

Aus dem Institut für Rehabilitation und Behindertensport
der Deutschen Sporthochschule Köln
Geschäftsführender Leiter: Univ. Prof. Dr. Ingo Froböse

Ergonomie in der Sportwissenschaft

Entwicklung eines Konzepts der Sportergonomie am Beispiel des Radfahrens unter besonderer Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort

Von der Deutschen Sporthochschule Köln
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Sportwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Kim Alexander Tofaute
aus Seoul

Köln 2009

Aus dem Institut für Rehabilitation und Behindertensport
der Deutschen Sporthochschule Köln
Geschäftsführender Leiter: Univ. Prof. Dr. Ingo Froböse

Ergonomie in der Sportwissenschaft

Entwicklung eines Konzepts der Sportergonomie am Beispiel des Radfahrens unter besonderer Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort

Von der Deutschen Sporthochschule Köln
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Sportwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Kim Alexander Tofaute
aus Seoul

Köln 2009

Vorsitzende des

Promotionsausschusses:

Univ.-Prof. Dr. I. Hartmann-Tews

1. Referent:

Univ. Prof. Dr. I. Froböse

2. Referent:

Prof. Dr. V. Senner

Tag der ersten mündlichen Prüfung:

28.07.2009

Tag der zweiten mündlichen Prüfung:

27.08.2009

Hierdurch versichere ich an Eides statt: Ich habe die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen angefertigt; sie hat noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen. Wörtlich übernommene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitate kenntlich gemacht worden.

Hierdurch erkläre ich, dass ich die „Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Sporthochschule Köln in der aktuellen Fassung eingehalten habe.

Kim Alexander Tofaute, Koblenz 2009

Danksagung

Ich möchte allen herzlich danken, die mir bei der Dissertation zur Seite standen. Besonderer Dank geht an meine Eltern. Auch meinen Lehrern möchte ich danken, hier insbesondere Prof. Dr. Ingo Froböse für die Überlassung des Themas und die fachliche und persönliche Betreuung, die von großem Vertrauen und offener Fürsprache geprägt war. Ebenfalls möchte ich Prof. Dr. Veit Senner für die Begutachtung der Arbeit danken. Einen herzlichen Dank auch an die Kollegen aus dem Institut für Rehabilitation und Behindertensport, allen voran Christian Güttge. Hervorheben möchte ich ebenfalls die Kollegen des Projekt-Wellcom, Gunnar Schmidt, Billy Sperlich und Felix Matthaei. Vielen Dank an Franc Arnold für seine Unterstützung. Einen sehr herzlichen Dank an alle Probanden, Helfer und Freunde, die mich immer wieder ermutigt haben.

*Phantasie ist wichtiger als Wissen,
denn Wissen ist begrenzt.*

Albert Einstein

INHALTSVERZEICHNIS ÜBERSICHT

EINLEITUNG: ZIELSETZUNG UND STRUKTUR DER ARBEIT	1
TEIL I	6
1 ERGONOMIE, TECHNIK UND SPORT	7
1.1 Einführung in Ergonomie, Technik und Sport.....	7
1.2 Ergonomie: Allgemeine Begriffsbestimmung	10
1.3 Sport und Freizeit als Anwendungsbereiche der Ergonomie.....	25
1.4 Ergonomie und Technologie im Sport.....	34
1.5 Begriffsbestimmung Technologie.....	44
1.6 Definition Sport	51
2 SPORTERGONOMIE IM FOKUS VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT	61
2.1 Ergonomie im Sport	62
2.2 Sportergonomie	76
2.3 Bedürfnisse in der Sportergonomie	84
2.4 Zielkriterien in der Sportergonomie.....	87
2.5 Der Gesundheitsaspekt in der Sportergonomie.....	92
2.6 Begriffsbestimmung Wohlbefinden	105
2.7 Definition Komfort und Komfortmodelle	122
2.8 Das Belastungs-/Beanspruchungsmodell in der Sportergonomie	131
3 SPORTERGONOMIE UND RADFAHREN	139
3.1 Ergonomie beim Radfahren	139
3.2 Ergonomie beim Radfahren unter Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort	144

3.3 Schnittstellenanalyse Sportler-Fahrrad	151
TEIL II	162
4 SPORTERGONOMISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUM RADFAHREN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT	163
4.1 Einleitung	163
4.2 Fragestellungen.....	164
4.3 Methoden zur Untersuchung von sportergonomischen Fragestellungen	165
5 STUDIE ZUM STELLENWERT VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT BEI RADFAHRERN AUS ERGONOMISCHER PERSPEKTIVE.....	173
5.1 Methodik Online-Fragebogen zur Analyse von Beschwerden und ergonomischen Maßnahmen beim Radfahren	173
5.2 Ergebnisse Online-Befragung	181
5.3 Diskussion Online-Befragung.....	201
6 SATTELDRUCKMESSUNGEN ZUR BESTIMMUNG DES SITZKOMFORTS BEIM RADFAHREN	213
6.1 Methodik Sattelstudie	213
6.2 Ergebnisse Sitzkomfort bei Fahrradsätteln	222
6.3 Diskussion Sitzkomfort bei Fahrradsätteln	234
7 LABORUNTERSUCHUNG DER SCHNITTSTELLE LENKERGRIFFE ZUR ERHÖHUNG VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT BEIM RADFAHREN	239
7.1 Methodik Komfort bei Lenkergriffen	241
7.2 Ergebnisse Griffstudie	254
7.3 Diskussion Griffstudie.....	270

8 UNTERSUCHUNG ZUM EINFLUSS VON ERGONOMISCHEN GRIFFEN UND SÄTTELN BEI EINEM MOUNTAINBIKEETAPPENRENNEN AUF WOHLBEFINDEN UND KOMFORT	277
8.1 Methodik Feldstudie.....	277
8.2 Ergebnisse Feldstudie.....	284
8.3 Diskussion Feldstudie.....	297
TEIL III	300
9 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN ERGONOMIE BEIM RADFAHREN	301
9.1 Diskussion Methoden Studien Sportergonomie und Radfahren	301
9.2 Ergebnisdiskussion der Studien im Überblick	311
10 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK SPORTERGONOMIE	315
10.1 Schlussfolgerungen für sportergonomische Zielkriterien beim Radfahren	315
10.2 Schlussfolgerungen Sportergonomie	321
10.3 Ausblick Sportergonomie	332
LITERATURVERZEICHNIS	334
Zusammenfassung	360
Abstract	362

INHALTSVERZEICHNIS DETAILLIERT

EINLEITUNG: ZIELSETZUNG UND STRUKTUR DER ARBEIT	1
TEIL I	6
1 ERGONOMIE, TECHNIK UND SPORT	7
1.1 Einführung in Ergonomie, Technik und Sport.....	7
1.2 Ergonomie: Allgemeine Begriffsbestimmung	10
1.2.1 Historie der Ergonomie	11
1.2.2 Begriffsbestimmungen Ergonomie.....	14
1.3 Sport und Freizeit als Anwendungsbereiche der Ergonomie.....	25
1.3.1 Die Bedeutung des Begriffs Arbeit im Zusammenhang mit Ergonomie	25
1.3.2 Der Zusammenhang von Arbeit und Freizeit	31
1.4 Ergonomie und Technologie im Sport.....	34
1.4.1 Begriffsbestimmung Technik für den Sport.....	35
1.4.2 Technik im Sport und der Sportwissenschaft.....	39
1.5 Begriffsbestimmung Technologie.....	44
1.5.1 Technologisierung des Sports	46
1.5.2 Von der Technologisierung des Sports zur Sporttechnologie	47
1.5.3 Sporttechnologie als Disziplin in der Sportwissenschaft	49
1.6 Definition Sport	51
2 SPORTERGONOMIE IM FOKUS VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT.....	61
2.1 Ergonomie im Sport	62
2.1.1 Unterscheidung von Ergonomie und Arbeitswissenschaft.....	62
2.1.2 Modelle der Ergonomie im Sport.....	63
2.1.3 Zusammenhänge von Technologie und Ergonomie im Sport.....	67
2.1.4 Besonderheiten der Ergonomie im Sport	68
2.1.4.1 Arbeitsbedingungen im Sport.....	71
2.1.4.2 Das technische System im Sport	73
2.1.4.3 Die Interaktion Sportler-technische Artefakte	74
2.2 Sportergonomie	76
2.2.1 Von der Ergonomie im Sport zur Sportergonomie	76
2.2.2 Definition Sportergonomie.....	81
2.3 Bedürfnisse in der Sportergonomie	84

2.4 Zielkriterien in der Sportergonomie.....	87
2.4.1 Zielkriterium Leistung.....	87
2.4.2 Zielkriterium Gesundheit	89
2.5 Der Gesundheitsaspekt in der Sportergonomie.....	92
2.5.1 Definition Gesundheit	92
2.5.2 Salutogenesemodell.....	96
2.5.3 Anforderungs-Ressourcen-Modell	99
2.5.4 Das Modell der funktionalen Gesundheit.....	100
2.6 Begriffsbestimmung Wohlbefinden	105
2.6.1 Theoretische Konzepte und Faktoren zum Wohlbefinden	107
2.6.2 Glück	112
2.6.3 Emotion	116
2.6.4 Spaß.....	118
2.6.5 Resümee Definition Wohlbefinden.....	121
2.7 Definition Komfort und Komfortmodelle	122
2.7.1 Resümee Definition Komfort	127
2.7.2 Messung und Bewertung von Komfort	129
2.8 Das Belastungs-/Beanspruchungsmodell in der Sportergonomie	131
2.8.1 Begriffsbestimmung von Belastung und Beanspruchung	131
2.8.1.2 Beanspruchung	133
2.8.1.3 Belastungs-Beanspruchungskonzept und Belastbarkeit.....	134
2.8.2 Belastungs-Beanspruchungskonzept in der Sportergonomie	136
3 SPORTERGONOMIE UND RADFAHREN	139
3.1 Ergonomie beim Radfahren	139
3.1.1 Ergonomische Zielkriterien beim Radfahren	139
3.1.1.1 Sicherheit beim Radfahren	140
3.1.1.2 Leistung und Radfahren	141
3.2 Ergonomie beim Radfahren unter Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort	144
3.2.1 Technische Entwicklung beim Fahrrad und Ergonomie beim Radfahren	146
3.2.2 Historische Entwicklung des Fahrrades unter dem Aspekt Ergonomie	146
3.2.3 Aktuelle Trends	148
3.3 Schnittstellenanalyse Sportler-Fahrrad	151
3.3.1 Fahrradtypologie und Zielgruppe Komfort	151
3.3.2 Betrachtung der Schnittstelle Mensch-Sportgerät.....	154
3.3.2.1 Haltung auf dem Fahrrad.....	154
3.3.2.2 Belastung der Kontaktpunkte	156
3.3.2.3 Einwirkung von weiteren Belastungen über die Schnittstelle Fahrrad	159
3.3.3 Forschungsbedarf	160

TEIL II	162
4 SPORTERGONOMISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUM RADFAHREN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT	163
4.1 Einleitung	163
4.2 Fragestellungen.....	164
4.3 Methoden zur Untersuchung von sportergonomischen Fragestellungen	165
4.3.1 Methodik biopsychosozialer Ansatz	165
4.3.2 Methodik biomechanisch-technischer Ansatz.....	169
4.3.3 Methodik praxisorientierter Ansatz.....	170
4.3.4 Zusammenfassung Vorüberlegungen Methodik	171
5 STUDIE ZUM STELLENWERT VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT BEI RADFAHRERN AUS ERGONOMISCHER PERSPEKTIVE.....	173
5.1 Methodik Online-Fragebogen zur Analyse von Beschwerden und ergonomischen Maßnahmen beim Radfahren	173
5.1.1 Fragestellungen und Hypothesen Online-Befragung	173
5.1.2 Vorüberlegungen Methodik Online-Befragung	174
5.1.3 Untersuchungsmaterial Online-Fragebogen.....	176
5.1.4 Durchführung der Untersuchung.....	180
5.1.5 Auswertungsstrategie	180
5.2 Ergebnisse Online-Befragung	181
5.2.1 Deskriptive Auswertung.....	181
5.2.1.1 Stichprobe und Probanden.....	181
5.2.1.2 Fahrrad und Nutzung.....	182
5.2.1.3 Allgemeiner Gesundheitsstatus der Probanden.....	188
5.2.1.4 Beschwerden beim Radfahren.....	192
5.2.1.5 Maßnahmen gegen Beschwerden beim Radfahren	196
5.2.2 Zusammenhang von Beschwerden beim Radfahren und ergonomischen Maßnahmen	198
5.2.3 Zusammenfassung	199
5.3 Diskussion Online-Befragung.....	201
5.3.1 Diskussion Methode	201
5.3.1.1 Fehlerhaftes Ausfüllen des Fragebogens.....	201
5.3.1.2 Inhaltsvalidität	201
5.3.1.3 Verallgemeinerung der Ergebnisse	202
5.3.2 Diskussion Ergebnisse Online-Befragung.....	208
5.3.2.1 Stichprobe und Zielgruppe	208
5.3.2.2 Motive der Fahrradnutzung.....	209
5.3.2.3 Beschwerden beim Radfahren.....	210

5.3.2.4 Ergonomische Maßnahmen	212
6 SATTELDRUCKMESSUNGEN ZUR BESTIMMUNG DES SITZKOMFORTS BEIM RADFAHREN	213
6.1 Methodik Sattelstudie	213
6.1.1 Fragestellungen und Hypothesen Sattel	213
6.1.2 Vorüberlegungen Methodik Sattelstudie Labor	214
6.1.3 Versuchsaufbau und Materialien	216
6.1.4 Probanden	219
6.1.5 Durchführung	219
6.1.6 Auswertung	221
6.2 Ergebnisse Sitzkomfort bei Fahrradsätteln	222
6.2.1 Qualitative Analyse – Scan-Bilder	222
6.2.2 Quantitative Analyse Druckwerte	224
6.2.2.1 Ranking Sättel	224
6.2.2.2 Druckwerte der Sättel	226
6.3 Diskussion Sitzkomfort bei Fahrradsätteln	234
6.3.1 Methode Sattelstudie	234
6.3.2 Ergebnisse Sattelstudie	235
7 LABORUNTERSUCHUNG DER SCHNITTSTELLE LENKERGRIFFE ZUR ERHÖHUNG VON GESUNDHEIT, WOHLBEFINDEN UND KOMFORT BEIM RADFAHREN	239
7.1 Methodik Komfort bei Lenkergriffen	241
7.1.1 Fragestellungen und Hypothesen	241
7.1.2 Vorüberlegungen	242
7.1.3 Versuchsaufbau	243
7.1.4 Messapparaturen	245
7.1.4.1 Druckmesssystem	245
7.1.4.2 EMG-Messsystem	246
7.1.4.3 Fragebogen	246
7.1.5 Probanden	247
7.1.6 Durchführung	248
7.1.7 Auswertung	250
7.1.7.1 Druckverteilungsmessung	250
7.1.7.2 Elektromyogramm	252
7.1.7.3 Fragebogen	253
7.2 Ergebnisse Griffstudie	254
7.2.1 Druckmessung zur Bestimmung der Belastung	254
7.2.2 Ergebnisse Muskelaktivität bei Fahrradgriffen	260
7.2.3 Ergebnisse subjektives Komfortempfinden bei Lenkergriffen	266
7.2.4 Zusammenfassung Griffstudie	269

7.3 Diskussion Griffstudie	270
7.3.1 Diskussion Methodik Lenkergriffe und Komfort.....	270
7.3.2 Diskussion Ergebnisse Lenkergriffe	272
8 UNTERSUCHUNG ZUM EINFLUSS VON ERGONOMISCHEN GRIFFEN UND SÄTTELN BEI EINEM MOUNTAINBIKEETAPPENRENNEN AUF WOHLBEFINDEN UND KOMFORT	277
8.1 Methodik Feldstudie	277
8.1.1 Fragestellungen und Hypothesen Feldstudie.....	277
8.1.2 Vorüberlegungen Methodik Feldstudie	278
8.1.3 Versuchsdesign Feldstudie	279
8.1.4 Messinstrument Fragebogen Feldstudie	280
8.1.5 Durchführung der Feldstudie.....	282
8.1.6 Auswertung Feldstudie.....	283
8.2 Ergebnisse Feldstudie	284
8.2.1 Allgemeine Daten.....	284
8.2.2 Beschwerden im Verlauf des Etappenrennens	284
8.2.3 Verteilung Beschwerden und Diskomfort in den Gruppen	288
8.2.4 Komfortbewertung	295
8.3 Diskussion Feldstudie	297
8.3.1 Diskussion Methode	297
8.3.2 Diskussion Ergebnisse.....	298
TEIL III	300
9 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN ERGONOMIE BEIM RADFAHREN	301
9.1 Diskussion Methoden Studien Sportergonomie und Radfahren	301
9.1.1 Diskussion Methoden und Studienkonzepte	301
9.1.2 Weiterentwicklung und Perspektiven Methoden	307
9.2 Ergebnisdiskussion der Studien im Überblick	311
9.2.1 Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren	311
10 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK SPORTERGONOMIE	315
10.1 Schlussfolgerungen für sportergonomische Zielkriterien beim Radfahren	315
10.1.1 Gesundheit und Radfahren	315
10.1.2 Sicherheit beim Radfahren	316
10.1.3 Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren.....	317

10.1.4 Leistung und Radfahren	319
10.2 Schlussfolgerungen Sportergonomie	321
10.2.1 Bewertung von Komfort und Wohlbefinden.....	321
10.2.2 Das sportliche Komfortniveau.....	322
10.2.3 Ergonomische Faktoren für Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort im Sport	325
10.2.4 Bereiche der Sportergonomie	327
10.2.5 Das Verhältnis von Sportergonomie und Ergonomie.....	329
10.3 Ausblick Sportergonomie	332
LITERATURVERZEICHNIS	334
Abbildungsverzeichnis	352
Tabellenverzeichnis.....	356
Abkürzungsverzeichnis	358
Zusammenfassung	360
Stichworte:.....	360
Abstract	362
Keywords:	362

Einleitung: Zielsetzung und Struktur der Arbeit

Kaum jemand benutzt in der Sportwissenschaft den Begriff der Ergonomie. Dabei ist das Prinzip der Ergonomie im Sport schon seit langer Zeit bekannt und wird vor allem von kommerziellen Unternehmen bei der Produktentwicklung eingesetzt. Auch bei vielen Sportlern ist der Begriff bekannt, ohne dass die Bedeutung des Begriffs Ergonomie damit völlig verstanden wird. Allerdings fehlte bis heute eine theoretische Fundierung der Ergonomie im Sport. Ein Grund für die fast vollständige Ignorierung des Begriffs in der Sportwissenschaft ist zum einen die geringe Beachtung von Technik und Technologien im Sport (vgl. HAAKE, 2000; HEINEMANN, 2001a; HUMMEL/RÜTTEN, 2001; SCHUBERT, 2004). Zum anderen wird der Namensstamm von Ergonomie, oft synonym mit dem Begriff der Arbeit verwendet. Arbeit wird aber häufig als Gegenwelt von Freizeit gesehen, so dass Sport und Ergonomie auf den ersten Blick wenig miteinander zu tun haben. Bei einer weiten Definition von Ergonomie und der Auflösung von ergon=Arbeit ergeben sich vielfältige Themenbereiche der Ergonomie im Sport. Allerdings fällt eine Zuordnung zu einer sportwissenschaftlichen Disziplin schwer. Damit Ergonomie im Sport mit seinen Besonderheiten adäquat behandelt werden kann, wird in dieser Arbeit der Begriff der Sportergonomie eingeführt und umfassend erörtert. Dabei ist Sportergonomie weit mehr als nur ein Begriff, der Ergonomie im Sport beschreibt. In dieser Arbeit wird aufgezeigt, warum Sportergonomie als eigene sportwissenschaftliche Disziplin angesehen werden kann.

Besonders beim Radfahren lassen sich vielfältige ergonomische Themen und Sachverhalte studieren. Die hohe Technisierung des Radsports, sowie die große Wichtigkeit der Kompatibilität an der Schnittstelle zwischen Radsportler und Sportgerät Fahrrad prädestinieren das Radfahren als Paradebeispiel für eine Analyse der Ergonomie im Sport. Zudem ist die Bedeutung von ergonomischen Verbesserungen für eine Vielzahl von Radsportlern und Radfahrern interessant (vgl. BARRIOS et al., 1997; FROBÖSE et al., 2001; WILBER et al., 1995). Da die Verbreitung des Fahrrads in der Bevölkerung sehr hoch ist, laut Statistischem Bundesamt verfügten im Jahr 2005 etwa 80 % der Haushalte über ein Fahrrad (STATISTISCHES BUNDESAMT, www.destatis.de/basis/d/gesu/gesutab8.php, 7.6.2007), dürfte eine große Zahl an Personen an ergonomischen Verbesserungen interessiert sein. Zum anderen steht mit der Fahrradindustrie ein weiterer starker Interessenspartner hinter dem Thema, so dass kaum eine andere Sportart eine ähnliche Bedeutung zum Thema Ergonomie erlangt (vgl. HEINEMANN, 2001a).

Traditionell werden vor allem im Leistungssport Verbesserungen beim Sportgerät Fahrrad unter der Zielsetzung der Leistungssteigerung entwickelt. Dieser Zielbereich der Leistung wird schon seit den Anfängen des Fahrrades intensiv verfolgt (vgl. RABENSTEIN, 1996) und ist heute immer noch ein großes Thema (BURKE, 2003). Allerdings ist in den letzten Jahren verstärkt das Thema Gesundheit beim Radfahren in den Vordergrund getreten. Das hängt vor allem mit der Verbreitung der Sportart Radfahren als Freizeit- und Gesundheitssport zusammen. Verschiedene Studien zeigen (vgl. OPASCHOWSKI 1995, 204; VELTINS/DSB, 2000; VELTINS/DSB, 2001), dass Radfahren als Freizeitsportart eine der häufigsten Sportarten darstellt. Untersuchungen zeigen jedoch, dass gerade in dieser Gruppe beim Radfahren oft gesundheitliche Probleme oder Diskomfort auftreten (BARRIOS et al., 1997; FROBÖSE et al., 2001; WILBER et al., 1995).

Im Gegensatz zum Leistungssport, wo das Ertragen von Schmerzen zum Gruppenkodex zählt, akzeptieren nur wenige Freizeit- und Gesundheitssportler Diskomfort beim Radfahren, insbesondere dann, wenn dieses durch eine Inkompatibilität mit dem Sportgerät Fahrrad hervorgerufen wird. Die Beschwerden betreffen vor allem die Kontaktpunkte der Schnittstelle Sportler-Fahrrad und können das Wohlbefinden beim Sporttreiben empfindlich stören. Allerdings finden sich in der Sportwissenschaft nur wenige Untersuchungen zu Schnittstellenanalysen mit dem Fokus auf Komfort und Wohlbefinden. Daher wird in dieser Dissertation nach der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Begriffen Sport und Ergonomie die Fragestellung konkret über die Ergonomie beim Radfahren geführt.

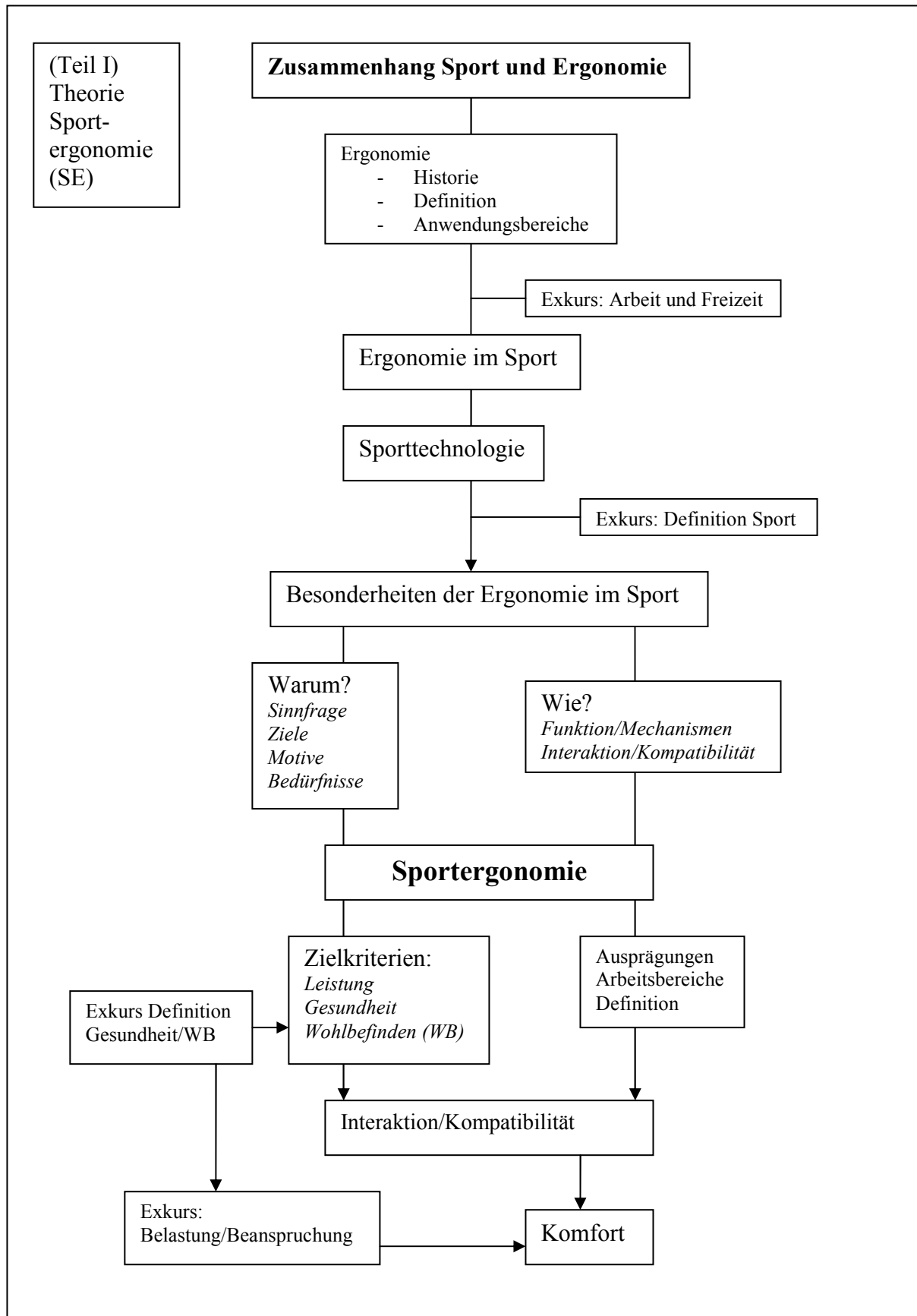
Diese Arbeit verfolgt zwei übergeordnete Ziele. Auf der sportpraktischen Ebene geht es um die Beantwortung der Frage, in wie weit ergonomische Maßnahmen den Komfort und das Wohlbefinden beim Radfahren verbessern können. Damit die Untersuchungen sinnvoll in einen theoretischen Kontext gebracht werden können, erfolgt zuvor auf der Begriffsebene ein Konzept zur Modellbildung der Sportergonomie.

Die Arbeit hat dabei folgende Struktur:

Der Einleitungsteil befasst sich mit der Begriffsbestimmung von Sport und Ergonomie, sowie mit Begriffen, die damit in engem Zusammenhang stehen. Diese begriffliche Auseinandersetzung bildet die Grundlage zur Erarbeitung eines Konzepts der Sportergonomie.

Mit diesem theoretischen Rahmen wird Ergonomie im Sport am Beispiel des Radfahrens anschaulich dargestellt. Nach einer Einführung erfolgt die Problemstellung der Ergonomie im Radsport unter besonderer Berücksichtigung von Komfort und Wohlbefinden. Ein umfassender Komplex von empirischen Studien zu den oben dargestellten Aspekten bildet den inneren Kern der Arbeit.

Die Diskussion betrifft zum einen die Ergebnisse der Studien. Zum anderen wird das Konzept der Sportergonomie im Hinblick auf die Studien diskutiert. Den Abschluss der Arbeit bildet ein Ausblick auf die wissenschaftliche Zukunft der Sportergonomie innerhalb der Sportwissenschaft.



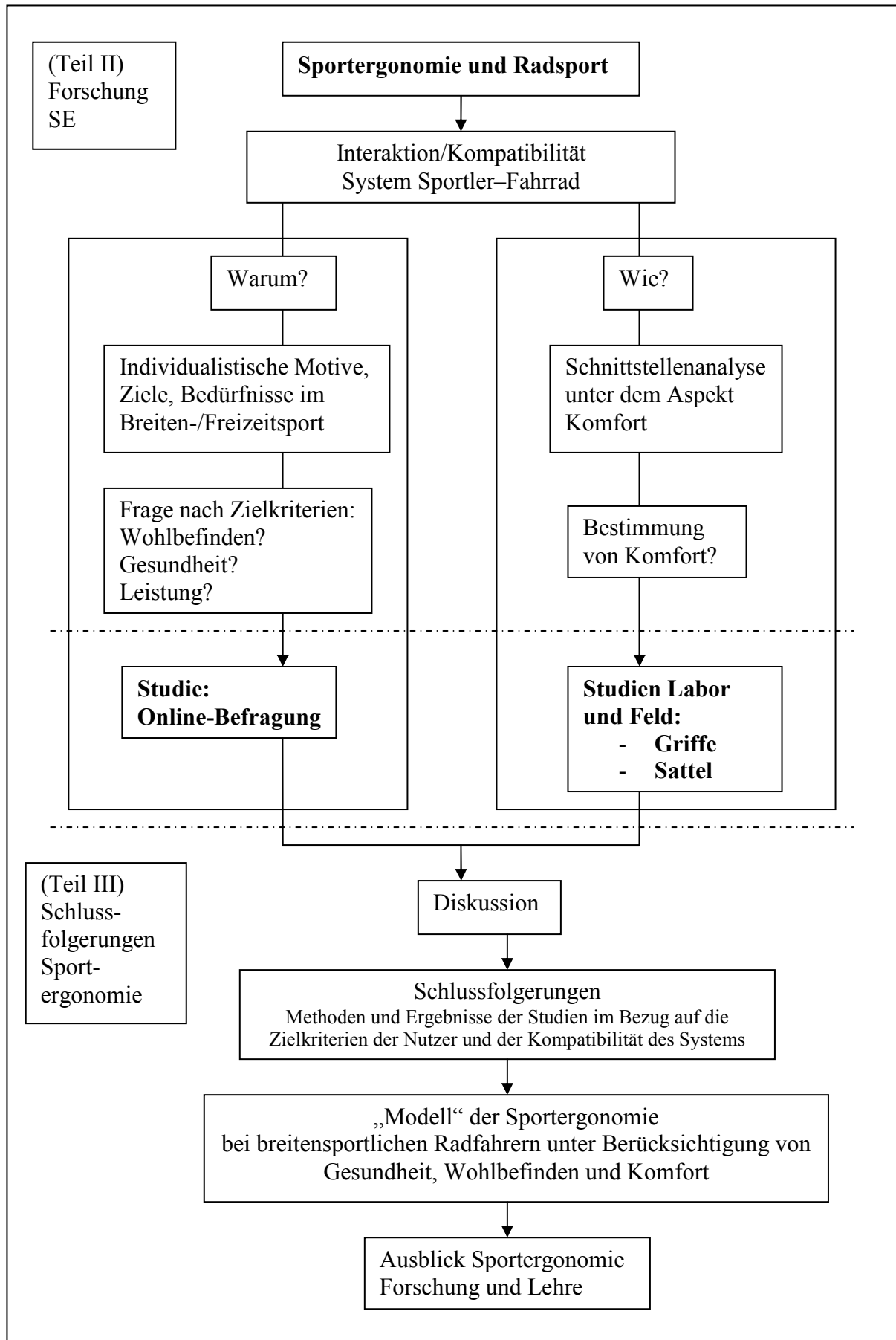


Abbildung 1: Struktur der Dissertation Sportergonomie am Beispiel Radfahren

Teil I

1 Ergonomie, Technik und Sport

1.1 Einführung in Ergonomie, Technik und Sport

Ergonomie ist ein relativ neuer Begriff im Bereich des Sports. Bisher wurde Ergonomie nur selten in diesem Kontext benutzt. Außerhalb des Sports ist der Begriff jedoch stärker verbreitet. Ergonomie wird oft mit Haushaltsgeräten, Büroeinrichtungen oder Kraftfahrzeugen in Verbindung gebracht. In der Historie der Ergonomie ist der Begriff über 150 Jahre alt, zuerst vom Polen Jastrzebowski 1857 verwendet. In diesem Zeitraum entwickelten sich verschiedene Ansätze der Ergonomie. Standen am Anfang humane Gründe dafür, Erwerbsarbeit zu erleichtern oder Arbeitsbedingungen zu verbessern, folgte Anfang des 20. Jahrhunderts eine Verwissenschaftlichung. Diese befasste sich vor allem mit Produktivitätsmaximierung, aber auch mit physiologischen Grundlagen der Arbeitsleistung. Hier ist eine Parallele zum Sport und der Sportwissenschaft zu sehen, wo ebenfalls eine verstärkte Orientierung zur Leistungsmaximierung und Verwissenschaftlichung der sportlichen Leistung zu finden ist.

Nach dem 2. Weltkrieg, in dem die Ergonomie eine intensive Forschungsphase durchlebte, setzte eine neue Phase ein. Dazu gehörte die Neuerfindung des Begriffs der Ergonomie in einer multidisziplinären Gruppe um Murrell 1949, sowie die Bildung von verschiedenen Institutionen, wie der Ergonomics Society (England), der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft und der International Ergonomics Association. Ergonomie blieb in großem Maße auf Industrie und Beruf bezogen, verlagerte den Fokus nun vermehrt auf psychologische Aspekte.

Erst in neuerer Zeit wird Ergonomie auch auf andere Bereiche des menschlichen und gesellschaftlichen Lebens bezogen, über die Erwerbsarbeit hinaus. Der Sport ist hier erst in geringem Maß involviert. Jedoch finden sich immer mehr Ansätze, Sport und Ergonomie zu verbinden. Hier ist besonders der Bereich der Sportpraxis und der Sportartikelindustrie zu nennen. Auf der einen Seite besteht seitens der Athleten ein Interesse an ergonomischen Sportgeräten. Auf der anderen Seite bieten Sportartikelhersteller Produkte an, die ergonomische Funktionen versprechen. Dabei besteht Ergonomie im Sport nicht nur aus der Optimierung der mechanischen Passung zwischen Sportler und Sportgerät mit einer

verbesserten Handhabung. Die Kernaufgabe der Ergonomie besteht vor allem in der Unterstützung immaterieller Aspekte wie Leistungsfähigkeit, Gesundheit und Wohlbefinden.

Die Sportwissenschaft hat bisher erst wenige gemeinsame Anknüpfungspunkte an das Thema der Ergonomie im Sport gefunden. Insbesondere in der Deutschen Sportwissenschaft ist bisher kaum eine Bearbeitung dieses Themenkomplexes zu finden. Die zentrale Aufgabenstellung dieser Dissertation ist daher, die Frage zu beantworten, welche Zusammenhänge zwischen Sport und Ergonomie aus Sicht der Sportwissenschaft bestehen. Diese Fragestellung lässt sich nur in einem größeren Kontext erklären, so dass im weiteren Verlauf diese Thematik umfassend definiert und erläutert wird. Dabei wird ausführlich auf den Begriff der Ergonomie eingegangen, und dieses Thema am Beispiel des Radsports exemplarisch angewendet.

Ergonomie wird oftmals synonym mit Arbeitswissenschaft verwendet. In Deutschland ist mit einer starken Besetzung der Arbeitswissenschaft durch die Ingenieurwissenschaften eine starke Fokussierung auf die Technik zu finden. Hinzu kommt, dass sich die Arbeitswissenschaft vor allem mit Erwerbsarbeit und professionellen Arbeitsfeldern befasst. Dadurch scheint der Sport kaum ein Thema der Arbeitswissenschaft zu sein. Das kann zudem ein Grund dafür sein, warum die Sportwissenschaft sich bisher kaum mit dem Thema der Ergonomie befasst hat. Diesen Aspekten wird in der Dissertation nachgegangen.

Ein Ansatzpunkt für das Thema Sport und Ergonomie geht von der Sportpraxis und der Sportartikelindustrie aus. Hier werden Sachverhalte in einen ergonomischen Kontext gebracht und auch häufig so benannt. Dazu gehört die Anpassung von Sportgeräten an den Athleten, wie auch die Entwicklung von Sportausrüstung, bei der ergonomische Aspekte berücksichtigt werden. Darüber hinaus werben Unternehmen mit ergonomischen Eigenschaften ihrer Produkte. Damit wird der Begriff der Ergonomie stark in den Alltag transportiert. Viele Sportler kennen unabhängig von Leistungsklasse und Sportform heute den Begriff der Ergonomie im Zusammenhang mit Sport. Allerdings stellt sich die Frage, ob der Begriff der Ergonomie nicht nur von Sportlern richtig gebraucht und verstanden wird. Das gilt in ähnlichem Maße auch für den Bereich der Sportartikelindustrie und für den (sport-) wissenschaftlichen Bereich. Diese Dissertation stellt in der Einführung das

Wesen der Ergonomie umfassend dar und zeigt die Problematik einer Begriffsbestimmung auf.

1.2 Ergonomie: Allgemeine Begriffsbestimmung

Der Begriff der Ergonomie ist im Bereich des Sports noch neu, vor allem im sportwissenschaftlichen Bereich, so dass eine Begriffsbestimmung im Rahmen einer sportwissenschaftlichen Arbeit eine grundlegende Angelegenheit darstellt. Die umfassende Auseinandersetzung mit dem Begriff der Ergonomie ist die Basis dafür, wie Ergonomie im Kontext des Sports verstanden werden kann. Dabei werden die Grenzen und die Unterschiede zu der Verwendung des Begriffs in der Arbeitswissenschaft deutlich. In diesem Abschnitt werden der Begriff und das Wesen der Ergonomie aus traditioneller Sicht erläutert. Verschiedene Definitionen aus der Arbeitswissenschaft werden dargestellt und kritisch erörtert, vor allem in Hinsicht auf die Eignung für den Bereich des Sports.

Der Begriff der Ergonomie wird im Alltag mittlerweile häufig benutzt. Das trifft allerdings nicht auf die Sportwissenschaft zu. Besonders im Zusammenhang mit Produkten und im Arbeitsleben ist dieser Begriff präsent. Ein Arbeitsplatz soll ergonomisch sein, damit Sicherheit, Leistung, Gesundheit und Wohlbefinden gewährleistet werden können. Umfangreiche Studien und die Umsetzung von Erkenntnissen in die Praxis im Bereich der Erwerbsarbeit haben der Ergonomie eine anerkannte Stellung verschafft. Auch Bereiche, die nicht der Berufswelt allein zugeschrieben werden, sind heute Gegenstand der Ergonomie. Möbel, Autos oder Werkzeuge für den Heimbereich bilden hier die bekanntesten Bereiche. Allerdings hat sich der Begriff der Ergonomie im Alltagsverständnis erst in den letzten Jahren verbreitet, „während zu Anfang der 70er Jahre kaum jemand mit dem Begriff „Ergonomie“ etwas anzufangen wusste, ...“ (SCHMIDTKE, 1981, 5). Hier kann die Wissenschaft helfen eine Begriffsbestimmung zu entwickeln. Diese Diskussion um den Gegenstandsbereich der Ergonomie ist auch heute wieder aktuell (vgl. KARWOWSKI, 2001; KARWOWSKI, 2006; WOGALTER et al., 2001). Zur Einführung und vor allem zur Einordnung der Definitionen folgt eine kurze historische Darstellung der Ergonomie.

1.2.1 Historie der Ergonomie

Grundzüge der Ergonomie finden sich seit der Frühzeit der Menschheitsgeschichte. So wurden schon in frühen Menschheitskulturen Werkzeuge und Waffen technisch weiterentwickelt und an den Menschen angepasst, um die Effektivität und Effizienz der Arbeitsleistung zu steigern (vgl. HACKL-GRUBER, 1995; HELANDER, 2006; LÖHR, 1976).

Eine der ersten Überlieferungen über einen ergonomischen Sachverhalt stammt aus der griechischen Antike. In den Memorabilia des griechischen Historikers Xenophon aus der Zeit 380 v.Chr. beschreibt dieser ein Gespräch zwischen seinem Lehrmeister Sokrates und dem Panzerschmied Pistias. In dem Gespräch über die Passung und Verhältnismäßigkeit einer Kampfrüstung werden die Prinzipien der Ergonomie erörtert (vgl. BÄUMLER, 1995). In diesem Dialog wird vor allem die Wichtigkeit der individuellen Anpassung der Kampfrüstung an den Soldaten betont.

Die nächste Entwicklungsstufe ist aus der frühen Neuzeit bzw. beginnenden Industrialisierung bekannt. Hier sind Schriften von Bernardino Ramazzini von 1717 (vgl. HELANDER, 2006; TAVEIRA/SMITH, 2006) und LaMettrie (1748) bekannt, die ergonomische Themen beschreiben, hier vor allem medizinische Fragestellungen bei der Arbeit und der Vergleich von Mensch und Maschine (vgl. HELANDER, 2006).

Mit dem technologischen Aufschwung in der frühen Industrialisierung wurde das Thema der Arbeitswelt und deren Bedingungen in Verbindung mit humanistischem Gedankengut weiter entwickelt. Als Meilenstein in der Geschichte der Ergonomie wird die erste begriffliche Nennung des Wortes „Ergonomie“ 1857 durch den Polen Jastrzebowski gesehen. In der Zeitschrift Natur und Technik setzte sich Jastrzebowski mit den damaligen Lebens- und Arbeitsbedingungen auseinander (vgl. KORADECKA/GOLEBIEWSKA, 2001). Wenn man auch der Meinung sein kann, dass Jastrzebowski wenig für die Entwicklung der Ergonomie als Wissenschaft in praktischer Form geleistet hat (vgl. MAREK/POKORSKI, 2004), so sind seine theoretischen Darstellungen immer noch bzw. wieder aktuell (vgl. LUCZAK, 1998). Der historische Wert besteht insbesondere in der begrifflichen Fixierung und einer wissenschaftlichen Intention von Ergonomie.

In dieser Zeit wurden auch von vielen anderen Denkern Überlegungen zu ergonomischen Fragestellungen unter humanistischen und wissenschaftlichen Aspekten angestellt. Fechner veröffentlichte 1860 seine bekannteste Arbeit „Elemente der Psychophysik“. Andere Untersuchungen zu dem Themenkreis kamen vom Physiologen Wundt ebenfalls aus dieser Epoche. In Deutschland hat die Ergonomie in den Arbeitswissenschaften ihre Basis gefunden. Diese beruht zum einen auf den Arbeiten der REFA (Verband für Arbeitsstudien), aber vor allem auf der Gründung des Max-Planck Instituts für Arbeitsphysiologie im Jahre 1912 in Berlin (vgl. SCHMIDTKE et al., 2001, 88ff).

Anfang des 20. Jahrhunderts haben Taylor (1912) und später Gilbreth (1917) einen wissenschaftlichen Ansatz von Arbeitsstudien in den USA entwickelt (vgl. HELANDER, 2006; TAVEIRA/SMITH, 2006). Diese waren aber vor allem mit der Betriebsorganisation und der Maximierung der Produktivität verbunden.

Besonders durch das starke Interesse des Militärs an der Ergonomie im 2. Weltkrieg konnten weitere vielfältige Erkenntnisse gewonnen werden (vgl. ADAMS, 1989; MARK et al., 1987; MURRELL, 1965). Geschichtlich wurde der Begriff der Ergonomie erst wieder später durch Murrell 1949 in England neu belebt, der ohne Kenntnisse von Jastrzebowski's Schriften denselben Begriff vorschlug (vgl. KARWOWSKI, 2006, 3). Daher sind einige Wissenschaftler der Meinung, dass hier der eigentliche Startpunkt der Ergonomie im wissenschaftlichen Sinn liegt (vgl. MEISTER, 2001). Diese Argumentation kann aus der begrifflichen Warte nachvollzogen werden. Jedoch zeigen die früheren Beispiele und Forschungen, dass schon eine frühere wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema stattgefunden hat, nur ohne die begriffliche Nennung der Ergonomie (mit Ausnahme von Jastrzebowski). Mit der Gründung der „Ergonomics Research Society“ (ES) im selben Jahr entstand zudem eine der bis heute weltweit führenden Institutionen.

In Deutschland entstand kurze Zeit später die Gesellschaft für arbeitswissenschaftliche Forschung (GfA), die am 16.10.1953 in Nürnberg ins Leben gerufen wurde. Der Name der GfA wurde 1958 in Gesellschaft für Arbeitswissenschaft umbenannt (SCHMIDTKE et al., 2001). Die weltweite Dachorganisation „The International Ergonomics Association“ (IEA) wurde 1959 nach einigen Jahren der Vorarbeit offiziell ins Leben gerufen (vgl. CHAPANIS, 1990; IEA 2001b; www.iea.cc/browse.php?contID=history, 4.1.2008). 2004

waren 42 nationale Organisationen, unter anderem die GfA (Deutschland) und die ES (United Kingdom), in der IEA als Mitglieder vermerkt (IEA, 2008).

Die oben genannte Auflistung stellt eine bestimmte Betrachtungsweise dar. Die gefundenen Quellen konzentrieren sich auf Ansätze der Anwendung (Rüstungsschmied Pistias, Taylor oder Anwendungen im 2. Weltkrieg), der Organisationen (Gründung der REFA, GfA, IEA, ES) und der Begrifflichkeit der Ergonomie (Jastrzebowski und Murrell).

Andere Ansätze und Themen tauchen jedoch kaum in einer historischen Betrachtung auf. So sind kaum Quellen zu finden, wie sich Ergonomie im Ausbildungswesen historisch entwickelt hat. Eine andere zentrale Betrachtung fehlt in der historischen Beschreibung ebenfalls. Es stellt sich die wichtige Frage, in welchen gesellschaftlichen Bereichen und technologischen Systemen die Ergonomie einen besonders großen Fortschritt gebracht hat. Ein weiterer Aspekt, der kaum eine Beachtung findet, ist die praktische Ergonomie außerhalb von Erwerbsarbeit und Produktionsstätten. Die Erforschung und Diskussion von ergonomischen Themen in einigen Gesellschaftsbereichen ist hier rückständig. Hier scheint auch der Bereich des Sports betroffen zu sein. In dieser Arbeit werden weitere Ausführungen dargestellt, um den aktuellen Status aufzuzeigen. Weiterhin fehlt in der historischen Betrachtung auch die Entwicklung des Berufsstands der professionellen Ergonomen.

Eine Vertiefung der Diskussion über das Wesen der Ergonomie erfolgt vor allem durch Vorschläge bezüglich der Begriffsbestimmung, die anschließend folgt.

1.2.2 Begriffsbestimmungen Ergonomie

In der historischen Betrachtung wurde dargestellt, dass Jastrzebowski und Murrell den Begriff der Ergonomie erfunden haben. Der Begriff „Ergonomie“ ist ein Kunstwort, das aus zwei Teilen besteht und aus dem Griechischen stammt:

ergon = Arbeit, Werk

und

nomos = Gesetz, Regel, Lehre

(vgl. LUCZAK 1998; KARWOWSKI, 2001; MORAY, 2005, SCHMIDTKE, 1981).

In Deutschland wird Ergonomie oft mit Arbeitswissenschaft übersetzt und synonym verwendet (vgl. GUTZMANN et al., 1996). Es wird später noch darauf eingegangen, ob dieses eine Berechtigung hat und wie sich andere Ansätze begründen. Die wichtigsten Definitionen der Arbeitswissenschaft und der Ergonomie sind im Folgenden dargestellt.

Die erste Verwendung des Begriffs „Ergonomie“ wird dem Polen Wojciech Bogumil Jastrzebowski zugeschrieben (vgl. KORADECKA/GOLEBIEWKA, 2001; MARRAS, 1993; MORAY, 2005; ZIONCHENKO/MUNIPOV, 1989), der 1857 folgenden Wortlaut in der Zeitschrift Natur und Industrie veröffentlichte (JASTRZEBOWSKI, 1857 in KARWOWSKI, 2001, 129-141):

„Ergonomie ist ein wissenschaftlicher Ansatz, um mit geringster Mühe und größter Zufriedenheit reichlichst Früchte zu erhalten für das eigene und allgemeine Wohl.“

(deutsch aus LAURIG, 1996, 73).

Die von Jastrzebowski genannten Worte zeigen folgende Aspekte auf:

- Ergonomie ist eine Wissenschaft
- Effizienz ist ein wichtiges Kriterium
- Zufriedenheit ist ein wichtiges Kriterium
- Ergonomie betrifft individuelle und gesellschaftliche Bereiche

- Als Ziel sind „Früchte“ für das „Wohl“ metaphorisch formuliert, was aber die Möglichkeit lässt, dieses zeitgemäß und weit zu interpretieren.

Eine etwas umfangreichere Fassung der Übersetzung von Jastrzebowski findet sich bei (LUCZAK 1998, 8), in der der Kontext der Arbeit stärker zum Ausdruck kommt.

„Grundriß der Ergonomie bzw der Arbeitswissenschaft von Wojciech Jastrzebowski

Die Bedeutung des Einsatzes unserer Lebenskräfte,[...], wird für uns zum antreibenden Moment, uns mit einem wissenschaftlichen Ansatz zum Problem der Arbeit zu beschäftigen und sogar zu ihrer [der Arbeit] Erklärung eine gesonderte Lehre zu betreiben [...], damit wir aus diesem Leben die besten Früchte bei der geringsten Anstrengung mit der höchsten Befriedigung für das eigene und das allgemeine Wohl ernten und dem eigenen Gewissen gegenüber gerecht verfahren.“

(vgl. auch JASTRZEBOWSKI, 1857 in KARWOWSKI, 2001, 129-141).

Hier werden die Aspekte

- der Arbeit und
- die moralische Verpflichtung des Einzelnen und der Gesellschaft herausgestellt.

Auch wenn nach MORAY (2004) die Ausführungen von Jastrzebowski nur geringe Auswirkungen auf die Entwicklung der Ergonomie als Wissenschaft genommen haben, so ist dennoch festzustellen, dass die aufgeführten Aspekte auch heute noch aktuell und in anderen Definitionen und Gegenstandsbestimmungen wieder zu finden sind (vgl. LUCZAK, 1998). Dem Standpunkt von Moray ist insofern zuzustimmen, dass der Text von Jastrzebowski lange Zeit in Vergessenheit geraten war. Der Text wurde erst spät im 20. Jahrhundert wieder entdeckt, LAURIG (1996) meint etwa 1978. Damit kann man der Meinung von Moray folgen, dass die Ausführungen Jastrzebowskis auf die Anfänge der modernen Ergonomie nach dem 2. Weltkrieg kaum eine Wirkung hatte. Jedoch mag andererseits gerade im Zeitalter der letzten 30 Jahre das Studium des Textes von Jastrzebowski als Anregung für neuere Begriffsbestimmungen gedient haben (vgl. LUCZAK et al. 1987; KARWOWSKI, 2001). Die Beurteilung des historischen Werts kann jedoch hier nicht umfassend erörtert werden.

Der Begriff „Ergonomie“ taucht dann wieder 1949 durch Murrell auf (vgl. THE ERGONOMICS SOCIETY (ES), <http://www.ergonomics.org.uk/page.php?s=3&p=15>, 1.1.08). Seine Definition von Ergonomie ist folgende:

„Ergonomics is the scientific study of the relationship between man and his working environment. In this sense, the term environment is taken to cover not only the ambient environment in which we may work but also his tools and materials, his methods of work and the organization of his work, either as an individual or within a working group. All these are related to the nature of the man himself; to his abilities, capacities and limitations.“

(MURRELL, 1965, xiii)

„Ergonomie ist die wissenschaftliche Erforschung der Beziehung zwischen dem Menschen und seiner Arbeitsumwelt. In diesem Sinne beschreibt der Begriff Umwelt nicht nur die umgebende Umwelt, in der wir arbeiten, sondern auch Werkzeuge und Materialien, Arbeitsmethoden und Arbeitsorganisation, und bezieht diese sowohl auf eine Einzelperson als auch auf eine Arbeitsgruppe. Alle diese Aspekte sind im Zusammenhang mit der Natur des Menschen, seinen Fähigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen zu sehen.“

(Übersetzung KT)

Diese Definition ist genauer und in der Sprache wesentlich moderner als die von Jastrzebowski fast 100 Jahre früher. Die bis heute aktuellen Kernelemente sind:

- Ergonomie als Wissenschaft
- Beziehung Mensch – Arbeitsumwelt im weiten Sinn
- Bezug auf Individuum und Gruppe
- Berücksichtigung der Natur des Menschen spielt eine zentrale Rolle

LÖHR (1976, 12) bietet folgende Begriffsbestimmung an:

„Umfassend gesagt wird versucht, durch die Anwendung ergonomischer Erkenntnisse und Methoden dem Gesamtsystem Mensch-Maschine-Umwelt einen optimalen Wirkungsgrad bezüglich Leistung und Zuverlässigkeit zu geben. Dabei sollte trotz Abgabe der vollen zulässigen Arbeitsleistung des Menschen dessen Verschleiß möglichst gering gehalten werden.“

Löhr versucht den Kern von Ergonomie zu beschreiben und betont hier vor allem:

- System von Mensch, Technik und Umwelt (ähnlich auch MAULE/WEINER 1977, xiii)
- Effektivität und Effizienz
- Schutz des Menschen in geringer Ausprägung

Eine Definition der Deutschen Gesellschaft für Arbeitswissenschaft lautet (vgl. GfA, 1979 in SCHWERES, 2002, 4):

„Arbeitswissenschaft ist deswegen die Wissenschaft von

- der menschlichen Arbeit, speziell unter den Gesichtspunkten der Zusammenarbeit von Menschen und des Zusammenwirkens von Mensch und Arbeitsmitteln bzw. Arbeitsgegenständen,
- den Voraussetzungen und Bedingungen, unter denen sich die Arbeit vollzieht,
- den Wirkungen und Folgen, die sie auf Menschen, ihr Verhalten und damit auch auf ihre Leistungsfähigkeit hat, sowie
- den Faktoren, durch die Arbeit, ihre Bedingungen und Wirkungen menschengerecht beeinflusst werden können.“

In dieser Begriffsbestimmung wird Arbeitswissenschaft sehr umfassend beschrieben. Dabei werden verschiedene Aspekte besonders herausgehoben:

- Wissenschaftlicher Bezug
- Begriff der Arbeit
- Interaktion von Menschen miteinander, sowie von Mensch und Arbeitsmitteln
- Bedingungen der Interaktion
- Wirkungen der Interaktion
- Humane Zielorientierung ohne nähere Bestimmung

Insbesondere der letzte Aspekt der Humanisierung von Arbeit stellt für BULLINGER/BRAUN (2001, 110) ein besonderes Merkmal für den modernen Wandel der Arbeitswissenschaft dar. SCHMIDTKE (1981) sieht folgendes Modell mit den Aspekten der Aufgabenstellung, der Arbeitsumwelt und der Aufgabenerfüllung als zentralen Gegenstand der Ergonomie an.

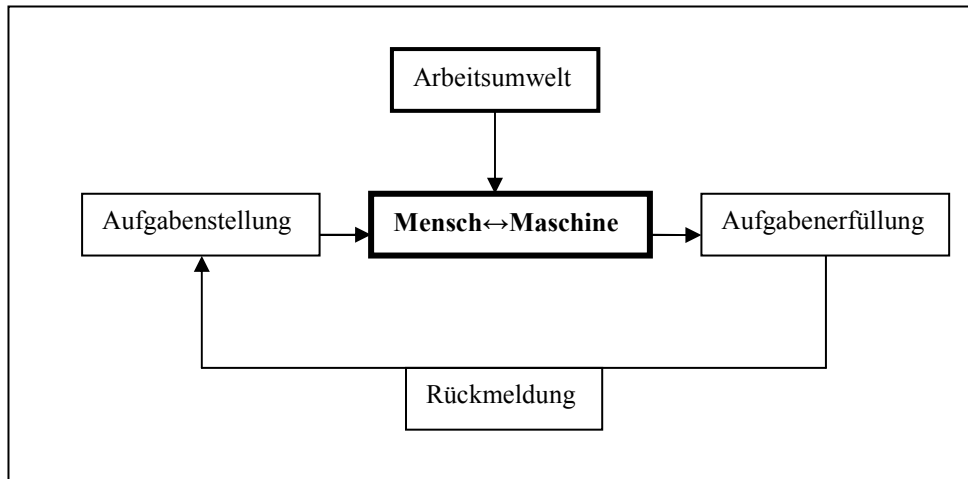


Abbildung 2: Strukturschema des Arbeitsprozesses (aus SCHMIDTKE, 1981, 105)

Dabei wird das Zusammenspiel von Mensch, Maschine und Umwelt von SCHMIDTKE und BUBB aus dieser Sicht betrachtet:

„Ziel der Ergonomie ist es, durch eine rationale Betrachtung des Menschen im Wechselspiel mit seiner Arbeit, diese Arbeit und Arbeitsumgebung an die Eigenschaften des Menschen anzupassen.“
(BUBB/SCHMIDTKE in SCHMIDTKE, 1981, 263).

MARK/WARM/HUSTON (1987) sehen die Anpassung zwischen dem Menschen und der Umwelt allgemeiner:

„...ergonomics or human factors, which attempts to optimize the fit between people and their environment.“

(MARK et al., 1987, 2)

„...Ergonomie oder Arbeitspsychologie, welche versuchen die Schnittstelle zwischen dem Menschen und seiner Umwelt zu optimieren.“

(Übersetzung KT)

Diese Autoren weisen darauf hin, dass sich auch der Mensch über Lernen oder anderen Mechanismen der Arbeitsumwelt anpassen kann.

„Die inhaltliche Definition der Arbeitswissenschaft folgt einer langjährigen, oft kontrovers geführten Diskussion um eine allgemein anerkannte, umfassende Formulierung, welche erst gegen Ende der achtziger Jahre in einer Kerndefinition der Arbeitswissenschaft mündete.“ (GÖBEL, 2000, 12f)

Die Kerndefinition der Arbeitswissenschaft wurde Ende der 1980er Jahre von LUCZAK/VOLPERT/RAEITHEL/SCHWIER (1987) entwickelt.

„Arbeitswissenschaft ist die Systematik der Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen mit dem Ziel, daß die arbeitenden Menschen in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen

- schädigungslose, ausführbare, erträgliche und beeinträchtigungsfreie Arbeitsbedingungen vorfinden,
- Standards sozialer Angemessenheit nach Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung sowie Entlohnung und Kooperation erfüllt sehen, sowie
- Handlungsspielräume entfalten, Fähigkeiten erwerben und in Kooperation mit anderen ihre Persönlichkeit entfalten und entwickeln können."

(LUCZAK et al., 1987 und LUCZAK, 1998, 7)

Diese Begriffsbestimmung ist sowohl differenziert, als auch systematisch aufgebaut. Dabei werden folgende Aspekte betont:

- Allgemeine Formulierung der Wissenschaftsdisziplin als Systematik von Analyse, Ordnung und Gestaltung
- mehrdimensionale Berücksichtigung von Technik, Organisation und sozialen Bedingungen
- Heraushebung des Arbeitsbegriffs
- Zielorientierung
- Effektivität und Effizienz als Zielkriterien
- Umfangreiche Beschreibung von Zielkriterien, die den Menschen in den Mittelpunkt stellen und Sicherheit, Gesundheit und Wohlbefinden betonen
- Systematisierung der Zielkriterien im Raster der Bedürfnishierarchie

Allerdings ist auch diese heute noch weit anerkannte Definition nicht frei von Kritik, wie GÖBEL (2000) formuliert. Insbesondere die Systematisierung nach einer Bedürfnishierarchie weist folgende Schwäche auf:

„Diese These ist nicht gänzlich unbestritten, denn sie kann nicht in der formulierten Ausschließlichkeit gelten. Sie ist vielmehr so zu verstehen, dass die jeweils höheren Ebenen umso mehr an Bedeutung gewinnen, je weniger die darunter liegenden Ebenen durch aktive Befassung (noch weiter) befriedigt werden können (d.h. sowohl bei weitgehend erfolgreicher Befriedigung als auch bei weitgehender Aussichtslosigkeit, Befriedigung zu erreichen).“

(GÖBEL, 2000, 12f)

Mit der Entwicklung der Ergonomie hat die Komplexität der Definitionen zugenommen, wobei oft der Hauptfokus der Begriffsbestimmung reduziert wird. Eine stark vereinfachte Definition findet sich bei LAURIG (1992, 9), der ebenfalls die Wissenschaftlichkeit betont, als auch einen starken Bezug zum Arbeitsbegriff und die normative Funktion der Ergonomie:

„Ergonomie ist die Wissenschaft..., mit der Regeln zur Beurteilung und Gestaltung menschlicher Arbeit entwickelt werden.“

Eine andere Definition von HACKL-GRUBER (1995, 5) lautet:

„(Die) Ergonomie (ist) ein interdisziplinäres Teilgebiet der Arbeitswissenschaften ..., welches sich in Forschung und Anwendung mit dem Arbeitssystem befasst.“

In dieser Definition werden Ergonomie und Arbeitswissenschaften nicht als deckungsgleich gesehen (vgl. auch LÖHR, 1976, 10). Ergonomie wird hier als Teil- oder Subdisziplin von Arbeitswissenschaft gesehen. Auch hier wird eine Betonung des Arbeitsbegriffs als elementar betrachtet und in den Kontext des Begriffs System gestellt, der umfassend ist, allerdings auch eine genaue Bedeutung offen lässt. Auch aus dieser Definition wird nicht klar, welche Arten von menschlicher Arbeit gemeint sind. Die Bedeutung von Arbeit kann durch die vorliegenden Forschungs- und Anwendungsfelder vor allem als Arbeit im Erwerbsleben verstanden werden. Das Problem der Bestimmung der Arbeitsfelder und der

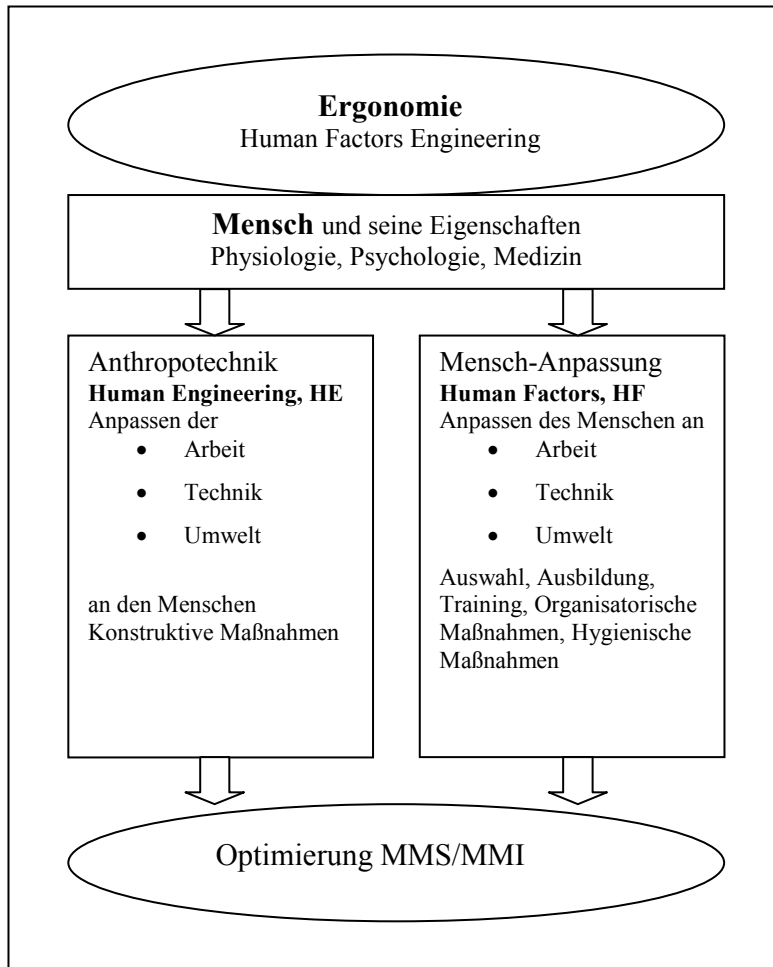
Abgrenzung von Arbeit im Erwerbsleben und Arbeit im physiologischen Sinne lösen einige Autoren auf, indem die Ergonomie nicht mehr speziell auf die Arbeit bezogen wird. Ein Beispiel hierfür ist die Definition von KIRCHNER (1998, 5):

„Ergonomie ist die Wissenschaft von den funktionalen Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner technischen Umwelt – Benutzung, Nutzung mit Rückwirkungen und Auswirkungen...Unter technischer Umwelt werden alle vom Menschen hergestellten Gegenstände (Produktergonomie /Systemergonomie) und die künstlich geschaffenen oder zu schaffenden Umweltbedingungen (Umweltergonomie /Zusatzbedingungen zur Systemergonomie) verstanden.“

In dieser Definition wird als Kern der Ergonomie vor allem der Bezug zur Technik betont. Dabei wird die Bedeutung der Technik nicht nur auf Gegenstände, sondern auch auf die Umwelt bezogen. Zugleich wird der Arbeitsbegriff durch eine Umschreibung ersetzt, die die Beziehung zwischen Mensch und technischer Umwelt beschreibt. Mit der „funktionalen Beziehung“ sind die Ziele nur sehr grob umrissen, jedoch ist auch in dieser Definition das Normative der Ergonomie genannt („zu schaffenden Umweltbedingungen“). Auffallend bei der Definition von Kirchner ist auch die Systematisierung und Kategorisierung verschiedener Bereiche der Ergonomie in Subkategorien wie der System-, Produkt- und Umweltergonomie.

Im Amerikanischen werden neben dem Begriff „Ergonomics“ oft auch die Begriffe „Human Factors“ bzw. „Human Engineering“ parallel benutzt. Dabei beschreibt der Begriff „Human Factors“ das Thema mehr aus psychologischer Sichtweise. Der Begriff „Human Engineering“ betont hingegen den technischen Aspekt. In dem von BAUCH (2001, 1) dargestellten Diagramm werden beide Begriffe zu „Human Factors Engineering“ zusammengefasst und der Ergonomie untergeordnet. Dabei wird die Unterteilung der Ergonomie mit der Systematik durchgeführt, dass

- a) die Technik an den Menschen angepasst wird (Human Engineering) und
- b) der Mensch sich der Technik anpasst (Human Factors).



MMS/MMI: Mensch-Maschinen-Schnittstelle/Mensch-Maschinen-Interaktion

Abbildung 3: Definition Ergonomie und Subkategorien (aus BAUCH, 2001, 1; LÖHR, 1976, 11)

ADAMS (1989, 3) bietet folgende formale Definition von „Human Factors Engineering“ an:

„The field of human factors engineering uses scientific knowledge about human behaviour in specifying the design and use of a human-machine system. The aim is to improve system efficiency by minimizing human error.“

“Das Gebiet der Arbeitswissenschaft nutzt wissenschaftliche Kenntnisse über menschliches Verhalten um die Konstruktion und den Gebrauch von Mensch-Maschine-Systemen festzulegen. Das Ziel ist es, die Effizienz des Systems zu verbessern als auch menschliche Fehler zu reduzieren.“
(Übersetzung KT)

Diese Definition folgt einem psychologischen Ansatz, der vor allem die Zuverlässigkeit von Systemen in den Mittelpunkt rückt. Der Autor verweist auf Beispiele von Unfällen von Flugzeugen oder Kraftwerken, die auf mangelnde Ergonomie zurückführbar seien.

Die IEA als weltweite Dachorganisation für Ergonomie hat folgendes Verständnis von Ergonomie:

„Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance.”

(vgl. HELANDER, 2006; IEA, 2001a; IEA, 2008,
www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics)

„Ergonomie (oder Arbeitspsychologie) ist die wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Menschen und anderen Elementen eines Systems auseinandersetzt, und ist die Profession, Theorien, Prinzipien, Daten und Methoden in der Gestaltung (des Systems) anzuwenden, um das Wohlbefinden des Menschen und die gesamte Systemleistung zu optimieren.“

(Übersetzung KT)

Es lassen sich dabei folgende Schwerpunkte finden:

- Ergonomie als Wissenschaft und Beruf
- Wechselwirkungen zwischen Mensch und technisches System
- Bedingungen der professionellen Anwendung
- Zielkriterien Wohlbefinden und Leistung

Zusammenfassend finden sich folgende Kernaspekte, die sich bei den meisten Definitionen zeigen.

- 1. Der Mensch steht im Zentrum der Betrachtung**
- 2. Der Begriff der Technik ist ein Hauptmerkmal**
- 3. Der Mensch interagiert mit (technischen) Komponenten, die einen Einfluss auf eine Arbeit oder Aktivität haben**
- 4. Der Begriff der Arbeit ist insbesondere im Deutschen Sprachgebrauch zentral**
- 5. Die Kompatibilität zwischen Mensch und Arbeitssystem ist ein zentraler Begriff**
- 6. Hauptzielkriterien sind Sicherheit, Leistung, Gesundheit und Wohlbefinden**
- 7. Ergonomie ist eine multidisziplinäre Wissenschaft**

Die Definitionen aus dem 20. Jahrhundert zeigen vor allem eine technische Betrachtung der Umwelt. Zudem steht der Arbeitsbegriff oft im Mittelpunkt. Mit Arbeit ist sehr häufig die Erwerbsarbeit als Betätigungsfeld der Ergonomie gemeint. Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit sich die Ergonomie auf andere Bereiche ausweiten lässt, insbesondere den Sport. Die definatorischen Merkmale zeigen hier eine gewisse Unverträglichkeit mit dem Sport und der Sportwissenschaft. Sport wird i.d.R. nicht als Bereich der Arbeit gesehen und der Bezug der Sportwissenschaft zu Technik scheint auch nicht allzu stark zu sein. Daher werden in den folgenden Abschnitten die Begriffe Arbeit und Technik umfassend erläutert, um später einen Transfer zum Sport und der Sportwissenschaft zu leisten.

1.3 Sport und Freizeit als Anwendungsbereiche der Ergonomie

Die Anwendung der Ergonomie und noch mehr der Arbeitswissenschaft wurde in der Anfangszeit dieser Wissenschaft bis in die 1980'er Jahre vor allem auf die Erwerbsarbeit bezogen. Die Orientierung an der Erwerbsarbeit zeigt sich insbesondere bei einigen älteren Definitionen. Dabei ist diese Abgrenzung aus historischen Gründen erklärbar. Ein starker Grund ist die große gesellschaftliche Bedeutung der Erwerbsarbeit über alle Epochen hinweg. Auch heute noch ist die Erwerbsarbeit ein Kern des menschlichen und gesellschaftlichen Daseins, obwohl andere Lebensbereiche heute vermehrt in den Vordergrund rücken. Wissenschaftler, Techniker und Designer haben technologische Artefakte geschaffen, die oftmals vor allem den professionellen Bereich des Lebens berühren. Eine weitere Ursache der starken Orientierung der Arbeitswissenschaft an der Erwerbsarbeit liegt auch an dem Verständnis des Begriffs der Arbeit. Daher soll hier erst eine Darstellung des Begriffs „Arbeit“ erfolgen, um dann im zweiten Schritt zu begründen, warum sich eine Ergonomie, die sich nur mit Arbeit im Sinne von Erwerbsarbeit beschäftigt, als unvollständig erweist.

1.3.1 Die Bedeutung des Begriffs Arbeit im Zusammenhang mit Ergonomie

Ergonomie bedeutet übersetzt „die Lehre von der Arbeit“. Der Begriff der „Arbeit“ ist damit ein zentraler Begriff auf dem Gebiet der Arbeitswissenschaft und Ergonomie. Arbeit kann als Gegenwelt von Freizeit und damit auch des Sports angesehen werden (vgl. HOHMANN, 1990; OPASCHOWSKI et al., 2006; STIRN, 1980). Es stellt sich jedoch die Frage, ob dieses die einzige Deutungsmöglichkeit ist, oder Arbeit in einem weiteren Verständnis existiert und wie sich dieses ausbildet. Daher sollen im Folgenden Definitionen und Bedeutungen von Arbeit dargestellt werden. Es stellt sich als grundsätzlich leitende Frage, in welchem Zusammenhang die Arbeitswissenschaft und Ergonomie die Bedeutung des Wortes Arbeit sieht.

Der Begriff „Arbeit“ kann einen physikalischen Sachverhalt beschreiben. Mit Arbeit als Produkt von Kraft und Weg wird eine mathematische Gleichung dargestellt, die damit

exakt definiert ist (vgl. STIRN, 1980). In den Human- und Sozialwissenschaften wird der Begriff „Arbeit“ häufiger in einem breiteren, gesellschaftlich orientierten Verständnis genutzt.

Eine allgemeine Begriffsbestimmung hat die folgenden Merkmale aufzuweisen:

- bewusstes, zielgerichtetes Handeln
- Existenzsicherung
- Befriedigung von Einzelbedürfnissen
- Elementarer Aspekt im Leben von Menschen

Es kann festgestellt werden, dass Arbeit in hohem Maße mit Erwerbsarbeit, Beruf und gewerblichen Tätigkeiten verbunden wird. Damit entwickeln Strukturen und Prozesse der Arbeit in diesem Bereich eine hohe Professionalisierung und Komplexität.

Historisch wird der Begriff der Arbeit sehr stark mit der Existenzsicherung in Verbindung gebracht (vgl. KRUSE, 2002; TENFELDE, 1986). Seit dem Altertum wird Arbeit mit Mühe und Anstrengung verbunden. Die Althochdeutsche oder Mittelhochdeutsche Übersetzung „arabeit“ oder „arebeit“ spricht gar von Plage, Mühe und Not (vgl. LUCZAK, 1998). Daher wurde im Altertum insbesondere die körperliche Arbeit von Sklaven ausgeführt, wohingegen politische und wissenschaftliche Tätigkeiten nicht der Arbeit im engeren Sinne zugeordnet wurden (vgl. KRUSE, 2002). Die Bedeutung löste sich später auf, so dass auch geistige Tätigkeiten der Arbeit zugeschrieben wurden. Die negative Interpretation der Arbeit in den verschiedenen Epochen ist nicht nur den schweren Arbeitsbedingungen zuzuschreiben (vgl. TENFELDE, 1986), sondern auch die kirchliche Bedeutungszuschreibung der Arbeit, als Lebenspflicht und Buße, hat einen Anteil daran (vgl. KRUSE, 2002).

Die Kritik an der Erwerbsarbeit („Entfremdung der Arbeit“) führte in Metatheorien (z.B. von Marx und Engels) dazu, dass sich ganze Völker bestimmten Ideologien unterworfen haben, die das Leben der Menschen in diesen Gesellschaften bestimmten. Der Bedeutungsgehalt der Arbeit unterliegt einem Wandel, der vom allgemeinen sozialen und historischen Kontext abhängt (vgl. HAEFFNER, 1999; KRUSE, 2002; TENFELDE, 1986).

Im arbeitswissenschaftlichen Kontext sind es besondere Bedeutungsgehalte, die mit dem Begriff „Arbeit“ beschrieben werden. Eine Begriffsbestimmung aus den Anfangszeiten der Arbeitswissenschaft lautet:

„Im Sinne einer Arbeitswissenschaft verstehen wir unter Arbeit das zweckvolle Tätigsein oder genauer die für einen wirtschaftlichen oder kulturellen Zweck berufsmäßig ausgeübte Tätigkeit, bei der die Leistungsfähigkeit des arbeitenden Menschen beansprucht wird. Dieses Tätigsein unterscheidet sich, wenn man von Übergängen absieht, vom Spiel und Sport, bei denen die Bewegung Selbstzweck zu sein scheint, durch die Ausrichtung auf einen gegebenen Zweck.“

(HILF, 1957, 18 in STIRN, 1980, 13).

Folgende Aspekte sind HILF in seiner Begriffsbestimmung wichtig:

- Zweckgebundenheit oder Zielorientierung
- berufsmäßige Tätigkeit
- Beanspruchung des Menschen
- Wirtschaftliche Orientierung

SCHOECK (1974, 25 in STIRN, 1980, 12) hat eine offenere Begriffsbestimmung:

„Arbeit ist jede körperliche und geistige Tätigkeit, die der Erlangung von Mitteln zur Befriedigung von Bedürfnissen dient, wobei heute meistens eine Tätigkeit im Rahmen eines Berufs verstanden wird.“

LUCZAK (1998) hingegen orientiert sich hingegen wieder mehr an Hilf:

„Unter Arbeit wird ein Tätigsein des Menschen verstanden, bei dem dieser mit anderen Menschen und (technischen) Hilfsmitteln in Interaktion tritt, wobei unter wirtschaftlichen Zielsetzungen Güter und Dienstleistungen erstellt werden, die (zumeist) entweder vermarktet oder von der Allgemeinheit (Steuern, Subventionen) finanziert werden.“

(LUCZAK, 1998, 3; STIRN, 1980, 13).

Weiter heißt es bei LUCZAK (1998, 3):

„Arbeit dient damit direkt oder indirekt der Existenz der Gesellschaft, soweit sie von der Gesellschaft akzeptiert und honoriert wird. Die Tätigkeit ist planvoll, zielgerichtet und willentlich gesteuert und findet unter bestimmten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen statt.

Arbeit ist somit eine besondere Form des Tätigseins neben anderen wie Spiel, Sport oder Lernen.

Diese Beschreibung zielt primär auf Erwerbsarbeit ab. Daneben finden sich Formen unbezahlter Arbeit, die dem unmittelbaren Konsum dienen, z.B. Arbeit im (eigenen) Haushalt, oder auf einem Solidarprinzip basierend, z.B. Nachbarschaftshilfe.

Überhaupt ist eine Definition von Arbeit, die einerseits Aktivitäten wie Spiel und Sport eindeutig ausschließt und andererseits in Grenzfällen von Erwerbs„tätigkeit“ wie z.B. Börsenspekulation oder Prostitution hinreichend trennscharf ist, kaum zu treffen.“

LUCZAK (1998) schließt also Tätigkeiten wie Spiel, Sport und Lernen aus. Ebenso würde er auch moralisch verwerfliche Tätigkeiten nicht als Arbeit bezeichnen.

Die zuletzt oben genannten Definitionen des Begriffs „Arbeit“ sind alle in einem (arbeits-)wissenschaftlichen Umfeld veröffentlicht worden. Allerdings zeigen sich auch hier deutlich die Probleme von Begriffsbestimmungen (vgl. STANAITYTE, 2005). Insbesondere die Umgrenzung des Bedeutungsfeldes ist in verschiedenen Aspekten inhaltlich sehr fragwürdig und widersprüchlich (vgl. HAEFFNER, 1999). Am Beispiel von LUCZAKS Definition wird dieses sehr deutlich. Zum einen wird eine umfangreiche und detaillierte Definition aufgestellt, um dann die Begrenztheit dieses Vorhabens einzugestehen.

Nahezu alle Autoren beziehen Arbeit auf Erwerbsarbeit. SCHOECK (1974) schränkt dieses zwar etwas ein, aber es geht um die generelle Frage der Abgrenzung des Begriffs „Arbeit“ in dieser Hinsicht. Einige Autoren stellen dieses in Frage, da man viele Beispiele finden kann, bei denen eine Tätigkeit im Erwerbsleben und außerhalb dessen eine hohe Ähnlichkeit haben (vgl. HOFF, 1992; STIRN, 1980). Gerade in der Gegenwart wachsen Beruf und außerberufliche Lebensbereiche enger zusammen (vgl. HOFF, 1992; KRUSE, 2002; OPASCHOWSKI et al., 2006). TOKARSKI (1999) ist jedoch der Meinung, dass sich Arbeit und Freizeit weiter voneinander weg bewegen, da diese eine eigene Systematik entwickeln. STIRN (1980) weist darauf hin, dass es im privaten Bereich eine Vielzahl von Arbeitssituationen und Arbeitsplätzen gibt. Das betrifft Fahrzeuge wie das Auto, Räume wie das Heimbüro oder den Schülerschreibtisch, und auch Funktionseinheiten wie die Küche. Weitere Beispiele finden sich in Aktivitäten, z.B. der Pflege von Menschen.

Senioren können sowohl durch die eigenen Verwandten auf privater Basis umsorgt werden, als auch durch professionelle Pflegekräfte.

Arbeit kann damit bezahlt oder unbezahlt sein, öffentlich oder privat. Ein weiterer besonderer Bereich ist die Arbeit bzw. Tätigkeiten im Haushalt. Im Ehrenamt wird Arbeit erbracht, die professioneller Arbeit oft nicht nachsteht. Auch Nachbarschaftsdienste, Do-it-yourself-Arbeit oder Schwarzarbeit zeigen die Vielfältigkeit der Arbeit. Letztere ist zwar moralisch umstritten, jedoch sind hier ebenfalls die meisten Merkmale von Arbeit zu finden. Es stellt sich die grundlegende Frage auf, inwiefern eine Definition normativ sein darf oder aber Bestimmungselemente neutral beschreiben sollte (vgl. KRUSE, 2002; STANAITYTE, 2005). PICHLER (1991) hält eine gegensätzliche Beschreibung von Arbeit und Freizeit als nicht wünschenswert, da dann der Sinn und eine positive Auffassung von Arbeit in Frage gestellt würden.

Aus dieser Argumentation heraus wird deutlich, dass Erwerbsarbeit nur einen Teilbereich der Arbeit darstellt, aber kein definierendes Merkmal an sich ist. Mit der Loslösung von Erwerbsarbeit ist auch die Frage der Wirtschaftlichkeit kaum mehr relevant. Gerade soziale Berufe und Arbeiten im privaten Bereich stellen sich die Frage der Wirtschaftlichkeit im Sinne von Profitabilität nur selten.

STIRN (1980) stellt Tätigkeit als Synonym für Arbeit mit Verhalten gleich.

„Tätigsein ist gleichbedeutend mit Verhalten. Die Arbeitswissenschaft gehört letztlich zu den Humanwissenschaften...“

(STIRN, 1980, 13).

Weitere synonyme Begriffe sind Aufgabe, Auftrag oder Handlung. Damit entfallen jedoch bestimmte Merkmale oder werden abgeschwächt, die dem Begriff der Arbeit zugeschrieben werden, wie Zwang, Mühe, generelle Beschweris. Dennoch gelten diese etymologischen Bedeutungen des Wortes bis heute (vgl. KRUSE, 2002). Auf der anderen Seite kann diese etymologische Bedeutung heute als ein Bestimmungsmerkmal unter vielen gesehen werden und nicht mehr als der Kern. Die weiteren Merkmale wie die Zielgerichtetheit, die Bedürfnisbefriedigung und die hohe Bedeutungszuschreibung werden als

Bestimmungsmerkmale von Arbeit weniger in Frage gestellt. Diese Merkmale lassen sich auf vielfältige Formen von Arbeit anwenden, wie auch in bestimmtem Maß dem Sport als Tätigkeit oder Handlung. KRUSE (2002) macht noch eine genaue Unterscheidung von Begriffen wie Arbeit, Tätigkeit und Beruf. Diese Ausführungen werden hier aber nicht weiter vertieft.

Einige Autoren schließen den Sport nicht rigoros aus und sehen Ähnlichkeiten zwischen professionellem Sport und Erwerbsarbeit (vgl. STIRN, 1980). Im Profisport wird ebenfalls eine existentielle Erwerbstätigkeit durchgeführt, die oft von großen Mühen und teilweise körperlichen wie psychischen Extrembelastungen begleitet sind. Allerdings gleicht die sportliche „Profiarbeit“ nicht einer „normalen“ Erwerbstätigkeit. Es ist eine hohe Ähnlichkeit zu künstlerischen Tätigkeiten zu finden, die ebenfalls professionell ausgeübt werden können. Der gemeinsame Unterschied zu „normaler“ Erwerbsarbeit ist insbesondere die extrem hohe Leistungsfähigkeit, die für diese Tätigkeit ein begrenzendes Merkmal ist, so dass nur wenige Menschen Sport oder Kunst professionell ausüben können. Der Beruf des „Profisportlers“ ist zudem auf ein kleineres Zeitfenster begrenzt.

Die Tätigkeit im Profisport, wie auch der Kunst, wird von vielen Menschen ähnlich als Freizeitaktivität ausgeübt. Dieses trifft auf viele berufliche Tätigkeiten idealtypisch nicht zu. Allerdings wird auch das in modernen Gesellschaften immer mehr aufgelöst. Das zeigen Beispiele wie professionelle und private Betreuung von Menschen, Handwerk als Beruf und Heimwerken, Computerarbeit am Büroarbeitsplatz und „Internetchatten“ als kommunikatives Hobby. Wie später noch ausführlicher diskutiert wird, kann man hier auch festhalten, dass die Trennung von professionellem Sport zu anderen Sportformen zum einen fließend verläuft und zum anderen Merkmale von Arbeit, selbst wie es oben dargestellt wird, auch auf andere Formen der Sportausübung zutreffen. Bei der genauen Betrachtung des Begriffs Arbeit zeigt sich, dass Arbeit in vielen Sinndimensionen verstanden und auch sehr unterschiedlich kategorisiert werden kann. Sport wird dadurch allerdings immer noch nicht als Arbeit bezeichnet oder damit generell in eine enge Verbindung gebracht.

Auf einer anderen Ebene befasst sich die Metakritik des Begriffs Arbeit. Eine Begriffsbestimmung erfolgt meist über logische Definitionen, wie sie seit Aristoteles und Kant üblich sind. Allerdings sind diese Definitionsansätze immer stärker in der Kritik. (vgl.

STANAITYTE, 2005). Das Kernproblem von Definitionen besteht in der Vagheit und Mehrdeutigkeit der Sprache. Das bedeutet auch, dass eine Auflistung von Merkmalskomponenten eines Begriffs nicht zu einer klaren Definition führen kann, da die kontextuelle Variabilität der Bedeutung von Begriffen dieser Logik entgegensteht. Zudem kann es bei einer Aufzählung von Merkmalen zu überflüssigen Beschreibungen kommen. Dieses widerspricht der Forderung der Knappheit von Definitionen. Bei aller Problematik von Definitionen, wie es auch LUCZAK (1998) in seiner Begriffsbestimmung anmerkt, ist es im Sinne einer klaren Kommunikation und inhaltlichen Auseinandersetzung nötig, Definitionen oder zumindest Begriffsbestimmungen durchzuführen.

Der Bedeutungsgehalt von Begriffen erfolgt also um die Darstellung eines Bedeutungskerns und der Diskussion der oft unscharfen Ränder. Der Bedeutungskern des Begriffs Arbeit wurde schon oben mit einer Tätigkeit, Handlung oder Aktivität mit den Merkmalskomponenten Zielgerichtetheit, Bedürfnisbefriedigung und hohe Bedeutung für die Menschen beschrieben. Zu den weniger eindeutigen Merkmalen gehört Anstrengung oder hoher Aufwand, Erwerbstätigkeit oder Existenzsicherung. Auch wenn diese Merkmale oft genannt werden, lassen sich vielfältige Beispiele finden, in denen diese Merkmale nicht gelten (vgl. HOFF, 1992). Die unscharfen Ränder lassen sich insbesondere über eine Diskussion mit Gegenbegriffen darstellen. Als Gegenbegriff von Arbeit wird oft der Begriff Freizeit genannt (vgl. HOHMANN, 1990; OPASCHOWSKI et al., 2006; STIRN, 1980). Da der Sport diesem Bereich oft zugeordnet wird, soll eine weitere Bestimmung von Arbeit im Bezug zu Freizeit erfolgen.

1.3.2 Der Zusammenhang von Arbeit und Freizeit

Die Freizeit galt lange als Gegenpol zur Arbeit. So wurde die Freizeit oft als „Restfunktion“ der Erwerbsarbeit betrachtet (vgl. OPASCHOWSKI et al., 2006). Jedoch gäbe es in diesem Verständnis keine Freizeit für nicht Erwerbstätige, wie z.B. für Arbeitslose, Rentner oder Hausfrauen. Zudem ähneln viele Tätigkeiten im Bereich außerhalb der Erwerbsarbeit der Arbeit im Beruf. Eine Trennung ist oftmals nur schwer zu vollziehen. Daher ist es möglich, die Ergonomie auf alle Bereiche des Lebens zu beziehen. Dieses betrifft damit auch die „echte freie Zeit“ und sogar den Schlaf. Das große Angebot

an ergonomischen Betten zeugt davon. Der Sport ist hier ebenfalls ein gutes Beispiel, die klassischen Vorstellungen von Arbeit und Freizeit aufzulösen. Auch wenn Sport oftmals mit Mühen und Anstrengungen verbunden ist, so würde man Sport jedoch nicht als Arbeit bezeichnen.

Die Arbeit unterliegt besonders im Übergang zum 21. Jahrhundert grundlegenden Veränderungen (vgl. KRUSE, 2002; OPASCHOWSKI, 1989; TENFELDE, 1986). So ist nicht nur die Art der Tätigkeit durch den technologischen Fortschritt (Maschinen, Computer) verändert, sondern insgesamt haben sich die Tätigkeiten in Richtung der Sektoren Dienstleistung und Information verlagert. Das bedeutet für viele Menschen geringere körperliche, aber dafür oft stärker mentale Belastungen. Durch die Verkürzung der Berufsarbeitszeiten scheinen die Menschen mehr Freizeit zu besitzen. Dieses wird jedoch kontrovers diskutiert (vgl. KRUSE, 2002; OPASCHOWSKI, 1989; TOKARSKI, 1999). Klarer ist, dass die Menschen die Erwerbsarbeit nicht länger als reine Existenzsicherung sehen, sondern auch Motive der Orientierung, Selbstverwirklichung und gesellschaftliche Aspekte hinzukommen. Das führt oftmals dazu, dass Arbeit nicht nur Mühe und Anstrengung bedeutet, sondern auch Spaß machen kann.

Auf der anderen Seite ist Sport oft mühevoll bis hin zur maximalen Leistungsfähigkeit. Damit wird eine Ähnlichkeit des Sports mit Erwerbsarbeit deutlich, was sich auch in Begriffen wie Trainingsarbeit oder Berufssport zeigt. Sport ist nicht immer nur leichte „Spielerei“ sondern es finden sich viele Bereiche, in denen der Sport mit der Zweck- und Zielorientierung stark der Arbeit gleicht. Das kann dazu führen, dass Sport nicht nur Spaß und Frohsinn bedeuten. Man denke nur an frustrierte Leistungssportler, die dem Leistungsdruck nicht standhalten oder an Verletzungen im Sport. Auch in der Rehabilitation, im Behindertensport oder allgemein im Gesundheitssport wird der Sport nicht zweckfrei ausgeübt. Hier wird der Sport im Sinne einer Medizintechnik instrumentalisiert. Eine entgegen gesetzte Entwicklung kann man bei Erwerbsarbeit beobachten. Hier macht die Arbeit oft Freude, stellt eine Herausforderung dar und bereichert das Leben positiv. Wenn eine Erwerbsarbeit auch Spaß machen darf und kann, so ist die Frage, welche Unterschiede zu Tätigkeiten in der Freizeit bestehen. Bis heute wird die Freizeit zwar oft als Gegenwelt der Arbeit gesehen. Beide Bereiche erscheinen aber immer unschärfer und dadurch ineinander zu fließen (vgl. HOFF, 1992;

OPASCHOWSKI et al., 2006). Der Sport hat jedoch gerade als Freizeitbeschäftigung besonders durch den Leistungsaspekt oder der (gesundheitlichen) Instrumentalisierung viel von der Muße verloren, die für die Freizeit als ein Merkmal gesehen werden kann (vgl. PICHLER, 1991).

