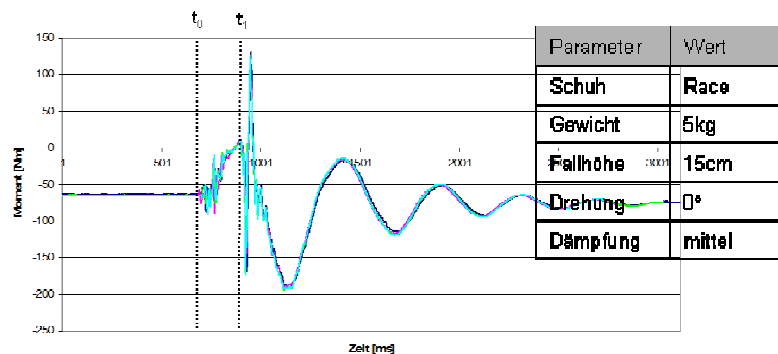


Abbildung 70: Reproduzierbarkeit des Moments M_y : vier Versuche mit gleichbleibenden Parametern

Plausibilität

In den Untersuchungen zur Plausibilität werden nun gezielt die Parameter Gewicht, Fallhöhe und Dämpfung variiert, um die Ergebnisse des Messsystems kritisch zu hinterfragen und die Sensitivität des Systems abzuschätzen.

Für die Erhöhung des Fallgewichtes auf der Prothese wie auch für die Vergrößerung der Fallhöhe ist eine Erhöhung des auf den Skischuh wirkenden Moments M_y zu erwarten.

Die Erwartungen bestätigen sich sowohl bezüglich der Gewichtserhöhung als auch bezüglich der Fallhöhe. Entsprechend der Gewichtserhöhung zeigt sich schon in der Ruhelage eine Vergrößerung des übertragenen Moments auf den Messaufnehmer. Besonders deutlich zeigt sich der erwartete Unterschied auch

im Ausschwingen der Prothese, das zu erwartende Unterschiede in Frequenz und Höhe des Moments mit unterschiedlichen Gewichten aufzeigt.

Bei Zunahme der Fallhöhe vergrößert sich das übertragene Moment auf die Messdose ebenfalls. Außerdem bedingt die Veränderung der Beschleunigungszeit der Pendelplatte mit steigender Fallhöhe eine Rechtsverschiebung der typischen Kurvenverläufe. Der lineare Anstieg der Fallhöhe lässt sich jedoch nicht mehr im Ergebnis ablesen.

Scheinbar ist der Unterschied zwischen den Fallhöhen 30 cm und 40 cm nicht mehr so groß wie bei den kleineren Fallhöhen. Die Überprüfung der Messwerte der Winkelmessung im Schuh ergibt wie dies in Abbildung 72 und Abbildung 73 zu sehen ist ein ebenfalls zufrieden stellendes Ergebnis. Die Erhöhung der Last oder Vergrößerung der Fallhöhe bedingen eine Steigerung der Flexionswinkel