Arbeit als Kernelement der Arbeitswissenschaft und Ergonomie wird in dieser Dissertation wie folgt verstanden:

**Arbeit ist
ein elementarer Bestandteil des menschlichen Lebens,
die als zielgerichtete Tätigkeit oder Handlung
die Befriedigung von Bedürfnissen ermöglicht.**

Damit können Tätigkeiten im Sport und in der Freizeit ebenfalls im Sinne von Arbeit verstanden oder zumindest als arbeitsähnliche Bereiche bezeichnet werden. Mit dieser Auffassung von Arbeit kann die Ergonomie nicht mehr allein auf Erwerbsarbeit bezogen werden, sondern auf viele Anwendungsbereiche. Einen besonderen Bereich stellt der Sport dar.

1.4 Ergonomie und Technologie im Sport

Ergonomie kann auch auf den Bereich des Sports angewendet werden. Der Sport ist in vielen Bereichen der Arbeit ähnlich, selbst wenn dieses nicht direkt ersichtlich ist. Arbeit ist zielgerichtet, hat eine hohe Bedeutung und stillt Bedürfnisse des Menschen. Diese Merkmale treffen ebenfalls häufig auf den Sport zu mit einer Zielsetzung ähnlich der Arbeit, selbst wenn im Sport Spaß und Ablenkung „produziert“ wird. In vielen Fällen ist jedoch die Zielsetzung komplex, wie dieses im Leistungssport und Gesundheitssport erkennbar wird.

Sport bedeutet für viele Menschen eine Quelle sinnvoller und freudiger Freizeitgestaltung, die den gesamten Menschen einbezieht, in körperlicher, geistiger und sozialer Hinsicht. Damit kann der Sport eine wichtige Rolle im Leben einnehmen, was besonders deutlich im Leistungs- und Gesundheitssport zu sehen ist. Der Grund für die hohe Akzeptanz von Sport ist nicht nur im Ausleben des Bewegungsdrangs zu sehen oder in der Befriedigung sportlicher Ziele. Sport ist heute ein gesellschaftliches und kulturelles Phänomen, das mit seiner Vielfältigkeit und Spannung eine große Faszination ausübt. Im Vergleich mit Erwerbsarbeit kann Sport eine Vielzahl von menschlichen Bedürfnissen befriedigen, die ebenfalls existentielle Belange betreffen können. Beispiele hierfür sind der Profisport oder der Rehasport als medizinische Maßnahme.

Der Sport ist heute von einer Vielzahl von technischen Elementen durchzogen. Dazu gehören nicht nur die Sportgeräte und Ausrüstungen, sondern auch die Sportstätten und Bewegungsräume. Die Technik betrifft zudem Trainingsmaßnahmen/-apparate und Trainingsmethoden. Vielfach wird von einer „Technologisierung des Sports“ gesprochen (HEINEMANN, 2001a). Die Begriffe Technik und Technologie werden oftmals synonym verwendet. Um das Verständnis dieser Begriffe zu klären, folgt zuerst eine Begriffsbestimmung von Technik und Technologie. Danach wird tiefer auf den Sinnzusammenhang von Ergonomie und Technik bzw. Technologie eingegangen und der Bezug zum Sport dargestellt.

1.4.1 Begriffsbestimmung Technik für den Sport

Mit der Begriffsbestimmung von Technik und Technologie wird der Bedeutungsraum aufgezeigt, der für die nachfolgende Diskussion hilfreich ist.

Der Begriff der Technik wird im sportwissenschaftlichen Lexikon wie folgt bestimmt:

„Technik, sportliche: T. ist eine spezifische Abfolge von Bewegungen oder Teilbewegungen beim Lösen von Bewegungsaufgaben in Sportsituationen. Als der über den Sportbereich hinausgehende Oberbegriff ist der Begriff Bewegungstechnik zu nennen.“

(RÖTHIG/PROHL, 2003, 588).

Diese Definition beschreibt Technik im Sinn von „regelgeleitete und planmäßig als Mittel eingesetzte Fertigkeit...“ (ROPOHL, 1999, 17). Diese Begriffsbestimmung bezeichnet ROPOHL als weite Auslegung von Technik (1999, 17). Sportliche Techniken werden auch als Individualtechniken bezeichnet (vgl. ROPOHL, 1999, 17). Diese Vorstellung von Technik ist nicht gegenständlich im Sinne eines Artefakts, sondern entspricht einer immateriellen Form. Die genannte Definition beschreibt Technik als Bewegungshandlung und klammert die Technik als technisches Artefakt (z.B. Sportgerät) aus. Die fehlende Auslegung von Technik als Sachgegenstand zeigt, dass diese Begriffsbestimmung in der Sportwissenschaft noch nicht weit verbreitet ist.

Eine ähnliche Betrachtung findet man bei LENK (2001, 45), der Folgendes über die Technik schreibt:

„Der Ausdruck und Begriff „Technik“ geht auf den griechischen Techne-Begriff zurück, der nicht nur Kunst (Fertigkeit) und diese per partem pro toto auch (in) teils mechanischen Handwerken, Gewerbebetrieben und Weissagungen bezeichnet, sondern auch das in verständiger Weise künstlerisch Hergestellte und überhaupt künstlich Gemachte und somit auch das dadurch künstlich Hergestellte, z.B. Kunstwerk oder auch Tricks und Fallstricke, Kunstgriffe, Listen und listige Veranstaltungen. Der technites war der Handwerker, Werkverfertiger, Künstler, Meister und überhaupt ein Sachverständiger oder – pejorativ – ein raffinierter Betrüger.“

In dieser Definition ist eine erste Andeutung über den Zusammenhang von der technischen Fertigkeit zu dem Resultat dieser Fertigkeit zu finden. In der weiteren Abhandlung geht

LENK (2001) noch auf die philosophischen Aspekte ein, dass Technik nicht nur aus empirischer Erfahrung besteht, sondern bei Platon immer auch eine Verbindung mit Wissen und Wissenschaft eingeht. Angewandte Technik wird bei Platon auch „technai“ bezeichnet, von dem er noch eine „göttliche techne“ unterscheidet, die ein natürliches Entstehen von Dingen verursacht.

Hingegen orientiert sich die enge Definition an künstliche Gebilde oder Artefakte, die stark an das Verständnis des Industriezeitalters anknüpfen. Hier beschreibt die „Realtechnik“ (LENK, 2001, 46f) vor allem Maschinen als technische Komponente. Eine ähnliche Definition findet sich bei LENK (2001, 47) der eine Definition von TUCHEL nennt:

„Technik ist der Begriff für alle Gegenstände, Verfahren und Systeme, die zur Erfüllung individueller oder gesellschaftlicher Bedürfnisse aufgrund von schöpferischer Konstruktion geschaffen werden, durch definierbare Funktionen bestimmten Zwecken dienen und insgesamt eine weltgestaltende Wirkung haben.“

Diese enge Auslegung von Technik umfasst die sachliche Ausgestaltung einer Fertigkeit und damit auch der Einbeziehung der sachlichen Artefakte. ROPOHL (1999, 18) präzisiert den Begriff des Artefakts mit dem Begriff des „Sachsystems“ und der „Sachtechnik“. Eine „mittelweite“ Definition die sich sowohl an den Produkten (Sachsystemen) als auch an menschlichen Handlungen orientiert, findet man in der VDI-Richtlinie 3780 (2000) zur Technikbewertung (auch ROPOHL, 1999, 18; ROPOHL, 2001, 16):

- „Technik umfasst die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte, Sachsysteme);
- die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen und
- die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.“

„Dieser mittelweite Technikbegriff [...] besteht darin, die menschlichen Handlungszusammenhänge der Technik bei Herstellung und Verwendung der Artefakte ausdrücklich zu berücksichtigen, aber nur solches Handeln in Betracht zu ziehen, das es mit künstlich gemachten Gegenständen zu tun hat, sei es in der Herstellung oder sei es im Gebrauch der Artefakte.“

Die oben genannte Definition schließt menschliches Handeln ausdrücklich mit ein. Durch die Interdependenz von menschlichem Handeln und gesellschaftlichen Einflüssen entsteht eine besonders geprägte Form von Technik.

„Technisches Handeln ist grundsätzlich soziotechnisches Handeln. Die Handlungseinheiten, zu denen sich Menschen mit Sachsystemen verbinden, sollen daher soziotechnische Handlungssysteme heißen.“

(ROPOHL, 1999, 19).

ROPOHL (2001) stellt fest, dass der handlungsbezogene Technikbegriff vor allem zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch verbreitet war und sich bis heute vor allem in den Sozialwissenschaften hält. Diese Auffassung ist auch stark in den Sportwissenschaften vertreten, was die Nichtbeachtung der Sachtechnik im Sportwissenschaftlichen Lexikon erklären würde (vgl. HUMMEL/RÜTTEN, 2001). Mit der zunehmenden Technisierung der Gesellschaft dominiert heute zunehmend der enge Technikbegriff, der von den Technikwissenschaften, insbesondere den Ingenieurwissenschaften benutzt wird.

Technik kann in verschiedene Dimensionen und Perspektiven klassifiziert werden. ROPOHL (2001, 17ff) unterteilt Technik in drei Dimensionen:

- Naturale Dimension
- Humane Dimension
- Soziale Dimension

Diese Dimensionen haben untergeordnet verschiedene Perspektiven zum Inhalt. In der naturalen Dimension sind technikwissenschaftliche, physikalische, chemische und andere Perspektiven zu finden. In der humanen Dimension sind physiologische, psychologische, ethische und weitere Perspektiven zu finden. Die soziale Dimension unterteilt sich in historischen, politologischen, soziologischen und anderen Perspektiven. In der Historie der Sportwissenschaft zeigt sich, dass bisher vor allem pädagogische, physiologische und sozialwissenschaftliche Perspektiven eingenommen wurden. ROPOHL (2001, 18f) merkt an, dass diese Klassifizierung nicht vollständig ist und Überschneidungen aufweist, ohne diese so darzustellen. Dieses Schema zeigt die unterschiedlichen Dimensionen und Perspektiven des Technikbegriffs und Technikverständnisses.

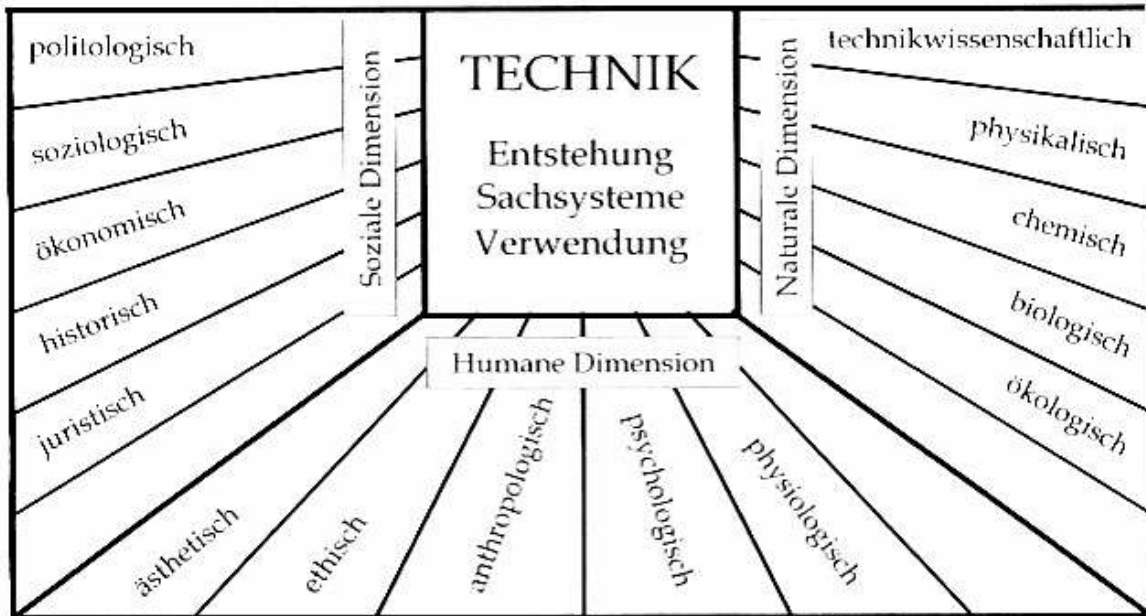


Abbildung 4: Dimensionen und Perspektiven der Technik (ROPOHL, 2001, 18)

Technik ist keine Domäne der Ingenieurwissenschaften, auch wenn das oft den Anschein hat. ROPOHL (2001, 18f) begründet das damit, dass eine Einzelwissenschaft den oben genannten Dimensionen und Perspektiven nicht gerecht werden kann und diese auch nicht umfassend behandelt. Daher sei die Technikforschung weder allein den Natur-, den Human- oder den Sozialwissenschaften zuzuordnen. Die Komplexität der Technik verlangt vielmehr einen multi- und interdisziplinären Ansatz.

Das bedeutet für die Sportwissenschaft, die sich aus den unterschiedlichen wissenschaftlichen Ansätzen bedient, dass eine weite Definition der Technik, wie etwa bei RÖTHIG/PROHL (2003), keine ausreichende und umfassende Beschreibung darstellt. In dieser Dissertation soll Technik in einem multidisziplinären Verständnis gebraucht werden, wie es ROPOHL (1999, 2001) vorschlägt.

1.4.2 Technik im Sport und der Sportwissenschaft

Eine Begriffsbestimmung von Technik im Sport gibt RÜTTEN (2001, 27f):

- 1) „Er [der Sport, KT] definiert mit seinen unterschiedlichen Bewegungstechniken (z.B. des Handballspielens, Radfahrens, Gewichthebens) spezifische Formen des Umgangs mit dem Körper und der Welt. [...]
- 2) Er definiert mit seinen unterschiedlichen Geräten (z.B. dem Ball, dem Rennrad, der Langhantel) spezifische Formen des Bewegungs- und Sozialverhaltens. Obwohl die generelle gesellschaftliche Bedeutung von Technik und Maschinen im Sport frühzeitig von der philosophischen Anthropologie [...] und der Kritischen (Sport) Theorie [...] heraus gestellt wurde, mangelt es bisher an konkreten Analysen der soziologischen, psychologischen und erzieherischen Implikationen von Sportgeräten. [...]
- 3) Er definiert mit seinen unterschiedlichen technischen Räumen (z.B. dem Handballfeld, der Radrennbahn, dem Krafraum) spezifische Spiel- und Bewegungsmöglichkeiten, deren gesellschaftliche und erzieherische Funktion – insbesondere im Sinne ihrer „Begrenztheit“ – zunehmend Beachtung findet.“ [...]

In dieser Definition wird der Begriff der Technik für den Sport wesentlich weiter und umfassender beschrieben als bei RÖTHIG/PROHL (2003) und um die Sachkomponente erweitert. Zudem erfolgt ein Transfer auf den Sport mit einer Erläuterung. LENK (2001) sieht die Sachtechnik oder das technische Artefakt als Technik im eingeschränkten Sinne, und die Handlungsfertigkeit und Handlungsformierung als Technik im weiten Sinn (vgl. ROPOHL, 1999).

Auch HEINEMANN (2001a, 61f) stellt fest, dass es eine große Zahl an Definitionen und unzählige (Alltags-) Interpretationen von Technik gibt. Er fasst den Begriff Technik unter dem Gesichtspunkt der Realtechnik mit folgenden Bestimmungsmerkmalen zusammen:

- „1. es [die Technik, KT] handelt sich um künstlich geschaffene gegenständliche Gebilde (Artefakte) – damit grenzen wir den Begriff Technik von Natur ab-,
2. in denen ein Zweck-Mittel-Zusammenhang implementiert ist und die daher zweckdienlich und nutzenorientiert sind – damit erfolgt eine Abgrenzung von anderen Typen von Artefakten, nämlich von Zeichen und Symbolen;
3. in dieser Art ihrer Konstruktion wird ein Potential von Wissen und Können vergegenständlicht, das dem Nutzer in dieser Form bereitgestellt wird und zur Verfügung steht – damit umfasst Technik

einen bestimmten Typus von Artefakten, nämlich den, in dem Formen erfolgversprechender [sic] Handlungen zur Bewältigung von Problemen materialisiert sind;

4. sie umfasst jene Formen des Handelns, durch die die Artefakte in den Kontext ihrer Herstellung und Verwendung eingebunden werden - damit kommt zum Ausdruck, dass Technik tote Gegenstände bleiben, wenn sie nicht systematisch in ihrer Funktionalität und Bedeutung mit Handeln verbunden sind.“

(HEINEMANN, 2001a, 61f)

HEINEMANN (2001b, 28) erklärt die Sachvergessenheit in der Sportwissenschaft damit, „...dass Sportlern im Umgang mit Sporttechnologie nicht bewusst ist, dass sie technisch handeln, und dass Sporttreiben nicht nur Segeln, Radfahren, Tennisspielen etc., sondern eben auch technisches Handeln ist.“

Hier kann ergänzt werden, dass die fehlende „semantische Apparatur“ (HEINEMANN, 2001b, 28) in der Sprache des Sports nicht nur die Sportler in der Alltagswelt betrifft, sondern auch die sportwissenschaftliche Ebene. HUMMEL (2001) bietet eine umfassende Erklärung an, warum Technik im Sport in der Semantik und Wissenschaft eine so geringe Berücksichtigung findet. Vorab macht er wie auch HEINEMANN (2001b) klar, dass der Sport mit Sportgeräten und anderen technischen Artefakten nicht nur durchzogen ist, sondern die Sportprodukte den „materiellen Kern“ des Sports darstellen. Die Expansion des Sports wird auch der Technisierung zugeschrieben (vgl. HUMMEL, 2001), die Akzeptanz ist seitens der Sportler und der Sportindustrie nicht zu übersehen.

HUMMEL (2001, 13f) führt folgende Gründe für die Sachvergessenheit der materiellen Technik in der Sportwissenschaft an:

- 1) „Ein bestimmtes Verständnis von Sport, das den Sport per sé als eine möglichst sachtechnisch freie, möglichst rein natürliche Angelegenheit auslegt, mit diesem Verständnis korrespondierende Auffassungen, wonach eine sportliche Leistung sportlich umso wertvoller zu bewerten ist, je weniger die erbrachte Leistung durch sachtechnische Faktoren beeinflusst wurde.
- 2) So verwendet Lenk in seinem Beitrag in diesem Buch das Beispiel, warum die Besteigung eines hohen Berges ohne den Einsatz von Sauerstoffgeräten als höhere sportliche Leistung gewertet wird als bei Verwendung solcher Gerätschaften. Dieses Beispiel verweist auf ein

geradezu archaisches Moment im Sportverständnis, welches nach puristischer Natürlichkeit drängt und den Sport von vornherein und völlig unhinterfragt als natürlichste Sache der Welt einordnet.

- 3) Eine Vernachlässigung der Sachfragen wird in der weitgehenden Standardisierung, Einfachheit, Klarheit, Regelgebundenheit und strikten Funktionsbestimmung der Sachmittel im traditionellen Wettkampfsport gesehen [...].
- 4) Das Verständnis der Sache als einfache, bloße Mittel und deren häufig langfristige Festschreibung durch Regeln begünstigen eine wissenschaftliche Marginalisierung der Sachfragen.
- 5) Schließlich mag zur Vernachlässigung der Sachfragen auch eine in der Sportwissenschaft zu verzeichnende Bevorzugung jener sozialwissenschaftlichen Theorien, insbesondere systemtheoretischer Provenienz, beigetragen haben, die in ihren System-Umwelt-Schemata häufig in die sogenannte Umweltebene delegierten und somit gedanklich entsorgten.
- 6) Der moderne Sport verkörpert gewissermaßen unter einer Maske der Pseudonatürlichkeit geradewegs eine „Erscheinungsform von Technologie“ (König, 1995, S.5), ohne dass dies überhaupt kritisch reflektiert und registriert wird, dass Technik und Technologie von vornherein konstituierende Größen des Sports sind. Dieser Erklärungsansatz gewinnt an Plausibilität, wenn man der Aussage von König folgt, wonach im Sport das technologische Bewusstsein als Bewegungs- und Trainingswissenschaft auftritt (1995, S. 16).“

So heißt es weiter bei HUMMEL (2001, 15), dass diese Interpretation eine merkwürdige Paradoxie beinhalte, da Technologie Sport in großem Maße durchzieht und zugleich abgelehnt würde.

HUMMEL (2001) bietet verschiedene Deutungsversuche zum Verhältnis von Sport und Technik an. Zusammengefasst handelt es sich dabei um folgende Deutungsmuster:

1. **Deutung der Kongruenz der Mythen von Technik und Sport:** Beide Bereiche werden als „Brudermymen“ bezeichnet, die gleichsam die Lust an Rekordstreben, an Grenzüberschreitungen, an Naturbeherrschung und an rationalisierten Abenteuern haben. Beide Mythen fußen auf Fortschrittsgläubigkeit und Naturbeherrschung.
2. **Deutung von Sport und Technik als „Gegenwelten“:** Sport wird hier als Gegenwelt der Erwerbsarbeit und des sonstigen Alltags gesehen, die beide

durchdrungen sind von Technik und Bewegungsarmut. Sport wird in einer romantischen Verklärung als „natürliche“ Kompensation von Arbeit und deren technischen Durchdringung angesehen. Technik wird in dieser Deutung als eine Gefährdung der unverfälschten Natürlichkeit betrachtet.

3. **Deutung des Sports als zunehmende Verdopplung der hoch technisierten Arbeitswelt:** Die Paradigmen der Arbeitswelt, wie Produktivität und Leistungsorientierung, aber auch „Entfremdung der Arbeit“ werden auf den Bereich des Sports projiziert und führen zu einer Entmenschlichung des Sports unter dem Leistungsdiktat und „Versklavung“ durch die Technik.
4. **Deutung des Verhältnisses von Technik und Sport als „Prothetisierung“ und „Desanthropomorphisierung“ des Sports:** Technik stellt Artefakte zur Verfügung, die den Körper verstärken (z.B. Schuhe, Tennisschläger als Verlängerung des Arms). Diese technischen Sachmittel kann man negativ als Prothesen bezeichnen. In einer überspitzten Form findet die Kritik einen Begriff in der „Desanthropomorphisierung“ oder Entmenschlichung des Körpers (z.B. als „Mensch-Maschine-Körper“ oder durch Doping).
5. **Deutung des Verhältnisses von Technik und Sport als „Entökologisierung menschlichen Bewegungshandelns“:** Sport wird zum einen als natürliche Tätigkeit aufgefasst, zum anderen kann Sport mit einer Gefährdung der Natur in Verbindung gebracht werden (z.B. Skimassentourismus). Technik wird hier sowohl als Mittel der Naturbeherrschung, als auch als Ursache der Naturzerstörung angesehen.
6. **Deutung als Möglichkeit zur Humanisierung des Sports durch Technisierung:** Diese positive Deutung geht dahin, dass Technik human eingesetzt werden kann, um Zugangsbarrieren zum Sport zu beseitigen und neue und kreative Sinnes- und Körpererfahrungen erlebbar zu machen. Insbesondere „der Sport für alle“ kann mit Hilfe von Technik angeschoben werden (z.B. Inlineskating, Nordic Walking, Radfahren).

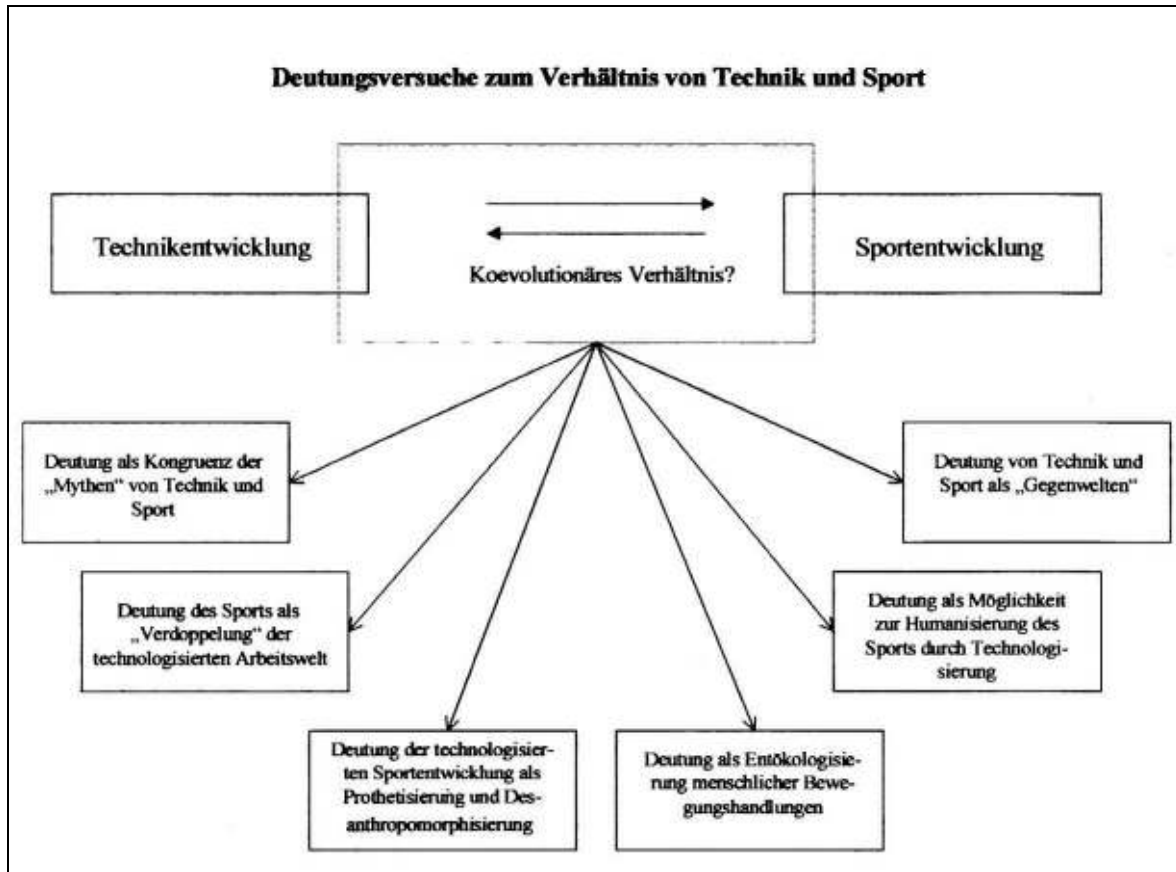


Abbildung 5: Verhältnis von Technik und Sport (HUMMEL, 2001, 15)

Wie oben beschrieben, könnten aus dieser Perspektive bestimmte Vorbehalte gegenüber der Technik heraus entwickelt worden sein. Auf der anderen Seite hat die starke Verwissenschaftlichung des Sports gerade auch zu einer gesteigerten Technisierung geführt, was sich in Disziplinen wie der Biomechanik oder Gerätschaften in der Trainingswissenschaft widerspiegelt.

In dieser Dissertation wird Technik als soziotechnisches Artefakt verstanden, die der mittelweiten Definition von ROPOHL (2001) folgt. Auf der einen Seite bezeichnet Technik Handlungstechnik (Radfahren), auf der anderen Sachtechnik (Fahrrad) und als Mittel zur Herstellung von Sachtechnik die Verfahrenstechnik (Herstellung Fahrrad). Wenn im weiteren Verlauf von Technik als Handlungstechnik (z.B. Technik des Radfahrens) gemeint ist, so wird dieses als Handlungs- oder Bewegungstechnik explizit formuliert.

1.5 Begriffsbestimmung Technologie

Technik und Technologie werden oft synonym verwendet (vgl. LENK, 2001). Allerdings lässt sich folgender Unterschied finden. ROPOHL (1999, 22f) unterscheidet Technik und Technologie dadurch, indem er Technik den Bereich der „Erfahrungswirklichkeit“ zuteilt und „Technologie die Menge wissenschaftlich systematisierter Aussagen über jenen Wirklichkeitsbereich“ beinhaltet.

In den Ingenieurwissenschaften steht Technologie oft synonym für Verfahrenskunde. Hier steht der technologische Prozess im Vordergrund, also alle Aspekte und Vorgänge, die zur Herstellung von Stoffen (Materialien) und Artefakten dienen. In diesem Punkt ist die große Überschneidung zu dem Begriff Technik zu erkennen.

Die enge Bindung des Begriffs an die Ingenieurwissenschaft ist teilweise der historischen Entwicklung zuzuschreiben. Die ursprüngliche Intention war möglicherweise weiter gefasst, was der Beruf von Beckmann, der diesen Begriff als erster geprägt hat, als Ökonom vermuten lässt. Für die Sportwissenschaft ist eine breitere Einordnung ebenfalls hilfreicher, da diese die Distanz zu dem Thema reduziert. LENK (2001, 49f) diskutiert folgende Definitionen:

„Technologien sind in diesem Sinne also wissenschaftlich basierte Verfahren.

In neuerer Zeit werden insbesondere Prozesssteuerungsverfahren, Ansätze zur Systemmanipulation oder [...] gar bedingte Aussagen über Handlungsanweisungen als „technologisch“ bezeichnet – was wiederum zu eng ist.

In einem etwas weiteren und abstrakteren Sinne werden Technologien als Steuerungsverfahren für Transformationsprozesse aufgefasst, wobei organisationelle und soziale Umsteuerungen („Sozialtechnologie“) einbegriffen sind.“

Zusammenfassend stellt LENK (2001, 50) fest:

„Technologien in diesem weiteren abstrakten Sinne können [...] definiert werden als „methodisch-rationale Verfahren der Systemsteuerung oder einer optimal bzw. optimierenden Organisation zielgerichteter Transformationsprozesse“.“

Diese Definition beinhaltet einen mehrfaktoriellen Ansatz, der soziotechnische Strukturen beinhaltet.

Im Sportwissenschaftlichen Lexikon fehlt zwar der Begriff Technologie, es findet sich aber der Begriff der Technologisierung:

„Modernisierungstheoretisches Konstrukt, vor dessen Hintergrund sozialer Wandel im Sport aus einem sich stets verändernden, meist als fortschreitend begriffenen Einsatz von Artefakten abgeleitet wird. ... Analytisch ist zu differenzieren zwischen Veränderungen innerhalb einer Sportart und dem Entstehen neuer Sportarten im Kontext von Technologisierung. Im ersten Fall können sportbezogene Orientierungskomplexe den Ausschlag für technische Weiterentwicklungen geben, wie z.B. im Fall des Einsatzes neuer Materialien im Fahrradbau für den Spitzensport.“

(RÖTHIG/PROHL, 2003, 592f).

Im Vergleich zur allgemein lexikalischen Definition ist hier ein völlig anderer Ansatz zu erkennen, der das Argument des soziotechnischen Systems betont (vgl. LENK 2001).

Bei HEINEMANN (2001b, 84) wird Technologie in weitem Maß synonym mit Technik verwendet:

„Man kann Sporttechnologie verstehen als

„(a) der Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte);
(b) die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Artefakte entstehen und
(c) die Menge menschlicher Handlungen, in denen Artefakte verwendet werden“. (Ropohl, 1981, S. 14).“

Die von ROPOHL zitierte Definition setzt HEINEMANN zur Definition von Technologie ein. Eine weitere Unterscheidung sieht ROPOHL (1999, 23) von Technik und Technologie, indem er Technik als „objektsprachlichen“ und Technologie als „metasprachlichen“ Ausdruck bezeichnet.

Dennoch hat die Definition von Technologie, wie sie HEINEMANN (2001b) versteht, den Vorteil (wie er auch bei dem Begriff der Technik zu verzeichnen ist), dass sie Artefakte in den Kontext ihrer Herstellung und Verwendung einbindet. Technik und Technologie

beschränken sich also nicht auf die materielle Ausgestaltung der Artefakte, sondern beinhaltet auch ihre Funktionalität und Bedeutung. HEINEMANN (2001b) grenzt bei dieser Definition der Technik einerseits Natur und andererseits andere Typen von Artefakten, nämlich Zeichen und Symbole aus.

In einem weiteren Beitrag erweitert und spezifiziert HEINEMANN (2001a) die Bedeutung von Sporttechnologie. Er differenziert die eigentlichen Artefakte (z.B. Sportgerät), Artefakte als Grundlage (neue Materialien, wie z.B. Kohlefaser), und der Verarbeitung dieser Artefakte. Diese Aspekte entsprechen den Punkten (a) und (b). Den Aspekt (c) differenziert HEINEMANN (2001a, 62f) als „Nutzertechnologien“. Hier können einzelne Komponenten unterschieden werden (beim Segeln die unterschiedlichen Teile und deren Verwendung, z.B. Segel, Steuer) und das gesamte Sportgerät als technologischen Komplex. Das Sportgerät ist wiederum in eine „komplexe Konsumtechnologie“ eingebunden, die eine Vielzahl additiver Elemente beinhalten kann (zu Ski kommen Skibekleidung, Lift, Hotel, Personenbeförderung, Information usw.). Mit dieser Definition von Sporttechnologie kann man eine große Verwandtschaft zur Definition von Ergonomie feststellen. Auch in der Ergonomie geht es um ein System mit unterschiedlichen technischen Komponenten.

In dieser Dissertation wird dem Konstrukt von ROPOHL (1999) gefolgt, dass Technik und Technologie nicht synonym sind und Technologie die Wissenschaft von der Technik ist.

1.5.1 Technologisierung des Sports

Es ist kaum eine Frage, dass der heutige Sport in nahezu allen Bereichen technologisiert und technisiert ist. Dieses trifft auf die Sportgeräte und Sportausrüstung genauso zu, wie für Sportanlagen und Sportstätten. Selbst Lernen und Training ist mit sachtechnischen Elementen durchdrungen. Lernen und Training erfolgt oft durch Techniken, wie Lehrtechnik (z.B. Teillernmethode) oder Trainingstechnik (z.B. Gewichtstraining). Die Technologisierung führt auch dazu, ergonomische Aspekte in den Sport mit einzubringen. Das kann zu einer Erhöhung der Sicherheit führen. Oftmals ist das Ziel von Technologien das Equipment so zu verbessern, dass die Effizienz im Training und die Leistung im

Wettkampf erhöht werden. In Sportarten wie Radfahren, ist die Sportausrüstung ein wesentlicher Bestandteil, um die Bewegungsform auszuüben.

Das Niveau der im Sport eingesetzten Technologien ist oftmals auf einem sehr hohen Stand. Dieses wird nicht nur durch die Bemühungen der Sportindustrie gefördert, sondern auch durch die Sportpolitik. Als Beispiel für staatliche Unterstützung können moderne Sportanlagen, vor allem die Aushängeschilder an den Olympiazentren, genannt werden. Auch die FES Berlin (Forschungs- und Entwicklungsstelle) dient als nationale Einrichtung der Sportgeräteentwicklung als sachtechnische Unterstützung für Spitzensportler. Im Bereich des Fahrrads ist die technologische Entwicklung mittlerweile auf einem Niveau, das ähnlich hoch ist wie in einigen Hightech-Branchen. Das gilt vor allem für die Verarbeitung des Highend-Trendwerkstoffs Karbon.

1.5.2 Von der Technologisierung des Sports zur Sporttechnologie

Der Sport als gesellschaftliches Phänomen ist vielfältig von Technologien durchzogen. Diese beschränken sich nicht nur auf Sachmittel, sondern schließen Handlungsweisen, Einstellungen und Intentionen mit ein. Der Schritt von einer Technologisierung des Sports hin zu einer Sporttechnologie ist klein. Hier geht es vor allem um eine Etablierung des Begriffs der Sporttechnologie in der Sportwissenschaft und die perspektivische Betrachtung des Themas aus Sicht der Sportwissenschaft. Der Begriff Technologie umfasst zum einen die Bedeutung einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Technik und zum anderen die Bedeutung von komplexen Techniksystemen.

Es existiert schon eine Vielzahl von wissenschaftlichen Forschungen und Abhandlungen, die sich mit Technik und Technologie im Sport auseinandersetzen. Allerdings befassen sich die Beiträge mit der Thematik bisher stark aus einer sachtechnischen Perspektive heraus. So finden sich in den Sammelbänden von „Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis“ (ROEMER et al., 2003; MORITZ et al., 2004; GROS et al., 2004; WITTE et al., 2006) vorwiegend technisch-mechanische, und nur wenige sozialwissenschaftliche Ansätze. Dasselbe gilt auch für die internationale Literatur in der Sammelreihe von „The Engineering of Sports“ (SUBIC/HAAKE, 2000; UJIHASHI/HAAKE, 2002;

MORITZ/HAAKE, 2006). Vor allem die ingenieurwissenschaftlichen und biomechanischen Ansätze dominieren bis heute die sportwissenschaftliche Landschaft. Technik als Handlungstechnik oder Verfahrenstechnik sind wesentlich seltener ein Thema.

Eine human- und sozialwissenschaftliche Perspektive von Sporttechnologie nehmen die Autoren in der Aufsatzsammlung von MIAH und EASSOM (2002) ein, in der vor allem die philosophischen Beiträge überwiegen. Historische und politische Aspekte fließen hier ebenfalls mit ein. Ebenfalls eine sozialwissenschaftliche Perspektive nimmt HEINEMANN (2001a) ein, der Technologien im Sport nicht losgelöst von sozialwissenschaftlichen Fragestellungen sieht. Der SCOT-Ansatz (Social Construction Of Technology) von PINCH und BIJKER (1987) erklärt ebenfalls die unterschiedliche Verwendung und Bedeutung von Technologien in Abhängigkeit vom sozial-kulturellen Kontext am Beispiel der Fahrradentwicklung.

Die oben genannten Ansätze zeigen nur einen kleinen Querschnitt über das Themenfeld in der Sporttechnologie. Insgesamt kann der Stand der Sporttechnologie in der Sportwissenschaft noch als gering betrachtet werden. Dieses gilt vor allem für die deutsche Sportwissenschaft. Im Grußwort des ersten Bandes zur „Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis“ heißt es von MORITZ, dass Deutschland erst spät einen Anschluss an die internationale Sporttechnologie bekommen habe (vgl. ROEMER et al., 2003, 4f).

Allerdings scheint die Sporttechnologie als neue Wissenschaftsdisziplin immer mehr Beachtung zu bekommen. Ein Grund dafür mag vor allem in der Sportindustrie liegen (vgl. GROS, 2003; ROEMER et al., 2003; HEINEMANN, 2001a). GROS (2003) sieht sogar einen regelrechten „Boom“ der Sporttechnologie. Er sieht diesen „Boom“ vor allem in der Anzahl und Qualität der Publikationen, der Anzahl nationaler und internationaler Vereinigungen und Kongresse und auch am Interesse von Wissenschaftlern, der Industrie und der Anwender, sprich Sportler. Hinzu kommt, dass der Stellenwert von Technik in der Gesellschaft -und der Sport ist nicht unberührt davon geblieben- in den letzten Jahrzehnten ständig weiter gewachsen ist. Für die wachsende Bedeutung gibt es noch eine andere Begründung. GROS (2003) sieht hier vor allem das Bedürfnis nach Steigerung der Leistung und der Sicherheit. Er nennt zudem das Motiv des Komfort vor allem bei Breitensportlern (GROS, 2003, 12).

1.5.3 Sporttechnologie als Disziplin in der Sportwissenschaft

Sporttechnologie als eigenständiger Begriff ist noch sehr jung. Ein erstes Symposium fand 1989 in Belgien statt (vgl. LAPORTE, 1989). Die japanische Vereinigung für Sporttechnologie besteht seit 1990 (vgl. MORITZ, 2003). Die internationale Vereinigung ISEA (International Sports Engineering Association) wurde 1998 gegründet. In Deutschland selber hat sich der Begriff Sporttechnologie erst etwas später durchgesetzt. Das mag weniger daran gelegen haben, dass in diesem Bereich keine wissenschaftlichen Aktivitäten stattfanden, sondern diese unter anderen Begriffen durchgeführt wurden (vgl. MORITZ, 2003).

Der Bereich der Sporttechnologie ist schon vor dem Aufkommen des Begriffs von anderen Fachbereichen der Sportwissenschaft behandelt worden. EDELMANN-NUSSER (2005) sieht hier die Biomechanik, die Bewegungswissenschaft und die Trainingswissenschaft als die „klassischen“ Forschungsfelder. Diese unterteilen sich in die Gebiete Sportgerätektechnik, Leistungsdiagnostik, Messtechnik im Sport und Sportinformatik. Hier kann man eine Einordnung in die traditionellen Fachbereiche, sowie einen Schwerpunkt bei sachtechnischen Artefakten und Themenbereichen erkennen.

Nach den oben ausgeführten Darstellungen ist diese Systematik jedoch zu kurz gefasst. Technologie umfasst weit mehr als die Sachtechnik und ist nur in Verbindung mit der Bedeutungszuweisung und kontextuellen Verwendung zu sehen, die vor allem von sozio-kulturellen Bedingungen abhängen (vgl. HEINEMANN, 2001b; LOLAND, 2002; PINCH/BIJKER, 1987). Eine ganzheitlichere Systematik der Sporttechnologie zeigt die folgende Abbildung von HEINEMANN (2001a). In diesem Modell wird ersichtlich, dass es bei der Sporttechnologie weniger um das sachtechnische Artefakt geht, sondern um die Technikverwendung. Diese bestimmt, wie auch die Handlungsfähigkeiten bzw. Handlungstechniken der Sportler, die Technikgenese. Der Sportler, als auch die Gesellschaft, bestimmt zudem die Nutzung und die Nutzungsbedingungen mit.

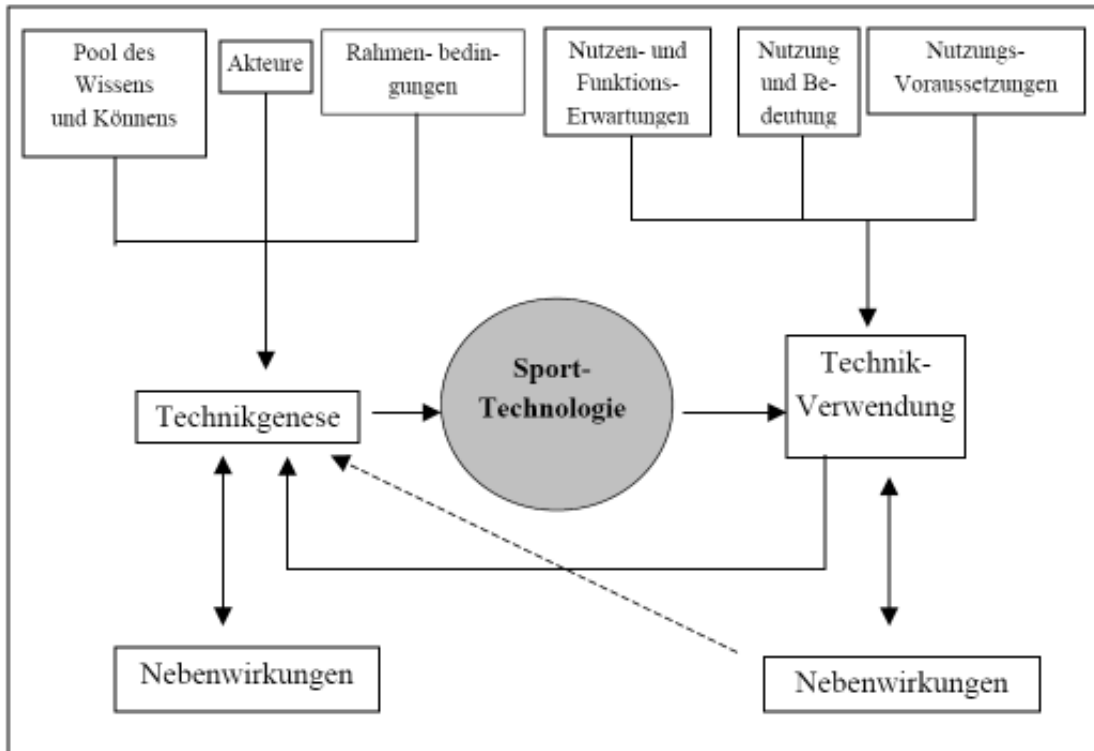


Abbildung 6: Elemente einer Soziologie der Technik im Sport (aus HEINEMANN, 2001b, 48)

Auf der Ausbildungsebene existiert in Deutschland schon seit 1997 der Studiengang Sport und Technik in Magdeburg (vgl. WITTE, 2003). Auch an den Universitäten Chemnitz oder München bestehen spezielle Studienangebote und Forschungsbereiche für Sporttechnologie. Seit 2002 besteht in München ein eigener Fachbereich für Sportgeräte und Sportmaterialien (MORITZ/SENNER, 2003). Im selben Zeitraum entstand die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Sporttechnologie (DIVERS). Zuvor wurde mit der „Sport Kreativ Werkstatt“ schon Ende der 1990er Jahre ein erfolgreiches Projekt begonnen, das heute als eigenständiges Unternehmen die Schnittstelle zwischen Forschung und Anwendung besetzt. Eine ähnliche Ausrichtung hat das „Projekt-Wellcom“ an der Deutschen Sporthochschule Köln, das sich im selben Zeitraum vor allem auf ergonomische Forschungen spezialisiert hat. Die Verbreitung des Begriffs und des Themas der Sporttechnologie wächst in den letzten Jahren, wobei die Durchdringung der Sportwissenschaft noch unvollständig ist. So ist Sporttechnologie an der Deutschen Sporthochschule Köln bisher kein explizites Thema im Bereich der Lehre.

1.6 Definition Sport

Die Begriffsbestimmung von Sport scheint in einer sportwissenschaftlichen Arbeit nicht notwendig zu sein. Ist doch eine Facharbeit für ebensolche Fachleute bestimmt, die sicher wissen, was Sport ist. Allerdings zeigt sich bei einer tieferen Beschäftigung, dass es viele verschiedene Ansätze von Sport und seiner Definition gibt. Diese sollen in Folge übersichtsartig dargestellt werden, damit die Beziehung zwischen dem Begriff und der Bedeutung von Sport zu den anderen Themen und Fragestellungen dieser Dissertation diskutiert werden kann. Gerade bei der Frage nach dem Kern von Arbeit, Technologie und Ergonomie zeigt sich, dass das Wesen des Sports nicht so klar ist, wie es scheint. Daher wird der Begriff hier umfassend erörtert. Insbesondere die normative Gestaltung des Sports hängt eng mit den genannten Themen zusammen. Dabei geht es weit über die Motive der Sporttreibenden hinaus. Die Definition von Sport hat auch umfassende Auswirkungen auf das Selbstverständnis der Sportwissenschaft. Diese hat verglichen mit dem praktischen Sport zudem eine ganz eigene Struktur, Systematik und Logik.

Die Diskussion um die Definition von Sport ist in den letzten Jahren wieder vermehrt aufgetreten. Die Umbenennung des „Deutschen Sportbundes“ in „Deutscher Olympischer Sportbund“ mit gleichzeitiger Öffnung für den sog. „unsportlichen Sport“ (vgl. GÜLDENPFENNIG, 2000) hat ebenso zu Diskussionen zum Verständnis von Sport geführt wie der Vorschlag die Sportwissenschaft in Bewegungswissenschaft umzubenennen (vgl. ROTH/WILLIMCZIK, 1999; ZSCHORLICH, 2000).

Die Frage nach dem Gegenstand der Sportwissenschaft ist sicher der Sport. Ob auch andere Bereiche in diesen Wissenschaftsbereich hineinfallen wird eine spätere Erörterung zeigen. In der Folge soll aber die Schwierigkeit einer Definition von Sport aufgezeigt werden. So heißt es in der 7. Auflage des sportwissenschaftlichen Lexikon zur Definition von Sport:

„Eine präzise oder gar eindeutige begriffliche Abgrenzung lässt sich (deshalb) nicht vornehmen.“
(RÖTHIG/PROHL, 2003, 493)

Diese „Verweigerung“ der Begriffsbestimmung ist erstmal unverständlich, gerade wenn man die Aufgabe des Lexikons betrachtet (vgl. TIEDEMANN, 2005). Noch merkwürdiger

wird es, wenn in der 5. Auflage des gleichen Titels hingegen folgende Definition abgedruckt ist:

„Sport wird betrieben in bestimmten Sportarten (in Sportvereinen, Sportverbänden); als Wettkampfsport (Amateursport, Leistungssport, Spitzensport, Berufssport); in der Schule als Schulsport; unter vorwiegend gesundheitlichen Aspekten als Erholungssport, Ausgleichssport, Fitnesssport (Trimm-Aktion); aus spielerischem Interesse als Jedermannsport, Breitensport, Freizeitsport, Volkssport, Lifetimesport, Familiensport, Urlaubssport; in speziellen Institutionen als Betriebssport, Hochschulsport, Militärsport, Polizeisport, Gefängnis sport; in merkmaltypischen Personengruppen als Frauensport, Kinder- und Jugendsport, Behindertensport, Alterssport; in konfessionellen Vereinigungen (Kirche und Sport); in Form von (künstlerischen) Bewegungsgestaltung als Tanz, Gesellschaftstanz, Ballett, Jazztanz, Gymnastik u.a.m.“
(RÖTHIG, 1983, 338).

Innerhalb von nur zwanzig Jahren sieht man eine dramatische Orientierungsänderung für die Definition des Sportbegriffs. Ein Erklärungsansatz wird im weiteren Verlauf ersichtlich.

Eine konkrete Begriffsbestimmung liegt auch im Lexikon der Ethik im Sport vor:

„Unter „Sport“ werden heute die verschiedenen, nach Regeln betriebenen Leibesübungen, Spiele und Wettkämpfe verstanden, die sowohl im kleinen, privaten Rahmen ausgeübt als auch über große und zum Teil weltweite Organisationen und Institutionen veranstaltet werden. Sport und Sporttreiben sind in spezifische soziale und kulturelle Kontexte eingebunden und lassen sich mit politischen, wirtschaftlichen, erzieherischen und gesundheitlichen Zwecken verbinden.“
(GRUPE/MIETH, 1998, 478)

Diese Definition trifft auf viele Bereiche des Sports zu und ist zudem in einer wenig abstrakten Form dargestellt. Auf neuere Bedeutungen des Sports gehen die Autoren mit folgender Ergänzung ein:

„In der Regel ist der Sport nach Sportarten organisiert. Allerdings werden mit Sport inzwischen auch körperliche Aktivitäten bezeichnet, die über die an klassischen Sportarten orientierten und auf Leistung und Wettbewerb ausgerichteten Sportaktivitäten hinausgehen, wie z.B. Spazierengehen, Wandern, Baden usw. Auch die Sinn- und Motivstruktur des Sports hat sich verändert.“
(GRUPE/MIETH, 1998, 478)

Ob mit dieser Definition jede Art von körperlicher Bewegung oder Tätigkeit als Sport bezeichnet werden kann, lässt diese Definition ebenso offen. Inwiefern Regeln eine konstituierende Größe als eine Bestimmungsvariable des Sports ist, bleibt offen.

VOIGT/ALFERMANN (1992, 144) haben von Sport folgende Definition:

„Sport verstehen wir als willentliche Selbstbewegung des menschlichen Körpers, die bedürfnisorientiert, freudebetont, körperzentriert, die Leistungsgrenzen verschiebend, von sportspezifischen Werten, Zielen, Normen und Sanktionen geleitet, mehr oder weniger am Leistungs- und Lustprinzip ausgerichtet, bewusst Schwierigkeiten schafft und deren Überwindung anstrebt.“

Der Autor schränkt sich dann selber ein, wie unvollständig doch seine Definition sei; „...wenig in das Blickfeld gelangen die individuelle Ausprägung des Sports, sein weites Spektrum sowie Entstehung, Wandel und soziale Funktion dieses Phänomens.“ (VOIGT, 1992, 144). Jedoch spricht die Definition von Voigt trotz der Knappheit recht viele Merkmale an. Allerdings könnte man kritisch ergänzen, dass in dieser Definition die Leistung stark betont wird und das Gesundheitsmotiv fehlt. Ob dieses bewusst so bestimmt wurde, lässt sich nur vermuten.

Bei HEINEMANN findet man in dem Werk „Einführung in die Soziologie“ zwar die Frage „Was versteht man unter Sport?“ (1998, 33). Zur Beantwortung wird eine Definition von Franke zitiert (HEINEMANN, 1998, 34):

„Sport ist ein soziales Konstrukt. Nicht ein Bewegungsablauf – Laufen, Springen, Werfen usw. – ist bereits Sport; gleiche Bewegungsabläufe finden wir auch in der Arbeit. Zu Sport wird er erst durch eine situationsspezifische Rezeption und Bedeutungszuweisung durch die Handelnden etwa als „zweckfrei“, „erholsam“, „gesund“, unproduktiv“, „fair“, „risikoreich“, „leistungsorientiert“, „wettkampfbezogen“, „kommunikativ“, „freudvoll“ usw. und indem andere Merkmale wie z.B. „Schweiß“, „Anstrengung“, „Routine“, „Monotonie“ als nicht konstitutiv ausgeklammert werden. Erst durch solche „Konstruktionsmuster“ entsteht ein Bedeutungsfeld, in dem eine Aktivität als Sport interpretiert wird. Nur über solche Konstruktionsmuster werden zum Teil heterogene Handlungsstrukturen als Sport identifiziert.“

(FRANKE, 1978, 149 in HEINEMANN, 1998, 34):

Diese schon zu jener Zeit sehr umfassende Definition beschreibt den Sportbegriff trotz der griffigen Beispiele zum einen abstrakt und allgemein. Zum anderen gibt Franke konkrete Beispiele. Interessant an dieser Definition ist vor allem die Sinnggebung durch den Sport selber. Laufen, Springen und Werfen werden erst durch einen kulturellen Kontext zum Sport. Welche Merkmale nun den Sport besonders stark repräsentieren, ist jedoch nur angeschnitten. Es stellt sich auch die Frage, wie verschiedene gesellschaftliche Akteure die Bedeutungszuweisung bzw. das „Konstruktionsmuster“ beeinflussen. Die grundsätzliche Frage nach den objektiven und umfassenden Merkmalen des Sports wirft auch diese Definition auf.

DIGEL fragt nach der Definition von Sport und gibt in seinem Eröffnungsvortrag anlässlich des DVS-Kongress im September 1994 in Potsdam darauf keine klare Antwort:

„Nicht weniger schillernd ist inzwischen der Begriff des „Sports“ geworden: Meint man mit ihm alle Phänomene, mit denen sich mittlerweile jene beschäftigen, die von ihrer Berufung als Wissenschaftler dafür zuständig sind, so ist der Begriff „Sport“ zu einem Synonym für nahezu alles, was sich den Menschen mittels Bewegung ermöglicht, geworden.“

(DIGEL, 1997, 13f)

DIGEL formuliert überspitzt, dass eben viele Dinge als Sport bezeichnet werden, auch wenn dieses möglicherweise nicht zuträfe. Es zeigt sich aber auch das Dilemma, dass selbst Bewegung kein konstituierendes Merkmal ist (vgl. FRANKE, 1978, 149 in HEINEMANN, 1998, 34). DIGEL würde gerne eine klarere Abgrenzung und Definition des Begriffs Sport finden. Er verweist aber ebenfalls auf die Definitionsproblematik:

„Der Gebrauch des Begriffes Sport wird dabei jene Unschärfe aufweisen, wie sie im deutschen Alltagssprachgebrauch anzutreffen ist. Diese Unschärfe ist meines Erachtens jedoch ein kennzeichnendes Merkmal des heutigen Sportbegriffes, die gerade auch bei definitorischen Versuchen zu berücksichtigen ist.“

(DIGEL; 1997, 14)

DIGEL macht deutlich, dass eine Begriffsbestimmung stark von der Sprachbedeutung abhängig ist und die Grenzen des Sports zudem sehr unscharf sind. GÜLDENPFENNIG (2000) schlägt daher vor, den Sport im engen und weiten Sinn fassen. Dabei wird der

„traditionell“ verstandene Sport als Sport im engeren Sinn verstanden und neue Formen, Erscheinungen und Bezeichnungen als Sport im weiteren Sinn.

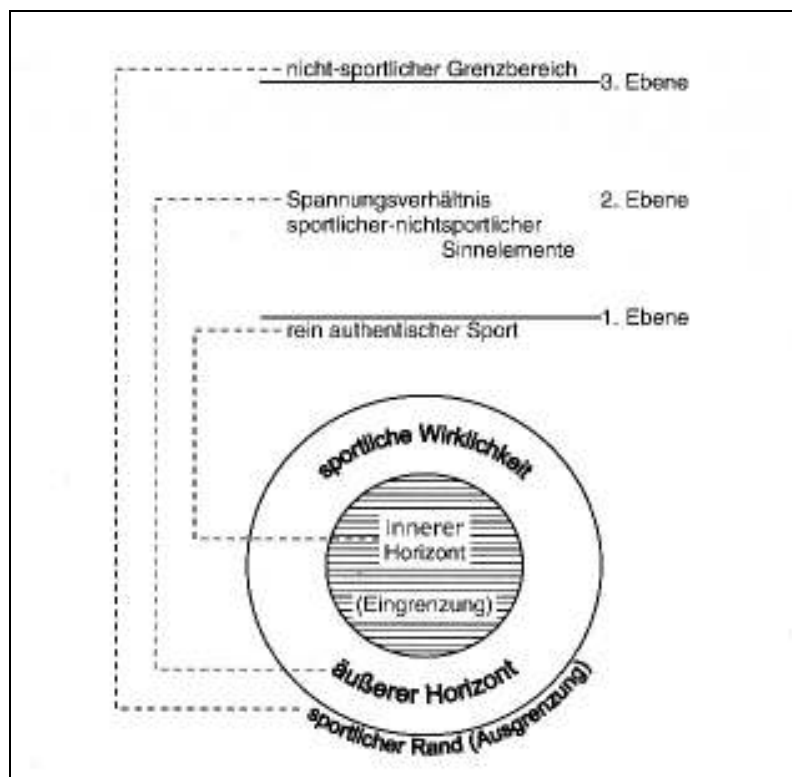


Abbildung 7: Drei-Ebenen-Modell von HÄGELE (in WILLIMCZIK, 78, 2001)

Ähnlich beschreibt auch das „Drei-Ebenen-Modell“ von HÄGELE (in WILLIMCZIK, 2001) die verschiedenen Deutungsmöglichkeiten von Sport in einer sehr anschaulichen Weise. Neben dem Kern von Sport sieht er einen äußeren Horizont und einen Rand. Den inneren Kern bezeichnet er als rein authentischen Sport, jedoch läuft er hier in die gleiche Problematik, diesen zu definieren. Sein Modell ist aber vor allem wegen der definitiven Offenheit mit einer gleichzeitigen Strukturierung und Grenzziehung hervorzuheben.

Eine Systematisierung des Sportbegriffs unternahmen auch WILLIMCZIK (2001) und HAVERKAMP (2005). Diese beleuchten die Bildung des Sportbegriffs auf einer Metaebene. Am Ende ihrer Erläuterungen steht für diese Autoren das „Prototypenmodell“ als das meiner Meinung nach modernste Konstrukt zur Sportdefinition. Das

Prototypenmodell soll daher hier einmal kurz beschrieben werden, weiterführende Ausführungen finden sich bei WILLIMCZIK (2001) und HAVERKAMP (2005).

Das Prototypenmodell beruht auf der Vorstellung, dass Begriffe in einem zweidimensionalen Kategoriensystem eingeordnet werden. „Die horizontale Dimension betrifft die interne Struktur von Kategorien einer Abstraktionsebene, die vertikale Dimension bezieht sich auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Kategorien verschiedener Abstraktionsebenen“ (ECKES/SIX, 1984, 4, zitiert nach WILLIMCZIK, 2001, 136).

„Als Prototyp einer Kategorie (vgl. 1) wird eine aus typischen Attributen zusammengesetzte Entität gesehen, die auch (nur) idealtypisch sein kann. Ihr kommt im Prinzip dieselbe Funktion wie in einem paradigmatischen Experiment zu.“ (WILLIMCZIK, 2001, 138)

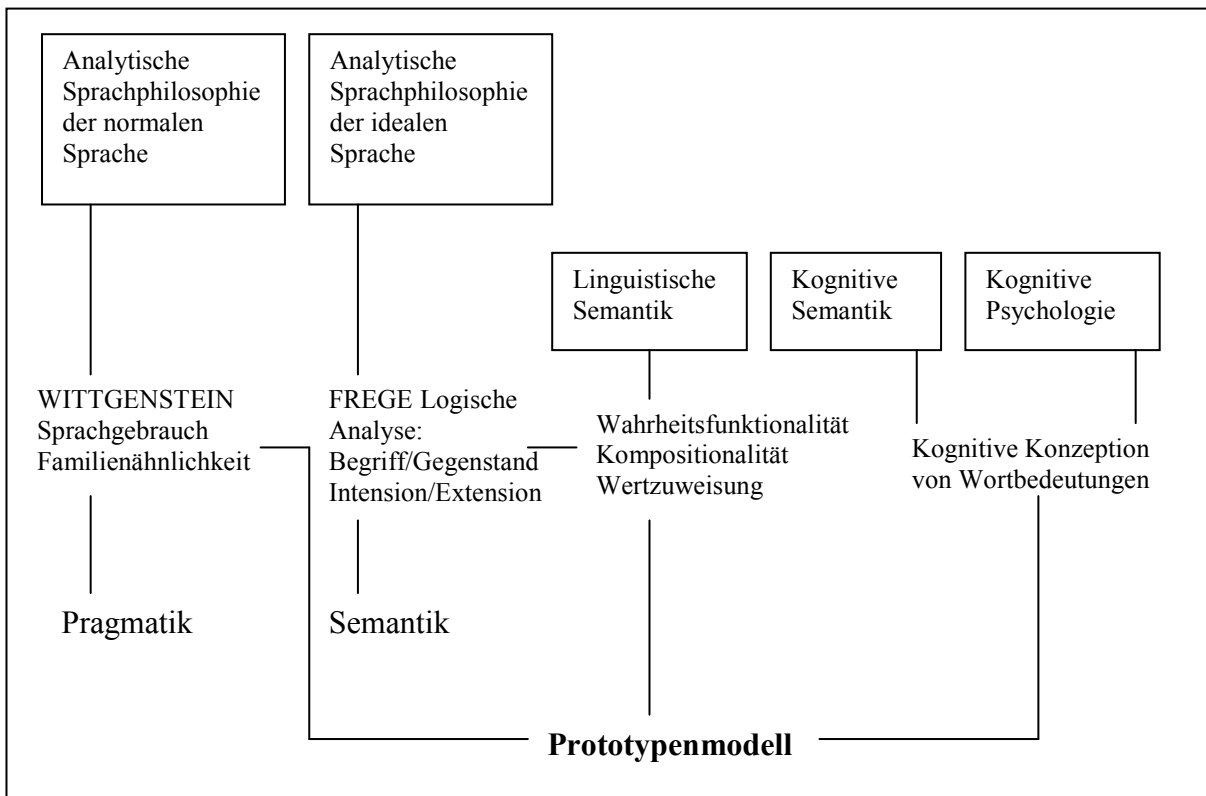


Abbildung 8: Das Prototypenmodell als interdisziplinärer Forschungsansatz (HAVERKAMP, 47, 2005)

Um die Begriffsbedeutung und Zuordnung zu erfassen, wird empirisch die „Cue-Validität“ bestimmt. Dieses erfolgt in beide Richtungen des Kategoriensystems und auch im Bezug auf Entitäten (Exemplar oder Vertreter einer Kategorie) und der Cues (Attribute, Merkmale). Über statistische Methoden kann hier nun bestimmt werden, wann eine Aktivität in eine bestimmte Kategorie fällt und wann die Cue-Validität hoch ist. In der Dissertation von HAVERKAMP (2005) wurden hierzu umfangreiche empirische Untersuchungen durchgeführt, die folgende Kategorien und Merkmale typisch für den Sport sehen. Die Merkmale werden als intensional bezeichnet und für die Extension werden typische Exemplare genannt.

„Bei der Gegenüberstellung zu seinen Nachbarkategorien tritt der Leistungssport als zentrale Instanz des Begriffs Sport hervor. Als besonders typisches Merkmal kennzeichnen ihn der Wettkampfcharakter, die Verletzungsgefahr und seine Aggressivität, seine Publikumswirksamkeit und die hohen Anforderungen an die körperliche Leistungsfähigkeit. Er wird vor allem durch traditionelle und professionelle Sportarten...vertreten. Es lässt sich keine weitergehende Unterscheidung zwischen dem traditionellen Sport, dem professionellen, kommerziellen Sport und dem Zuschauersport (...) treffen. Als ein relativ geschlossenes Zentrum nimmt der Leistungssport auch Aspekte dieser Sportmodelle auf (...). Dem Leistungssport steht der Gesundheitssport gegenüber. Neben der gesundheitsfördernden und regenerativen Wirkung ist bei ihm die Einbindung in den Alltag besonders wichtig. ... Relativ unabhängig von den entgegen gesetzten Schwerpunkten Leistungssport und Gesundheitssport erscheinen der künstlerische Showsport, die sportnahen Hobbys und der Erlebnissport. Letzterer ist vor allem durch Abenteuer und Abwechslung gekennzeichnet und wird hauptsächlich von Natursportarten vertreten. Die künstlerischen „Showsportarten“ wie Eiskunstlauf, Ballett, Jonglieren und Akrobatik sind ästhetisch, kreativ, publikumswirksam und unterhalten. ... In der sehr heterogenen Gruppe der sportnahen Hobbys sind Aktivitäten wie Golf, Federball und Angeln zusammengefasst, die sonst eher in den Randbereich des Sports eingeordnet werden. In dieser Gruppe vereinigen sich spielerische Elemente mit Entspannung und Regeneration.“

(HAVERKAMP, 2005, 261f)

Die oben skizzierten Ausführungen zeigen, dass es verschiedene (intensionale) Merkmale für den Sport als auch extensionale Kategorien gibt. Daraus folgert die Autorin ähnlich den Autoren im Sportwissenschaftlichen Lexikon, dass eine eindeutige Definition der Vagheit und Vielfalt des Sports nicht gerecht wird (vgl. HAVERKAMP, 2005, 262 und RÖTHIG/PROHL, 2003, 493ff).

Zusammenfassend lassen sich unterschiedliche Ansätze zur Definition von Sport finden. Neben den pragmatisch anschaulichen Modellen haben sich auch komplexe theoretische Modelle herausgebildet, Sport zu definieren. Das Prototypenmodell liefert zwar als komplexe Theorie empirische Bestätigungen von Sachverhalten, was Sport denn sein könnte, aber kaum neue Merkmale. Hier haben die älteren Definitionen mit theoriegeleiteten Ansätzen die wesentlichen Merkmale von Sport bereits erfasst. Nimmt man die Definitionen von Sport zusammen, so lässt sich festhalten, dass eine klare und allgemein gültige Merkmalsstruktur momentan nicht zu finden ist. In abstrakter Form ist die Bedeutungszuweisung der entscheidende Faktor, was denn nun Sport ist bzw. sein kann. Dieses ist abhängig von dem individuellen, wie auch dem gesellschaftlich-kulturellen Kontext. Damit werden der Begriff und das Wesen des Sports sehr heterogen konstruiert (vgl. FRANKE, 1978, 149 in HEINEMANN, 1998, 34). Ein weiteres generelles Problem der Definition von Sport besteht darin, dass der Sport ein Phänomen des Alltags ist, und sich die Wissenschaft ebenfalls oft an diesen Strukturen orientiert. Die Umgrenzung von Sport fällt auch daher schwer, da der Sport sich überaus dynamisch verändert und schnell neue Bedeutungszuschreibungen, Sinnmuster und Wesenszüge erhält. Selbst wenn Sport eine große Variabilität seiner Definition zulässt, so kann nicht alles dem Sport zugeordnet werden (vgl. DIGEL, 1997). Hier hat eine fachliche Diskussion darüber stattzufinden, was man unter dem Begriff des Sports subsumieren kann und wo man es innerhalb des Sports einordnen sollte.

Ein Rückblick in die Historie des Sports zeigt ebenfalls, dass zu verschiedenen Zeiten Sport unterschiedliche Bedeutungen, Formen und Ausprägungen hatte und sich demnach auch die Bedeutung und Definition von Sport gewandelt haben. In dieser Arbeit wird aber nicht weiter auf die Geschichte des Sports und seinen historischen Wandel eingegangen, da dieses Vorgehen den Rahmen sprengen würde. Abschließend kann man aber die aktuelle Bestimmungslosigkeit von RÖTHIG/PROHL (2003) verstehen.

Die Autoren drücken damit die Offenheit des Sportverständnisses aus, die momentan herrscht. Dieses kann zu neuen Bewegungen innerhalb des Sports und der Sportwissenschaft führen. Im Bereich der Sportwissenschaft lässt sich mit der Bildung der neuen Teildisziplin Sporttechnologie ein Beispiel finden. Ebenfalls lässt sich mit einem offenen Verständnis von Sport eine Beziehung zu Arbeit und Ergonomie knüpfen. Hieraus

ergeben sich neue interessante Möglichkeiten für die gesamte Sportkultur. Mit der Öffnung der Sportwissenschaft gegenüber der Technik lassen sich nicht nur neue Geräte und Sportarten erfinden, sondern der Sport verändert dadurch ebenfalls sein Wesen. Im Kern des Sports stehen zwar noch traditionelle Sportarten und Sportformen, jedoch wird der „äußere Horizont“ immer größer und facettenreicher. Sport definiert sich heute nicht mehr so stark über die Sportarten, als er das in der Vergangenheit getan hat. Es treten vielmehr neue Bewegungsmuster auf, die zu neuen Sportarten erwachsen können. Es ist nur zu verständlich, dass sich mit verändernder gesellschaftlicher Struktur auch der Kontext für Sport verändert. Das führt zu Veränderungen, die allerdings oftmals nur langsam vorangehen. Sport ist demnach ein offenes begriffliches Konstrukt für menschliche Bewegungskultur. Damit verändern sich ebenfalls Motive und Sinngebungen des Sports.

Der Leistungssport tritt als Amateursport weiter in die private Sphäre zurück, wohingegen sich der Spitzensport als eine öffentliche und populäre Show darstellt. Mit neuen Outdoorsportarten wie Inlineskaten in den 1990er Jahren und Nordic Walking in den letzten zehn Jahren treten Sportarten sichtbarer in die Öffentlichkeit der Gesellschaft. Gerade Sportarten wie Nordic Walking integrieren Menschen in den Sport, die Jahrzehnte lang kaum auf die Kampagnen der Sportverbände und Vereine reagiert haben. „Sport für Frauen“, „Sport für Ältere“ und „Sport für alle“ waren Kampagnen, die scheinbar wenig erfolgreich waren und erst mit Hilfe von neuen Technologien angenommen wurden. Hier zeigt sich, dass Sport nicht ein rein nüchterner, vom Verstand gelenkter Zeitvertreib ist, sondern in weitem Maße von Emotionen lebt. Dazu gehört Erlebnis, Neues, Interessantes, Aufregendes, Erhebendes und andere Aspekte. Auf der anderen Seite kann man mit neuen Technologien -gemeint sind neue Geräte und Bewegungsformen- auch neue Bedürfnisse bedienen. Populär sind heute besonders Motive wie etwa Gesundheit und Entspannung. Die Sinnzuschreibungen setzten sich heute wieder neu zusammen, was zum einen zu neuen Sportarten führt und zum anderen reziprok wirkt.

Neue Technologien können den Sport weiterentwickeln. Die Angst vor einer „Vertechnisierung“ sollte insofern Ernst genommen werden, dass keine Fehlentwicklungen zugelassen werden (z.B. Doping, Leistungsdiktat, Umweltzerstörung usw.). Damit Technik und Technologie in einer menschengerechten Weise im Sport angewendet werden, sollte das gesamte technische System auf menschenwürdige Umsetzung geprüft werden. Das ist nicht

nur auf die physische Kompatibilität beschränkt, sondern umfasst auch die Ziele und emotionalen Bedürfnissen der Menschen. Allerdings fehlen bis heute umfassende Ansätze in diese Richtung.

2 Sportergonomie im Fokus von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort

In diesem Kapitel wird tiefer in die Ergonomie des Sports eingeführt. Dabei erfolgt eine begriffliche Einordnung von Ergonomie in die Sportwissenschaft. Hier stellt sich die Frage, wie der deutsche Begriff der Arbeitswissenschaft in die Sportwissenschaft passt. Es wird erörtert, ob nicht besser der Begriff der Ergonomie im Sport genutzt werden sollte.

Diese Auseinandersetzung mit der Thematik führt zu dem Begriff der Sportergonomie. Der Begriff der Sportergonomie ist in der Sportwissenschaft kaum gebräuchlich und vom Wesen nur ungenau definiert. Es ist zwar ein Vorschlag von REILLY/SHELTON (1994) und REILLY (2005) zu finden, jedoch hat dieses Konzept eine starke Orientierung an traditionellen Vorstellungen in der Sportwissenschaft. Diese Dissertation stellt erstmals die Präsentation eines Modells der Sportergonomie dar, das Merkmale auf verschiedenen Ebenen aufzeigt und einem neuen inter- und multidisziplinären Ansatz folgt.

In der weiteren Darstellung wird tiefer auf die spezifischen Bedürfnisse in der Sportergonomie eingegangen. Hierbei sind insbesondere die traditionellen Zielkriterien Leistung, Sicherheit und Gesundheit zu nennen. In dieser Dissertation findet eine Konzentration auf den Bereich der Gesundheit statt. Der Gesundheitsbegriff wird hier deutlich erweitert und geht weit über das Verständnis und die Benutzung in der Arbeitswissenschaft hinaus. Gerade im Sport trifft das dichotome Gesundheitsbild von krank-gesund oftmals nicht zu. Häufig ist die Belastung in einem Bereich, welcher die Gesundheit nicht auf einem pathologischen Niveau einschränkt. Große Beanspruchungen führen dann vielmehr zur Beeinflussung von Wohlbefinden und Komfort. Daher stellen diese Begriffe neben dem Gesundheitsbegriff zentrale Größen dar. Hierzu erfolgen Definitionen von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort. Auch die Zuordnung der Begriffe Belastung und Beanspruchung wird näher erläutert.

2.1 Ergonomie im Sport

2.1.1 Unterscheidung von Ergonomie und Arbeitswissenschaft

Der Sport wird von einigen Arbeitswissenschaftlern als Betätigungsfeld gesehen (vgl. STIRN, 1980). Jedoch ist der Bereich außerhalb der Berufswelt bei Weitem nicht im gleichen Maß von der Ergonomie erfasst, wie die Erwerbsarbeit selbst. Das kann daran liegen, dass sich Arbeitswissenschaftler traditionell diesem Bereich verpflichtet fühlen. Im Bereich des Sports wird selten von Ergonomie und gar nicht von Arbeitswissenschaft gesprochen. Die Begriffe Ergonomie und Arbeitswissenschaft werden in dieser Dissertation nicht synonym verwendet. Die Hauptunterschiede von Ergonomie und Arbeitswissenschaft liegen im Verständnis des Wissenschaftsbereichs. In der Tabelle sind die wichtigsten Unterschiede dargestellt. Ergonomie kann als Humanwissenschaft verstanden werden, wobei die Arbeitswissenschaft einen engeren Fokus auf die Ingenieurwissenschaft hat. Damit bezieht sich die Arbeitswissenschaft vorwiegend auf die professionelle Arbeit, wobei sich Ergonomie auf alle Bereiche des menschlichen Lebens beziehen kann.

Tabelle 1: Unterschiede Ergonomie und Arbeitswissenschaft

	Ergonomie	Arbeitswissenschaft
Wissenschaftsbereich	Humanwissenschaft	Multidisziplinäre Ingenieurwissenschaft
Gegenstandsbereich	Alle Bereiche des menschlichen Lebens	Überwiegend auf professionelle Arbeit bezogen
Wesenskern	Verbesserung der Interaktion von Mensch und Umwelt (i.w.S.)	Verbesserung der Kompatibilität von Mensch und Arbeitsbedingungen
Ziele	Bedürfnisse des Menschen stehen situativ und kontextbezogen im Mittelpunkt	Arbeitskriterien sollen erfüllt werden aus Sicht des Arbeitenden und des Arbeitssystems
Zielkriterien (unterschiedliche Gewichtung)	Wohlbefinden Gesundheit Komfort Effizienz Leistungsfähigkeit Sicherheit	Effizienz Leistungsfähigkeit Gesundheit Sicherheit Zufriedenheit Komfort

Dabei geht es um die Verbesserung der Interaktion von Mensch und Umwelt. Bei der Arbeitswissenschaft soll die Kompatibilität von Mensch und Arbeitssystem optimiert

werden. Damit sind auch die Ziele und Zielkriterien unterschiedlich. Bei der Ergonomie steht die Individualität des Menschen wesentlich stärker im Vordergrund. Damit haben die Zielkriterien eine andere Gewichtung. Die Zuordnung von Ergonomie und Arbeitswissenschaft wird von einigen Autoren (vgl. HACKL-GRUBER, 1995) so gesehen, dass Ergonomie eine Subdisziplin von Arbeitswissenschaft ist. Diesem Ansatz kann man folgen, wenn man Ergonomie als Mensch-Maschinen-Schnittstelle betrachtet. Dieses ist jedoch eine Beschränkung der Ergonomie auf die Teildisziplin Mikroergonomie. Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht mag diese Kollokation Sinn machen. Aus Metasicht könnte man dem Ansatz folgen, dass Ergonomie der Hauptbegriff ist und Arbeitswissenschaft eine Anwendung der Ergonomie auf den Bereich der Arbeit ist. Darüber hinaus gibt es dann weitere Bereiche der Ergonomie, wie die Ergonomie im Bereich des Sports.

Ergon als zentraler Wortbestandteil von Ergonomie wird zwar häufig mit Arbeit übersetzt, jedoch ist die ursprüngliche griechische Bedeutung nicht für viele direkt zu erkennen und damit abstrakt. Besonders für den Bereich des Sports und der Sportwissenschaft eignet sich der Begriff der Ergonomie auf Grund der größeren semantischen Flexibilität besser als der der Arbeitswissenschaft. Darüber hinaus wird der Begriff der Arbeit zu oft noch mit klassischen Bedeutungen assoziiert.

2.1.2 Modelle der Ergonomie im Sport

Der Stand der Ergonomie in der Sportwissenschaft ist gering. Die deutsche Sportwissenschaft selbst hat bisher kaum Ansätze geliefert, sich explizit mit dem Thema Ergonomie zu befassen. Es finden sich aus Deutschland kaum Beiträge und Studien zu diesem Thema. Ebenfalls sind nur wenige Publikationen bekannt und das Thema findet sich auch nicht auf deutschen Kongressen. Es fehlt ebenso an Forschungs- und Lehrplänen in diesem Bereich.

Die Situation ist außerhalb Deutschlands etwas weiter entwickelt. Die ersten Publikationen mit einer konkreten Benennung von Sport und Ergonomie erschienen Anfang der 1980er Jahre (vgl. CATALANO/HANCOCK, 1983; REILLY, 1981). Eine größere Anzahl von Publikationen zu dem Thema erschien in den Folgejahren von ATHA (1984),

ATKINSON/REILLY (1995), FREDERICK (1984), REILLY (1984, 1988, 1991, 1999, 2005, 2008), REILLY/LEES (1984), REILLY/GREEVES (2000, 2002), REILLY/SHELTON (1994), REILLY/USSHER (1988) und SHEPHARD (1988). Die erste internationale Tagung zum Thema Ergonomie im Sport fand 1987 in England statt (vgl. REILLY, 1988, REILLY, 1991). Weitere Tagungen unter dem Thema „Sport, leisure and ergonomics“ gab es im vierjährigen Rhythmus 1991, 1995, 1999, 2003 und 2007, alle in England. Damit ist diese Tagungsreihe weltweit einzigartig.

Es finden sich nur wenige theoretische Modelle zu Sport und Ergonomie. REILLY/SHELTON (1994) schlagen ein Modell vor, das seinen Ursprung jedoch in der Frage nach dem Sinn und der Zielgruppe von Sport hat. Das Modell von REILLY und anderen führt Ergonomie erstmals in den Rahmen der Sportwissenschaft ein. In diesem Modell werden die Anforderungen einer Aktivität, Aufgabe oder Sport den Fähigkeiten des Individuums gegenübergestellt.

Die Anforderungen der Aufgabe beschreibt REILLY mit den Aspekten physisch, physiologisch und psychologisch. Auf der Seite des Sportlers hingegen nennt er konditionelle Eigenschaften bzw. spezifiziert er die Anforderungen der Aufgabenseite. Die Passung zwischen den Anforderungen des Sports und Möglichkeiten des Sportlers bestimmt in weitem Maß die Auswahl des Sports (vgl. REILLY/ SHELTON, 1994, 1). Dabei geht es nicht nur um die Passung der allgemeinen Anforderungen einer Sportart oder sportlichen Aufgabe mit den Bedingungen und Voraussetzungen des Athleten, sondern auch um eine gute Kompatibilität zum Sportgerät (vgl. REILLY/SHELTON, 1994, 1). Diesen Bedarf sehen REILLY/SHELTON (1994, 1) nicht nur beim Leistungssport, sondern auch im Freizeit-/Breitensport.

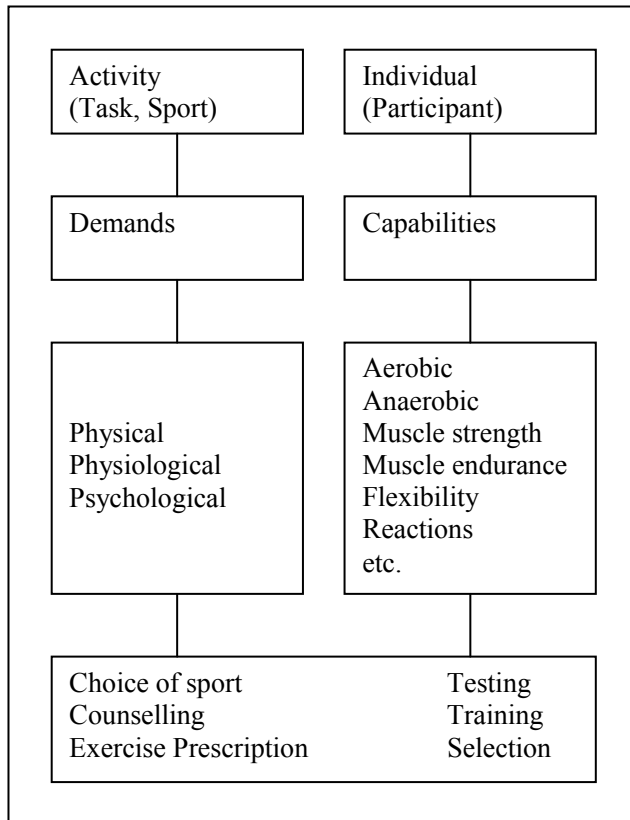


Abbildung 9: Ein ergonomisches Modell der Sportteilnahme (in REILLY/SHELTON 1994, 2; auch REILLY/GREEVES, 2002, 5)

Eine Konkretisierung des obigen Modells und einen Transfer zum Fußball schafft REILLY (2005) mit einem ergonomischen Modell für die Analyse beim Fußball. Dabei soll das Fußballtraining in einen ergonomischen Kontext übertragen werden. Die Anforderungen des Spiels bewegen sich auf verschiedenen Ebenen und sollen zu den Fähigkeiten des Sportlers passen. Diese spezifische Fitness kann über Selektion und Training geschehen. Beide Aspekte können dann noch weiter differenziert werden. Bei diesem Modell geht es um personelle Fähigkeiten, die zu den Anforderungen des Fußballspiels passen sollen. Damit folgt dieses Modell mehr einer traditionellen sportwissenschaftlichen Vorstellung. Mittels Training oder Selektion soll die Aufgabenerfüllung adäquat geleistet werden.

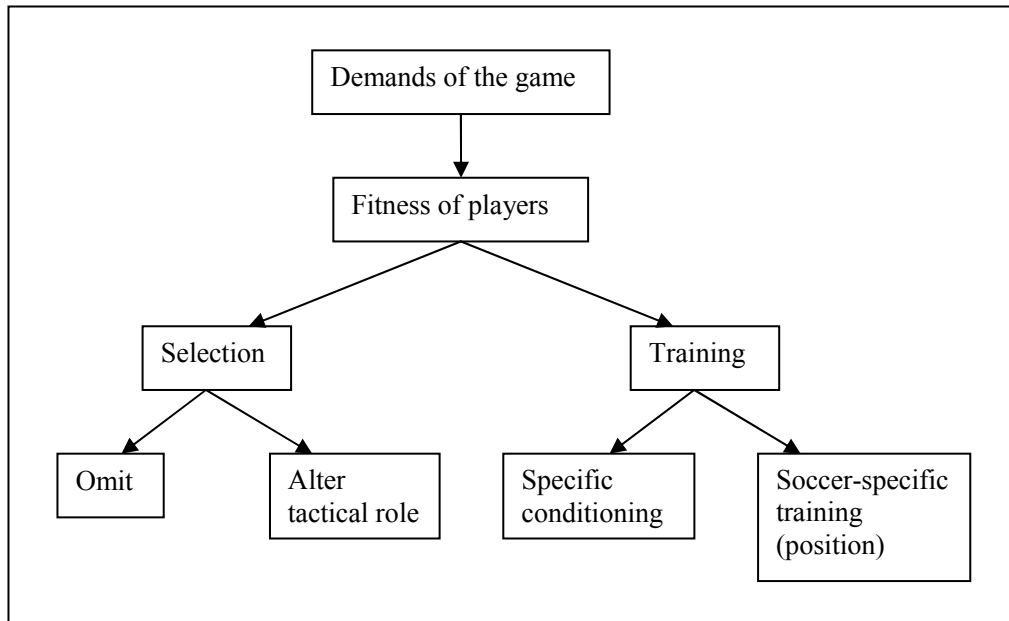


Abbildung 10: Ein ergonomisches Modell zur Analyse des Fußballspiels (REILLY, 2005, 561)

Wenn aber die Aufgabenerfüllung nur an sportpädagogischen Aspekten festgemacht wird, so ist diese Sichtweise im Bezug auf einen ergonomischen Ansatz zu stark reduziert. Zur Aufgabenerfüllung sind noch viele andere Faktoren zuständig. Zudem hat aus meiner Sicht der ergonomische Ansatz eine stärkere technologische Perspektive. Die Verwendung von Spielbelag, Abstimmung des Schuhmaterials, Funktionalität der Sportbekleidung, Stadionausstattung, Beleuchtung und viele andere klassische ergonomische Aspekte sind in dem Modell von Reilly nicht berücksichtigt. Damit lässt sich die ebenfalls in der Deutschen Sportwissenschaft erkannte „Sachvergessenheit“ identifizieren. Diese scheint in der Sportwissenschaft auch international tief verankert zu sein. Es kann argumentiert werden, dass die theoretische Fundierung von Ergonomie im Sport noch auf einem sehr geringen und unvollständigen Niveau ist. Das mag ein Grund dafür sein, warum sich Ergonomie als Thema bisher nicht weiter in der Sportwissenschaft durchgesetzt hat, obwohl, wie oben beschrieben, Kongresse stattfinden und Publikationen veröffentlicht werden.

Im Gegensatz zur wissenschaftlichen Vernachlässigung dieses Themas ist im Alltag Ergonomie im Sport ein Thema. Hier ist zum einen die Sportausübung von Sportlern zu nennen, die einen Bedarf nach Ergonomie im Sport haben. Dieses erfolgt in hohem Maß über die Produktauswahl von Sportgeräten und Ausrüstung. Es soll später am Beispiel des

Radsports und Radfahrens näher auf diesen Sachverhalt eingegangen werden. Zum anderen ist hier die Sportindustrie und Wirtschaft zu sehen, die umfangreiche Anstrengungen unternehmen, Sportgeräte und Ausrüstung ergonomisch weiter zu entwickeln. In diesem Bereich ist das explizite Bewusstsein der Bedeutung von Ergonomie aktuell am Höchsten einzuschätzen. In der Produktentwicklung steht heute vor allem die Mikroergonomie, d.h. die Schnittstelle von Sportler und Sportgerät bzw. Ausrüstung stark im Mittelpunkt der Bemühungen. Ein umfassender Ansatz wie in der Arbeitswissenschaft fehlt für den Bereich der Sportwissenschaft. Dieses wird in den folgenden Abschnitten erörtert.

2.1.3 Zusammenhänge von Technologie und Ergonomie im Sport

Generell scheinen Ergonomie und Technologie in Verbindung zur Sportwissenschaft einige Parallelen aufzuweisen. Im folgenden Kapitel soll näher auf die Technologie und ihre Bedeutung für die Ergonomie im Sport eingegangen werden.

Wenn der Sport ein Forschungsbereich einiger Arbeitswissenschaftler ist, so lässt sich dennoch feststellen, dass das Thema Sport in der Arbeitswissenschaft nur sehr klein ist. Dasselbe Phänomen ist auf der anderen Seite auf dem Gebiet der Sportwissenschaft festzustellen. Es stellt sich die Frage, welche Gründe für die geringe thematische Verknüpfung von Sport und Ergonomie vorliegen.

Die Beantwortung dieser Frage kann aus zwei Blickwinkeln vorgenommen werden. Der erste Argumentationsstrang hängt mit der Entwicklung und dem Verständnis der Arbeitswissenschaft zusammen, die bis heute das Thema der Ergonomie als Wissenschaftsdisziplin dominiert. Dieser Zusammenhang wurde schon in obigen Kapiteln umfassend dargestellt. Kurz kann man sagen, dass die langjährige Fixierung der Ergonomie auf die Erwerbsarbeit (vgl. LUCZAK, 1998) sowie die Betonung der Sachtechnik (vgl. KIRCHNER, 1998) die Hauptursachen darstellen.

Die zweite Argumentationslinie lässt sich aus der Sicht der Sportwissenschaft beschreiben. Es wurde oben dargestellt, dass sich die Sportwissenschaft erst wenig mit Technologie befasst und gerade die Sachtechnik stark vernachlässigt hat. Eine wissenschaftliche

Auseinandersetzung über die geringe Verknüpfung von Ergonomie und Sportwissenschaft wurde bisher noch nicht durchgeführt. Diese Aufgabe ist ein Ziel dieser Dissertation.

Die geringe Beachtung des Sports in der Ergonomie beruht zum einen auf den oben angeführten Gründen. Auf der anderen Seite ist die fehlende Auseinandersetzung mit dem Begriff der Ergonomie im Sport auch aus einer „Technologievergessenheit“ speziell der Deutschen Sportwissenschaft begründet (HEINEMANN, 2001a; HUMMEL, 2001). So ist im sportwissenschaftlichen Lexikon (RÖTHIG/PROHL, 2003) unter dem Begriff Technik nur eine Definition der sportlichen Handlung zu finden, nicht aber das Sportgerät oder die Ausrüstung (vgl. HEINEMANN, 2001a).

Es ist kaum eine Frage, dass der heutige praktische Sport in nahezu allen Bereichen technisiert ist. Dieses trifft auf die Sportgeräte und Sportausrüstung genauso zu, wie für Sportanlagen und Sportstätten. Die Kompatibilität der technischen Artefakte mit dem Sportler ist Thema der Ergonomie im Sport. Die Sachtechnik im Sport soll Handlungsziele ermöglichen und unterstützen. So sind viele Sportarten nur mit dem spezifischen Sportgerät möglich (Bsp. Fahrrad beim Radfahren).

Die zunehmende Technisierung führt dazu, dass ergonomische Themen für den Sport wichtiger werden. Technik soll dem Menschen ermöglichen, Aufgaben und Handlungsabläufe durchzuführen. Das Umfeld des Sportlers in der Sportausübung ist ebenso wie Sportgeräte technischer geworden. Es haben sich traditionelle Sportanlagen weiter hin zu modernen Anlagen entwickelt. Fitnessstudio oder Erlebnisbad präsentieren nicht nur ein anderes Umfeld, sondern auch die Sportausübung ändert sich in Intention und Ausführung. Die gesellschaftlichen Veränderungen sorgen aber bei Outdoorsportarten für neue Rahmenbedingungen, wie z.B. die Veränderung von Infrastruktur und Verkehrsdichte.

2.1.4 Besonderheiten der Ergonomie im Sport

Die bisher präsentierten Kapitel haben gezeigt, dass Sport und Ergonomie eine gemeinsame Schnittmenge bilden. Auch wenn traditionell die Ergonomie sehr technikorientiert ist, so lässt sich feststellen, dass Sport und Technik zwei verwandte „Mythen“ (vgl. LENK 2001)

sind und Technologie ein Bestandteil des Kerns von Sport (vgl. HUMMEL, 2001) und Ergonomie (vgl. KIRCHNER, 1998) ist. Wird der Sportwissenschaft „Sachvergessenheit“ vorgeworfen, so ist auf der anderen Seite der Sorge Rechnung zu tragen, den Sport nicht zu „vertechnisieren“, was sich auch in Begriffen wie „Prothetisierung“ und „Desanthropomorphisierung“ niederschlägt (vgl. HUMMEL, 2001). Hier kann die Ergonomie eine zentrale Rolle spielen, da sie verschiedene neue Perspektiven anbietet. Dazu gehört nicht nur die Breite der Ansätze, sondern die generelle Multi- und Interdisziplinarität (vgl. HACKL-GRUBER, 1995). Im weiteren Verlauf soll auf die Besonderheiten der Ergonomie im Sport eingegangen werden.

Schnittstellen sind im Sport heute oftmals noch sehr viel ursprünglicher als im Arbeitsleben. Durch die Modernisierung im Arbeitsleben haben sich viele Tätigkeiten verlagert. Zum Beispiel wird heute in der Industriearbeit ein Großteil der Produktion von automatisierten Anlagen geleistet, die vom Menschen nur noch kontrolliert werden. Auch bei moderner Computerarbeit sind viele Tätigkeiten abstrakt geworden. In diesem Vergleich sind der Sport und die Interaktion mit Sportgeräten und Ausstattung ein Stück archaisch und ursprünglich geblieben. Die Unmittelbarkeit im sportlichen Geschehen macht oftmals auch den Reiz des Sporttreibens aus. Trotz der direkten Interaktion von Mensch und Sportausrüstung ist die technologische Entwicklung auch im Sport immens weiter fortgeschritten. Man kann dennoch feststellen, dass die Mikroergonomie im Sport oft noch der handwerklichen Situation im Arbeitsleben ähnelt.

Der Sport stellt einen Anwendungsbereich der Ergonomie dar und noch mehr finden sich unzählige ergonomische Anwendungen im Sport. Daher sollte die Sportwissenschaft sich aus ihrer Perspektive mit diesem Thema befassen. Mit der Einführung und Verbreitung der Sporttechnologie (vgl. ROEMER et al., 2003) zeigt sich eine erste Entwicklung, die zu einem grundsätzlichen Verständnis der Ergonomie im Sport führen kann. Die Besonderheiten der Ergonomie im Sport lassen sich vor allem an der Sinn- und Bedeutungszuschreibung im Sport festmachen. Im Sport soll immer noch der Mensch im Mittelpunkt stehen (vgl. FISKUS in MORITZ, 2003), womit dieses auch den Ausgangspunkt für die Ergonomie im Sport darstellt. Wie schon weiter oben erläutert, beeinflussen sich Technologie, Kultur, menschliche Bedürfnisse und sportliche Bewegung gegenseitig, wie das Schaubild klar macht. In diesem Modell von FISKUS (in MORITZ,

2003) wird insbesondere auf die Bedeutung von Bewegung des menschlichen Körpers hingewiesen.

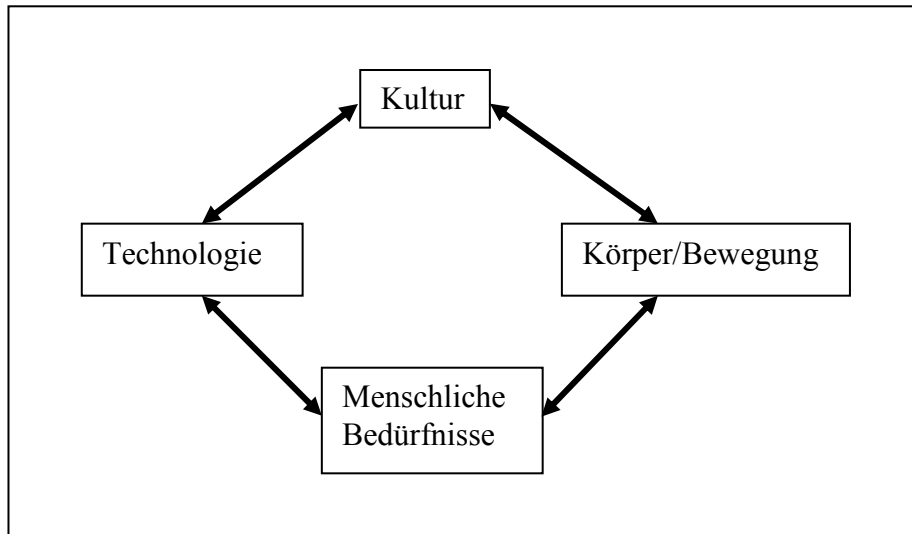


Abbildung 11: Die Beziehungen zwischen Technologie, Kultur, menschlichen Bedürfnissen und Körper/Bewegung (FISKUS in MORITZ, 2003, 91)

Die Besonderheiten der Ergonomie im Sport bewegen sich auf folgenden Ebenen:

1. Die „Arbeitsbedingungen“ unterscheiden sich elementar von anderen Bereichen, besonders von den Bedingungen der Erwerbsarbeit oder der häuslich-privaten Arbeit.
2. Die technischen Artefakte und das technische System von Sport weisen verschiedene Besonderheiten auf.
3. Die Interaktion in dem System Sportler-technische Artefakte ist anders als in anderen Interaktionssystemen.
4. Die Motivbündel und Zielkriterien unterscheiden sich von anderen Bereichen.

Diese Aspekte werden in der Folge ausführlich dargestellt und erörtert.

2.1.4.1 Arbeitsbedingungen im Sport

Vergleicht man die „Arbeitsbedingungen“ von Erwerbsarbeit und Obligationsarbeit, als auch Profisport und Freizeitsport, so lassen sich Unterschiede in körperliche, psychische und soziale Belastungen einteilen. Hinzu kommen Unterschiede in der zeitlichen Bindung. Die folgenden Ausführungen sind ein Stück vereinfacht und idealtypisch dargestellt, ohne die Besonderheiten weiter zu erläutern. Es geht hierbei vor allem um das Verständnis, inwieweit sich die verschiedenen Bereiche unterscheiden (können).

Im Sport kann man ebenfalls davon sprechen, dass eine Art von „Arbeit“ geleistet wird, bei der offensichtlich vor allem die physikalische Belastung und physiologische Beanspruchung hoch sind. Verglichen mit Tätigkeiten aus Beruf und Alltag ist die Höhe der Intensität der körperlichen Belastung i.d.R. wesentlich höher, sie geht teilweise bis an die maximale menschliche Leistungsgrenze. Vor allem im Leistungs- und Profisport wird diese Grenze gesucht. Mit der Abnahme von körperlich schweren Arbeiten im Erwerbsleben (und auch der privaten Arbeit) im letzten Jahrhundert bildet der Sport einen Kontrast im Bezug auf die körperliche Belastung. Heutzutage sind Erwerbsarbeit und private Arbeit oft nur noch von geringer bis mittlerer körperlicher Intensität. Im Unterschied zu Schwer- und Schwerstarbeit (v.a. in vergangenen Epochen) wird dem Sport aber nicht grundsätzlich ein hoher körperlicher Verschleiß zugesprochen. Das ist eher abhängig von der Sportart und der ausgeübten Intensität. Hinzu kommen weitere Faktoren, die eine Überbelastung verursachen können. Auf diesen Aspekt wird später noch genauer eingegangen. Ein möglicher Grund hierfür ist, dass die Belastungszeiten kürzer und die Regenerationszeiten länger sind. Auch die (bewusste) Dosierung der Belastungen und Entlastungen könnten eine Rolle spielen.

Es kann festgestellt werden, dass die zeitliche Belastung durch Erwerbsarbeit i.d.R. am Höchsten ist (vgl. TOKARSKI, 1999). Sportliche Aktivität ist im Gegensatz zur Erwerbsarbeit wesentlich (Freizeitsport) oder nur geringfügig (Profisport) kürzer. Beim Profisport kommt belastend hinzu, dass z.T. mehrfach am Tag „Trainingsarbeit“ anstehen kann, bis zu zehn oder mehr Trainingseinheiten pro Woche. Obligationsarbeit liegt vom Zeitumfang zwischen Profi- und Freizeitsport. Allerdings kann sich die private Arbeit in bestimmten Fällen ebenfalls zu einem Vollzeitjob ausweiten (z.B. als Hausmann/Hausfrau). Bei allen Tätigkeiten lassen sich große Schwankungen feststellen, so dass eine

Verallgemeinerung problematisch ist. Bei diesem Beispiel geht es aber um eine grundsätzliche Betrachtung.

Die Anforderungen an die verschiedenen Bereiche betreffen nicht nur die physische Ebene. Sowohl im Sport, als auch bei der Arbeit finden sich psychische Belastungen. Auch diese schwanken je nach Art und Ausführung der Tätigkeiten. Wenn Unterschiede zu verallgemeinern sind, dann insoweit, dass die psychischen Belastungen im Profisport und Erwerbsleben bis an die Belastungsgrenze gehen, wohingegen die Belastungen im Freizeitsport und bei der Obligationsarbeit wesentlich geringer sind.

Bei der sozialen Belastung können alle Bereiche, bis auf den Freizeitsport einen hohen Wert annehmen. Im privaten Bereich können soziale Belastungen auftreten, wenn z.B. Kinder oder alte Menschen betreut werden. Im Profisport ist wie im Erwerbsleben der hohe Leistungsdruck zu nennen. Im Gegensatz zur Erwerbsarbeit oder Obligationsarbeit werden im Sport hohe psychische Belastungen oft nicht negativ bewertet.

Tabelle 2: Vergleich von Zeit und Intensität von Sport und Arbeit

	Freizeitsport	Profisport	Erwerbsarbeit	Obligationsarbeit
Intensität	<i>Mittel-hoch</i>	<i>Hoch-sehr hoch</i>	<i>Gering-mittel</i>	<i>Gering-mittel</i>
Zeitspanne	<i>0,5-2 Std./TE</i>	<i>2-7 Std./TE</i>	<i>8-10 Std./Tag</i>	<i>1-3 Std./Tag</i>
Stunden Woche	<i>1-5 Std.</i>	<i>10-30 Std.</i>	<i>20-60 Std.</i>	<i>5-15 Std</i>
Häufigkeit pro Woche	<i>1-3 x</i>	<i>5-10 x</i>	<i>5-6 x</i>	<i>4-7 x</i>
Anforderungen physisch	<i>Gering-hoch</i>	<i>Hoch-sehr hoch</i>	<i>Gering-hoch</i>	<i>Gering-mittel</i>
Anforderungen psychisch	<i>Gering-hoch</i>	<i>Hoch-sehr hoch</i>	<i>Gering-sehr hoch</i>	<i>Gering-mittel</i>
Anforderungen sozial	<i>Gering-mittel</i>	<i>Mittel-sehr hoch</i>	<i>Mittel-sehr hoch</i>	<i>Gering-sehr hoch</i>

Im Gegenteil stellen Sie oftmals eine Herausforderung dar oder es sind sogar Bestandteile der Sportart (z.B. Leistungs-, Extrem- und Abenteuersport). Dasselbe gilt auch für die physischen und sozialen Anforderungen. An diesem Aspekt zeigt sich, dass sich die Ergonomie im Sport von anderen Bereichen unterscheidet. Dieses betrifft vor allem die Einstellung zu Belastung und Beanspruchung. In den Bereichen von Arbeit im Erwerbsleben oder Arbeit im Haushalt gilt i.d.R. das Postulat der Belastungs- und Beanspruchungsreduktion. Dieses ist im Sport oftmals nicht der Fall oder gilt nur eingeschränkt. Oftmals ist gerade eine hohe Belastung und Beanspruchung im Sinne der Trainingswirkung oder des Erlebniswertes gewünscht (vgl. RÖTHIG/PROHL, 2003, 592). Eine Belastungsreduktion ist natürlich dort nötig, wo die Belastungsgrenze erreicht wird und gesundheitliche Schäden drohen, z.B. im orthopädischen Bereich, oder ethische Grenzen erreicht werden. Im Freizeit-/Breitensport wird eine optimale Belastung angestrebt, bei der sich der Sportler nicht total verausgabt und trotzdem einen physiologischen Effekt erzielt. Auch im Erwerbsleben setzt sich diese Erkenntnis durch, dass die Belastung so zu wählen ist, dass die Beanspruchung auf einem optimalen Niveau liegt.

2.1.4.2 Das technische System im Sport

Der Sport wird in einem System ausgeübt, das verschiedene Elemente beinhaltet. Dazu gehören:

- eine Bewegungsidee (z.B. Laufen mit Stöcken, Kombination von Laufen, Radfahren und Schwimmen)
- die Sportart (z.B. Fußball, Radfahren, Triathlon)
- die spezifischen Bewegungsformen (z.B. Laufen, Schießen, Köpfen beim Fußball)
- weitere Handlungen (z.B. Trainingsarbeit, Wettkämpfe, zeitliche Organisation, Transport)
- die Interaktion mit anderen Sportlern und weiteren Personen (z.B. Trainer, Zuschauer)
- das Sportgerät (z.B. Ball, Fahrrad) und weitere Ausrüstung
- die Sportstätte (z.B. Fußballplatz, Schwimmbad, Landstrasse)
- Umgebungseinflüsse (z.B. Witterung, Temperatur, Höheneinfluss)

Das technische System wird von der geographischen Region und der Kultur mitbestimmt. Als Beispiel finden sich bestimmte Sportarten nur in bestimmten Regionen auf Grund von kulturellen bzw. geographischen oder klimatischen Bedingungen (so sind z.B. kaum afrikanische Wintersportler im Spitzensport zu finden oder wegen fehlender Fußballplätze spielen viele Südamerikaner auf der Straße).

Die technologische Leistungsfähigkeit auf der einen Seite, als auch die Nachfrage auf der anderen determinieren die Entwicklung von Sport- und Bewegungsformen. Anders herum prägen Sport- und Bewegungsformen auch die Kultur mit (vgl. FISKUS, 2003). Jedoch scheint sich die Kulturspezifität aufzuweichen. Durch die weltweite Globalisierung und der vermehrten Möglichkeiten in anderen Ländern zu leben und zu trainieren, verzeichnen auch Nationen in Sportarten immer mehr sportliche Erfolge, die keine Tradition und kulturelle Verankerung in diesen Gesellschaften haben (z.B. Jamaikanischer Bob).

2.1.4.3 Die Interaktion Sportler-technische Artefakte

Es wird oftmals versucht, das Sportgerät den Bedürfnissen des Sportlers optimal anzupassen. Hier spielen die unterschiedlichsten ergonomischen Faktoren hinein. Ein Faktor ist die anthropometrische Anpassung (z.B. Schuhgröße, Skilänge, Radgröße). Dabei ist zu beachten, dass dieser Faktor (wie auch andere) kulturspezifisch ist. So unterscheiden sich unterschiedliche Rassen, z.B. Asiaten von Europäern, deutlich in ihren anthropometrischen Merkmalen (vgl. PHEASANT/HASLEGRAVE, 2006). Ein weiterer Faktor ist die Anpassung an eine spezialisierte Nutzung. So gibt es innerhalb einer Disziplin feine Anpassungen (z.B. Fußballschuhe für unterschiedliche Bodenverhältnisse, Ski für unterschiedliche Arten des Skifahrens, Rennrad und Mountainbike). Die technologisch-ergonomische Anpassung kann noch zusätzliche Stufen umfassen. Ein Rennrad kann weiter differenziert und optimiert werden, z.B. für bergige Strecken oder Zeitfahren.

Die Interaktion ist ein abhängiger und gegenseitiger Prozess. Die Anpassung des technischen Artefakts (z.B. Sportgerät) ist ebenfalls begrenzt. Die Effektivität der Anpassung der Technik steht oftmals auch nicht in Relation zu einer Verbesserung von

Zielen, wenn sich der Mensch der Technik anpasst. Dieser Mechanismus ist im Sport besonders stark ausgeprägt, bildet sogar einen Kernwert von Sport. Der Sportler optimiert die „Arbeitsausführung“ durch Training. Hinzu kommt im Leistungssport (aber auch im Freizeitsport) noch der Faktor des sportlichen Talents (vgl. REILLY/SHELTON, 1994). Durch den Trainingsprozess passt sich der Mensch dem Sportgerät an. Im Leistungs- und Spitzensport wird das oft bis zum Maximum bzw. Optimum getrieben. Eine derartige Anpassungsoptimierung lässt sich nur in wenigen anderen menschlichen Bereichen finden und ist auch im Erwerbsleben selten. Die soziale Interaktion, vor allem bei Mannschaftssportarten; ist ebenfalls ein Teil der Anpassung an das technische System, wenn Menschen als Systemelement (in abstrakter Betrachtung) verstanden werden.

Die Anpassung an die Umgebung (z.B. Training im Olympiastadion, Höhe, Kälte) oder sogar Situationen (z.B. Gewöhnung an internationale Wettkämpfe bei einem Nachwuchstalent) sind ebenfalls besondere Merkmale des Sports (hier vor allem des Leistungs- und Spitzensports). Für die Ausbildung von Bewegungsfertigkeiten werden zudem nicht nur spezifische Trainingsmittel eingesetzt, sondern oft allgemeine oder disziplinübergreifende Mittel. Als allgemeine Trainingsmittel gelten z.B. Gymnastik und Gewichtstraining. Als disziplinübergreifendes Mittel gilt, wenn Radsportler im Winter Fußball spielen. Das Ziel einer ausgefeilten Trainingsmethodik ist die Entwicklung und Stabilisierung von allgemeinen und spezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten (vgl. REILLY/SHELTON, 1994).

2.2 Sportergonomie

Die Technik im Sport ist ein Bereich, der vor allem in den letzten Jahren verstärkt gewachsen ist. Davon ist auch die wissenschaftliche Ebene betroffen, was sich in der Herausbildung der Subdisziplin Sporttechnologie deutlich zeigt. Im Vergleich dazu ist Ergonomie im Sport noch ein kaum strukturiertes Thema. Hier kann aus Sicht der Sportwissenschaft noch nicht von einer Teildisziplin gesprochen werden. Vielmehr muss der Begriff und das Thema erst entwickelt werden. Hier sind Parallelen der Ergonomie im Sport mit den Anfängen der Technologie im Sport zu sehen.

Der Bedarf von Ergonomie ergibt sich aus verschiedenen Argumenten.

1. Popularisierung von sachtechnischen Artefakten des Sports: Dazu gehören zum großen Teil Sportgeräte, Sportausrüstung und andere Systemteile.
2. Starke wirtschaftliche Bedeutung von Sporttechnologie: Diese wird vor allem durch die Sportindustrie und anderen Institutionen vorangetrieben.
3. Wachsender Bedarf bei den Sportlern: Veränderung der Zielgruppen und der Sportkultur, ergonomisch konzipierte Produkte im Sport werden nachgefragt.
4. Humanisierung von Sporttechnologie: Die Frage danach, was Sporttechnologie kann und darf, soll sich an humanen Zielen orientieren.
5. Diskussion über die Interaktion des Sportlers mit den sportspezifischen Artefakten
6. Frage nach der Kompatibilität des Menschen mit dem sportspezifischen sozio-technischen System.

2.2.1 Von der Ergonomie im Sport zur Sportergonomie

Oben wurden die wichtigsten Aspekte der Ergonomie im Sport dargestellt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist darüber hinaus die begriffliche Bezeichnung dieses Themas. In diesem Abschnitt soll zu dem Begriff der Sportergonomie hingeführt werden.

Wie die Ausführungen über die Ergonomie gezeigt haben, ist die Ergonomie eine sich dynamisch verändernde Wissenschaft, in der neue Bereiche oder Ansätze entdeckt und

integriert werden. Man kann Ergonomie auf viele menschliche Bereiche beziehen. Jedoch sind einige Bereiche, vor allem im privaten Sektor, noch unvollständig von der Ergonomie erfasst. Dieses betrifft in besonderem Maße den Sport.

Die Erläuterungen über das Wesen der Ergonomie im Allgemeinen zeigen, dass sich das traditionelle Verständnis von Ergonomie, mit der alleinigen Anwendung auf professionelle Tätigkeiten, mit dem dynamischen gesellschaftlichen Wandel verändert. Die Wissenschaft hat Defizite, eine neue Umgrenzung des Begriffs Ergonomie und deren Inhalte zu formulieren. Diese sind in Deutschland besonders deutlich zu sehen. Hier würde die Loslösung von der traditionellen Vorstellung, dass Arbeitswissenschaft auf Grund der Technik eine Domäne der Ingenieurwissenschaft sei, dazu beitragen, die Begriffsbestimmung zu verändern. Dazu ist jedoch ein umfangreicher Austausch mit den verschiedenen Wissenschaften, die sich mit dem Thema Ergonomie befassen, nötig. Die starke Orientierung der Arbeitswissenschaft an den Ingenieurwissenschaften durch die starke Technologisierung wird heute immer mehr in Frage gestellt. Wie in der historischen Betrachtung festgestellt werden kann, war die Ergonomie grundsätzlich multidisziplinär veranlagt. Zu unterschiedlichen Zeiten sind jedoch verschiedene Wissenschaftsbereiche dominant gewesen (vgl. WATERSON/SELL, 2006).

In den vorherigen Abschnitten wurde das Wesen der Arbeitswissenschaft und der Ergonomie, sowie deren Kernbegriff, die Arbeit, ausführlich dargestellt und diskutiert. Es zeigt sich, dass es innerhalb der Wissenschaft unterschiedliche Auffassungen und Begriffsbestimmungen von Arbeitswissenschaft und Ergonomie gibt. Diese Diskussion besteht schon seit den Anfängen dieser Wissenschaft (vgl. WATERSON/SELL, 2006). Die historische Entwicklung sorgt immer mehr für eine größere Differenzierung innerhalb der Arbeitswissenschaft und Ergonomie. Der Bereich breitet sich weiter aus und berührt neue Wissenschaftsbereiche und Themenfelder. Das betrifft ausgehend von Physiologie und Ingenieurwissenschaft die Psychologie, Management, Informatik, Design und weitere wissenschaftliche Disziplinen und Fachbereiche. Hinzu kommt, dass sich seit den Anfängen ein multi- und interdisziplinärer Ansatz gebildet hat. Zugleich ist aber auch festzustellen, dass die Anwendungsbereiche der Ergonomie auf nahezu alle menschlichen Bereiche übertragbar sind. Damit werden ebenfalls die spezialisierten Wissenschaften in diesen Bereichen mit berührt, wie die Sportwissenschaft im Anwendungsbereich Sport.

Die Vorstellung vom Wesen der Ergonomie unterscheidet sich im Sport von der Arbeitswissenschaft, die diese Wissenschaft vorwiegend auf Erwerbsarbeit und professionelle Tätigkeiten anwenden (vgl. LUCZAK, 1998). Eine große Einschränkung in einer zu sehr am klassisch-etymologischen Verständnis von Arbeit festhaltenden Vorstellung besteht darin, dass man dann einen Schwerpunkt auf die Erwerbsarbeit legen muss. Wird der Begriff der Arbeit allerdings als fachlicher Kunstbegriff innerhalb der Ergonomie abstrahiert, dann kann Arbeit als Überbegriff für Tätigkeit, Aufgabe, Aktivität und ähnliche Begriffe gesehen werden. Damit ist es dann möglich, Ergonomie vom klassischen Verständnis zu trennen und auf viele neue Bereiche zu beziehen.

Es sind weitere Ansätze zu erkennen, die Thematik neu zu benennen. KARWOWSKI (2001) schlägt den Begriff „Symvatology“ vor, was soviel bedeutet, wie die Wissenschaft von der Kompatibilität eines Systems.

„Symvatology is coined by using two Greek words: sumbatotis = symvatotis (compatibility) and logos = logos (logic, or reasoning about). Specially, the new word is the result of joining the “symvato-“ (from symvatos) and “logy” (a combining form of denoting the science of).

Symvatology is proposed here as the scientific of the artefact-human (system) compatibility. As such, symvatology will be the corroborative discipline to ergonomics, in that it will help to build solid foundations of the science of ergonomics.”

(KARWOWSKI, 2001, 167).

„Symvatologie beinhaltet zwei griechische Worte: sumbatotis = symvatotis (kompatibel, vereinbar, passend) und logos = logos (Wort, Regel oder Argumentation). Als Besonderheit verbindet der neue Begriff „symvato-, (von symvatotis) and „logie“ (ein Wortbildungselement zur Bezeichnung einer Wissenschaft).

Symvatologie wird hier als Wissenschaft der Kompatibilität des Artefakt-Mensch-Systems vorgeschlagen. Symvatology will als solche die bestätigende Disziplin zu Ergonomie sein. Damit kann sie helfen eine starke Grundlage für die Ergonomie als Wissenschaft zu bilden.“

(Übersetzung KT)

Wichtig für die Ergonomie im Sport ist vor allem der Bezug zum Menschen, die auch KARWOWSKI anspricht. KARWOWSKI zeigt mit seinem Vorschlag vor allem, wie schwierig es ist, Ergonomie zu bestimmen. Symvatology soll Ergonomie nicht ersetzen,

sondern als unterstützender Ansatz zur Ergonomie dieser zur Wesensbestimmung helfen. Andere Autoren schlagen weitere Begriffe vor, die eine besondere Sichtweise von Ergonomie haben. HENDRICK und KLEINER (2002) prägen den Begriff der Makroergonomie. Hierunter verstehen diese:

„Macroergonomics is a perspective, a methodology, and a recognized subdiscipline of ergonomics/human factors. ...As a subdiscipline, macroergonomics is concerned with human-organization interface (HOI) technology.”

(HENDRICK/KLEINER, 2002, 3)

„Makroergonomie ist eine Sichtweise, eine Methode und eine anerkannte Teildisziplin von Ergonomie.... Makroergonomie als Teildisziplin befasst sich mit der Schnittstellentechnologie Mensch-Organisation.“

(Übersetzung KT)

Die Autoren fassen Makroergonomie sowohl als Teildisziplin von Ergonomie auf, als auch als bestimmte übergeordnete Sichtweise von ergonomischen Sachverhalten. Dieser Ansatz betrachtet Ergonomie aus einer Metaebene, indem nach Möglichkeit alle Faktoren des ergonomischen Systems berücksichtigt werden. Als Subdisziplin ist Makroergonomie mit Arbeits- und Betriebsorganisation gleichzusetzen (vgl. ZINK, 2000). Als übergeordnete Sichtweise sind sich Makroergonomie und die „Mutterdisziplin“ Ergonomie sehr ähnlich. HENDRICK/KLEINER (2002) unterscheiden Makroergonomie in der Metabetrachtung dadurch, dass hier eine bestimmte Betrachtungsweise der Ergonomie angenommen wird.

Weitere Bereiche, die sich als Unterkategorien von Ergonomie darstellen, sind Softwareergonomie (oder HCI, Human-Computer Interaction bzw. Interface), Mikroergonomie (die „klassische“ Ergonomie, Mensch-Maschine-Schnittstelle) und Umweltergonomie. Neuere Subdisziplinen sind Neuroergonomie und Affektive Ergonomie. Es lassen sich noch viele weitere Begrifflichkeiten finden, die einzelne Unterbereiche enger definieren (z.B. Militärergonomie, Industrieergonomie, Produkt- oder Konsumerergonomie, Kognitive Ergonomie usw.). Die unterschiedlichen Begrifflichkeiten sind von ihrem Verständnis und der Nutzung jedoch teilweise ähnlich ungenau, wie der Oberbegriff der Ergonomie.

Es kann an dieser Stelle nur festgestellt werden, dass es bis heute an einer stringenten Klassifizierung und Systematisierung der Ergonomie als Wissenschaft fehlt. Damit ist die sprachliche Problematik verbunden, den historischen und kulturellen Wandel und die kontextuelle Interpretation von Begriffsbedeutungen einzubinden. Weitere Gründe für die fehlende Systematik sind das geringe Alter der Wissenschaft, die große Dynamik und die starke Multi- und Interdisziplinarität (vgl. WATERSON/SELL, 2006). Hinzu kommt, dass die Begriffszuweisungen auf unterschiedlichen Ansätzen beruhen. Es lassen sich Ableitungen von wissenschaftlichen Bereichen (z.B. Kognitive Ergonomie, Neuroergonomie) finden, meist jedoch werden (große) Anwendungsfelder im Namen zusammengezogen (z.B. Industrie- oder Produktergonomie). Selten handelt es sich um systematisierende Begriffe (z.B. Mikro-/Makroergonomie) oder neue abstrakte Begriffsvorschläge (z.B. Symvatology, Hedonomie) im Bezug auf die Bezeichnung der Subdisziplinen.

Als Schlussfolgerung kann man analog zu anderen Anwendungsbereichen (wie Industrieergonomie, Softwareergonomie) und dem Begriff der Sporttechnologie, aber auch älteren Subdisziplinen (wie Sportmedizin) einen neuen Begriff einführen. Mein Vorschlag für diesen Begriff ist Sportergonomie. Der Ausdruck Sportergonomie ist im (Sport-) wissenschaftlichen Kontext eine Neuheit. Im nächsten Abschnitt schlage ich eine Definition von Sportergonomie vor, die in dieser Form bislang noch nicht existiert.

2.2.2 Definition Sportergonomie

Bisher finden sich keine Definitionen von Sportergonomie. Daher schlage ich folgende erste Definition des Begriffs der Sportergonomie vor:

„Sportergonomie befasst sich mit der humanen Gestaltung des soziotechnischen Systems im Sport.“

Dabei findet die humane Gestaltung auf drei Ebenen statt:

- a) auf der wissenschaftlichen Ebene
- b) auf der technisch-wirtschaftlichen Ebene
- c) auf der Nutzerebene

zu a) Auf der Ebene der Wissenschaft hat die Sportergonomie folgende Aufgaben:

- Analyse des Systems Sportler - technische Artefakte
- Systematisierung des Themenfelds Sport und Ergonomie mit Entwicklung theoretischer Modelle und Theorien
- Aussprechen von Handlungsempfehlungen für praktische Anwendungsbereiche
- Ableitung weiterer Forschungsvorhaben aus der Kombination von Wissenschaft und Anwendung
- Verbesserung der Kompatibilität des Systems Sportler - technische Artefakte
- Definition von Zielkriterien und Zielkatalogen

zu b) Die technisch-wirtschaftliche Ebene betrifft in hohem Maße die Sportindustrie und den Handel. Dabei sind die Aufgaben der Sportergonomie in diesem Bereich:

- Umsetzung der wissenschaftstheoretischen Basis für die Entwicklung von technischen Artefakten (Sportprodukten)

- Integration von Erfahrungen aus der Wissenschaft, Produktentwicklung und dem Sportalltag
- Systematisierung von ergonomischen Anforderungen im Designprozess
- Überprüfung von ergonomischen Funktionen und ihren Auswirkungen
- Verbreitung von humaner Technologie im Alltag (meist mit Hilfe von Sachtechnik)
- Verbreitung des Themas Ergonomie durch Medien, Marketing und Handel

zu c) Sportergonomie auf der Ebene des Sportlers sorgt für folgende Auswirkungen:

- Gute Nutzbarkeit von Sportgeräten, Ausrüstung, Sportanlagen und anderen technischen Artefakten
- Hohe Sicherheit, Gesundheit, Leistung, Komfort, Wohlbefinden und Erreichung anderer Zielkriterien
- Unterstützung von persönlichen Motiven des Sportlers, wie Spaß, Erlebnis oder Entspannung
- Befriedigung von individuellen Bedürfnissen mit Hilfe von technischen Artefakten im System Sport

Sportergonomie wird im Kern als ein Fach der Sportwissenschaft angesehen. Dabei ist die hohe Multi- und Interdisziplinarität ein besonderes Merkmal der Sportergonomie. Unter Multidisziplinarität kann man die Teilelemente der Sportergonomie verstehen. Sportergonomie besteht aus unterschiedlichen Fächern der Ergonomie einerseits, wie der Physik, Techniklehre, Konstruktion, Anthropometrie, Systemmanagement und anderen. Zum anderen sollten die sportwissenschaftlichen Fächer, wie Biomechanik, Anatomie, Physiologie, Trainingslehre und weitere Fächer mit der Sportergonomie verknüpft werden. Die Interdisziplinarität beschreibt darüber hinaus den Austausch mit anderen Wissenschaften, wie der Arbeitswissenschaft, Management, Psychologie, Physiologie, Philosophie, Soziologie, Geschichte, Design, Ingenieurwissenschaften und anderen Fächern.

Durch die Definition des Begriffs der Sportergonomie als humane Anwendung von Technologie im Sport und der Einbeziehung der Bereiche Wissenschaft, Wirtschaft und

praktischem Sport wird ein grundsätzlich offener Ansatz formuliert. Die Offenheit ist gegenüber verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen, aber auch unterschiedlichen Wissenschaften gegeben.

Die praktische Gestaltung der Ergonomie im Sport folgt der Systematik der Arbeitswissenschaft in einem technischen System. Hierzu gehört die Anpassung aller technischen Artefakte, als auch die Verbesserung der Interaktion zum System durch den Sportler. Diese wechselseitige Optimierung der Kompatibilität zwischen Mensch und künstlich-technischer Systemteile erfolgt aber immer menschenzentriert. Dabei stehen die Motive, Ziele und Bedürfnisse des Menschen im Mittelpunkt. Damit werden individuelle Bedürfnisse im Gegensatz zur Erwerbsarbeit stärker berücksichtigt. Hier müssen individuelle Ziele oft zurückstehen, um ein optimales wirtschaftliches Betriebsziel zu erreichen. Die Sportergonomie als Wissenschaft soll sich mit der Sportergonomie in der technisch-wirtschaftlichen Umsetzung austauschen. Dabei können die Theorien und Modelle des wissenschaftlichen Ansatzes als Leitfaden dienen.

Die oben genannte Definition löst sich vom rein akademischen Ansatz. Sport und Ergonomie treten als Alltags- und Massenphänomene in der Gesellschaft auf, so dass diese Bereiche nicht ausgeschlossen sein sollen. Im Gegenteil greifen die unterschiedlichen Bereiche von Sportalltag, Sportindustrie und Sportwissenschaft ineinander. Alle Bereiche zusammen sollen durch den Begriff der Sportergonomie gesellschaftliche Relevanz erzeugen und Rahmenbedingungen einleiten, die zur Entwicklung des Themas beitragen. Hier ist eine gute Vermarktung des Begriffs Sportergonomie mit seinen Inhalten essentiell. Neben den Bereichen von Wissenschaft, Wirtschaft und Medien kann die Politik ebenfalls Sportergonomie fördern. Sportergonomie kann eine Forcierung im Bereich humaner Technologie im Sport sorgen.

2.3 Bedürfnisse in der Sportergonomie

In der Berufswelt sind wichtige Zielkriterien Leistungsoptimierung und Gesundheitsschutz. Hinzu kommt noch der Aspekt Sicherheit, als auch in der modernen Arbeitswissenschaft die Erhöhung von Wohlbefinden und Arbeitszufriedenheit. Die letzten Aspekte können jedoch mit Unternehmenszielen konkurrieren. Das führt oftmals zu Kompromissen in der Ausgestaltung von Bedingungen und Voraussetzungen zur Befriedigung von Lebensqualität bei der Arbeit.

Hier lassen sich im Sport wesentlich größere Freiheitsgrade ausmachen. Der Freizeitsportler ist unabhängiger von einschränkenden Faktoren. Das heißt nicht, dass keine Einschränkungen vorliegen können. Es lassen sich hier ebenfalls verschiedene Limitationen finden. Dazu gehören die Abstimmung mit dem Zeitbudget, den Interessen anderer Personen (z.B. der Familie), den Finanzen und weitere Aspekte.

Es stellt sich die Frage, nach welchen Zielen sich die Sportergonomie ausrichtet bzw. ausrichten soll. Als grundsätzliches Ziel wurde die humane Gestaltung der Technologie im Bereich des Sports formuliert. Wenn man sich an der oben vorgestellten Definition von Sportergonomie orientiert, kann man drei verschiedene Ebenen unterscheiden, auf die sich Ergonomie beziehen kann.

In einer individuellen Betrachtung des Menschen sind vor allem die Bedürfnisse des Sportlers maßgebend. Bei der Orientierung am Sportler sind die Ziele der Sportergonomie an den Motiven feststellbar. Wie in der Definition von Sport erläutert wurde, liegt bei den meisten Sportlern ein Motivbündel vor, oft mit einem Schwerpunkt (z.B. Leistung oder Gesundheit). Unabhängig davon, ob der Sportler mehr gesundheits- oder leistungsorientiert ist, kann man weitere Motive finden, auf die im Folgenden eingegangen wird.

In der Arbeitswissenschaft wird häufig das allgemeine Bedürfnismodell nach MASLOW (zitiert nach LUCZAK, 1998, 269) herangezogen. Dieses Modell geht davon aus, dass es Bedürfnisse mit unterschiedlichen hierarchischen Gewichtungen gibt. Primäre Bedürfnisse sind physiologische Bedürfnisse, wie Nahrung, Schlaf, Sexualität u.a. Auf der nächsten Ebene befinden sich Sicherheitsbedürfnisse. Diese Gruppe von Bedürfnissen dient der

Herstellung und Aufrechterhaltung von Struktur, Ordnung, Recht und Schutz. Die sozialen Bedürfnisse zielen auf Zugehörigkeitsgefühle und Sympathie in einer Gemeinschaft. Dieser Gruppe sehr ähnlich sind die Achtungsbedürfnisse, bei denen es um Selbstvertrauen und Anerkennung geht. Diese sind abhängig von Erfolg, Kompetenz oder Unabhängigkeit. Die Spitze der Bedürfnispyramide stellen die Bedürfnisse nach Selbstverwirklichung dar. Hierbei geht es darum, die persönlichen Fähigkeiten zu entfalten und das Leben so zu gestalten, wie man es sich vorstellt.

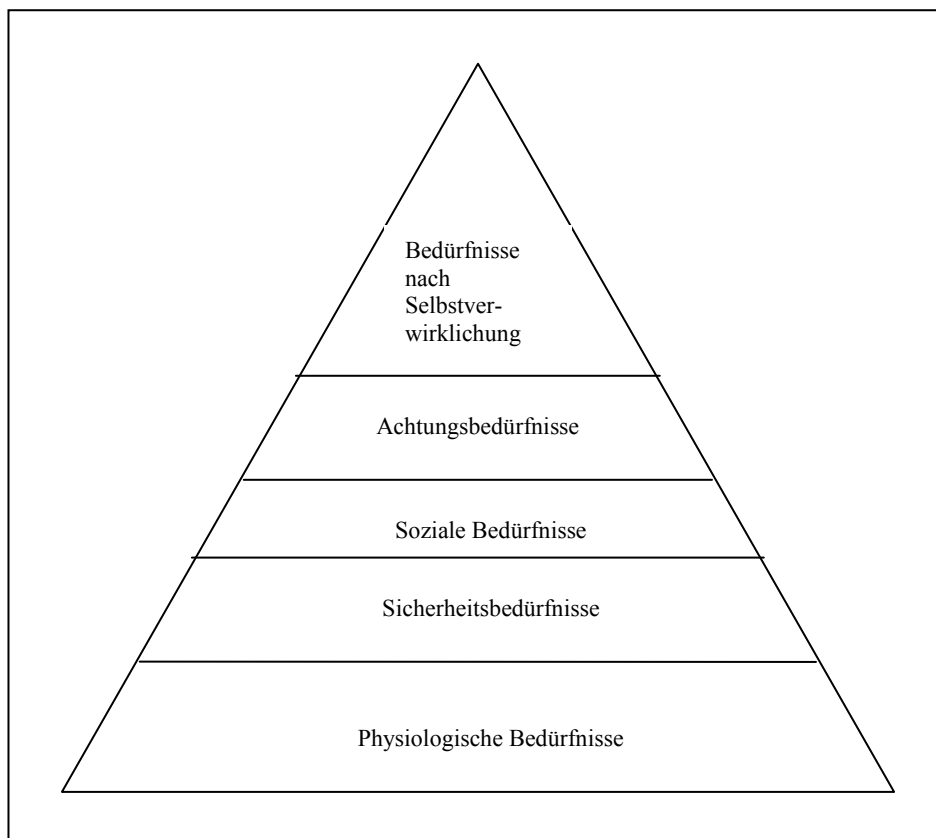


Abbildung 12: Bedürfnispyramide nach MASLOW (aus LUCZAK, 1998, 269)

Die Bedürfnisse der nächst höheren Stufe treten nach MASLOW erst dann in Erscheinung, wenn die Bedürfnisse auf der Ebene darunter in einem bestimmten Maß befriedigt sind. Diese These entbehrt nicht einer gewissen Logik, jedoch ist eine Operationalisierung der einzelnen Bedürfnisse schwierig. Zudem scheint eine Abgrenzung schwierig, ab wann ein Bedürfnis erfüllt ist. Viele Bedürfnisse überlappen sich in der Realität oder ersetzen sich in einer anderen Weise, als es die These von MASLOW vorgibt (vgl. LUCZAK/KABEL/

LICHT in SALVENDY, 2006, 387). Das Modell hat aber bis heute seine Gültigkeit mit der Bedürfniserfüllung nach Selbstverwirklichung (vgl. ULICH, 2005). Andere Modelle der Arbeitswissenschaft zur Motivation sind auf den Bereich der Arbeit spezialisiert und lassen sich kaum auf den Sport übertragen (vgl. LUCZAK/KABEL/LICHT in SALVENDY, 2006). Es lässt sich aber feststellen, dass sich hier erhebliche Unterschiede von Ansätzen in der Arbeitswissenschaft und der Sportergonomie finden lassen. Das Modell von MASLOW eignet sich mit den oben genannten Einschränkungen für eine Einordnung von Bedürfnissen des Sportlers. Hierbei stechen zwei Zielkriterien bzw. Motive im Sport heraus (vgl. HAVERKAMP, 2005):

- Leistung
- Gesundheit

Bei der Einordnung in das Modell von MASLOW kann man Leistung verschiedenen Ebenen zuordnen. Zum einen sichert Leistungsfähigkeit die Grundlage für physiologische Bedürfnisse (im archaischen Verständnis sicherte ein leistungsfähiger und damit erfolgreicher Jäger die Nahrungsbeschaffung). Aber auch die anderen Ebenen werden mit dem Aspekt Leistung angesprochen. Leistungsfähigkeit kann mit Schutz und Sicherheit verbunden werden. Ebenso schafft Leistung soziale Aufmerksamkeit und Zugehörigkeit. Darüber hinaus kann mit Leistung Anerkennung und persönliche Befriedigung erzeugt werden.

Mit dem Aspekt Gesundheit werden besonders die unteren Bedürfnisebenen verbunden. Gesundheit und körperliche Funktionsfähigkeit stehen in engem Zusammenhang mit elementaren Bedürfnissen. Gesundheit sichert auch Leistungsfähigkeit und kann damit ebenfalls das Sicherheitsbedürfnis ansprechen. Die höheren Bedürfnisse können nicht so einfach mit Gesundheit in Verbindung gebracht werden. Hier kann aber die Gesundheitskomponente Wohlbefinden, vor allem in der sozialen und psychischen Komponente, mit den Bedürfnissen soziale Akzeptanz und Sympathie verbunden werden. In dieser Dissertation sollen die Aspekte Gesundheit und Wohlbefinden im Mittelpunkt stehen. Im Folgenden werden diese Begriffe näher erläutert. Anschließend werden Gesundheit und Wohlbefinden auf den Sport und die Sportergonomie bezogen und ihre Bedeutung dargestellt.

2.4 Zielkriterien in der Sportergonomie

Die Sportausübung unterscheidet sich in der Art der Aufgabe deutlich von anderen Tätigkeiten, wie der Erwerbsarbeit oder Arbeiten im häuslich-privaten Bereich. Auch wenn sich formale Bewegungen, z.B. Laufen, sehr ähneln, so unterscheidet sich die Motivstruktur und damit die Zielsetzung der Sporttreibenden stark von anderen Tätigkeiten und Lebensbereichen. Bei einem Individualsportler sind die Ziele vorwiegend individualistisch, bei Mannschaftssportarten ist dieser Sachverhalt komplexer, da hier noch Ziele der Mannschaft vom Einzelnen berücksichtigt werden müssen. Die Frage nach den Zielkriterien stellt sich nicht nur durch die Unterscheidung in Einzel- und Mannschaftssportarten, sondern auch durch weitere Faktoren. Die Zielkriterien sind abhängig von Leistungsstärke, Geschlecht, Alter und weiteren Aspekten. Übergeordnete Zielkriterien sind für die meisten Sportler Leistung und Gesundheit. Diese Zielkriterien sollen auch durch die Sportergonomie unterstützt werden. Auf diese Aspekte wird in der Folge weiter eingegangen.

2.4.1 Zielkriterium Leistung

Im Sport ist der Leistungsaspekt immer noch eine dominante Größe, ebenso wie in der Ergonomie. Vor allem im Bereich des Hochleistungssports wird es auf die Spitze getrieben, Technologien so weiterzuentwickeln, dass die Leistungsfähigkeit optimiert wird. Insbesondere im Radsport haben Entwicklungen von immer leichteren Rädern und aerodynamischen Verbesserungen die Leistungsausgabe steigern können.

Wenn im Leistungssport vor allem das Leistungsergebnis eine große Bedeutung hat, so tritt dieses im Breiten- und Gesundheitssport zurück. In dieser Sportform ist es oft wichtiger, den benötigten Leistungsinput zu senken, damit keine Überlastung stattfindet oder eine bestimmte sportliche Tätigkeit ermöglicht wird (z.B. ein leichtes Rad mit breiter Übersetzungsvielfalt erhöht die Möglichkeit große Steigungen zu bewältigen). Somit dient ein höherer Wirkungsgrad des technischen Artefakts in Kombination mit der Kompatibilität der Sportler-Technik-Interaktion zu einer höheren Effizienz und damit zu mehr Komfort und einem höheren Leistungsoutput.

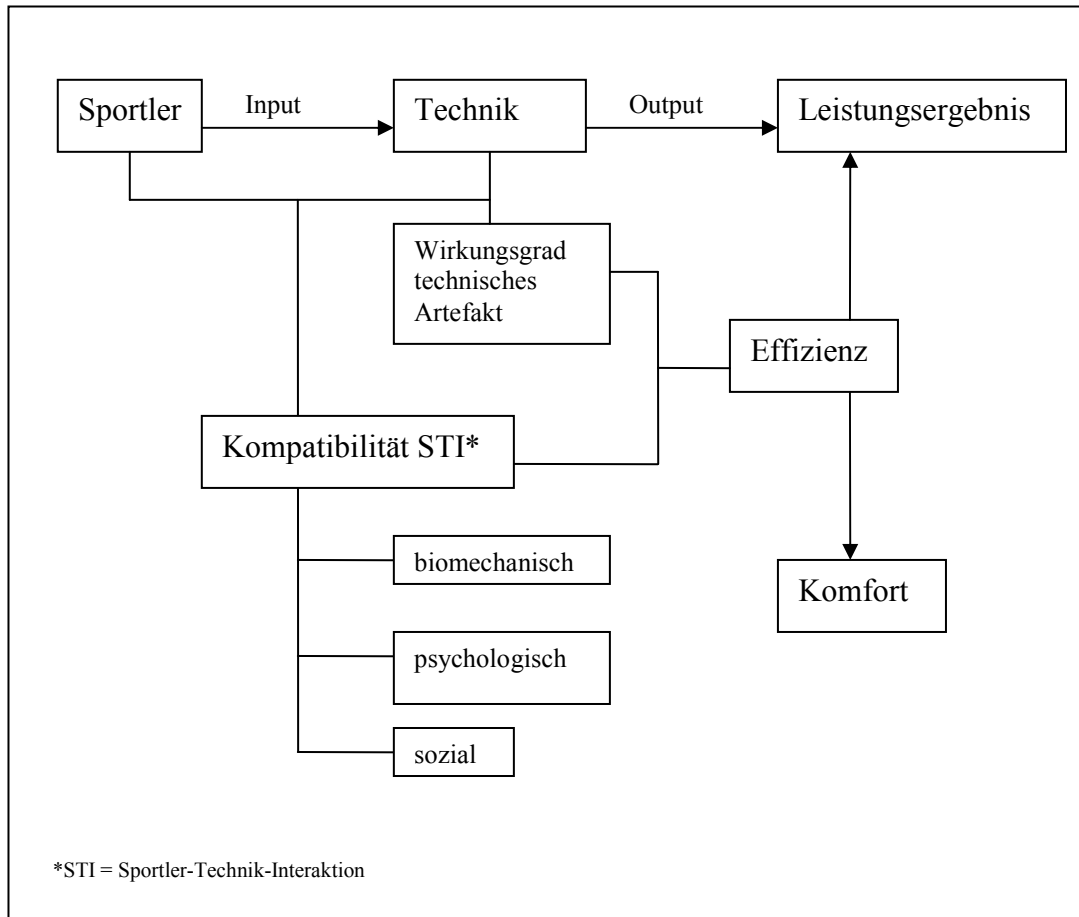


Abbildung 13: Leistungssteigerung in der Sportergonomie

Bei der Betrachtung von Sportgeräten und weiteren technischen Artefakten stellt sich die Frage, wie diese die Leistungsfähigkeit verbessern können. Zum einen kann es ein Ansatz sein, die physikalischen Voraussetzungen, z.B. den Wirkungsgrad des Sportgeräts zu verbessern. Hier können z.B. Widerstandskräfte reduziert werden. Zum anderen besteht ein weiterer wichtiger Bereich in der Verbesserung der Schnittstelle zwischen Sportler und Ausrüstung. Hier spielen nicht nur physisch-biomechanische Aspekte eine Rolle, sondern auch psychologische und sogar soziale Aspekte.

Thematisch nah am technologischen Aspekt sind Hilfsmittel, die im Training oder Wettkampf eingesetzt werden. Dazu zählen neben dem Sportgerät Zusatzausrüstung (z.B. Sonnenbrille oder Sauerstoffflasche beim alpinen Bergsteigen) oder auch Trainingsstätten mit technischen Komponenten (z.B. Kraftraum).

Der psychologische Aspekt bezieht sich vor allem auf die einfache Bedienbarkeit und semantischen Verständlichkeit des Designs. Dieses schafft auch oft eine emotionale Beziehung zwischen Sportler und Sportgerät. Der Sportler kann sich mit seiner Ausrüstung identifizieren oder das Design als ästhetisch empfinden.

Losgelöst vom Sportgerät und mehr in einem übergeordneten Sinn sind noch andere Bereiche der Leistung interessant. Im Falle von Zuschauern oder Teamsportarten ist ein sozialer Aspekt zu sehen. Die Interaktion mit Zuschauern, Teammitgliedern oder sportlichen Konkurrenten kann auf den Sport weiteren Einfluss haben. Ein weiterer sozialer Ansatz ist im organisatorischen Bereich zu sehen. Die Gestaltung der Organisation kann Auswirkungen auf die Sportausübung haben. Als Beispiel kann man sich die Einteilung von Trainingsgruppen oder Gestaltung von Trainingsaufgaben vorstellen. Hier ist eine Analogie zur Makroergonomie zu sehen, bei der es um die Gestaltung von organisatorischen Strukturen einer Arbeitsaufgabe geht. Das trifft auch auf Teamsportarten zu. Dieser Bereich streift die Sportergonomie jedoch nur am Rand. Eher lässt sich dieser Bereich der angewandten Trainingswissenschaft zuordnen.

Ein anderer Ansatz ist, dass sich Leistungsaspekte nicht nur am Leistungssport orientieren. Durch die Vielfalt an sportlichen Motiven und Zielsetzungen ist der Leistungsanspruch an Sportgeräte und Ausrüstung je nach Zielgruppe ein anderer. Das bedeutet nicht unbedingt, dass sich ein Breitensportler mit weniger technischer Unterstützung zufrieden gibt. Vielmehr macht ein unterschiedliches Produktprofil hier Sinn. Leistung stellt hier oftmals nicht die Maxime dar, sondern ist nur ein Aspekt unter anderen. Besonders bei Breiten- und Freizeitsportlern kommt zum Leistungsaspekt vor allem das Thema der Gesundheit hinzu. Auf diesen Aspekt wird in der Folge genauer eingegangen.

2.4.2 Zielkriterium Gesundheit

Das Zielkriterium Gesundheit ist ein zentrales Motiv beim Sport, unabhängig von der Art der Sportausübung. Die Begriffsbestimmung von Gesundheit zeigt die Problematik, diese zu bestimmen. Unabhängig von der Vorstellung über Gesundheit ist dieser Aspekt ein zentrales Zielkriterium in der Ergonomie allgemein als auch in der Sportwissenschaft.

Gesundheit in der Sportergonomie kann aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Angelehnt an der allgemeinen Ergonomie sind das folgende Aspekte:

- Sicherheit: Gesundheit erhalten, Unfallschutz, Verletzungen vermeiden
- Fehlbelastungen und Überlastungsschäden vermeiden
- Diskomfort reduzieren

Der Aspekt Sicherheit hat grundsätzlich eine prophylaktische Bedeutung. Es sollen insbesondere Unfälle vermieden, oder durch Schutzmaßnahmen (z.B. Fahrradhelm) die Folgen abgemildert werden. Damit können (schwere) Verletzungen vermieden oder reduziert werden. Die Sicherheitsmaßnahmen tragen dadurch zur Gesundheit in umfassendem Maß bei.

Weitere Gesundheitsgefährdungen entstehen durch Fehl- und Überbelastungen. Diese können durch ergonomisch passende Sportgeräte und der adäquaten Nutzung und Handhabung reduziert werden. Mehr noch sind weitere Faktoren zu finden, die für ein Missverhältnis von Belastung und Belastbarkeit sorgen können. Hier sind Maßnahmen zu nennen, die den gesamten Trainingsaufbau und die Art der Sportdurchführung betreffen.

Ein Mangel an Komfort scheint im klassischen Verständnis von Sport ein bestimmendes Merkmal zu sein. Schwierigkeiten im Umgang mit bestimmten Gerätschaften oder Umweltbedingungen werden hier gerade als Herausforderung angesehen. Für ein individuelles Wohlbefinden kommt es auf die optimale Mischung von Herausforderung und Komfortgrad an. Für einen talentierten Leistungssportler gilt oft eher die Maxime „Gelobt sei, was hart macht“, wohingegen der „unsportliche“ Gelegenheitsportler sich durch Diskomfort abgeschreckt fühlt. Neben dieser pathogenetisch orientierten Sichtweise findet sich auch ein positiv orientierter, salutogenetischer Ansatz mit folgenden Aspekten:

- Komfort erhöhen
- Handlungsmöglichkeiten und Aktivitäten erweitern
- Wohlbefinden erzeugen

Die Interaktion des Sportlers mit seiner technischen Umwelt kann in einem positiven Verständnis gesehen werden. Dazu gehört, dass der Komfort erhöht wird. Dieses trifft vor allem auf den Freizeit-/Breitensportler zu, jedoch finden sich auch vielfältige Möglichkeiten im Bereich des Leistungssports (z.B. maßgeschneiderte Schuhe oder Regenerationsmaßnahmen, wie etwa Massagen). Wo im Leistungssport die Komfortmaßnahmen die Leistung fördern und unterstützen sollen, kann Komfort in anderen Sportformen als eigenständiges Motiv angesehen werden.

Der Bereich Komfort hängt stark mit dem Bereich der Handlungsmöglichkeiten zusammen. Bestimmte Technologien führen dazu, neue Handlungsfelder und Aktivitäten zu ermöglichen (z.B. Carvingski oder vollgefedertes Mountainbike). Neue Sportarten können zudem einen Boom auslösen (z.B. Surfen) oder sogar die Sportlandschaft stark verändern (z.B. Aerobic und Fitnessstudios). Hier kann man erkennen, dass neue Technologien und Sportarten oft eng zusammenhängen und damit neue Zielgruppen für den Sport begeistern (z.B. Inlineskating oder Nordic Walking).

Allen Sportlern und Zielgruppen ist gemein, dass ein übergeordnetes Ziel die Erlangung von Wohlbefinden ist. Dabei sind die Phasen im Sport, in denen sich „gequält“ wird, nicht unbedingt als negativ anzusehen, sondern stellen auch einen Teil der Herausforderung dar, getreu dem Motto „ohne Fleiß kein Preis“. Der Sportler wird bei der gelungenen Durchführung der sportlichen Aktivität Wohlbefinden und Zufriedenheit, oftmals Stolz, spüren. Diese hält auch oft noch über die eigentliche Sportausübung hinaus an und prägt das Selbstbild des Menschen.

Die positiv ausgedrückten Aspekte der Gesundheit haben vor allem im Sport und der Freizeit eine große Bedeutung. Eine zentrale Frage ist, wie Ergonomie die genannten Aspekte im Sport unterstützen kann. Die Begriffe Komfort und Wohlbefinden werden in einem starken Kontext zu Gesundheit eingeordnet. Das bedeutet nicht, dass diese Begriffe synonym verstanden werden, sondern in dieser Dissertation eine Zuordnung in besonderer Weise erfolgt. Darauf wird im weiteren Verlauf eingegangen. Zuvor werden die Begriffe und Mechanismen von Belastung und Beanspruchung, sowie Komfort und Wohlbefinden erläutert.

2.5 Der Gesundheitsaspekt in der Sportergonomie

Der Aspekt der Gesundheit ist nicht nur in der Arbeitswissenschaft und der allgemeinen Ergonomie elementar. In der Sportergonomie ist Gesundheit ebenfalls ein wesentliches Zielkriterium. Besonders die große Ausweitung des Breiten- und Freizeitsports erhöht die Bedeutung des Aspekts Gesundheit. Bevor auf diesen Sachverhalt tiefer eingegangen wird, folgt eine Definition von Gesundheit.

2.5.1 Definition Gesundheit

Gesundheit bedeutet für nahezu alle Menschen ein erstrebenswertes Ziel und ist überaus positiv besetzt (vgl. KICKBUSCH, 2006, 36). Was Gesundheit jedoch ist und wie man diese erreichen oder erhalten kann, ist hingegen schwierig festzumachen.

Es existiert eine Vielzahl an Definitionen, so dass hier nur die wichtigsten Ansätze kurz vorgestellt werden.

Alleine im Sportwissenschaftlichen Lexikon werden sechs verschiedene Definitionsansätze vorgeschlagen (vgl. RÖTHIG/PROHL, 2003, 222f):

1. Gesundheit als Gegensatz zur Krankheit (der „klassische“ Gesundheitsbegriff)
2. Gesundheit als Ideal vom Zustand vollkommenen physischen, psychischen und sozialen Wohlbefindens (WHO Definition von 1946)
3. Gesundheit als psychophysische Leistung in der Lebenswirklichkeit
4. Gesundheit als skalierbare Größe besserer oder schlechterer Funktionsfähigkeit der Organsysteme
5. Gesundheit und Krankheit als gesellschaftlich bestimmte Norm z.B. im Sinne des Versicherungsrechts und der Sozialgesetzgebung
6. Gesundheit als „Normalzustand“, wie er aufgrund statistischer Verfahren zu ermitteln ist

Die genannten Definitionsansätze sollen näher erläutert und auch die Problematiken dargestellt werden. Im ersten Definitionsansatz ist die klassisch medizinische Definition dargestellt. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf die Heilung von Krankheiten gelegt. Dabei wird Krankheit oft als Organdefekt oder Abweichung von der Norm angesehen.

Im zweiten Ansatz wird ein völlig anderer Gedanke aufgegriffen. Die WHO stellte 1946 eine Definition auf, die die klassisch medizinische Sichtweise um einige Aspekte erweitert.

„Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity”

(WHO, 1946, <http://www.who.int/suggestions/faq/en/>, 12.2.2007)

Im Deutschen wird das häufig folgendermaßen übersetzt:

„Gesundheit ist ein Zustand vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens, und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen.“

In dieser Definition werden zum einen psychische und soziale Bedingungen mit einbezogen. Besonders beachtenswert ist zudem die gleichberechtigte Gewichtung dieser Aspekte. Zudem ist mit dem Begriff des Wohlbefindens ein Aspekt genannt, der weit über den klassischen Anspruch von Gesundheit geht (vgl. SCHLICHT, 1995). Allerdings ist mit dem „Zustand, vollkommenen...Wohlbefindens“ die Norm für Gesundheit extrem hoch angesetzt. Dieses führt zu der starken Kritik, dass diese Definition utopisch und praxisfremd sei (vgl. BÖS/GRÖBEN, 1993; FRANKE, 1993). Nach der WHO-Definition von 1946 dürfte es damit so gut wie keine gesunden Menschen geben. Jedoch wurde die WHO-Definition von der WHO selber im Jahr 1986 relativiert. In der Ottawa Charta 1986 heißt es dazu:

„Gesundheit wird von Menschen in ihrer alltäglichen Umwelt geschaffen und gelebt: dort, wo sie spielen, lernen, arbeiten und lieben. Gesundheit entsteht dadurch, dass man sich um sich selbst und für andere sorgt, dass man in die Lage versetzt ist, selber Entscheidungen zu fällen und eine Kontrolle über die eigenen Lebensumstände auszuüben sowie dadurch, dass die Gesellschaft, in der man lebt, Bedingungen herstellt, die all ihren Bürgern Gesundheit ermöglicht.

Füreinander Sorge zu tragen, Ganzheitlichkeit und ökologisches Denken sind Kernelemente der Entwicklung der Gesundheitsförderung. Alle Beteiligten sollten anerkennen, dass in jeder Phase der Planung, Umsetzung und Bewertung von gesundheitsfördernden Handlungen Frauen und Männer gleichberechtigte Partner sind.“

(WHO, 1986, www.euro.who.int/AboutWHO/Policy/20010827_2?language=German, 12.3.07; auch KICKBUSCH, 2006, 37, 171)

Diese Erweiterung des Gesundheitsbegriffs ist sehr umfassend und betont die praktische Umsetzung von Gesundheit. Ebenso werden die unterschiedlichen Ebenen dargestellt, dass die einzelne Person als auch gesellschaftliche Faktoren Gesundheit beeinflussen können. Besonders wird der Aspekt der Verantwortung, individuell und gesellschaftlich, herausgestellt. Diese Definition ist eine konkrete Erweiterung und Ergänzung der ersten WHO Definition von 1946 und vertritt einen ökologischen Ansatz mit einem starken pädagogischen Anspruch. Jedoch sieht die WHO den Fortbestand der ersten Definition von 1946

„The definition has not been amended since 1948.“

(WHO, 2007, <http://www.who.int/suggestions/faq/en/>, 12.2.07)

„Diese Definition ist nicht geändert worden seit 1948.“

(Übersetzung KT)

KICKBUSCH (2006, 35) fasst die Ergänzung der WHO so zusammen: „Das Ziel ist nicht mehr die perfekte Gesundheit als Utopie, sondern Gesundheit als eine positive Lebensressource. Ihre Machbarkeit ist näher an den Alltag gerückt.“

Zudem kann auch die Übersetzung bzw. Interpretation von „complete“ in der Definition kritisiert werden. Denn „complete“ kann nicht nur „vollkommen“ sondern auch „umfassend“ oder „vollständig“ bedeuten. Damit würde Gesundheit ein umfassendes Wohlbefinden bedeuten, welches physische, psychische und soziale Anteile enthält.

Die zu Beginn dieses Kapitels erwähnten Definitionen im sportwissenschaftlichen Lexikon sehen auch die Leistungsfähigkeit als einen Teil von Gesundheit an. Eine hohe Leistungsfähigkeit heißt aber nicht automatisch, dass die Gesundheit auch hoch ist. So kann

es vorkommen, dass oft physisch leistungsfähige Menschen Probleme im mentalen oder sozialen Bereich haben. Genauso sind Menschen mit einer körperlichen Einschränkung oft sozial und geistig auf einem hohen Niveau. Die Leistungsfähigkeit ist damit nur ein Bestandteil von Gesundheit und nur in einem Gesamtbild einzuordnen. Leistung wird zudem sozial determiniert, was sich auch in Ansatz fünf wiederfindet, wobei sich Gesundheit nach einer gesellschaftlichen Norm richtet. Die Funktionstüchtigkeit von Organen folgt wieder stark einem klassischen medizinischen Verständnis, ebenso wie der Ansatz sechs, der in eine ähnliche Richtung geht, und Gesundheit an dem „Normalen“ oder einem Durchschnittswert misst.

Ein lange in der Sportwissenschaft und Medizin allgemein verbreitetes Gesundheitskonzept stellt das Risikofaktorenmodell dar. Das Risikofaktorenmodell beruht auf dem medizinischen Ansatz der Pathogenese. Mit der Erkennung von Risikofaktoren werden mögliche Ursachen für Krankheiten beschrieben. Mit einem Risikofaktor steigt zwar das Risiko zu erkranken, die Krankheit kann aber auch eintreten, ohne dass ein Risikofaktor vorliegt. Nach Ansicht von KNOLL (1997, 21) hat das Risikofaktorenmodell eine „herausragende Stellung erlangt“. Nach ihrer Ansicht, reiche es durch die Integration von psychosozialen Faktoren in der Krankheitsentstehung weit über somatische Ansätze hinaus. Das Risikofaktorenmodell orientiert sich überwiegend an der Prävention von chronisch-degenerativen Krankheiten, oftmals auch mit Zivilisationskrankheiten assoziiert (vgl. KNOLL, 1997). Bei SCHAEFER (1978) ist ein hierarchisches Risikofaktorenmodell für koronare Herzkrankheiten dargestellt, die das Paradebeispiel für das Risikofaktorenmodell darstellen (vgl. ROST, 1991). Hier werden die multikausalen Faktoren für Krankheit und Gesundheit umfassend gezeigt. Neben sozialen Faktoren werden auch psychische und physische Faktoren einbezogen.

Das Risikofaktoren-Modell gilt als ausdifferenziert und umfassend empirisch untersucht (vgl. KNOLL, 1997). Zudem beruhen viele Präventionsprogramme auch und gerade in der Sporttherapie auf der Grundlage des Risikofaktorenmodells (vgl. ROST, 1991; LAGERSTRÖM, 1994). Verschiedene Kritikpunkte am Risikofaktorenmodell sind, dass die Prävention sich häufig auf Verbote oder Gebote bestimmter Verhaltensweisen stützt. Diese Pädagogik ist allerdings oftmals nicht erfolgreich, wie Beispiele beim Rauchen, falscher Ernährung oder mangelnder Bewegung zeigen. Zudem wird die Verantwortung für

Gesundheit stark in die Verantwortung des Individuums gesehen. Möglicherweise wirken die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für Verhalten aber wesentlich stärker (vgl. KNOLL, 1997; KICKBUSCH, 2006). An diesem Punkt setzen sozialwissenschaftliche Erklärungsansätze an, die eine sozialmedizinisch-ökologische Sichtweise vertreten. Der Lebensweisen-Ansatz berücksichtigt vor allem die sozialen Einflussfaktoren, orientiert sich aber stark am Risikofaktorenmodell (vgl. KNOLL, 1997).

2.5.2 Salutogenesemodell

Das Salutogenesekonzept von ANTONOVSKY (vgl. BENGEL et al., 1998; KNOLL, 1997) geht einem völlig anderen Ansatz nach. Mit dem Salutogenesemodell von ANTONOVSKY liegt ein Gesundheitsmodell vor, das individuumszentrierte wie umweltorientierte Überlegungen gleichermaßen einbezieht. Mit dem Begriff der Salutogenese steht sie der klassisch medizinischen Pathogenese diametral gegenüber. Die Salutogenese fragt nicht nur nach den Ursachen von Krankheit, sondern nach dem Gegenteil, den Gründen, warum Menschen gesund bleiben. Die Relativität von Krankheit wird bei ANTONOVSKY mit dem „Breakdown-Profil“ beschrieben. Hier ist eine starke inhaltliche Orientierung an der klassischen medizinischen Vorstellung zu erkennen (vgl. KNOLL, 1997). Die ersten beiden Dimensionen umfassen Schmerzen und Funktionseinschränkungen. Die dritte Dimension beschreibt Einstufungen dieser Zustände und die vierte Dimension professionelle Interventionen.

Darüber hinaus liefert das Salutogenesemodell Erklärungsansätze, warum Menschen gesund bleiben, auch wenn ungünstige Faktoren vorliegen. Der Kern des Salutogenesemodells besteht darin, dass gegen Stressoren Widerstandsquellen aufgebaut werden. ANTONOVSKY (in KNOLL, 1997, 29) geht dabei von dem Begriff „Kohärenzsinn“ aus.

„Der Kohärenzsinn ist eine globale Orientierung, die zum Ausdruck bringt, in welchem Umfang man ein generalisiertes, überdauerndes und dynamisches Gefühl des Vertrauens besitzt, dass die eigene innere und äußere Umwelt vorhersagbar ist und dass mit großer Wahrscheinlichkeit die Dinge sich so entwickeln werden, wie man es vernünftigerweise erwarten kann.“

(ANTONOVSKY in KNOLL, 1997, 29)

Wenn Menschen über einen starken Kohärenzsinn verfügen, so besitzen sie Strategien zur Kontrolle und Bewältigung von Beanspruchungen. Der Kohärenzsinn differenziert sich in drei Komponenten aus:

- Comprehensibility (Verständlichkeit, Verstehbarkeit)
- Manageability (Handhabbarkeit)
- Meaningfulness (Bedeutsamkeit, Sinnhaftigkeit)

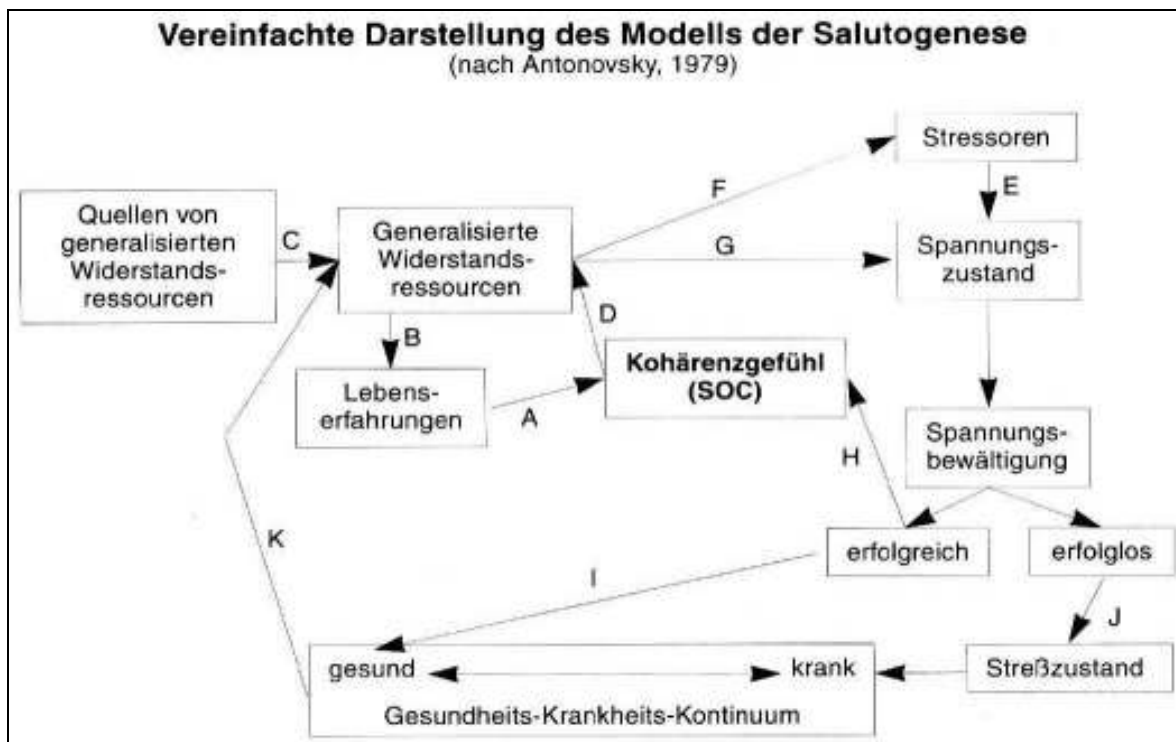


Abbildung 14: Salutogenesemodell nach ANTONOVSKY (1979 in BENDEL et al., 1998)

Mit Hilfe des Kohärenzsinnns kann eine Person adäquate Ressourcen mobilisieren, die zu Gesundheit führen. Diese werden im Salutogenesemodell generalisierte Widerstandsressourcen genannt oder GRR („Generalized Resistance Ressources). Widerstandsquellen können die unterschiedlichsten Aspekte betreffen. Dazu gehören physische, biochemische, künstlich-materielle, kognitive, emotionale, Werte und Einstellungen betreffende, zwischenmenschliche Beziehungen sowie Kultur- und gesellschaftliche Dimensionen. KNOLL (1997, 31) ergänzt diese Liste mit dem Hinweis

auf genetische Dispositionen. Dieser Aspekt wird im Kapitel Wohlbefinden noch einmal aufgegriffen.

Kritik am Salutogenesemodell betrifft vor allem die globale Konzeption. Ist es auf der einen Seite ein Vorteil, dass ein ganzheitlicher Erklärungsansatz entwickelt wurde, so ist auf Grund dieser Konzeption die Schwierigkeit geblieben, eine völlige empirische Überprüfung zu leisten. Zudem ist das Breakdown Profil vom Konzept noch sehr an die klassische Medizin angelehnt. Die Tabelle stellt die unterschiedlichen Ansätze von pathogenetischen und salutogenetischen Modellen dar.

Tabelle 3: Grundlegende Annahmen des pathogenetischen und salutogenetischen Modells (nach NOACK, 1997, 95)

Annahme in Bezug auf	Pathogenetisches Modell	Salutogenetisches Modell
Selbstregulierung des Systems	Homöostase	Überwindung der Heterostase*
Gesundheits- und Krankheitsbegriff	Dichotomie	Kontinuum
Reichweite des Krankheitsbegriffs	Pathologie der Krankheit, reduktionistisch	Geschichte des Kranken und seines Krank-Seins, ganzheitlich
Gesundheits- und Krankheitsursachen	Risikofaktoren, negative Stressoren	„Heilsame“ Ressourcen, Kohärenzsinn
Wirkung von Stressoren	Potentiell krankheitsfördernd	Krankheits- und gesundheitsfördernd
Intervention	Einsatz wirksamer Heilmittel („Wunderwaffen“)	Aktive Anpassung, Risikoreduktion und Ressourcenentwicklung

* Heterostase: Ungleichgewicht, fehlende Stabilität, Gegenteil von Homöostase

2.5.3 Anforderungs-Ressourcen-Modell

Etwas weiter führt hier das Anforderungs-Ressourcen-Modell von BECKER (1992 in KNOLL, 1997). Gesundheit wird in einem differenzierten Kontext gesehen. Der Schwerpunkt in dem interaktionistischen Prozessmodell liegt in der Erklärung des aktuellen Gesundheitszustands. Es werden interne als auch externe Faktoren, sowohl von der Anforderungsseite als auch von der Ressourcenseite unterschieden. Auch physische Ressourcen, auf Grund von Genetik oder erworbene Konstitution, sind in dem Modell integriert. Die Ähnlichkeit der Modelle von Antonovsky und Becker ist hoch. Kleine Unterscheidungen beziehen sich in einer unterschiedlichen Begriffswahl, z.B. Ressourcen bei Becker und generalisierte Widerstandsquellen bei Antonovsky (vgl. KNOLL, 1997, 35f.). Becker unterscheidet zudem explizit interne und externe Faktoren und geht damit ein Stück in die Richtung der Ottawa Charta von 1986, die sowohl Eigenverantwortung als auch gesellschaftliche Verantwortung zur Gestaltung der Umwelt fordert. KNOLL (1997, 35f.) sieht zudem Unterschiede in der empirischen Absicherung beider Modelle.

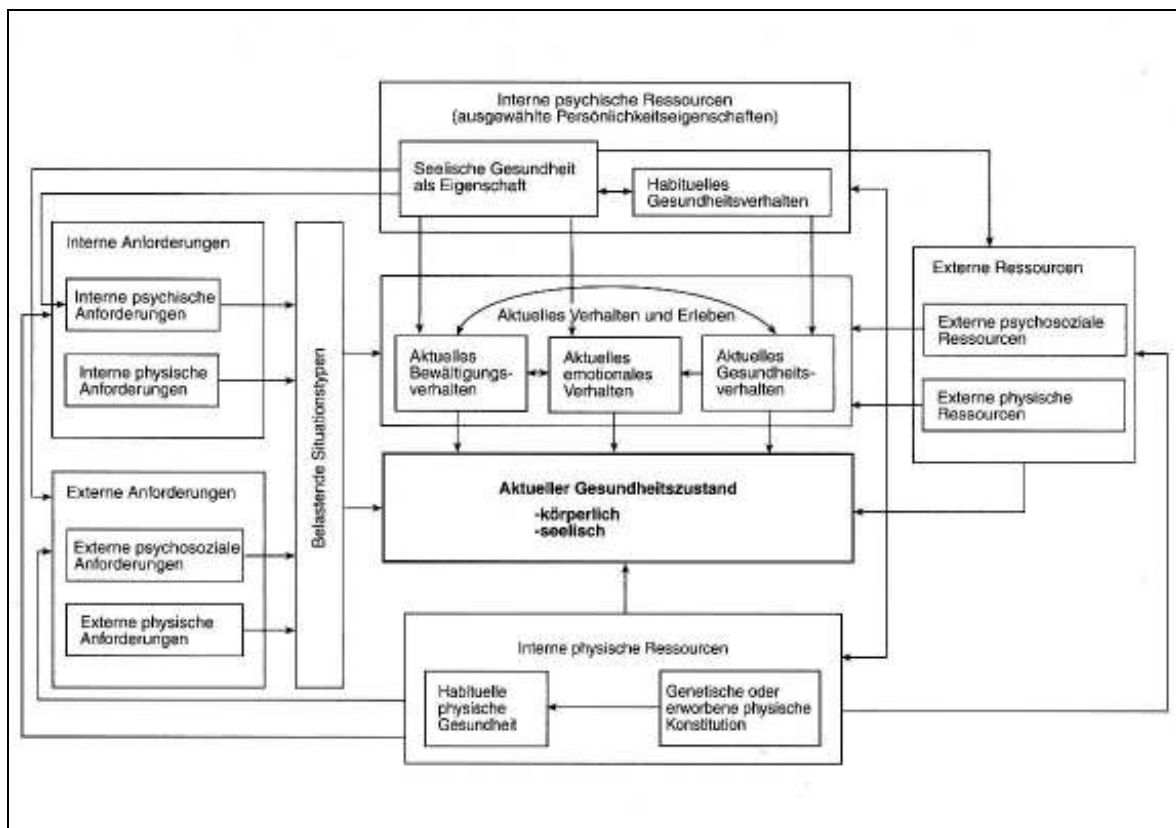


Abbildung 15: Anforderungs-Ressourcen-Modell nach BECKER (1992 in KNOLL, 1997, 34)

2.5.4 Das Modell der funktionalen Gesundheit

Die WHO hat am 22. Mai 2001 das Modell der funktionalen Gesundheit verabschiedet (DIMDI/WHO, 2005, 178). Seit dem Jahr 2005 existiert eine offizielle deutsche Übersetzung der ICF (DIMDI/WHO, 2005). ICF bedeutet im englischen Original „International Classification of Functioning, Disability and Health“ oder als offizielle deutsche Übersetzung „Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ (DIMDI/WHO, 2005).

„Die ICF wurde als Mehrzweckklassifikation für verschiedene Disziplinen und Anwendungsbereiche entwickelt. Ihre spezifischen Ziele können wie folgt zusammengefasst werden:

- Sie liefert eine wissenschaftliche Grundlage für das Verstehen und das Studium des Gesundheitszustands und der mit Gesundheit zusammenhängenden Zustände, der Ergebnisse und der Determinanten...“

(DIMDI/WHO, 2005, 11).

Wie das Zitat aus der ICF Dokumentation zeigt, dient die ICF nicht nur der Klassifikation von Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit, sondern auch zu deren Erklärung. Darüber gibt die ICF ein Gesundheitsbild vor, das allgemein verwendbar ist.

„Es gibt ein weit verbreitetes Missverständnis, die ICF gelte nur für Menschen mit Behinderungen; tatsächlich kann sie jedoch auf alle Menschen bezogen werden. Mit Hilfe der ICF können der Gesundheitszustand und die mit Gesundheit zusammenhängenden Zustände in Verbindung mit jedem Gesundheitsproblem beschrieben werden. Mit anderen Worten, die ICF ist universell anwendbar.“

(DIMDI/WHO, 2005, 13)

Dieses Modell geht von einem bio-psycho-sozialen Ansatz aus, der diese verschiedenen Aspekte beinhaltet.

Die ICF ist in zwei Teile mit je zwei Komponenten unterteilt. Die Teile befassen sich

1. mit der Funktionsfähigkeit und Behinderung
2. mit den Kontextfaktoren

Die Komponenten im Teil 1) sind Körperfunktionen/Körperstrukturen und Aktivitäten/ Teilhabe. Im Teil 2) bestehen die Komponenten aus Umweltfaktoren und personbezogene Faktoren (vgl. DIMDI/WHO, 2005, 13f, 16). Die Abbildung unten zeigt den Zusammenhang von Faktoren auf die Gesundheit.

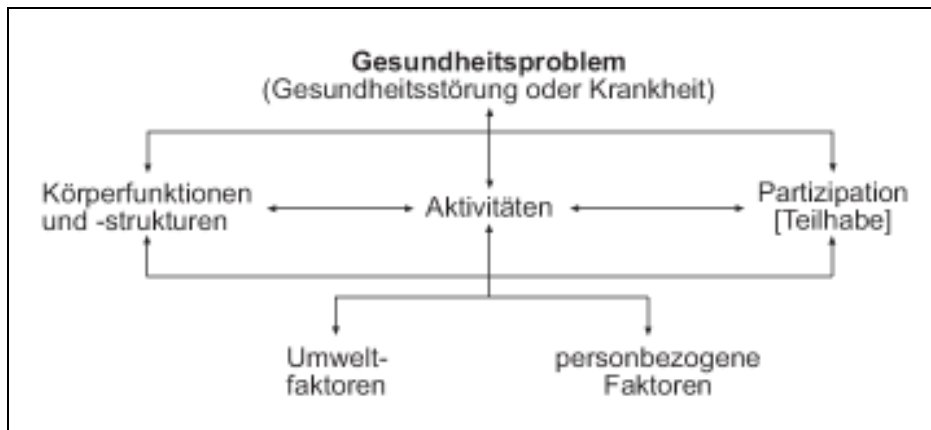


Abbildung 16: Das bio-psycho-soziale Modell der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit mit den Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF (DIMDI/WHO, 2005, 23)

Die unterschiedlichen Komponenten stehen in Wechselwirkung und können sich gegenseitig beeinflussen. Dabei nimmt das Modell zwei Perspektiven auf. Mit der Berücksichtigung der Körperfunktion und -Struktur wird eine medizinisch-biologische Sichtweise eingenommen. Diese ermöglichen oder verhindern Aktivitäten und soziale Teilhabe, womit ein sozialer Ansatz integriert wird. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, werden die Auswirkungen von Gesundheit und Krankheit im Bezug auf die Komponenten Körperfunktion/Körperstruktur, Aktivität/Partizipation und Umweltfaktoren in positive und negative Aspekte unterschieden.

Tabelle 4: Überblick über die ICF (DIMDI/WHO, 2005, 17)

	Teil 1: Funktionsfähigkeit und Behinderung		Teil 2: Kontextfaktoren	
Komponenten	Körperfunktionen und -strukturen	Aktivitäten und Partizipation [Teilhabe]	Umweltfaktoren	personbezogene Faktoren
Domänen	Körperfunktionen, Körperstrukturen	Lebensbereiche (Aufgaben, Handlungen)	Äußere Einflüsse auf Funktionsfähigkeit und Behinderung	Innere Einflüsse auf Funktionsfähigkeit und Behinderung
Konstrukte	Veränderung in Körperfunktionen (physiologisch) Veränderung in Körperstrukturen (anatomisch)	Leistungsfähigkeit (Durchführung von Aufgaben in einer standardisierten Umwelt) Leistung (Durchführung von Aufgaben in der gegenwärtigen, tatsächlichen Umwelt)	fördernde oder beeinträchtigende Einflüsse von Merkmalen der materiellen, sozialen und einstellungsbezogenen Welt	Einflüsse von Merkmalen der Person
positiver Aspekt	Funktionale und strukturelle Integrität	Aktivitäten Partizipation [Teilhabe]	positiv wirkende Faktoren	nicht anwendbar
	Funktionsfähigkeit			
negativer Aspekt	Schädigung	Beeinträchtigung der Aktivität Beeinträchtigung der Partizipation [Teilhabe]	negativ wirkende Faktoren (Barrieren, Hindernisse)	nicht anwendbar
	Behinderung			

Die ICF definiert auf der einen Seite Gesundheit mit der Klassifikation von bio-psycho-sozialen Faktoren zwar sehr weit. Auf der anderen Seite orientiert sie sich wieder zurück Richtung Pathogenese. Gesundheit wird durch die Klassifikation konkret und messbar. Jedoch werden die Störungen im Bereich der Körperfunktionen und –strukturen aus der Perspektive einer traditionellen Medizin gemessen. Dieses Vorgehen ist verständlich, da medizinische Praxis in dieser Form vielfach ausgeübt wird. Zudem verhindert dieser Ansatz idealisierte Vorstellungen zur Gesundheit. Es wird mit der ICF eine Konzentration auf existentielle und damit wesentliche Gesundheitsfaktoren und Aspekte gelegt. Allerdings ist das Problem der Grenzziehung zwischen gesund und krank immer noch relativ (vgl. CHATTERJI et al., 2002). Es geht aber unabhängig vom Grad des Gesundheitsniveaus immer um die Frage nach der Kapazität verschiedener Gesundheitsdomänen. Diese kann bei eingeschränkter Gesundheitskapazität zu Handlungsbedarf führen.

Das vollkommene Wohlbefinden oder „Über-Gesundheit“ wird aus der ICF heraus genommen und bei überragender Kapazität als „Talent“ bezeichnet. Gesundheit auf der Stufe der positiven Funktionsverbesserung kann als allgemeine Gesundheitsverbesserung bezeichnet werden. Bei negativen Auswirkungen geht es um die Verbesserung der Gesundheitskapazität (vgl. CHATTERJI et al., 2002, 12f). Vielmehr noch löst sich die WHO von der Charta 1946 mit der Vision von Gesundheit als universellem Wohlbefinden. Wohlbefinden wird damit in der Definition stark zurückgenommen und als eigenständiger Gesundheitsbereich bezeichnet. Die Domäne Wohlbefinden überschneidet sich mit Gesundheit, ist jedoch unabhängiger und konkreter definiert (vgl. CHATTERJI et al., 2002, 2; DIMDI/WHO, 2005, 144f).

In der Abbildung sind zwei Bereiche von Gesundheit abgebildet. Im inneren Kreis sind die direkt messbaren Gesundheitsdomänen dargestellt. Hinzu kommen im äußeren Kreis die indirekt messbaren Aspekte. Die dick gedruckten Begriffe sind allgemein anerkannte Kerndomänen (vgl. CHATTERJI et al., 2002, 6f). Besonders bedeutend sind Gefühle, Schmerz, Mobilität und Denkvermögen als direkt messbare Domänen. Hinzu kommen noch Eigenversorgung und alltägliche Tätigkeiten als indirekte Gesundheitsaspekte.