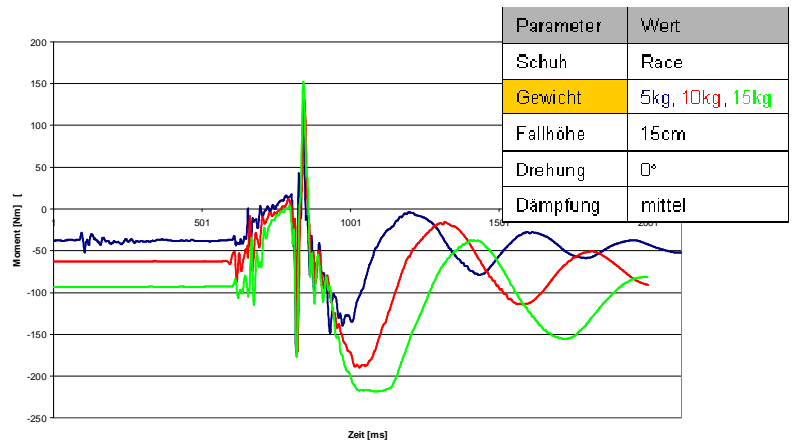


Abbildung 71: Momentverlauf M_y bei verschiedenen Gewichten auf der Prothese

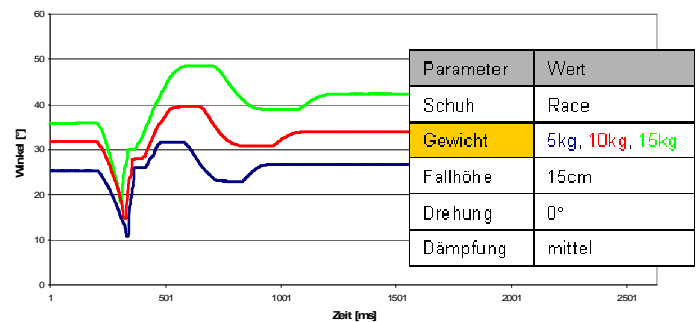


Abbildung 72: Winkelverlauf im oberen Sprunggelenk bei unterschiedlichen Gewichten auf der Prothese

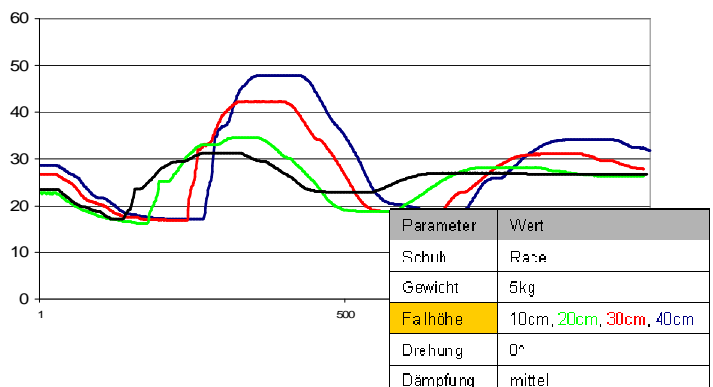


Abbildung 73: Winkelverläufe zu unterschiedlichen Fallhöhen

im Sprunggelenk. Bei der Erhöhung des auf der Prothese befindlichen Gewichts fällt zusätzlich die veränderte statische Vorbelastung des Schuhs zu Beginn der Messung ins Auge. Die veränderten Fallhöhen bedingen eine Zeitverschiebung der Flexion. Allerdings ist der Umfang der Plantarflexion in der Phase des freien Falls bei allen Fallhöhen ähnlich.

Die Gestaltung des Aufpralls der Pendelplatte war schon in der Planung ein Aspekt von hohem Interesse. Auch die ersten Versuche, die als Herantasten an die möglichen Belastungen der Sensorik gestaltet wurden, zeigen den bedeutenden Einfluss unterschiedlicher Dämpfungskonzepte für die dynamische Vermessung von Skischuhen. Um den Einfluss abzuschätzen, wurden verschiedene einfache und leicht realisierbare Dämpfungsmöglichkeiten angebracht.

Dämpfung	Realisierung
Hart	Schaumstoffumwicklung (1cm Dicke)
Mittel	Schaumstoffumwicklung (1cm dick) mit Zusatzgewicht auf der Pendelplatte
Weich	Sandsack mit aufgebrachtener Schaumstoffumwicklung