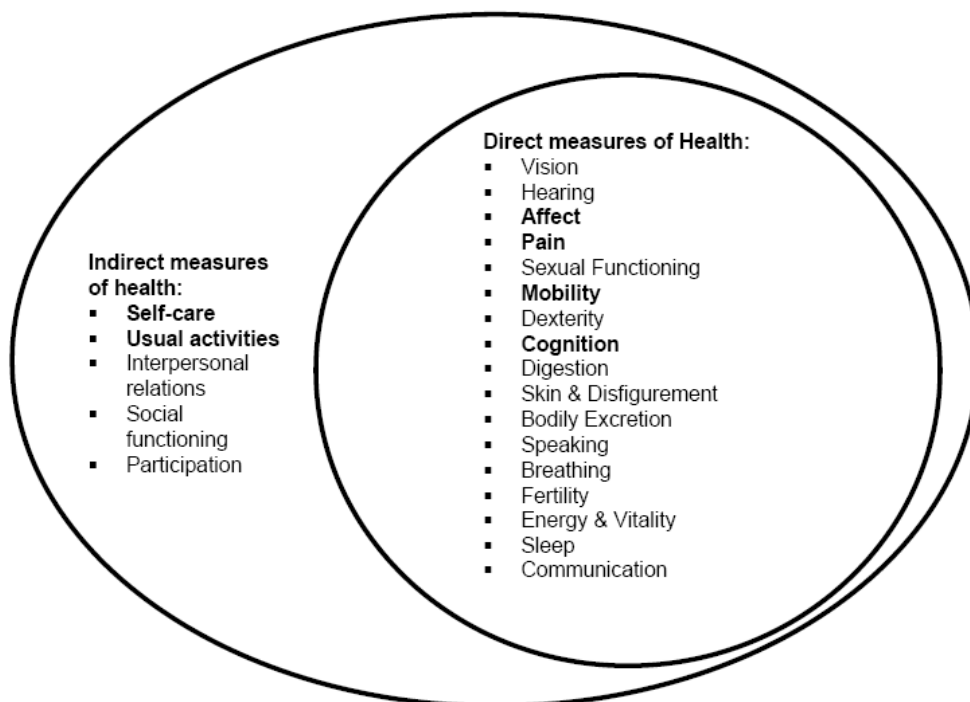


Abbildung 17: Domänen der Gesundheit (CHATTERJI et al., 2002, 7)

Als Schlussfolgerung der Begriffsbestimmung von Gesundheit kann festgehalten werden, dass sich der Begriff Gesundheit von einfachen Erklärungsmustern, die eine Begriffsbestimmung in Sätze fassen, hin zu hochkomplexen Modellen und Theorien entwickelt hat. Interessant ist vor allem die neueste Entwicklung der WHO mit der ICF, die ein Stück weit die pathogene Sichtweise der traditionellen Medizin mit einem ganzheitlich bio-psycho-sozialen Modell vereint. Vor allem die praktische Anwendung und die Loslösung einer überhöhten Vorstellung von Gesundheit als völliges Wohlbefinden kann positiv bewertet werden. Gesundheit in dieser Dissertation folgt daher dem Ansatz, ein Stück losgelöst vom Konstrukt des Wohlbefindens zu sein. Ebenfalls wird hier der Ansatz verfolgt, dass Gesundheitsaspekte oder verwandte begriffliche Konstrukte wie Wohlbefinden empirisch überprüfbar sein sollten.

2.6 Begriffsbestimmung Wohlbefinden

Der Begriff Wohlbefinden wird oft synonym mit Gesundheit verwendet, wobei die Definition der WHO von 1946 wesentlich dazu beigetragen hat. Hier heißt es, dass Gesundheit nicht nur die Abwesenheit von Krankheit bedeutet, sondern ein völliges körperliches, psychisches und soziales Wohlbefinden zum Ziel hat.

Diese Aussage der WHO hat zum einen das Verständnis von Krankheit und Gesundheit in eine neue Perspektive gerückt. Zum anderen beschreibt sie mit dem Begriff des Wohlbefindens einen positiven Daseinszustand. Zudem wird Wohlbefinden in mehrere Dimensionen unterteilt, was einer ersten Systematisierung gleichkommt. Diese sehr visionäre und idealisierte Definition von Gesundheit und Wohlbefinden hat sich mit der fortschreitenden Entwicklung des Begriffs und Themas verändert. Eine neuere Definition der WHO findet sich in der ICF von 2001:

„Wohlbefinden ist ein allgemeiner Begriff, der die Gesamtheit menschlicher Lebensbereiche, einschließlich physischer, mentaler und sozialer Aspekte, umfasst, die das ausmachen, was ein „gutes Leben“ genannt werden kann. Gesundheitsbereiche sind eine Teilmenge von Bereichen, welche die Gesamtheit des menschlichen Lebens ausmachen.“

(DIMDI/WHO, 2005, 144)

In eine ähnliche Richtung geht BAYLIS (2005):

„'Well-being' is a positive and sustainable state in which we can thrive and flourish. At its best, the science of well-being is about exploring how good life can become and how good we can become at living.“

(BAYLIS, 2005, 246)

„Wohlbefinden ist ein positiver und nachhaltiger Zustand, in dem man sich prächtig entwickeln kann. Im besten Fall erforscht die Wissenschaft von Wohlbefinden, wie gut sich menschliches Leben entwickeln kann und wie gut Menschen ihr Leben entwickeln.“

(Übersetzung KT)

Bei den beiden neueren Definitionen wird die positive Ausrichtung von Wohlbefinden explizit betont. In der Definition der ICF werden zudem Gesundheit und Wohlbefinden nicht völlig deckungsgleich verstanden, sondern beide Themen bilden unterschiedliche Domänen ab, wie es in der nachfolgenden Abbildung zu sehen ist.

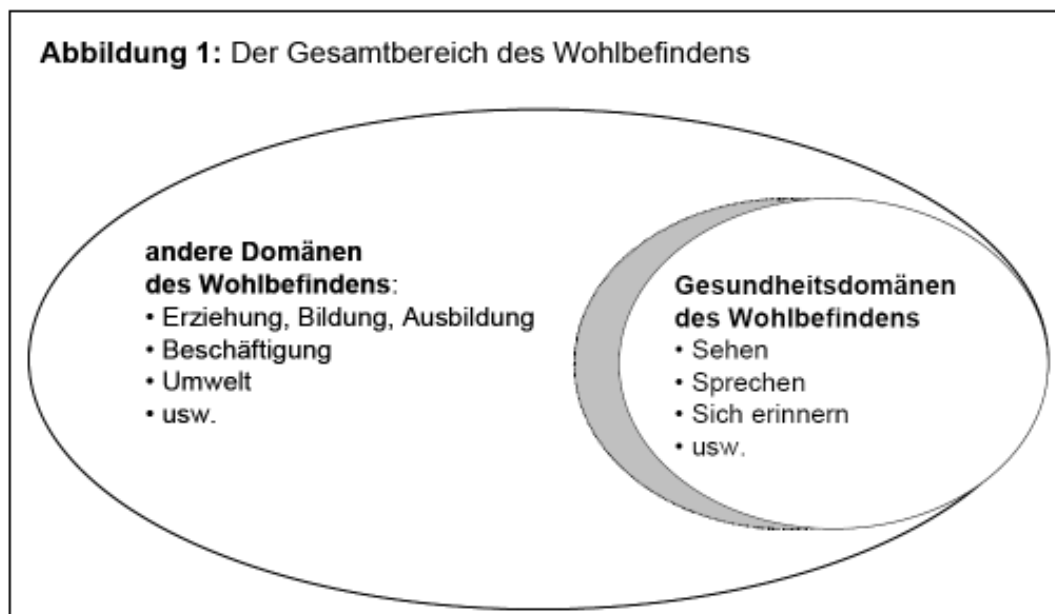


Abbildung 18: Der Gesamtbereich des Wohlbefindens (aus DIMDI/WHO, 2005, 145)

In der idealisierten Definition der WHO von 1948 wird Wohlbefinden als Zielpunkt beschrieben. In einem komplexeren Verständnis wird jedoch deutlich, dass vielfältige Prozesse zum Wohlbefinden beitragen (vgl. ABELE/BECKER, 1991).

Das Modell von KAHN et al. (2002, aus BIDDLE/EKKEKAKIS, 2005, 158) zeigt eine Beeinflussung von Wohlbefinden auf die Gesundheit. In diesem Beispiel führt körperliche Aktivität zu kurz- und mittelfristigem Wohlbefinden (z.B. Spaß an der Bewegung). Das kann wiederum zu gesundheitlichen Effekten führen (z.B. verbesserte Herz-Kreislauf Funktion), was sich wiederum positiv auf das Wohlbefinden in langfristiger Sicht auswirken kann.

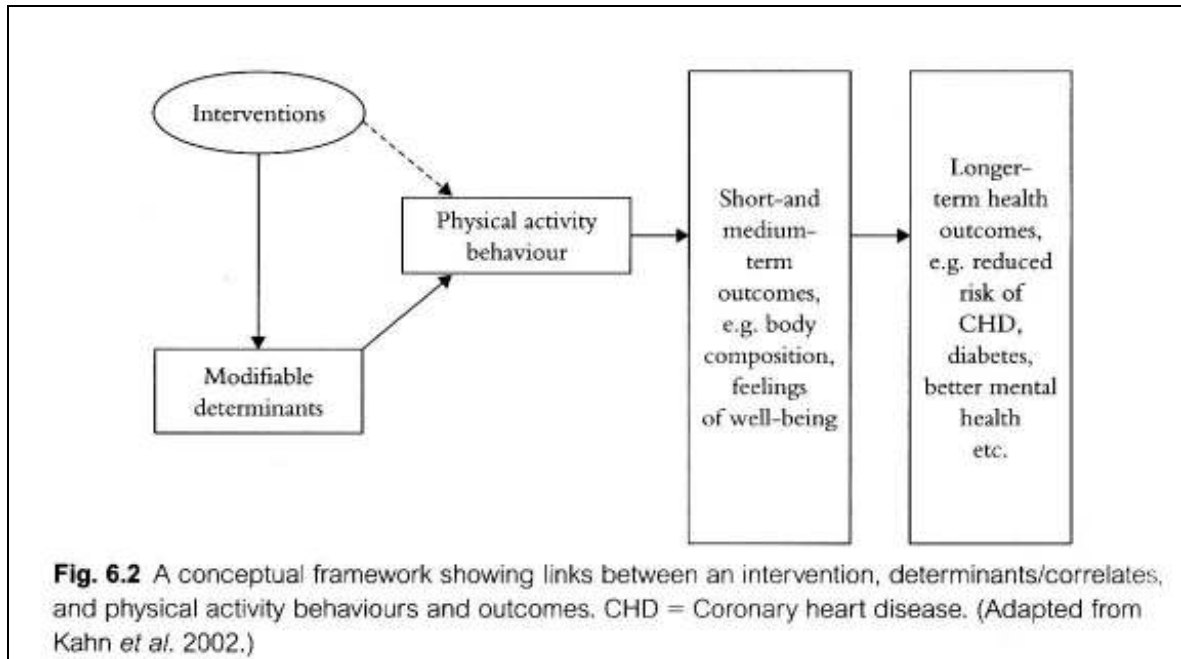


Abbildung 19: Modell von Bewegung und gesundheitlichen Auswirkungen (KAHN et al., 2002 aus BIDDLE/EKKEKAKIS, 2005, 158)

Der Begriff des Wohlbefindens ist semantisch kaum zu erfassen, was sich auch in der geringen Zahl von Realdefinitionen widerspiegelt. Vielmehr wird mit anderen und teilweise neuen Begriffen das Phänomen Wohlbefinden beschrieben. Dazu gehören Begriffe wie „Lebensqualität“ (vgl. SCHUHMACHER et al., 2003) oder weitere Begriffe aus dem Bereich der positiven Psychologie. Hier sind zum einen verwandte Begriffe wie Glück, Emotion oder Spaß zu nennen, auf die später näher eingegangen wird. Zum anderen werden neuerdings Begriffe wie persönliche (Lebens-) Entwicklung und (Lebens-) Ziele mit dem Begriff des Wohlbefindens in Verbindung gebracht (vgl. SCHMUCK, 2001; SCHUHMACHER et al., 2003, 11). Das Phänomen Wohlbefinden wird zudem oft in theoretischen Konzepten beschrieben. Daher werden die wesentlichen Konzepte und Faktoren im nächsten Abschnitt erläutert.

2.6.1 Theoretische Konzepte und Faktoren zum Wohlbefinden

Wohlbefinden wird oft als psychische Dimension von Gesundheit verstanden (vgl. ARGYLE/MARTIN, 1991; KAHNEMANN et al., 1999; SNYDER/LOPEZ, 2002). Jedoch

liegen verschiedene Konzepte für den Begriff des Wohlbefindens vor. Neben psychologisch orientierten Ansätzen lassen sich immer mehr interdisziplinäre Modelle finden (vgl. ABELE/BECKER, 1991; HUPPERT et al., 2005; KAHNEMANN et al., 1999).

Das Modell von BECKER (1991) unterteilt Wohlbefinden zum einen in eine zeitliche Dimension, die „aktuelles Wohlbefinden“ und „habituelles Wohlbefinden“ genannt werden (vgl. SCHLICHT, 1995, 27). Zum anderen trennt er das psychische vom physischen Wohlbefinden. Unter diesen Hauptkategorien subsumiert er Begriffe wie Gefühle, Stimmungen, Beschwerdefreiheit und körperliche Empfindungen. Diese sind wiederum verbunden mit Begriffen wie Glück, Flow, Zufriedenheit, Vitalität, Lust, Fitness oder Lebensfreude.

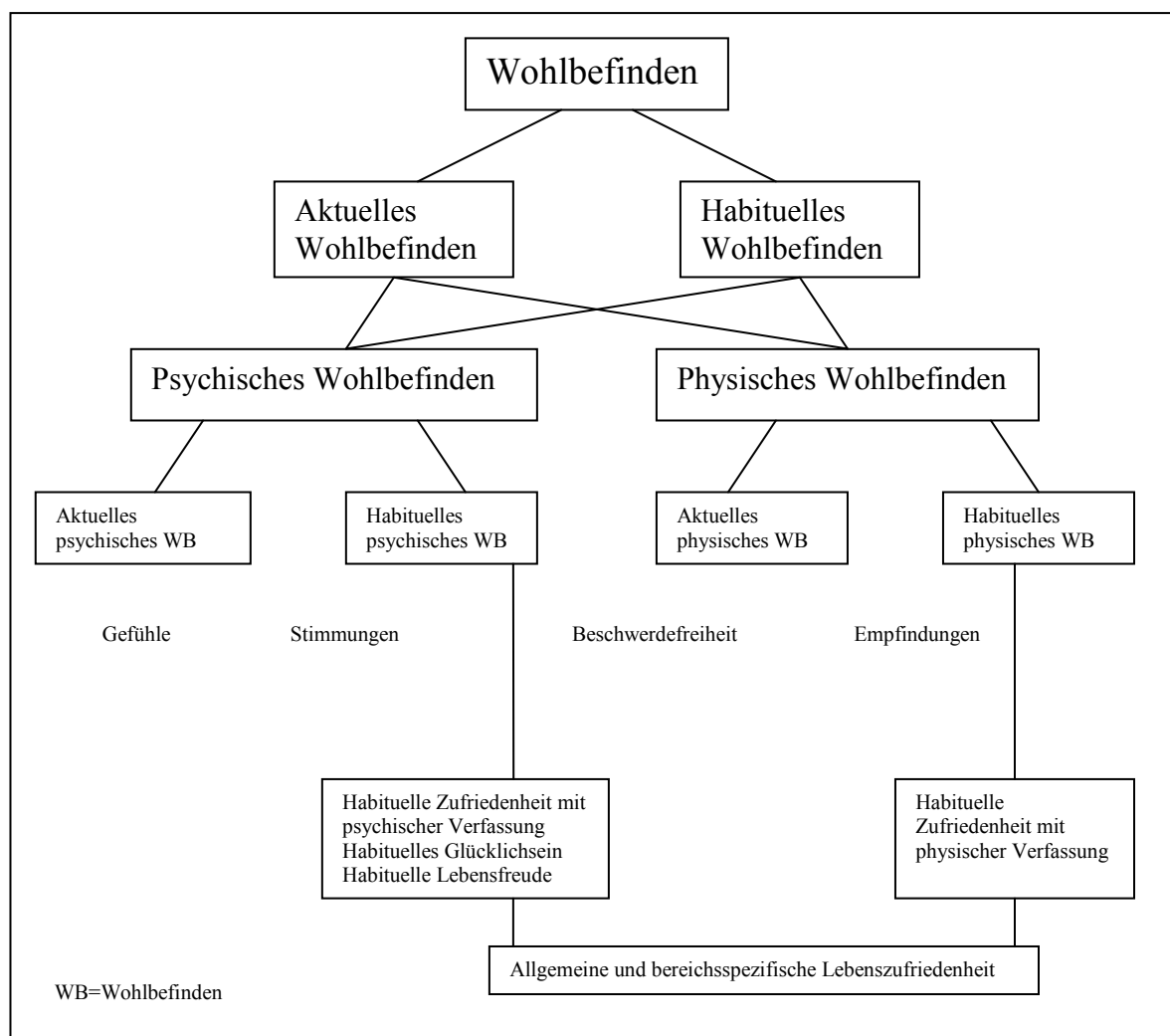


Abbildung 20: Strukturmodell des Wohlbefindens (nach BECKER, 1991, 14)

Ein anderer Aspekt der evolutionären Theorie über Wohlbefinden geht davon aus, dass historisch gesehen die Menschheit lange nur in kurzfristigen (Über-) Lebenszielen ihr Dasein verbracht hat. Erst seit wenigen Jahrhunderten sind Menschen in einigen Kulturkreisen mit langfristigen Lebenszielen konfrontiert. Karriere, Familienplanung, finanzielle Sicherheit und Pensionen bestimmen heute oft in den Industrienationen Lebensziele und Verhaltensweisen. KEVERNE (2005) merkt an, dass dieses Missverhältnis von genetischer Disposition und heutigen Zielen zu Problemen im Wohlbefinden führen kann.

Ein weit verbreitetes Modell aus der englischsprachigen Literatur benutzt den Begriff des „Subjektiven Wohlbefindens“ (vgl. DIENER et al., 1991; DIENER/LUCAS, 1999). Die Bezeichnung subjektiv beschreibt eine individuelle Bewertung einer bestimmten Person. In die Bewertung fließen nach DIENER/LUCAS (1999, 213) kognitive Bewertungen der Lebenszufriedenheit ein, als auch affektive Wahrnehmung von Gefühlen und Stimmungen. In diesen Aspekten ist eine hohe Ähnlichkeit zu dem Modell von Becker zu sehen. Allerdings liegt der Schwerpunkt des Modells des subjektiven Wohlbefindens auf den Faktoren, die für das Wohlbefinden ursächlich sind. Dabei wird unterschieden von den positiven und negativen Affekten auf der emotionalen Ebene. Hinzu wird die kognitive Ebene unterschieden nach globalen und bereichsspezifischen Faktoren (vgl. DIENER/LUCAS, 1999; SCHUHMACHER et al., 2003).

NESSE (2005) stellt ein Modell für Wohlbefinden vor, das vielfältige Faktoren berücksichtigt. Hier werden sowohl biologische, soziale, psychologische und biographische Aspekte integriert. Die Bewertung des Zustands erfolgt über das Gehirn, welches sowohl von komplexen psychologischen Mechanismen als auch physiologischen Faktoren gesteuert wird. Soziale und biographische Faktoren bewegen sich in diesem Modell auf einer vorgelagerten Ebene. Diese Aspekte regeln in einem komplexen Prozess die psychologischen Mechanismen. Das Zusammenspiel von psychischen und physischen Aspekten wird bei FREDRICKSON (2005) näher erläutert. Angenehme Gefühle durch sensorische Reize (z.B. Essen, Sex) sind übergreifend von physiologischen als auch psychischen Prozessen abhängig und bedingen sich gegenseitig.

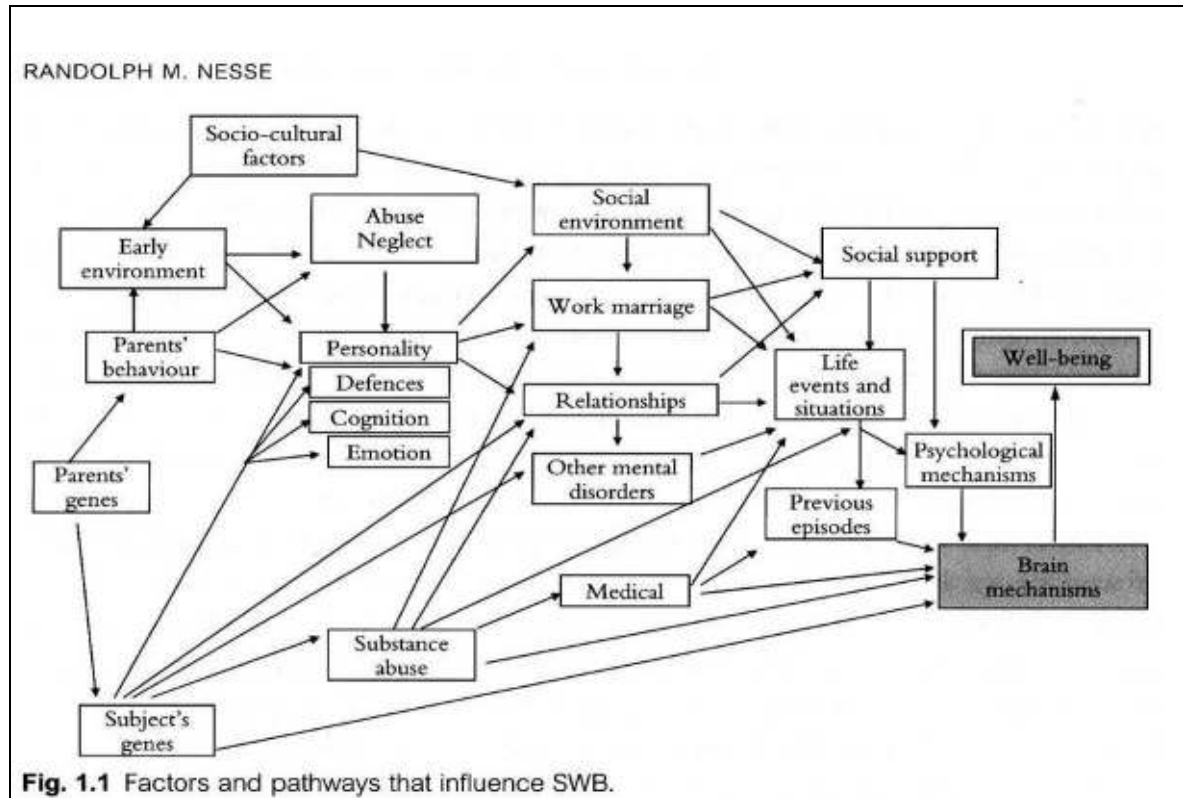


Abbildung 21: Faktoren und Pfade, die das subjektive Wohlbefinden beeinflussen (aus NESSE, 2005, 8)

Positive Gefühle werden jedoch von der Autorin insofern differenziert, dass diese unabhängig von körperlicher Stimulation sein können (z.B. Freude durch eine gute Nachricht). Man kann positive Gefühle zudem von Stimmungen unterscheiden. Diese angenehmen Gefühle haben oft einen konkreten Grund oder Reiz als Ursache und wirken eher kurzzeitig. Stimmungen hingegen sind unspezifisch und sind eher über einen längeren Zeitraum vorhanden (vgl. FREDRICKSON, 2005). Sensorisch angenehme Gefühle sind sehr erfolgreich in der Hinsicht, dass Menschen diesen nachgehen, unabhängig davon, ob es langfristig zu positiven oder gar negativen Effekten kommt (z.B. Rauchen).

Die „Broaden-AND-Build Theory“ („Theorie der Handlungserweiterung und Aufbauen von Ressourcen“) von FREDRICKSON (2005) sieht folgende Aspekte, Eigenschaften und Begriffe von positiven Emotionen und Wohlbefinden:

1. Erweiterung von Aufmerksamkeit und Denken
2. Reduktion von negativen emotionalen Gefühlen

3. Erhöhung der psychischen Belastbarkeit
4. Aufbau von persönlichen Ressourcen
5. Auslösen von höherem Wohlbefinden in der Zukunft
6. Unterstützung menschlichen Wachstums

Bei SCHMUCK (2001) finden sich vielfältige Hinweise, dass persönliches Wachstum und das Stecken von (Lebens-) Zielen Faktoren für Wohlbefinden darstellen. Daran schließt sich die Frage an, welche weiteren Kriterien für Wohlbefinden verantwortlich sind. Einige Studien zeigen, dass Wohlstand ein Faktor ist. Jedoch flacht das Wohlbefinden ab einer Grundversorgung von Bedürfnissen ab (vgl. KAHNEMANN et al., 1999). Andere Einflussgrößen Effekte sind soziale Beziehungen, Glaube, Vertrauensfähigkeit oder Leben in sicheren Ländern (vgl. DIENER/LUCAS, 1999). Ein starker Faktor für Wohlbefinden liegt in der Person selber (vgl. FREDERICK/LOEWENSTEIN, 1999). Dieses könnte zum einen an einer genetischen Disposition liegen (vgl. NESSE, 2005). Andere persönliche Faktoren sind Eigenschaften, wie Extraversion/Introversion und Stabilität/Neurotizismus (vgl. DIENER/LUCAS, 1999).

Die einzelnen Faktoren können als unterschiedliche Kräfte auf das Wohlbefinden wirken und dieses erhöhen oder reduzieren. Dieses sorgt für einen dynamischen Prozess des Wohlbefindens (vgl. TRIANDIS, 2000). Im Bezug zur Definition der WHO von 1946 wird mit der Prozessbeschreibung ein völlig anderer Ansatz dargestellt.

Eine Übersicht der Klassifikation von Wohlbefinden findet sich bei VEENHOVEN (in STRACK et al., 1991, 9). Hier wird Wohlbefinden in objektives und subjektives Wohlbefinden, sowie eine Kategorie mit gemischten Konzepten unterschieden. In der vertikalen Ebene werden individuelles Wohlbefinden und Wohlbefinden von Gruppen differenziert. Auch hier wird noch eine Kategorie mit verschiedenen Konzepten unterschieden. Dabei sind die gemischten Konzepte in einem sehr breiten Verständnis angelegt.

Tabelle 5: Kategorien von Wohlbefindens-Konzepten (VEENHOVEN, 1991, 9 in STRACK et al., 1991)

	Objective well-being	Subjective well-being	Mixed conceptions
Individual well-being	personal qualities	self-appraisals	
— aspect	Wisdom, stability, hardiness, creativeness, morality, etc.	job satisfaction, self-esteem, control belief	ego strength, identity
— overall	need gratification, self-actualization, effectance	life satisfaction*, contentment, hedonic level.	(mental) health, adjustment, individual morale
Collective	Societal qualities	social (opinion) climate	
— aspect	coherence, justice, equal chances, stability, etc.	acceptance of political order, mutual trust, belief in national progress	social integration, anomy
— overall	viability, capacity	group morale	livability
Mixed conceptions			
— aspects	economic prosperity, safety, freedom, equality, etc.	emancipation	
— overall	welfare, progress	alienation	well-being in broadest sense

*Focus of this article.

2.6.2 Glück

Eine Begriffsbestimmung von Glück und verwandten Begriffen hilft, Wohlbefinden als Begriff deutlicher zu erfassen. In der Folge werden Wohlbefinden und Glück als Begriffe differenziert.

Glück ist als Begriff ähnlich diffus wie Wohlbefinden und wird nicht selten synonym verwendet. Die Unterscheidung von Glück zu anderen Begriffen ist sehr schwierig. Einige Autoren sehen Gemeinsamkeiten zu Freude, Wohlbefinden oder Zufriedenheit (vgl. WALDEN, 2003, 33). In dem Vier-Faktoren-Ansatz von MAYRING (1991) wird Glück als Bestandteil des subjektiven Wohlbefindens betrachtet. Mayring bringt den Begriff des subjektiven Wohlbefindens mit den Begriffen des aktuellen und habituellen Wohlbefindens zusammen.

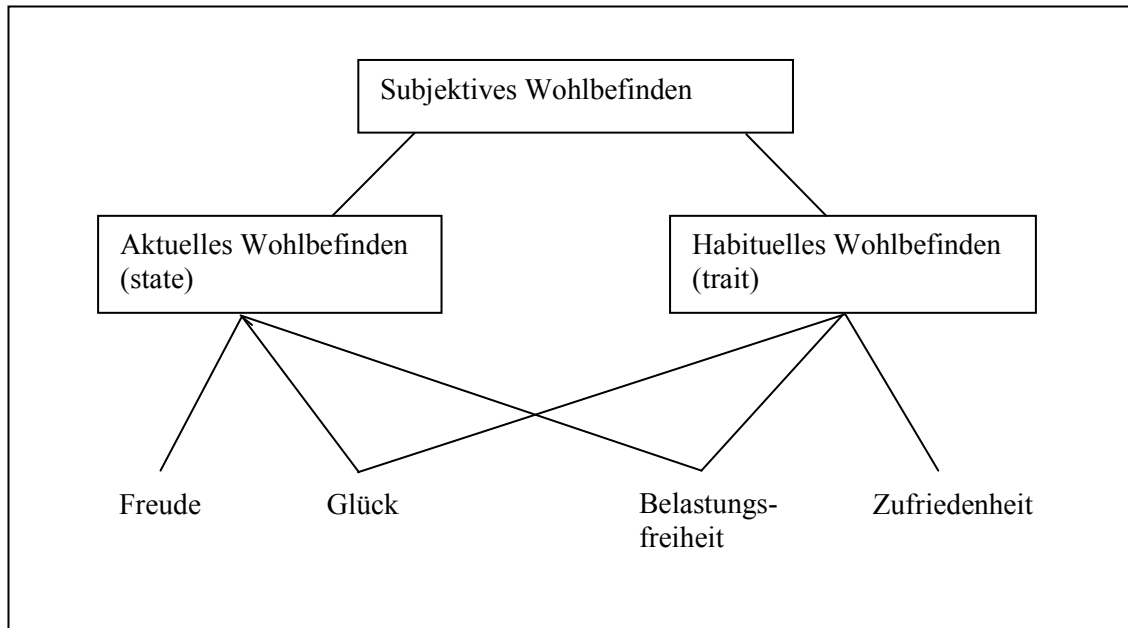


Abbildung 22: Vier-Faktoren-Ansatz von MAYRING (1991)

MAYRING beschreibt ähnlich wie BECKER folgende Faktoren für das Wohlbefinden:

1. Eine positive emotionale Komponente, kurzfristig (Freude, Lust, positiver Affekt)
2. Eine positive emotionale Komponente, langfristig (Glück)
3. Ein negativer emotionaler Befindensfaktor (Freiheit von Belastung)
4. Ein positiver kognitiver Befindensfaktor (Zufriedenheit)

MAYRING (1991) definiert die einzelnen Faktoren des Ansatzes wie folgt (vgl. WALDEN, 2003, 37f):

- Freuden sind relativ kurzfristige und stärker emotional gefärbte Aspekte des Wohlbefindens.
- Belastungsfreiheit ist ein eigenständiger Faktor. Wohlbefinden wird als Balance zwischen positivem und negativem Befinden gesehen, das relativ unabhängig voneinander sein kann.
- Glück ist ein Faktor, der über Freude hinausgeht. Es ist zwischen einer State-Komponente (kurzfristiges Glück) und einer Trait-Komponente (langfristiges Glückserleben) zu unterscheiden. Häufig sind Glücksgefühle an eine soziale Situation gebunden.

- Zufriedenheit wird eher als kognitiver Faktor in der Wohlbefindensforschung konzipiert. Dabei stehen die kognitive Einschätzung des eigenen Lebens in positive und negative Faktoren sowie die Erreichung der eigenen Ziele im Vordergrund.

FLIEGE (1997) sieht neben der Kritik an dem Modell, v.a. wegen der geringen Trennschärfe der Begriffe, Glück als einen Zustand an, der ein zeitlich umgrenztes affektives Erlebnis darstellt.

„VEENHOVEN (2000) beschreibt vier Qualitäten des Lebens in Bezug auf Lebensqualität, Wohl-Befinden und Glück. So schlägt er vor, zwischen Chancen und Ergebnissen, zwischen „inneren“ und „äußeren“ Qualitäten zu unterscheiden und schließt daraus vier Faktoren für das Wohlbefinden. Diese Faktoren des Wohlbefindens sind abhängig von diesen Aspekten:

1. Umwelt
2. Individuum
3. Externe Nützlichkeit des Lebens
4. Innere Wertschätzung des Lebens“

(aus WALDEN, 2003, 45f)

Hier zeigt sich, dass Wohlbefinden und Glück eng zusammenhängen. Die Ähnlichkeit von Wohlbefinden und Glück bezieht sich genauer auf den Begriff des Glücklich-Seins und weniger auf den des Glück-Habens. HOFFMANN (1984) unterscheidet ein erregtes Glück (Tanzen, Schreien, Lachen usw.) von stilleren Formen (Ruhe, tiefe Entspannung, Zentriertheit u.a.). Glücklich-Sein wird als höchste Lebendigkeit, als schöpferische Kraft empfunden. Das Einssein von Körper und Geist kann ekstatische Züge annehmen. Sozialbeziehungen und Erfüllung in der Arbeit scheinen eine wichtige Rolle für das Glücklich-Sein zu spielen (vgl. WALDEN, 2003; LU, 1999; WLODAREK-KÜPPERS, 1987). In Studien zu Glück haben ARGYLE und MARTIN (1991) folgende, teilweise unabhängige Aspekte gefunden, die zu Glück führen können:

1. Die Häufigkeit und der Grad der positiven Affekte oder der Freude
2. Der Zufriedenheitslevel über einen längeren Zeitraum
3. Die Abwesenheit negativer Gefühle

Die Faktoren dafür sind:

1. Soziale Kontakte mit Freunden oder anderen in enger Beziehung stehenden Menschen
2. Sexuelle Aktivität
3. Erfolg, Errungenschaften
4. Physische Aktivität, Sport
5. Natur erleben, Lesen, Musik
6. Essen und Trinken
7. Alkohol

CSIKSZENTMIHALYI (1999) sieht Glück und Lebensqualität vor allem darin, dass alltägliche Beschäftigungen so organisiert werden, dass besonders lohnende Erfahrungen herauskommen. In der folgenden Matrix kann man sehen, dass Essen, Reden, Geselligkeit und Sex für Glück verantwortlich gesehen werden. Für Motivation werden Essen, Medienkonsum, Hobbys, Sport, Kino, Reden, Geselligkeit und Sex als bedeutend angesehen. Für Flow-Erlebnisse sind besonders stark Hobbys, Sport und Kino geeignet.

Tabelle 6: Tätigkeiten, die mit Glück oder Flow verbunden sind (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, 24)

	Glück	Motivation	Konzentration	Flow
Berufstätigkeit oder Lernen	-	--	++	+
Hausarbeit	-	-	o	-
Essen	++	++	-	o
Pflege	o	o	o	o
Autofahren etc.	o	o	+	+
Medienkonsum (TV/Lesen)	o	++	-	-
Hobbys, Sport, Kino	+	++	+	++
Reden, Geselligkeit, Sex	++	++	o	+
Muße, Ausruhen	o	+	-	--

(-- sehr negativ; - negativ; o durchschnittlich oder neutral; + positiv; ++ sehr positiv)

Diese Aspekte wie auch Essen und Reden, Geselligkeit, Sex haben eine mehrdimensional starke Bedeutung (über 2 Kategorien).

In einer Untersuchung von WALDEN (2003, 108) wurden folgende Werte für Begriffe angegeben. Auf einer 10-stufigen Skala wurde Unglück am Unangenehmsten bewertet ($x=8,75$ von 10 =maximal unangenehm). Glück hingegen stellte das angenehmste Gefühl dar ($x=1,63$, 1 =maximal angenehm). Die Werte für Freude lagen bei $x=1,83$, Zufriedenheit $x=2,73$ und Lust bei $x=2,93$. Die häufigsten Glückssituationen waren Liebe und Partnerschaft, Freundschaft, Familie/Heimat/Kinder, aber auch Urlaub/Kultur/Sport und beruflicher/schulischer Erfolg. Es stellt sich die Frage, inwieweit sich diese Bewertungen auf den Begriff Wohlbefinden übertragen lassen. Es ist anzunehmen, dass nach dem Vier-Faktoren-Modell von MAYRING (1991, siehe auch oben) Glück ein besonders intensives Gefühl von Wohlbefinden ist. Die anderen niedriger bewerteten Begriffe sind auch als Faktoren dem Wohlbefinden zuzuordnen, so dass Wohlbefinden insgesamt eine geringere Affektstärke hervorrufen dürfte.

Als Resümee zieht WALDEN (2003) jedoch den Schluss, dass Glück kaum allgemeingültig definierbar und sehr unterschiedlichen Interpretationen ausgesetzt sei. Es ist jedoch unverkennbar, dass die oben dargelegten Ausführungen die hohe Verwandtschaft von Wohlbefinden und Glück zeigen, und nach Mayring Glück ein Faktor und eine besonders starke Empfindung von Wohlbefinden darstellen.

2.6.3 Emotion

Die Begriffsbestimmung von Emotionen hat ebenfalls eine starke Überschneidung mit Wohlbefinden und zeigt hier eine weitere Dimension. Eine kurze Ausführung soll das Phänomen Wohlbefinden zusätzlich beschreiben.

In dem Circumplex Modell der Emotionen verteilen sich diese in einem Raum zwischen den Dimensionen Lust-Unlust und Erregung-Ruhe. SCHMIDT-ATZERT (1996) sieht jedoch das Modell nur mit beschränkter Gültigkeit, da die beschriebenen Dimensionen Emotionen nicht differenziert genug beschreiben. Das Modell eignet sich aber,

Wohlbefinden näher zu beschreiben. Dabei liegen auf der rechten Seite Bedingungen bzw. Begriffe für Wohlbefinden.

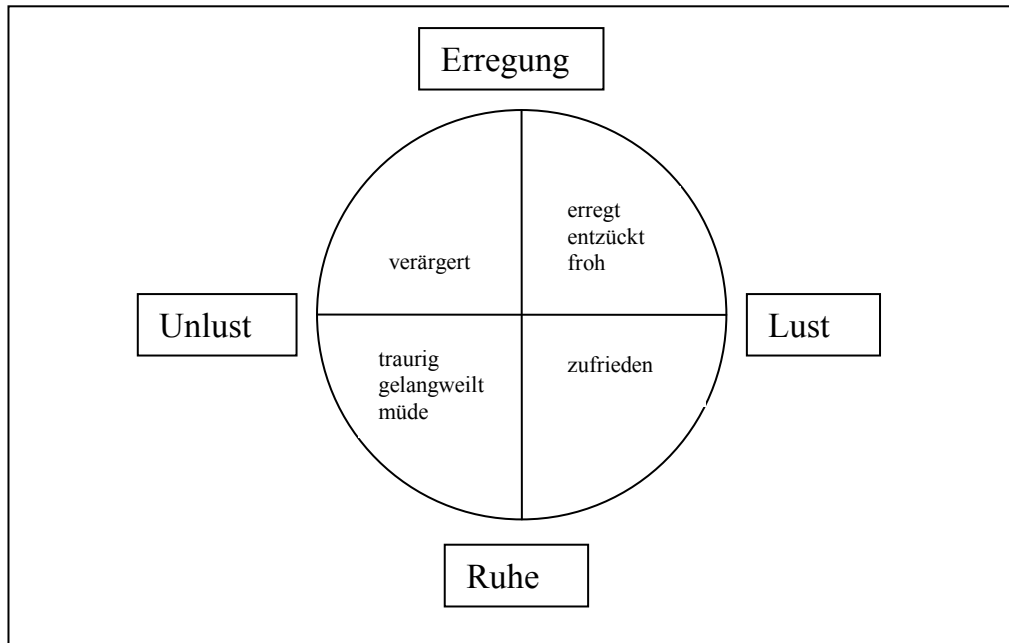


Abbildung 23: Circumplex Modell der Emotionen nach RUSSEL (1980, aus WALDEN, 2003, 20)

MAYRING (2003, 55f) sieht ebenfalls eine hohe Verwandtschaft der Begriffe Emotion und Wohlbefinden. Neben dem „Komponenten-Ansatz“ wird nach MAYRING (2003, 53ff) auch der evolutionsbiologische Ansatz von immer mehr Handlungstheoretikern geteilt (vgl. NESSE, 2005). Dabei wird davon ausgegangen, dass Emotion als psychischer Mechanismus andere psychische Teilprozesse synchronisiert. Emotion kann Wohlbefinden und Zielerreichung optimieren, womit die Überlebensfähigkeit des Individuums und der Spezies gesichert wird.

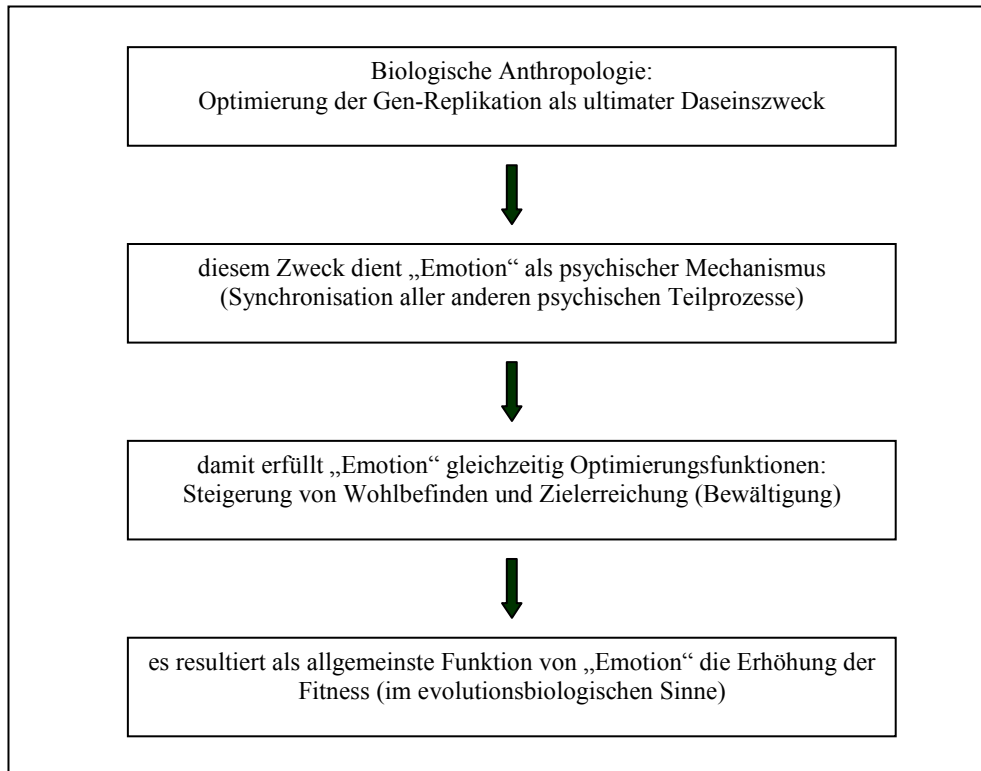


Abbildung 24: Deduktives Modell der Emotionsfunktionen (aus MAYRING, 2003, 55)

Wie die oben dargelegten Ausführungen verdeutlichen, hängen Emotionen und Wohlbefinden eng zusammen. Allerdings führen nur die positiven Emotionen zu Wohlbefinden. Darauf soll näher mit dem Begriff Spaß eingegangen werden.

2.6.4 Spaß

Bei der Frage nach dem Grund für Sporttreiben wird Spaß als einer der häufigsten Gründe genannt (vgl.; HAVERKAMP, 2005; VELTINS/DSB, 2000; VELTINS/DSB, 2001; WILLIMCZIK, 2001). Spaß kann als Motiv für das Sporttreiben bei den unterschiedlichsten Sportlertypen gefunden werden. Spaß an den verschiedensten Aktivitäten oder Dingen des Lebens können zu Wohlbefinden führen. Jedoch ist damit eher eine Wirkung auf das aktuelle als auf das habituelle Wohlbefinden zuzuordnen. Um eine Antwort darauf zu geben, wie Spaß auf das Wohlbefinden wirken kann, muss zuerst die Frage nach dem Wesen von Spaß beantwortet werden. Bei MORITZ und STEFFEN (2003)

finden sich folgende Antworten auf die Frage „Worin bestand für Dich eigentlich der Fun?“.

„Fun ist, wenn ich fühle, dass ich lebe und die Zeit dabei nicht wahrnehme.“

„Fun ist dann, wenn ich noch lachen kann,...“

„Fun ist, wenn ich mit den Grenzen spiele, das Ganze aber noch im Griff habe.“

„Fun ist, wenn ich durch mein Können Selbstbestätigung erfahre.“

„Fun ist das Spiel mit den Kräften,...“

(MORITZ/STEFFEN, 2003, 50f)

MORITZ und STEFFEN (2003, 51) fassen die Elemente von „Fun“ folgendermaßen zusammen:

„Im Prinzip kann man „Fun“ als einen bestimmten emotionalen Zustand bezeichnen, der mit Action, Freude und Abschalten zu tun hat. Konzentration ist nicht erforderlich; ... Dieser Zustand wird in verschiedenen Personen auf unterschiedliche Weise erzeugt, zum Beispiel durch:

- die Erfahrung von Selbstbestätigung oder Anerkennung (durch Sieg, Rekorde, Show, Zielerreichung etc.)
- eine gute Übereinstimmung von Anforderung und Können
- ein Kompetenzerleben bei der Beherrschung von Gerät oder Gelände
- die sichere Bewältigung einer besonders großen Herausforderung
- die Möglichkeit, ein besonderes attraktives Spiel-Sportgerät zu benutzen
- das Fühlen von externen Kräften (Fliehkraft) oder auch das Fehlen von externen Kräften (Fliegen)
- das Erleben von Ästhetik
- kreative Entfaltungsmöglichkeiten, die zu neuen Bewegungserfahrungen führen.“

MORITZ und STEFFEN (2003) erheben mit dieser Auflistung keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Aber man kann in diesem Kontext schon erkennen, dass es viele Gemeinsamkeiten zu Wohlbefinden und Glück gibt. MORITZ und STEFFEN (2003) ziehen den Vergleich zum Flow-Erleben nach Csikszentmihalyj heran. Wenn der Sportler sich innerhalb des „Flow-Korridors“ befindet, so hat er „Fun“.

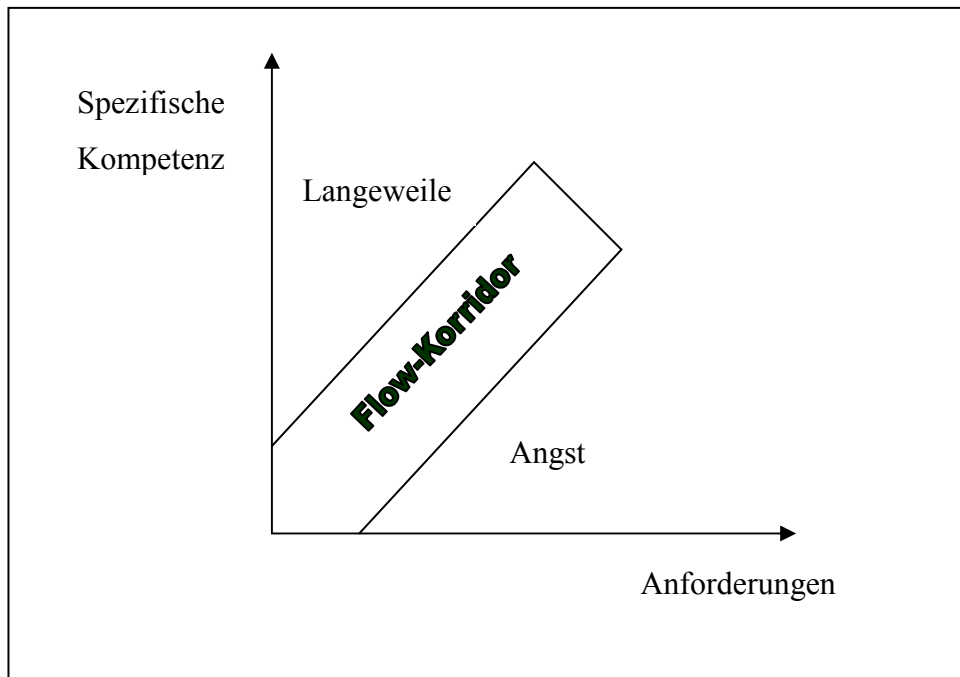


Abbildung 25: Der „Flow-Korridor“ von Funsportgeräten (MORITZ/STEFFEN, 2003, 52)

In diesem Modell zeigt sich, dass Sporttreiben nur dann „Flow“ und Wohlbefinden auslöst, wenn Anforderungen und Kompetenz des Sportlers in einem Gleichgewicht stehen. Ansonsten kann es zu negativen Emotionen wie Langeweile oder Angst kommen. Jedoch ist die Empfindung während des Flow-Erlebnisses oftmals nicht Spaß, sondern dieser kann eine Folge nach dem Flow-Erlebnis werden. Der Spaß an der Sache wird oft erst nach dem Flow-Erlebnis realisiert. CSIKSZENTMIHALYI (1999) sieht die Flow-Erlebnisse darin, dass zum einen äußere Umstände eine Ausblendung nicht relevanter Elemente verursachen (z.B. Achterbahnfahren) oder zum anderen die Person in der Lage ist, sich in ein Flow-Erleben hinein steigern zu können. Dieses hat dann vor allem mit Fokussierung und leidenschaftlichem Aufgehen in der Sache (z.B. Konzentration während eines Tennisspiels) zu tun. Spaß als Begriff wird in vielen Fällen allgemein und oftmals ungenau eingesetzt, als eine Art Universalbegriff für Freude, Befriedigung, Stolz, Wohlbefinden, Anerkennung usw. Daher besteht auch in dieser Arbeit das Problem, den Begriff genau einzusetzen.

2.6.5 Resümee Definition Wohlbefinden

Wohlbefinden hat sich zu einer überaus komplexen Begrifflichkeit entwickelt, die in engem Zusammenhang mit anderen Begriffen wie Glück, Emotion und Spaß steht. Die Darstellung dieser vier Begrifflichkeiten soll klarmachen, dass Wohlbefinden weit über das hinausgeht, wie es oft verstanden wird. Wohlbefinden ist auf Grund der Eigenstruktur nicht mit Gesundheit gleichzusetzen, obwohl beide Begriffe eine große thematische Überschneidung haben. Wohlbefinden kann ohne Gesundheit stattfinden, z.B. durch Drogen erzeugtes Wohlbefinden. Dieses wird zwar nur kurzfristig als positiv erlebt, stellt aber keine Ausnahme dar. Viele Handlungen wie Rauchen, Alkoholgenuss, Süßigkeiten usw. führen zum Teil auf allen Ebenen, physisch, psychisch und sozial, zu Wohlbefinden. Auf der anderen Seite kann auch Gesundheit ohne Wohlbefinden vorkommen. Viele „normale“ Menschen scheinen organisch, geistig und sozial als gesund zu gelten und haben dennoch nicht ständig das Gefühl von Glück und Wohlbefinden, weder im kurz- noch langfristigen Bereich. Diese Menschen als krank zu bezeichnen, da kein Zustand von Wohlbefinden vorliegt, würde diesen Zustand ebenfalls nicht treffend beschreiben. Es zeigt sich, dass auf der begrifflichen Ebene die idealistische Definition der WHO von Gesundheit zu einem Paradoxon geführt hat. Davon ist die Zielsetzung der WHO nicht in Frage gestellt, einen Gesundheitszustand zu erreichen, der zu einem vollkommenen Wohlbefinden führen möge. Aus den oben dargestellten Ausführungen werden Gesundheit und Wohlbefinden als verwandte und überlappende Begriffe benutzt, die aber in Teilbereichen ohne die Bedeutung und den Zusammenhang mit dem jeweils anderen existieren können.

2.7 Definition Komfort und Komfortmodelle

Komfort ist ein Begriff, der stark mit Wohlbefinden assoziiert wird. Ob eine synonyme Verwendung jedoch den Bedeutungen dieser Begriffe gerecht wird, soll mit den folgenden Ausführungen erläutert werden. Dazu werden gängige Definitionen dargestellt, als auch weniger bekannte Zusammenhänge.

Verschiedene Realdefinitionen lassen sich zu Komfort finden. Komfort wird landläufig als Bequemlichkeit oder Annehmlichkeit bezeichnet. Es kann bis hin zu einem gewissen Grad an Luxus führen.

Die englische Deutung behandelt den Begriff etwas differenzierter. Im Online-Wörterbuch AMERICAN HERITAGE DICTIONARIES (2007) steht folgende Begriffsbestimmung:

1. „To soothe in time of affliction or distress.
2. To ease physically; relieve.

n.

1. A condition or feeling of pleasurable ease, well-being, and contentment.
2. Solace in time of grief or fear.
3. Help; assistance: gave comfort to the enemy.
4. One that brings or provides comfort.
5. The capacity to give physical ease and well-being: enjoying the comfort of my favorite chair.

[Middle English conforten, from Old French conforter, to strengthen, from Late Latin cōfortāre : Latin com-, intensive pref.; see com- + Latin fortis, strong.]”

(aus <http://www.answers.com/topic/comfort>, 10.3.07)

In der englischen und französischen Übersetzung wird eine engere Verbindung zu der lateinischen Urbedeutung „fortis=stark“ dargestellt. Hinzu kommt dann noch die Bedeutung des Trostes, die Überwindung von Angst, Trauer und die soziale, zwischenmenschliche Dimension. In dieser Definition wird Bezug zu Wohlbefinden in mentaler und physischer Weise genommen.

Dieser Ansatz findet sich auch in der Pflege. Komfort wirkt bei der menschlichen Pflege helfend, tröstend und unterstützend (vgl. KOLCABA, 1991; KOLCABA et al., 2006). Die Hilfe und Erleichterung ist in diesem Bereich stärker von personell-sozialer Hilfe bestimmt. Damit ist zwar nicht die Hilfe und Unterstützung durch technische Artefakte ausgeschlossen, schließt aber die menschliche Interaktion ausdrücklich mit ein, im Gegensatz zu den deutschen Definitionen.

Im Wörterbuch der Arbeitswissenschaft wird Komfort mit Wohlbefinden gleichgesetzt (HAMMER, 1997, 116):

„Komfort: Der subjektive Zustand des Wohlbefindens im Verhältnis zur Arbeitsumgebung oder vom Menschen geschaffenen Umgebung. >Komfortbedingungen; >Behaglichkeit; >Effektivtemperatur“

Hier wird der Komfortbegriff vor allem auf das Klima bezogen. Interessant ist, dass „klimatische Komfortbedingungen“ als thermisch neutrale Empfindungen eingestuft werden.

„Ein Klima, das von der größtmöglichen Gruppe von Personen als „thermisch neutral“ empfunden wird. K. [Klima, KT] lassen sich beispielsweise aus einer „Behaglichkeitsgleichung“ berechnen ...“ (HAMMER, 1997, 117).

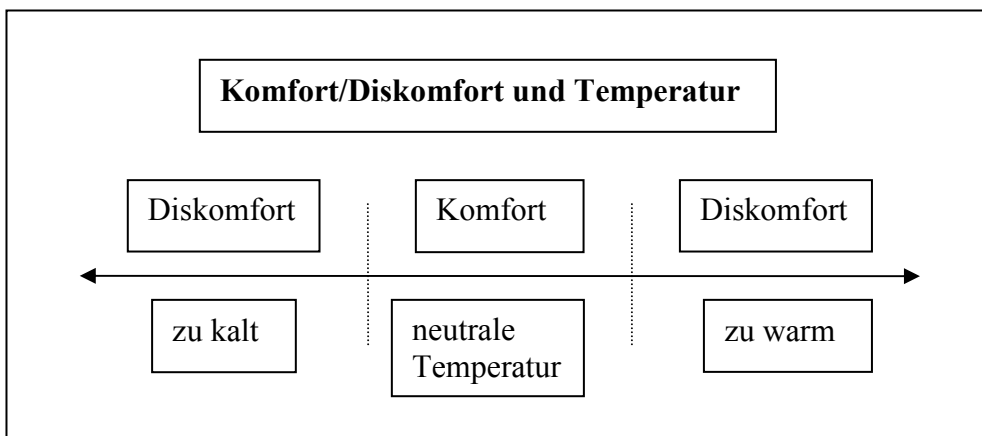


Abbildung 26: Komfort und Diskomfort bei Temperaturwahrnehmung und -Bewertung

Die Betrachtung des thermischen Komforts im Arbeitswissenschaftlichen Wörterbuch zeigt, dass insbesondere der Bereich der Thermoregulation als ergonomisches Thema bereits tiefer erschlossen ist. Darüber hinaus wird die Thermoregulation auch besonders in Gebäuden als Komfortaspekt wissenschaftlich intensiver betrachtet (vgl. KWOK, 2000).

Als zweites dominantes Forschungsgebiet im Bezug auf Komfort hat sich in den letzten Jahren das Thema Sitzen dominant herausgebildet. So hat vor allem GOONETILLEKE umfassende Studien im Bereich des Sitzkomforts erstellt und bietet auch ein Modell zur Erklärung von Sitzkomfort an. Komfort lässt sich oftmals leichter mit dem Gegenteil, dem Diskomfort beschreiben. GOONETILLEKE (2002) hat die U-Funktion von Komfort bzw. Diskomfort beschrieben. So nimmt der Komfort bis zu einem mittleren Ausprägungsgrad ab oder zu, dann jedoch kehrt sich das Verhalten um. Hier ist eine große Ähnlichkeit zu dem Verhalten bei der Temperaturbewertung festzustellen. In Erweiterung des Sitzkomforts fragt GOONETILLEKE (2002) allgemein, ob nicht Druck als Ursache an den verschiedensten Körperstellen Verletzungen, Schmerzen, Diskomfort bzw. Komfort auslösen kann.

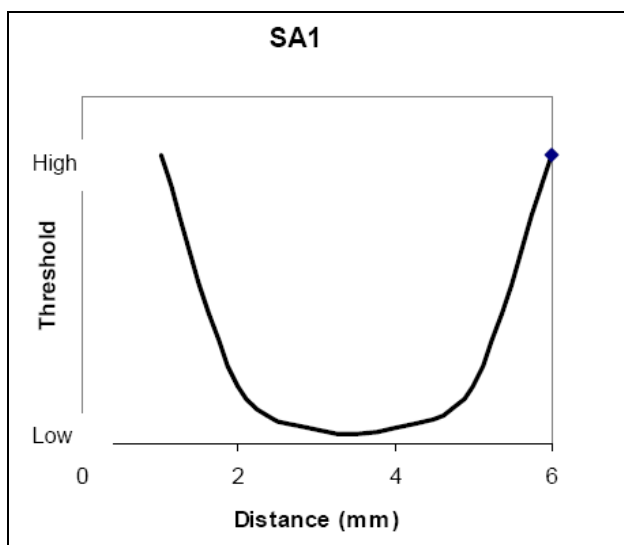


Abbildung 27: U-Funktion von Komfort (nach GOONETILLEKE, 2002)

Komfort wird hier allgemein als Abwesenheit von Diskomfort, also als Abwesenheit von auffälligen unangenehmen Empfindungen definiert. Bei dieser Vorstellung befinden sich Komfort und Diskomfort an zwei entgegengesetzten Punkten. Der Mensch vergleicht ständig aktuelle mit bisher erlebten Situationen und bewertet diese mit seinen Erfahrungen. Solange keine Diskrepanzen zwischen dem Erlebten und den an die Situation gestellten Erwartungen bestehen, wird die Situation oft nicht bewusst wahrgenommen. Erst wenn Unterschiede auftreten, werden diese bewusst wahrgenommen. Demnach ist der Komfort abhängig von den Erwartungen und Bewertungen des Menschen. Jede Person entwickelt eine sog. Komfort-Hierarchie. Je mehr Komfortbedürfnisse bereits erfüllt sind, desto höhere Bedürfnisse werden entwickelt. Die bereits erfüllten Bedürfnisse werden als selbstverständlich angesehen und nicht mehr wahrgenommen. Dieser Mechanismus tritt in Analogie zur Bedürfnispyramide von Maslow.

Nach ZHANG, HELANDER und DRURY (1996) sind Komfort und Diskomfort nicht auf der Achse eines Kontinuums angeordnet. Nach Ihrer Clusteranalyse von Begrifflichkeiten ist Komfort mit dem Aspekt des Gefallens, Diskomfort mit dem Aspekt des Erleidens verbunden.

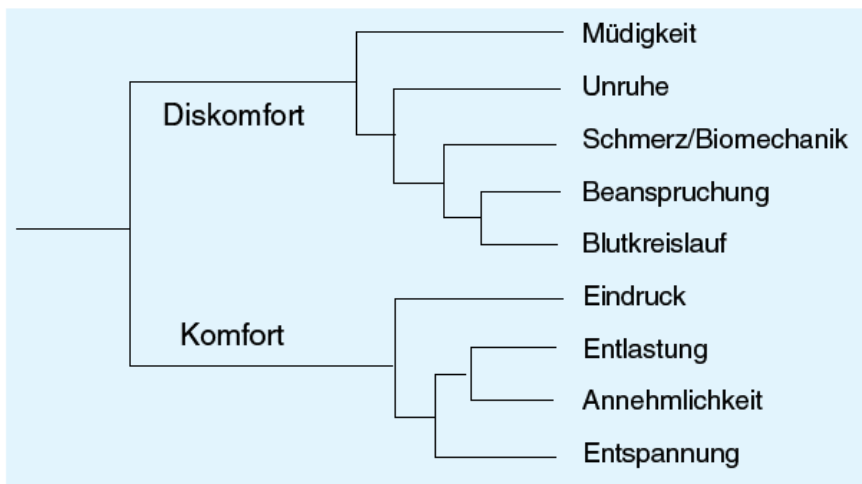


Abbildung 28: Komfort und Diskomfort und begriffliche Zuordnungen (ZHANG/HELANDER/DURY, 1996 aus BUBB, 2003, 6)

Es ist somit möglich; Komfort und Diskomfort zur gleichen Zeit zu erfahren. Als Beispiel könnte hier das Fahren eines extremen Sportwagens dienen. Objektiv herrscht im Vergleich zu einer Limousine hoher Diskomfort (Schwingung, Lärm, ...). Subjektiv empfindet der Fahrer meist Gefallen am Fahren des Sportwagens. Somit treten Komfort und Diskomfort zur gleichen Zeit auf. Der Diskomfort bezieht sich hier dabei auf physikalische Eigenschaften. Diese können jedoch durch eine psychische Bewertung überlagert werden.

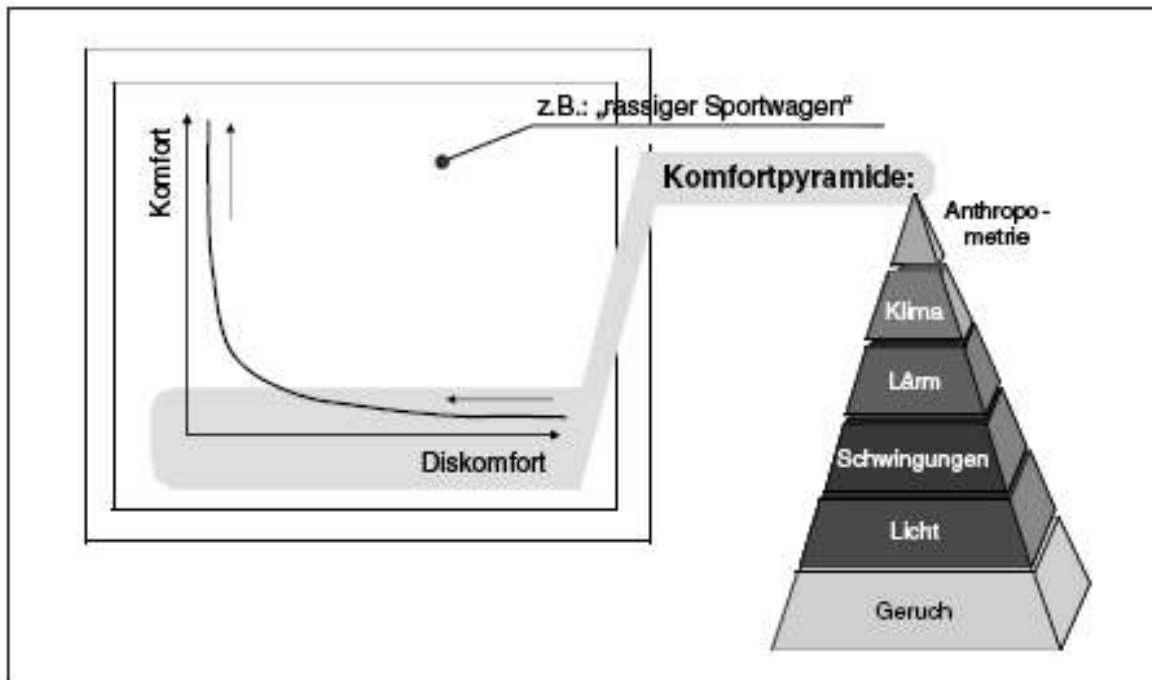


Abbildung 29: Komfortpyramide und Verhältnis Komfort – Diskomfort (aus BUBB, 2003, 6)

Dieser Ansatz greift am Ende eine interessante Feststellung auf, dass sich Komfort und Diskomfort nicht an zwei Enden eines Kontinuums befinden, sondern sogar gleichzeitig auftreten können.

BUBB (2003) fasst Komfort in folgende Bereiche zusammen:

1. Entlastung
2. Förderung
3. Gefallen

Der Aspekt Entlastung ist eher an dem Begriff Diskomfort und (negative) Belastung orientiert, wohingegen die Begriffe Förderung und Gefallen dem Komfort zuzuordnen sind. Die Förderung von Komfort kann sowohl materiell, als auch personell sein. Der Gefallensaspekt, also die individuelle subjektive Bewertung, spielt eine entscheidende Rolle bei der Komfort- und Diskomfortbewertung.

2.7.1 Resümee Definition Komfort

In sportwissenschaftlichen Nachschlagewerken ist der Begriff Komfort nicht zu finden. Hier scheint die Sportwissenschaft noch keinen Bezug zu dieser Thematik gefunden zu haben. Dabei lassen sich Komfortmerkmale bei Sportgeräten, Ausrüstung oder Anlagen finden. Auch von Seiten der Industrie und der Konsumenten werden Komfortelemente beachtet. Das Defizit in der Sportwissenschaft zu diesem Thema lässt sich mit der Sachvergessenheit der Sportwissenschaft begründen. Zudem ist das Thema Komfort in der Wissenschaft generell noch sehr jung. Es zeigt sich bei den oben genannten Beispielen, dass zusammengefasst folgende Ausrichtungen beschrieben werden.

1. Oft wird Komfort als angenehm und erleichternd empfunden. Die sprachliche Herkunft von Komfort gibt jedoch verschiedene Deutungen wieder. Wenn Komfort von „con fortius“ abgeleitet wird, ist damit stärken, unterstützen oder trösten gemeint. Im Sinne von confortare, kann auch ein hinwegtragen über Schwierigkeiten oder Diskomfort, im Sinne von Unannehmlichkeiten, gemeint sein.
2. Im Deutschen geht die Deutung oft in Richtung Bequemlichkeit und Luxus. Hier ist der materielle und physische Aspekt überbetont. Komfort und Wohlbefinden werden hier auch in enger begrifflicher Nähe gesehen.
3. In den englischen Definitionen wird auf Komfort durch zwischenmenschliche, also soziale Unterstützung hingewiesen. Zudem ist hier eine gleiche Gewichtung von mentalen und physischen Anteilen zu sehen.

Komfort ist oftmals ein schwammiger und unklarer Begriff. Die unterschiedlichen Definitionen ändern an diesem Sachverhalt wenig. Eine einfache Definition ist, Komfort mit Wohlbefinden gleichzusetzen. Aus der Begriffsbestimmung von Wohlbefinden ist jedoch ersichtlich, dass der Begriff Wohlbefinden weitaus stärker entwickelt ist und eine komplexe Differenzierung vorliegt. Auch liegen hier unterschiedliche theoretische Modelle vor. Diese sind für den Begriff Komfort erst in Ansätzen zu sehen. Wohlbefinden hat eine weitaus komplexere Struktur als der Begriff Komfort.

Komfort wird in dieser Arbeit auf verschiedenen Ebenen gesehen. Dieser Aspekt kann auf der materiellen, als auch der sozialen, zwischenmenschlichen Ebene stattfinden. Der Aspekt des Komforts umfasst damit in einigen Bereichen, wie dem Pflegebereich oder dem Sport, Hilfe und Unterstützung. Diskomfort und Komfort bilden hier einen Übergang von gesundheitlichen Beschwerden hin zu Wohlbefinden. Dabei können sich die Bereiche überschneiden.

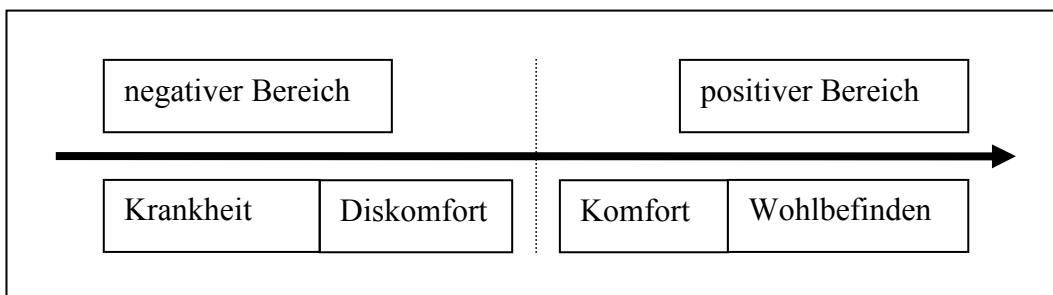


Abbildung 30: Einordnung von Komfort/Diskomfort zwischen Krankheit und Wohlbefinden

Bei der Einordnung von Komfort und Diskomfort zu Gesundheit und Wohlbefinden wird dieses keinen Extremen zugeordnet, sondern einem mittleren Bereich. Die Extreme stellen im negativen Fall Krankheit bzw. Gesundheitseinschränkungen dar. Beschwerden in abgeschwächter Form können auch als Diskomfort bezeichnet werden. Komfort in hohem Maß kann zu aktuellem Wohlbefinden führen. Bei Unterstützung von emotionalen Prozessen, wie Motivation, Erfolgserlebnissen, Spaß u.a. können Komfortelemente auch habituelles Wohlbefinden unterstützen.

Insbesondere der Zusammenhang von Komfort und Diskomfort (ZHANG et al., 1996) ist ein interessanter Ansatz, bei dem Komfort und Diskomfort nicht diametral gegenüberstehen, sondern zur gleichen Zeit vorkommen können. Dieses ist jedoch nur für bestimmte Situationen gültig, wie bei dem Beispiel mit dem Sportwagen. Bei anderen Situationen treten Komfort oder Diskomfort meist als gegensätzliche Eigenschaften auf, z.B. bei Temperatur oder Druckbelastungen. Das Modell der U-Funktion von GOONETILLEKE (2002) geht ebenfalls über eine einfache diametrale Vorstellung von Komfort und Diskomfort hinaus.

2.7.2 Messung und Bewertung von Komfort

Da Komfort oft nur schwer messbar ist, wird oft das vermeintliche Gegenteil bestimmt, der Diskomfort. Wie oben jedoch schon dargelegt, sind Komfort und Diskomfort nicht generell völlig gegensätzliche Eigenschaften, sondern sie können in bestimmten Situationen gleichzeitig auftreten. Dennoch wird oftmals der Diskomfort bestimmt, da dieses einfacher erscheint (vgl. BUBB, 2003). Der Komfort ist in ergonomischer Hinsicht in verschiedener Weise zu bewerten. Bei ROHMERT/SCHMIDTKE (in SCHMIDTKE, 1981, 543f) wird ein Bewertungsverfahren von Arbeitssystemen mit 7 Merkmalsklassen vorgestellt. Diese sind zusammengefasst:

1. Anthropometrische und ergometrische Aspekte
2. Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit
3. Physische oder informatorische Belastung
4. Physikalische oder chemische Einflussgrößen
5. Auslegung der Arbeitsmittel
6. Arbeitsorganisation
7. Ausbildungsstand

Mit einer Verbalisierungsmatrix können für verschiedene Inhaltsaspekte entsprechende Ausdrücke gefunden werden. Dabei geht es um die Kategorien:

- allgemeine Bedingungskennzeichnung
- Zumutbarkeitsgrad für Mensch
- Mängelgrad für Arbeitsmittel
- Komfort-, Leistungs- und Gesundheitsbeeinträchtigung
- Ergonomische Empfehlung

Diese werden in einer 9-stufigen Bewertung unterschieden. Allerdings schränken die Autoren diese Matrix ein, da sie „gravierende Skalierungsprobleme“ enthalte (ROHMERT/SCHMIDTKE in SCHMIDTKE, 1981, 544). In einer einfacheren Zusammenfassung werden die unterschiedlichen Stufen einer Gewichtung der ergonomischen Aspekte dargestellt. Komfort wird hier schon auf einem wesentlich geringeren Niveau eingeschränkt als die Aspekte Leistung, Gesundheit oder Lebensgefährdung.

Tabelle 7: Dimensionen des ergonomischen Bewertungsverfahrens (nach ROHMERT/SCHMIDTKE in SCHMIDTKE, 1981, 544)

Stufe	Komfort	Leistung/Gebrauchswert	Gesundheit	Leben
0				
1				
2				
3	BdB			
4	BdB			
5	BdB	BdB		
6	BdB	BdB		
7	BdB	BdB	BdB	
8	BdB	BdB	BdB	
9	BdB	BdB	BdB	BdB

BdB=Bereich deutlicher Beeinträchtigung

Die oben gemachten Ausführungen bedürfen einer weiteren Entwicklung und Anpassung an die Sportergonomie. Dieses erfolgt im weiteren Teil dieser Dissertation.

2.8 Das Belastungs-/Beanspruchungsmodell in der Sportergonomie

Gesundheit und Wohlbefinden sind von unterschiedlichen Faktoren abhängig. Externe Faktoren werden oft als Belastung bezeichnet, wohingegen die interne Verarbeitung und Auswirkung als Beanspruchung verstanden wird. Allerdings wird der Begriff der Belastung häufig mit einer negativen Konnotation benutzt. Belastung wird oft mit Stress oder einer Gefährdung assoziiert. Jedoch gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Begriff zu verstehen und in einen ergonomischen Kontext einzuordnen. In der Folge wird der Begriff erklärt und verschiedene Modelle vorgestellt. In einem späteren Kapitel werden bestehende Konzepte auf die Sportergonomie übertragen.

2.8.1 Begriffsbestimmung von Belastung und Beanspruchung

Der Begriff der Belastung wird oft in verschiedenen Weisen benutzt. Semantisch wird Belastung oft im Sinne von Last, die einen bedrückt oder „belästigt“, verstanden (vgl. NACHREINER/SCHULTETUS, 2002). Darauf folgt die Logik, dass mit einer Erhöhung der Belastung die negativen Folgen steigen. Allerdings veranschaulicht die Abbildung von LAURIG (1992), dass die Belastungsbewertung von verschiedenen Faktoren abhängig sein kann. In diesem Beispiel ist die Leistungsfähigkeit auf die Kraft bezogen.



Abbildung 31: Belastungs-/ Beanspruchungsmodell (nach LAURIG, 1992)

Die Bewertung einer Belastung kann dadurch erst erfolgen, wenn die Verarbeitung der Belastung bekannt ist. HAMMER (1997) lehnt sich an die DIN 33405 an und definiert Belastung als:

„Die Gesamtheit der erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und auf ihn [...] einwirken.“

HAMMER (1997, 55)

Dabei bezieht HAMMER wie auch RÖTHIG/PROHL (2003) diese Definition auf physische und psychische Belastungen, wohingegen die DIN diese nur auf psychische Belastungen anwendet (vgl. NACHREINER/SCHULTZ, 2002). MÜNZBERGER (2003) erweitert diese Definition um den Aspekt, dass die Belastung eine Reaktion des Organismus auslösen muss. Zudem sollte Belastung beschreibbar und messbar sein (vgl. MÜNZBERGER, 2003, 9). In diesen Konzepten wird der Begriff der Belastung entgegen des Alltagsverständnisses neutral genutzt. BAMBERG (2002, 532) kritisiert, dass der Begriff der Belastung das neutrale Verständnis semantisch nicht ausdrücke und in der Alltagssprache, wie auch der ähnliche Begriff Stress, eine negative Konnotation erhielten. BAMBERG stellt daher die oben genannten neutralen Definitionen in Frage. Belastung wird eher als Gefährdung gesehen und würde damit als Fehlbelastung verstanden. Der wissenschaftliche Begriff der Belastung ist in seiner neutralen Bedeutung möglicherweise besser mit Einwirkung oder Anforderung zu beschreiben. Im wissenschaftlichen Bereich hat sich allerdings der Begriff Belastung verbreitet.

Bei LUCZAK (1993) findet sich eine Systematik über verschiedene Belastungstypen. Hier werden energetische, informatorische, physikalisch-chemische und soziale Belastung unterschieden.

Zusammengefasst ergeben sich folgende Bestimmungsmerkmale von Belastung:

- Belastung wird unterschiedlich genutzt
- Belastung kann als Begriff positiv, neutral oder negativ bestimmt werden
- Belastung wird im Alltagsverständnis negativ interpretiert
- Die Auswirkung auf den Menschen von Belastungen können positiv, negativ oder neutral sein

- Belastung ist ein variabler Zustand, der sich in seiner zeitlichen Dimension und mit Veränderungen des Individuums verändern kann (z.B. Ermüdung)
- Belastung ist nur teilweise messbar
- Belastung kann spezifiziert werden, z.B. als Aufgabe oder Anforderung
- Belastung kann in Teilbelastungen oder in anderen Systematiken unterteilt werden
- Belastung kann normativ verwendet werden, z.B. als Steuerungsgröße im Trainingsprozess

2.8.1.2 Beanspruchung

Wie die obigen Ausführungen zur Belastung gezeigt haben, wird diese als Phänomen außerhalb des Individuums definiert. Nun interessieren oftmals aber die Auswirkungen auf den Organismus eines Individuums. Um die innere Belastung zu beschreiben, wird oft der Begriff der Beanspruchung benutzt. HAMMER (1997) definiert die Beanspruchung als:

„Die individuelle, zeitlich unmittelbare und nicht langfristige Auswirkung der [...] Belastung im Menschen in Abhängigkeit von seinen individuellen Voraussetzungen und seinem Zustand, einschließlich seines individuellen Stils zur Bewältigung der Beanspruchung.“

(HAMMER, 1997, 52)

Auch hier war die DIN 33405 Vorlage und wird ebenfalls auf den physischen Bereich übertragen. Vergleichbare Konzepte zu Belastung-Beanspruchung sind in der Abbildung zu sehen. Für Belastung können auch die Begriffe Umwelt, Stressor oder Reiz stehen und für Beanspruchung Person, Stress oder Reaktion.

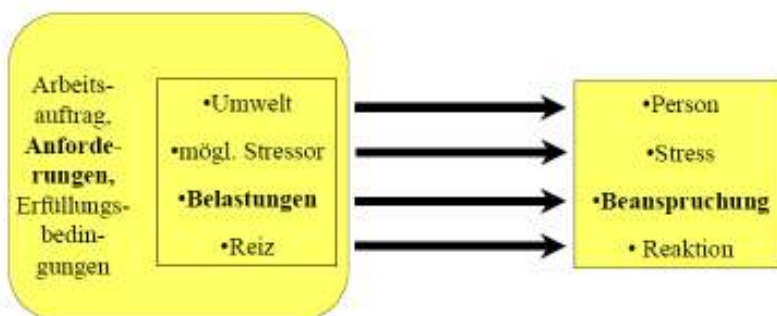


Abbildung 32: Verhältnis von Belastung und Beanspruchung und vergleichbare Konzepte (ZIMMERMANN, 2001, 15)

Die Beanspruchung kann sich auf verschiedene Arten äußern. Auf der Betrachtungsebene lassen sich physische/somatische Reaktionen finden. Hinzu kommen beobachtbare Verhaltensweisen und psychische Empfindungen. Die Auswirkungen können in diesen Kategorien kurz, mittel und langfristig sein (vgl. FRIELING/SONNTAG, 1999).

2.8.1.3 Belastungs-Beanspruchungskonzept und Belastbarkeit

Je nach Größe der Belastung und der Verarbeitung von Einwirkungen kann es zu verschiedenen Beanspruchungsfolgen kommen. In der Abbildung unten wird gezeigt, dass vor allem die individuelle Leistungsfähigkeit und die Größe der Belastung auf die Beanspruchung einen großen Einfluss haben (vgl. auch LUCZAK, 1993).

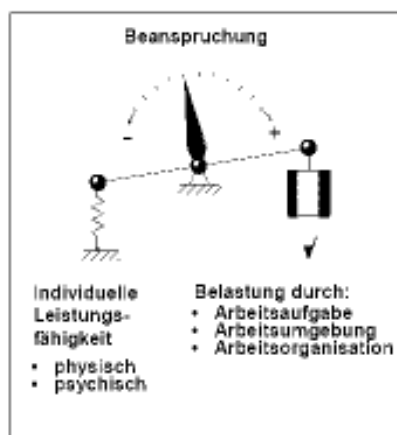


Abbildung 33: Belastungs-Beanspruchungskonzept (aus SCHMAUDER, 2008, 18)

Die Abbildung unten der DIN EN ISO 10075-1:2000-11 zeigt nicht nur den Zusammenhang von Belastung und Beanspruchung, sondern zeigt auf der Seite der Arbeitsumgebung eine Systematik der Einwirkungen. Dabei werden Aufgabe, Arbeitsmittel, physische und soziale Arbeitsumgebung unterschieden. Auf der Seite des Individuums werden sowohl beeinträchtigende als auch fördernde Effekte berücksichtigt. Im Bezug auf die umgangssprachliche Deutung von Belastung und ihrer Verarbeitung zeigt sich hier ein neuer wichtiger Aspekt. Belastungen können für das Individuum förderlich sein. Im Sport wird dieses Prinzip schon lange angewendet. Es geht nicht darum Belastungen zu reduzieren, sondern die optimale Belastung zu finden. Hier zeigt sich

ebenfalls ein Prinzip der Ergonomie, ein System so zu kreieren, dass die Kompatibilität optimal und die Auswirkungen positiv sind.

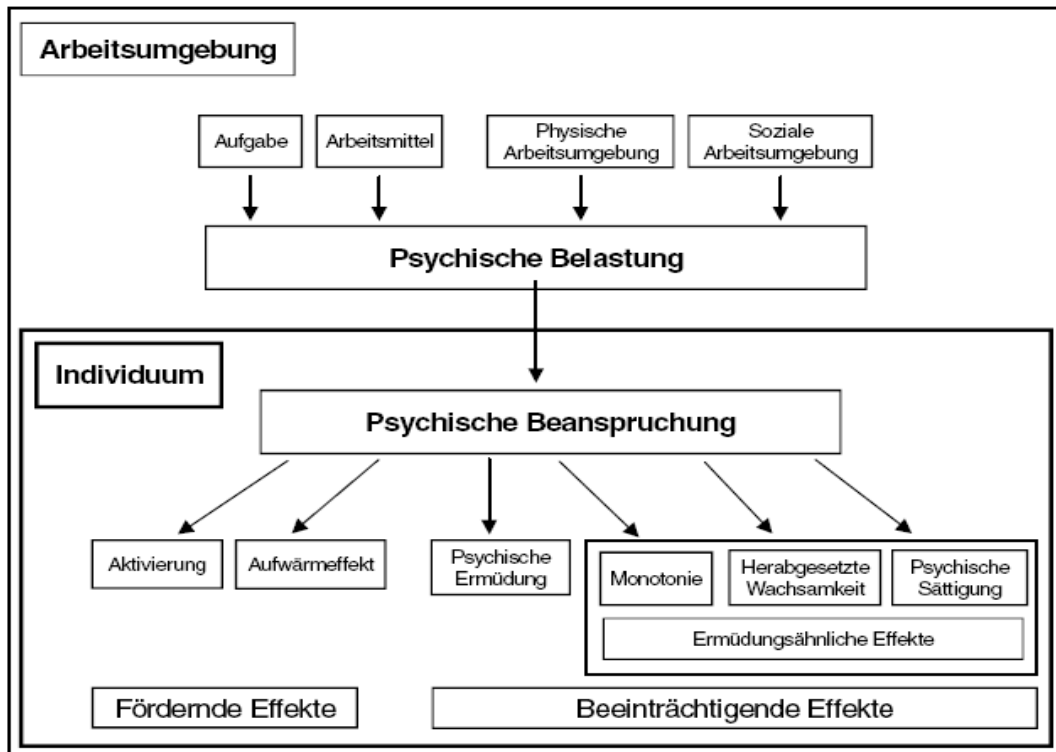


Abbildung 34: Terminologie und konzeptionelle Zusammenhänge nach DIN EN ISO 10075-1:2000-11 (aus NACHREINER/SCHULTETUS, 2002, 520)

Der Mechanismus von Überbelastungen wird je nach Wissenschaftsgebiet unterschiedlich erklärt. Aus anatomisch-physiologischer Sicht wird das oft folgendermaßen beschrieben. Wird die individuelle Belastbarkeit überschritten, dann kommt es zu (Mikro-)Traumatisierungen der körperlichen Strukturen. Dieses kann sowohl zu einer akuten als auch chronischen Entzündung des Gewebes führen. Dabei kommt es zwar auch auf die Höhe der Belastung an, jedoch spielt oft die temporäre und individuelle Belastungsverträglichkeit die entscheidende Rolle. Weitere Faktoren sind Alter, Geschlecht, Trainingszustand und andere. So werden aus der Trainingspraxis oft bestimmte Situationen geschildert, die eine Belastung zur Überbelastung werden lassen. Dieser Vorgang kann in der Regel aber nicht genau bestimmt werden. Daher wird das System oft als „Black-box“-Modell bezeichnet. Als Belastbarkeit wird die Grenze der Belastung gesehen, die ohne Gesundheitsrisiko erfolgen kann. Die Grenze der Belastbarkeit ist

individuell unterschiedlich. Diese hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Der Grenzbereich kann je nach Situation unterschiedlich groß sein. Der Grad von Überlastungsschäden schwankt von leichten bis hin zu schweren Verletzungen.

2.8.2 Belastungs-Beanspruchungskonzept in der Sportergonomie

Bislang sind vor allem die arbeitswissenschaftlichen Belastungs-Beanspruchungskonzepte verbreitet und werden auch von der Sportwissenschaft teilweise unreflektiert übernommen (vgl. RÖTHIG/PROHL, 2003). Neuere Ansätze legen vermehrt einen Fokus auf eine optimale Belastung. So verbreitet sich die Erkenntnis, dass die Belastung nicht grundsätzlich zu reduzieren, sondern dem Anforderungsniveau anzupassen ist (vgl. ZIMMERMANN, 2001).

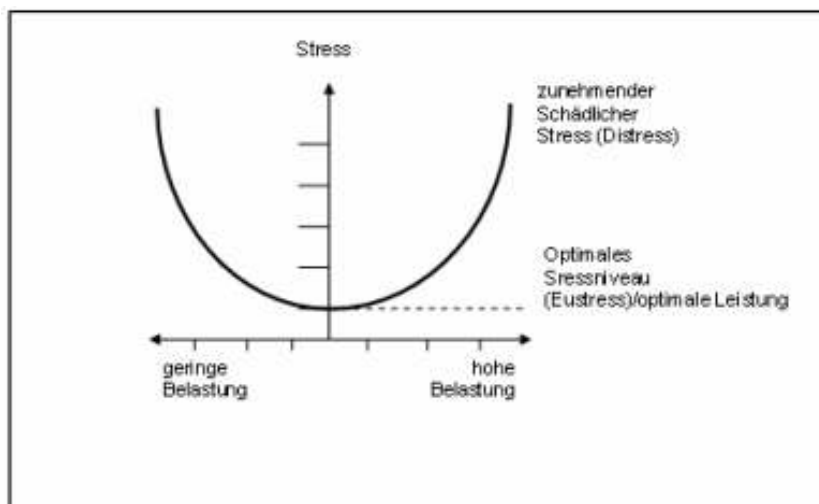


Abbildung 35: Belastung und Stressniveau (NIEDERL, 2007, 54)

Eine optimale Belastung führt damit zu positivem Eustress, wohingegen eine zu geringe oder zu hohe Belastung zu negativem Distress führt. Der Sport hat im Bezug zu Belastung und Beanspruchung eigene Gesetzmäßigkeiten, die mit den Besonderheiten im Sport zu begründen sind. Dieses pädagogische Prinzip, das Individuum mit der optimalen Belastung zu fördern und zu entwickeln, ist ein Grundprinzip im Sport. Die Belastung ist so abzustimmen, dass keine Unter-, aber auch keine Überforderung des Menschen erfolgt. Im unten abgebildeten Modell wird dieser Sachverhalt dargestellt. Sowohl eine zu hohe, als

auch eine zu geringe Belastung sorgt dafür, dass die Beanspruchung nicht adäquat ist, so dass sich eine Unter- oder Überforderung einstellen kann. Die richtige Belastung sorgt hingegen für Wohlbefinden und Komfort, eine zu große Unter- oder Überforderung für Monotonie oder Verletzungen. Dabei können auch Belastungen, die Richtung eines Extrems gehen, zu Wohlbefinden führen. Das gilt für das Beispiel Ausruhen oder entspannende Tätigkeiten. Bei Anstrengungen und Herausforderungen, die ebenfalls besondere Merkmale im Sport darstellen, kann sich je nach Belastungsgröße und Beanspruchung die Auswirkung zwischen Komfort und Diskomfort bewegen. Insbesondere sehr große Anstrengungen führen im Sport oft zu Diskomfort. Am Beispiel des Marathonlaufs stellen die Schwierigkeiten aber die Herausforderung dar. Im Ziel schlägt die Empfindung dann von Diskomfort durch die Strapazen Richtung Freude um.

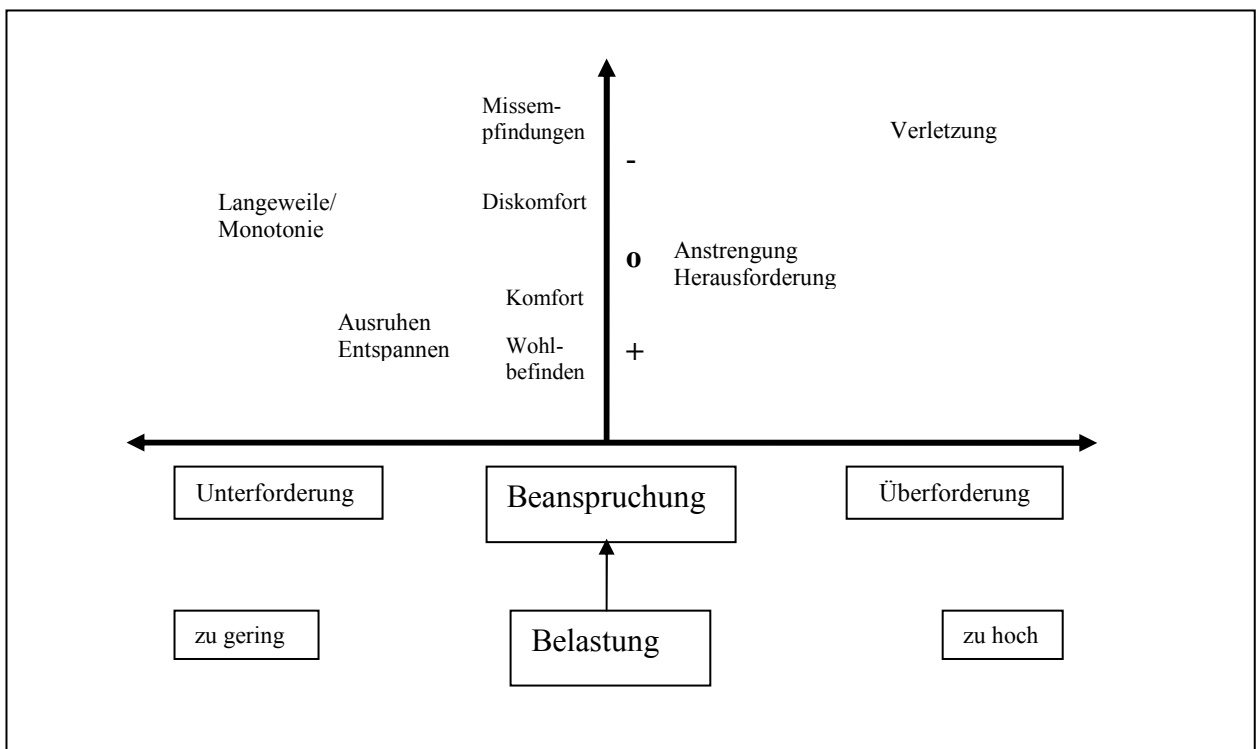


Abbildung 36: Belastungs-/Beanspruchungs-Konzept in der Sportergonomie

Die Belastung sollte in einer Größe sein, dass die Beanspruchung des Menschen in den verschiedenen Bereichen optimal ist. Selbst nach Überlastungssituationen ist es meistens möglich, das Gleichgewicht wieder herzustellen. Im Gegensatz zu technischen Systemen

kann sich der Mensch nicht nur von Belastungen/Beanspruchungen erholen. Durch Anpassungsvorgänge kann die Belastbarkeit zudem auch wachsen. Hier kann der Trainings- bzw. Schulungsprozess eine wichtige Rolle einnehmen. Die Regeneration kann zum Beispiel durch Hilfe unterstützt werden. Andersherum drückt Diskomfort die mangelnde Übereinstimmung von Belastung und Belastbarkeit aus. Eine Fehlbelastung kann sich in einigen Fällen zu einem medizinisch relevanten Überlastungsschaden entwickeln. Hier sind vor allem wiederholte Stressbelastungen bekannt, die in der Arbeitswelt, wie im Sport zu finden sind (z.B. chronisch-degenerative Beschwerden oder Verletzungen).

Die Beurteilung der Arbeit, Tätigkeit oder Einwirkung kann in unterschiedliche Ebenen unterteilt werden (vgl. KIRCHNER 1972 in LUCZAK, 1993). Auf der Basisstufe steht die Ausführbarkeit, gefolgt von der Erträglichkeit, der Zumutbarkeit und der Zufriedenheit. In diesem Ebenenmodell wird deutlich, dass je nach Ebene bestimmte wissenschaftliche Ansätze vorliegen und jeweils andere Wissenschaftsdisziplinen sich dieser Thematik annehmen.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass der Begriff Belastung nicht eindeutig ist und gemeinsam mit dem Begriff der Beanspruchung einen Sachverhalt beschreibt, der mit verschiedenen Konzepten und Modellen erklärt wird. Die Auswirkungen von Belastung sind oftmals nicht einfach festzustellen, da die Beanspruchung und ihre Bewertung oft subjektiv sind. Der Sport hat Besonderheiten, die eine Anwendung eines einfachen Konzepts von Belastung und Beanspruchung schwierig macht. Hierzu gehört, dass besondere Anstrengungen den Spaß oder die Herausforderung darstellen können. Auch die Steigerung der Belastbarkeit durch Training und die besondere Erholungsfähigkeit ist im Sport ein Grundelement. Daher ist oben ein Belastungs-Beanspruchungskonzept für die Sportergonomie vorgeschlagen worden.

3 Sportergonomie und Radfahren

In diesem Kapitel wird der wissenschaftliche Stand von Ergonomie beim Radfahren dargestellt. Der Schwerpunkt in dieser Betrachtung liegt dabei auf dem Komplex Ergonomie in Verbindung mit Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort. Die Zielkriterien Sicherheit und Leistung werden nur knapp in den Gesamtzusammenhang eingeordnet. Zu diesen Aspekten finden sich viele Publikationen und Studien, so dass dieser Bereich weniger in den Fokus dieser Dissertation rücken soll. Die Ergonomie beim Radfahren ist besonders gut an der Schnittstelle Sportler-Fahrrad zu beschreiben, so dass eine umfassende Schnittstellenanalyse vorgenommen wird. In einer Schlussfolgerung wird anschließend der Forschungsbedarf bestimmt. Dabei wird zum einen der allgemeine Forschungsstand bewertet und die offenen Forschungsfelder aufgezeigt. Zum anderen erfolgt am Ende dieses Kapitels die Festlegung der empirischen Untersuchungen dieser Dissertation.

3.1 Ergonomie beim Radfahren

Der Begriff Ergonomie ist beim Fahrrad und Radfahren erst in den letzten Jahren aufgetaucht. Dabei waren die Industrie ebenso wie die Fahrradfachzeitschriften Vorreiter. Aus wissenschaftlicher Sicht ist bisher wenig zu dem Thema publiziert worden. Das gilt vor allem für die Qualität von Studien und Veröffentlichungen. Es sind zwar immer wieder Tests zu dem Themenkomplex in den Fahrradfachmagazinen erschienen, jedoch ist der wissenschaftliche Wert eher gering, da hier die wissenschaftlichen Standards nicht erfüllt werden. Als Orientierung und Ideengeber haben aber diese Artikel durchaus einen Wert. In der Folge werden für die unterschiedlichen ergonomischen Aspekte wissenschaftliche Studien oder zumindest doch interessante Ansätze dargestellt.

3.1.1 Ergonomische Zielkriterien beim Radfahren

Ergonomie findet sich beim Fahrrad und Radfahren ebenso wie in anderen Lebensbereichen. Die Ergonomie beim Radfahren kann dabei in unterschiedliche Bereiche

unterteilt werden. An dieser Stelle erfolgt eine Systematisierung an Hand der Zielkriterien der Ergonomie. Es werden in der Folge diese Bereiche erläutert:

- Sicherheit
- Leistung
- Gesundheit
- Wohlbefinden
- Komfort

In den folgenden Abschnitten werden die Aspekte Sicherheit und Leistung erläutert. Die anderen Aspekte folgen im nächsten Kapitel.

3.1.1.1 Sicherheit beim Radfahren

Der Aspekt Sicherheit hängt sehr eng mit dem Aspekt Gesundheit zusammen. Sicherheit soll als Basis dienen, die Gesundheit zu erhalten und zu schützen. Insofern könnte man Sicherheit als Präventionsaspekt bezeichnen, um die anderen Aspekte gewährleisten zu können. Die Unversehrtheit einer Person ist zum großen Teil die Voraussetzung für Leistung, Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort.

Sicherheit beim Radfahren umfasst verschiedene Aspekte. Es lassen sich folgende Kategorien finden (vgl. KÄHLER, 1994):

- Sicherheit des Fahrrades (Betriebssicherheit und Funktionssicherheit)
- Sicherheit im Handlungsraum (Verkehr, Infrastruktur)
- Sicherheitsausrüstung (im Falle eines Sturzes oder Unfalls)
- Sicherheitspädagogik (Fertigkeiten, Verkehrserziehung)

Im Folgenden werden die Bereiche kurz dargestellt. Für die Sicherheit des Fahrrads im öffentlichen Straßenverkehr existieren einige Forschungsarbeiten. Hier sollen einige kurz dargestellt werden, die von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) gefördert wurden. Von 21 im Archiv registrierten Dokumenten handeln 16 über die Verkehrsinfrastruktur, 3

über die Fahrradtechnik und je 1 über Pädagogik und sonstige Themen (www.bast.de, Stand 6.5.07). Bei den technischen Untersuchungen dominieren sachtechnische Aspekte. Je eine Studie geht über sicherheitsrelevante Ausstattung von Fahrrädern (vgl. VON DER OSTEN-SACKEN/SCHUCHARD, 1985), über Abstandskellen (vgl. ANGENENDT/HAUSEN, 1989) und über den Fahrradhelm (vgl. BOYE, 1990). Die Arbeiten, die im Rahmen der BAST erstellt wurden, tragen vor allem Sorge um die Sicherheit im Verkehrsraum. Die technische Ausrüstung und Ausstattung ist hier nur gering involviert. Die Überprüfung der Material- und Konstruktionssicherheit beim Fahrrad wird vorwiegend von den Herstellern übernommen, die teilweise auch mit unabhängigen Prüfinstituten zusammenarbeiten. Dasselbe gilt auch für die Sicherheitsausrüstung, wobei hier der Helm als Thema dominiert.

Die Fähigkeit der sicheren Handhabung des Fahrrades steht hinter den oben genannten Aspekten zurück. Dieses gilt vor allem für den Freizeitsportler, der in der Regel keine Unterweisung über die sichere Handhabung bekommt. Das ist bei Vereins- und Wettkampfsportlern anders. Hier werden durch Trainer und Clubkameraden Fähigkeiten des sicheren Umgangs mit dem Sportgerät Fahrrad ausgebildet. Als besonders bedeutsam gilt hier der Nachwuchssport. Trainer und Übungsleiter fördern nicht nur motorische Fähigkeiten, sondern sollten ebenso pädagogische Bereiche ansprechen. Dazu gehört vor allem das sichere Verhalten im Straßenverkehr. Dieser Bereich gilt als der gefährlichste und damit zugleich als der wichtigste. Auch der erwachsene Freizeitsportler sollte sich damit auseinandersetzen. Eine praktische Umsetzung könnte z.B. in einer verkehrarmen Routenplanung bestehen.

3.1.1.2 Leistung und Radfahren

Leistung ist im Radsport der dominierende Faktor. Das trifft nicht nur auf den Leistungssport zu, sondern durch die einfach zu bestimmende Vortriebsgeschwindigkeit ist dieser Aspekt für nahezu jeden sportlichen Radfahrer eine wichtige Zielgröße. Mit Leistung ist in der Regel die Vortriebsleistung gemeint, die vor allem von physiologischen und biomechanischen Faktoren abhängt. Hinzu kommen biologische Faktoren, wie Talent, aber vor allem die Entwicklung der konditionellen Eigenschaften stellen einen Schlüssel für eine

hohe Leistungsfähigkeit dar. Die Technik des Fahrrads spielt ebenfalls eine große Rolle bei der Effizienz. Viele Rekorde und die Erhöhung der Geschwindigkeiten sind unter anderem auf die verbesserte Technik des Sportgeräts Fahrrad zurückzuführen.

Am Beispiel des Stundenweltrekords lässt sich dieser Sachverhalt leicht verdeutlichen. ZORN (1984) geht davon aus, dass der Weltrekord von Moser 1984 vorwiegend auf die verbesserte Technologie zurückzuführen ist. Moser setzte damals ein völlig neues Fahrrad ein, das sich deutlich von den vorherigen unterschied. Die Verbesserungen der modernen Fahrräder betreffen vor allen Dingen Aerodynamik, Gewichtsreduktion und Kraftübertragung. Dazu wird heute mit modernsten Materialien und Produktionsverfahren gearbeitet. Die Verbesserungen betreffen in großem Maße das Fahrrad, aber auch Technologien, wie Windkanaltests und sportmedizinische Betreuung, die es zu Zeiten der vorherigen Bestmarke von Merckx 1972 so nicht gab.

Tabelle 8: Stundenweltrekorde seit 1972

Datum	Strecke in km in einer Stunde (=Stundenkilometer)	Fahrer	Radtyp
25.10.72	49,431	Eddy Merckx	klassisch
19.01.84	50,808	Francesco Moser	Zeitfahrmaschine
23.01.84	51,151	Francesco Moser	Zeitfahrmaschine
17.07.93	51,596	Graeme Obree	Zeitfahrmaschine
23.07.93	52,270	Chris Boardman	Zeitfahrmaschine
27.04.94	52,713	Graeme Obree	Zeitfahrmaschine
2.10.94	53,040	Miguel Indurain	Zeitfahrmaschine
22.10.94	53,832	Tony Rominger	Zeitfahrmaschine
5.11.94	55,291	Tony Rominger	Zeitfahrmaschine
6.09.96	56,375	Chris Boardman	Zeitfahrmaschine
27.10.00	49,441*	Chris Boardman	klassisch
20.07.05	49,700*	Ondrej Sosenka	klassisch

*(nach neuem UCI-Reglement, UCI=Internationaler Radsportverband)

In den Folgejahren verbesserte sich die Technologie beim Fahrrad weiter. Das führte zu dem kontrovers diskutierten Umstand, dass die Weltrekorde der Neunziger Jahre vom Weltradsportverband UCI annulliert wurden. Der heute gültige Weltrekord wurde wieder auf einem klassischen Rennrad erzielt, und datiert aus dem Jahr 2005 vom Tschechen Sosenka. Betrachtet man die Geschwindigkeiten mit dem klassischen Rennrad und der High-Tech Zeitfahrmaschine, so lässt sich ein erheblicher Unterschied durch die verbesserte Fahrradtechnologie erkennen. Dieselbe Person (Boardman) war mit dem Zeitfahrrad 6,934 km/h schneller als beim gleichen Versuch mit der normalen Bahnmaschine. Es zeigt sich auch, dass die Geschwindigkeiten mit einem klassischen Rennrad innerhalb des großen Zeitraums von 30 Jahren (von Merckx bis Sosenka) dicht beieinander liegen, die Differenz beträgt nur 0,269 km/h oder 0,5 %.

Die Leistung als Parameter nimmt eine absolut dominierende Rolle auch in der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem Radsport ein (vgl. BURKE, 1986; BURKE, 2003). Dabei sind vor allem physiologische Aspekte umfassend untersucht. Auch zur Biomechanik der Kraftübertragung finden sich umfassende Quellen (vgl. BURKE, 2003; GRESSMANN, 1995). Daher wird in dieser Arbeit kein Schwerpunkt auf den Aspekt der Leistung gelegt, sondern auf den weniger beachteten Bereich von Gesundheit und Wohlbefinden.

3.2 Ergonomie beim Radfahren unter Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort

Der allgemeine Zusammenhang von Ergonomie mit den Begriffen Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort wurde in Kapitel 2 ausführlich dargestellt. Es wurde gezeigt, dass diese Themen eng miteinander zusammenhängen und die Begriffe sich teilweise überlappen. Daher werden die Begriffe Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort oft gemeinsam genannt.

Der Gesundheitsaspekt beim Radfahren wurde wissenschaftlich bisher vor allem aus der medizinischen Sicht betrachtet. Diese Diskussion wurde schon vor über 100 Jahren geführt (vgl. WIEGAND, 1997). Hierbei werden zum einen Gesundheitsrisiken in Zusammenhang mit Unfällen und deren gesundheitlichen Folgen gesehen (vgl. GAULRAPP, 2001; MORELLI/STONE, 2001). Zum anderen werden aus der medizinischen Sichtweise Fehl- und Überlastungsschäden betrachtet (vgl. COHEN, 1999; DANNENBERG et al., 1996; LEFEVER-BUTTON, 2001; MORELLI/STONE, 2001). Eine nur geringe Beachtung findet eine Sichtweise von Gesundheit im engen Zusammenhang mit Wohlbefinden, so wie es Mitte des 20. Jahrhunderts in der Ottawa Charta der WHO definiert wurde.

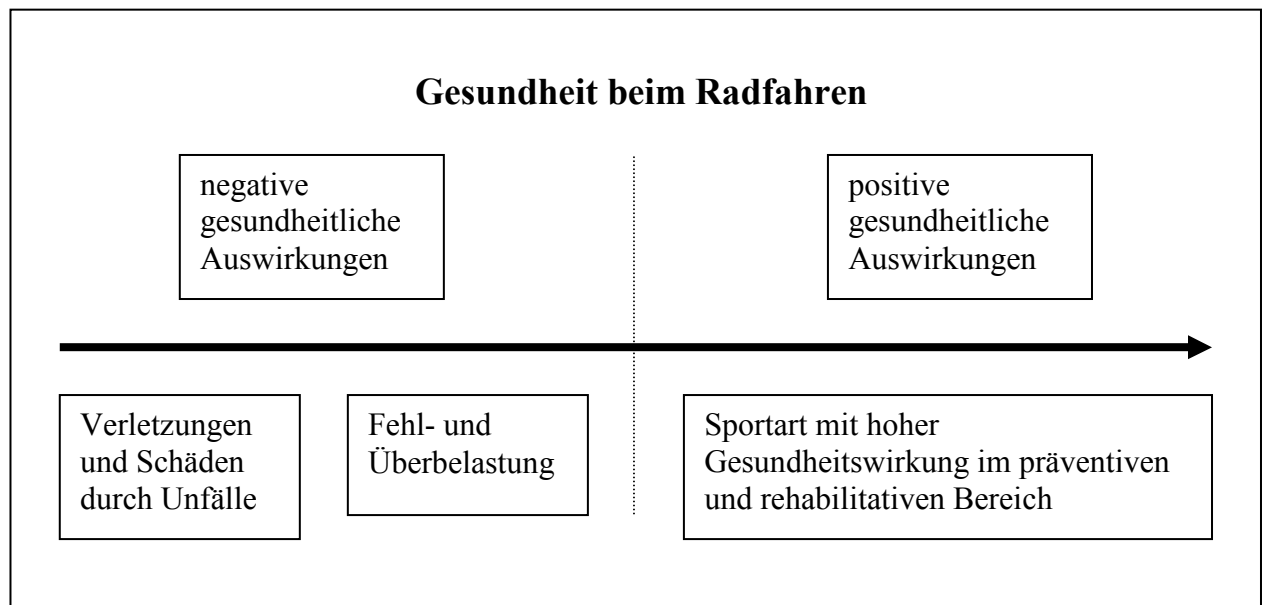


Abbildung 37: Gesundheitsperspektiven Radfahren

Eine weitere Perspektive findet sich im Präventionsgedanken durch Sport und hier vor allem durch Sportarten mit einem hohen Gesundheitseffekt. Ein hoher Gesundheitswert wird Radfahren aus folgenden Gründen zugeschrieben.

- Radfahren als Ausdauersportart fördert den gesamten Organismus in besonders gesundheitsrelevanter Weise (z.B. Stoffwechselsystem, kardiovaskuläres System, Atmungssystem etc.)
- Als Sportart lebenslang durchführbar, attraktiv für jedes Lebensalter
- Geringes Risiko von Fehlbelastungen und Überlastungsschäden (gilt für Freizeit- und Breitensport, weniger für den Leistungssport)
- Bewegung in der Natur sorgt für kontemplativen Ausgleich
- Großer Fortbewegungsradius ermöglicht Entdeckung von Landschaften und Kulturen
- Wird mehr oder weniger öffentlich ausgeübt und ermöglicht damit starke Teilhabe an sozialen Aspekten

Die oben genannten Argumente beziehen sich auf die verschiedenen Ebenen von Gesundheit. Damit wird verdeutlicht, dass Radfahren als Sportart eine ganzheitliche gesundheitliche Wirkung erzielen kann, die physische, psychische und soziale Aspekte beinhaltet. Das ist eine Begründung auch dafür, dass Radfahren von vielen Medizinern empfohlen und dieses bei vielen Erkrankungen im Zuge der Rehabilitation oder Rekonvaleszenz (z.B. in Kliniken) eingesetzt wird. In dieser Dissertation soll hierauf aber nicht weiter eingegangen werden, da dieser Bereich schon umfassend wissenschaftlich behandelt wurde. Vielmehr soll der Zusammenhang von Ergonomie mit dem Komplex Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren tiefer erörtert werden.

3.2.1 Technische Entwicklung beim Fahrrad und Ergonomie beim Radfahren

Die folgenden Ausführungen stellen die Entwicklung des Fahrrades unter den Aspekten Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort ausführlich dar. Das Fahrrad ist aus ergonomischer Sicht vor allem deshalb auch sehr interessant, da viele ergonomische Aspekte angesprochen werden. Das betrifft die folgenden Themen:

- Sitzen
- Greifen
- dynamische Bewegung (untere Extremitäten)
- statische Haltearbeit (Oberkörper, Arme)
- Vibrationen
- und weitere

Technische Innovationen beim Fahrrad betreffen viele Aspekte. Am Anfang des Fahrradbaus haben sich vor allem grundsätzlich funktionelle Verbesserungen durchgesetzt. Diese wurden später ergänzt und verfeinert. Aus der Menge der Innovationen sollen in dieser Arbeit diejenigen mit einer Verbindung zu Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort im Mittelpunkt der Betrachtung stehen. Technische Neuerungen können zwar auch zu einer Leistungssteigerung führen, und diese auch Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beeinflussen, jedoch soll in dieser Arbeit eine Beschränkung auf einen engeren Bereich erfolgen. Im Folgenden wird die Entwicklung von Innovationen beim Fahrrad in den Zusammenhang von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort gestellt.

3.2.2 Historische Entwicklung des Fahrrades unter dem Aspekt Ergonomie

Viele Erfindungen am Fahrrad haben seit Beginn den Komfort verbessert und damit Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden erzielt. Als grundsätzliche Idee konnte mit Hilfe dieses technischen Geräts die menschliche Fortbewegung stark verbessert werden. Am Anfang stand vor allem die technische Begeisterung im Vordergrund (vgl.

RABENSTEIN, 1996). Noch heute kann das Fahrrad als technisches Sportgerät viele Menschen faszinieren. In Vergleichen mit Kutschen und Pferden konnte die für damalige Zeit erstaunliche Effizienz eines technischen Fortbewegungsmittels eindrucksvoll demonstriert werden (vgl. LESSING, 2003; RABENSTEIN, 1996). Vor Erfindung des Automobils galt das Fahrrad als schnellstes individuelles Fortbewegungsmittel auf dem Land. Jedoch war das Fahrrad im 19. Jahrhundert für viele Menschen unerschwinglich, so dass nur eine kleine elitäre Gruppe das Fahrrad nutzen konnte. Als Anhaltspunkt für die Verbreitung des Rades können die Produktionszahlen in Deutschland herangezogen werden (aus RABENSTEIN, 1996, 49):

1882: ca. 2500 Stück

1888: ca. 20000 Stück

1894: ca. 120000 Stück

1897: ca. 350000 Stück

An einer anderen Stelle werden Schätzungen angegeben, dass sich die Zahl von ca. 50000 Radfahrern (1890) in Deutschland auf ca. 500000 Radfahrern im Jahr 1897 verzehnfacht hat (RABENSTEIN, 1996, 53).

Die Erhöhung der Effizienz wurde vor allem mit folgenden technischen Verbesserungen erreicht (vgl. RABENSTEIN, 1996; ZORN, 1984):

1817 Draisine, das Urfahrrad (von Drais)

1867 Erstmalige Präsentation des Trekkurbelantriebs auf der Pariser Weltausstellung auf Hochrädern (Micheaux)

1884 Entwicklung des Niederrads mittels Kettenantrieb und großer Übersetzungsbreite (Starley)

1888 Erfindung des Luftreifens für das Fahrrad (Dunlop)

Diese ersten Innovationen waren nicht nur Meilensteine in der Entwicklung des Fahrrades, sondern erhöhten in erheblichem Maße die Effizienz der Fortbewegung. Zum Ende des 19. Jahrhunderts waren die größten Entwicklungen bei der Geschwindigkeitserhöhung zu verzeichnen. So stieg die Geschwindigkeit beim „End to End“-Rennen in England von ca.

4,5 km/h im Jahr 1880 auf ca. 18 km/h innerhalb 14 Jahre. 1982 betrug die bis dato höchste Geschwindigkeit ca. 30,6 km/h, so dass die Steigerung zunehmend sank (RABENSTEIN, 1996, 34f). Auch bei einem Vergleich mit Berücksichtigung mehrerer Straßenrennen ist ein erheblicher Sprung am Ende des 19. Jahrhunderts festzustellen. Die Gründe liegen in den oben genannten Erfindungen (vgl. RABENSTEIN, 1996, 36f).

Zu den Steigerungen der Effizienz bzw. Geschwindigkeit konnte auch eine Steigerung der Handhabung und des Komforts in verschiedenen Sinnrichtungen mit den oben genannten Entwicklungen erreicht werden. Vor allem die Entwicklung vom Hochrad zum Niederrad hatte vielfältige Auswirkungen auf den Komfort. Das Auf- und Absteigen wurde erheblich vereinfacht. Das führte möglicherweise dazu, dass weitere Personengruppen das Fahrrad vermehrt nutzten bzw. nutzen konnten (vgl. PINCH/BIJKER, 1987; RABENSTEIN, 1996). Einen weiteren großen Einfluss auf den Komfort hatte die Erfindung des Luftreifens. Damit wurden zum einen die Unebenheiten der Straße ausgeglichen und die Vibrationsbelastung damit erheblich reduziert. Zum anderen wurde eine bessere Haftung mit dem Untergrund erreicht, die ebenfalls zu mehr Sicherheit führte. Damit wurde das Fahrradfahren für eine breitere Masse möglich. Bis dahin war Radfahren ein Sport nur für gutsituierte und wagemutige junge Männer (vgl. PINCH/BIJKER, 1987).

Weitere entscheidende Innovationen stellten die Gangschaltung und die Federung des Rades dar. Viele Neuerungen der Neuzeit hatten keine derart revolutionäre Innovationshöhe mehr. Es wurden vielmehr im Detail deutliche (Komfort-) Verbesserungen erzielt. Als weiterer Meilenstein der späteren Zeit kann jedoch das Mountainbike angesehen werden. Hier ist nicht nur ein neuer Radtyp mit neuen Eigenschaften entstanden, sondern auch eine neue und eigene Nutzung des Fahrrades zu finden. Dieser Radtyp hat auch einen wesentlichen Anteil zur Steigerung des Komforts beim Radfahren beigetragen.

3.2.3 Aktuelle Trends

Die Innovationshöhe ist heute nicht mehr ganz so revolutionär, sondern erfolgt eher in evolutionären Schritten. Oftmals sind die Innovationen nur noch gering, die dennoch zu einer stark verbesserten Nutzung führen. Am Beispiel der Nabenschaltung, die Anfang des

20. Jahrhunderts erfunden wurde, kann gezeigt werden, dass aktuelle Innovationen diese für den Nutzer wieder interessant machen. Erst in jüngerer Zeit sind Nabenschaltungen erneut populärer geworden. Ein Grund hierfür ist zum einen die Nachfrage nach einer unkomplizierten Technik von freizeitsportlichen Nutzern. Zum anderen haben die Hersteller solcher Produkte die Technik verbessert. Das betrifft das Gewicht, den Wirkungsgrad und vor allem die Erweiterung der Gangstufen bis hin zu 14 Gängen. Damit ist dieser Typ Schaltung heute auch für sportliche Einsätze geeignet, was bislang nicht gegeben war. Verschiedene Firmen haben versucht elektronische oder pneumatische Schaltungen zu etablieren, die aber vorläufig wieder vom Markt verschwunden sind. Innovationen wie die Automatikschaltung sind heute verfügbar, allerdings manuellen Schaltungen noch deutlich unterlegen. Im Bereich der Schaltungen sind vor allem durch neue Bedienkonzepte starke Innovationen entstanden. Hier sind die Bremsschalthebel im Rennradbereich zu nennen, Drehgriffe bei Alltagsrädern und besondere Schalthebel für das Mountainbike.

Ein großer Fortschritt in den letzten Jahren findet sich in der Fahrradgeschichte durch die Verbesserung der Bremsanlage. Hier hat vor allem die Erfindung des Mountainbikes für eine starke Entwicklung gesorgt. Keramikfelgen, Hydraulikleitungen und -Systeme, Scheibenbremsen und geschlossene Bremssysteme sind vor allem für Mountainbikes entwickelt worden und heute ebenfalls in anderen Fahrradgattungen vertreten. Die Bremsleistung und die Bedienbarkeit ist gerade in den letzten Jahren sprunghaft verbessert worden.

Federungssysteme an Rahmen und Gabel sind ebenfalls durch das Mountainbike zu einer allgemein weit verbreiteten Technologie geworden. Die Idee von Federungen ist zwar schon ähnlich alt wie das Fahrrad selbst. Allerdings konnte sich diese Idee erst mit der Entwicklung des Mountainbikes auf breiter Ebene durchsetzen. Ein Grund liegt darin, dass Vibrationsbelastungen mit der steigenden Qualität und Menge der befestigten Straßen in der Geschichte des Fahrrades deutlich geringer geworden sind. Zudem lag erst Ende des 20. Jahrhunderts die Technologie und Nachfrage vor, leichte und effektive Federungen zu bauen. Dieser Technologieschub und die Nachfrage sind auf den Boom des Mountainbikes zurückzuführen. Mit dem Mountainbike hat sich ein neuer Trend entwickelt, abseits des Straßenverkehrs in der Natur auf unbefestigten Wegen zu fahren. Dieses ist nicht mehr nur

mit dem Mountainbike sehr populär. Daher ist Vibrationsdämpfung heute bei vielen Radtypen zu finden.

Ein großer Entwicklungsschub ging in den letzten Jahren vor allem in der Verwendung von neuen Werkstoffen und ihrer Optimierung aus. Dazu gehörten zu Beginn die Verwendung von Spezialstählen, dann Aluminium, Titan und heute faserverstärkte Kunststoffe oder reines Karbon. Damit haben sich teilweise auch Fertigungsmethoden und Abläufe geändert, die mit den neuen Materialien diese nicht nur zu marktfähigen Preisen anbieten können, sondern auch neue Ästhetiken schaffen. Auch hier ist das Mountainbike als Innovationsquelle zu sehen. Hatte sich fast ein Jahrhundert der Diamantrahmen als Standard erwiesen, so sind in den letzten Jahrzehnten viele neue Rahmenformen zu finden. Selbst Anbauteile wie die Felgen, Lenker oder Tretkurbel bestehen heute aus Faserverbundstoffen und sparen dadurch oftmals erheblich Gewicht, was wiederum die Effizienz erhöht. Zusätzlich steigern neue Werkstoffe und Formen den Komfort.

Erst in den letzten Jahren ist die Ergonomie der Schnittstellen vermehrt in den Fokus gerückt. Hier ist vor allem die Entwicklung von ergonomischen Sätteln, Griffen und Pedalsystemen zu nennen. Neben technischen Innovationen ist hier vor allem die Kommunikation von ergonomischem Wissen von entscheidender Bedeutung. Im Informationszeitalter des Internets sind zwei Richtungen der Ergonomie beim Fahrrad zu erkennen. Auf der einen Seite soll Bedienung und Passform so optimiert sein, dass dieses mit wenig Wissen und Können richtig genutzt werden kann. Auf der anderen Seite gilt es den Nutzer entsprechend auszubilden. Daher spielen Medien (Special Interest Magazine) eine große Rolle und ebenfalls das Internet. Weiter geben Radsportvereine, Fahrradfahrerschulen und Reiseveranstalter Informationen an den Nutzer weiter. Eine besondere Bedeutung haben aber vor allem die technischen Produkte selber, die in ihrer direkten Interaktion und Designsemantik Funktionen und Intentionen vermitteln.

3.3 Schnittstellenanalyse Sportler-Fahrrad

3.3.1 Fahrradtypologie und Zielgruppe Komfort

Gesundheit und Wohlbefinden sind für die meisten Menschen sehr wichtig. Es kommt jedoch auf die Vereinbarkeit mit anderen Zielen und Aspekten an, inwieweit Komfort und gesundheitliche Maßnahmen Anwendung und Akzeptanz finden. Gerade im Hochleistungssport wird gelegentlich das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung oder zumindest starken Diskomforts zur Erreichung sportlicher Ziele in Kauf genommen. Je nach Fahrertyp und Nutzungsprofil sind die Ansprüche an Komfort und Leistungsfähigkeit unterschiedlich ausgeprägt. Oftmals sind Produkteigenschaften gegensätzlich, so dass ein Kompromiss in den Eigenschaften des Sportgeräts gefunden werden muss. Am Beispiel von Federsystemen kann gezeigt werden, dass diese zwar den Komfort erhöhen, aber in der Regel ein Mehrgewicht bedeuten, so dass die Leistung erst einmal negativ beeinflusst wird. Erst durch die größere Traktion und das bessere Fahrverhalten wird aus dem Nachteil der Federung ein Vorteil.

Die Fahrradnutzer sind eine sehr heterogene Gruppe. Radfahren kann generell als Sport, Freizeitbeschäftigung, Mobilitätsmittel, Arbeitsgerät oder politisches Symbol verwendet werden, oftmals auch in einer Schnittmenge dieser Aspekte (vgl. WEINBERG, 1994). Daher ist es schwierig, die Radfahrer zu kategorisieren. Aus diesem Grund wird eine kurze Systematik von Radfahrern dargestellt.

Die Gruppe der Radfahrer kann durch unterschiedliche Merkmale unterschieden werden. Das sind folgende Aspekte:

- Art des Rades
- Ziele des Fahrers
- Setting des Radfahrens
- Kontext der Benutzung

Bei der Art des Rades können sportliche Fahrräder von Rädern für die Alltagsmobilität unterschieden werden. Eine Klassifikation von Rädern könnte folgendermaßen aussehen:

Tabelle 9: Kategorisierung von Fahrradtypen und Nutzertypen

Fahrradtyp	Nutzertyp	Ort	Nutzungsart	KM	Dauer	Sonstiges
Citybike, Stadtrad	Alltagsradler	Urbanes Umfeld	Alltagsmobilität, Kurzstrecken	Bis 10 km	Kurzstrecken bis 30 Minuten	Gelegentliche Nutzung für Ausflüge mit dem Rad
Tourenrad, Trekkingbike, Reiserad	Alltagsradler, Freizeitradler	Urbanes Umfeld, leichte Wegstrecken	Alltagsmobilität, Radtouren, Radreisen	Bis 100 km	Kurzstrecken, Kurtouren, Tagestouren, Radreisen	Allroundrad
Fitnessbike, Crossbike	Freizeitsport, Alltag	Urbanes Umfeld, leichte Wegstrecken	Fitnessstraining, Radtouren, Alltagsmobilität	Bis 50 km	Kurtouren, Kurzstrecken	Freizeitsportlich orientiertes Rad
Mountainbike	Sport	Gelände, Outdoor, Berge, Wald	Mountainbikesport	Bis 100 km	Kurtouren, Tagestour, Mehrtagestour	Sportliches Radfahren in unbefestigtem Gelände
Rennrad	Sport	Straße	Rennradsport, Fitnessstraining	Bis 200 km	Training, Touren mittlerer bis großer Länge	Sehr sportliches Fahren, Leistungssport
Liegerad	Alternatives Fortbewegungsmittel zum Auto	Urban und Transfer	Alltagsmobilität	Bis 20 km	Bis 1 Std.	Sonderform eines Fahrrads

Die oben dargestellte Systematik ist idealtypisch und umfasst weder überschneidende Nutzungen vollständig, noch seltene Sonderfälle oder Diversifikation innerhalb eines Radtyps. Es ist jedoch generell festzustellen, dass viele Räder auch unabhängig vom Typ vor allem Zielorientiert genutzt werden. Für ein Fitnessstraining eignet sich sowohl das Fitnessbike, das Mountainbike, das Rennrad oder das Tourenrad. Ebenfalls kann man mit einem Mountainbike und Rennrad eine Kurzstrecke im urbanen Umfeld fahren. Oftmals überschneiden sich Nutzungen je nach Bedarf. Kaum weniger Überschneidungen gibt es bei der Unterscheidung, wo ein Radtyp benutzt wird. So kann man zwar in der Regel keine Rennräder auf unbefestigten Straßen finden, jedoch eignen sich die meisten Räder für einen Gebrauch auf Asphalt und unbefestigten Wegen. Ein Fahren im extremen Gelände ist jedoch nur mit dem Mountainbike möglich.

Der Kontext des Radfahrens ist auch abhängig von verschiedenen Faktoren. So unterscheiden sich Profisportler von Freizeitsportlern oft zwar kaum mehr vom verwendeten Fahrrad und der Ausrüstung, jedoch sind die Ziele und der Kontext sehr verschieden.

Tabelle 10: Nutzertyp und Profil der ergonomischen Zielkriterien

<i>Nutzertyp</i> <i>Zielkriterium</i>	Hochleistungssportler Leistungssportler	Breiten-/ Freizeitsportler	Gesundheits-/ Gelegenheitssportler
<i>Leistung</i>	++	+	O
<i>Sicherheit</i>	+	+	+
<i>Gesundheit</i>	+	+	++
<i>Wohlbefinden</i>	+	++	+
<i>Komfort</i>	O	+	+

(++=sehr wichtig, +=wichtig, O=erforderlich)

Da die Voraussetzungen, Bedingungen und Ziele sehr unterschiedlich sind, ist anzunehmen, dass auch Komfort und Wohlbefinden eine unterschiedlich starke Rolle für die unterschiedlichen Radfahrer spielen. Dieses sollte dann auch in der Produktgestaltung mit berücksichtigt werden, um den richtigen Eigenschaftsmix für die jeweilige Zielgruppe zu finden.

Eine weitere Beschreibung von Radfahrern ist durch Parameter wie Alter, Geschlecht, Wohnort, Bildungsstand und vieles andere möglich. Interessant ist, dass Radfahren bei allen Altersstufen beliebt und verbreitet ist. Daher kann man Radfahren nicht nur als Long-Life-Sport, sondern auch als Familiensport betrachten (vgl. KONOPKA, 2006). Durch die zunehmende demografische Verschiebung hin zu älteren Nutzern, nehmen Komfort und Gesundheit einen wachsenden Stellenwert ein. Die Zielgruppe der aktiven Menschen in der „zweiten Lebenshälfte“ ist in der Regel nicht nur sehr gesundheitsbewusst, sondern auch bereit, dafür finanzielle Mittel einzusetzen.

3.3.2 Betrachtung der Schnittstelle Mensch-Sportgerät

Für die Ergonomie spielt die Schnittstelle von Mensch und Fahrrad eine besonders bedeutende Rolle. Auch wenn sich Umgebungseinflüsse ändern, so bleibt das Fahrrad selber die entscheidende Konstante in der Sportausübung. Im Vergleich zum Fußballspiel bleibt hier durch das Spielfeld die Umweltkonstante stabiler als beim Radfahren. Für eine Komfortbetrachtung wird im Folgenden die Schnittstelle Mensch-Sportgerät näher beschrieben. Um das Thema fassbar zu halten, werden nur ergonomische Aspekte behandelt, die direkt über das Sportgerät Fahrrad gehen. Sonderfälle wie Sicherheit (z.B. Stürze) und Umgebung (z.B. Witterungseinflüsse) bleiben außen vor.

3.3.2.1 Haltung auf dem Fahrrad

Die Haltung auf dem Rad wird durch die Struktur des Fahrrades im weitesten Sinn vorgegeben. Durch die hauptsächliche Verbreitung des Diamantrahmens im Niederrad ist die Position der ursprünglichen Position auf der Draisine immer noch sehr ähnlich. Man kann diese Standardposition mit der Reiterposition auf einem Pferd vergleichen. Die Liegeradpositionen, ähnlich der Sitzposition wie in einem Auto, oder die extreme Kippung des Oberkörpers nach vorne wie im Rennradsport und Triathlon treffen selten auf Radfahrer zu, die zum Freizeit-/Breitensport zu zählen sind.

Die Standardhaltung betrifft ausgehend vom Sattel sowohl die unteren Extremitäten, als auch insbesondere den Rumpf, den Kopf und die oberen Extremitäten. Die Rumpfhaltung im sportlichen Bereich liegen zwischen 20-60 Grad Vorbeuge. Ob durch die Haltung Beschwerden auftreten, kann nur unvollständig beantwortet werden. Bei einer umfangreichen Studie mit mehr als 800 Teilnehmern finden sich bei FROBÖSE et al. (2001) viele Mountainbikefahrer, die Beschwerden an Rücken, Nacken, Armen und Handgelenken haben. Bei USABIAGA et al. (1997) finden sich Informationen über eine unphysiologische Haltung und Stress in der Wirbelsäule. Die Belastung ist umso stärker, je mehr man sich einer extrem vorgeneigten sportlichen Position nähert. Dabei hebt sich bei starker Vorneigung die Lendenlordose vollständig auf und es bildet sich ein starker Rundrücken. Die Brustkyphose wird beibehalten oder weiter verstärkt zu einem

Rundrücken auch in diesem Bereich. Eine große Veränderung ist bei einer Rennradhaltung auch im Bereich der Halswirbelsäule zu finden. Dort kommt es teilweise zu einer starken Überstreckung, die zu erheblichen Beschwerden führen kann. Vor allem die Haltemuskulatur des Kopfes wird stark belastet. Verspannungen können nicht nur zu Muskelschmerzen, sondern auch zu neurologischen Ausfällen oder Kopfschmerzen führen. Bei einem Liegerad tritt diese Problematik nicht auf, da der Kopf in der Null-Stellung behalten wird oder sogar eine leichte Flexion in der Halswirbelsäule erfolgt. Weitere Ursachen für Beschwerden können Verspannungen der Muskulatur auf Grund der statischen und einförmigen Haltearbeit sein. Dieses kann auch zu erheblichen Beschwerden führen (vgl. MELLION, 1994).

Weiter ist zu erwähnen, dass die Gesamtpositionierung auch Ursache für Sitzbeschwerden sein kann. Beschwerden treten vor allem im Sitzbereich auf, da dort viel Gewicht lastet. Da die Fläche des Sattels relativ klein ist, kommt es zu einer oft unangenehm hohen Druckbelastung, die bis hin zu Druckschmerzen führen kann. Zudem wird diese Problematik dadurch verstärkt, dass bei einer Vorbeuge oft der empfindliche Genitalbereich betroffen ist.

Ebenfalls stark belastet werden bei großer Vorneigung die oberen Extremitäten. Hier sind Handgelenke, Ellbogen und Schulter zu nennen. Aber nicht nur Gelenkschmerzen können in diesem Bereich auftreten, sondern es sind hier ebenfalls neurologische Ausfälle zu beobachten. Die Haltekräfte sind zwar für die oberen Extremitäten nicht extrem hoch, jedoch sinkt die Belastbarkeit mit zunehmender Fahrdauer. Durch die recht statische Haltung wird dieses noch verstärkt.

Als letzter Bereich werden die unteren Extremitäten angesprochen. Hier hat die Haltung Einfluss auf die Beinstreckung und Beinführung als auch die auf Beckeneinstellung. Beschwerden in der Hüfte können durch die starke Beugehaltung entstehen. Dieses kann durch die ständige Flexionshaltung zu einer Verkürzung der Hüftbeuger führen. Bekannt sind vor allem von Rennradfahrern Durchblutungsstörungen der Gefäße in der Hüfte durch die starke Abknickung der Gefäße.

Die oben angeführten Beispiele zeigen deutlich, dass die Struktur des Fahrrades einen deutlichen Einfluss auf die Belastungssituation und deren Auswirkungen auf Gesundheit und Komfort hat. Ein übergreifender Faktor der Belastung durch die Haltung, der die oben genannten Aspekte noch verstärkt, ist in den Vibrationsbelastungen zu sehen (vgl. PIVIT, 1988; TOFAUTE, 1998; TREIER et al., 2000).

3.3.2.2 Belastung der Kontaktpunkte

Für Ergonomie und Komfort sind die Kontaktpunkte besonders entscheidend. Die Kontaktpunkte am Fahrrad sind der Lenker mit Griffen, der Sattel und die Pedale mit den Tretkurbeln. An diesen Stellen hat der Sportler einen nahezu direkten Kontakt mit dem Sportgerät. Die Kontaktpunkte geben zudem die gesamte Positionierung auf dem Rad vor, so dass sowohl die Kraftübertragung als auch der Sitz- und Fahrkomfort davon abhängen. Eine Isolierung von Fahrer und Rad können Handschuhe, eine gepolsterte Hose und die Schuhe darstellen. Insofern sind diese Ausrüstungsgegenstände besonders zu beachten. Im Bereich des Kontaktpunkts Fuß ist die Schnittstelle nahezu immer um den Schuh erweitert. Daher hat diese Schnittstelle eine starke Bedeutung, insbesondere für die Effizienz der Kraftübertragung. Spezielle Handschuhe und eine gepolsterte Radhose haben eine Steigerung von Komfort und Wohlbefinden zum Ziel. An allen Schnittstellen können Beschwerden auftreten, so dass Komfortmaßnahmen das Wohlbefinden wesentlich steigern können.

3.3.2.2.1 Sitz und Sattel

Die häufigsten Beschwerden und den größten mangelnden Komfort stellen viele Autoren beim Sattel fest (vgl. FROBÖSE et al., 2001; WILBER et al., 1995). Hier ist die grundlegende Problematik, dass die Sitzposition eine Grundform des Sattels vorgibt. Diese Grundform des Sattels schränkt den Sitzkomfort schon generell ein. Dieser Kompromiss ist vor allem darin begründet, dass die Form des Sattels ebenfalls ein effizientes Pedalieren möglich machen soll. Im Vergleich macht aus Komfortgründen ein Sitz bei einem Liegerad

mehr Sinn, jedoch hat dieser Radtyp nur eine minimale Verbreitung und betrifft nur sehr wenige Nutzer. Die Nachteile eines Liegerades sollen hier nicht weiter erörtert werden.

Bei dem Standardtyp eines Sattels sitzt der Radfahrer mit den Sitzhöckern auf dem breiten hinteren Teil. Je aufrechter die Haltung, desto mehr Gewicht lastet auf diesen Punkten. Wird eine Vorbeuge eingenommen, so kommt es zu verstärktem Druck des Perineums. Dort liegen Nerven und Gefäße, was durch die starke Kompression zu Taubheit oder Schmerzen führen kann. SOMMER et. al. (2001a) hat eine um mehr als 70 % reduzierte Durchblutung der Gefäße im Genitalbereich festgestellt, die zu den beschriebenen Symptomen führen kann. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass die Durchblutungssituation nach dem Radfahren wieder in den Ursprungszustand zurückkehrte.

Einige Studien warnen, dass eine sportliche Radfahrer- oder Rennradhaltung impotent mache oder Krebs verursachen könne. So haben FRAUSCHER et al. (2001) zeigen können, dass Kalzifizierungen im Prostatabereich bei Leistungssportlern auftreten können. PECK (1997) hat hingegen keine Anzeichen für eine erhöhte Krebsgefahr gefunden. Hinweise für die Verschlechterung der Spermaqualität bei Radsportlern finden sich bei LUCIA et al. (1996) und GEBREEGZIABHER et al. (2004), die allerdings nicht zu Infertilität führt. Auch bei Frauen wird von spezifischen Beschwerden an der Vulva berichtet (vgl. BAEYENS et al., 2002). Eine andere häufige Beschwerde ist das Wundreiben, das zu teilweise schweren Hautentzündungen führen kann. Sitzbeschwerden können nicht nur durch einen erhöhten Druck auf den Genitalbereich verursacht werden. Sehr oft wird das Problem von Wundreiben, z.T. in Verbindung mit der Druckbelastung genannt (vgl. CLASING/HUBER, 1993). Nicht wenige Radsportler müssen aus diesem Grund länger pausieren oder gar den Sport aufgeben.

3.3.2.2 Obere Extremität und Lenker

Gesundheitliche Beschwerden sind auch am Kontaktpunkt Griffe und Lenker bekannt. Durch die ständige Kompression der Handnerven entsteht bei einigen Radfahrern das sog. Guyon'sche Syndrom. Das führt vor allem zu Sensibilitätsstörungen der Hand (vgl. BAKER, 1998). Die geringe Kontaktfläche erzeugt mit einem hohen Flächendruck einen

Mangel an Komfort. Weitere Beschwerden, wie Nackenschmerzen, können durch eine Fehllhaltung der Arme erzeugt werden. Dabei könnte auch die Positionierung des Lenkers eine Rolle spielen, da hiermit die Haltung des gesamten Oberkörpers bestimmt wird. Je weiter die Vorlage ist, desto mehr Gewicht ruht auf Schultern, Armen und Händen. Dadurch kann es zu verschiedenen Beschwerdesymptomen kommen. So ist das Karpaltunnelsyndrom mit Taubheit der Finger und der Hand im Radsport weit bekannt. Das Einschlafen von Fingern kann zudem durch eine Kompression des N. ulnaris, N. medianus und N. radialis verursacht werden (vgl. BURKE/NEWSOM, 1988; LEFEVER-BUTTON, 2001).

3.3.2.2.3 Untere Extremität und Pedale

Am unteren Kontaktpunkt finden sich oftmals ernsthaftere gesundheitliche Probleme, die auch häufig einer medizinischen Intervention bedürfen. Ein typischer Bereich für Überlastungsschäden ist das Knie (vgl. PRUITT, 1988). Dieser Bereich ist aus verschiedenen Gründen belastet. Bei den sog. Automatikpedalen sind die Füße über eine feste Verbindung fixiert, ähnlich einer Skibindung. Dadurch wird die natürliche Supination und Außenrotation in der Schlussstreckung verhindert, so dass es zu einer Ausgleichsbewegung in Knie und Hüfte kommt. Das kann zu Beschwerden der passiven Strukturen im Knie führen (vgl. BALTHAZAAR, 2000). Es entstehen vor allem Meniskusschäden, Schleimbeutel-entzündungen oder Entzündungen an Sehnen und Bändern. Dieses ist vor allem mit der Bewegung der Beine verbunden, die bei falscher Beinhaltung und Positionierung der Füße insbesondere die Kniegelenke, aber auch die Hüfte fehlbelasten und zu orthopädischen Problemen führen können (vgl. FRANCIS, 1988; GREGOR/WHEELER, 1994; LEFEVER-BUTTON, 2001; TEBOUL/REY, 1988).

Häufig treten Beschwerden in den unteren Extremitäten auf, wenn es nicht zu einer achsengerechten Belastung kommt. Dieses kann z.B. durch eine Varus- oder Valgusstellung erfolgen (LEFEVER-BUTTON, 2001). Diese Problematik tritt nicht nur bei fixierten Füßen auf, sondern auch unabhängig davon. Generell ist eine korrekte Fußstellung und Beinhaltung auf dem Fahrrad zu beachten, damit Beschwerden am Kniegelenk vermieden werden können (vgl. PETRACIC/PETRACIC, 1992).

Auch am Kontaktpunkt Fuß trägt die Funktionsweise des Systems aus Pedal und Schuh zu Komfort und Wohlbefinden bei. Sowohl bei den Schuhen als auch bei den Pedalen sind verschiedene Aspekte beim Design zu berücksichtigen, um gesundheitliche Aspekte und Komfort zu gewährleisten. Dazu gehören beim Schuh eine steife Sohle (vgl. JARBOE/QUESADA, 2003), eine gute Polsterung (vgl. CLASING/HUBER, 1993) und eine gute Passform. Bei Automatikpedalen wird zur Reduzierung oder Prävention von möglichen Beschwerden eine Beweglichkeit des Schuhs gefordert (vgl. MARTINEK et al., 1999). Diese kann eine Innen- und Außenrotation, als auch eine Abduktion und Adduktion ermöglichen (vgl. WOOTEN/HULL, 1992). Verschiedene Produkte sind seit Jahren erfolgreich im Radsport im Einsatz. Hier zeigt sich, dass ein ergonomisches Produktdesign erheblich zur Steigerung von Komfort und Gesundheit beitragen kann.

3.3.2.3 Einwirkung von weiteren Belastungen über die Schnittstelle Fahrrad

3.3.2.3.1 Vibrationsbelastungen

Weitere Einflüsse auf die Ergonomie, die direkt mit dem Fahrrad zu tun haben, betreffen die Fahrbahnschwingungen. Die Belastungsgröße der Vibrationen ist neben dem Fahrbahnuntergrund vom Fahrrad, wie der Positionierung als auch der Eigenschaften des Fahrers abhängig. Federnde und dämpfende Parameter wie die Reifendämpfung oder Rahmenfederung können Vibrationsbelastungen deutlich reduzieren und Fahrkomfort sowie Sicherheit erhöhen (vgl. PIVIT, 1988; TOFAUTE, 1998; TREIER et al., 2000). Vibrationen können je nach Stärke und Expositionszeit zu erheblichen gesundheitlichen Beschwerden führen. So werden in der VDI 2631 Grenzen der Gesundheitsgefährdung definiert, die von LKW-Fahrern nicht überschritten werden sollten. Auch bei Baufahrzeugen, Fahrzeugen in der Landwirtschaft oder in Flugzeugen ist die Problematik einer Gesundheitsgefährdung bekannt (vgl. SEIDEL et al., 1998). Vibrationen treten beim Radfahren aber nicht nur verstärkt im Geländeradsport auf. So konnte PIVIT (1988) zeigen, dass auch mit einem Rad in der Stadt erhebliche Erschütterungen auftreten. Auch im Straßenrennsport kommen immer wieder erhebliche Vibrationsbelastungen auf den Fahrer

zu, nicht nur bei Kopfsteinpflaster. Diese sind vor allem in der mangelnden Federung des Rades begründet.

3.3.3 Forschungsbedarf

Der Forschungsbedarf im Bereich der Sportergonomie und speziell auch beim Radfahren ist in vielen Aspekten groß. Oben wurde dargestellt, dass das Thema Ergonomie im Radsport erst auf wenige Aspekte explizit bezogen ist. Die expliziten Themenbereiche betreffen vor allem den Leistungsaspekt und streifen auch das Thema Gesundheit. Allerdings fehlt bei den oben genannten Themen und den dazugehörigen Beiträgen eine implizite Einordnung in das Thema der Sportergonomie. Am ehesten wird der Begriff des Komforts mit Ergonomie direkt in Beziehung gesetzt. Die umfangreichen theoretischen Erörterungen und die Ausarbeitung eines theoretischen Grundkonzepts der Sportergonomie zeigen eine völlig neue Perspektive auf, die in dieser Sichtweise auch bei der Durchführung von empirischen Studien angewendet werden sollte.

Im empirischen Teil dieser Dissertation wird genau diese ergonomische Sichtweise eingenommen und Sachverhalte in diesem Verständnis untersucht. Es ist festzustellen, dass das Zielkriterium Leistung vor allem im und durch den Leistungssport in umfassenden Maße wissenschaftlich untersucht wurde. Auch wenn die Einordnung sehr stark auf den Leistungssport bezogen ist, und obwohl eine Einordnung des Zielkriteriums Leistung für den Breitensport aus ergonomischer Sicht noch sehr bruchstückhaft ist, soll sich diese Dissertation dennoch schwerpunktmäßig auf die Aspekte Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort konzentrieren. Diese Zielkriterien sind insbesondere für den Breitensport interessant. Da die Trennung von Leistungs- und Breitensport sehr unscharf ist, sollen die Fragestellungen weit formuliert werden, so dass beide Sportlertypen von den empirischen Untersuchungen profitieren können. Die Ausarbeitung der Fragestellungen und Hypothesen erfolgt dazu im nächsten Kapitel der empirischen Untersuchungen.

Teil II

4 Sportergonomische Untersuchungen zum Radfahren unter besonderer Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort

4.1 Einleitung

Im ersten Teil dieser Dissertation wurde die Ergonomie im Sport umfassend erläutert und der Begriff der Sportergonomie definiert, die man als inter- und multidisziplinäres Fach zu den Sportwissenschaften zählen kann. Es wurde dargestellt, dass es verschiedene übergeordnete Zielkriterien innerhalb der Sportergonomie gibt. Dabei wurden die verschiedenen Zielkriterien beschrieben und festgestellt, dass es zwar zu den verschiedenen Themen vielfältige Beiträge gibt, jedoch diese selten eine sportergonomische Perspektive einnehmen.

Hier greift der Ansatz dieser Dissertation an, indem eine andere Betrachtungsweise eingenommen wird. Diese soll eine Systematik liefern, die über die Standardperspektiven der Sportwissenschaft, als auch der Arbeitswissenschaft hinaus geht. In diesem Ansatz der Sportergonomie steht der Mensch und Sportler im Mittelpunkt der Betrachtung. Die Kompatibilität mit technischen Artefakten wird um die Interaktion mit weiteren Faktoren ergänzt.

Die folgenden Studien sollen für den Bereich der Sportergonomie bestimmten Fragestellungen nachgehen. Diese können zwar nur einen Ausschnitt aus der Gesamtthematik zeigen, jedoch sollen verschiedene Methoden und Arten der Fragestellungen zeigen, wie dieses neue Wissensgebiet bearbeitet werden kann. Die Untersuchungen beziehen sich auf das Radfahren unter sportlichen Gesichtspunkten. Dabei reicht die Zielgruppe von Leistungssportlern über Breitensportlern bis hin zu Einsteigern. Der Bereich Radfahren im Alltag zu Mobilitäts- und Transportzwecken wird nicht besonders berücksichtigt. Um den Rahmen nicht zu groß werden zu lassen, wird dieser Bereich nur gelegentlich gestreift. Eine weitere Eingrenzung des Themas bei den Studien besteht darin, dass der Schwerpunkt der sportergonomischen Untersuchungen auf den Zielkriterien Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort liegt.

4.2 Fragestellungen

Der Bereich der Sportergonomie und ebenso die Ergonomie beim Radfahren ist bisher wenig erforscht worden. Daher gibt es viele offene Fragen und damit vielfältige Forschungsgebiete. An den bisher zusammengetragenen Fakten lässt sich feststellen, dass Fragestellungen in viele verschiedene Richtungen formuliert werden können. Eine Begrenzung des Forschungsfelds besteht darin, dass die Untersuchungen im Bereich der Sportergonomie beim Radfahren beschränkt sein sollen. Dabei ist Radfahren als Sport gemeint, wobei die Begrenzung des Sports durch die definatorische Unschärfe schwierig bleibt.

Eine andere Begrenzung des Themas wird über die Beschränkung auf die Aspekte Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort erreicht. Wie oben schon dargestellt, liegen unterschiedliche Einschränkungen von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren vor. Diese betreffen vor allem die Kontaktpunkte Gesäß, Hände und Füße. Eine wichtige Frage betrifft die Verbesserung der Zielkriterien durch ergonomische Maßnahmen. Daher lautet die übergeordnete Fragestellung für die empirischen Studien:

Welche ergonomischen Maßnahmen sind beim sportlichen Radfahren unter Berücksichtigung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort von Bedeutung?

Diese Kernfrage wird zur besseren Erforschbarkeit in weitere Leitfragen unterteilt, die Folgendermaßen lauten:

- 1. Welche Einschränkungen von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort sind beim sportlichen Radfahren zu finden?**
- 2. Welche ergonomischen Maßnahmen werden ergriffen?**
- 3. Welche Wirkungen werden mit ergonomischen Maßnahmen erzielt?**
- 4. Welche Bedeutung hat das Produktdesign bei ergonomischen Maßnahmen?**
- 5. Welchen Einfluss haben ergonomische Sättel und Lenkergriffe auf die Zielkriterien Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort?**

Zur Beantwortung der Fragestellungen können verschiedenen Untersuchungsansätze verfolgt werden. Im nächsten Abschnitt wird erläutert, welche Methoden sich zur Beantwortung der oben genannten Fragen eignen.

4.3 Methoden zur Untersuchung von sportergonomischen Fragestellungen

Die genannten Fragestellungen befassen sich mit der Kompatibilität des Sportlers mit dem Fahrrad. Die methodische Herangehensweise zur Untersuchung dieses Themenkomplexes kann jedoch sehr unterschiedlich sein. In diesem Abschnitt werden verschiedene Methoden mit deren Möglichkeiten und Begrenzungen dargestellt. Diese Überlegungen sollen zu einer adäquaten Auswahl von Methoden zur Beantwortung der oben genannten Fragen führen.

Es werden für diese Dissertation drei verschiedene Ansätze für die empirischen Untersuchungen verfolgt. Dabei handelt es sich um einen biopsychosozialen Ansatz, einen technisch-biomechanischen Ansatz und einen praxisorientierten Ansatz. Diese werden in der Folge näher erläutert.

4.3.1 Methodik biopsychosozialer Ansatz

In diesem Abschnitt sollen die Vorüberlegungen zum biologischen Ansatz dargestellt werden. Die Methodik orientiert sich an der folgenden zentralen Frage:

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Beschwerden beim sportlichen Radfahren und ergonomischen Maßnahmen zur Erhöhung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort?

Für diese weite Fragestellung eignet sich die Methode der Befragung. Insbesondere der geringe Stand des Wissens auf diesem Gebiet macht eine weite Erfassung sinnvoll. In der empirischen Forschung wird der Fragebogen oft als universelles Messinstrument eingesetzt.

Das hängt mit einigen Vorteilen zusammen (vgl. GILHAM, 2000, 5ff). In der folgenden Tabelle sind Vorteile genannt und ihre Bedeutung für diese Dissertation. Vorteile sind, dass die Stichprobe sehr groß gewählt werden kann und die Fragen standardisiert sind. Damit können Ergebnisse differenziert ausgewertet werden. Erst große Stichproben erlauben es, (Unter-) Gruppen zu bilden und diese statistisch zu analysieren. Im Gegensatz zum Experiment tritt zudem der Einfluss des Versuchsleiters zurück. Damit kann möglicherweise die Objektivität vergrößert werden (vgl. KRIZ/LISCH, 1988).

Tabelle 11: Vorteile Fragebogen (nach GILHAM, 2000, 6)

Nr.	Argument pro Fragebogen	Bedeutung für die Fragestellung
1	Geringer zeitlicher Aufwand	Mittel
2	Geringer finanzieller Aufwand	Mittel
3	Einfache Möglichkeit zur Informationsgewinnung bzw. Datensammlung	Mittel
4	Große Stichprobe (einfach und effizient) möglich	Groß
5	Befragte haben Freiheit bei der Teilnahme	Mittel
6	Analyse bei geschlossenen Fragen und Antworten ist unkompliziert	Mittel
7	Geringer Druck auf Teilnehmer, spontan antworten zu müssen	Mittel
8	Anonymität der Teilnehmer gewährleistet	Mittel
9	Interviewer hat keinen Einfluss auf Antwort	Groß
10	Fragen sind standardisiert	Groß
11	Mit Suggestivfragen können Hypothesen getestet werden	Gering

Den genannten Vorteilen stehen auch einige Nachteile gegenüber. Hier sind einige Aspekte für diese Fragestellung von großer Bedeutung. Dazu zählen die Qualität und Genauigkeit der Daten ebenso, wie bestimmte Antwortmuster der Probanden. Hier ist zu beachten, dass Fragen verständlich sind. Die Aspekte stereotyper Antworten und gelenkter Fragen sind ebenfalls bei der Konzeption zu beachten. Die Nachteile der Fragebogenmethodik sollten

über die Konstruktion des Fragebogens vermieden oder auf ein akzeptierbares Maß reduziert werden.

Tabelle 12: Nachteile Fragebogen (nach GILHAM, 2000, 8)

Nr.	Argument contra Fragebogen	Bedeutung für die Fragestellung
1	Qualität der Daten bzw. Information oft niedrig	Groß
2	Vollständigkeit der Daten kann fehlen	Mittel
3	Genauigkeit der Daten kann fehlen	Groß
4	Oft geringe Antwort- bzw. Teilnehmerrate	Mittel
5	Motivation der Teilnehmer möglicherweise schwierig	Mittel
6	Oft nur kurze und einfache Fragen möglich	Mittel
7	Missverständnisse möglich	Mittel
8	Entwicklungsniveau des Fragebogens oft gering	Mittel
9	Information beruhen nur auf Fragen-Antworten	Mittel
10	Stereotype Antworten	Groß
11	Keine Kontrolle über die Reihenfolge des Ausfüllens und des Kontexts des Ausfüllens	Mittel
12	Die Art der Fragestellung kann bestimmte Antworten implizieren	Groß
13	Probleme seitens des Probanden, Fragen zu verstehen	Groß
14	Antworten weniger spontan	Mittel
15	Ernsthaftigkeit und Ehrlichkeit der Antworten nicht überprüfbar	Mittel

Die Befragung orientiert sich mit den Fragen an physischen Beschwerden, die eine große Nähe zu einer klassisch medizinischen Auffassung von Gesundheit haben. Auch die Aspekte Wohlbefinden und Komfort sollen erfasst werden. Die Darstellung soll einem klassischen Paper-Pencil-Test angelehnt sein. Vorteil ist hier, dass der Teilnehmer den Aufwand abschätzen kann und eine geringere Dropout-Quote erzeugt werden soll (vgl. THEOBALD, 2000). VOGT (1999) sieht dabei keine großen Verzerrungen.

Um die Vorteile von Befragungen mit einer effizienten Erhebung einer großen Stichprobe kombinieren zu können, soll eine Online-Umfrage durchgeführt werden. Ein Vergleich der verschiedenen Erhebungsarten findet sich bei THEOBALD (2000, 24). Es sind verschiedene Vorteile der Online-Erhebung erkennbar. Die Beantwortung bleibt hierbei völlig anonym und dadurch treten weniger Hemmungen auf, bestimmte Fragen wahrheitsgemäß zu beantworten (vgl. SASSENBERG/KREUTZ, 2006). Neben der hohen Effizienz sind die geringen Kosten und die schnelle Erhebung von großen Stichproben weitere Vorteile der Online-Befragung (vgl. THEOBALD, 2000; GADEIB, 1999, 108f; BANDILLA, 1999, 7). Besonders die Schließung der „EDV-Lücke“ (THEOBALD, 2000, 99f) erhöht die Effizienz. Der Fragebogen muss nicht vervielfältigt werden und man spart sich die Dateneingabe. Auch bei Codierung und Datenkontrolle ist weniger Aufwand nötig.

Tabelle 13: Eigenschaftsvergleich von WWW, mündlichen, telefonischen und schriftlichen Befragungen (vgl. THEOBALD, 2000, 24).

	WWW-Befragung	Mündliche Befragung	Telefonische Befragung	Schriftliche Befragung
Kosten	Sehr gering	Sehr hoch	Mittel	Gering
Rücklaufgeschwindigkeit	Schnell	Unmittelbar	Unmittelbar	Langsam
Rücklaufquote	Hoch	Sehr hoch	Mittel	Gering
Erreichbarkeit verschiedener Zielgruppen	Wenige	Alle	Viele	Beinahe alle
Geographische Reichweite	Sehr hoch	Sehr niedrig	Mittel	Hoch
Zugänglichkeit für Befragte	Gering	Unterschiedlich	Mittel	Sehr hoch
Sendegeschwindigkeit	Schnell	Langsam	Mittel	Langsam

Das Ziel dieser Studie ist es, grundlegende Informationen zu dem Thema Ergonomie beim Radfahren zu sammeln. Eine genaue Beschreibung der Methode und der Untersuchung erfolgt im entsprechenden Kapitel.

4.3.2 Methodik biomechanisch-technischer Ansatz

Der technische Ansatz ist in der Arbeitswissenschaft stark verbreitet. Dieser ist in der Sportwissenschaft nicht ganz so dominierend, allerdings finden sich technische neben sozialwissenschaftlichen Methoden. In dieser Untersuchung soll die Biomechanik an der Schnittstelle Mensch und Fahrrad im Mittelpunkt stehen. Damit wird der technische Aspekt, wie man es oft bei den arbeitswissenschaftlichen Studien isoliert vorfindet, um die Aspekte der Biomechanik und Physiologie des Menschen erweitert. Die Fragestellung ist dementsprechend formuliert:

Welche Auswirkungen hat ein ergonomisches Produktdesign auf den Komfort beim Sportgerät Fahrrad?

Auch wenn es bisher in der Sportwissenschaft nur wenige Studien zu Ergonomie und Komfort gibt, so lassen sich viele Untersuchungen im Sport als auch in der Arbeitswissenschaft finden, die sich zur Orientierung eignen. Es findet sich eine Vielzahl von methodischen Herangehensweisen, wobei Laborstudien oft bevorzugt werden. Weitere Methoden sind Felduntersuchungen oder virtuelle Simulationen am Computer. Letztere sind vor allem in der Automobilforschung zu finden. Für virtuelle Simulationen fehlen für diesen Themenbereich in der Sportwissenschaft häufig die materiellen und personalen Voraussetzungen. Felduntersuchungen hingegen sind in der Sportwissenschaft sehr verbreitet. Dieser Ansatz soll ebenfalls verfolgt werden und wird später näher beschrieben.

Der Vorteil von Laboruntersuchungen ist, dass störende Faktoren reduziert werden. Im Gegensatz dazu können Messfehler bei Felduntersuchungen in größerem Maße auftreten. Hinzu kommt, dass einzelne Parameter isoliert und gezielt verändert werden können. Der Vorbereitungsaufwand ist bei einem bestehenden Labor möglicherweise geringer als bei Messungen im Feld. Allerdings ist es je nach Fragestellung nicht möglich, ökonomisch eine Vielzahl von Messungen durchzuführen. Bei Laborstudien kommt es im Vergleich zu Feldstudien oft zu eindeutigeren Ergebnissen.

In dieser Dissertation erfolgen umfangreiche Laborstudien zu unterschiedlichen Teilthemen und ihren Fragestellungen. Es werden zwei Laboruntersuchungen zu folgenden Bereichen durchgeführt:

- **Ergonomie des Fahrrads am Kontaktpunkt Sattel**
- **Ergonomie des Fahrrads am Kontaktpunkt Lenkergriffe**

Beide Bereiche stellen direkte Schnittstellen zum Menschen dar und haben die größten Auswirkungen auf Beschwerden beim Radfahren. Der Kontaktpunkt der Pedale würde zu dem Bereich gut passen, aber den Rahmen dieser Dissertation sprengen und wird daher nicht empirisch verfolgt. Die Studien werden jeweils in eigenen Abschnitten dargestellt.

4.3.3 Methodik praxisorientierter Ansatz

Die oben dargestellten Methoden sind in ihrem Erkenntniswert begrenzt. Das gilt insbesondere für die Übertragung auf die Sportpraxis. Daher wird eine weitere Methode eingesetzt. Diese unterscheidet sich darin, dass sie sich an natürlichen und realistischen Bedingungen orientiert. Die Fragestellung für einen praxisorientierten Ansatz ist:

Welche Auswirkungen haben ergonomische Sättel und Lenkergriffe auf Wohlbefinden und Komfort bei einem Mountainbikerennen?

Um diese Frage adäquat zu beantworten, wird eine Feldstudie durchgeführt. Bei diesem Typ von Studie sind vielfältige Methoden einsetzbar. Die Auswahl und Entwicklung der Methodik hängt von verschiedenen Bedingungen ab. Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen:

- Zielgruppe sollen sportliche Radfahrer sein.
- Es soll eine große Stichprobe erhoben werden.
- Die Situation beim Radfahren soll wiederholbar sein.
- Die Intensität der Probanden soll wiederholbar sein.
- Die Messungen sollen zeitnah sein.
- Der Untersuchungsaufwand soll ökonomisch sein

Die oben genannten Aspekte sind in einer einfachen Feldstudie nur schwierig zu vereinen. Daher soll dieser Studientyp bei einem Mountainbikeetappenrennen durchgeführt werden.

Bei diesem Rennen soll ein breite Zielgruppe teilnehmen, die von Berufssportlern bis hin zu ambitionierten Breitensportler reichen kann. Auch wenn die Leistung dadurch sehr heterogen erscheint, kann die Beanspruchung sehr vergleichbar sein, da sich jeder Athlet unabhängig vom Niveau maximal belasten wird. Dieses Ziel kann über die Renncharakteristik erreicht werden. Eine hohe Anzahl Probanden kann große Streuungen ausgleichen. Die Etappen- und Renncharakteristik soll dafür sorgen, dass die Situation bei jeder Messung sehr ähnlich ist, auch im Bezug zur Belastungsintensität. Durch die Messung bei einem Etappenrennen ist die Messdurchführung zeitlich sehr ökonomisch. Zudem liegen bei mehreren Etappen Messwiederholungen vor. Eine nähere Beschreibung der Feldstudie findet sich in einem eigenen Kapitel.

4.3.4 Zusammenfassung Vorüberlegungen Methodik

Diese hier formulierten Fragen beleuchten den Sachverhalt der Ergonomiefaktoren Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort im Radsport von mehreren Seiten. Von der technischen Seite wird das Fahrrad als Arbeitsmittel hinsichtlich des Ergonomiefaktors Komfort untersucht. Die andere Seite geht vom Sportler aus. Hier werden der Zusammenhang und die Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort betrachtet.

Wie schon oben erläutert wurde, finden sich nur wenige Studien zu diesem Thema. Zudem ist grundsätzlich wenig Wissensmaterial zu dem Themenkomplex vorhanden. Daher ist der Untersuchungsansatz breit angelegt. Mehrere Studien mit unterschiedlichen Methoden werden diesen Anforderungen am Besten gerecht.

Die Methoden sind hier zusammengefasst:

- **Biopsychosozialer Ansatz: Online-Fragebogen zur Bestimmung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren.**
- **Technisch-biomechanischer Ansatz: Experimentelle Laborstudien zur Analyse des Komforts an den Kontaktpunkten Sattel und Lenkergriffe**
- **Praxisorientierter Ansatz: Feldstudie zur Ermittlung der Ergonomiefaktoren Wohlbefinden und Komfort bei einem Mountainbikerennen**

Die unterschiedlichen Untersuchungsansätze bauen aufeinander auf. Mit der Online-Befragung wird die Basis geschaffen. Der technisch-biomechanische Ansatz betrachtet die Schnittstelle von einer reduzierten und technischen Seite. Im dritten Ansatz werden beide Aspekte in der Praxis überprüft.

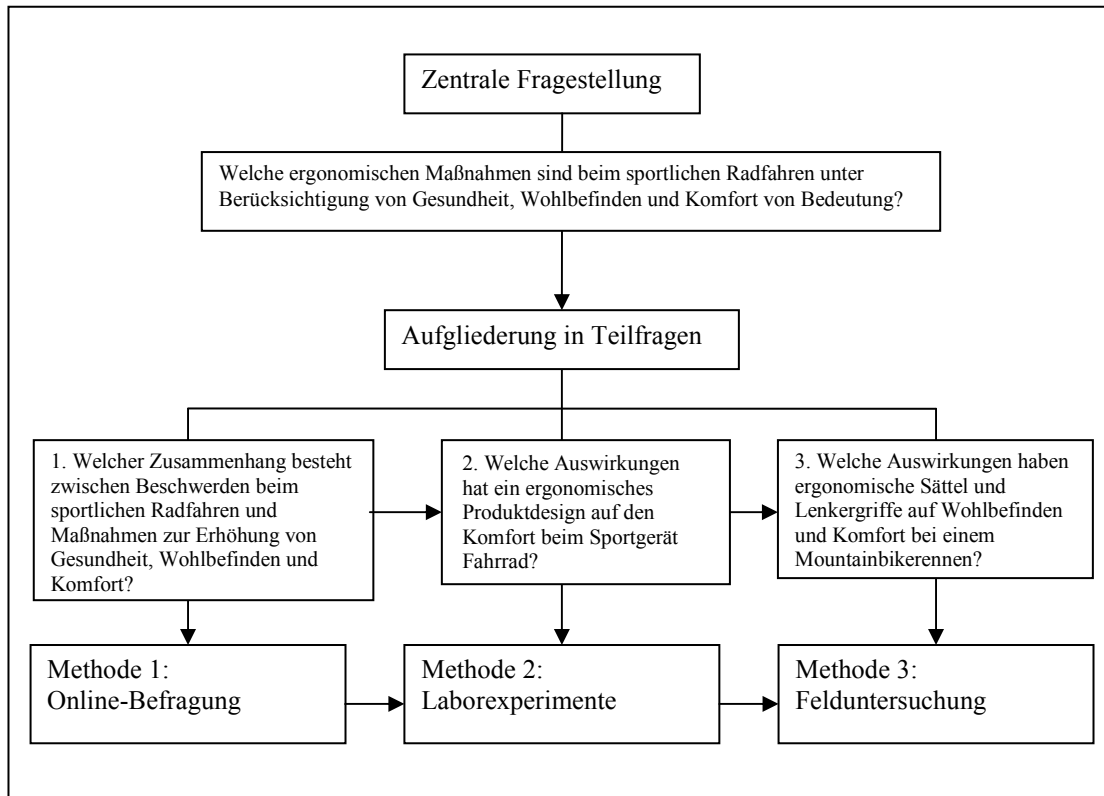


Abbildung 38: Fragestellungen und Methoden

5 Studie zum Stellenwert von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort bei Radfahrern aus ergonomischer Perspektive

Der Stellenwert von Ergonomie im Sport wurde im theoretischen Abschnitt noch als gering bewertet. Dieses gilt vor allem für den Stand in der Wissenschaft. Von Seiten der Industrie und Sportprodukten wird das Bewusstsein für diese Thematik höher eingeschätzt. Der Sportler als Konsument von Sportprodukten und Dienstleistungen hat damit möglicherweise auch einen näheren Bezug zu dem Thema. Diesem Aspekt wird in der Studie nachgegangen. Dabei liegt der besondere Fokus auf den Zielkriterien Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort aus ergonomischer Perspektive.

5.1 Methodik Online-Fragebogen zur Analyse von Beschwerden und ergonomischen Maßnahmen beim Radfahren

5.1.1 Fragestellungen und Hypothesen Online-Befragung

Das Ziel dieser Studie ist es, den Stellenwert der Ergonomie im Zusammenhang mit den Zielkriterien Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort bei Radfahrern zu untersuchen. Dabei sind folgende Fragestellungen wichtig:

- **Kernfrage: Welchen Stellenwert haben ergonomische Maßnahmen beim sportlichen Radfahren im Bezug zu Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort?**

Daraus leiten sich weitere Fragen ab:

- 1.1 Wie ist der Status bezüglich Gesundheit und Wohlbefinden bei sportlichen Radfahrern?
- 1.2 Sind Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort wichtige Motive für Radfahrer?
- 1.3 Welche Beschwerden treten beim Radfahren auf?
- 1.4 Welche ergonomischen Maßnahmen werden zur Steigerung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort ergriffen?
- 1.5 Steigern ergonomische Maßnahmen Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren?

Aus diesen Fragen lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

H 1.1: Der Status bezüglich Gesundheit und Wohlbefinden bei sportlichen Radfahrern ist hoch.

H 1.2: Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort sind wichtige Motive für Radfahrer.

H 1.3: Es treten nur geringfügige Beschwerden beim Radfahren auf.

H 1.4: Es werden vielfältige ergonomische Maßnahmen zur Steigerung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort ergriffen.

H 1.5: Ergonomische Maßnahmen steigern Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort.

Um die Fragen zu beantworten, wurde eine Untersuchung mit einem Online-Fragebogen durchgeführt.

5.1.2 Vorüberlegungen Methodik Online-Befragung

Die oben gestellten Fragen können mit unterschiedlichen Methoden beantwortet werden. Für die Auswahl der Methode werden vorab einige Überlegungen dargestellt. Geeignete Methoden sind die Beobachtungsanalyse, das Interview mit Inhaltsanalyse, der Fragebogen und eine Expertenbewertung. Wie die folgende Abbildung zeigt, können unterschiedlich stark strukturierte Methoden zur Informationsgewinnung benutzt werden.

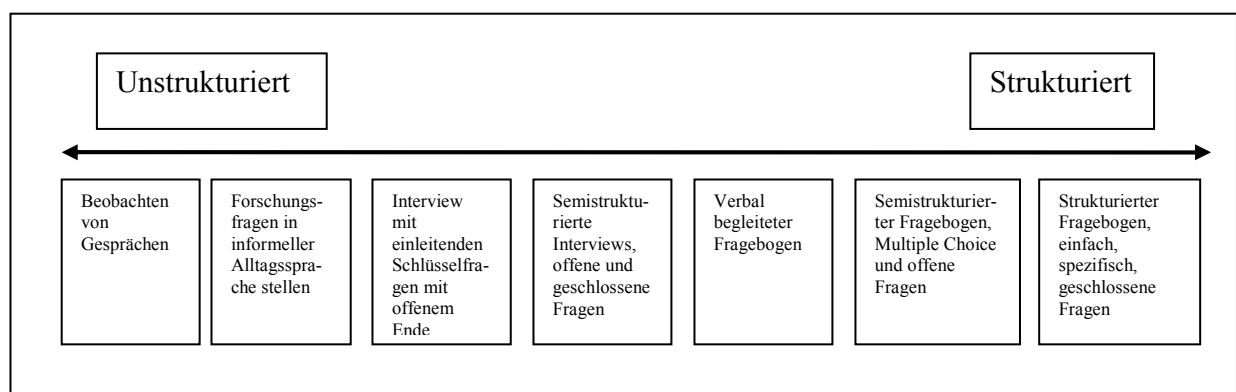


Abbildung 39: Möglichkeiten der Informationsgewinnung mittels kommunikativer (verbaler) Methoden (nach GILLHAM, 2000, 3)

Für diese Arbeit soll ein Fragebogen online gestellt werden, da hier Ergebnisse zu erwarten sind, die eine Übersicht und Einführung in die Problematik erlauben. Im Vorfeld wurden dazu verschiedene Fragebögen recherchiert und begutachtet. Allerdings zeigte sich inhaltlich kein Fragebogen als geeignet, um eine erste Gegenstandsbestimmung durchzuführen. Daher wurde vom Autor und Mitarbeitern des Instituts für Rehabilitation und Behindertensport der Deutschen Sporthochschule ein neuer Fragebogen für dieses Thema mit spezifischen Fragen entworfen. Vor der eigentlichen Hauptuntersuchung erfolgte ein Vortest, um die Eignung für die Fragestellung, die Handhabbarkeit und insbesondere die empirische Qualität zu prüfen.

Um die Aspekte Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort zu untersuchen, werden diese zum einen in Beschwerden beim Radfahren und zum anderen in ergonomische Maßnahmen unterteilt. Die Ziele des Fragebogens sind neben der Inhaltsvalidität auch die einfache Handhabung der Teilnehmer und eine große Stichprobe. Damit kann in einer späteren Analyse eine größere Differenzierung vorgenommen werden. Dazu gehört eine große Breite an Parametern, wie Alterstufe, Größe, Geschlecht, Einkommen, Gesundheitszustand, Fahrradtyp, Motive zum Radfahren, Leistungsfähigkeit und Intensität und Umfang des Radfahrens. Die Darstellung soll einem klassischen Paper-Pencil-Test angelehnt sein. Vorteil ist hier, dass der Teilnehmer den Aufwand abschätzen kann und eine geringere Dropout-Quote erzeugt werden soll (vgl. THEOBALD, 2000). VOGT (1999) sieht hierbei keine großen Verzerrungen.

Das Ziel dieser Studie ist es, auf explorative Weise Information zu der Thematik zu sammeln. Die Befragung soll wegen der erforderlichen großen Stichprobenzahl mit Hilfe des Internet durchgeführt werden. Hierzu wird der Fragebogen auf der Website www.projekt-wellcom.de online gestellt. Verlinkungen mit verschiedenen zielgruppenspezifischen Websites sollen zum einen helfen, den Zulauf zum Fragebogen zu erhöhen. BANDILLA (1999, 18) sieht die Werbung von anderen Websites als die erfolgreichste Methode an, um auf eine Befragung aufmerksam zu machen. Die Verlinkung erfolgt auf den Seiten www.mountainbike-magazin.de, <http://zeus.bva-bielefeld.de/aktivrad/>, www.menshealth.de und www.focus.de. Zum anderen erfolgt damit eine Selektion der Probanden im Sinne der Zielgruppenorientierung. Die verlinkten Websites sollen die Gruppe von sportlichen Radfahrern i.w.S. zur Teilnahme animieren.

Tabelle 14: Medien zur Verbreitung des Fragebogens

Nr	Zeitschrift	Website	Zielgruppe
1.	Mountainbike	www.mountainbike-magazin.de	Ambitioniert sportliche Radfahrer mit hoher zeitlicher Nutzung
2.	Aktiv Radfahren	http://zeuss.bvabielefeld.de/aktivrad/	Interessierte Freizeitradfahrer mit mittlerer zeitlicher Nutzung
3.	Mens Health	www.menshealth.de	Freizeitradfahrer mit eher geringer zeitlicher Nutzung
4.	Focus	www.focus.de	Alle Radfahrer mit unterschiedlichen Nutzungen

Diese Multi-Link-Methode verspricht eine hohe Teilnehmerquote (vgl. THEOBALD, 2000, 31ff). Die Auswahl dieser Magazine erfolgte mit dem Gedanken, dass unterschiedliche Zielgruppen von Radfahrern angesprochen werden sollten.

5.1.3 Untersuchungsmaterial Online-Fragebogen

Die spezifischen Kriterien für diesen Fragebogen sind folgende:

- Inhalte auf die Fragestellungen der Arbeit abstimmen
- eindeutige Beantwortung der Fragen möglich
- einfache, zügige und selbständige Beantwortung
- ökonomische Auswertung

Diese Kriterien sollen für alle Fragen zutreffen. Insgesamt werden 18 Fragen formuliert, die auf zwei A4 Seiten Platz finden. Ein spezifisches Layout und Zusammenfassung in 4 Kategoriebereiche sollen die Beantwortung vereinfachen.

Die Kategorien lauten:

- a) persönliche Daten (Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, monatliches Nettoeinkommen)
- b) allgemeine Gesundheit (Risiko- und Schutzfaktoren, Krankheiten, Medikation)
- c) Radfahrgewohnheiten (Radtyp, Radwert, Motive, Leistungseinschätzung, Umfang/Häufigkeit, Alternativsport)
- d) Beschwerden beim Radfahren (Lokalisation, Stärke, Schutzmaßnahmen, Ausgaben für Maßnahmen)

Verschiedene gesundheitliche und ökonomische Aspekte sind in den unterschiedlichen Kategorien zu finden. So zielen die Fragen 2, 4, 8, 9, 17 und 18 auf den Bereich der Ökonomie. Die Fragen 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 17 auf den gesundheitlichen Bereich. Fragen zum allgemeinen Profil werden in den Fragen 1, 2, 11, 12, 13 und 14 zusammengefasst.

Die Fragen sind im unten abgebildeten Fragebogen ersichtlich. Die Skalierung der einzelnen Fragen ist unterschiedlich und reicht von nominal bis hin zu metrischen Variablen. Das Kriterium für die Einteilung eines Items ist, dass diese vom Befragten leicht zu unterscheiden und einzuordnen sind. Als Beispiel ist die Einschätzung des Gesundheitszustands oder der Leistungsfähigkeit nach Schulnoten genannt. Grundsätzlich sind die Antwortmöglichkeiten so vorgegeben, dass eine Antwort eindeutig ausfällt. Es besteht aber teilweise zusätzlich die Möglichkeit zur freien Antwort. Mehrfachnennungen sind teilweise ebenfalls möglich.

1.	Statistische Daten					
	Alter: _____ Jahre			Geschlecht: O = weibl. O = männl.		
	Größe: _____ m			Gewicht: _____ kg		
2.	Durchschnittliches monatliches Netto-Einkommen in DM					
	O = bis 1500	O = 1500-3000	O = 3000-5000	O = 5000-8000	O = 8.000	
Fragen zur allgemeinen Gesundheit						
3.	Wie würden Sie ihren generellen Gesundheitszustand einschätzen?					_____
	Bitte tragen Sie eine Schulnote von 1-6 ein					_____
4.	Welche der folgenden Aspekte trifft auf Sie zu? (Mehrfachnennung möglich)					
	O = ich achte auf gesunde Ernährung		O = ich habe Freude an meiner Arbeit			
	O = ich bewege mich viel		O = ich bin finanziell abgesichert			
	O = ich rauche nicht		O = ich habe Menschen, die für mich da sind			
	O = ich trinke weniger als 1 x/Woche Alkohol		O = ich fühle mich innerlich ausgeglichen und zufrieden			
5.	Welche der folgenden Krankheiten oder Beschwerden haben Sie? (Mehrfachnennung möglich)					
	O = Bluthochdruck		O = Asthma o. chronische Bronchitis			
	O = Übergewicht		O = Herz-/Kreislauf			
	O = Diabetes		O = Allergien			
	O = Osteoporose		O = Arthrose			
	O = Rückenbeschwerden		O = orthopädische Beschwerden			
	O = Rheuma		O = sonstiges _____			
	O = Atemwegserkrankungen		O = keine			
6.	Nehmen Sie Medikamente zur Behandlung von Krankheiten und Beschwerden? (s.o.)					
	O = ja			O = nein		
7.	Was für ein Rad fahren Sie? (Mehrfachnennung möglich)					
	O = Rennrad	O = Citybike	O = Trekking/Tourenrad	O = MTB	O = Sonstige	
8.	Wieviel hat Ihr Rad bzw. Ihre Räder zusammen gekostet? (in DM)					
	O = bis 500	O = bis 1000	O = bis 1500	O = bis 2000	O = bis 3000	O = über 3000
9.	Warum fahren Sie Fahrrad? (Mehrfachnennung möglich)					
	O = Spaß an der Bewegung		O = frische Luft			
	O = Naturerlebnis		O = Entspannung			
	O = Gesundheit		O = Sportliche Ziele (Wettkampf)			
	O = preiswertes Fortbewegungsmittel		O = Umweltschutz			
	O = Geschwindigkeit		O = sonstiges _____			
10.	Wie würden Sie Ihre körperliche Leistungsfähigkeit einschätzen?					_____
	Bitte tragen Sie eine Schulnote von 1-6 ein					_____
11.	Wie oft fahren Sie im Alltag Fahrrad? (Zur Arbeit, zum Einkaufen, Besuche etc.)					
	O = nie	O = < 1x monatlich	O = 1x monatlich	O = 1x die Woche	O = 2-3x die Woche	O = 4x die Woche oder öfter
12.	Wie oft fahren Sie in Ihrer Freizeit (sportlich) Fahrrad?					
	O = nie	O = < 1x monatlich	O = 1x monatlich	O = 1x die Woche	O = 2-3x die Woche	O = 4x die Woche oder öfter

13.	In welchem Umfang fahren Sie insgesamt Fahrrad?				
	O = 1h die Woche oder weniger	O = 2-3h die Woche	O = 3-4h die Woche	O = 5-9h die Woche	O = 10h die Woche oder mehr
14.	Wie oft treiben Sie noch anderen Sport außer Radfahren?				
	O = nie	O = < 1x monatlich	O = 1x monatlich	O = 1x die Woche	O = 2-3x die Woche O = 4x die Woche oder öfter
Fragen zu Beschwerden beim Fahrradfahren					
15.	Haben Sie gesundheitliche Beschwerden beim Radfahren in folgenden Bereichen? (Mehrfachnennung möglich)				
	Füße	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Knie	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Beine	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Gesäß /Po	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Rücken	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Nacken /Schultern	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Kopf	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Hände /Handgelenke	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Arme	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Muskeln	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Lunge /Atemwege	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Herz- /Kreislauf	O = nie	O = selten	O = häufig	
	Gelenke	O = nie	O = selten	O = häufig	
16.	Wie lange halten die größten Beschwerden maximal nach der Belastung an?				
	O = gar nicht	O = für Stunden	O = 1-4 Tage	O = 1 Woche	O = mehrere Wochen
17.	Welche Maßnahmen nutzen Sie, um Beschwerden (s.o.) zu reduzieren? (Mehrfachnennung möglich)				
	O = ergonomischer Sattel				
	O = Radbekleidung /-schuhe /Handschuhe				
	O = Federungssystem (z.B. Federgabel, gefederte Sattelstütze etc.)				
	O = Ergonomischer Lenker/Griffe				
	O = optimierte Sitzposition				
	O = Fachberatung durch Fahrradhändler				
	O = Information aus Medien (Magazine/Bücher/Zeitung/TV/Internet)				
	O = Medizinische Behandlung/-beratung (Arzt, Krankengymnastik)				
	O = Trainingsbetreuung/-beratung				
	O = Ausgleichstraining				
	O = sonstiges _____				
	O = keine				
18.	Wieviel Geld in DM haben Sie in den letzten 12 Monaten investiert, um <u>beschwerdefreier radfahren</u> zu können? (Maßnahmen s.o.)				
	O = nichts	O = bis 100	O = bis 300	O = bis 500	O = bis 1000 O = über 1000

DM Angaben zum Zeitpunkt der Erhebung/Konvertierung in Euro bei der Auswertung

Abbildung 40: Online-Fragebogen zur Bestimmung der Relevanz von Ergonomie beim Radfahren

5.1.4 Durchführung der Untersuchung

Der Fragebogen wurde in der Zeit vom 15.9.01 bis zum 15.5.02 in das Internet gestellt. Dieser Zeitraum von 8 Monaten war nötig, um die geplante Stichprobengröße von $n > 1000$ zu erreichen. Insgesamt konnte eine Stichprobengröße von $n = 1165$ Fragebögen erhoben werden. Der Fragebogen wurde auf der Website www.projekt-wellcom.de veröffentlicht. Diese Seite wurde im Rahmen dieser Arbeit eingerichtet und konnte durch Veröffentlichung in verschiedenen Fahrradfachzeitschriften bekannt gemacht werden. Im Vorfeld und während der Untersuchung wurde auf den Seiten von den Zeitschriften Mountainbike, aktiv Radfahren, Mens Health und Focus auf die Befragung aufmerksam gemacht.