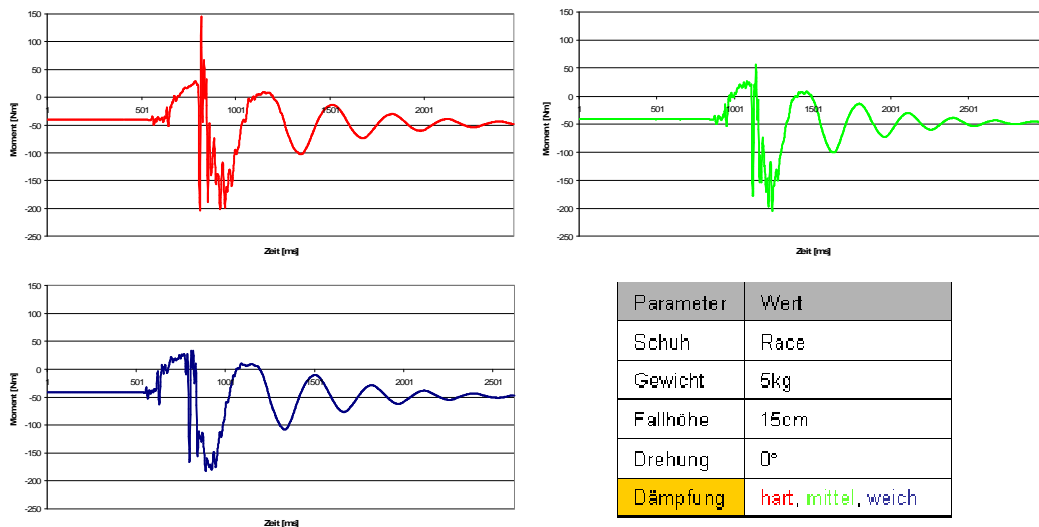


Abbildung 74: Versuche mit unterschiedlichen Dämpfungen

Ziel der Variation der Dämpfung ist ein möglichst linearer Verlauf des Moments M_y . In den Versuchen zeigt sich die verbesserte Linearität bei erhöhter Dämpfung des Systems. Besonders der Anfangspeak bei Auftreffen der Pendelplatte lässt sich so deutlich verringern. In den Versuchen sollte eine hohe Dämpfung verwendet werden, um eindeutige Ergebnisse generieren zu können.

Lebenslauf

Vor- und Nachname:	Christoph Ebert
Geburtsdatum und –ort:	02.07.1976 in Bad Tölz
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Familienstand:	ledig
Konfession:	katholisch
Eltern:	Dr. Anna Ebert, Burkhard Ebert
Adresse:	Nestroystr. 17, 81373 München
Telefon:	+49-89-32605499, +49-177-858 90 80
Mail:	ce@s2b-sport.de
Ausbildung und beruflicher Werdegang	<p>1982 – 1986 Grundschule Lenggries</p> <p>1986 – 1995 Gymnasium Bad Tölz mit Abschluss der allgemeinen Hochschulreife</p> <p>Okt. 1995 – Juli 1996 Grundwehrdienst 6./GebJgBtl. 233</p> <p>Nov. 1996 – Juni 2002 Studium des Lehramts an Gymnasien (Mathematik, Sport) an der Ludwig Maximilians Universität München und der Technischen Universität München</p> <p>Juni 2002 Erstes Staatsexamen</p> <p>Juni 2002 – Jan. 2003 Geschäftsführer des Skigau Oberland; sportwissenschaftlicher Berater des Deutschen Skiverbands</p> <p>Jan. 2003 – ca. Mai 2005 Promotionsstudium an der Fakultät für Sportwissenschaft der TU München am Fachgebiet Sportgeräte und Materialien; zweijähriges Promotionsstipendium</p> <p>Jan. 2004 – Dez. 2004 Hagener Managementstudium für Führungskräfte und Führungsnachwuchskräfte</p> <p>2006 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Sportgeräte und Materialien der Technischen Universität München</p> <p>Seit 2007 Geschäftsführer der s2b Science to Business GmbH</p> <p>Seit 2007 Projektleiter des House of Tests am Kompetenzzentrum Sport Gesundheit Technologie Garmisch Partenkirchen</p>
Zusatzqualifikationen	Staatlich geprüfter Skilehrer und Skilanglauflehrer