Die Fragebögen wurden online von den Teilnehmern ausgefüllt. Dadurch bestand die Möglichkeit, die Daten direkt und ökonomisch in das Datenbearbeitungs- und Statistikprogramm SPSS© zu überführen. Die Auswahl der Teilnehmer erfolgte passiv.

5.1.5 Auswertungsstrategie

Die beantworteten Fragebögen werden zuerst auf inhaltliche Logik überprüft. Unsinnige Antworten werden überprüft und je nach Grad korrigiert oder ausgeschlossen. Für die Bearbeitung der Daten wird das Programm SPSS (SPSS Inc., USA) verwendet. Folgende Prozeduren und statistische Verfahren werden in der Auswertung angewendet.

- Deskriptive Analyse der Daten
- Zusammenfassung und Häufigkeitsverteilung
- Kreuztabellen zur Feststellung von Zusammenhängen und Häufigkeitsverteilungen bei zwei oder mehr Merkmalen
- Korrelationsanalyse nach Pearson und Spearman-Rho zur Überprüfung von signifikanten Zusammenhängen

Die Signifikanzgrenze wird bei $p \leq 0,05$ festgelegt. Die Währung wird von DM auf Euro umkonvertiert.

5.2 Ergebnisse Online-Befragung

Im ersten Teil der Auswertung des Fragebogens werden die Fragen im Einzelnen deskriptiv beschrieben. Das Ziel hierbei ist, die Voraussetzungen der Radfahrer zu ermitteln und erste Aussagen bezüglich der Fragestellungen zu erhalten. Im weiteren Verlauf werden die aufgestellten Hypothesen mit Hilfe der Inferenzstatistik geprüft.

5.2.1 Deskriptive Auswertung

5.2.1.1 Stichprobe und Probanden

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 1165 Fragebögen ausgefüllt. Von den Probanden sind 82,5 % Männer und 17,5 % Frauen. Dieses zeigt ein deutliches Übergewicht im Verhältnis Männer zu Frauen von 4,5:1. Das durchschnittliche Alter beträgt 39 Jahre, mit einer Weite von 13 bis 71 Jahren.

Die Größe beträgt im Mittel 1,78 m mit einem Minimum von 1,50 und Maximum von 2,03 m. Das Gewicht liegt bei durchschnittlich 78 kg, minimal bei 33 kg und maximal bei 137 kg. Das Alter der Teilnehmer ist normal verteilt. Auch Größe und Gewicht sind normal verteilt, allerdings mit einer Tendenz zu einer höheren Größe und geringerem Gewicht. Aus der Körpergröße und dem Gewicht kann nach der Formel kg/m^2 der Body Mass Index (BMI) bestimmt werden. Dieser Wert gibt näherungsweise Auskunft über die Menge des Fettgewebes des Körpers an. Der durchschnittliche BMI der Stichprobe liegt bei 24,5 ($s=3,4$) und liegt an der Obergrenze des Normalgewichts (Normalgewicht zwischen 18,5 und 24,9). Damit ist ein erster Hinweis gegeben, dass die Stichprobe mehrheitlich dem Breitensport zuzuordnen ist. Leistungssportler liegen i.d.R. am unteren BMI-Wert des Normalgewichts.

Das durchschnittliche monatliche Netto-Einkommen wurde in fünf Gruppen abgefragt. Dabei ist die mittlere Einkommensgruppe mit einem Einkommen von 1500 bis 2500 € mit 39,4 % am stärksten repräsentiert. Die Gruppen von 750 bis 1500 € sind mit 22,8 % und die Gruppe mit 2500 bis 4000 € mit 19,4 % sind etwa gleich stark vertreten. Auch die Gruppe

der Geringverdiener unter 750 € sind mit 14 % deutlich präsent. Die Topverdiener mit über 4000 € spielen mit 4,4 % nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 15: Durchschnittliches monatliches Netto-Einkommen in €

N=1165		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	bis 750	151	13,0	14,0	14,0
	750-1500	246	21,1	22,8	36,8
	1500-2500	425	36,5	39,4	76,1
	2500-4000	210	18,0	19,4	95,6
	> 4000	48	4,1	4,4	100,0
	Gesamt	1080	92,7	100,0	
Fehlend	System	85	7,3		
Gesamt		1165	100,0		

5.2.1.2 Fahrrad und Nutzung

Insgesamt sind 1693 Räder unter den 1165 Teilnehmern des Fragebogens zu finden. Durchschnittlich kommt damit mehr als ein Rad auf eine Person (mathematisch 1,45 Räder pro Person). Davon sind 37,6 % Mountainbikes (MTB) und damit neben den Trekkingbikes mit 33,2 % die stärkste Gruppe. Die Rennräder sind mit 19 % vertreten. Citybikes und sonstige Typen sind mit nur je 5 % selten genannt. Damit liegt der Schwerpunkt auf den sportlichen Radtypen und zeigt damit ebenfalls, dass die anvisierte sportliche Zielgruppe mit der Befragung erreicht wurde.

Tabelle 16: Verteilung Fahrradtypen

Radtyp	Ranking	Anzahl Fahrräder	% Nennungen	% der Befragten
MTB	1	637	37,6	54,7
Trekking	2	562	33,2	48,2
Rennrad	3	322	19,0	27,6
Sonstige	4	87	5,1	7,5
Citybike	5	85	5,0	7,3
Summe Nennungen		1693	100,0	145,3

N=1165

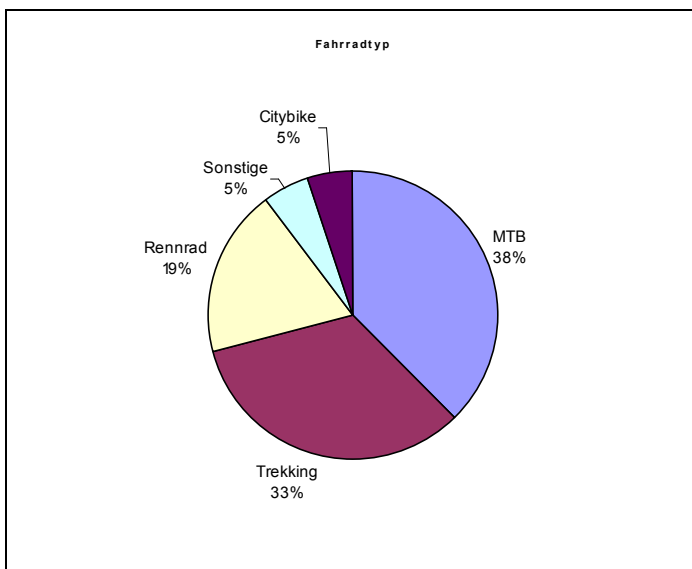


Abbildung 41: Verteilung Fahrradtypen

Die Preise der Fahrräder befinden sich mit 46,9 % überwiegend im höchsten Preissegment über 1500 €. Die mittleren Preissegmente von 500 bis 1500 € liegen jeweils bei 13 bis 15 %. Räder im unteren Preissegment bis 250 bzw. 500 € spielen kaum eine Rolle (2,8 und 7,6 %).

Tabelle 17: Preise der Fahrräder

Wie viel hat Ihr Rad bzw. Ihre Räder zusammen gekostet? (in €)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig bis 250	33	2,8	2,8	2,8
bis 500	89	7,6	7,6	10,5
bis 750	154	13,2	13,2	23,7
bis 1000	171	14,7	14,7	38,4
bis 1500	172	14,8	14,8	53,1
über 1500	546	46,9	46,9	
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Die Gründe für das Radfahren sind vielfältig. Durchschnittlich werden mehr als fünf Motive pro Teilnehmer genannt. An der Spitze steht der Spaß an der Bewegung bei 94,3 % der Befragten. Die Motive Gesundheit, frische Luft, Naturerlebnis und Entspannung liegen mit je 75 bis 78 % knapp dahinter. Andere Motive wie Radfahren als preiswertes Fortbewegungsmittel (34,3 %) und Umweltschutz (27,7 %) spielen nur für wenige eine Rolle. Dieses betrifft auch die leistungsorientierten Motive Geschwindigkeit und Wettkampf zu (je 27 bzw. 23 %), die am Ende dieser Auflistung aufgeführt sind.

Tabelle 18: Motive zum Radfahren

Motive Radfahren	Anzahl Nennungen	% Nennungen	% der Befragten
Spaß an der Bewegung	1098	18,4	94,3
Gesundheit	906	15,2	77,8
Frische Luft	900	15,1	77,3
Naturerlebnis	879	14,7	75,5
Entspannung	875	14,7	75,1
Preiswertes Fortbewegungsmittel	399	6,7	34,3
Umweltschutz	323	5,4	27,7
Geschwindigkeit	318	5,3	27,3
Sportliche Ziele (Wettkampf)	269	4,5	23,1
Summe Nennungen	5967	100,0	

N=1165

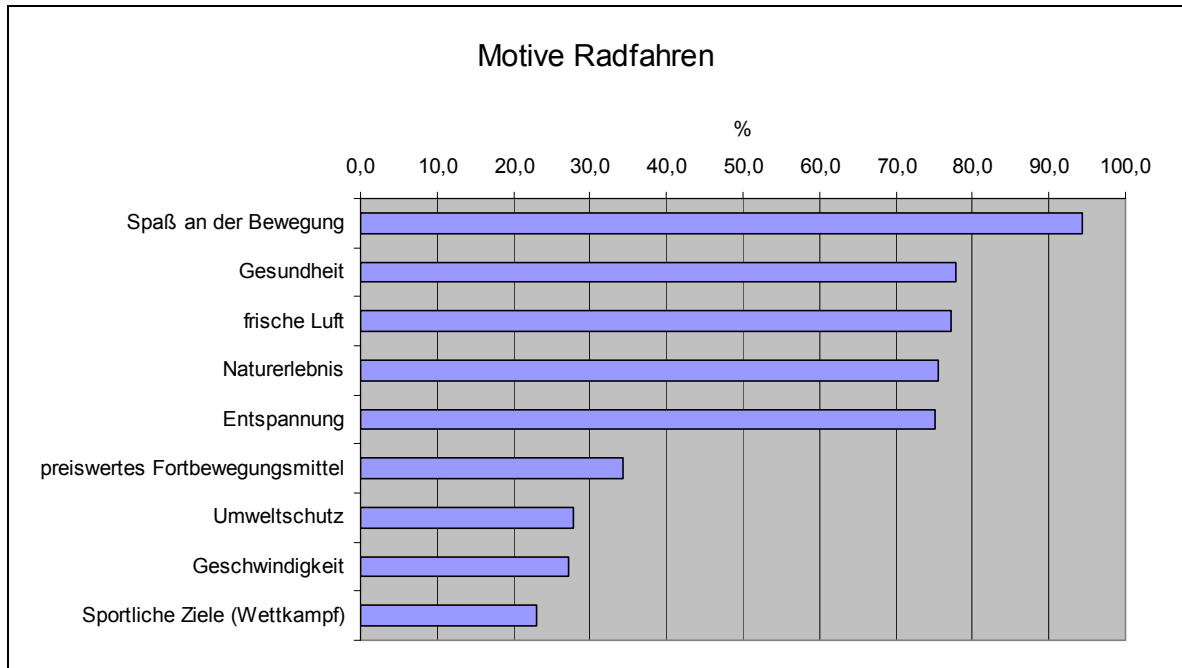


Abbildung 42: Motive zum Radfahren

Die Teilnehmer der Befragung schätzen selber ihre Leistungsfähigkeit mit über 46 % als gut ein. Der Mittelwert liegt bei einer Schulnote von 2,5. Dieses ist ebenso auf den großen Teil der Probanden zurückzuführen, die ihre Leistungsfähigkeit als befriedigend bezeichnen (34,7 %). Der Anteil mit sehr guter und ausreichender Leistungsfähigkeit ist mit knapp 9 % nur gering. Es finden sich kaum Probanden, die ihre Leistungsfähigkeit als mangelhaft oder ungenügend einstufen (weniger als 2 %).

Tabelle 19: Selbsteinschätzung körperliche Leistungsfähigkeit

Wie würden Sie Ihre körperliche Leistungsfähigkeit einschätzen?					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	sehr gut	104	8,9	8,9	8,9
	gut	537	46,1	46,1	55,0
	befriedigend	404	34,7	34,7	89,7
	ausreichend	101	8,7	8,7	98,4
	mangelhaft	17	1,5	1,5	99,8
	ungenügend	2	,2	,2	100,0
Gesamt		1165	100,0	100,0	

N=1165

Damit ist die Verteilung zu Gunsten einer besseren Leistungsfähigkeit verschoben. Wenn man Leistungsfähigkeit als Voraussetzung von Teilhabe an verschiedenen Lebensbereichen sieht, dann kann man hier einen weiteren Gesundheitsaspekt finden.

Die Nutzung des Rades im Alltag und Sport wurde in zwei getrennten Fragen ermittelt. Das Fahrrad wird im Alltag sehr häufig benutzt. 39,1 % fahren häufiger als viermal die Woche.

Tabelle 20: Alltagsradfahren

Wie oft fahren Sie im Alltag Fahrrad?

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig nie	159	13,6	13,6	13,6
>1 x monat	42	3,6	3,6	17,3
1x monat	75	6,4	6,4	23,7
1 x Woche	171	14,7	14,7	38,4
2-3 x Woche	263	22,6	22,6	60,9
> 4x Woche	455	39,1	39,1	100,0
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Damit ist die Gruppe der Vielfahrer sogar stärker als die nächsten beiden Gruppen mit insgesamt 37 % (1-3-mal die Woche). Allerdings findet sich auch ein recht großer Teil, die nie im Alltag Rad fahren (13,6 %). Die Gruppe der Wenigfahrer mit einmaligem Fahren pro Monat oder weniger machen nur 10 % aus.

Bei der sportlichen Nutzung des Rades dominiert das 2-3-malige Radfahren die Woche mit 46,3 %. Die nächste Gruppe fährt einmal die Woche sportlich (27,1 %). Nur wenige Teilnehmer (8,9 %) fahren sehr selten, das heißt einmal pro Monat oder weniger. Nur 2,1 % fahren nie unter sportlichen Gesichtspunkten Rad.

Tabelle 21: Sportliches Radfahren

Wie oft fahren Sie in Ihrer Freizeit (sportlich) Fahrrad?

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig nie	24	2,1	2,1	2,1
>1 x monat	26	2,2	2,2	4,3
1x monat	78	6,7	6,7	11,0
1 x Woche	316	27,1	27,1	38,1
2-3 x Woche	539	46,3	46,3	84,4
> 4x Woche	182	15,6	15,6	100,0
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Insgesamt kann man den Wochenumfang des Radfahrens in beiden Kategorien wie folgt beschreiben. Die meisten Probanden (39,1 %) fahren fünf bis neun Stunden die Woche Rad. Die Gruppen mit zwei bis drei und drei bis vier Stunden liegen zusammengenommen mit 40 % in ähnlicher Größe. Die prozentuale Größe der Vielfahrer mit zehn oder mehr Wochenstunden beträgt wie die Gruppe mit zwei bis drei Stunden etwa 16 %. Die Gruppe der Wenigfahrer, die weniger als eine Stunde die Woche fahren, ist mit 4,3 % in der absoluten Minderheit.

Tabelle 22: Umfang des Radfahrens in Stunden pro Woche

In welchem Umfang fahren Sie insgesamt Fahrrad

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1 H / Woche od. weniger	50	4,3	4,3	4,3
2-3 h / Woche	188	16,1	16,1	20,4
3-4 H / Woche	279	23,9	23,9	44,4
5-9 H / Woche	455	39,1	39,1	83,4
10 H / Woche	193	16,6	16,6	100,0
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Zusätzlich betreiben die meisten Radfahrer noch anderen Sport (88,6 %). Dabei sind die Gruppen, die einmal oder zwei bis dreimal die Woche anderen Sport treiben, mit je 31 %

dominierend. Eine kleine Gruppe ist mehr als viermal die Woche anderweitig sportlich tätig (7,1 %). Die Radfahrer, die nur gelegentlich anderen Sport betreiben liegen mit 10 % (1x/Monat) und 9,1 % (weniger als einmal im Monat) ebenfalls im unteren Bereich.

Tabelle 23: Zusätzlicher Sport

Wie oft treiben Sie noch anderen Sport außer Radfahren?

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig nie	133	11,4	11,4	11,4
>1 x monat	106	9,1	9,1	20,5
1x monat	117	10,0	10,0	30,6
1 x Woche	358	30,7	30,7	61,3
2-3 x Woche	368	31,6	31,6	92,9
> 4x Woche	83	7,1	7,1	100,0
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Insgesamt zeigt sich, dass die Teilnehmer der Befragung engagierte Breitensportler sind, die neben einem relativ großen Umfang des Radfahrens noch weitere sportliche Aktivitäten betreiben.

5.2.1.3 Allgemeiner Gesundheitsstatus der Probanden

Der Gesundheitszustand wird im Allgemeinen als gut eingestuft (57 %). Die zweitgrößte Gruppe bezeichnet den eigenen Gesundheitszustand als befriedigend (23 %). 14,5 % erfreuen sich sehr guter Gesundheit. Die Personen mit einem schlechten Gesundheitszustand sind in der absoluten Minderzahl (weniger als 6 % ausreichend bis ungenügend).

Tabelle 24: Allgemeiner Gesundheitszustand

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig sehr gut	169	14,5	14,5	14,5
gut	663	56,9	56,9	71,4
befriedigend	268	23,0	23,0	94,4
ausreichend	49	4,2	4,2	98,6
mangelhaft	13	1,1	1,1	99,7
ungenügend	3	,3	,3	100,0
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Die Nennung verschiedener Gesundheitsfaktoren zeigt, dass Nichtraucher an erster Stelle steht (15,7 %). Ebenfalls werden sehr häufig soziale Beziehungen und Bewegung genannt (15,1 % bzw. 15 %). Freude an der Arbeit (12 %), gesunde Ernährung (11,9 %) und finanzielle Sicherheit (10,9 %), sowie Zufriedenheit (10,6 %) liegen mit den Nennungen im mittleren Bereich. Weniger als einmal die Woche Alkohol zu trinken, geben 8,8 % der Personen an.

Tabelle 25: Gesundheitsfaktoren

GESFAK	Anzahl Nennungen	% Nennungen	% der Befragten
Nichtraucher	943	15,7	80,9
Soziale Beziehungen	906	15,1	77,8
Bewegung	900	15,0	77,3
Arbeitsfreude	721	12,0	61,9
Ernährung	713	11,9	61,2
Finanz. Sicherheit	657	10,9	56,4
Zufriedenheit	635	10,6	54,5
wenig Alkohol	528	8,8	45,3
Summe	6003	100,0	

N=1165

Durch die Möglichkeit der Mehrfachnennung ist zudem interessant, wie viele Gesundheitsfaktoren zusammen genannt wurden. Hierbei wurden im Mittel 5,2 positive Gesundheitsfaktoren genannt.

Tabelle 26: Anzahl von Gesundheitsfaktoren (max. 8)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1,00	15	1,3	1,3	1,3
2,00	44	3,8	3,8	5,1
3,00	131	11,2	11,2	16,3
4,00	214	18,4	18,4	34,7
5,00	268	23,0	23,0	57,7
6,00	229	19,7	19,7	77,3
7,00	175	15,0	15,0	92,4
8,00	89	7,6	7,6	100,0
Gesamt	1165	100,0	100,0	

N=1165

Die Verteilung zeigt, dass minimal ein Gesundheitsfaktor genannt wurde und maximal acht. Mehr als vier gleichzeitige Nennungen wurden von 83,7 % angegeben.

Der Gegenpol zu den Gesundheitsfaktoren stellen Erkrankungen oder allgemeine Beschwerden dar. Durchschnittlich sind bei knapp einem Viertel der Befragten (21,5 %; N=1165) keine Beschwerden genannt. Der größere Teil hat jedoch eine oder sogar mehrere Beschwerden ($x=1,3$; $s=1,3$; N=1165). Dabei sind die Rückenbeschwerden mit Abstand am Häufigsten zu finden (24,3 %). Übergewicht (14,4 %), Allergien (12,3 %) und orthopädische Beschwerden (11,3 %) sind weitere häufige Krankheiten oder Beschwerden. Mit 6,8 % folgt Bluthochdruck. Die folgenden Erkrankungen wie Arthrose, Atemwegserkrankungen, Asthma/Bronchitis, Herz-/Kreislaufbeschwerden, Diabetes, Rheuma und Osteoporose kommen nur selten vor.

Tabelle 27: Krankheiten/gesundheitliche Beschwerden allgemein

Krankheiten	Anzahl Nennungen	% Nennungen
Rückenbeschwerden	436	24,3
Übergewicht	258	14,4
Allergien	221	12,3
orthopädische Beschw.	203	11,3
Bluthochdruck	121	6,8
Arthrose	76	4,2
Atemwegserkrankungen	67	3,7
Asthma/Bronchitis	61	3,4
Herz-/Kreislauf	52	2,9
Diabetes	19	1,1
Rheuma	16	0,9
Osteoporose	11	0,6
Summe Beschwerden	1105	85,9
Keine Beschwerden	251	14,0
Nennungen gesamt	1356	100

N=1165

Um ihre Krankheiten oder Beschwerden zu behandeln, nehmen 25,6 % Medikamente. Damit wird nur ein Teil der vorliegenden Erkrankungen bzw. Beschwerden medikamentös behandelt. Insgesamt überwiegen die Gesundheitsfaktoren gegenüber den Krankheiten um den Faktor Vier. Das deckt sich mit der Aussage über die subjektiv empfundene Gesundheit, die mit der durchschnittlichen Schulnote 2,2 (s 0,8) als gut bewertet wurde.

Damit kann die Hypothese H 1.1 bestätigt werden, dass der Status bezüglich Gesundheit und Wohlbefinden bei sportlichen Radfahrern hoch ist.

5.2.1.4 Beschwerden beim Radfahren

Die Beschwerden beim Radfahren wurden für verschiedene Körperteile in 13 Items abgefragt, Es kamen zahlreiche Mehrfachnennungen vor. Als weitere Differenzierung wurde nach der Häufigkeit der Beschwerden gefragt.

4,9 % aller Teilnehmer haben keine Beschwerden beim Radfahren. Die größere Anzahl der Befragten haben zwischen einer und dreizehn Beschwerden. Bei diesen Probanden lassen sich durchschnittlich vier Beschwerden finden (der Wert ist um die Radfahrer bereinigt, die keinerlei Beschwerden haben). Seltene Beschwerden (76 %) treten dreimal so oft auf wie häufige Beschwerden (24 %).

Tabelle 28: Anzahl der Beschwerden beim Radfahren

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig ,00	57	2,6	2,6	2,6
1,00	147	6,8	6,8	9,4
2,00	341	15,7	15,7	25,1
3,00	407	18,8	18,8	43,9
4,00	359	16,6	16,6	60,5
5,00	305	14,1	14,1	74,6
6,00	194	9,0	9,0	83,5
7,00	150	6,9	6,9	90,4
8,00	96	4,4	4,4	94,9
9,00	44	2,0	2,0	96,9
10,00	27	1,2	1,2	98,2
11,00	20	,9	,9	99,1
12,00	8	,4	,4	99,4
13,00	12	,6	,6	100,0
Gesamt	2167	100,0	100,0	

N=1165

Die meisten Beschwerden finden sich im Bereich Gesäß/Po bei 65 % der Probanden, Dahinter folgen Hände/Handgelenken mit 53,9 %. Danach kommen Rücken (52,9 %), Knie (51,5 %) und Nacken/Schultern (46,9 %). Deutlich weniger Beschwerden haben die

Teilnehmer an Füßen (22,1 %), Gelenken (21,5 %) und Muskeln (20,3 %). Die übrigen Körperteile liegen unter 12,3 % (Beine).

Tabelle 29: Ranking Beschwerden Körperregionen beim Radfahren

Nr.	Körperteil	Selten	Häufig	Summe	% Probanden
1	Gesäß/Po	524	239	763	65
2	Hände/Handgelenk	436	192	628	53,9
3	Rücken	459	157	616	52,9
4	Knie	488	112	600	51,5
5	Nacken/Schulter	367	179	546	46,9
6	Füße	216	41	257	22,1
7	Gelenke	177	73	250	21,5
8	Muskeln	222	15	237	20,3
9	Beine	130	13	143	12,3
10	Arme	111	18	129	11,1
11	Lunge/Atemwege	106	14	120	10,3
12	Kopf	73	10	83	7,1
13	Herz/Kreislauf	56	7	63	5,4
		3365	1070	4435	
		76%	24%	100%	

N=1165

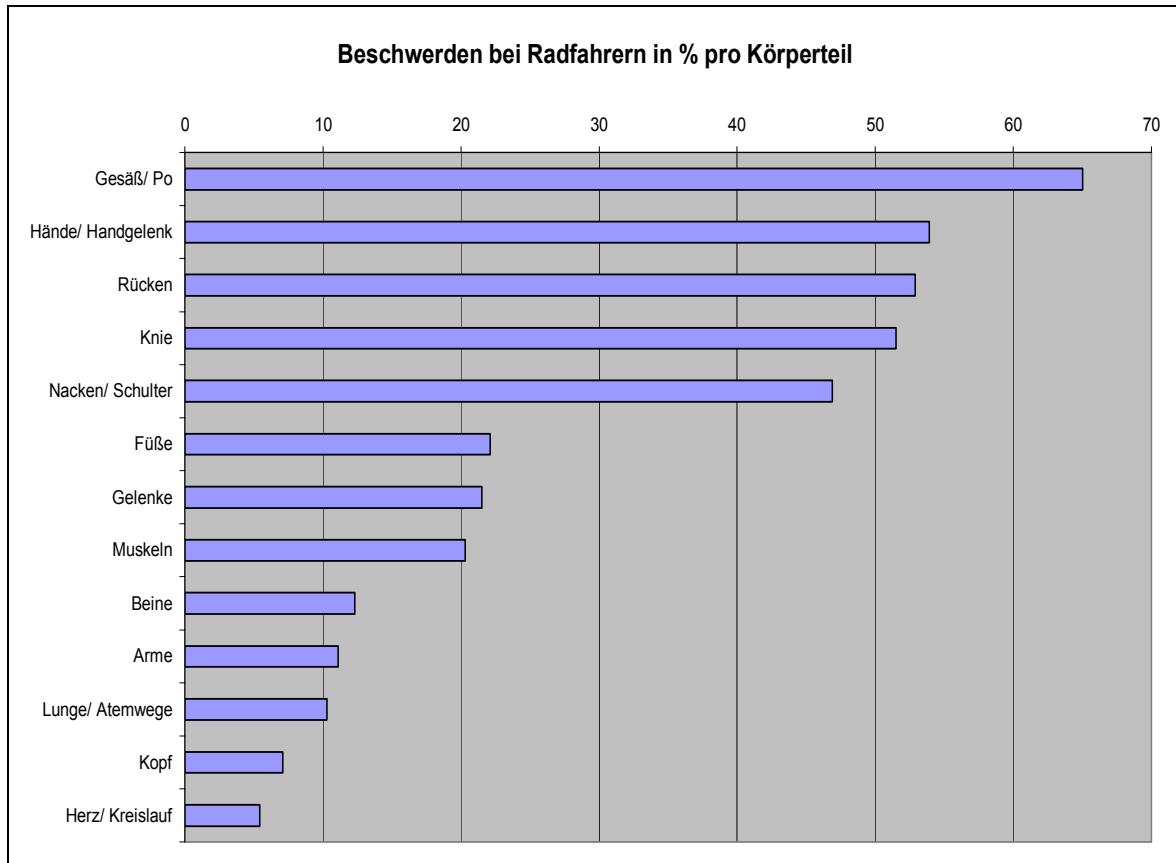


Abbildung 43: Beschwerdeprofil Körperregionen beim Radfahren

Die Beschwerden halten in den meisten Fällen nur für einige Stunden an (46,1 %). Viele Beschwerden treten nur während der Belastung auf und verschwinden mit Beendigung des Radfahrens (33,6 %). Ein geringer Teil hält wenige Tage an (17,2 %). Eine längere Beschwerdedauer mit einer oder mehrerer Wochen tritt nur sehr selten in 3,1 % aller Beschwerden auf.

Tabelle 30: Dauer der Beschwerden

Wie lange halten die größten Beschwerden nach der Belastung an?

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	gar nicht	379	32,5	33,6	33,6
	für Stunden	520	44,6	46,1	79,7
	1-4 Tage	194	16,7	17,2	96,9
	1 Woche	21	1,8	1,9	98,8
	mehrere Wochen	14	1,2	1,2	100,0
	Gesamt	1128	96,8	100,0	
Fehlend	System	37	3,2		
Gesamt		1165	100,0		

N=1165

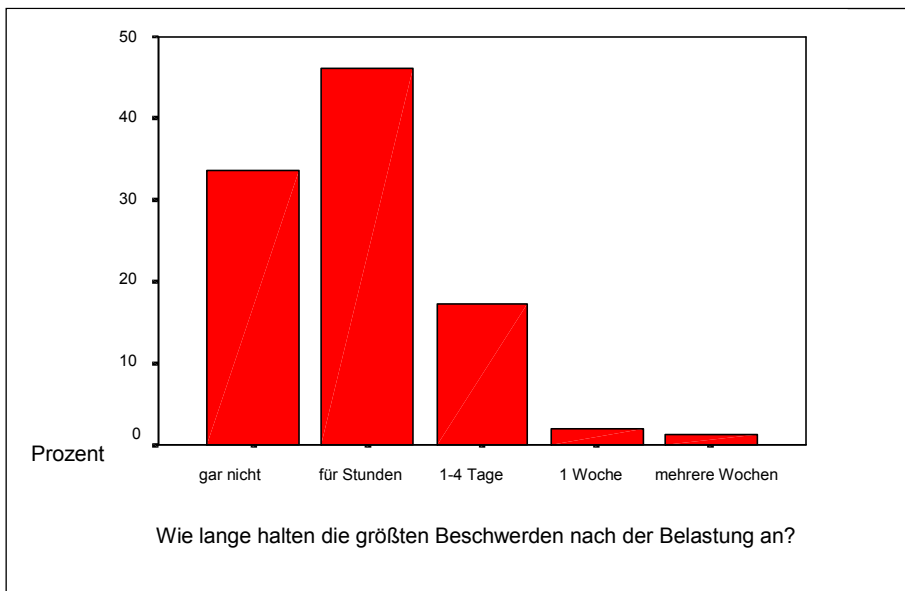


Abbildung 44: Dauer der Beschwerden

Damit wird die Hypothese H 1.3 bestätigt, dass nur geringfügige Beschwerden beim Radfahren auftreten. Dieses gilt zumindest für die Schwere der Beschwerden, die keine ernsthaften gesundheitlichen Auswirkungen zeigen lassen. Allerdings kommen gesundheitliche Einschränkungen bei vielen Radfahrern vor. Da die Beschwerden nur gering sind, kann man dieses eher als Einschränkungen der Aspekte Wohlbefinden und Komfort bezeichnen.

5.2.1.5 Maßnahmen gegen Beschwerden beim Radfahren

Jeder Proband hat fast vier Maßnahmen ($x=3,6$; $s=1,88$; $N=1165$) gegen die Beschwerden ergriffen. Die häufigste Maßnahme betrifft die Bekleidung mit Schuhen und Handschuhen bei 62,2 % der Befragten. Federungssysteme und eine optimierte Sitzposition sollen in weiteren 54 % helfen. 46,9 % informieren sich aus den Medien. Ergonomische Sättel werden von 43,6 % eingesetzt. Die mittlere Gruppe der Nennungen betreffen die Nutzung eines ergonomischen Lenkers bzw. Griffe (30,3 %) und Ausgleichstraining (24,7 %). Persönliche Beratung durch den Fachhändler (18,3 %) oder medizinische Behandlung und Beratung mit 13,3 % werden wenig genutzt. Das trifft noch mehr auf die Maßnahmen Trainingsberatung und Betreuung (3,3 %). Nur 1,9 % der Probanden nehmen keine Maßnahmen wahr.

Tabelle 31: Maßnahmen gegen Beschwerden beim Radfahren

Nr.	Maßnahme	Nennungen	% VP, N=1165
1	Radbekleidung/Schuhe/Handschuhe	725	62,2
2	Federungssystem	633	54,3
3	Optimierte Sitzposition	627	53,8
4	Information aus Medien	546	46,9
5	Ergonomischer Sattel	506	43,4
6	Ergonomischer Lenker	353	30,3
7	Ausgleichstraining	288	24,7
8	Fachberatung durch Fachhändler	213	18,3
9	Medizinische Behandlung	155	13,3
10	Trainingsbetreuung/-beratung	38	3,3
11	keine	22	1,9
	Summe Nennungen	4106	

N=1165

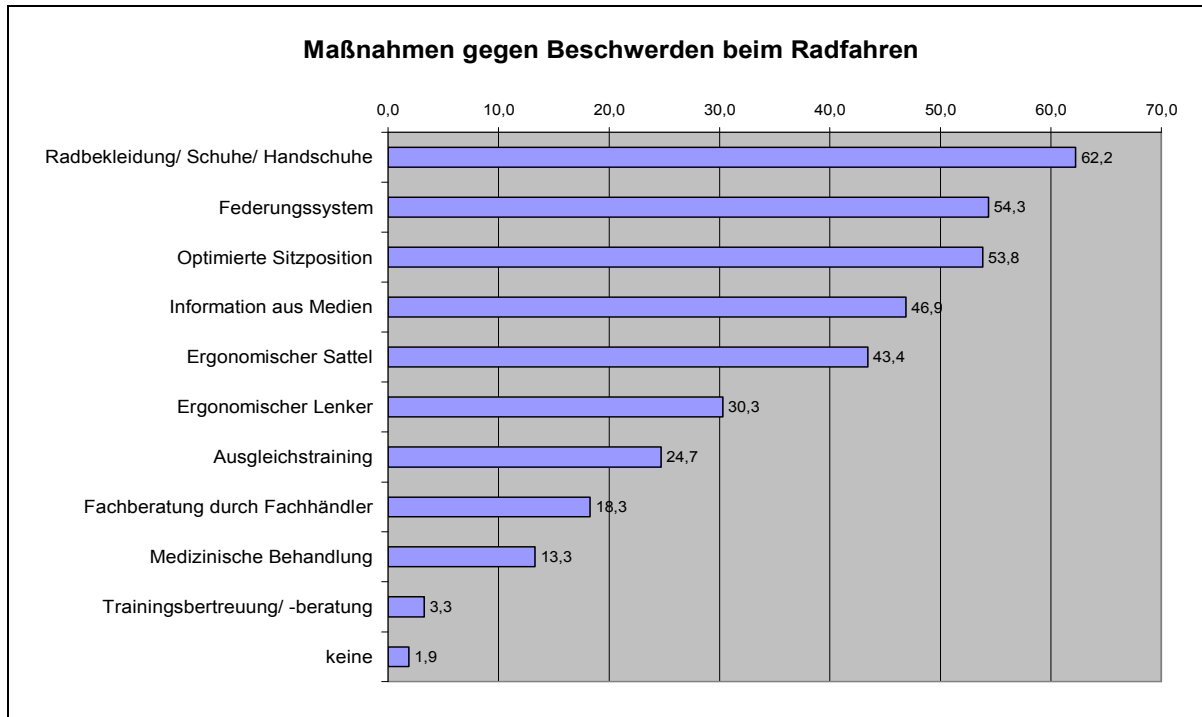


Abbildung 45: Maßnahmen gegen Radbeschwerden, % der Befragten

Viele Radfahrer lassen sich die ergonomischen Maßnahmen etwas kosten. Eine große Gruppe (29,4 %) gibt in einem Jahr bis zu 150 € aus. Eine ähnlich große Gruppe (25,5, %) gibt allerdings kein Geld aus, was nicht zwangsläufig heißt, dass keine Maßnahmen ergriffen werden. Eine weitere Gruppe (19,2 %) gibt bis 50 € aus. Bis 250 € lassen sich 12,2 % die Maßnahmen kosten. Nur wenige Radfahrer geben für Maßnahmen mehr als 250 € im Jahr aus. 5,2 % investieren bis 500 € und 8,5 % auch über 500 €.

Tabelle 32: Ausgaben für Maßnahmen

Wie viel Geld in € haben Sie in den letzten 12 Monaten investiert, um

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig nichts	292	25,1	25,5	25,5
bis 50	220	18,9	19,2	44,6
bis 150	37	28,9	29,4	74,0
bis 250	140	12,0	12,2	86,2
bis 500	60	5,2	5,2	91,5
> 500	98	8,4	8,5	100,0
Gesamt	1147	98,5	100,0	
Fehlend System	18	1,5		
Gesamt	1165	100,0		

N= 1165

Auch wenn einige der oben genannten Maßnahmen nicht die Ergonomie i.e.S. betreffen (z.B. medizinische Behandlung), so kann man dennoch die Hypothese H 1.4 bestätigen, dass vielfältige ergonomische Maßnahmen durch Radsportler ergriffen werden. Die Maßnahmen betreffen in den meisten Fällen sachtechnische Artefakte und sind damit ergonomische Maßnahmen auch im engeren Sinn.

5.2.2 Zusammenhang von Beschwerden beim Radfahren und ergonomischen Maßnahmen

Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen ergonomischen Maßnahmen und Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort wird mit Hilfe von Korrelationen überprüft (Pearson und Spearman-Rho). Es kann festgestellt werden, dass bestimmte Parameter mit Beschwerden signifikant korrelieren und andere nicht. Kein signifikanter Zusammenhang kann beim Alter, Geschlecht oder Größe gefunden werden. Einen signifikanten Zusammenhang hingegen gibt es bei den Beschwerden im Bezug zur Dauer der Beschwerden, dem allgemeinen Gesundheitszustand und der Anzahl der ergonomischen Maßnahmen (Korrelation nach Pearson, $p \leq 0,001$). Ebenfalls nimmt die finanzielle Investition in Maßnahmen signifikant bei wachsenden Beschwerden zu.

Tabelle 33: Korrelation und Signifikanz von ergonomischen Maßnahmen und Beschwerden beim Radfahren

		Ergonomische Maßnahmen	Beschwerden beim Radfahren
Ergonomische Maßnahmen	Korrelation nach Pearson	1	,257(**)
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	1165	1165
Beschwerden beim Radfahren	Korrelation nach Pearson	,257(**)	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	1165	1165

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Bei den genannten signifikanten Zusammenhängen ist die Richtung jedoch nicht eindeutig zu bestimmen. Es ist jedoch anzunehmen, dass folgende Zusammenhänge bestehen:

- Je schlechter der allgemeine Gesundheitszustand ist, desto mehr Beschwerden treten beim Radfahren auf.
- Je mehr Beschwerden auftreten, umso länger halten diese an.
- Je mehr Beschwerden vorkommen, desto mehr Maßnahmen werden ergriffen.

Die Hypothese H 1.5, dass ergonomische Maßnahmen Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort verbessern, kann hier nicht beantwortet werden. Hier stellt sich heraus, dass der obige Zusammenhang nicht als Beleg weder für noch gegen eine erfolgreiche ergonomische Maßnahme dienen kann. Es zeigt sich damit eine Limitierung der Methode. Dieses wird noch näher in der Diskussion erörtert.

5.2.3 Zusammenfassung

Die virtuelle Durchschnittsperson der Befragung ist männlich, 39 Jahre alt, 1,78 m groß und 78 kg schwer. Sie hat ein mittleres Einkommen von 1500-2500 €. Ihre Gesundheit ist gut. Dazu tragen im Mittel 5 Gesundheitsfaktoren bei. Allerdings liegen auch 1,3 allgemeine Beschwerden oder Erkrankungen vor, am häufigsten Rückenbeschwerden. Der durchschnittliche Radfahrer in dieser Untersuchung fährt mit MTB/Trekkingbike, für das häufig über 1500 € ausgegeben wird. Hauptmotive Rad zu fahren sind Spaß an der Bewegung und Gesundheitsaspekte. Die Leistungsfähigkeit ist gut bis durchschnittlich. Rad wird sowohl mit sportlicher Intention als auch im Alltag häufig gefahren. Insgesamt liegt der Wochenumfang bei etwa 5-9 Stunden. Zusätzlich betreibt der Radfahrer auch andere Sportarten mit ein- bis dreimaliger Ausübung in der Woche.

Durchschnittlich treten 4 Beschwerden beim Radfahren auf. Diese betreffen vor allem Gesäß, Hände/Handgelenke, Rücken und Knie. Nachwirkungen von Beschwerden treten nur selten oder kurz auf. Gegen die Beschwerden werden im Durchschnitt 3,6 Maßnahmen

ergriffen. Die häufigsten betreffen Bekleidung, Federung, Sitzposition, Informationen aus den Medien, Sattel und Lenker. Der finanzielle Aufwand beträgt bis zu 300 € im Jahr.

Die Hypothesen H1.1 bis H1.4 konnten bestätigt werden und damit gelten folgende Aussagen:

- **Der Status bezüglich Gesundheit und Wohlbefinden bei sportlichen Radfahrern ist hoch. (H 1.1)**
- **Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort sind wichtige Motive für Radfahrer. (H 1.2)**
- **Es treten häufig Beschwerden auf, diese sind jedoch nur von geringem Schweregrad. (H 1.3)**
- **Es werden vielfältige ergonomische Maßnahmen zur Steigerung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort ergriffen, die vor allem Sachtechnik und Information, weniger Beratung und Dienstleistung betreffen. (H 1.4)**

Ob ergonomische Maßnahmen Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort steigern, konnte nicht ermittelt werden. Hier liegen zu starke methodische Beschränkungen vor. Es konnte kein Zusammenhang gefunden werden, dass mit wachsender Anzahl von Maßnahmen oder vermehrter finanzieller Investition weniger Beschwerden auftreten.

5.3 Diskussion Online-Befragung

In der Diskussion werden im ersten Abschnitt die methodischen Aspekte behandelt. Im zweiten Abschnitt werden die Ergebnisse diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen.

5.3.1 Diskussion Methode

Das Ziel der Studie ist, eine Übersicht zu bekommen, welche Parameter mit Beschwerden beim Radfahren zusammenhängen und ob ergonomische Maßnahmen helfen, diese zu reduzieren. Hierzu wurde ein Fragebogen eingesetzt, der für die Studie eigens entwickelt wurde.

5.3.1.1 Fehlerhaftes Ausfüllen des Fragebogens

Insgesamt zeigen die gute Teilnahme an der Erhebung und die geringe Fehlerquote beim Ausfüllen, dass die inhaltliche Konzeption und das Layout grundsätzlich zu den Teilnehmern passten. Allerdings wurde bei der Überprüfung der Kodierpläne festgestellt, dass bei Mehrfachantworten die Antwort, auf das das Item nicht zutrifft, einige Male falsch angekreuzt wurde. Das kam bei Frage fünf (20 falsche Markierungen), nach den allgemeinen Beschwerden, und bei Frage siebzehn (29 falsche Markierungen), nach den ergonomischen Maßnahmen, vor. Dabei gab es nur einen Teilnehmer, der bei beiden Fragen eine falsche Markierung gemacht hat. Für die Auswertung wurden die falschen Markierungen berichtigt. Um solche Fehler zu vermeiden, können insbesondere bei Online Befragungen Filter vorgeschaltet werden, der nur bestimmte Antwortmodi zulässt. Hier sind einige Vorteile gegenüber „klassischen“ Paper-Pencil-Befragungen zu sehen. Zusammenfassend kann man feststellen, dass es vielfältige Möglichkeiten des Layouts gibt und das Internet erhöht diese Möglichkeiten in hohem Maße (vgl. THEOBALD, 2000).

5.3.1.2 Inhaltsvalidität

Die aufgestellten Fragen lassen sich in weitem Maße mit dem Fragebogen beantworten. Eine Ausnahme stellt jedoch die Frage nach der Wirksamkeit von ergonomischen

Maßnahmen dar. Es konnte zwar festgestellt werden, dass bei einem Ansteigen der Maßnahmen mehr Beschwerden vorlagen, jedoch könnte man die Richtung der Korrelation ebenso in die andere Richtung interpretieren. Aus dem inhaltlichen Zusammenhang macht allerdings der Mechanismus Sinn, dass mit der Zunahme der Beschwerden beim Radfahren mehr ergonomische Maßnahmen ergriffen werden. Hier zeigt sich, dass der Fragebogen nicht dazu geeignet ist, die Wirksamkeit von ergonomischen Maßnahmen zu ermitteln. Hierzu ist eine andere methodische und inhaltliche Konzeption nötig.

5.3.1.3 Verallgemeinerung der Ergebnisse

Die Einordnung der Ergebnisse hängt nicht nur stark von dem Untersuchungsmaterial selber ab, sondern auch davon, mit welcher Methode der Fragebogen erhoben wurde. Der Grad der Verallgemeinerung ist umso größer, je repräsentativer die Studie ist. Wie in der Einleitung zu der Methodik erläutert wurde, ist diese Befragung nicht repräsentativ. Dieses konnte zum Zeitpunkt der Untersuchung auch nicht gewährleistet werden, da keine repräsentative Verbreitung des Internet vorlag (vgl. COUPER/COUTTS, 2006; VAN EIMEREN et al., 2002). Zum Zeitpunkt der Erhebung benutzten nur etwa 40 % der Bundesbürger ab 14 Jahren das Internet (vgl. TNS EMNID, 2002; VAN EIMEREN et al., 2002).

Das Problem der exakten Repräsentativität von Online-Befragungen besteht jedoch immer noch. Offliner sind deutlich älter, überwiegend weiblich, verfügen über niedrigeren Bildungsstand und Einkommen, sowie leben in ländlicheren Gebieten und in den neuen Bundesländern (TNS EMNID, 2002). COUPER/COUTTS (2006, 219) sehen den abdeckungsbezogenen Fehler („coverage errors“) als größten Verursacher für Verzerrungen. Es ist unzweifelhaft, dass die Zielgruppe sportliche Radfahrer nicht vollständig im Sinne einer Grundgesamtheit über das Internet anzusprechen ist.

Ein zweites Argument gegen eine starke Verallgemeinerung bei Online-Studien ist die Selbstselektion. Die ADM (2001) erkennt nur Studien als repräsentativ an, bei denen die Selbstselektion und die damit verbundene Verzerrung minimiert werden. Diese wird bei

Online-Studien als wesentlich höher angesehen (vgl. HAUPTMANN, 1999). Die folgende Abbildung zeigt die Problematik der Stichprobe auf:

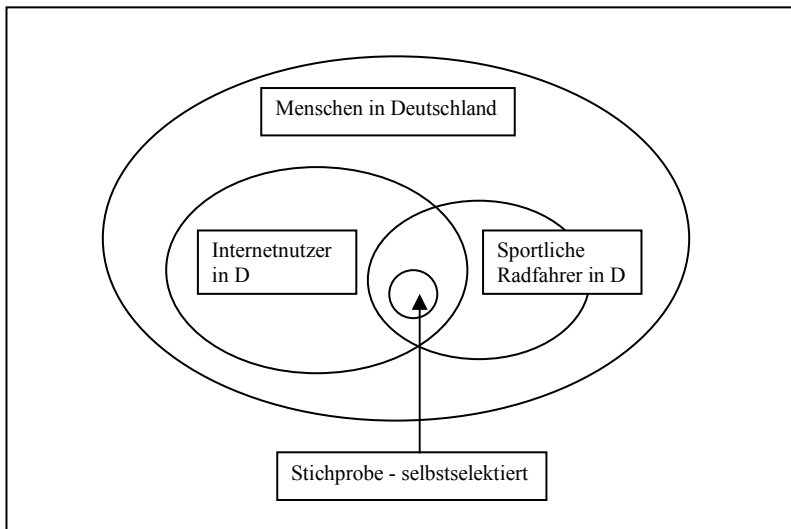


Abbildung 46: Stichprobe Online-Studie Radfahren und Ergonomie

Um Verzerrungen zu bereinigen, kann die Stichprobe gewichtet werden (vgl. GABLER, 2006; LUTTER, 2005). Hierzu werden oft verschiedene Parameter, wie Alter, Geschlecht, Einkommen, Haushaltsgröße usw. eingesetzt. Diese Daten werden aus Vergleichs- oder Parallelstudien herangezogen. Mit Hilfe von Schätzern können Ergebnisse dann korrigiert werden. Neben automatischen Verfahren gibt es auch inhaltsbezogene Verfahren. Der Nachteil von automatischen Verfahren ist, dass diese eine Verzerrung nur dann bereinigen, wenn die Modellannahme auch richtig ist. Diese beruht aber vor allem auf inhaltlichen Sachverhalten, wie sie oben dargestellt sind. Für diese Studie konnte keine Gewichtung durchgeführt werden, da entsprechende Referenzdaten fehlten.

Auch bei offensichtlich nicht repräsentativen Studien sollten sich diese an den Qualitätskriterien der Repräsentativität orientieren. Damit kann nicht nur die Qualität der Ergebnisse verbessert werden, sondern auch eine stärkere Verallgemeinerung vorgenommen werden. Für diese Studie stellt sich konkret die Frage, wie stark die Ergebnisse verallgemeinert werden können. Es liegt zwar keine echte Repräsentativität vor, jedoch ist damit noch nicht festgelegt, wie stark die Ergebnisse verallgemeinert werden

können. Verglichen mit Studien, die nur mit kleinen Stichproben durchgeführt werden, kann diese Studie stärker verallgemeinert werden. Ein weiteres Argument diese Ergebnisse auf eine größere Gruppe zu beziehen ist, dass die Probanden nicht nur lokal rekrutiert wurden. Im Gegensatz dazu nutzen viele Untersuchungen Studierende an Universitäten als Stichprobe. Das führt nicht nur zu einer starken Selektion bezüglich der Probanden, sondern es entsteht eine weitere Verzerrung auf Grund der regionalen Eigenarten. Wenn Online-Studien auch erhebliche Verzerrungen aufweisen, so ist ein größerer Fehler bei traditionellen „Studentenstichproben“ anzunehmen. Im Idealfall können Verzerrungen kalkuliert und die Interpretation damit korrigiert werden. Um Online-Studien möglichst genau zu korrigieren, sollte ganz konkret die Frage gestellt werden, wo Verzerrungen gesehen oder zumindest vermutet werden können. In dieser Studie werden folgende methodische Verzerrungen gesehen:

1. Geschlecht; generell mehr Männer online: Auch in dieser Studie nahmen deutlich mehr Männer teil, das entspricht aber in weitem Maße der Verteilung im Radsport.
2. Allgemein sind intensive Internetuser häufiger vertreten: Probanden bezeichnen sich als intensive Radfahrer, so dass sich die Frage stellt, ob diese gleichzeitig auch „heavy user“ des Internets sind.
3. Alter; jüngere Internetuser sind grundsätzlich häufiger: Kann in der Verteilung der Altersgruppen und der Einkommensgruppen nicht bestätigt werden
4. Höhere Einkommen nutzen generell mehr das Internet: Durchschnittseinkommen Stichprobe und Gesamtbevölkerung sind ähnlich, aber weniger hohe Einkommen in der Stichprobe als durchschnittlich bei Internetusern.

Die Einordnung der Teilnehmer entspricht in weitem Maße einer für Breitensportler plausiblen repräsentativen Normalverteilung. Das trifft zu bei Alter, Größe und Gewicht. 22% der Teilnehmer geben an, Übergewicht zu haben und die Überprüfung an Hand der Body-Mass-Index (BMI) Bestimmung können diesen Sachverhalt bestätigen (vgl. STAT BUNDESAMT, 2005). Der Durchschnittswert liegt an der oberen Grenze des Normalgewichts und zeigt damit, dass es sich bei den Teilnehmern vorwiegend um Breitensportler handelt. Die BMI Werte von Leistungssportlern bewegen sich im Radsport um die Grenze vom Normalgewicht zum Untergewicht. Auch die Selbstauskunft über die

Leistungsfähigkeit und das eher geringe Interesse an Geschwindigkeit und sportlichen Zielen (Wettkampf) unterstützen diese Einordnung. Damit wurde die Stichprobe so gezogen, wie es vorgesehen war. Im Vergleich mit regional erhobenen Stichproben könnte eine Online Stichprobe theoretisch regionale Besonderheiten korrigieren. Ob dieses jedoch wirklich der Fall ist, kann für diese Studie nicht gesagt werden.

Die geringe Zahl der teilnehmenden Frauen kann auf die unterrepräsentierte Zahl der Frauen im Bezug zur Internetnutzung beruhen. Bei VAN EIMEREN et al. (2002) wird der Wert der Frauen, die Online sind, mit 30 % für das Jahr 2001 und 36 % für das Jahr 2002 angegeben. Allerdings ist der Geschlechtsbias auch bei Offline-Umfragen in dieser Zielgruppe zu erkennen. Bei FROBÖSE et al. (2001) lag bei ihren Face-to-Face-Befragungen der Anteil der Frauen sogar nur bei 16 %. Auch andere Fakten zeigen, dass dieses der Verteilung beim sportlichen Radfahren entspricht. So sind die Leser der Fachzeitschriften in ähnlicher Weise wie in der Befragung in den Geschlechtern verteilt. Auch Teilnehmerzahlen von Radsportveranstaltungen und Clubmitgliedschaften zeigen diese Tendenz. BOWLES et al. (2006) fanden 72 % Männer und 28 % Frauen als Teilnehmer bei einem Breitensportlichen Radevent in Sydney. Daher ist die Verzerrung bezüglich Geschlecht eher als gering zu bewerten.

Die Altersgruppen hingegen weichen erheblich von der Grundgesamtheit der Internetnutzer ab. Im Gegensatz zu der linksschiefen Verteilung der Internetnutzer in Deutschland (vgl. auch HAUPTMANN, 1999, 31) in den Jahren 2001 und 2002 folgen die Altersklassen in der Onlinestudie stärker der Normalverteilung. Insbesondere die jüngeren Teilnehmer unter 30 Jahren sind deutlich für Internetuser unterrepräsentiert. Die Altersgruppen zwischen 30 und 59 Jahren hingegen überrepräsentiert. Da jedoch die Gruppe der unter 30jährigen einen deutlich höheren Anteil der Internetnutzer darstellt, wirkt der Wert der Studie für diese Altersgruppen wie eine Korrektur. Der Verzerrung der Stichprobe steht in diesem Fall eine Verzerrung der Selbstselektion zu mittleren Altersgruppen korrigierend entgegen. Der geringe Anteil der über 60 jährigen ist sowohl bei den Internetnutzern als auch bei den Teilnehmern der Studie zu vermerken.

Tabelle 34: Altersgruppen Internetnutzer 2001/2002 und Online Studie Fahrrad

Altersgruppe in Jahren	2001 in Mio (1)	2002 in Mio (1)	2001 in % (1)	2002 in % (1)	Online-Studie 2002 Fahrrad in %
14-19	3,3	3,8	13,3	13,4	4,6
20-29	5,5	6,5	22,2	23,0	17,4
30-39	6,1	7,9	24,6	27,9	31,2
40-49	5,2	5,2	21,0	18,4	25,8
50-59	3,2	3,5	12,9	12,4	17,1
60 und älter	1,5	1,4	6,0	4,9	4,0

(1) VAN EIMEREN et al. (2002, 3)

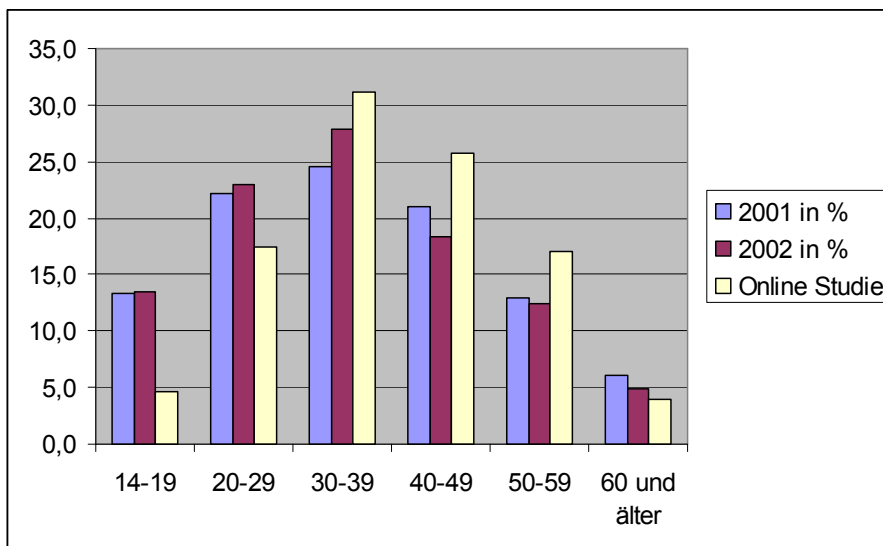


Abbildung 47: Altersgruppen Internetnutzer 2001/2002 und Online Studie Fahrrad

Insgesamt kommt das einer Repräsentativität der breitensportlichen Zielgruppe sehr nah. Es ist anzunehmen, dass mit jüngerem Alter der Leistungssport eine größere Rolle, sowie Beschwerden beim Radfahren eine geringere Rolle spielen. Damit trifft die Altersverteilung der Studie der gewünschten Zielstichprobe in hohem Maße.

Auch beim Einkommen liegen die Teilnehmer in der Nähe des Durchschnitts, verglichen mit dem repräsentativen durchschnittlichen Nettoeinkommen, das das Deutsche Bundesamt

für Statistik mit 32100 € in den Jahren 2001 und 2002 angibt (STAT. BUNDESAMT, 2003). Allerdings nahmen weniger Personen der hohen Einkommensgruppen teil, die nach COUPER/COUTTS (2006, 221) 87 % der Internetuser ausmachen (über 2600 € monatliches Nettoeinkommen für 2004), aber wenig repräsentativ für die Gesamtbevölkerung sind. Die Stichprobe stellt also eher eine repräsentativere Abbildung mit 23,8 % in dieser hohen Einkommensgruppe dar.

Man kann nach der oben dargestellten Diskussion festhalten, dass bei dieser Online Studie keine Repräsentativität vorliegt (vgl. ADM, 2001; QUATEMBER, 2001). Allerdings ist die Abbildung der Stichprobe in vielen Aspekten einer repräsentativen Stichprobe nah, so dass man die Stichprobe als „informativ“ bezeichnen kann. QUATEMBER (2001, 20) versteht darunter:

„Eine nichtrepräsentative Stichprobe heißt für eine Grundgesamtheit hinsichtlich der Verteilung auf einem Merkmal (oder nur: hinsichtlich eines Merkmals) informativ, wenn sie gemessen am Erhebungszweck ausreichende Informationen über das Merkmal liefert.“

Zusammenfassend kann man feststellen, dass auch nicht repräsentative Studien graduelle Unterschiede im Bezug zur Validität der Information haben. Explorative Studien haben dann einen hohen Informationsgrad und damit die Möglichkeit einer (stärkeren) Verallgemeinerung, je besser eine „Quasi-Repräsentativität“ abgebildet werden kann. Dazu gehören wie oben dargestellt, vor allem eine Abschätzung der Verzerrungen und eine mögliche Korrektur. Für diese Studie kann man feststellen, dass die Methode eine hohe Inhaltsvalidität für eine explorative Studie hat und damit einen hohen informativen Wert besitzt.

Für zukünftige Forschungen sollten nach Pilotstudien mit erkundendem Charakter repräsentative Untersuchungen folgen. Dennoch können in weiteren Studien die oben genannten Kritikpunkte aufgegriffen werden und damit diese Studie als Orientierung und Anregung zur Weiterentwicklung der Methodik dienen.

5.3.2 Diskussion Ergebnisse Online-Befragung

5.3.2.1 Stichprobe und Zielgruppe

Die allgemeinen personenbezogenen Ergebnisse bezüglich Alterstruktur, Größe, Gewicht und Einkommen zeigen eine große Breite. Die Vielfalt der Teilnehmer mit ihren unterschiedlichen und weit gestreuten Eigenschaften ist für die Orientierung zu dem Thema sehr hilfreich. Es wurde oben beschrieben, dass die hier gezogene Stichprobe trotz der fehlenden „echten“ Repräsentativität eine hohe Verallgemeinerung zulässt. Damit ist auch gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, eine breite einführende Übersicht zu dem Thema zu geben.

Wie schon in der Definition von Sport gezeigt wurde, ist die Trennlinie von sportlich zu unsportlich nur schwierig zu definieren. Die Vagheit der Abgrenzung ist auch stark in der individuellen Einordnung zu erkennen. Der Terminus „Sportliche Radfahrer“ ist also bedingt durch

- den sportlichen Kontext
- die Selbstzuschreibung von sportlich
- der Quantität des Radfahrens

Zum sportlichen Kontext gehört der Fahrradtyp. Hier hat die Untersuchung ergeben, dass 90 % aller Befragten einen Fahrradtyp benutzen, der für den sportlichen Einsatz konzipiert wurde. Das zeigen auch die Preise der Räder, deren größter Anteil bei über 1500 € liegt und damit in die höchste abgefragte Kategorie fallen. Das wurde vor der Umfrage nicht erwartet, da ansonsten eine andere Einteilung der Kategorien gewählt worden wäre. Da die Teilnehmer im Vergleich zu der Grundgesamtheit der Internetnutzer eher einem geringeren Nettoeinkommen folgen, ist die Investition in teure Fahrräder überraschend. Erklärbar ist das dadurch, dass vor allen ambitionierte Radfahrer an der Befragung teilgenommen haben, die die Fahrräder entsprechend nutzen und daher die höhere Qualität teurerer Räder schätzen.

Die Selbstbewertung der Sportlichkeit kann man an der Selbsteinschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit sehen. 80 % bewerten ihre körperliche Leistungsfähigkeit

mit gut bis befriedigend. Auch der Body-Mass-Index zeigt mit dem Niveau des Normalgewichts an, dass die meisten Teilnehmer sportlich sind, ohne aber in die Extreme Leistungssport oder unsportlich zu fallen. Hier zeigt sich in der Quantität des Radfahrens eine ganz realistische Selbsteinschätzung. Die Teilnehmer sind auch in anderen Sportarten aktiv.

5.3.2.2 Motive der Fahrradnutzung

Die Nutzung des Fahrrads erfolgt von den Teilnehmern nicht nur im sportlichen Sinn, sondern auch im alltäglichen Kontext. Die Gesamtnutzung des Rades mit durchschnittlich ein bis zwei Stunden am Tag pro Woche kann als hoch bewertet werden. Der Mobilitätsaspekt ist auch für ein Drittel der Teilnehmer wichtig. Explizit sportliche Motive, wie Geschwindigkeit und Wettkampf, sind aber nur für ein Viertel interessant. Typischerweise kann man die Teilnehmer als naturverbundene Gesundheitssportler bezeichnen.

Spaß ist ebenfalls eine Bedingung für das Radfahren. Da Spaß mit vielen Aspekten in Zusammenhang stehen kann (vgl. MORITZ/STEFFEN, 2003), wurde hier speziell der Spaß an der Bewegung abgefragt. Radfahren ist damit für eine sehr große Zielgruppe eine geeignete und beliebte Bewegungsform.

In der Selbsteinschätzung wird die Gesundheit als gut angesehen. Dabei scheinen die vorliegenden allgemeinen gesundheitlichen Beschwerden diese Bewertung kaum zu mindern. Möglicherweise spricht das für einen nur geringen Schweregrad der Beschwerden und auch eines nur zeitweiligen Auftretens. Die geringe Medikation ist ebenfalls ein Anzeichen dafür, da einige der genannten Beschwerden üblicherweise nur in einem ernsten Zustand medikamentös behandelt werden. Ein weiterer Grund für die gute Gesundheitsbewertung mag das Vorliegen von vielen Gesundheitsfaktoren sein. Nach dem Salutogenesemodell von ANTONOVSKY (in BENGEL et al., 1999; ABELE/BECKER, 1991) würden die hier erwähnten Gesundheitsfaktoren als Quellen von generalisierten Widerstandsressourcen oder direkt als generalisierte Widerstandsressourcen wirken. Sportliches Radfahren kann die physischen Ressourcen zum einen durch die Bewegung

selber stärken und zum anderen zu einem gesunden Lebensstil verleiten mit gesunder Ernährung, Nichtrauchen und wenig Alkohol. Alle diese genannten Aspekte sind für die Teilnehmer wichtig und treffen auf 45-77 % der Probanden zu. Ein weiterer starker Hinweis, dass Radfahren in besonderem Maße gesundheitliche Motive unterstützt, zeigt die Frage nach den Motiven für das Radfahren. Hier steht das Gesundheitsmotiv mit 78 % hinter dem Spaß an der Bewegung an zweiter Stelle. Das Motiv Entspannung wird von 75% der Probanden genannt in ähnlicher Größe genannt. Das bestätigt auf Modellebene die neue Vorstellung von Gesundheit, dass dieser Zustand nicht als absolut und auch nicht diametral anzusehen ist. Es kann trotz gesundheitlicher Beschwerden ein Gefühl von guter Gesundheit vorliegen.

5.3.2.3 Beschwerden beim Radfahren

Grundsätzlich erfreuen sich die Teilnehmer der Studie einer guten allgemeinen Gesundheit. Daher sind keine besonderen Auswirkungen auf Beschwerden beim Radfahren zu erwarten. Die meisten Probanden haben beim Radfahren durchschnittlich vier Beschwerden, nur eine sehr kleine Gruppe von 5 % der Probanden haben keine Beschwerden. Dieses deckt sich stark mit einer Untersuchung von FROBÖSE et al. (2001), bei der 90 % der Radfahrer Beschwerden angaben. Man kann die relativ große Zahl an Beschwerden dahingegen interpretieren, dass Radfahren einige gesundheitliche Probleme verursachen kann. Dieses zeigt auch die hohe Bereitschaft zu Maßnahmen der Teilnehmer. Allerdings spricht gegen einen hohen Beschwerdegrad, dass diese nur kurz anhalten. Auch bei BARRIOS (1997) finden sich zu 96 % leichtere Überlastungsbeschwerden. Vor allem sind die seltenen Beschwerden öfter zu finden als die Häufigen.

Dieses spricht eher dafür, dass die Beschwerden als mehr oder minder große Komforteinbuße zu verstehen sind und weniger als ernsthafte Gesundheitseinschränkungen. Zudem sind allgemeine Beschwerden mit denen beim Radfahren korreliert, so dass einige Beschwerden, wie Rückenbeschwerden, möglicherweise zum Radfahren mitgebracht werden. Die meist genannten Beschwerden wurden ebenfalls in anderen Studien gefunden, oft in ähnlicher Weise. Sitzprobleme haben bei allen Studien (außer BARRIOS) häufige Nennungen. Auffällig bei den Radprofis sind viele Beschwerden an den Knien (65 %) und

wenige Nennungen des Rückens (14 %). Bei WEISS (1985) finden sich besonders viele Beschwerden am Nacken und in dieser Studie hat der Rücken eine besonders hohe Nennung.

Tabelle 35: Die häufigsten Beschwerden, Vergleich unterschiedlicher Studien (vgl. auch PETSCHNIG, 2004)

Studie	Barrios, 1997	FROBÖSE et al., 2001,	TOFAUTE	Weiss, 1985	Wilber, 1995
Stichprobe	Straßenprofis nur Männer, N=65	Mountainbiker, FTFQ auf zwei Events, N=840	Gemischt, Online-Fragebogen, N=1165	Rennradfahrer Etappenfahrt, Breitensportler, FTFQ, N=132	Freizeitsportler, Email Fragebogen, N=518
Gesäß/Po		44,6	65	64	36,5
Hände/Handgelenk	40	20	53,9		31,1
Rücken	14	35,5	52,9		30,3
Knie	65	27,3	51,5	35,4	41,7
Nacken/Schultern		43	46,9	66,4	48,8
Finger		37,4			

(Angaben in Prozent)

FTFQ=Face-to-Face-Questionnaire

Die Unterschiede in den Studien lassen sich mit den Differenzen der Versuchsdesigns erklären. Dazu gehören der Radfahrertyp, Untersuchungskontext, Leistungsstärke, Homogenität/Heterogenität der Gruppe, Stichprobengröße, Messinstrument und Art der Erhebung. Die hohen Nennungen der Online-Studie können auf eine Verzerrung hinweisen, dass vor allem Personen mit Beschwerden an dem Fragebogen teilgenommen haben. Hier ist ein Interesse offensichtlicher als bei Personen ohne Beschwerden. Ein anderer Grund könnte sein, dass bei BARRIOS und FROBÖSE die Teilnehmer im Schnitt jünger waren. Bei WEISS waren die Teilnehmer gegenüber dieser Studie 3 Jahre im Mittel älter. Eine ähnlichere Struktur hat die Studie von WILBER (1995), bei der alle Werte deutlich niedriger liegen, bis auf den Wert für den Nackenbereich. Hier liegen beide Studien in ähnlicher Größenordnung.

5.3.2.4 Ergonomische Maßnahmen

Die Vielzahl der ergonomischen Maßnahmen kann ein wenig überraschen. Auf der einen Seite liegen zwar oft Beschwerden beim Radfahren vor. Diese sind jedoch von niedriger Beschwerdehöhe und eher als Beeinträchtigung von Wohlbefinden und Komfort zu sehen, und nicht als ernste gesundheitliche Einschränkung. Damit kann Radfahren weiterhin als eine gesunde und empfehlenswerte Sportart für jedes Lebensalter und weiter Bevölkerungsgruppen gesehen werden.

Auf der anderen Seite sind die Radfahrer der Untersuchung in der Mehrzahl mit teuren Rädern ausgestattet, so dass man davon ausgehen möchte, dass die Ergonomie der Fahrräder auf einem guten Niveau liegt. Das dem nicht so ist, lassen die Investitionen in ergonomische Maßnahmen vermuten. Wenn die Aufrüstung an den Schnittstellen Sattel und Lenker auch nur im Mittelfeld der ergriffenen Maßnahmen liegen, so ist hier eine starke Inkompatibilität zwischen Sportler und Fahrrad der Serienprodukte zu sehen. Wenig beachtet werden Beratung und Dienstleistungen als Maßnahmen. Hier könnte ein passendes Angebot fehlen. Möglicherweise liegt auch durch die geringe Höhe der Beschwerden kein so großer Leidensdruck vor, dass Experten häufig (und möglicherweise kostspielig) zu Rate gezogen werden. Es herrscht eher eine „Do-it-yourself“ Mentalität vor, die aus der hohen Nennung von Informationssuche aus den Medien und der Optimierung der Sitzposition hervorgeht. Die Effektivität von ergonomischen Maßnahmen lässt sich wie schon oben beschrieben aus konzeptionellen und methodischen Gründen nicht ermitteln.

Eine weitere Schlussfolgerung ist, dass viele Ergebnisse mit anderen Studien übereinstimmen. Die Methode lässt allerdings keinen Richtungszusammenhang von Beschwerden beim Radfahren und ergonomischen Maßnahmen in statistischer Hinsicht zu. Es ist aber logisch davon auszugehen, dass die vielfältigen ergonomischen Maßnahmen zur Reduzierung von Beschwerden eingesetzt werden und nicht deren Ursachen darstellen. Allerdings können Maßnahmen auch präventiv eingesetzt werden, um Beschwerden zu vermeiden oder im Vorfeld deutlich zu reduzieren. Diesen Zusammenhang konnte die Studie nicht aufzeigen. Daher sind zum Nachweis dieses Mechanismus weitere Studien nötig. Die Kernfrage dieses biopsychosozialen Ansatzes konnte jedoch weitgehend geklärt werden. Der Stellenwert von ergonomischen Maßnahmen wird im Bezug zu Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort von sportlichen Radfahrern als hoch angesehen.

6 Satteldruckmessungen zur Bestimmung des Sitzkomforts beim Radfahren

Sitzbeschwerden zählen zu den häufigsten Problemen beim Fahrrad fahren (vgl. DETTORI/NORVELL, 2006; FROBÖSE, 2001; WEISS, 1985). Eine besondere Rolle spielt dabei der Sattel als Schnittstelle (vgl. SOMMER et al., 2001b; SCHWARZER et al., 1999). Als Schnittstelle ist zudem die Radhose ein weiterer bedeutender Faktor beim Sitzkomfort. Hinzu kommen Umweltbedingungen wie Temperatur, Nässe und Vibrationen, die den Sitzkomfort weiter stark beeinflussen können. In dieser Studie soll der Komfort des Sattels untersucht werden.

6.1 Methodik Sattelstudie

6.1.1 Fragestellungen und Hypothesen Sattel

Die Fragestellungen für die experimentelle Untersuchung sind:

2.1 Welche Unterschiede im Sitzkomfort lassen sich bei verschiedenen Sattelmodellen feststellen?

2.2 Welchen Einfluss hat das Satteldesign auf den Sitzkomfort?

Die Hypothesen lauten:

H 2.1: Es lassen sich Unterschiede im Sitzkomfort in Abhängigkeit vom Sattelmodell finden.

H 2.2: Unterschiedliche Satteldesigns lassen sich anhand einer Druckmessung im Komfort bewerten.

In der Durchführung der Methode stellt sich die Frage, wie sich Komfort als Parameter definieren und messen lässt.

6.1.2 Vorüberlegungen Methodik Sattelstudie Labor

Zur Bestimmung des Sitzkomforts sind verschiedene Methoden möglich. Einen Bereich stellen subjektive Methoden dar. Komfortbewertungen können per Interview oder Fragebogen erhoben werden. WOTZKA et al. (1972) ließen eine Rangordnung bei Stühlen erstellen, nachdem diese im Paarvergleich bewertet wurden. Fachmagazine und Industrie nutzen subjektive Verfahren schon seit Jahren. Dabei werden sowohl Experten (Entwickler, Radprofis, Testfahrer und Redakteure) als auch Laien befragt. Die Validität ist aber insbesondere bei subjektiver Komfortbeurteilung einer großen Schwankung unterworfen. Die Bewertung hängt vor allem von psychologischen Faktoren (z.B. der Stimmung) ab. Zudem bestimmt die Art und Länge der Testfahrt die Bewertung in weiterem Maße. Ein kurzzeitiger Test auf einem Ergometer kann andere Bewertungen erzeugen als ein lang andauernder Test in realen Fahrsituationen.

Je nach Leistungsintensität des Radfahrers nimmt die Druckbelastung des Sattels ab, da der Fahrer dann vermehrt Gewicht auf die Beine überträgt. Die Sitzposition ist ebenfalls entscheidend für die Gewichtsbelastung auf dem Sattel und für die Belastung der anatomischen Bereiche. In sehr stark vorgeneigter Haltung (z.B. Rennrad) wird vermehrt der Perinealbereich belastet (vgl. RODANO et al., 2002). In aufrechter Position ist eine größere Belastung auf den Sitzbeinhöcker und der Gesäßmuskulatur zu finden. Eine weitere Schwierigkeit der Verallgemeinerung von subjektiv erhobenen Daten bildet die unterschiedliche Anatomie der Probanden und Unterschiede in der Empfindlichkeit von Körperregionen. So sind einige Probanden empfindlicher bezüglich bestimmter Körperregionen als andere. Auch die Art des Diskomforts ist höchst unterschiedlich. Ein Individuum ist empfindlicher bezüglich Druckbelastung und ein anderer bezüglich Reibung und Wundscheuern.

Der andere Bereich zur Objektivierung der Schnittstelle besteht in biomechanischen Verfahren. Bekannt und verbreitet sind hier Druckmessungen auf der Satteloberfläche zur Bestimmung der Kräfte. Haltungsanalysen (vgl. BRESSEL/LARSON, 2003) und Elektromyografie sind weitere Methoden, die zum Einsatz kommen (vgl. DE LOOZE et al., 2003). Die mechanische Sichtweise kann zwar die Belastung ermitteln, allerdings nur einen Anhaltswert für die Beanspruchung liefern, da diese noch von vielen anderen Faktoren abhängt. Hierzu zählen zum einen die anatomischen Bedingungen, die stark zwischen

Individuen schwanken können. Zum anderen ist auch die subjektive Bewertung der Belastung entscheidend dafür, wann eine Druckbelastung als komfortabel empfunden wird. Wie auch schon oben erläutert, fließen für die Gesamtbeurteilung noch weitere Faktoren ein. Der situative Kontext, Konzentration und Ablenkung (z.B. bei einem Rennen) können ebenfalls den Komfort beeinflussen.

Trotz der oben genannten Einschränkungen haben sich Druckmessungen in den letzten Jahren in allen Bereichen von Sitzanwendungen etabliert. Dieses wurde durch die technische Weiterentwicklung entsprechend gefördert. Zudem kann man objektive Belastungsdaten effizient ermitteln. Eine andere objektive Methode zur Bestimmung der Beanspruchung ist jünger als die Druckmessung an der Schnittstelle. Mit der Methode der Durchblutungsmessung des Penis kann die Beanspruchung ermittelt werden. Bei einem erhöhten Druck durch den Sattel auf die den Penis versorgenden Gefäße wird die Durchblutung reduziert (vgl. SOMMER et al., 2001b). Allerdings ist diese Methode auf Männer beschränkt. Zudem ist eine andere Beschränkung, dass der Sitzkomfort nur auf die Durchblutung des perinealen Bereichs eingeschränkt ist, ohne etwas über den Sitzkomfort an dieser Stelle auszusagen. Auch der Hauptsitzbereich der Sitzbeinhöcker und der Gesäßmuskulatur wird von dieser Methode nicht erfasst. Dennoch ist diese Methode geeignet, Belastungen und Beanspruchungen im Genitalbereich aufzuspüren. Insbesondere in der Diskussion um Impotenz durch den Fahrradsattel hat diese Methode wesentlich zur Aufklärung beigetragen. Mit der Durchblutungsmessung lassen sich Sättel bezüglich der Belastung im Genitalbereich beurteilen (vgl. BREDA et al., 2005; BRODERICK, 1999; SOMMER et al., 2001b). Allerdings konnten COHEN/GROSS (2005) keine Unterschiede in der Durchblutung bei drei unterschiedlichen Satteldesigns finden. Die Methode der penilen Durchblutungsmessung scheint daher nur bei größeren Unterschieden im Satteldesign geeignet zu sein (vgl. CREMER, 2002).

Verschiedene Studien sind der Frage nachgegangen, welche Effekte verschiedene Satteldesigns auf den Komfort haben. Einige Studien fanden heraus, dass ein Sattel ohne Sattelnase wesentlich weniger Druck auf das Perineum ausübt (LOWE et al., 2004; MUNARRIZ et al., 2005). Diese Sättel sind jedoch auf Grund der fehlenden Beinführung im sportlichen Bereich kaum anzufinden. Daher stellt sich die Frage, ob sich ebenso Unterschiede bei Sätteln mit traditioneller Form finden lassen. In den bisherigen Studien

wurden in der Regel nur wenige Sättel miteinander exemplarisch verglichen. Aus der Praxis werden Sättel mit traditioneller Grundbauweise oft dennoch in ihrem Komfort unterschiedlich bewertet. Dabei stellt sich die Frage, ob verschiedene traditionelle Satteldesigns auch einen messbaren Unterschied in objektiven Komfortkennzahlen widerspiegeln.

Traditionelle Sportsättel unterscheiden sich heute in der Form nur geringfügig. Das betrifft vor allem die Breite und Aussparungen in der Mitte des Sattels. Die Polsterung hat oft unterschiedliche Materialien oder unterschiedliche Dicke oder Härte. Nach den oben genannten Erläuterungen eignet sich insbesondere die Druckmessung an der Schnittstelle Sattel-Gesäß, da nur mit dieser Methode die gesamte Schnittstelle einbezogen wird und damit auch Unterschiede der Satteldesigns erfasst werden können. Das betrifft vor allem Besonderheiten im Hauptsitzbereich des hinteren Teils vom Sattel. Hier ist die penile Durchblutungsmessung wenig aussagekräftig.

6.1.3 Versuchsaufbau und Materialien

Der Versuchsaufbau besteht aus einem stationären Fahrrad, das durch ein Ergometer (Cyclus Avantronic, Fa. RBM, Leipzig) im Tretwiderstand regulierbar ist. Die Lage des Sattels wird einheitlich definiert. Der Sattel befindet sich in einer relativen identischen Höhe und Position, jeweils individuell auf jeden Probanden eingestellt. Die Sattelspitze hat immer dieselbe Entfernung vom Lenker. Die Sattelneigung wird in der Mitte des Sattels genau waagrecht gestellt. Der Lenker wird in einer definierten Weise gegriffen, damit das Gewicht in allen Versuchen nahezu identisch verteilt ist. Auf dem Sattel ist eine Druckmessfolie vom Typ F-Scan (Fa. Tekscan Inc., USA) angebracht. Es werden zwei Sensorfolien vom Typ 3000E mit Klebestreifen aneinandergesetzt, so dass die ganze Fläche des Sattels erfasst werden kann. Durch diese Modifizierung kann im Vergleich mit den Standardmessfolien eine höhere Auflösung erzielt werden. Die Daten werden mit einem PC aufgezeichnet und auf dem Monitor online kontrolliert.



Abbildung 48: Versuchsaufbau Satteldruckmessung mit Ergometer, Fahrrad, Druckmessfolie und PC

Insgesamt werden 10 Sportsättel mit traditionellem Design getestet. Die Auswahl erfolgt nach der Verfügbarkeit im Fahrradhandel. Die Unterscheidungskriterien der Sättel sind wie folgt:

- Sättel mit und ohne Aussparung
- Sättel mit unterschiedlichen Breiten
- Sättel mit unterschiedlichen Polsterarten

Diese Kriterien sehen einige Fachleute als entscheidend zur Reduzierung von Sitzbeschwerden an (vgl. BURKE, 1998, KRONISCH, 1998; PRUITT, 2006).

Daraus ergibt sich folgende Matrix des Testpools:

Tabelle 36: Testsättel

Nr.	Modell- bezeichnung	Aussparung	Breite	Polsterdicke	Polsterhärte	Polsterart	Sonstiges
1	Aliante	nein	schmal	dünn	hart	Schaum	bewegliche Satteldecke in der Mitte
2	Axlite	nein	schmal	kein Polster			unflexible Carbonschale
3	Bontrag	nein	schmal	dick	weich	Schaum	
4	Butterfly	ja	breit	dick	weich	Schaum	
5	Flite	nein	breit	dünn	hart	Schaum	
6	Fly	ja	schmal	dick	weich	Schaum	
7	Fly Spec	ja	schmal	dick	weich	Schaum	flexible Schale seitlich
8	Lookin	nein	breit	dick	weich	Schaum + Gel	sehr dickes Gel
9	Prolin	nein	breit	dick	hart	Schaum	
10	Vites	nein	breit	dick	weich	Schaum	



Abbildung 49: Testsättel und Aufbringung der Messfolie

6.1.4 Probanden

Es nehmen je 2 Männer und Frauen an den Versuchen teil. Alle Probanden haben keine gesundheitlichen Einschränkungen. Vor Versuchsbeginn werden die Probanden über den Ablauf des Versuchs informiert und das Einverständnis bestätigt. Die Probanden verfügen über ähnliche körperliche Voraussetzungen, so dass die Versuche vergleichbar sind und Streuungen geringer ausfallen sollten.

Tabelle 37: Probanden

Proband	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Geschlecht
M1	26	184	75	M
M2	24	182	72	M
MW	25	183	73,5	M
s	1,41	1,41	2,12	M
W1	23	171	59	W
W2	22	166	55	W
MW	22,5	168,5	57	W
s	0,71	3,54	2,83	W
MW gesamt	23,75	175,75	65,25	M/W
s gesamt	1,71	8,66	9,74	M/W

MW=Mittelwert

s=Standardabweichung

6.1.5 Durchführung

Die Messdauer beträgt pro Sattel und Proband je 10 Minuten. Vor jeder Messreihe werden die Sensoren kalibriert. Die Daten werden direkt mit einem PC aufgezeichnet und online kontrolliert. Bei Messfehlern wird der Versuch wiederholt. Der Tretwiderstand beträgt bei jedem Probanden 1,5 Watt/kg Körpergewicht. Die Trittfrequenz wird bei 80 U/min festgelegt. Die Sättel werden nach demselben Schema für jeden Probanden und Versuch gleich eingestellt. Die Sattellage wird in Höhe, Abstand zum Lenker und Neigung genau justiert. Dabei wird die Sattelhöhe mit der Fersenmethode festgelegt. Der Proband

bestimmt die Sattelhöhe mit der vollständigen Streckung des Beins im unteren Totpunkt der Kurbel. Dabei steht die Ferse auf dem Pedal. Beim Tretzyklus wird mit dem Ballen das Pedal berührt, so dass das Bein eine geringe Beugung in der größten Beinstreckung einnimmt. Damit soll sichergestellt sein, dass das Gewicht immer gleichmäßig auf Pedale, Lenker und Sattel verteilt ist (vgl. BRESSEL/CRONIN, 2005).

Es werden 2 Griffhaltungen vorgegeben, die mit jedem Sattel durchfahren werden. In der Rennradposition wird eine 60 Grad Vorbeuge (aus der Vertikalen) und in der Mountainbikehaltung eine 40 Grad Vorbeuge eingenommen. Diese Positionen sind die im Sportbereich am meisten genutzten Haltungen, sowohl beim Rennrad und auch eingeschränkt beim Mountainbike oder Fitness-/Trekkingbike. Damit werden sowohl der Druck im perinealen Bereich (Rennrad deutlicher) als auch die Belastung auf den Sitzhöckern (MTB verstärkt) gemessen.

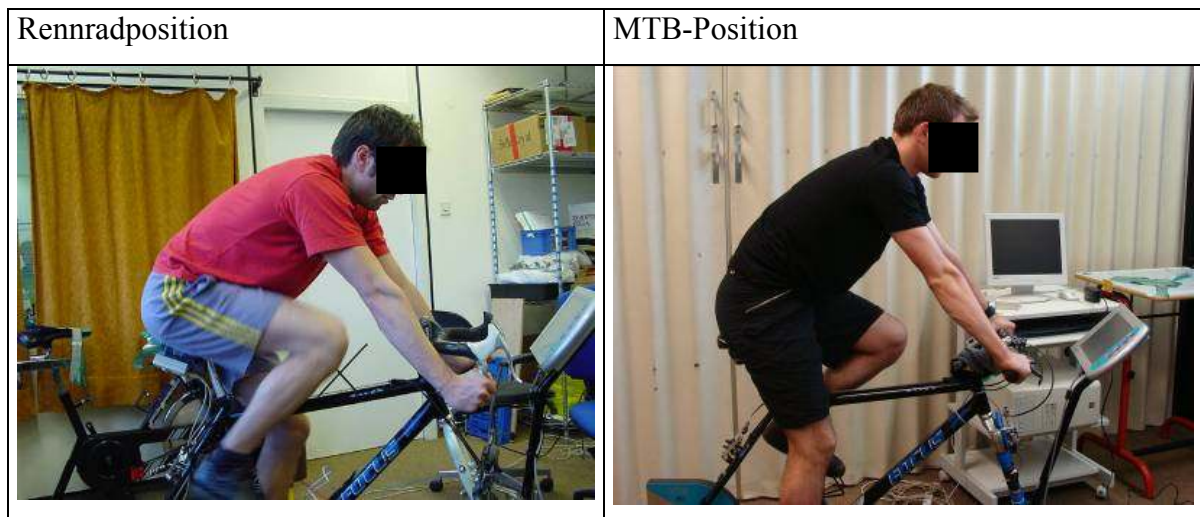


Abbildung 50: Sitzhaltungen Rennrad und MTB

Die Probanden erhalten die Anweisung, die Arme in jeder Position gestreckt zu halten. Parallel wird mit einem Goniometer die Rückenneigung durch Nachmessen kontrolliert.

6.1.6 Auswertung

Die Daten werden nach folgenden Aspekten ausgewertet:

1. Scan-Bild zur Lokalisation von Druckspitzen und Darstellung der Druckverteilung
2. Quantitative Auswertung: Mittlerer (P_x) und maximaler Druck (P_{max}) über die gesamte Sitzfläche
3. Benchmarking zur Komfortbewertung
4. Mittelwertvergleich: Varianzanalyse und T-Test zur Signifikanzbestimmung

Zur Erstellung der Scan-Bilder werden die gemittelten Werte jedes Sensors in das Programm F-Scan Analyse (Fabian Güttge, Erfstadt) konvertiert und in einer Matrix optisch dargestellt. Die Druckwerte und das Benchmarking werden mit Microsoft Excel (Microsoft Inc., USA) bearbeitet. Die statistischen Analysen erfolgen mit SPSS (SPSS Inc., USA). Die Signifikanzgrenze wird bei $p \leq 0,05$ festgelegt.

6.2 Ergebnisse Sitzkomfort bei Fahrradsätteln

Die Ergebnisse werden in zwei Bereiche aufgeteilt. Der erste Teil ist deskriptiv und zeigt qualitative Ergebnisse anhand der Scan-Bilder. Im zweiten Teil werden die quantitativen Werte dargestellt und die Mittelwerte auf Signifikanzen verglichen.

6.2.1 Qualitative Analyse – Scan-Bilder

Die Bewertung der Druckbilder kann nur individuell für jede Messung durchgeführt werden. An dieser Stelle soll anhand einiger Beispiele jedoch gezeigt werden, wo Probleme beim Sattel bestehen. Die Abbildungen zeigen über die Messdauer gemittelte Kraftwerte. In der Darstellung von Druckbildern kann man verschiedene Dinge erkennen. Zum einen ist der Sitzbereich zu sehen. Es zeigt sich bei den Scans, dass nur ein bestimmter Bereich des Sattels belastet wird. Sowohl die Sattelspitze, als auch das breite Sattelende werden nicht als Sitzfläche genutzt. Je nachdem, in welcher Vorlage der Fahrer sitzt, verschiebt sich die Sitzfläche in Längsrichtung. In der Abbildung kann man sehen, dass durch die größere Vorlage in der Rennradhaltung die belastete Fläche etwas nach vorne wandert.

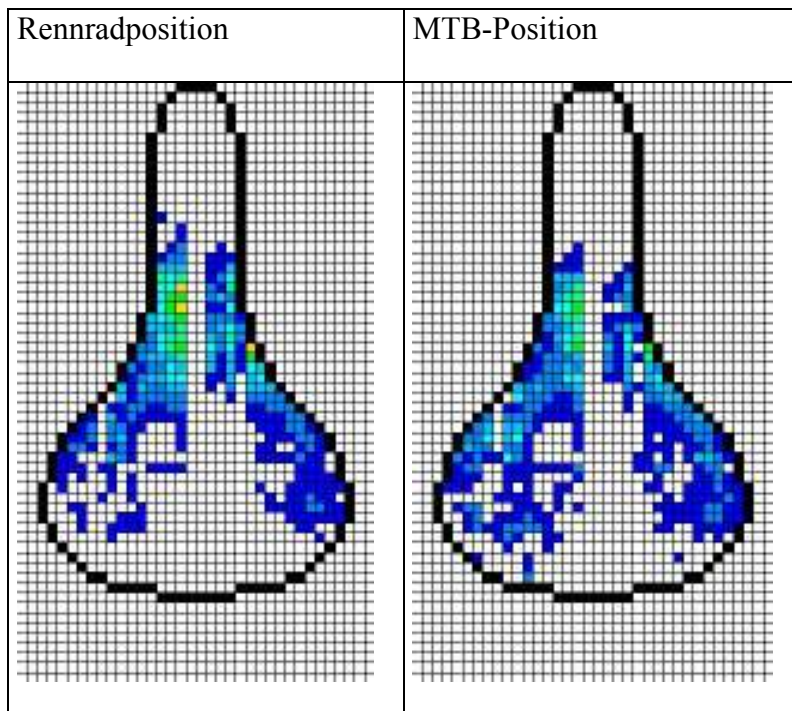


Abbildung 51: Druckbildern bei verschiedenen Sitzpositionen

Es kommt zudem zu einem verstärkten Druck im Perinealbereich und zu einer Reduzierung des Drucks im Sitzknochenbereich. In der MTB-Position wird eine größere Fläche an den Sitzhöckern und der Gesäßmuskulatur zur Abstützung genutzt. Dieses macht sich auch in den Werten des durchschnittlichen als auch maximalen Drucks bemerkbar. Bei diesem Beispiel handelt es sich um einen Sattel mit einer Öffnung im Mittelbereich. An den Lochkanten sind leicht erhöhte Druckbelastungen zu finden. Für dieses Modell ist die Druckbelastung jedoch sehr gleichmäßig und weist kaum hohe Belastungsspitzen auf.

Bei dem nächsten Beispiel wird gezeigt, dass eine Veränderung im Satteldesign im Druckbild zu erkennen ist. Beide Sättel sind soweit identisch, ausgenommen die Modifikation beim Fly Special, bei dem im Seitenbereich die Schale flexibler gestaltet wurde. In den Abbildungen kann man erkennen, dass beim Fly Special an diesen Stellen geringere Druckwerte entstehen. Durch die höhere Flexibilität an den Seiten entsteht eine deutlich geringere Druckbelastung.

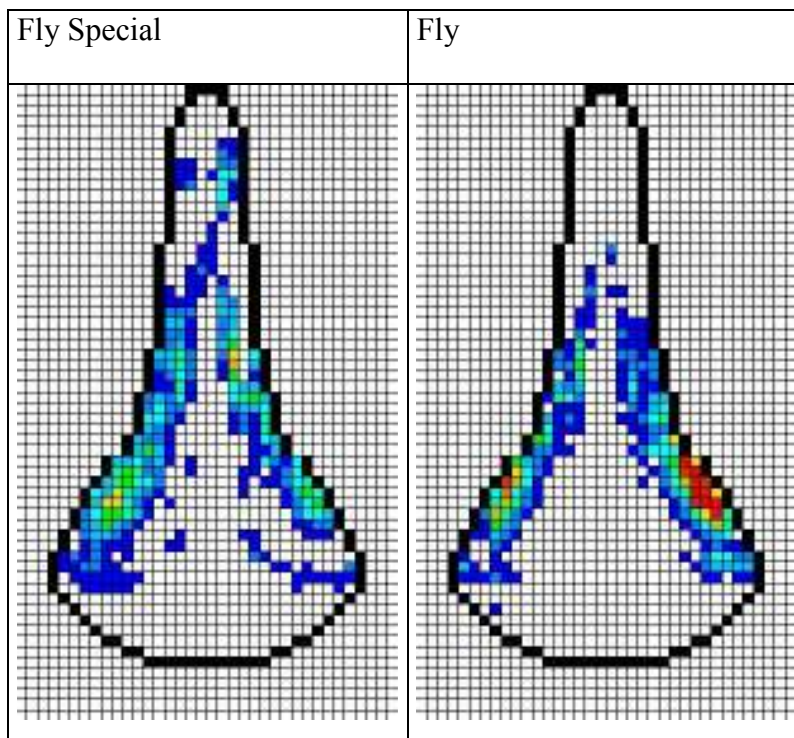


Abbildung 52: Einfluss von Designmodifikationen

Damit kann die Hypothese H 2.2 für diesen Fall bestätigt werden, dass das Satteldesign auf die Sitzbelastung einen Einfluss hat. Dieses kann auf eine qualitative Weise festgestellt werden.

Weitere Unterschiede der Sättel und der Einfluss des Designs werden in der Folge quantitativ dargestellt.

6.2.2 Quantitative Analyse Druckwerte

6.2.2.1 Ranking Sättel

Um eine Bewertung der Sättel durchzuführen, werden beide Parameter prozentual umgerechnet und addiert (und damit gleich gewichtet). Als Referenzpunkt dient der Axlite, da dieser in beiden Fällen die höchsten Werte markiert. Die Sättel werden dann absteigend in ein Ranking gebracht. In der Addition beider Komfortparameter können zwei Sättel als besonders komfortabel angesehen werden. Zum einen der Vites (112 %) und zum anderen der Butterfly (113 %). Das Mittelfeld ist zweigeteilt. Zwei Sättel liegen um 130 % (Prolin, Lookin). Vier weitere zwischen 140 und 150 % (Fly Spec, Aliante, Bontrag, Fly). In diesem Feld zeigt sich der Flite mit 172 % als deutlich unkomfortabler als die anderen gepolsterten Sättel und wird nur noch von der ungepolsterten Referenz übertroffen.

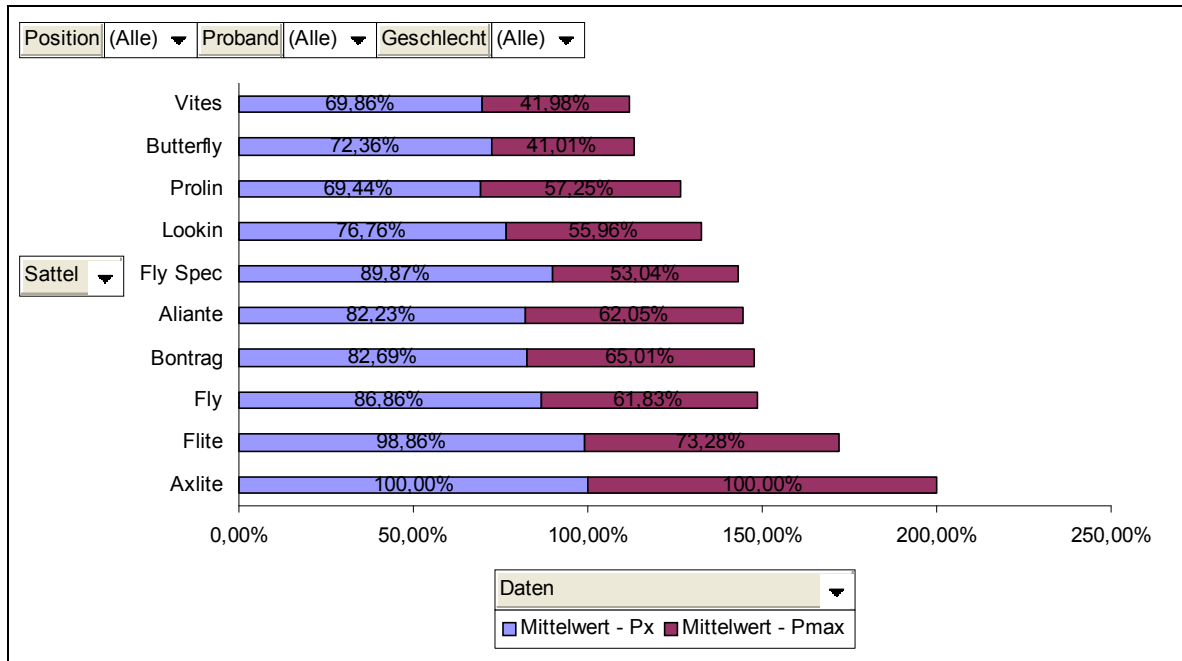
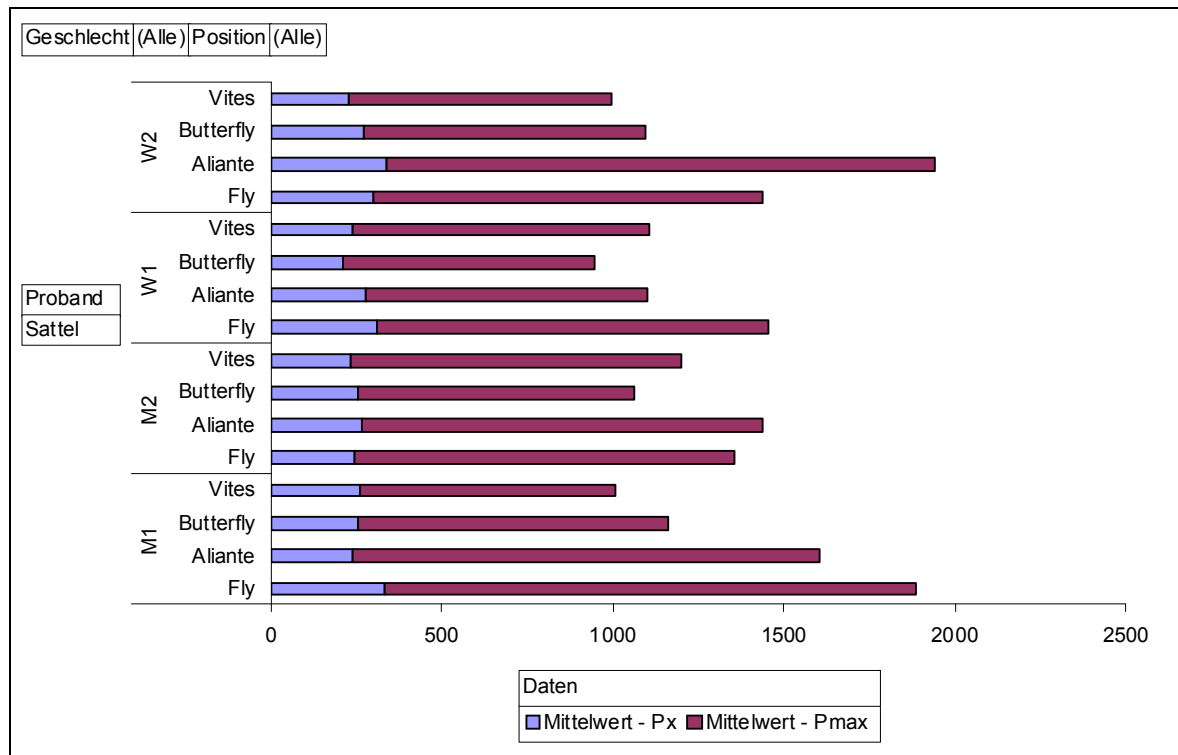


Abbildung 53: Ranking Sättel

Tabelle 38: Ranking Werte

Position	(Alle)		
Proband	(Alle)		
Geschlecht	(Alle)		
	Daten		
Sattel	Mittelwert - Px	Mittelwert - Pmax	Summe
Axlite	100,00%	100,00%	200%
Flite	98,86%	73,28%	172%
Fly	86,86%	61,83%	149%
Bontrag	82,69%	65,01%	148%
Aliante	82,23%	62,05%	144%
Fly Spec	89,87%	53,04%	143%
Lookin	76,76%	55,96%	133%
Prolin	69,44%	57,25%	127%
Butterfly	72,36%	41,01%	113%
Vites	69,86%	41,98%	112%

Jedoch sollte beachtet werden, dass die individuellen Voraussetzungen und Bedingungen zu anderen Ergebnissen führen können, als die Mittelwerte aller Probanden.



Werte in g/cm²

Abbildung 54: Individuelle Druckwerte

So ist zu erkennen, dass die unterschiedlichen Probanden teilweise bei dem einen oder dem anderen Sattelmodell geringere Druckwerte haben. Als Beispiel kann man beim Butterfly und Fly sehen, dass diese bei der Hälfte der Probanden bessere und bei der anderen Hälfte schlechtere Werte erreichen als zwei Vergleichsmodelle.

6.2.2.2 Druckwerte der Sättel

Die Druckwerte zeigen, dass die verschiedenen Sättel stark voneinander abweichen. Der niedrigste Wert findet sich bei dem Modell Prolin mit 236 g/cm² (s=28) mittlerer Druck und der höchste Wert bei dem Sattel Axlite mit 341 g/cm² (s=43). Der Durchschnittswert aller Sättel liegt bei 282 g/cm² (s=34). Der durchschnittliche Maximaldruck liegt bei 1224 g/cm² (s=325). Den höchsten Maximaldruck findet sich ebenfalls beim Axlite mit 2001 g/cm² (s=913) und der niedrigste Wert beim Modell Butterfly mit 820 g/cm² (s=108).

Tabelle 39: Mittlerer und maximaler Druck

Sattel	Px	s_px	Pmax	s_pm
Aliante	280,0	39,1	1241,8	374,8
Axlite	340,5	43,4	2001,1	913,0
Bontrager	281,6	39,7	1301,0	207,0
Butterfly	246,4	27,7	820,8	108,1
Flite	336,6	35,3	1466,5	384,2
Fly	295,8	35,7	1237,3	312,3
Fly Spec	306,0	51,1	1061,4	146,5
Lookin	261,4	22,5	1119,9	349,1
Prolin	236,4	28,4	1145,6	300,1
Vites	237,9	17,2	840,1	151,5
MW	282,3	49,2	1223,5	493,4

Werte in g/cm²

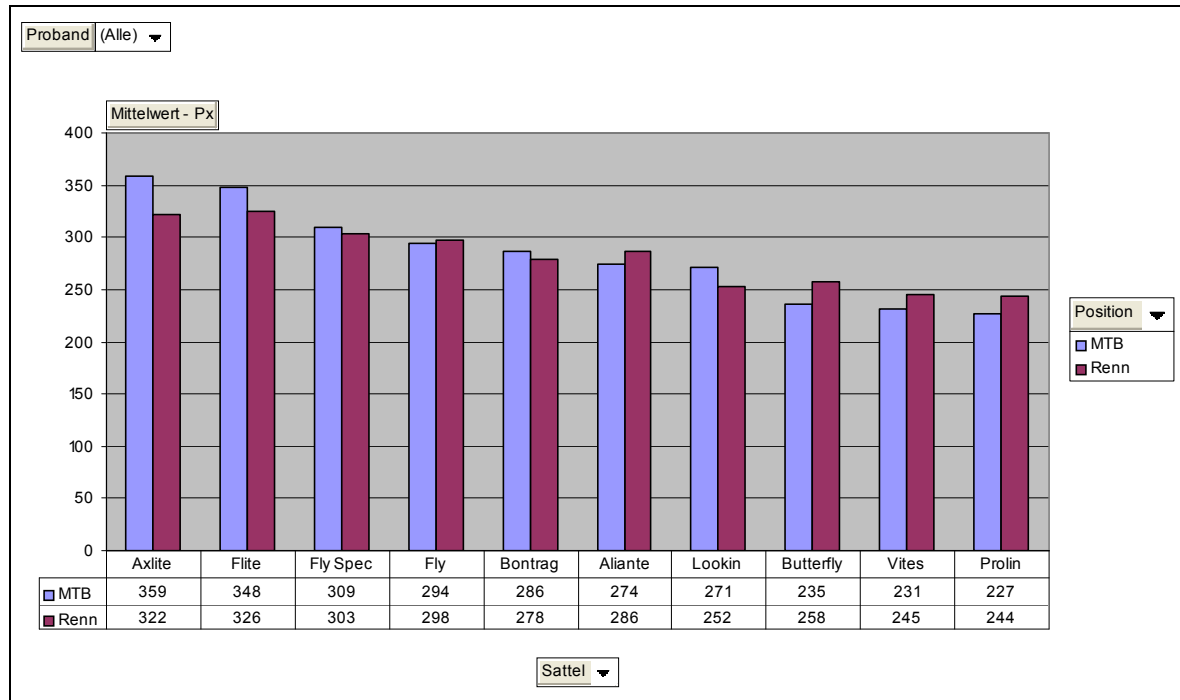
Px=mittlerer Druck

s_px=Standardabweichung Px

Pmax=maximaler Druck

s_pm=Standardabweichung Pmax

Die Bestimmung des mittleren Drucks (Px) auf der Sitzfläche ist ein wichtiger Komfortaspekt. Hierbei zeigt sich, dass die Sättel ohne Polsterung oder sehr dünner Polsterung die höchsten Px-Werte erreichen (Axlite oder Flite, bis zu 359 g/cm², MTB-Pos.). Im Gegensatz dazu liegen Sättel mit dicker Polsterung oder großer Breite deutlich darunter (< 300 g/cm², Butterfly, Vites, Prolin).

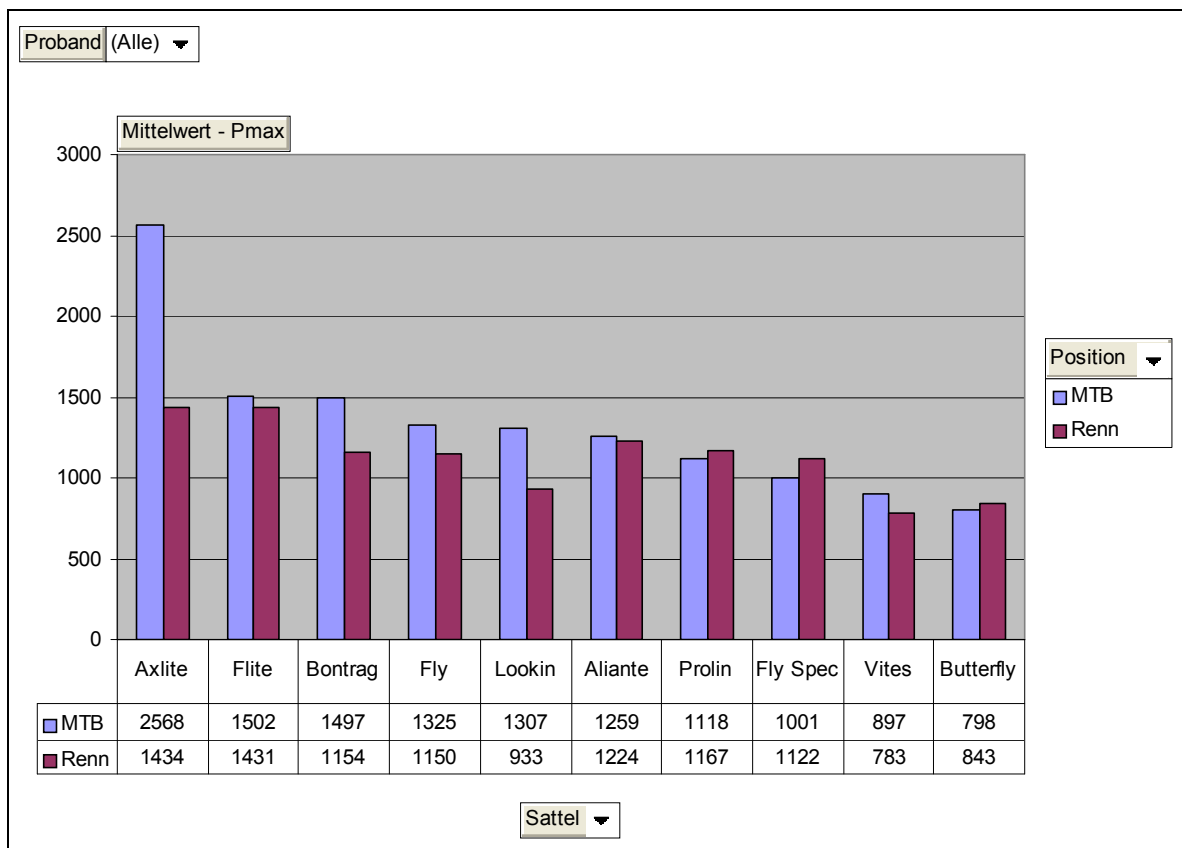


Werte in g/cm²

Abbildung 55: Mittlerer Druck

Man kann auch erkennen, dass einige Sättel geringere Werte in der Rennrad-, andere geringere Druckwerte in der MTB-Position erzeugen. Bei beiden Positionen finden sich je fünf Sättel. Insgesamt liegen die Druckwerte zwischen beiden Sitzpositionen nur wenig auseinander. Die Differenz beträgt je nach Sattel zwischen 4 und 17 g/cm².

Ebenso entscheidend für den Komfort ist der maximale Druck, der Druckspitzen anzeigt. Hier ist sehr deutlich zu erkennen, dass der ungepolsterte Axlite einen sehr hohen Wert erreicht (>2500 g/cm², MTB-Pos.). Die minimalen Druckspitzen erreichen die Sättel mit der dicksten Polsterung (Butterfly, <800 g/cm², MTB). Die übrigen Sättel liegen mit Werten zwischen 1000 und 1500 g/cm² dazwischen. In der Rennradhaltung sind die Unterschiede kleiner. Mit Werten von über 1400 g/cm² liegen Axlite und Flite jedoch wesentlich über den Modellen Lookin, Butterfly und Vitesse, die alle weniger als 1000 g/cm² erreichen. Auch hier sind Sättel zu finden, die in der MTB-Position geringere Druckwerte erzeugen (Prolin, Fly Spec und Butterfly). Einige Sättel erzeugen in der Renn-Position erheblich geringere Druckwerte als in der MTB-Position (Axlite, Bontrag, Lookin).



Werte in g/cm²

Abbildung 56: Maximaler Druck

Die Unterschiede der Sättel sind mit $p < 0,001$ signifikant. Dieses gilt sowohl für den mittleren als auch für den maximalen Druck.

Tabelle 40: Einfluss des Sattelmodells auf den Sitzkomfort (einfaktorielle Varianzanalyse)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Px	Between Groups	101016,725	9	11224,081	8,975	,001
	Within Groups	85037,429	68	1250,550		
	Total	186054,154	77			
Pmax	Between Groups	8168380,670	9	907597,852	5,835	,001
	Within Groups	1,058E7	68	155551,746		
	Total	1,875E7	77			

In der nächsten Tabelle kann man erkennen, dass sich die Druckwerte bei den einzelnen Probanden unterscheiden. Die Differenzen sind jedoch nur gering. Beim Proband P3 findet sich der niedrigste durchschnittliche Druck mit $P_x=274 \text{ g/cm}^2$ und bei P4 mit 296 g/cm^2 der höchste Wert. Auch bei den maximalen Druckwerten liegen die Probanden dicht beisammen. Der Proband P3 hat hier ebenfalls den niedrigsten Wert mit $P_x=1120 \text{ g/cm}^2$ und der Proband P1 den höchsten mit 1292 g/cm^2 .

Tabelle 41: Druckbelastungen P_x und P_{max} Probanden

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Px	P1	20	282,750	39,0477	8,7313	264,475	301,025	221,0	344,0
	P2	20	278,150	60,4651	13,5204	249,851	306,449	213,0	421,0
	P3	18	273,611	42,4335	10,0017	252,509	294,713	193,0	353,0
	P4	20	295,950	52,1127	11,6528	271,561	320,339	219,0	397,0
	Total	78	282,846	49,1557	5,5658	271,763	293,929	193,0	421,0
Pmax	P1	20	1292,250	553,5365	123,7745	1033,187	1551,313	728,0	3103,0
	P2	20	1285,450	607,0910	135,7497	1001,323	1569,577	703,0	3520,0
	P3	18	1120,167	453,7651	106,9535	894,515	1345,819	677,0	2162,0
	P4	20	1185,950	326,8337	73,0822	1032,987	1338,913	724,0	1855,0
	Total	78	1223,538	493,4098	55,8677	1112,292	1334,785	677,0	3520,0

Die Unterschiede in den Druckwerten der einzelnen Probanden zueinander sind zwar erkennbar, jedoch nicht signifikant ($p=0,53$ für Px und $p=0,67$ für Pmax).

Tabelle 42: Unterschiede der Druckkräfte zwischen den Probanden (einfaktorielle Varianzanalyse)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Px	Between Groups	5410,626	3	1803,542	,739	,532
	Within Groups	180643,528	74	2441,129		
	Total	186054,154	77			
Pmax	Between Groups	391687,235	3	130562,412	,526	,666
	Within Groups	1,835E7	74	248029,894		
	Total	1,875E7	77			

Dasselbe gilt für die Unterschiede zwischen den Geschlechtergruppen. Der zu erkennende Unterschied ist beim durchschnittlichen Druck nur 5 g/cm^2 und ebenso ist der maximale Druck bei Männern und Frauen dicht beisammen mit 1289 g/cm^2 (Männer) zu 1155 g/cm^2 (Frauen).

Tabelle 43: Druckwerte Px und Pmax Geschlecht

Group Statistics

	Geschlecht	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Px	männlich	40	280,450	50,2930	7,9520
	weiblich	38	285,368	48,4731	7,8634
Pmax	männlich	40	1288,850	573,4453	90,6697
	weiblich	38	1154,789	388,0279	62,9464

Ein T-Test ergibt, dass es zwischen den Geschlechtern keinen signifikanten Unterschied gibt ($p>0,05$).

Tabelle 44: Einfluss des Geschlechts auf die Druckwerte (T-Test)

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Px Equal variances assumed	,001	,975	-,439	76	,662	-4,9184	11,1941	-27,2133	17,3765
Equal variances not assumed			-,440	75,983	,661	-4,9184	11,1833	-27,1921	17,3552
Pmax Equal variances assumed	,611	,437	1,203	76	,233	134,0605	111,4491	-87,9096	356,0306
Equal variances not assumed			1,215	68,806	,229	134,0605	110,3777	-86,1481	354,2692

Bei der Differenzierung von Rennrad zu MTB Position zeigen sich nur geringe Unterschiede. Die Differenzen sind für den mittleren als auch den maximalen Druck nicht signifikant ($p=0,736$ für Px und $p=0,067$ für Pmax).

Tabelle 45: Einfluss der Sitzposition (einfaktorielle Varianzanalyse)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Px	Between Groups	279,838	1	279,838	,114	,736
	Within Groups	185774,316	76	2444,399		
	Total	186054,154	77			
Pmax	Between Groups	813491,174	1	813491,174	3,448	,067
	Within Groups	1,793E7	76	235952,740		
	Total	1,875E7	77			

Zusammenfassend ergibt sich für die Satteldruckmessungen, dass sich die Druckbelastung signifikant zwischen den Sätteln unterscheidet. Damit kann die Hypothese H 2.1 bestätigt werden, dass es Unterschiede im Sitzkomfort bei verschiedenen Sätteln gibt und diese vom Satteldesign abhängen (Hypothese H 2.2). Die Sitzposition, das Geschlecht und auch die Probanden untereinander unterscheiden sich nicht statistisch und sind damit keine Erklärung für die unterschiedlichen Messwerte.

6.3 Diskussion Sitzkomfort bei Fahrradsätteln

6.3.1 Methode Sattelstudie

Die Technik der Druckmessung mit einer Druckmessfolie hat sich in dieser Studie bewährt. Die Ergebnisse zeigen grundsätzlich die Eignung der Methode, allerdings sind verschiedene methodische Schwächen erkennbar.

Die Reliabilität der Methode ist bis heute nicht für den Bereich Fahrradsattel evaluiert. Das ist vor allem in zwei Ursachen begründet. Die erste Ursache ist die fehlende Evaluation der Methodik. Auf der Wissenschaftsebene hat es bis heute keine Reliabilitätsstudien für diese Methodik gegeben. Eine Ausnahme stellt die Studie von BRESSEL/ CRONIN (2005) dar. Hier konnte eine Reliabilität und Validität festgestellt werden. Diese ist aber abhängig von einer hohen Standardisierung des Versuchsdesigns. In dieser Studie wurde die Standardisierung so hoch wie möglich gehalten. Hierzu zählten vor allem die penible Kontrolle der Sitzposition und Haltung, sowie die genaue Sattelleinstellung. Die Last auf dem Pedal wurde durch einen definierten Ergometerwiderstand kontrolliert. Allerdings fehlte eine Kontrolle der Last auf dem Lenker. Hier ist ein Optimierungsbedarf zu sehen. In anderen Anwendungsbereichen ist die Reliabilität und Validität dieser Methode weiter entwickelt. Insbesondere bei planen Oberflächen wie Sitze und Stühle ist die Reproduktion der Sitzbelastung einfacher möglich und ein reliables Ergebnis wird in mehreren Fällen berichtet (vgl. FENETY et al., 2000; STINSON et al., 2002; STINSON et al., 2003a, STINSON et al., 2003b). Allerdings schränken einige Studien die Methodik ein. EITZEN (2004) sieht insbesondere die Methode als kritisch, um geringe Unterschiede statistisch signifikant zu evaluieren. CRAWFORD et al. (2005) halten die Validität der Methode ebenfalls für kritisch.

Zur Kontrolle der Beckenkipfung sind verschiedene Methoden bekannt, wie z.B. die Verwendung einer Winkelantenne (vgl. MOES, 1998; MOES, 2000). Auch beim Fahrrad sind einfache Methoden bekannt, so z.B. das Klinometer (vgl. BRESSEL/ LARSON, 2003). In dieser Studie wurde ein Goniometer in einer klinometrischen Funktion eingesetzt. Allerdings konnte damit nur der Winkel des Rumpfs zur Nullposition (Vertikale) kontrolliert werden, und nicht die Beckenkipfung. Hier ist die Methode von MOES (1998) ein geeigneter Ansatz.

Die zweite große Ursache für Schwächen der Methode liegt in den vielen Variablen, die teilweise großen Einfluss auf die Satteldruckmessung haben. Hier sind vor allem die individuellen anatomischen und anthropometrischen Voraussetzungen zu nennen. Darüber hinaus ist die Reproduktion der Sitzposition überaus schwierig. Dazu gehört unter anderem die schon oben beschriebene Schwierigkeit der Beckenkipfung. Auch ein geringes Vor- oder Zurückrutschen auf dem Sattel kann die Messergebnisse so stark verändern, dass keine vergleichbaren Aussagen mehr getroffen werden können.

Problematisch an dem verwendeten Messsystem sind die geringe Flexibilität und damit der schnelle Verschleiß der Sensoren. Zudem sorgen Knickstellen für fehlerhafte Kraftwerte, die in die Ergebnisse mit eingehen. Allerdings sind die Werte an den Knickstellen nur sehr gering und in ähnlicher Weise bei allen Versuchen anzunehmen. Das gilt zumindest für den intraindividuellen Vergleich. Zwischen den Probanden sind allerdings größere Unterschiede aufgrund der unterschiedlichen Anatomie und Sitzposition zu finden. Die Duplizierung der Sitzposition gestaltet sich als sehr schwierig. Die Probanden sollten zwar eine ähnliche Position einnehmen, allerdings beruht die weitgehend auf dem subjektiven Gefühl.

Zusammengefasst ist der Grad der Standardisierung eine Schwäche bezüglich der Reliabilität und Validität der Ergebnisse. Größere Probandengruppen könnten zwar die statistischen Voraussetzungen verbessern, damit jedoch nicht die anderen methodischen Probleme ausgleichen. Hierzu ist in weiteren Studien noch viel Detailarbeit nötig.

6.3.2 Ergebnisse Sattelstudie

Wie die oben gezeigten Ergebnisse zeigen, ist es schwierig, über die reine Mittelung von Druckwerten eine allgemeine Empfehlung auszusprechen. Auch wenn im Mittel die Mehrheit mit einem Modell besonders gut zurechtkommt, muss dieses nicht für einen spezifischen Nutzer zutreffen. Komplexer wird dieser Sachverhalt zudem dadurch, dass einige Sättel in einer Position angenehm sind, in einer anderen aber möglicherweise nicht. Um jedoch zu einer allgemeingültigen Aussage zu kommen, sollten die Daten gemittelt werden. Hier erhöht eine große Stichprobe die Validität der Aussagen. In diesem Fall war das Ziel jedoch nicht, individuelle Unterschiede bei einzelnen Probanden durch eine große

Stichprobe zu nivellieren, sondern in einer Fallstudie zu zeigen, ob Unterschiede auch bei nur geringen Änderungen im Satteldesign zu finden sind. Diese These kann für diese Studie bestätigt werden. Damit ist die Bemühung von Sattelherstellern durchaus berechtigt, Modelle weiterzuentwickeln und nicht nur auf revolutionäre neue Designs zu setzen. Auch RODANO et al. (2002) konnten Unterschiede zwischen unterschiedlichen Sattelmodellen finden. Im Gegensatz zu jener Studie schneiden die Modelle mit Aussparung jedoch in dieser Untersuchung im direkten Vergleich wesentlich besser ab. In der Studie von RODANO waren die Aussparungen jedoch sehr groß und physikalisch als Nachteil zu sehen. Dadurch verkleinert sich die verfügbare Fläche des Sattels, so dass ein höherer durchschnittlicher Druck zu erwarten ist. Auch können an den Kanten der Aussparung höhere Druckmaxima entstehen, so dass Sättel mit Loch hier deutliche Nachteile haben können.

Die guten Ergebnisse der Sättel mit Aussparung in dieser Studie stehen den Ergebnissen von RODANO et al. (2002) entgegen. Die Machart im Detail der Sättel scheint damit die wesentlich Rolle zu spielen und nicht nur das grundsätzliche Design. Es lassen sich auch theoretische Vorteile des Sattels mit Aussparung sehen. Diese sind mit der Druckmessfolie als auch mit anderen Methoden bestimmbar. Die Sättel mit Aussparung in dieser Studie verfügen zum einen über eine nur schmale Aussparung. Diese kann erhöhten Druck an den Lochkanten reduzieren. Zudem ist beim weichen Polster festzustellen (Butterfly) dass dieses bei Belastung sich in Richtung der Aussparung flächig platt drückt. Damit wird zwar auf der einen Seite das Loch verkleinert, jedoch bleibt der Effekt der reduzierten Druckbelastung aufgrund des flexiblen Materials erhalten. Damit ist die Funktion des Lochs weniger die völlige Entlastung dieser Region, sondern eine dynamische Entlastung je nach Krafteinwirkung. Ein weiterer Effekt der Aussparung ist zudem die flexiblere Sattelschale, die hohem Druck ausweichen kann. Einige Studien, die die perineale Beanspruchung untersucht haben, konnten ebenfalls feststellen, dass bei Sätteln mit Aussparung die Belastung geringer ist (vgl. BREDA et al., 2005; BRESSEL/LARSON, 2003; BRESSEL et al., 2007). Das gleiche gilt auch für breitere Sättel (vgl. JEONG et al., 2002; SPEARS et al., 2003). Allerdings zeigten sich bei COHEN/GROSS (2005) keine signifikanten Unterschiede zwischen Sättel mit und ohne Loch. Verschiedene Sättel mit Aussparung haben in dieser Untersuchung sehr gute Ergebnisse erzielt. Dieses ist nicht nur bei den Frauensätteln zu finden (Butterfly), sondern auch bei den Männermodellen (Fly).

Beide Typen sind zwar geschlechtsspezifisch konstruiert, jedoch zeigt sich, dass die Sättel auch jeweils vom anderen Geschlecht mit hohem Komfort genutzt werden können. Um das Satteldesign für Männer und Frauen zu optimieren, sind noch weitere Forschungen sinnvoll. Für weitere Aussagen fehlen allerdings entsprechende Erkenntnisse.

Konstruktiv können Sättel nach Aspekten Komfort und Sport unterschieden werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die breiteren und dicker bzw. aufwändiger gepolsterten Sättel geringere Druckwerte erzeugen. Dieses ist jedoch nur schlecht mit sportlichen Aspekten, wie schlankes und aerodynamisches Design und geringem Gewicht zu verwirklichen. Eine Ausnahme stellt hier allerdings der Vites dar, der durch seine anatomisch gute Form trotz relativ geringer Polsterung und sportlichem Design Bestwerte im Komfort erzielt. Dieser Sattel hat im Perinealbereich eine sehr flexible Schale, die bei hohem Druck nachgibt. Damit zeigt sich auch dieses Konstruktionsprinzip geeignet, für einen hohen Sitzkomfort zu sorgen. Flexible Bereiche am Rand der Sattelschale zeigen sich nur in geringem Maß effektiv. Die Maßnahme beim Fly Special, bei dem besondere Aussparungen in der Satteldecke vorhanden sind, konnten nur geringe Verbesserungen zeigen. Nur in der MTB-Position kann festgestellt werden, dass die Druckwerte im Vergleich zum Fly reduziert sind. Im Druckbild sind Verbesserungen hingegen deutlicher auszumachen. Im Sportbereich kann durch die Wahl des richtigen Sattels eine Komfortsteigerung erzielt werden. Hierbei ist insbesondere der Anwendungsbereich zu beachten. Am Beispiel des Axlite kann man erkennen, dass dieser nicht für eine aufrechtere Position geeignet ist. In einer starken Vorbeuge ist das Komfortdefizit jedoch schon wesentlich geringer.

Für die Entwicklung eines optimalen Komfortsattels konnte diese Studie einige Hinweise geben. Es bleiben einige Fragen offen, so dass weiterer Forschungsbedarf besteht.

7 Laboruntersuchung der Schnittstelle Lenkergriffe zur Erhöhung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren

Neben dem Sattel und den Pedalen ist der Lenker der dritte Kontaktpunkt am Fahrrad. An diesen Stellen besteht eine direkte Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. An der Schnittstelle Lenkergriffe ist die taktile Verbindung durch den direkten Kontakt besonders gut zu spüren.

Gelegentlich treten in diesem Bereich Beschwerden beim Radfahren auf. Verschiedene Studien berichten hier über eine Größe von 20 bis 54 % der betroffenen Radfahrer (vgl. BARRIOS, 1997; FROBÖSE et al., 2001; WILBER, 1995). Die Beschwerden können sich als Schmerzen in der Hand, im Handgelenk oder im Unterarm äußern. Auch Missempfindungen, wie Kribbeln oder eine völlige Gefühllosigkeit der Hand und der Finger sind bekannt. Diese Beschwerden werden mit den Begriffen Karpaltunnelsyndrom, Guyonsches Syndrom oder Radfahrerlähmung (Cyclists Palsy) bezeichnet (vgl. BURKE, 1998; PRUITT, 2006). Beim Karpaltunnelsyndrom ist der Nervus Medianus betroffen, beim Guyonschen Syndrom der Nervus Ulnaris (vgl. AKUTHOTA et al., 2005; CHAN et al., 1991; MCCUE/SCHUETT, 1998; PATTERSON et al., 2003). Durch die Abstützung des Körpergewichts auf den Lenker wird das Hand-Arm-System belastet. Hierbei werden die Nerven und Blutgefäße im Karpaltunnel komprimiert (vgl. CAPITANI/BEER, 2002; PETRACIC/PETRACIC, 1989). Eine weitere Ursache kann ein übermäßig abgeknicktes Handgelenk sein. Dadurch können die Handnerven geklemmt werden. Eine ungewohnte Handhaltung, sich monoton wiederholende oder statische Haltungen können ebenfalls für Beschwerden sorgen (vgl. RICHMOND, 1994). Hinzu können Vibrationen die Effekte verstärken (vgl. GRIFFIN et al., 2006).

Es werden unterschiedliche Maßnahmen empfohlen, die zur Beseitigung bzw. Minderung der oben genannten Beschwerden beitragen können. Auf der einen Seite betreffen Maßnahmen die Ausrüstung und auf der anderen Seite das Verhalten des Nutzers. Hilfen auf der Seite des Fahrrads sind die richtige Einstellung und Größe des Rades, vor allem die Reduzierung des Gewichts auf den Händen durch eine aufrechtere Sitzposition. Die

Kontaktstelle selber kann durch eine zusätzliche Polsterung oder der Lenkerposition und Form beeinflusst werden (vgl. CAPITANI/BEER, 2002; HANKEY/GUBBAY, 1988; MAIMARIS/ZADEH, 1990). Das gilt auch beim Tragen von gepolsterten Handschuhen (vgl. BEER/HOPPE, 2008). Zudem sind Maßnahmen zur Reduzierung von Vibrationen zu empfehlen (vgl. PALMER et al., 2001), wie zum Beispiel durch eine Federgabel (vgl. TOFAUTE, 1998) oder Handschuhe (vgl. GRIFFIN, 1998). Hiermit zeigt sich, dass die technische Komponente Fahrrad zur Steigerung der Ergonomie beitragen kann. Auf der Fahrerseite sind eine gerade Handgelenksstellung, häufiges Umgreifen der Hände in unterschiedliche Positionen und Übungen für Hände bzw. Handgelenke hilfreich. (vgl. MAIMARIS/ZADEH, 1990; PATTERSEN et al., 2003). Auch die Verbesserung der konditionellen Eigenschaften von Kraft, Ausdauer und Flexibilität stellen eine Präventionsmaßnahme dar (vgl. ZIMMERMANN, 1994).

DABABNEH et al. (2004) zeigen, dass viele Handwerkzeuge ergonomische Eigenschaften und Designs vermissen lassen. Werden jedoch ergonomische Eigenschaften in das Produkt integriert, lassen sich positive Effekte feststellen (vgl. FREUND, et al., 2000). Ob dieses beim Fahrrad auch zutrifft, ist in dieser Dissertation die wichtige Frage. Für das Fahrrad werden seit einiger Zeit spezielle Griffe angeboten, die Beschwerden verringern sollen. Ein ergonomischer Griff, der erst seit wenigen Jahren auf dem Markt ist, verfolgt eine Reduzierung von Beschwerden und eine Komfortsteigerung durch eine vergrößerte Handauflage. Bei einer Untersuchung von SALA et al. (1998) konnte gezeigt werden, dass flächige Stützengriffe das Körpergewicht gleichmäßiger verteilen. Der Erfolg von verschiedenen Maßnahmen, wie sie oben genannt wurden, ist bisher jedoch kaum wissenschaftlich untersucht worden. Damit haben Hersteller und auch Verbraucher bisher nur wenige objektive Anhaltspunkte, ob unterschiedliche Designs tatsächlich einen gesundheitlichen Effekt haben. Diese Untersuchung soll den Einfluss von ergonomischen Griffen auf Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort im Bereich des Hand-Arm-Systems feststellen.

7.1 Methodik Komfort bei Lenkergriffen

7.1.1 Fragestellungen und Hypothesen

Das Ziel dieser Untersuchung ist es, eine erste Pilotstudie im Bereich der Fahrradgriffe im Bezug auf die Aspekte Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort durchzuführen. Da in dieser ersten Studie keine Beschwerden provoziert werden sollen, stellt sich die Frage, wie gesundheitliche Effekte ermittelt werden können. Dieses erfolgt in dieser Studie mit der Bestimmung des Aspekts Komfort. Es wird vermutet, dass Einschränkungen des Komforts vor dem Eintreten ernsthafter gesundheitlicher Beschwerden auftreten und damit ein messbarer Parameter gefunden werden kann. Dabei sollen zwei Typen von Griffen miteinander beispielhaft verglichen werden. Ein Standardgriff wird einem neuartigen ergonomischen Griff gegenübergestellt.

Die Fragestellungen für diese Untersuchung lauten:

- 3.1 Welche Unterschiede lassen sich zwischen einem Standardgriff und einem ergonomischen Griff finden bezüglich Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort?**
- 3.2 Ist die Beanspruchung des Radfahrers geringer mit ergonomischen Griffen?**
- 3.3 Wie unterscheidet sich die subjektive Komfortbewertung des Fahrers bei unterschiedlichen Griffen?**

Daraus ergeben sich diese Hypothesen:

- H 3.1: Es können Unterschiede bezüglich Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort in Abhängigkeit vom Griffdesign gefunden werden.**
- H 3.2: Ergonomische Griffe reduzieren die Beanspruchung beim Radfahren.**
- H 3.3: Der Komfort bei ergonomischen Griffen wird subjektiv höher empfunden.**

Um dieser Fragestellung nachzugehen soll eine möglichst stark standardisierte Testsituation geschaffen werden, die im Folgenden näher beschrieben wird.

7.1.2 Vorüberlegungen

Diese Pilotstudie soll zum einen die oben gestellte Frage beantworten und zum anderen Methoden für diesen Bereich entwickeln. Durch die Neuartigkeit der Fragestellung und der Untersuchung hat diese Studie einen explorativen Charakter. Diese Studie wird experimentell im Labor durchgeführt, da hier die Standardisierung eine effiziente Bearbeitung der Fragestellung ermöglicht. Dadurch kann in einer ersten Studie mit einer überschaubaren Probandenzahl und der Veränderung nur weniger Parameter gearbeitet werden.

Eine Ursache für Beschwerden wird dabei in der Gewichtsbelastung im System Fahrer-Lenker gesehen. Um diese Gewichtsbelastung in Hinblick auf unterschiedliche Lenkergriffe überprüfen zu können, wird ein Messinstrument benötigt, das die Gewichtskräfte im Auflagebereich der Hand differenzieren kann. Bisher sind nur wenige Studien bekannt, die sich mit einer ähnlichen Problematik auseinandergesetzt haben. Hier sind vor allem Studien aus der Arbeitswissenschaft zu finden, die sich mit handgeführten Maschinen und Werkzeugen befasst haben. Im Bereich des Radfahrens sind Druckmessungen bei Sätteln und Schuhen bekannt. Ein geeignetes Messinstrument können Sensoren sein, die sich zwischen Hand und Griff befinden und die Gewichtskraft von unterschiedlichen Arealen anzeigen (vgl. ALDIEN et al., 2005; GUPTA et al., 2006, 170-175; NIKONOVAS et al., 2004; WELCOME et al., 2004).

Alleine mit der Gewichtskraft ist jedoch noch keine umfassende Aussage über die Beanspruchung des Nutzers gegeben. Die Beanspruchung der Unterarmmuskulatur, die vorwiegend für die Handbewegungen zuständig ist, kann mit Hilfe eines Elektromyogramms untersucht werden (vgl. HOOZEMANS/VAN DIEEN, 2005). Auch hier stellt sich die Frage, ob es deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Griffotypen gibt und sich die Muskelaktivität unterscheidet. Dabei werden die Aktionspotentiale des Muskels gemessen. Hierbei wird in der Regel nur ein Teil des Muskels als repräsentativer Teil des gesamten Muskels untersucht. Für eine erste Betrachtung soll diese Methode weitere Aussagen liefern.

Auch die subjektive Empfindung bei den Griffen spielt zumindest in der Bewertung des Komforts eine große Rolle. Diese Bewertung wird mit Hilfe einer Beurteilungsskala

durchgeführt (vgl. KUIJT-EVERS et al., 2005). Dabei werden die Probanden nach jedem Testlauf mit Hilfe einer Likertskala befragt.

Zur Beantwortung der Fragestellungen werden folgende methodische Untersuchungsansätze gewählt.

- Messung der Druckverteilung auf der Handinnenfläche
- Messung der muskulären Aktivität der beteiligten Muskelgruppen
- Erfassung des subjektiven Komfortempfindens

7.1.3 Versuchsaufbau

Die Untersuchungen finden im Labor unter standardisierten Bedingungen statt. Verschiedene Versuchspersonen fahren auf einem speziellen Fahrradergometer Typ Avantronic Cyclus (Fa. Avantronic Systeme GmbH, Leipzig) mit einem Mountainbike. Die Methoden zur Bestimmung der Belastung und Beanspruchung bestehen aus einer Druckmessung an der Hand, einer Elektromyografie (EMG) der Armmuskulatur und einer subjektive Beurteilung des Komforts.



Abbildung 57: Schema Versuchsaufbau Labor

Es wird ein runder Standardgriff (N-Griff, Typ Titec, USA) mit einem neuartigen ergonomischen Griff (E-Griff, Typ Ergon GR1, Urmitz), der eine vergrößerte Auflagefläche hat, verglichen. Beide Griffe werden durch ein Barend ergänzt. Bei dem E-Griff ist das Barend in den Griff integriert, wohingegen dieses beim N-Griff zwei unabhängig benutzbare Teile darstellen.



Abbildung 58: Griffarten N-Griff (links) und E-Griff

Zusätzlich wird eine Barendposition an den Lenkerseiten eingenommen, bei denen die Hand nach außen rotiert bzw. supiniert. Die Griffe bzw. Griffpositionen werden nach jedem Messdurchgang verändert.



Abbildung 59: Normale Griffhaltung (links) und Barendposition

7.1.4 Messapparaturen

7.1.4.1 Druckmesssystem

Die Gewichtsbelastung zwischen Griff und Hand wird mit Hilfe von Druckmessfolien ermittelt. Dabei wird das F-Scan System mit Sensorfolien vom Typ 3000 der Firma Tekscan Inc. (USA) benutzt (vgl. SALA et al.). Dieses besteht aus einer flexiblen Sensorfolie, einem Interface und einer Software. Die Sensorfolie ist nur 0,1 mm dick und besteht aus einer Matrix von elektrisch-konduktiven Elektroden, die in Polyesterfolien eingelegt sind. Das Interface versorgt die Sensorfolie mit Strom und wandelt das mechanische Drucksignal in ein digitales Signal um, so dass die Software diese in Echtzeit auf dem PC-Bildschirm darstellen kann. Damit ist ebenfalls eine Onlinekontrolle der Messung möglich. Die Druckfolie F-Scan hat eine Auflösung von 4 Sensoren pro Quadratzentimeter und verfügt über eine mehr als ausreichende Größe von 107 mal 305 mm für die Handmessung. Es stehen insgesamt 954 Sensoren zur Verfügung, die allerdings bei der Handmessung nicht alle belegt werden. Diese Messfolie verfügt über einen Messbereich bis 861 KPa. Die Messfrequenz kann beliebig bis zu 500 Hz mit Hilfe der Software eingestellt werden. Bei den Messungen wird mit einer Frequenz von 1 Hz gemessen. Die Folien werden mit doppelseitigem Klebeband einmalig an der Hand fixiert und die Lage über einen Referenzpunkt definiert. Dadurch wird bei jedem Probanden eine identische Position angestrebt.



Abbildung 60: Versuchsaufbau mit aufgeklebter Druckmessfolie auf der Handinnenfläche und EMG-Sensoren am Unterarm

7.1.4.2 EMG-Messsystem

Zur Messung der muskulären Aktivität der Unterarmmuskulatur wird das Myosystem 2000 der Firma Noraxon Inc. (USA) eingesetzt. Dieses System besteht aus Oberflächenelektroden, einem 8-Kanal Verstärker und einer Software.

Die selbstklebenden Nassgel-Elektroden des Typs Blue Sensor P-00-S von Medicotest (Dänemark) haben einen Messbereich von 1 cm Durchmesser. Diese werden auf die Muskelbäuche des Musculus flexor carpi radialis (Palmarflexoren; Handbeuger) und Musculus extensor carpi ulnaris (Palmarextensoren, Handstrecker) angebracht. Zusätzlich wird eine Referenzelektrode zur Verringerung von Interferenzen verwendet. Die Messfrequenz kann mit Hilfe der Software eingestellt werden und beträgt bei den Messungen 1 Hz. Die Elektroden werden nur einmalig angebracht.

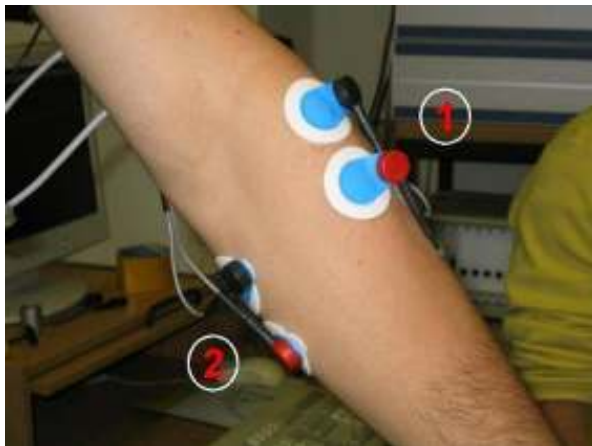


Abbildung 61: EMG-Sensoren auf dem Unterarm, Abdeckung der Muskeln (1) Musculus extensor carpi ulnaris und (2) Musculus flexor carpi radialis

7.1.4.3 Fragebogen

Im Anschluss an jeden Messvorgang von 30 Sekunden wird das subjektive Komfortempfinden der Probanden bei den verschiedenen Griffpositionen und Griffen mittels einer Beurteilungsskala erfasst. Diese besteht aus einer unbeschrifteten Skala mit zwei diametral gegensätzlichen Endpunkten. Zur späteren Quantifizierung werden die Skalen mit einer Ordnungszahl belegt (0 bis 10; 0 = trifft nicht zu, 10 = trifft völlig zu).

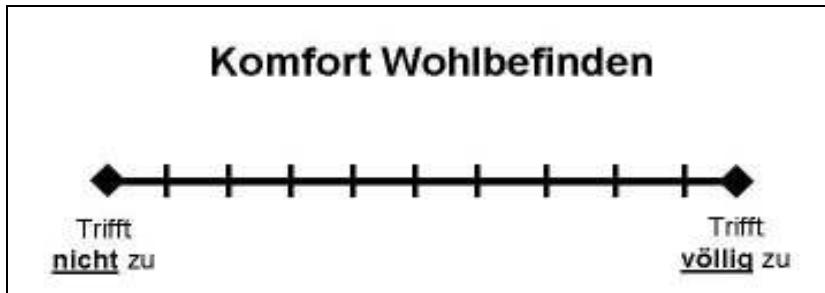


Abbildung 62: Subjektive Beurteilungsskala Komfort und Wohlbefinden bei der Grifftestung

7.1.5 Probanden

An der Untersuchung nehmen insgesamt sechs Versuchspersonen teil, je drei männliche und drei weibliche Probanden (N=6). Die Versuchspersonen sind Sportstudenten der Deutschen Sporthochschule Köln und völlig gesund.

Tabelle 46: Persönliche und anthropometrische Daten der Versuchspersonen (N=6)

P.-Nr	Geschlecht	Alter	Gewicht	Grösse	Rumpflänge	Armlänge	Sattelhöhe
		[J]	[kg]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	m	21,0	76,0	190,0	42,0	69,0	76,0
2	m	24,0	76,5	188,0	41,5	67,0	77,0
3	m	27,0	76,0	176,0	44,0	64,0	70,8
	MW-m	24,0	76,2	184,7	42,5	66,7	74,6
	s-m	2,4	0,2	6,2	1,1	2,1	2,7
4	w	20,0	62,6	172,0	42,0	62,0	76,0
5	w	20,0	70,0	179,0	41,0	64,0	72,0
6	w	25,0	56,7	171,0	38,0	60,0	70,0
	MW-w	21,7	63,1	174,0	40,3	62,0	72,7
	s-w	2,4	5,4	3,6	1,7	1,6	2,5
Gesamt	MW-gesamt	22,8	69,6	179,3	41,4	64,3	73,6
	s-gesamt	2,7	7,6	7,3	1,8	3,0	2,8

m=männlich w= weiblich

MW=Mittelwert, s= Standardabweichung

Das durchschnittliche Alter beträgt 22,8 Jahre ($s=2,7$), die mittlere Größe 179,3 cm ($s=7,3$) und das Mittel des Gewichts 69,6 kg ($s=7,6$). Bei den Probanden handelt es sich nicht um leistungssportliche Radfahrer. Die Extremitätenmaße bestimmen die Einstellungen des Fahrrades.

7.1.6 Durchführung

Nach Einweisung der Probanden in den Testablauf, Erhebung der persönlichen sowie anthropometrischen Daten und Einholung einer Einverständniserklärung wird das Fahrrad nach demselben Schema auf jeden Probanden individuell eingestellt. Die Einstellung der Sattelhöhe erfolgt nach der Hügi-Methode (Distanz Mitte Kurbellager-Satteloberfläche = Schrittlänge [cm] \times 0,66). Danach wird die Druckmessfolie kalibriert. Im Anschluss wird der Unterarm der Versuchsperson präpariert und die Elektroden angebracht. Es folgt eine MVC-Messung (Maximum voluntary contraction) als Referenzwert. Hierzu wird die Hand in dorsale und palmare Richtung gegen den Widerstand des Versuchsleiters gebeugt. Nach der MVC-Messung wird die Druckmessfolie mit Klebeband an der linken Handinnenfläche fixiert. Zuvor wird das EMG-Messsystem normalisiert.

Nach einem Probedurchgang werden insgesamt 8 Messungen für die Auswertung aufgezeichnet. Insgesamt werden 2 Griffe mit vier unterschiedlichen Griffhaltungen gemessen. Um alltagsähnliche Handgelenkwinkel zu simulieren, werden in Voruntersuchungen drei Winkel festgelegt. Die gerade Haltung beträgt 140 Grad, die mittlere Haltung 125 Grad und die gebeugte Haltung 110 Grad. Zusätzlich wird eine Griffhaltung am Barend eingenommen. Die unterschiedlichen Griffwinkel und Handgelenkwinkel zeigt die Abbildung.

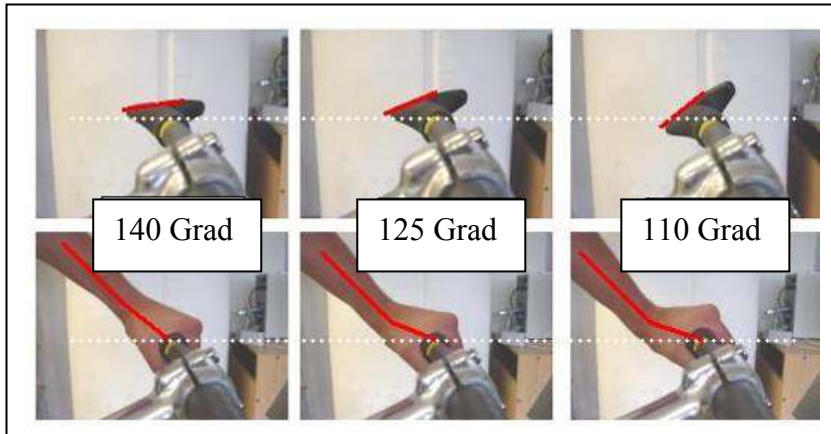


Abbildung 63: Unterschiedliche Griffwinkel und Handgelenkwinkel

Die Messungen von Druck und EMG erfolgt immer am linken Arm bzw. der linken Hand. Bei den Messungen wird folgendes Schema festgelegt.

Tabelle 47: Schema Messungen, Folge der Griffe und Handgelenkwinkel

Nr	Messung	Handgelenks- winkel	Griff
1	M 1	140	E-Griff
2	M 2	125	E-Griff
3	M 3	110	E-Griff
4	M 4	BE	E-Griff
5	M 5	140	N-Griff
6	M 6	125	N-Griff
7	M 7	110	N-Griff
8	M 8	BE	N-Griff

BE=Barendhaltung

Es wird mit der geraden Handgelenksstellung begonnen, gefolgt von der mittleren und der gebeugten, sowie der Barendhaltung. Nach dem E-Griff (M1-M4) folgt die Messreihe für den N-Griff (M5-M8).

Während der Messung fahren die Probanden mit festgelegter Leistung (1,0 Watt/kg Körpergewicht) bei einer Trittfrequenz von 70 Umdrehungen pro Minute auf einem Drehzahl unabhängigen Ergometer. Die Oberkörpervorlage entspricht 45 Grad. Der Oberkörper-Armwinkel 90 Grad. Die Aufnahmezeit der Einzelmessungen beträgt 30 Sekunden. Der Versuchsleiter kontrolliert dabei die Handhaltung. Die Hand liegt an einer markierten Stelle am Griff auf. Die Finger bleiben geöffnet und hängen nur locker nach unten herab, damit die Handkraft keinen zusätzlichen Einfluss nimmt. Unmittelbar nach jeder Fahrbelastung wird das subjektive Komfortempfinden mit Hilfe der Likertskala abgefragt. Die Probanden markieren selbständig die Skala mit einem Kreuz. Anschließend werden die Griffparameter verändert und die Messungen fortgesetzt.

7.1.7 Auswertung

Jede der unterschiedlichen Methoden hat eine spezielle Auswertemethodik. Grundsätzlich werden alle Daten digital aufgezeichnet und in numerische Werte konvertiert. Diese können dann mit dem PC weiter bearbeitet und aufbereitet werden. Dazu werden die Programme SPSS (SPSS Inc., USA), Easystat (Lüpsen, Köln) und Excel (Microsoft Inc., USA) benutzt. Die statistischen Auswerteschemata zielen im Allgemeinen auf eine Vergleichbarkeit der Fragestellungen und Hypothesen. Die Auswertungen werden für Grifftyp, Handgelenkwinkel und Geschlecht durchgeführt. Für jede Methode ergeben sich jedoch Besonderheiten, die im Folgenden näher beschrieben werden. Die Signifikanzgrenze wird auf $p \leq 0,05$ festgelegt.

7.1.7.1 Druckverteilungsmessung

Mittels einer speziell entwickelten Analyse-Software (Güttge, Erfstadt) werden die über die Messzeit gemittelten Druckspitzen, bzw. Druckverteilungen [g/cm^2] in einer Grafik dargestellt und neben einer qualitativen Analyse zusätzlich auch quantitativ sichtbar (vgl. Abb. 64).

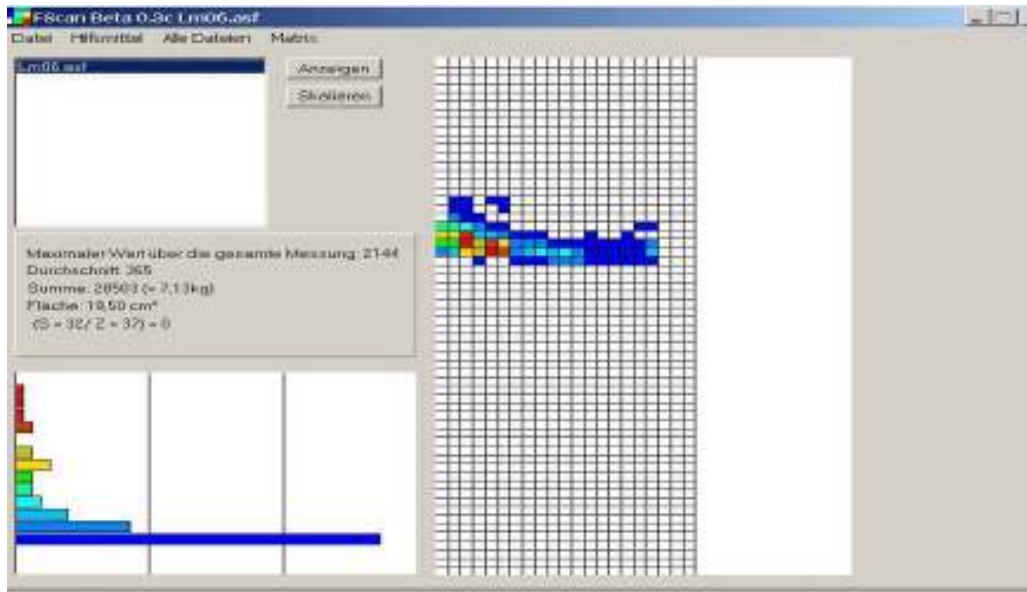


Abbildung 64: Qualitative und quantitative Analyse mittels der Software F-Scan-Analyse (F. Güttge, Erfstadt)

Dazu werden die Druckbilder durch eine Matrix definiert und die relevanten Bereiche in Boxen beschrieben. Damit können fehlerhafte Werte außerhalb des Griffbereichs eliminiert werden. Zur Bereinigung der Druckwerte werden diese in einer Matrix standardisiert und der relevante Bereich ausgeschnitten. Die Fläche der Matrix wird bei der Messung protokolliert und markiert.

Die Griffzone wird in drei Bereiche (Boxen) eingeteilt. Hiermit ist der Vergleich möglich, welche Bereiche des Griffs in welcher Form belastet werden. Die Box 1 bezeichnet die laterale (äußere) Seite des Griffs und die Box 2 die mediale (innere) Seite. Die Box 3 ist die proximale Fläche der Hand bzw. des Griffflügels und wird nur bei den E-Griffen gemessen. Da sich bei den Normalgriffen keine Box 3 befindet, sind hier keine Werte vorhanden. Jede dieser 3 Flächen beinhaltet $5 \times 5 (=25)$ Sensoren oder $6,25 \text{ cm}^2$. Die äußere Fläche beginnt 1 cm von der Griffaußenseite entfernt. Die zweite Box beginnt 6 cm von der Außenkante des Griffs gemessen. Die Box 3 beginnt 3 cm von der Außenseite entfernt.

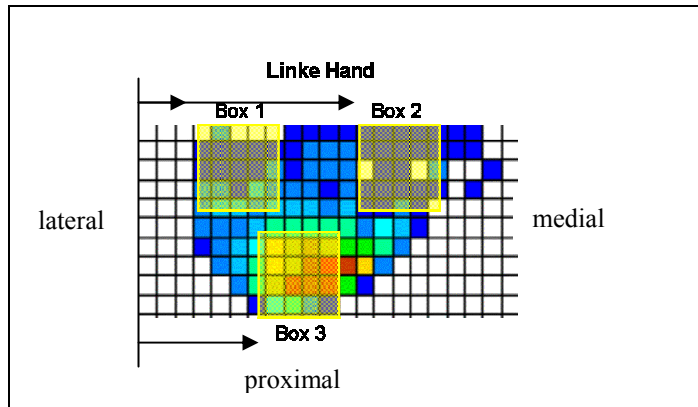


Abbildung 65: Druckbild linker Griff mit Einteilung von Auswertungsboxen

Die Auswertung erfolgt über den Mittelwert aller Probanden. Die Werte sind als Gewichtskraft pro Fläche angegeben (g/cm^2). Die Boxen werden sowohl in der Gesamtheit als auch einzeln analysiert. Zur Signifikanzbestimmung wird für den Grifftyp ein T-Test für zwei unabhängige Stichproben benutzt. Alle weiteren Parameter werden mit Varianzanalysen auf Signifikanz geprüft.

7.1.7.2 Elektromyogramm

Die Auswertung des Elektromyografie-Signals (EMG-Signal) erfolgt mit folgendem Schema. Die Funktion des Muskels und korrekte Anbringung des Sensors wird im Roh-EMG qualitativ kontrolliert. Nach den Messungen erfolgt nochmals eine Sichtung der Rohdaten. Anschließend werden die Daten über die Integration normalisiert und zu einem Wert zusammengefasst (IEMG = Integriertes EMG). Diese Daten werden anschließend mit den Statistikprogrammen SPSS (SPSS Inc., USA) und Easystat (Lüpsen, Köln) statistisch betrachtet. Da die Messwerte der Probanden nicht gleich skaliert sind und zudem eine große Streuung der Messwerte vorliegt, werden die Werte in einer Ranganalyse ausgewertet. Hier kommt der U-Test nach Mann-Whitney für Geschlecht und Grifftyp zum Einsatz. Für die unterschiedlichen Winkel wird ein H-Test nach Kruskal-Wallis für mehr als zwei unabhängige Stichproben durchgeführt. Anschließend erfolgt eine mehrfaktorielle Varianzanalyse.

7.1.7.3 Fragebogen

Der Fragebogen wird nachträglich skaliert. Die Werte betragen 0=trifft nicht zu und 10=trifft völlig zu. Anschließend werden die Werte nach Rängen statistisch ausgewertet. Dabei kommen ebenfalls ein U-Test und ein H-Test zum Einsatz. Auch hier wird anschließend eine mehrfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt.

7.2 Ergebnisse Griffstudie

7.2.1 Druckmessung zur Bestimmung der Belastung

Die Druckmessung soll aufzeigen, wie stark die Belastung auf die Hand und deren Strukturen ist. Je höher der Wert ist, desto höher wird auch die Belastung gesehen.

Im Vergleich von E-Griff zu N-Griff lässt sich das Ergebnis feststellen, dass der E-Griff über alle Messungen wesentlich geringere Druckwerte auf die Hand ausübt. Der Mittelwert über alle Messungen (N=47 gültige) beim E-Griff liegt bei 320 g/cm² (s=105) und beim N-Griff bei 385 g/cm² (s=97). Damit ist die Belastung beim N-Griff um 20 % größer als beim E-Griff. Der Unterschied ist signifikant (p=0,033; Student T-Test).

Tabelle 48: Vergleich E-Griff und N-Griff, Druckbelastung gesamt

Group Statistics

Grifftyp	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Druck E-Griff	24	319,6250	105,42123	21,51902
N-Griff	23	384,7391	96,99635	20,22514

Druckwerte in g/cm²

Tabelle 49: Signifikanzprüfung mit Student T-Test der Mittelwerte von E-Griff zu N-Griff

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Druck Equal variances assumed	1,100	,300	-2,201	45	,033	-65,11413	29,58517	-124,70173	-5,52654
Equal variances not assumed			-2,205	44,929	,033	-65,11413	29,53175	-124,59672	-5,63154

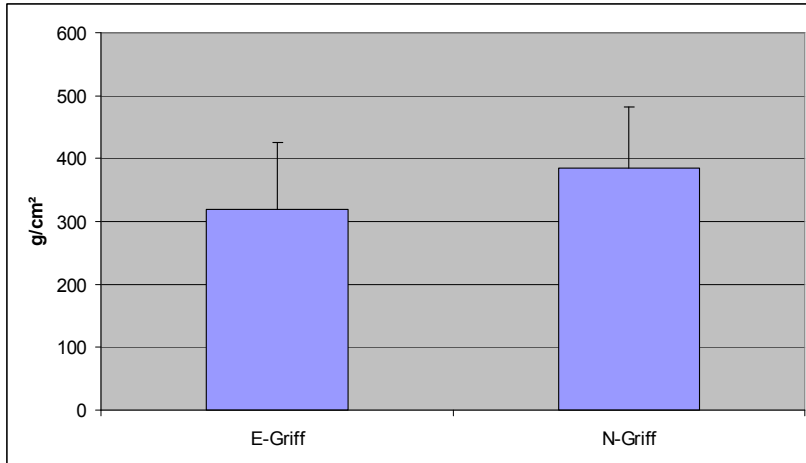


Abbildung 66: Vergleich E-Griff und N-Griff, Druckbelastung gesamt (in g/cm²)

Bei der separaten Betrachtung der Boxen ist das Ergebnis differenzierter. Die Belastung ist beim E-Griff mit 183 g/cm² auf der lateralen Griffseite (Box 1) wesentlich geringer als beim N-Griff mit 312 g/cm². Dieses trifft auch auf die mediale Grifffläche (Box 2) zu. Hier liegen die Werte bei 165 g/cm² (E-Griff) zu 354 g/cm² (N-Griff). Die Werte sind signifikant ($p < 0,05$; Einfaktorielle Varianzanalyse).

Tabelle 50: Vergleich E-Griff und N-Griff in separaten Boxen (Box 1 bis 3)

Descriptives									
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Box1	E-Griff	18	182,55	79,2	18,7	143,14	221,97	54	327
	N-Griff	17	311,94	232,2	56,3	192,54	431,34	74	819
	Total	35	245,40	181,2	30,6	183,17	307,63	54	819
Box2	E-Griff	18	164,72	92,4	21,8	118,75	210,69	51	356
	N-Griff	17	353,64	155,7	37,8	273,59	433,70	78	596
	Total	35	256,48	157,3	26,7	202,33	310,65	51	596
Box3	E-Griff	18	541,27	172,7	40,7	455,40	627,16	250	846

Mean=Mittelwerte g/cm²

Tabelle 51: Varianzanalyse von E-Griff und N-Griff in verschiedenen Boxen

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Box1	Between Groups	146361,014	1	146361,014	4,981	,033
	Within Groups	969589,386	33	29381,497		
	Total	1115950,400	34			
Box2	Between Groups	312055,249	1	312055,249	19,315	,0001
	Within Groups	533149,493	33	16156,045		
	Total	845204,743	34			

Bei der Analyse der unterschiedlichen Handwinkel von 110, 125 und 140 Grad lassen sich nur kleine Unterschiede finden, die nicht signifikant sind. Die Box 1 wird mit 245 g/cm² in ähnlicher Höhe wie die Box 2 mit 257 g/cm² belastet. Die Box 3 erfährt einen deutlich höheren Druck von 527g/cm².

Tabelle 52: Druckwerte und Handwinkel in den einzelnen Boxen

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Box1	140	12	219,5833	142,16921	41,04071	129,2533	309,9133	54,00	556,00
	125	12	245,4167	211,74447	61,12536	110,8807	379,9527	74,00	698,00
	110	11	273,5455	195,88587	59,06181	141,9475	405,1434	74,00	819,00
	Total	35	245,4000	181,16862	30,62309	183,1664	307,6336	54,00	819,00
Box2	140	12	239,8333	145,71069	42,06305	147,2532	332,4135	65,00	456,00
	125	12	260,1667	182,15719	52,58425	144,4295	375,9038	51,00	573,00
	110	11	270,6364	155,23226	46,80429	166,3499	374,9228	78,00	596,00
	Total	35	256,4857	157,66725	26,65063	202,3251	310,6463	51,00	596,00
Box3	140	6	506,0000	229,83116	66,34654	359,9722	652,0278	187,00	846,00
	125	6	541,0000	165,38715	47,74316	435,9180	646,0820	296,00	830,00
	110	6	532,9091	147,49471	44,47133	433,8208	631,9974	264,00	726,00
	Total	18	526,4571	180,48079	30,50682	464,4598	588,4545	187,00	846,00

Tabelle 53: Varianzanalyse des Drucks bei unterschiedlichen Handwinkel und Boxen

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Box1 Between Groups	16711,839	2	8355,920	,243	,786
Within Groups	1099238,561	32	34351,205		
Total	1115950,400	34			
Box2 Between Groups	5692,864	2	2846,432	,108	,898
Within Groups	839511,879	32	26234,746		
Total	845204,743	34			
Box3 Between Groups	8017,777	2	4008,888	,117	,890
Within Groups	1099474,909	32	34358,591		
Total	1107492,686	34			

Schaut man nach den geschlechtsspezifischen Charakteristika, so zeigt sich, dass Männer die laterale Seite stärker belasten ($m=272 \text{ g/cm}^2$ zu $w=217 \text{ g/cm}^2$) und Frauen die mediale Seite ($m=193 \text{ g/cm}^2$ zu $w=324 \text{ g/cm}^2$). Zudem ist festzustellen, dass Männer auf den Flügel des E-Griffs wesentlich mehr Druck ausüben ($m=599 \text{ g/cm}^2$ zu $w=450 \text{ g/cm}^2$).

Tabelle 54: Differenzierung Druckbelastung nach Geschlecht, separiert in Boxen

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Box1 männlich	18	271,8889	215,93978	50,89749	164,5046	379,2732	54,00	819,00
weiblich	17	217,3529	136,29882	33,05732	147,2746	287,4313	75,00	653,00
Total	35	245,4000	181,16862	30,62309	183,1664	307,6336	54,00	819,00
Box2 männlich	18	192,7778	129,13584	30,43761	128,5600	256,9955	51,00	425,00
weiblich	17	323,9412	160,33187	38,88619	241,5061	406,3762	76,00	596,00
Total	35	256,4857	157,66725	26,65063	202,3251	310,6463	51,00	596,00
Box3 männlich	18	598,6667	195,36933	46,04899	501,5118	695,8216	187,00	846,00
weiblich	17	450,0000	128,78859	31,23582	383,7830	516,2170	296,00	682,00
Total	35	526,4571	180,48079	30,50682	464,4598	588,4545	187,00	846,00

Mean=Mittelwerte g/cm^2

Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist in Box 2 und Box 3 signifikant ($p < 0,05$; Einfaktorielle Varianzanalyse).

Tabelle 55: Varianzanalyse bei Geschlecht, separiert nach Boxen

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Box1 Between Groups	26002,740	1	26002,740	,787	,381
Within Groups	1089947,660	33	33028,717		
Total	1115950,400	34			
Box2 Between Groups	150410,691	1	150410,691	7,144	,012
Within Groups	694794,052	33	21054,365		
Total	845204,743	34			
Box3 Between Groups	193232,686	1	193232,686	6,975	,013
Within Groups	914260,000	33	27704,848		
Total	1107492,686	34			

Bei der Betrachtung aller Parameter und deren Wechselwirkungen, ergibt sich folgendes Bild: Allein der Grifftyp zeigt einen signifikanten Unterschied ($p = 0,032$; Multivariate Varianzanalyse). Alle weiteren Faktoren, wie auch Wechselwirkungen sind nicht signifikant.

Tabelle 56: Analyse der Wechselwirkungen (Multivariate Varianzanalyse)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Druck

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	187651,245 ^a	15	12510,083	1,194	,326
Intercept	5808543,278	1	5808543,278	554,488	,000
Geschlecht	26231,520	1	26231,520	2,504	,124
Grifftyp	52658,793	1	52658,793	5,027	,032
Winkel	20247,081	3	6749,027	,644	,592
Geschlecht * Grifftyp	,045	1	,045	,000	,998
Geschlecht * Winkel	32423,462	3	10807,821	1,032	,392
Grifftyp * Winkel	42774,967	3	14258,322	1,361	,273
Geschlecht * Grifftyp * Winkel	15765,157	3	5255,052	,502	,684
Error	324740,500	31	10475,500		
Total	6318996,000	47			
Corrected Total	512391,745	46			

a. R Squared = ,366 (Adjusted R Squared = ,060)

Eine besondere Betrachtung findet für die Haltung an den Barends (BE) statt. Diese Haltung unterscheidet sich deutlicher von den anderen Positionen. Es lässt sich allerdings kein signifikanter Unterschied ausmachen. Der Wert für die Barendposition liegt bei 377 g/cm², und der Wert der anderen Handpositionen bei 322 bis 359 g/cm².

Tabelle 57: Mittelwerte und Standardabweichungen für verschiedene Griffpositionen/Winkel

Descriptives

Druck

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
140	12	321,8333	94,06751	27,15495	262,0657	381,6010	123,00	467,00
125	12	349,0000	102,53070	29,59807	283,8551	414,1449	199,00	570,00
110	11	359,0909	81,89317	24,69172	304,0743	414,1075	208,00	469,00
BE	12	376,6667	139,31086	40,21558	288,1528	465,1806	117,00	625,00
Total	47	351,4894	105,54123	15,39477	320,5013	382,4774	117,00	625,00

Tabelle 58: Einfaktorielle Varianzanalyse für die Griffpositionen/Winkel

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18870,502	3	6290,167	,548	,652
Within Groups	493521,242	43	11477,238		
Total	512391,745	46			

Abschließend kann die Hypothese H 3.1 bestätigt werden, dass es einen signifikanten Unterschied der Druckbelastung in Abhängigkeit vom Griffdesign gibt. Ein ergonomischer Griff reduziert deutlich die Druckbelastung an der Schnittstelle Lenker-Hand.

7.2.2 Ergebnisse Muskelaktivität bei Fahrradgriffen

Bei allen Messungen kann eine grundsätzliche Aktivität der Muskulatur festgestellt werden. Bei dem MVC-Test (Maximaler Krafttest) zu Beginn des Versuchs jedes Probanden zeigt sich, dass beide Muskeln einen ähnlich hohen Wert erzielen. Der M. flexor carpi radialis hat hier einen Wert von 703 mV (s=158) und der M. extensor carpi ulnaris einen Wert von 714 mV (s=217). Die Standardabweichung zeigt hier aber schon, dass die Probanden sich stark unterscheiden. Das gilt für die Flexion und Extension. Beim Probanden Zwei kommt es zu einer Fehlmessung beim Extensor und bei Versuchsperson Sechs beim Flexor.

Tabelle 59: MVC zu Beginn des Versuchs

MVC Messung	Flex	Ext
p1	634	751
p2	905	x
p3	481	354
p4	761	925
p5	735	711
p6	x	830
MW	703	714
s	158	217

Werte in mV, x= Fehlmessung, fehlender Wert, Flex=Flexor, Ext=Extensor

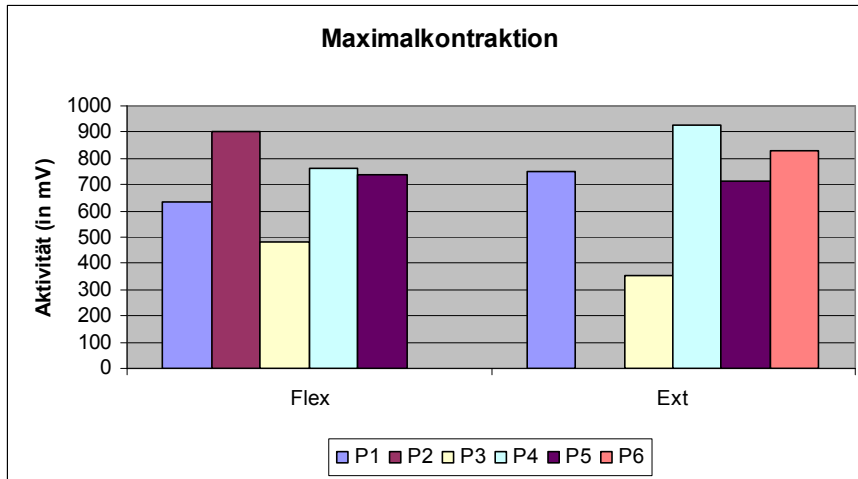


Abbildung 67: MVC der einzelnen Probanden

Im eigentlichen Grifftest kann eine andere Charakteristik Aktivität der Muskeln gefunden werden. Der Flexor aller Probanden zeigt eine wesentlich höhere Aktivität als der Extensor. Der Extensor liegt nur bei 24-50 % des Aktionspotentials im Vergleich zum Flexor (Mittelwert aller Probanden).

Tabelle 60: Vergleich Extensor in Prozent zu Flexor

Griff/Messung	E1	E2	E3	E4	N1	N2	N3	N4
% von Flex	28	35	30	48	27	24	32	50

Mittelwert aller Probanden (N=6)

E=Ergo-Griff, N=Standardgriff

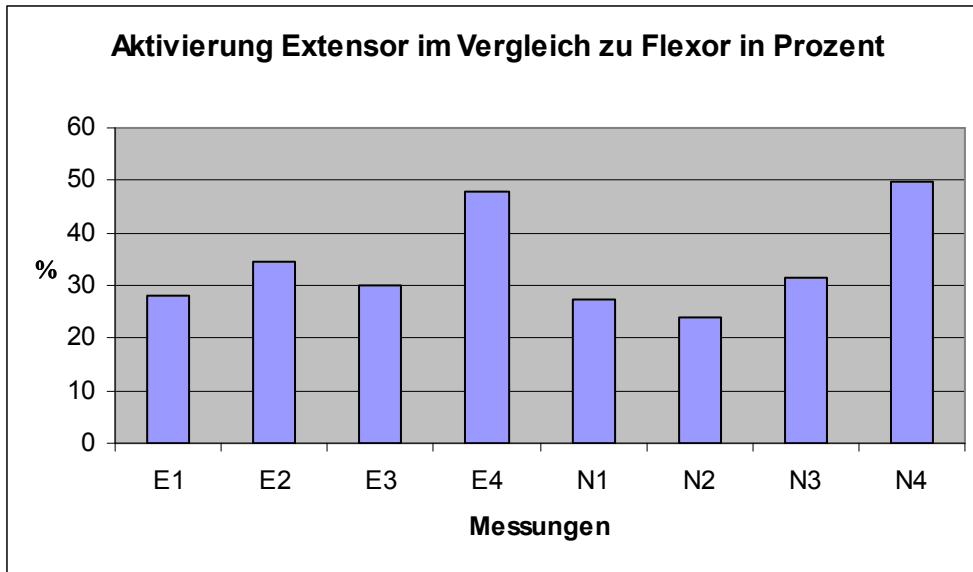


Abbildung 68: Vergleich Extensor in Prozent zu Flexor

Auffällig ist, dass in der Barendhaltung in Messung 4 (E und N-Griff) das Verhältnis von Extensor- und Flexoraktivität sich deutlich von den normalen Griffhaltungen unterscheidet. Die Ursache lässt sich in einer wesentlich geringeren Aktivität des Flexors finden, wo die Werte unter 40 mV liegen. Bei den anderen Messungen liegen die Werte sonst zwischen 45 und 92 mV.

Tabelle 61: Aktivität Flexor und Extensor

Griff/Messun g	E1	E2	E3	E4	N1	N2	N3	N4
MW Flexor	53,2	44,7	58,5	32,9	68,0	91,6	60,1	37,6
s	14,9	13,3	31,3	12,9	19,1	53,4	31,4	24,4
MW Extensor	14,9	15,4	17,5	15,7	18,5	22,0	19,0	18,6
s	3,7	4,5	5,3	3,6	11,6	15,7	11,1	10,7

Werte in mV

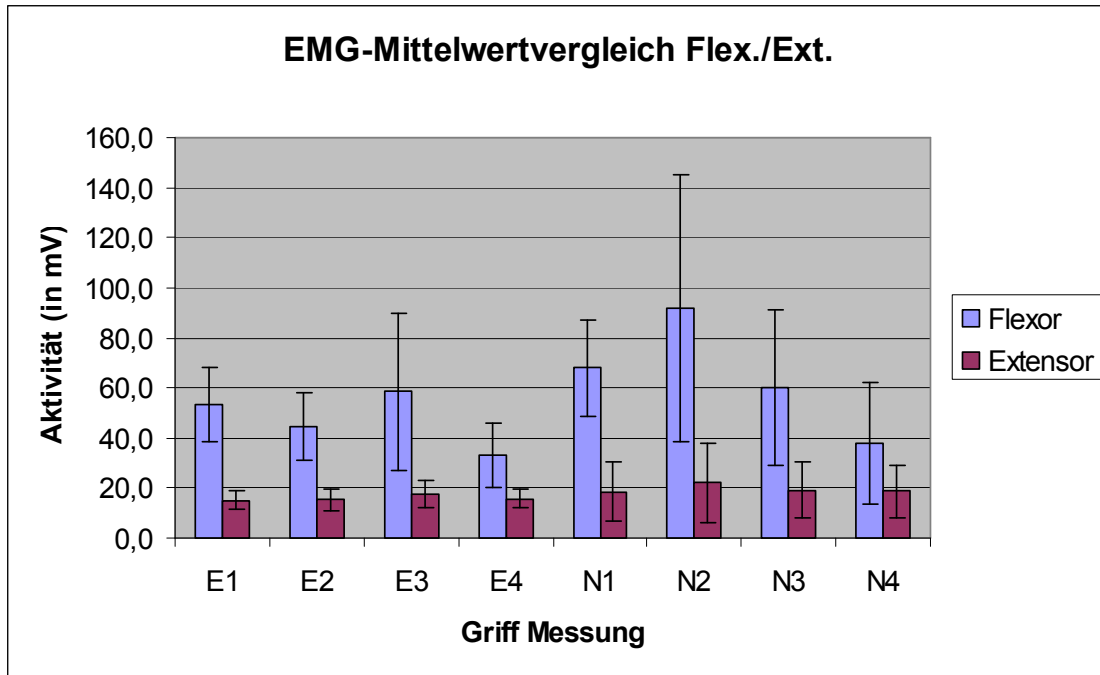


Abbildung 69: Aktivität Flexor und Extensor

In der statistischen Betrachtung der Messwerte zeigen sich einige interessante Ansätze. Weder für die Extension noch die Flexion kann ein signifikanter Unterschied bezogen auf den Grifftyp gefunden werden. Bei der Extension ergibt sich für einen U-Test nach Mann/Whitney ein Signifikanzwert von $p=0,94$ und für die Flexion $p=0,1$.

Tabelle 62: Muskelaktivität und Grifftyp (Signifikanzprüfung mit U-Test nach Mann/Whitney)

Ranks

	Griff	N	Mean Rank	Sum of Ranks
emg_flex	E-Griff	24	21,17	508,00
	N-Griff	24	27,83	668,00
	Total	48		
emg_ex	E-Griff	24	24,67	592,00
	N-Griff	24	24,33	584,00
	Total	48		

Test Statistics^a

	emg_flex	emg_ex
Mann-Whitney U	208,000	284,000
Wilcoxon W	508,000	584,000
Z	-1,650	-,082
Asymp. Sig. (2-tailed)	,099	,934

a. Grouping Variable: Griff

Die unterschiedlichen Handgelenkwinkel haben bei der Extension keine signifikanten Unterschiede ($p=0,9$). Bei der Flexion hingegen sorgt die Barendposition (BE) für eine signifikant geringere Aktivität der Flexoren ($p=0,02$).

Tabelle 63: Muskelaktivität und unterschiedliche Griffwinkel (Signifikanzprüfung mit H-Test nach Kruskal-Wallis)

Ranks

	Winkel	N	Mean Rank
emg_ex	140	12	22,46
	125	12	25,29
	110	12	26,46
	BE	12	23,79
	Total	48	
emg_flex	140	12	29,88
	125	12	28,25
	110	12	26,21
	BE	12	13,67
	Total	48	

Test Statistics^{a,b}

	emg_ex	emg_flex
Chi-Square	,559	9,995
df	3	3
Asymp. Sig.	,906	,019

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Winkel

Bei der Auswertung der Geschlechtsunterschiede zeigt sich, dass die Frauen eine deutlich höhere Aktivierung ihrer Muskulatur zeigen. Der Unterschied ist sowohl bei Extension als auch Flexion signifikant. Die Werte betragen für Flexion $p=0,028$ und für Extension $p<0,001$.

Tabelle 64: Muskelaktivität und Geschlecht (Signifikanzprüfung nach Wilcoxon)

Ranks

	Geschlecht	N	Mean Rank	Sum of Ranks
emg_flex	männlich	24	20,06	481,50
	weiblich	24	28,94	694,50
	Total	48		
emg_ex	männlich	24	16,48	395,50
	weiblich	24	32,52	780,50
	Total	48		

Test Statistics^a

	emg_flex	emg_ex
Mann-Whitney U	181,500	95,500
Wilcoxon W	481,500	395,500
Z	-2,196	-3,970
Asymp. Sig. (2-tailed)	,028	,001

a. Grouping Variable: Geschlecht

Zusammenfassend hat der Grifftyp keinen signifikanten Einfluss auf die Muskelaktivität. Bei den Griffwinkeln sorgt die Barendposition in der Flexion für einen signifikanten Unterschied. Dennoch kann diese Studie nicht zeigen, dass ergonomische Griffe die Muskelaktivität in jedem Fall reduzieren. Die anfangs formulierte Hypothese H 3.2, dass ergonomische Griffe die Beanspruchung reduzieren, kann hier nicht bestätigt werden. Allerdings kann man erkennen, dass sich Männer und Frauen signifikant in der Höhe der Muskelaktivierung unterscheiden. Bei Frauen ist eine wesentlich höhere Aktivität zu finden.

7.2.3 Ergebnisse subjektives Komfortempfinden bei Lenkergriffen

Die Probanden gaben unterschiedliche Komfortwerte für die verschiedenen Messungen an. Bis auf die Extremwerte sind alle Einstufungen zwischen 2 (wenig Komfort) und 9 (großer Komfort) zu finden. Die Durchschnittswerte über alle Probanden liegen zwischen 2,8 (s=1,0) und 6,7 (s=0,8).

Tabelle 65: Subjektives Komfortempfinden

Proband	Messung/Griff							
	E1	E2	E3	E4	N1	N2	N3	N4
p1	3	4	7	6	2	4	3	6
p2	4	7	8	8	3	3	2	5
p3	4	5	6	7	4	5	4	6
p4	3	7	7	6	2	4	2	5
p5	4	6	3	7	5	4	4	2
p6	8	9	5	6	4	4	2	4
MW	4,3	6,3	6,0	6,7	3,3	4,0	2,8	4,7
s	1,9	1,8	1,8	0,8	1,2	0,6	1,0	1,5

Über alle Messungen wird die Messung E4 (E-Griff Barendhaltung) als die Kombination mit dem höchsten Komfort empfunden, mit einem Wert von 6,7. Die niedrigste Bewertung bekommt die Messung N3 (N-Griff, stark abgewinkelt) mit einem Wert von 2,8. Als weiteres Ergebnis kann man feststellen, dass der E-Griff signifikant von den Probanden als komfortabler eingestuft wurde ($p < 0,001$; U-Test nach Mann/Whitney).

Tabelle 66: Signifikanzprüfung Komfortrating Griffe mit U-Test nach Mann/Whitney

Ranks

	Griff	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Komfort	E-Griff	24	32,15	771,50
	N-Griff	24	16,85	404,50
	Total	48		

Test Statistics^a

	Komfort
Mann-Whitney U	104,500
Wilcoxon W	404,500
Z	-3,843
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Grouping Variable: Griff

Statistisch nicht signifikant zeigt sich das Geschlecht. Das Geschlecht hat einen Signifikanzwert von $p=0,79$.

Tabelle 67: Signifikanzprüfung Komfortrating und Geschlecht mit U-Test nach Mann/Whitney

Ranks

Geschlecht		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Komfort	männlich	24	25,04	601,00
	weiblich	24	23,96	575,00
	Total	48		

Test Statistics^a

	Komfort
Mann-Whitney U	275,000
Wilcoxon W	575,000
Z	-,272
Asymp. Sig. (2-tailed)	,785

a. Grouping Variable: Geschlecht

Die unterschiedlichen Griffpositionen unterscheiden sich signifikant ($p=0,046$). Die beiden Extremwerte der Flexion und Extension haben mit 17,1 und 21,7 eine deutlich geringere Komfortbewertung als die mittlere Griffstellung (27,3) und die Barendposition (32), wie in der Tabelle unten zu erkennen ist.

Tabelle 68: Signifikanzprüfung Komfortrating und Griffwinkel mit H-Test nach Kruskal/Wallis

Ranks

	Winkel	N	Mean Rank
Komfort	140	12	17,08
	125	12	27,29
	110	12	21,67
	BE	12	31,96
	Total	48	

Test Statistics^{a,b}

	Komfort
Chi-Square	7,987
df	3
Asymp. Sig.	,046

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Winkel

Insgesamt kann die Eingangshypothese H 3.3 bestätigt werden, dass ein ergonomischer Griff subjektiv als komfortabler empfunden wird. Dieses ist nicht geschlechtsspezifisch.

7.2.4 Zusammenfassung Griffstudie

Zusammengefasst lassen sich die oben formulierten Hypothesen teilweise bestätigen. Die Druckbelastung ist beim E-Griff signifikant niedriger. Das gilt allerdings nicht für die muskuläre Beanspruchung. Auch die subjektive Bewertung ist für die E-Griffe besser. Die Hypothesen werden jedoch nicht für alle Faktoren bestätigt (Geschlecht, Griffwinkel). So ist bei der muskulären Beanspruchung kein signifikanter Unterschied beim Griffwinkel zu finden, wohl aber beim Geschlecht. Bei der subjektiven Beurteilung ist es anders herum. Hier zeigt sich das Geschlecht nicht als relevanter Faktor, dafür aber der Griffwinkel. Damit zeigt sich, dass eine sehr gerade Handgelenksposition nicht die optimale Haltung darstellt. Frauen sind muskulär stärker an der Hand-Griff Schnittstelle beansprucht. Das zeigen die Ergebnisse aus der EMG-Analyse. Hier kann man deutlich die höhere muskuläre Beanspruchung der Flexoren sehen.

Insgesamt kann die übergeordnete Hypothese bestätigt werden. Unterschiedliche Griffdesigns haben Auswirkungen positiver Art auf Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren.

7.3 Diskussion Griffstudie

In der Diskussion wird zum einen die neuartige Methodik der Lenkergriffstestung diskutiert. Zum anderen zeigen die Ergebnisse, dass diese verschiedene Schlüsse zulassen. In den folgenden Abschnitten werden die Aspekte tiefer gehend dargestellt.

7.3.1 Diskussion Methodik Lenkergriffe und Komfort

Die durchgeführte Untersuchung über Lenkergriffe kann als Pilotstudie im Bereich des Fahrrads angesehen werden. In der Studie wurden bekannte Methoden benutzt, die allerdings in diesem Kontext bisher noch nicht eingesetzt worden sind. Die Untersuchungsansätze wurden schon in ähnlichen Studien angewendet, so dass der Transfer zu diesem Anwendungsbereich nahe lag (vgl. SALA et al., 1998).

Durch den explorativen Charakter der Untersuchung wurden verschiedene Messmethoden eingesetzt. Aufgrund des hohen Aufwands der Untersuchung kamen daher nur 6 Versuchspersonen zum Einsatz, was für eine starke Verallgemeinerung zu gering ist. In diesem Aspekt sorgt die Geschlechterteilung für eine weitere Einschränkung. Dennoch zeigt die kleine Stichprobe schon Trends, die eine erste Aussage ermöglichen. Dazu gehört auch die interessante Frage, ob der Komfort bei Lenkergriffen geschlechtsspezifisch ist.

Die ausgewählten Parameter Druckbelastung, Muskelbeanspruchung und subjektiver Komforteindruck konnten Ansätze zeigen, dass gesundheitliche Beschwerden in dem Bereich des Hand-Arm-Systems über eine solche Operationalisierung dargestellt werden können. Allerdings kann das Versuchsdesign nicht direkt beantworten, ob ergonomische Griffe generell für weniger gesundheitliche Beschwerden sorgen.

Jede der Messmethoden konnte interessante Ergebnisse liefern. Insbesondere die Druckmessung scheint eine genaue und einfache Methode zu sein, den Griffkomfort zu bestimmen. Hier ist eine Parallele zu Druckmessungen mit Griffen in anderen Bereichen zu sehen (vgl. SALA et al., 1998). Die Messung mit Drucksensoren ist vor allem im Bereich des Fahrrads bei Sätteln bekannt. Hier ist die Analyse über den Druck bzw. die einleitende

Kraft schon ein Standard. Da die Methode im Bereich der Hände beim Fahrrad noch nicht geläufig ist, führt ein neues Verfahren leicht zu Verzerrungen. Das Aufkleben der Druckmessfolie an der Handinnenfläche war mit der verwendeten Sensorform wesentlich erschwert. Dennoch konnten Wiederholungsmessungen zeigen, dass die gewählte Methode reproduzierbar ist (vgl. KOMI et al., 2007). Eine weitere Schwäche des Sensors ist die zu geringe Elastizität. Hier könnte ein weitaus flexiblerer Sensor die Fehlerquote möglicherweise reduzieren, da dann Sensorpunkte außerhalb des Messbereichs nicht durch die Steifigkeit der gesamten Folie mitbelastet würden. Dieser Fehler musste durch ein Korrekturverfahren im Nachhinein, durch Definieren der Boxen, korrigiert werden. Mittlerweile existieren flexiblere Systeme, die aber zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht zur Verfügung standen. Die Forscher um KOMI (2007; 2008) konnten bei Studien mit Golfschlägergriffen eine hohe Validität und Reliabilität des F-Scan Systems zeigen.

Die digitale Bearbeitung der Druckmesswerte konnte mit Hilfe der eingesetzten Software gut bearbeitet werden. Die Definition der Messbereiche, der sog. Boxen, sorgte für eine Fehlerkorrektur. Allerdings besteht bei der Auswahl von Bereichen die Gefahr, dass relevante Randflächen nicht oder übermäßig in das Ergebnis einfließen. Ein grundsätzlich methodisches Problem ist zudem, dass das Gewicht des Probanden auf das Griffinterface nur ungenügend standardisiert werden kann. Trotz der definierten Sitzposition der Probanden kommt es doch zu erheblichen individuellen Unterschieden, so dass die Fehler der Messungen hier eher als hoch einzuschätzen sind, was auch die Standardabweichungen zeigen.

Bei den EMG Messungen kann festgestellt werden, dass die Methodik zwar schon lange bekannt ist und schon in zahlreichen Studien eingesetzt wurde, jedoch nicht in diesem Kontext. Für den Bereich der Ergonomie im Radsport ist diese Methode neu. Es hat sich gezeigt, dass die Beanspruchung der Muskulatur mit dem EMG gemessen werden kann, es jedoch schwierig ist, diese in einen Zusammenhang mit der Belastung zu bringen. Auch bei der EMG Methode ist eine große Streuung zu verzeichnen. Diese ist einerseits durch den methodischen Ansatz des EMG zu erklären, andererseits aber auch an der individuellen und damit schwankenden Reaktion der Probanden. Unterschiedlich hohes Gewicht, welches auf das Hand-Arm-System lastet, kann zu unterschiedlich hoher Aktivierung führen. Eine weitere Schwäche des EMG ist, dass nur ein kleiner Anteil der Muskulatur gemessen

werden kann. Für diese Studie wurden die für den Griff beteiligten Muskeln auf zwei Hauptmuskelgruppen reduziert. Eine differenzierte Betrachtung aller beteiligten Muskeln würde sich sehr aufwändig gestalten, mit der Frage ob deutlich bessere Ergebnisse zu erwarten sein würden. Die Auswertung über die Software nach Erhebung der Messwerte stellt heutzutage kaum mehr ein Problem dar.

Die Methode über eine Bewertungsskala über das subjektive Komfortempfinden bringt mit wenig Aufwand gute Ergebnisse. Die Streuung ist hier wesentlich geringer als bei den anderen Methoden. Hier zeigt sich, dass die sog. „harten“ Messmethoden nicht unbedingt genauere Werte liefern, da diese durch große Schwankungen während der Messungen stark streuen. Daher kann festgestellt werden, dass die Bewertungsskala, ebenso wie die anderen Methoden, genaue Ergebnisse erzeugen kann. Das ist ebenfalls bei der oft eingesetzten Borgskala bekannt. Ein Grundproblem ist jedoch bei subjektiven Messungen, dass die Bewertungen nicht untereinander gleich abgestuft sind, da Faktoren wie Ermüdung oder Ablenkung oft die Einschätzung beeinflussen. Die digitale Bearbeitung und statistische Auswertung der Bewertung ist im Vergleich zu den anderen Methoden einfacher.

Insgesamt stellte die Auswerteroutine keine große Hürde dar. Sowohl die Datenmenge als auch die Weiterverarbeitung machten keine Probleme. Hier zeigt sich insbesondere die Leistungsfähigkeit der verwendeten Software. Die Reduktion der Parameter würde jedoch gerade bei einer kleinen Stichprobe die statistische Verarbeitung einfacher machen. Daher sollte man überlegen, Versuchsdurchläufe mit möglichst wenigen Parametern durchzuführen. Bei einer größeren Stichprobe würde zudem eine stärkere Verallgemeinerung möglich sein. Grundsätzlich können weiterführende Studien in diesem Kontext zu starken Verbesserungen in der Methodik führen.

7.3.2 Diskussion Ergebnisse Lenkergriffe

Die Druckmessung hat gezeigt, dass die Druckbelastung beim E-Griff signifikant geringer ist. Das Gewicht wird also wirkungsvoll auf die größere Fläche des E-Griffs verteilt (vgl. SALA et al., 1998). Das zeigt, dass der Flügel des E-Griffs ein funktionierendes Konzept ist, die Druckbelastung zu reduzieren. Allerdings entsteht am Ende des Flügels eine erhöhte

Druckbelastung. Das ist vor allem bei einem stärker abgewinkelten Handgelenk zu erkennen. Dieser taktile Reiz könnte dazu führen, dass das Handgelenk gerader gehalten wird, was zu einer geringeren Belastung im Handgelenk führen würde. Der Griff sollte am proximalen Rand dennoch über eine ausreichende Flexibilität verfügen, so dass kein übermäßiger Druck an dieser Stelle ausgeübt wird. Interessant ist, dass Frauen die Griffe stärker medial belasten und Männer lateral. Dieses kann mit den Unterschieden in der geschlechtsspezifischen Anatomie erklärt werden. Generell können Männer die Ellbogen nicht so weit durchstrecken wie Frauen und verfügen im Allgemeinen auch über mehr Kraft im Oberkörper, so dass die Arme eher in einer leichten Beugung gehalten werden. Dieses führt mit der in der Regel volumigeren Hand zu einer stärkeren punktuellen Belastung auf der lateralen Seite. Aus der Praxis wird oft beobachtet, dass Frauen die Arme nicht nur durchstrecken, sondern sogar überstrecken. Dieses gilt es bei zukünftigen Griffentwicklungen zu berücksichtigen.

Den höheren Druck auf dem Flügel des E-Griffs kann man damit erklären, dass die Männer in diesem Versuch nicht nur schwerer sind als die Frauen, sondern auch über mehr Muskelmasse am Oberkörper verfügen. Auch höhere Kraftwerte der Männer können zu einem stärkeren Abstützen führen. Allerdings kann die laterale Abstützung (unabhängig vom Geschlecht) dazu führen, dass verstärkt der Ulnarnerv geklemmt wird, da dann mehr Druck auf diesen Bereich kommt. Allerdings ist hier die Hand des Mannes auch besser geschützt, da der Handballen meistens dicker ist und die Belastung abpolstern kann.

Die Gründe von Beschwerden im Hand-/Armbereich werden in erhöhtem Druck auf die Nerven und Blutgefäße gesehen. Diese Studie konnte zeigen, dass ergonomisch gestaltete Griffe den Druck wesentlich reduzieren können. Allerdings kann mit der Druckmessung nicht direkt ermittelt werden, ob Beschwerden sich mit diesen Griffen tatsächlich reduzieren (vgl. SALA et al., 1998).

Die maximale Aktivierung bei der Maximalkraftmessung im Vergleich zur tatsächlich gemessenen Aktivität beim Lenkergreifen zeigt, dass je nach Messung im Mittel 7% der maximalen Aktivierung aufgewendet wird (im Einzelfall 11%). Eine dauerhafte muskuläre Ermüdung anhand abgedrückter Kapillaren erscheint hierbei nicht plausibel. Allerdings ist

bei diesen Ergebnissen zu berücksichtigen, dass die Finger relativ entspannt waren und bei den Versuchen nicht fest geschlossen wurden. Im realen Fahrbetrieb werden die Griffe wesentlich fester gehalten, vor allem bei Vibrationen, in Kurven oder im Wiegetritt. GURRAM et al. (1995) haben im Vergleich von statischen zu dynamischen Einwirkungen eine bis zu 6-fach höhere Aktivität der Flexoren gemessen. Hinzu kommen bei einer typischen Dauerbelastung zunehmende Ermüdungsreize. Daher wird empfohlen, die Finger wie in dieser Studie zu entspannen und eine nur wenig fest geschlossene Handhaltung einzunehmen, soweit es die Fahrsituation zulässt. Zudem zeigt die Studie von EKSIÖGLU (2004), dass der Griffdurchmesser die Muskelaktivität beeinflusst. Er empfiehlt daher, auch den Durchmesser auf die Handgröße anzupassen.

In der Barendhaltung zeigen die Flexoren die niedrigste Aktivierung bei beiden Griffotypen. Hier kann beim E-Griff kein besonderer Vorteil gefunden werden. Beim E-Griff lastet ein Großteil des Gewichts auf dem Gummi des Griffs und daher könnte die Hand im realen Fahrbetrieb weniger geschlossen werden, als bei dem runden Querschnitt des N-Griffs. Hier zeigt sich in der Praxis, dass für einen sicheren Griff die Hand fester geschlossen werden muß. Dieses würde unter realen Fahrbedingungen für eine geringere Muskelaktivität und damit höherem Komfort sorgen.

Frauen zeigen insgesamt höhere Aktivität der Unterarmmuskulatur. Dieses kann an einem geringeren Kraftniveau gegenüber den Männern liegen, so dass die Muskulatur stärker beansprucht wird. Daraus kann man ableiten, dass vor allem bei Frauen die Sitzposition und Lenkerhaltung von besonderer Bedeutung ist. Die Last auf dem Lenker sollte durch eine Gewichtsverlagerung auf den Sattel ausgeglichen werden. Dieses könnte mit einer reduzierten Vorderbaulänge des Fahrrads und eine aufrechtere Sitzposition gewährleistet werden.

Die höhere Komfortbewertung des E-Griffs beruht auf einem relativ kurzzeitigen Eindruck, da die Probanden den Griff vorher nicht kannten und die kurze Testdauer auch eine Gewöhnung ausschließt. Als weitere Ursache kann man ebenfalls nicht die muskuläre Beanspruchung für das bessere Komfortempfinden heranziehen. Eine plausible Erklärung hingegen ist hier die bessere Druckverteilung beim E-Griff. Der Winkel hat überraschenderweise keinen Einfluss auf die subjektive Bewertung, obwohl sich die

Druckwerte deutlich unterscheiden und der Unterschied spürbar ist. Auch beim Geschlecht zeigt sich keine unterschiedliche Bewertung der Griffe, obwohl die Muskelaktivierung bei den Frauen wesentlich höher ist. Die Komfortbewertung der Barendhaltung ist bei beiden Griffen hoch. Die maximale Komfortbeurteilung erzielt jedoch der E-Griff in einer normalen Haltung. Das spricht für die gute ergonomische Funktion des E-Griffs. Nach KUIT-EVERS et al. (2004) sind drei Hauptgruppen zu unterscheiden, die den Komfort bestimmen. Die drei Aspekte sind Funktionalität, physische Interaktion und Anmutung des Geräts. In einer Folgestudie bestätigten KUIT-EVERS et al. (2005), dass Ästhetik des Produkts, Funktionalität und negative Effekte auf den Körper das Komfortempfinden am meisten beeinflussen. Die Ergebnisse zeigen, dass der E-Griff in diesen Aspekten Vorteile aufzuweisen hat. Allerdings werden die eingangs formulierten Hypothesen nicht in allen Punkten bestätigt.

Die Frage nach der Vermeidung oder Reduzierung von Beschwerden kann diese Studie nur indirekt beantworten. Hierfür sind weitere Untersuchungsansätze nötig. Eine zusätzliche Studie zu dem Thema folgt in dieser Dissertation.

8 Untersuchung zum Einfluss von ergonomischen Griffen und Sätteln bei einem Mountainbikeetappenrennen auf Wohlbefinden und Komfort

Die in dieser Dissertation durchgeführten Studien konnten zeigen, dass Ergonomie ein wichtiges Thema für sportliche Radfahrer ist. Ebenso befasst sich die Industrie mit diesem Thema und bietet zur Erhöhung von Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort innovative Produkte an. Bei den oben durchgeführten Untersuchungen zeigte sich, dass sich abhängig von der Methodik nur bestimmte Fragestellungen beantworten lassen. Insbesondere die Frage nach der Wirksamkeit von ergonomischen Produkten konnte in der Online-Befragung nicht und in den Laborstudien nur zum Teil beantwortet werden. Wie schon in den methodischen Vorüberlegungen angesprochen wurde, kann ein mehrdimensionaler Untersuchungsansatz die Thematik wesentlich ausführlicher und genauer erklären. Die vorliegende Feldstudie soll die Lücke schließen und die Wirkung von ergonomischen Produkten an den Kontaktstellen Sattel und Lenkergriffe unter realistischen Fahrbedingungen ermitteln.

8.1 Methodik Feldstudie

8.1.1 Fragestellungen und Hypothesen Feldstudie

Die Hauptfragestellungen dieser Studie sind:

4.1 Wie groß sind Beschwerden an den Schnittstellen Sattel und Lenkergriffe beim Mountainbikefahren in der Praxis?

4.2 Sind Verbesserungen von Wohlbefinden und Komfort durch ergonomische Griffen und Sätteln bei einem Mountainbikerennen zu erzielen?

Daraus leiten sich folgende Hypothesen ab:

H 4.1: Sitzbeschwerden und Beschwerden im Hand-/Armbereich sind bei einem Mountainbikerennen die häufigsten Einschränkungen von Wohlbefinden und Komfort.

H 4.2: Es kann eine positive Wirkung auf Wohlbefinden und Komfort durch ergonomische Griffe und Sättel bei einem Mountainbikerennen gefunden werden.

Zur Beantwortung dieser Fragen wird eine Befragung bei einem Mountainbikeetappenrennen durchgeführt.

8.1.2 Vorüberlegungen Methodik Feldstudie

Je nach Art der angewendeten Methode können bestimmte Fragestellungen beantwortet werden. Befragungen, wie sie etwa in der Online-Studie oder bei FROBÖSE et al. (2001) durchgeführt wurden, zeigen einige Beschränkungen hinsichtlich der Antworten der Teilnehmer. Die größte Einschränkung liegt darin, dass Antworten auf länger zurückliegenden Erinnerungen beruhen und damit an Genauigkeit verlieren. Das kann in hohem Maße die Unterschiede in den Ergebnissen verschiedener Studien erklären. Hinzu kommen noch unterschiedliche Voraussetzungen und Bedingungen, wie etwa regionale Einflüsse, dem Jahr der Erhebung, dem Typ Radfahrer und andere. So konnte BARRIOS et al. (1997) bei etwa 65 % von männlichen Straßenprofis Kniebeschwerden feststellen, wohingegen WEISS (1985) bei Freizeitretnradfahrern nur 35 % Beschwerden angibt.

Laborstudien konnten zeigen, dass je nach Art der verwendeten Komponenten Unterschiede in der Ergonomie bestehen. Hier ist insbesondere im Bereich des Sattels eine große Anzahl von Studien zu finden. Ein grundsätzlicher Nachteil in den meisten Laborstudien liegt jedoch darin, dass die Praxis nur unvollkommen nachgebildet werden kann. Eine Möglichkeit der Ermittlung von realistischen Praxiswerten besteht in einem Versuchsaufbau, bei dem die Probanden auf einer definierten Teststrecke fahren und dabei verschiedene Produkte benutzen. Um jedoch Beschwerden zu provozieren, müsste die Belastung bzw. Beanspruchung sehr hoch sein. Zudem könnte durch die künstlich geschaffene Fahrsituation das Ergebnis stark verzerrt sein.

Daher sollen die Auswirkungen von ergonomischen Komponenten bei einem Mountainbikeetappenrennen untersucht werden. Die Rennsituation schafft nicht nur sehr realistische Bedingungen, sondern die Belastung und Beanspruchung der Versuchspersonen wird sehr hoch sein, so dass Beschwerden deutlicher auftreten und damit Unterschiede besser sichtbar werden. Die Höhe der Beanspruchung und deren Auswirkungen können mit verschiedenen Messinstrumenten ermittelt werden. Da jedoch besonders Methoden mit komplexer Messtechnik nur mit wenigen Probanden durchgeführt werden können (vgl. TOPOUZOGLOU, 2000) soll hier ein Fragebogen eingesetzt werden.

8.1.3 Versuchsdesign Feldstudie

Das Versuchsdesign der Feldstudie sieht so aus, dass die Beanspruchung bei einem Etappenrennen ermittelt werden soll. Die Probandenzahl soll dabei möglichst hoch sein, um Abweichungen, die in einer Feldstudie in großem Maße entstehen können, zu relativieren. Die Studie findet bei einem mehrtägigen Etappenrennen statt. Dieses hat den Vorteil, dass hohe Belastungen auftreten und dadurch mögliche Auswirkungen von unterschiedlichen Schnittstellenkomponenten deutlich sichtbar werden. Die Teilnehmer sollen sich heterogen zusammensetzen. Das bedeutet, dass die Probandengruppe vom Profi bis hin zum Breitensportler reichen sollte. Der Vorteil gegenüber Messungen bei einem Eintagesrennen ist, dass sich auf den Etappen Messwiederholungen erzielen lassen. Zudem werden spontane Eindrücke im Laufe des Etappenrennens relativiert. Beschwerden als Zeichen von Diskomfort können sich zudem erst nach einigen Tagen zeigen.

Es werden bei der Untersuchung zwei Gruppen gebildet. Der Testpool besteht aus Personen mit und ohne Testausrüstung. In der Versuchsgruppe (VG) wird eine ergonomische Ausrüstung ausgegeben, die aus einem ergonomischen Sattel und Lenkergriffen besteht. Die Testsättel bestehen aus einem Damen- und einem Herrensattel (Terry Butterfly und Fly, Urmitz). Der Unterschied beider Sättel ist gering. Charakteristisch für beide Sättel sind die Aussparungen zur Reduzierung des Satteldrucks im Perinealbereich und eine besonders komfortable Sitzfläche im Bereich der Sitzhöcker. Dieses wird über eine spezielle Konstruktion erreicht. Der Butterfly Sattel ist etwas breiter und damit auf die Anatomie der Frau angepasst.

Die Griffe haben die Bezeichnung Ergon (Urmitz) GR1-S (klein) und GR1-L (groß). Die Griffe unterscheiden sich nur geringfügig in der Griffgröße. Beide Grifftypen verfügen über ein integriertes Barend, das eine Variation der Griffposition ermöglicht. Frauen wurden mit dem GR1-S und Butterfly ausgerüstet, Männer mit dem GR1-L und dem Fly Sattel.



Abbildung 70: Testgriffe und Sättel (oben Damensattel Terry Butterfly, Griff Ergon GR1-S, unten Herrensattel Terry Fly, Griff GR1-L)

Dabei rekrutiert sich die VG aus der Gesamtgruppe der Teilnehmer. Die übrigen Teilnehmer ohne besondere Testausrüstung stellen die Kontrollgruppe (KG) dar.

8.1.4 Messinstrument Fragebogen Feldstudie

Die Beanspruchung und die Auswirkungen der ergonomischen Komponenten werden mit Hilfe eines Fragebogens erfasst. Der Fragebogen wurde vom Autor und Mitarbeitern des Instituts Rehabilitation und Behindertensport der Deutschen Sporthochschule Köln entwickelt und basiert auf ähnlichen Befragungen. Der Fragebogen wurde zuvor auf einem Mountainbikemarathon erprobt. Als Basisdaten werden Probandendaten festgehalten (Größe, Gewicht, Alter und Geschlecht), sowie Informationen über die Ausrüstung (Radtyp, Sattel- und Grifftyp).

II Kapitel 8.1: Methodik Feldstudie

<input type="checkbox"/> Ergonomische Griffe und Sattel Startnr.: _____		Ankunftszeit: _____							
Größe:	Gewicht: _____								
Geschlecht	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich								
Alter:	_____								
Fahrradtyp	<input type="checkbox"/> Rigid <input type="checkbox"/> Hardtail <input type="checkbox"/> Fully <input type="checkbox"/> Feder/Rig <input type="checkbox"/> Feder/Hard								
Sattelart	Typ: <input type="checkbox"/> VG: _____ Sonst.: _____ <input type="checkbox"/> Öffnung								
Griffe	Typ: <input type="checkbox"/> VG: _____ Sonst.: _____ <input type="checkbox"/> Ergoform								
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	
Bereich				1= erträglich			6=unerträglich		
				1	2	3	4	5	6
Finger	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Kribbeln/Taubheitsgefühl			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handinnenfläche	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Kribbeln/Taubheitsgefühl			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handgelenk	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unterarm	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Verspannung			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schulter	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Verspannung			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nacken	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Verspannung			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rücken/-muskel	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Verspannung			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesäß	<input type="checkbox"/> Schmerzen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Druckstellen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Scheuerstellen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genitalbereich	<input type="checkbox"/> Taubheitsgefühl			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Druckstellen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Scheuerstellen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VG:	Sattel			Griffe					
Gegenüber meinem Alten ist der Neue	<input type="checkbox"/> viel besser			<input type="checkbox"/> viel besser					
	<input type="checkbox"/> besser			<input type="checkbox"/> besser					
	<input type="checkbox"/> vergleichbar			<input type="checkbox"/> vergleichbar					
	<input type="checkbox"/> schlechter			<input type="checkbox"/> schlechter					
	<input type="checkbox"/> viel schlechter			<input type="checkbox"/> viel schlechter					

Abbildung 71: Fragebogen Etappenrennen

Hinzu kommen die Etappe und die Fahrzeit der Probanden. Der Hauptteil des Fragebogens besteht aus neun Fragen, die die Beschwerden erfasst. Die verschiedenen Körperbereiche werden zusätzlich in Beschwerdetypen unterschieden. Diese können zudem in einer 6-skalierten Bewertung differenziert werden. Die Skala reicht von 1=erträglich bis 6=unerträglich. Der Schlussteil des Fragebogens fragt die subjektive Bewertung der ergonomischen Komponenten bei den Teilnehmern ab, die der VG angehören.

8.1.5 Durchführung der Feldstudie

Die Feldstudie wurde bei der Transalp Challenge 2004 durchgeführt. Dieses bekannteste Etappenrennen der Welt für Mountainbiker ging über acht Etappen und führte über die Alpen von Garmisch in Deutschland bis Riva del Garda, Italien. Dabei wurden jeden Tag durchschnittlich etwa 75 Kilometer mit 2500 Höhenmetern bewältigt. Die Teilnehmer starteten in Zweier-Teams. Es nahmen vom Profi bis zum ambitionierten Breitensportler vielfältige Radfahrertypen teil.

Der Fragebogen wurde mit einem Interview direkt vor dem Start und nach der Zieleinfahrt der Etappe erhoben. Die Befragung erfolgte jeweils bei einem Teil der Teilnehmer, die sowohl der VG als auch der KG zugehörig waren. Versuchs- und Kontrollgruppe sollten zu ähnlichen Teilen vertreten sein. Dabei wurden die ersten 7 Etappen für die Studie benutzt. Die Versuchsgruppe wurde zudem nach dem Komfort der ergonomischen Ausrüstung befragt. Dazu sollte die VG das Testequipment mit der zuvor in der Vorbereitung benutzten Ausrüstung vergleichen. Dieses konnte mit einer 5-stufigen Bewertung erfolgen (viel besser, besser, vergleichbar, schlechter und viel schlechter). Die Untersuchung wurde in einem Interview von einem Versuchsleiter erhoben. Um Versuchsleitereffekte zu reduzieren, wurden die Interviews nicht vom Autor, sondern von einem Mitarbeiter des Projektteams durchgeführt.

8.1.6 Auswertung Feldstudie

Die Daten der Fragebögen werden in eine kodierte Tabelle übertragen. Die Auswertung erfolgt nach folgendem Schema. Mit Hilfe der Programme SPSS (SPSS Inc., USA) und Excel (Microsoft Inc., USA) werden Häufigkeiten und Mittelwerte berechnet. Anschließend wird die Häufigkeit der Teilnehmernennungen auf die Anzahl des Probandenpools normiert und diese prozentual dargestellt. Die Gruppen untereinander (VG und KG) werden dann in Relation gesetzt. Wenn es nicht explizit differenziert dargestellt wird umfasst die Ergebnisdarstellung der VG sowohl Männer, als auch Frauen. Um die Tendenz der Beschwerden zu beschreiben wird eine lineare Trendanalyse durchgeführt. Dazu werden die Angaben der Teilnehmer gemittelt. Anschließend werden die Mittelwerte auf Signifikanz geprüft. Die Signifikanzgrenze wird auf $p \leq 0,05$ festgelegt.

8.2 Ergebnisse Feldstudie

8.2.1 Allgemeine Daten

Über das gesamte Etappenrennen wurden 601 Fragebögen ausgefüllt, im Mittel 75 Stück täglich. Die Versuchspersonen waren im Mittel 36 Jahre ($s=7,2$) alt. Die Spannweite reichte von 19 bis 62 Jahre. 9,4 % der Versuchspersonen waren Frauen, 90,6 % Männer. Die mittlere Größe der Probanden lag bei 1,80 m und das durchschnittliche Gewicht bei 75 kg.

Tabelle 69: Probandendaten (N=601)

Case Summaries

geschlecht		größe	gewicht	alter
weiblich	Minimum	161,00	49,00	20,0
	Maximum	179,00	85,00	49,0
	% of Total N	9,1%	9,2%	9,3%
	Mean	169,8113	60,5660	32,778
	Std. Deviation	4,00508	5,59364	7,1945
männlich	Minimum	136,00	29,00	19,0
	Maximum	198,00	95,00	62,0
	% of Total N	90,9%	90,8%	90,7%
	Mean	180,4556	73,586	37,257
	Std. Deviation	6,03920	7,785	7,0792
Total	Minimum	136,00	29,00	19,0
	Maximum	198,00	95,00	62,0
	% of Total N	100,0%	100,0%	100,0%
	Mean	179,4863	74,7600	36,839
	Std. Deviation	6,63135	29,34704	7,2027

57 % der Teilnehmer waren mit einem Fully unterwegs, 39 % mit einem Hardtail und weitere 4 % mit sonstigen Mountainbiketypen.

8.2.2 Beschwerden im Verlauf des Etappenrennens

Der Verlauf der Beschwerden war über die Transalp sehr unterschiedlich. Es fällt auf, dass die meisten Beschwerden je nach Etappe stark schwankten. Die folgenden Grafiken zeigen,

dass vor allem der Verlauf der Beschwerden bei der Kontrollgruppe (KG) sehr unregelmäßig verläuft. Die Versuchsgruppe (VG) hatte an jedem Messzeitpunkt geringere Schmerzen an den Fingern.

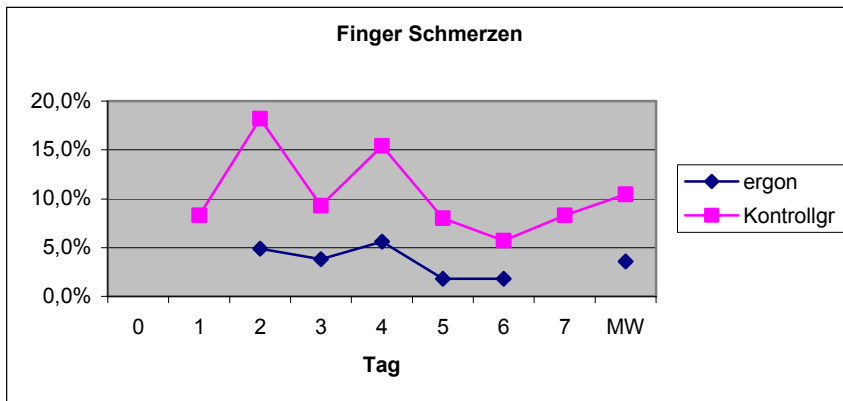


Abbildung 72: Verlauf Schmerzen Finger

Bei den Verspannungen der Schultern ist ebenfalls ein wellenartiger Verlauf zu beobachten. Bis auf Tag 6 verlaufen beide Gruppen jedoch annähernd gleich.

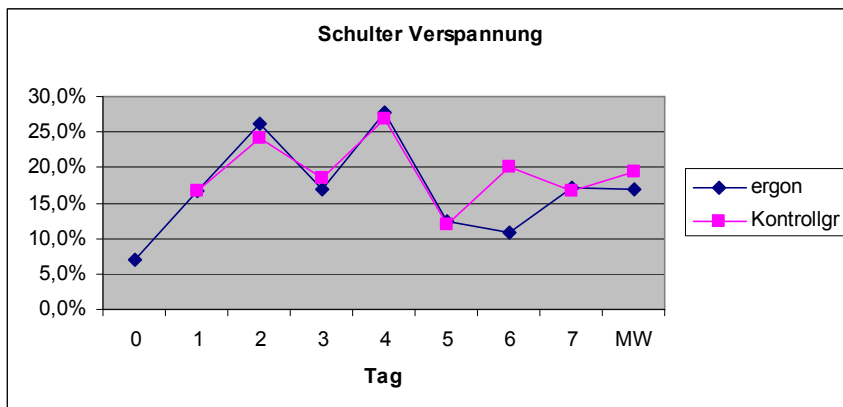


Abbildung 73: Verlauf Schulter Verspannung

Es treten damit sowohl ähnliche, als auch sehr unterschiedliche Ergebnisse auf. Allerdings kann keine grundsätzliche Tendenz gesehen werden, dass mit zunehmender Länge des Rennens mehr Beschwerden auftreten. Bei näherer Betrachtung der Beschwerdeart können

jedoch Unterschiede gefunden werden. Am Beispiel der Griffe zeigt sich, dass die Schmerzen in den Fingern bei beiden Gruppen mit Dauer des Rennens abgenommen haben.

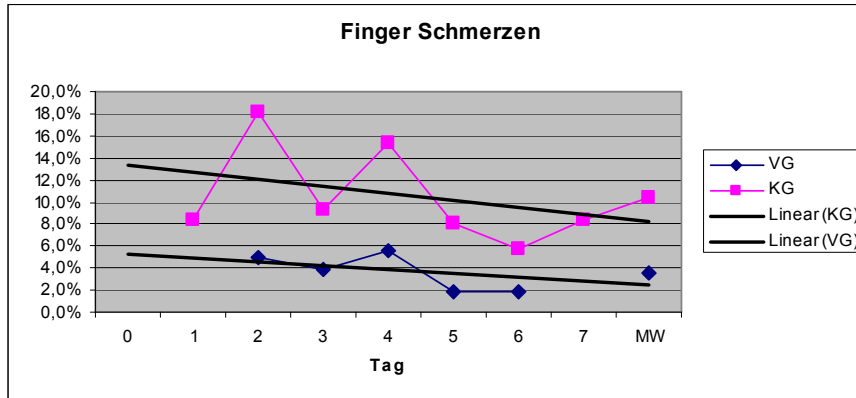


Abbildung 74: Verlauf Schmerzen in den Fingern

Der Aspekt Kribbeln oder Taubheit der Finger hat jedoch bei beiden Gruppen zugenommen.

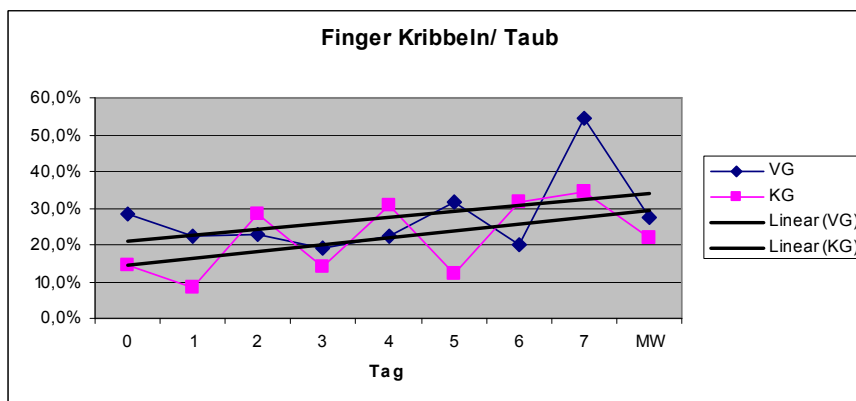


Abbildung 75: Verlauf Kribbeln/Taubheit der Finger

Die Schmerzen der Handinnenflächen hingegen sind etwa auf einem Niveau geblieben.

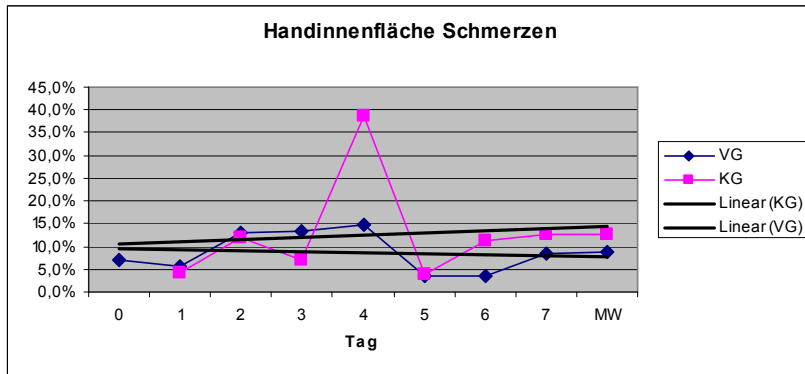


Abbildung 76: Verlauf Schmerzen Handinnenflächen

Besonders stark sind Verspannungen im Unterarm gesunken.

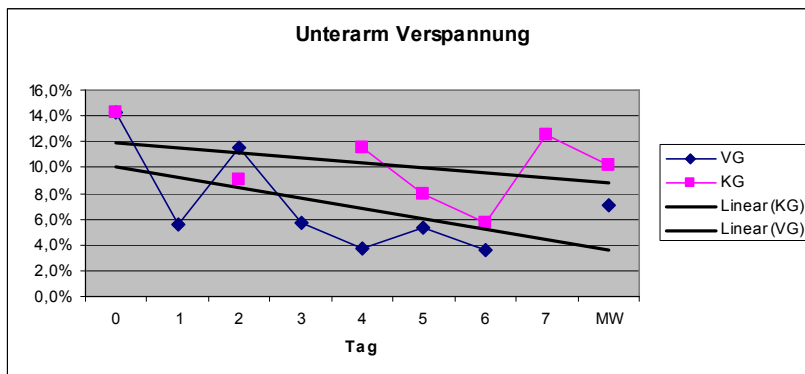


Abbildung 77: Verlauf Verspannungen Unterarm

Am Stärksten über die Dauer des Rennes sind Druckstellen am Gesäß gestiegen.

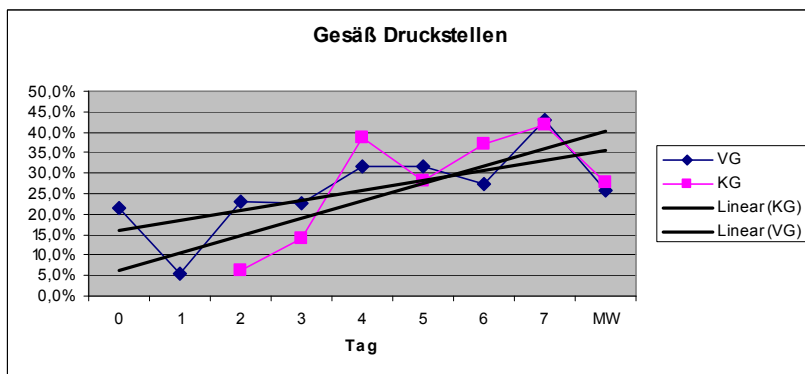


Abbildung 78: Verlauf Druckstellen Gesäß

8.2.3 Verteilung Beschwerden und Diskomfort in den Gruppen

Die häufigsten Beschwerden, unabhängig von der Ausrüstung, sind Gesäß mit 49 %, Rücken mit 44 % und Hand mit 34 %. In ähnlicher Höhe liegt der Nacken mit 32 %. Es folgen Finger (28 %), Schulter (21 %), Genitalien (18 %) und die Arme (8 %). Die unteren Extremitäten wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Tabelle 70: Ranking Beschwerden Transalp

Nr.	Körperbereich	Prozent alle Teilnehmer
1	Gesäß	49,1
2	Rücken	44,3
3	Hand	33,9
4	Nacken	32,1
5	Finger	27,9
6	Schulter	20,6
7	Genitalien	17,6
8	Arm	7,8

Die Belastungen bei der Transalp waren so hoch, dass nur eine geringe Zahl mit 11,7 % an Sportlern ohne jegliche Beschwerden war.

Tabelle 71: Beschwerden bei der Transalp, über alle Tage

Geschlecht * Beschwerde ja nein Crosstabulation

			Beschwerde ja nein		
			nein	ja	Total
Geschlecht	weiblich	Count	2	53	55
		% within Geschlecht	3,6%	96,4%	100,0%
		% within Beschwerde ja nein	2,9%	10,2%	9,4%
		% of Total	,3%	9,0%	9,4%
	männlich	Count	67	466	533
		% within Geschlecht	12,6%	87,4%	100,0%
		% within Beschwerde ja nein	97,1%	89,8%	90,6%
		% of Total	11,4%	79,3%	90,6%
	Total	Count	69	519	588
		% within Geschlecht	11,7%	88,3%	100,0%
		% within Beschwerde ja nein	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	11,7%	88,3%	100,0%

Die Frauen haben mit 96,4 % signifikant ($p=0,05$) mehr Beschwerden als die Männer mit 88,3 %.

Tabelle 72: Vergleich Beschwerden und Geschlechter

Ranks

	Geschlecht	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Beschwerde ja nein	weiblich	55	318,31	17507,00
	männlich	533	292,04	155659,00
	Total	588		

Test Statistics^a

	Beschwerde ja nein
Mann-Whitney U	13348,000
Wilcoxon W	155659,000
Z	-1,958
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,050

a. Grouping Variable: Geschlecht

Im Gegensatz dazu konnte keine Signifikanz über alle Beschwerden gefunden werden zwischen der VG und KG ($p=0,115$).

Tabelle 73: Vergleich Beschwerde und Testgruppe

Ranks

	Ergon Package	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Beschwerde ja nein	nicht ergon	217	309,19	67094,00
	Ergon	384	296,37	113807,00
	Total	601		

Test Statistics^a

	Beschwerde ja nein
Mann-Whitney U	39887,000
Wilcoxon W	113807,000
Z	-1,574
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,115

a. Grouping Variable: Ergon Package

Bei der detaillierten Analyse der einzelnen Körperbereiche ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse. Wie schon eingangs zusammengefasst wurde, treten in einigen Bereichen viele Beschwerden auf und in anderen nur wenige. Die Beschwerden sind insbesondere im Bereich des Sitzens hoch. Das Mittel beträgt bei der VG 17,3 % und bei der KG 19,6 %. Der Hand-Arm-Bereich ist geringer von Beschwerden betroffen. Hier geben 12,1 % der VG und 14,4 % der KG Einschränkungen an.

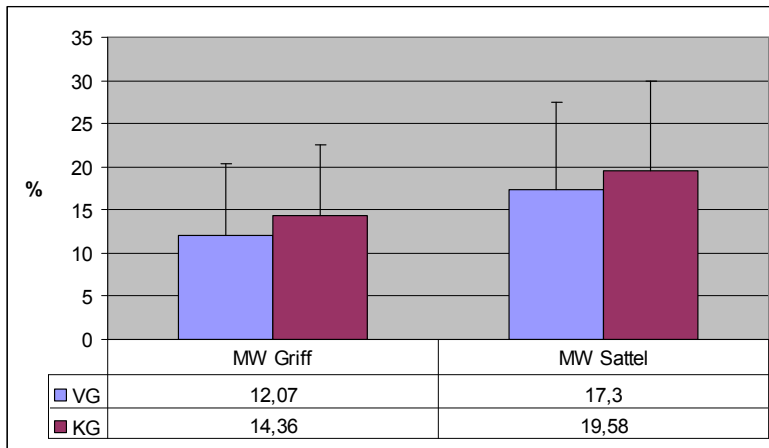


Abbildung 79: Vergleich VG und KG bei Beschwerden im Griff- und Sattelbereich

Im Einzelnen sind besonders die Finger, der Nacken und die Sitzfläche von vielen Teilnehmern (> 20%) in beiden Gruppen oft genannt. Dabei lässt sich in der Einzelanalyse feststellen, dass nur vier von 19 Bereichen signifikant geringere Beschwerden in der VG bereiten als in der KG. Diese Bereiche sind Schmerzen der Finger, Kribbeln/Taubheit der Innenhand, Schmerzen im Gesäß und hoher Druck des Sattels im Genitalbereich ($p < 0,05$). Dabei sind Schmerzen des Gesäßes, der Druck des Sattels in die Genitalien, Schmerzen der Finger und Schmerzen in den Unterarmen nur bei sehr wenigen Teilnehmern störend (weniger als 10 %).

Tabelle 74: Häufigkeit Beschwerden

Körperteil	Beschwerde	VG (in %)	KG (in %)	Signifikanz (p<0,05)
Finger	Schmerz	2,6	10,1	0,001
Finger	Krib/Taub	24,5	23	n.s.
Handinnen	Schmerz	8,9	12	n.s.
Handinnen	Krib/Taub	14,3	20,7	0,043
Handgelenk	Schmerz	13	13,8	n.s.
Unterarm	Schmerz	1,8	3,2	n.s.
Unterarm	Verspannt	5,7	6,5	n.s.
Schulter	Schmerz	6	6,5	n.s.
Schulter	Verspannt	18	18,9	n.s.
Nacken	Schmerz	11,7	12,9	n.s.
Nacken	Verspannt	26,3	30,4	n.s.
	MW Griff	12,07	14,36	
	s	8,3	8,2	
Rücken	Schmerz	24,5	30,4	n.s.
Rücken	Verspannt	27,6	25,8	n.s.
Gesäß	Schmerz	22,4	33,6	0,003
Gesäß	Druck	25,3	22,1	n.s.
Gesäß	Scheuer	21,1	18,9	n.s.
Genital	Taub	12,8	12,9	n.s.
Genital	Druck	1,3	7,4	0,001
Genital	Scheuer	3,4	5,5	n.s.
	MW Sattel	17,3	19,58	
	s	10,2	10,4	

MW=Mittelwert

s=Standardabweichung

n.s.= nicht signifikant

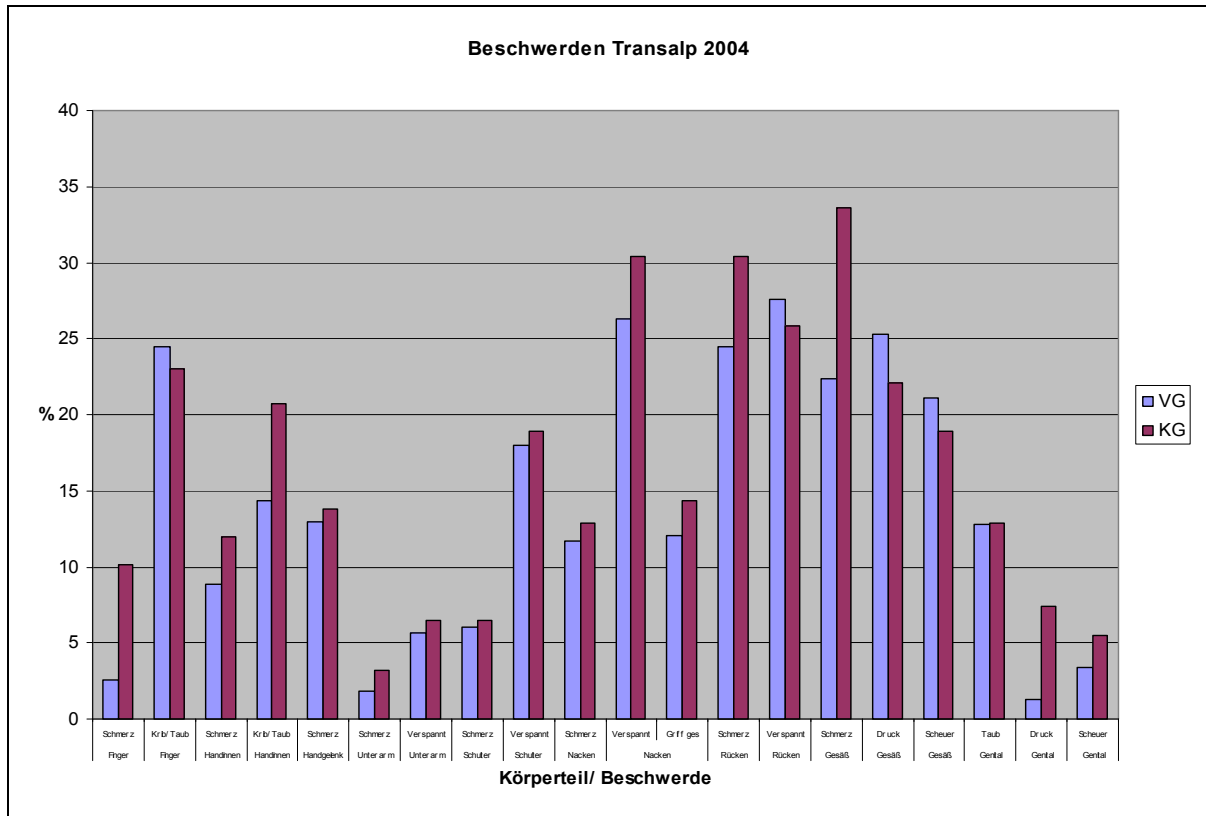


Abbildung 80: Beschwerden nach Körperteilen

Der Grad der Beschwerden an den verschiedenen Körperteilen ist unterschiedlich hoch. Im Mittel über alle Körperteile lässt sich feststellen, dass sowohl bei der VG, als auch bei der KG die Beschwerden erträglich waren. Die Verteilung der KG ist jedoch mehr in Richtung unerträglich verschoben.

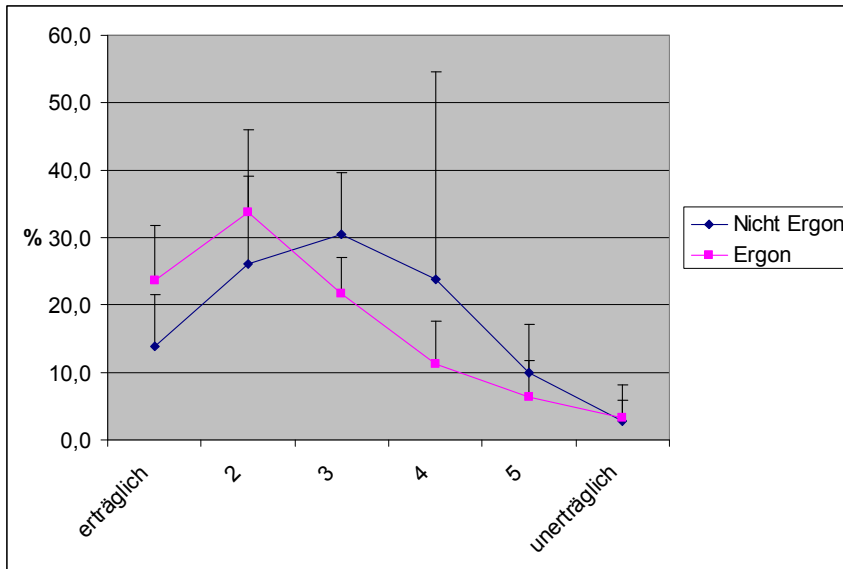


Abbildung 81: Grad der Beschwerden

In der Kategorie 1 (erträglich) hat die VG 23,6 % Nennungen abgegeben und die KG 13,9 %. Beim nächsten Grad ist der Wert der 33,8 % bei der VG immer noch deutlich höher als bei der KG mit 26,1 %. In der Kategorie 3 hat die KG mit 30,5 % zu 21,7 % gegenüber der VG einen höheren Beschwerdegrad angegeben. Dieses trifft auch für die Kategorie 4 und 5 zu. Die Kategorie 6 unerträglich trifft nur bei wenigen Teilnehmern zu und liegt mit 2,7 % (KG) und 3,3 % (VG) etwa in der gleichen Größe.

Tabelle 75: Grad der Beschwerden, % der Nennungen

Typ		Nicht Ergon						Ergon					
Nr.	Körperbereich/Beschwerdeart	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Finger Schmerzen	18,2	27,3	22,7	22,7	9,1	0	35,7	14,3	14,3	14,3	14,3	7,1
2	Finger Kribbeln	22	14	34	14	14	2	27	33	26	3	7	4
3	Hand innen Schmerz	11,5	11,5	26,9	34,6	15,4	0	25	33,3	19,4	8,3	11,1	2,8
4	Hand innen Kribbeln	10,6	19,1	34	21,3	12,8	2,1	20,3	39	22	5,1	11,9	1,7
5	Handgelenk Schmerz	30	33,3	26,7	10	0	0	32	34	18	14	2	0
6	Unterarm Schmerz	0	16,7	50	16,7	16,7	0	42,9	0	28,6	14,3	0	14,3
7	Unterarm Verspannung	15,4	61,5	15,4	7,7	0	0	18,2	59,1	18,2	4,5	0	0
8	Schulter Schmerz	7,1	28,6	42,9	14,3	0	7,1	20,8	50	16,7	12,5	0	0
9	Schulter Verspannung	27,5	22,5	30	17,5	0	2,5	22,1	41,2	25	8,8	2,9	0
10	Nacken Schmerz	10,7	14,3	42,9	21,4	3,6	7,1	18,6	34,9	18,6	20,9	7	0
11	Nacken Verspannung	20,9	23,9	28,4	148	7,5	4,5	33	26	26	11	4	0
12	Rücken Schmerz	6,1	16,7	30,3	30,3	10,6	6,1	12,6	27,4	22,1	27,4	8,4	2,1
13	Rücken Verspannung	10,5	33,3	28,1	15,8	10,5	1,8	13,9	38,9	30,6	14,8	1,9	0
14	Gesäß Schmerz	12,2	24,3	27	13,5	16,2	6,8	20	35,3	21,2	9,4	10,6	3,5
15	Gesäß Druck	4,3	40,4	25,5	8,5	19,1	2,1	17,5	39,2	19,6	13,4	9,3	1
16	Gesäß Scheuern	9,3	46,5	16,3	9,3	9,3	9,3	19,5	34,1	14,6	15,9	14,6	1,2
17	Genital Taubheit	18,5	33,3	29,6	11,1	7,4	0	21,6	33,3	33,3	7,8	2	2
18	Genital Druck	12,5	12,5	43,8	18,8	12,5	0	33,3	33,3	16,7	0	0	16,7
19	Genital Scheuern	16,7	16,7	25	16,7	25	0	14,3	35,7	21,4	7,1	14,3	7,1
	MW	13,9	26,1	30,5	23,8	10,0	2,7	23,6	33,8	21,7	11,2	6,4	3,3
	s	7,7	13,0	9,1	30,9	7,1	3,1	8,3	12,2	5,3	6,4	5,4	4,8

in % der Nennungen, MW=Mittelwert, s=Standardabweichung

8.2.4 Komfortbewertung

Bei der subjektiven Bewertung der Produkte gibt die Testgruppe bei den Griffen mit 39,1 % an, viel besser mit dem Produkt zurecht zu kommen. Besser bewerten die Griffen 42,4 %. Insgesamt bewerten damit 81,5 % die ergonomischen Griffen positiv, 2,3 % negativ und 13,8 % neutral.

Bei den Sätteln ist die positive Bewertung etwas geringer. Hier geben 27,7 % an, viel besser und 38,7 % besser mit dem ergonomischen Sattel zu fahren. Insgesamt bewerten den Sattel 66,4 % positiv, 5,2 % negativ und 23 % vergleichbar mit dem Modell, welches in der Vorbereitung genutzt wurde.

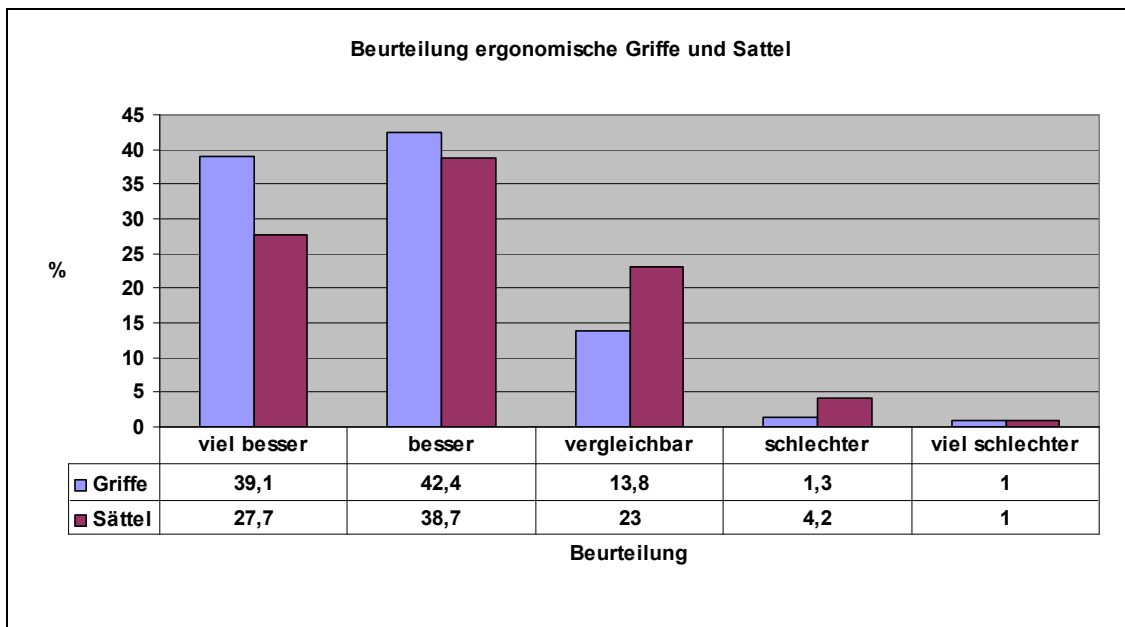


Abbildung 82: Beurteilung ergonomische Griffen und Sattel

Zusammenfassend kann diese Studie interessante Antworten auf die Eingangsfragen geben. Dazu gehört eine weitgehende Bestätigung der Hypothese H 4.1. Es kann bestätigt werden, dass Sitzbeschwerden auch in der Praxis die größte Relevanz bezüglich Beschwerden beim Radfahren haben. Auch der Hand-Arm-Bereich ist in großem Maß von Beschwerden betroffen.

Die zweite Hypothese H 4.2 kann nur zum Teil bestätigt werden. Im Vergleich der Untersuchungsgruppen über alle Teilnehmer konnte kein signifikanter Unterschied bei den Beschwerdenennungen gefunden werden. Jedoch haben sich in der Analyse einzelner Beschwerden verschiedene Bereiche als signifikant unterschiedlich erwiesen. Die subjektive Bewertung der Versuchsgruppe, die ergonomische Produkte verwendete, war überaus positiv.

8.3 Diskussion Feldstudie

8.3.1 Diskussion Methode

Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben gezeigt, dass bei einer Feldstudie realistische Erkenntnisse über die Beanspruchung beim Mountainbikefahren gewonnen werden können. Der Aufwand dafür ist bei der Untersuchung in einem überschaubaren Rahmen geblieben. Einen größeren Aufwand stellten nur die organisatorischen Aspekte der Reise dar.

Der Fragebogen hat grundsätzlich bei der Durchführung keine Probleme bereitet. Es bestand allerdings die Ungewissheit, wie gut die Teilnehmer an der Studie teilnehmen würden, da nicht die Studie im Fokus der Sportler stand, sondern das Rennen. Diese Sorge stellte sich im Nachhinein als unbegründet heraus. Durch die gute Einführung im Anschreiben waren die Probanden auf die Befragung vorbereitet und standen bereitwillig zur Verfügung.

Ein methodisches Problem war, dass die Auswahl der täglichen Probanden nicht völlig standardisiert werden konnte. Einige Personen kommen häufiger vor als andere und wurden möglicherweise über ihre Auffälligkeit oder Sympathie öfter befragt. Die Randomisierung der Stichprobe in einem Rennen sollte weiterentwickelt werden. Da die Antworten subjektiv sind, stellt sich die Frage, wie genau die Ergebnisse sind. Einige Ergebnisse streuen erheblich, andere haben nur geringe Abweichungen. Durch die Vorgabe von Antwortmöglichkeiten wurde dafür gesorgt, dass die Antworten exakter ausfallen. Auch Laborstudien mit Messungen von „harten“ Parametern zeigen, dass auch bei physikalisch-technischen Methoden die Ergebnisse oft große Ungenauigkeiten und Streuungen aufweisen. Der Unterschied zu anderen Studien kann auch an den unterschiedlichen Methoden liegen.

Die Schwankungen in den Antworten bei den verschiedenen Etappen sind vor allem in den unterschiedlich hohen Belastungen der Etappen zu sehen. Dieses lässt sich bei einer Untersuchung unter realen Rennbedingungen nicht vermeiden, da die Charakteristik jeder Etappe anders ist. Auf der anderen Seite sichert die Rennsituation eine hohe Belastung, auch bei zunehmender Ermüdung oder wachsenden Beschwerden. Durch die große Anzahl der Fragebögen von N=601 können zudem Ausreißer und Schwankungen ausgeglichen

werden. Bei der Datenaufbereitung und Analyse wurden keine besonderen Schwierigkeiten gefunden. Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die durchgeführte Methode für die Fragestellung eine gute Möglichkeit der Beantwortung darstellt. Zukünftige Studiendesigns sollten versuchen, sowohl die Belastung, als auch die Beanspruchung in der praktischen Anwendung zu ermitteln. Hierzu gehört auch die Aufnahme von „harten“ Daten, die durch technische Methoden gewonnen werden. In Ansätzen findet sich das bei TOPOUZOGLOU (2000), der die Vibrationsbelastungen bei einem Mountainbikeetappenrennen untersucht hat.

8.3.2 Diskussion Ergebnisse

Es ist anzunehmen, dass bei einer extremen Fahrt mit dem Mountainbike viele Beschwerden auftreten. In anderen Studien war jedoch die Nennung der Beschwerden höher, obwohl man hier keine wesentlich höhere Belastung vermuten sollte. Da das Transalp Rennen höchste Belastungen beinhaltet, spricht die relativ geringe Beschwerdenennung für einen guten Trainingszustand der Teilnehmer. Auch der Verlauf der Beschwerden zeigt die hohe Regenerationsfähigkeit der Sportler. Erstaunlicherweise nimmt im Verlauf des Rennens die Beschwerdenennung nicht grundsätzlich zu. Eine weitere Erklärung ist, dass sich die Wahrnehmung der Teilnehmer reduziert, da ein Gewöhnungseffekt eintritt. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Ausrüstung grundsätzlich auf einem sehr hohen Niveau war und damit ein hohes ergonomisches Niveau vermutet werden kann.

Die Beteiligung bei der Transalp ist sehr vom männlichen Geschlecht dominiert. Dieses ist jedoch für die Zielgruppe typisch, da wesentlich weniger Frauen Mountainbikesport betreiben. Verschiedene Studien liegen bei einer Frauenquote zwischen 20-30 % (vgl. BOWLES et al., 2006; FROBÖSE et al., 2001). Die Frauen unterscheiden sich signifikant in der Höhe der Beschwerden. Die größere Nennung kann auf eine höhere Sensibilität mit dem eigenen Körper zurückgeführt werden. Zudem sind die Frauen möglicherweise empfindlicher gegenüber der Belastung. Ein Einfluss durch die leicht differenzierten Produkte, die die Frauen verwendet haben, wird auf Grund der großen Ähnlichkeit der Produkte nicht angenommen.

Die große Weite des Alters zeigt, dass Mountainbiken für viele Altersgruppen ein interessanter Sport ist. Insbesondere bei älteren Sportlern sind Beschwerden beim Radfahren und Komfort ein wichtiges Thema.

Im Vergleich der Schnittstellen Lenkergriffe und Sattel zeigt sich, dass Sitzbeschwerden häufiger auftreten. Hier ist auch die Komfortbewertung schlechter. Diese Ergebnisse zeigen, dass insbesondere die Schnittstelle Sattel noch einen größeren Optimierungsbedarf hat. Ein Stück unerwartet ist die große Zufriedenheit mit dem ergonomischen Griff, da dieses Produkt zum einen noch neu ist und zum anderen der Entwicklungsstand bei Griffen generell niedriger ist. Die signifikanten Unterschiede bei Schmerzen in den Fingern und Missempfindungen in der Handfläche sind auf die große Grifffläche und die damit verbundene geringere Belastung zurückführbar. Bei Sitzbeschwerden lässt sich bei der VG im Genitalbereich signifikant weniger Druck finden, welches durch die Aussparung des Testsattels in diesem Bereich erklärt werden kann. Auch die signifikant geringeren Schmerzen auf der Gesäßfläche können mit der optimierten Polsterung des Testsattels erklärt werden. Die weiter oben angeführten Laborstudien konnten für diese Modelle überdurchschnittlich gute Werte zeigen. Die ebenfalls geringere Höhe der Beschwerden unterstützt die Hypothese, dass Beschwerden beim Radfahren durch die Ausrüstung positiv beeinflusst werden können. Es ist jedoch anzumerken, dass nicht für alle Bereiche signifikante Unterschiede gefunden werden konnten und dadurch die Hypothesen nicht allzu stark verallgemeinert werden dürfen.

Insgesamt wurde ein deutlicher Komfortgewinn bei der Mehrzahl der Fahrer mit ergonomischen Komponenten festgestellt. Der Unterschied ist in einigen Kategorien zwischen den VG und der KG erheblich. In anderen Bereichen hingegen sind keine Unterschiede festzustellen. Es ist daher zu vermuten, dass einige ergonomische Features nicht auf alle Bereiche wirken. In der Studie konnte gezeigt werden, dass ergonomische Sättel und Griffe insgesamt deutliche Komfortvorteile zeigen, vor allem in der subjektiven Bewertung. Für den Mountainbiker macht es daher Sinn auf entsprechende Produkte zurückzugreifen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob dieses auch für andere Radfahrer gilt, die sich vom Radtyp, Einsatzbereich oder Intensität unterscheiden. Hier besteht ein weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Teil III

9 Diskussion und Schlussfolgerungen Ergonomie beim Radfahren

In diesem Kapitel werden die Studien in einer Gesamtschau diskutiert. Im ersten Teil erfolgt die Diskussion der Methoden, im zweiten die Inhalte der Studien. Dabei geht es nicht um eine spezifische Diskussion der einzelnen Untersuchungen, die schon oben erfolgt ist, sondern um eine Übersicht der Methoden und Ergebnisse.

9.1 Diskussion Methoden Studien Sportergonomie und Radfahren

In dieser Dissertation wurden insgesamt vier Studien durchgeführt. Diese wurden in den vorherigen Kapiteln separat und eigenständig dargestellt. An dieser Stelle erfolgt eine Gesamtdiskussion aller Studien im Bezug zueinander und zu den methodischen Grundlagen der Sportergonomie.

9.1.1 Diskussion Methoden und Studienkonzepte

Es wurde innerhalb dieser Arbeit ein Komplex von Studien durchgeführt, die sich gegenseitig ergänzen. Die Studien unterscheiden sich nicht nur in den inhaltlichen Fragestellungen, sondern ebenfalls in der Methodik. Aus den Vorüberlegungen konnte keine „beste“ Methodik gefunden werden, so dass ein Methodenmix gewählt wurde. Dieses ist vor allem deshalb sinnvoll, da der Forschungsstand noch gering ist und damit die Methoden erst wenig entwickelt sind. Daher konnten mit dieser Arbeit neben den inhaltlichen Fragestellungen ebenfalls methodische Vorgehensweisen getestet und überprüft werden. Insgesamt wurden in dieser Arbeit vier Studien mit unterschiedlichen Versuchsdesigns durchgeführt, davon zwei Laboruntersuchungen, die vom Aufbau ähnlich sind.

In der Vorüberlegung der Methodenauswahl wurden viele Aspekte berücksichtigt, wobei vor allem die Kernfragen für die Methodik leitend waren. Die Wahl der Methode hing ebenfalls von den definierten Untersuchungszielen ab. In den grundsätzlichen

Überlegungen gab es verschiedene Konzepte. Verschiedene Gründe haben den Ausschlag dafür gegeben, die Studien eigenständig durchzuführen. Durch die Neuheit des Themas sollte das Gebiet explorativ abgesteckt werden. Es ergab sich bei dieser Vorgehensweise eine evolutionäre Entwicklung der Studien. Eine einzelne groß angelegte Studie würde die Flexibilität und den explorativen Charakter stärker einschränken. Zusätzlich hätte eine einzelne Studie ein größeres Risiko für einen Misserfolg bedeutet, z.B. bei einem Abbruch. Der Vorteil einer großen einzelnen Studie ist, dass die Systematik höher sein kann und Untersuchungselemente enger aufeinander abgestimmt sein können.

Die Studien sind aufeinander aufgebaut. Die Onlinebefragung zeigte eine Übersicht über das Thema, die in den weiteren Studien in Einzelbereichen weiter vertieft wurde. Die Laborstudien konnten zeigen, dass es Unterschiede im objektiven Komfort sowohl bei Sätteln, als auch bei Griffen gibt. Darauf baute die Feldstudie auf und überprüfte die Ergebnisse aus den Laborstudien. Hier konnte gezeigt werden, dass es subjektiv bewertete Unterschiede bei Sätteln und Griffen im Komfort gibt. Erst das Zusammenbringen beider Studien konnte zeigen, dass objektive Komfortparameter ebenfalls subjektiv so empfunden werden können. Diese Aussage hätte so nicht getroffen werden können, wenn nur eine Methode bzw. Studie durchgeführt worden wäre. Allerdings konnten bei den Studien die Komfortwerte nicht direkt verglichen werden. Schon innerhalb der zwei Laborstudien von Griffen und Sätteln ist es nicht möglich, die Werte bezüglich des Komforts zu bewerten, da es keinen Referenzpunkt gibt. Hierzu sollten in der Zukunft grundsätzliche Überlegungen zu der Vergleichbarkeit von Komfortwerten gemacht werden. Die Kongruenz der Ergebnisse kann nicht grundsätzlich erwartet werden, da sich das Versuchsdesign der Feldstudie völlig von den Labortests unterscheidet. Hinzu kommen noch unterschiedliche Störeinflüsse bei beiden Methoden, bei der Feldstudie in größerem Umfang. Die Störeinflüsse hatten jedoch nur einen geringen Einfluss auf die Ähnlichkeit der Ergebnisse.

In der ersten Studie wurde mit der Onlinebefragung eine soziologische Methode benutzt. Die Befragung über Ergonomie beim Radfahren schaffte eine gute Übersicht über die Thematik. Die Onlinebefragung zeigt, dass mit dieser Methode einfach eine große Anzahl von Probanden erfasst werden kann. Zudem ist durch die globale Ausbreitung des Internets ein großer Bereich der Zielgruppe zu erreichen. Der Wunsch nach Repräsentativität soll die Weite der Schlussfolgerungen steigern. Allerdings erfüllen nur wenige Studien in der

Sportwissenschaft diesen Anspruch. Grundsätzlich kann die Technik der Online-Erhebung diesen Anspruch ebenfalls nicht erfüllen (vgl. HAUPTMANN, 1999). Folgende Gründe sprechen grundsätzlich gegen eine Repräsentativität von Online-Befragungen (vgl. HAUPTMANN, 1999):

- Grundgesamtheit ist undefiniert
- Grundgesamtheit Internetnutzer ist ungleich Grundgesamtheit Gesamtbevölkerung (vgl. auch QUATEMBER, 2001, 33f)
- Grundgesamtheit ist nur ungenau zu bestimmen
- Aktive Stichprobenziehung fehlt
- Verzerrung der Stichprobe durch Effekte der Selbstselektion und wiederholtes Ausfüllen

Theoretisch liegt hier ein Vorteil der Face-to-face- und Telefonbefragung. In der Praxis scheitert auch hier die Repräsentativität oft an Aufwand und Kosten und vor allem an dem Problem der Stichprobenziehung. In diesem Fall ist weder die Grundgesamtheit genau zu bestimmen, noch kann die Stichprobe repräsentativ gezogen werden. Es fehlen vor allem Kontaktmöglichkeiten in einem repräsentativen Umfang. Um einen Onlinefragebogen repräsentativ anzulegen, müssten eine Vielzahl von weiteren Prozeduren durchgeführt werden. Hier ist vor allem der Abgleich mit Parallelstudien zu nennen, die eine anerkannt repräsentative Methode verwenden (vgl. Perspektive Deutschland, 2005; BANDILLA, 1999, 13f.). Auf Grund des nicht zu leistenden Aufwands einerseits und der fehlenden Notwendigkeit einer Repräsentativität wurde keine Parallelstudie zur Gewichtung durchgeführt. Allerdings ist im Vergleich mit anderen nicht repräsentativen Methoden die Onlinebefragung stärker zu verallgemeinern. Der Unterschied zu vielen Studien besteht darin, dass diese die Probanden oft auf Universitätsangehörige, meistens Studenten, beschränken. Hier stellt sich die Frage, welche Unterschiede die verschiedenen nicht repräsentativen Methoden haben bzgl. Aussagekraft von Ergebnissen. Es ist davon auszugehen, dass in bestimmten definierten Grundgesamtheiten (z.B. Universität) die Probanden noch selektiver im Bezug zur Grundgesamtheit sind und der Bias damit ebenfalls größer als bei einer Onlinebefragung ist. Der Hauptvorteil eines Internetfragebogens ist, dass die Stichprobe nicht nur lokal oder regional begrenzt ist. Die Stichprobe setzt sich im Idealfall ähnlich einer Grundgesamtheit sportlicher Radfahrer

Deutschlands (oder deutschsprachiger Probanden) zusammen. Die Onlinebefragung in dieser Dissertation ist in hohem Maße für einen weiten Bereich aussagekräftig.

Die zweite und dritte Studie unterscheidet sich vom methodischen Ansatz völlig von der Onlinebefragung. Die Fragestellung war hier wesentlich konkreter und enger gefasst. Die methodische Perspektive ist hier eine völlig andere. Die Laborstudien sind vor allem aus einem technisch-mechanischen Blickwinkel zu sehen. Mit Hilfe von Drucksensoren wurden physikalische Belastungsgrößen ermittelt. Diese wurden für unterschiedliche Fahrradkomponenten benutzt. Es zeigte sich, dass diese Methode sich dazu eignet, Unterschiede der Ausrüstung aufzuzeigen. Um zusätzlich die Auswirkungen auf die Beanspruchung zu ermitteln, wurde bei den Griffen zusätzlich eine individuelle subjektive Bewertung mit Hilfe einer Likertskala durchgeführt. Die Messung der Muskelpotentiale mit dem EMG hatte das Ziel, die Beanspruchung zu erfassen. Dieses konnte in Ansätzen ermittelt werden.

Ein großer Vorteil von Labormethoden ist die hohe Standardisierbarkeit. Damit ist ferner eine stärkere Systematik zur Beantwortung von Fragestellungen möglich. Ein Nachteil ist jedoch ebenso die beschränkte Verallgemeinerung der Ergebnisse aufgrund der künstlichen Bedingungen. Denn die realen Bedingungen können nur teilweise nachgebildet werden. Dennoch sind gerade Vergleichsstudien mit kleinen zu erwartenden Unterschieden in den Parametern durch die Labortechnik sehr gut durchzuführen. Daher stellen die Laborstudien eine sinnvolle Ergänzung zu der Onlinebefragung dar, weil hier die Auswirkungen der unterschiedlichen Produktdesigns ermittelt werden können.

Die vierte Studie nimmt wiederum eine andere Perspektive ein. Bei der Transalp Studie handelt es sich um eine Feldstudie, die unter realen Bedingungen die Beanspruchung auf den Menschen untersucht hat. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass die psychobiologische Komponente im Vordergrund steht und damit bei realen Bedingungen die Beanspruchung ermittelt werden kann. Die Beanspruchung wurde mit Hilfe eines Fragebogeninterviews gemessen. Dabei wurden Bewertungen von Seiten der Radfahrer direkt im Kontext der Sportausübung abgegeben. Dieses hat den Vorteil, dass Verzerrungen auf Grund von Gedächtnisleistungen reduziert werden.

Tabelle 76: Vergleich der experimentellen Studien

Studie	Online-Befragung: Orientierungsstudie	Laborstudien: Belastungsanalyse		Feldstudie: Beanspruchungs- analyse
Aspekt	Stellenwert der Ergonomie bei Radfahrern	Komfortparameter Sättel	Komfortparameter Griffe	Beschwerden an den Schnittstellen Sättel/Griffe
Methode objektiv		F-Scan	F-Scan	
			EMG	
Methode subjektiv	Fragebogen		Skalenbewertung	Interview mit Skalenbewertung
Standardisierung	mittel	hoch	hoch	mittel
Versuchsdesign	Online-Befragung	Fahrradergometrie	Fahrradergometrie	MTB-Rennen
Probanden	Hoch: N>1000	Gering: N<10	Gering: N<10	Mittel: N>50
				Kontrollgruppe
Austausch Ausrüstung	nein	ja	ja	nein
Genauigkeit	mittel	mittel	mittel	mittel
Ergebnisse	Der Stellenwert der Ergonomie beim Radfahren ist hoch	Es können Designelemente gefunden werden, die Sättel komfortabler machen	Ein ergonomisches Griffdesign hat Vorteile im Komfort	Ergonomische Produkte erzielen in der Praxis Vorteile
Aussagekraft	Mittel-hoch	mittel	mittel	mittel
Qualität	Mittel-hoch	mittel	mittel	mittel

Ein grundsätzlicher Nachteil dieser Art von Untersuchungsmethode ist, dass es an Standardisierung und Effizienz mangelt. So war die Transalp Studie vor allem aus organisatorischer und finanzieller Sicht sehr aufwändig, weniger die wissenschaftliche Systematik.

Die Kombination der Methoden und die Durchführung von verschiedenen Studiendesigns ermöglicht in der Summe nicht nur eine breitere Perspektive, sondern auch eine Reduzierung von Fehlinterpretationen. Mögliche Fehler einer Studie oder Methode werden

durch eine andere Studie offensichtlich. Dadurch können Unterschiede diskutiert werden und die Schlussfolgerungen beruhen auf einer größeren Informationsmenge.

Die Studien in dieser Arbeit sind von der Methodik her detailliert ausgearbeitet, aber nicht bis zum letzten Aspekt ausgefeilt. Das hat unterschiedliche Gründe. Ein Punkt wurde oben schon angesprochen. Jede Studie kann nur so gut sein, wie ihre Voraussetzungen. Damit verbunden ist ebenso der Stand der Wissenschaft in einem bestimmten Bereich. Im Bereich von Komfortuntersuchungen beim Fahrrad ist bisher nur ein geringer Entwicklungsgrad erreicht. Erschwerend kommt noch hinzu, dass in dem Kontext der Sportergonomie bisher kaum Gedankenansätze zu finden sind, so dass allein diese Tatsache Auswirkungen auf die Studien hat. Hier könnte eine weitere wissenschaftliche Auseinandersetzung die Qualität von Studien in diesem Bereich steigern. Ebenfalls dazu beitragen wird die Weiterentwicklung von neuen Technologien und Apparaturen. Insgesamt können diese experimentellen Studien auf einem klassenüblichen Niveau von ergonomischen Untersuchungen eingeordnet werden. Die geringe Stichprobengröße bei den Laborstudien sorgt zwar für eine geringe Validität, reicht aber aus, um Funktionsweisen und Zusammenhänge zu beschreiben und in die wissenschaftliche Diskussion einzubringen. Die Grundannahme einer Komfortsteigerung durch ein spezifisches Produktdesign konnte bei der Feldstudie mit einer wesentlich größeren Stichprobe bestätigt werden.

In der Übersicht haben alle vier Studien mit ihren unterschiedlichen Methoden gezeigt, dass Ergebnisse aus unterschiedlichen Perspektiven herausgearbeitet werden können. Entscheidend für den Grad der Verallgemeinerung ist vor allem das Verhältnis zur Güte der eingesetzten Methoden. Lassen sich theoretisch Unterschiede von Methoden bezüglich der Testkriterien und Güte finden, so verwischen Vorteile der einen oder anderen Methode bei einer spezifischen Fragestellung und den spezifischen Voraussetzungen. Das bedeutet nicht, dass man Bedingungen und Voraussetzungen verändern kann, aber auch das spricht für die gängige Forschungspraxis, dass die Möglichkeiten oft nur in geringem Maße verändert werden können, zumindest in knappen Zeiträumen. Das unterstreicht bei größeren Forschungsvorhaben die Wichtigkeit einer umfassenden Planung. Diese sollte nicht nur differenziert sein, sondern ebenfalls alternative Handlungswege ermöglichen. Jedoch ist der Forschungsauftrag in vielen Fällen vom Ausmaß nicht vorab genau abzusehen. Das führt unter Umständen dazu, die Studien sehr eng zu konzipieren.

Mit Hilfe der hier eingesetzten Methoden konnten sowohl Bedürfnisse der Sportler, als auch Defizite in der Ergonomie ermittelt werden. Damit sind zusätzlich konkrete Bewertungsmöglichkeiten bei der Entwicklung von Sportgeräten möglich. Die Aufteilung der Methoden in einen sozialwissenschaftlichen, einen technisch-biomechanischen und einen psychologisch-praxisorientierten Ansatz hat zudem für eine weitere Abdeckung des Themas gesorgt, das grundsätzlich breiter angelegt ist. Zusammenfassend konnte mit den verschiedenen Methoden Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie man an das Thema methodisch herangehen kann. Die Vielfalt der Methoden gibt nicht nur einen breiten Einblick in das Thema, sondern zeigt auch unterschiedliche Perspektiven auf. Dieses ist gerade im Hinblick auf die Orientierung wegen der Neuheit des Themas sinnvoll.

Die Methoden in den Studien dieser Dissertation zeigen die Herangehensweise an die Thematik. Diese kann für zukünftige Forschungen eine Ausgangsbasis bilden, sollte jedoch nicht nur einfach kopiert werden. Die Auswahl der Methode muss für weitere Untersuchungen im Einzelfall geprüft werden. Hierbei hilft es, wenn ein inhaltliches Modell vorliegt und die Methodik danach ausgerichtet wird.

9.1.2 Weiterentwicklung und Perspektiven Methoden

Jede der oben angewendeten Methoden führte zu verwertbaren Ergebnissen. Die Ergebnisse sind zwar nicht immer eindeutig, aber das trifft durchaus für viele Studien zu und ist daher auch kein Merkmal für die Eignung einer Methode. Die ausgewählten Methoden haben mit den Ergebnissen gezeigt, dass sie grundsätzlich in diesem Kontext geeignet sind. Allerdings sind ebenfalls methodische Schwächen aufgetreten. Insbesondere bei neuen Themengebieten und neuen Studiendesigns sind einige Aspekte unterentwickelt. Daher ist klar, dass die oben verwendeten Methoden und Studiendesigns ein großes Potential der Optimierung haben. Eine andere Frage ist, ob andere Methoden effektiver oder effizienter sind. In diesem Abschnitt wird vor allem diskutiert, welche anderen Möglichkeiten es gibt, um Themen der Sportergonomie zu erforschen.

Die Erfassung des Stellenwerts von ergonomischen Sachverhalten von Seiten des Nutzers kann auf unterschiedliche Weise geschehen. Man könnte parallel zu der Onlinebefragung

eine Face-to-Face Befragung oder Telefoninterviews durchführen. Nach Möglichkeit sollte das Panel dann repräsentativ ausgewählt sein. Eine Panelbildung würde bei der Onlineumfrage Verzerrungen reduzieren. Neben der Optimierung der angewendeten Methode sind ebenso völlig andere Methoden denkbar. Dazu gehört die Beobachtung mit entsprechender Protokollierung von ergonomischen Sachverhalten. Die Beobachtung kann ohne Wissen der Nutzer erfolgen, so dass ein Bias von dieser Seite ausgeschlossen werden kann. Hierzu würden sich Beobachtungen bei Events und Rennen anbieten. Mit einem Abgleich von Veranstalterdaten könnten auf diese Weise z.B. die Benutzung von ergonomischer Ausrüstung geprüft werden. Weitere Ergänzungen im Studiendesign sind denkbar, wie z.B. eine nachgelagerte Face-to-Face Befragung nach Erfassung der Ausrüstungsfakten.

Weitere Analysen könnten dazu auf Handels- und Herstellerseite erfolgen. Über die Auswertung von Marktanteilen kann ebenfalls der Stellenwert als auch Veränderungen in diesem Bereich gesehen werden. Neben den Radfahrern sind Händler und Hersteller zudem weitere geeignete Gruppen, die zu den Entwicklungen von ergonomischen Themen befragt werden könnten. Eine weitere Möglichkeit besteht in Inhaltsanalysen der Fachzeitschriften und Fachbücher zu diesem Thema. Hier könnten ebenfalls Entwicklungsverläufe dargestellt werden. Probleme könnte hier jedoch die eindeutige Klassifizierung der ergonomischen Kategorie machen.

Im Bereich der Beurteilung von Ausrüstungsgegenständen ist die Labormethode sehr geeignet, da Störfaktoren minimiert werden. Allerdings sind die Bedingungen hier kaum völlig realistisch. Daher sollte man versuchen, bei Laborstudien die originale Anwendung in den wichtigsten Punkten nachzuempfinden. Dazu wird oft eine mobile Messausrüstung benötigt, die es für viele Bereiche (noch) nicht gibt. Selbst bei der Existenz von Anlagen stehen diese leider nur selten zur Verfügung. Diese Einschränkungen trafen auch auf die Studien dieser Dissertation zu. Hier wird mit den wachsenden technologischen Entwicklungen in Zukunft die Möglichkeiten im Versuchsdesign und der Methodik wachsen.

Die optimale Methode ist ebenfalls abhängig von dem jeweiligen Kontext und den sich daraus ergebenden Möglichkeiten. Selbst bei eingeschränkten Bedingungen sind oft

Handlungsalternativen vorhanden. Hier ist die beste Lösung zu erarbeiten, wobei Vorstudien dabei sehr hilfreich sind. Hinzu kommt auch die Einarbeitung von Ideen aus anderen Studien, die man in der Literatur finden kann. Eine Kombination aus theoretischen Überlegungen und praktischem „Trial and Error“ sorgen oft für die Optimierung eines Studiendesigns. Je nach Bandbreite der Studie oder Fragestellung ist es sinnvoll, dass sich eine Studie aus verschiedenen Teilen und Methoden zusammensetzt. In dieser Arbeit hat der Methodenmix vor allem für eine größere Validität gesorgt, da die Ergebnisse besser einzuschätzen waren. Die Frage nach der Methode oder eines Methodenmix geht von der Perspektive des Forschers aus. Hier ist zu erkennen, dass der Fachbereich einen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl der Methoden hat. Die klassischen ergonomischen Fachbereiche Ingenieurwissenschaft, Physiologie und Wirtschaftswissenschaft nähern sich dem Thema Ergonomie mehr aus einer klassischen Sichtweise. Diese ist vor allem sehr technisch orientiert. Die Sportwissenschaft legt ein viel stärkeres Gewicht auf die biologische Perspektive. Die multidisziplinäre Kombination der Ansätze stellt eine weitere Optimierung der sportergonomischen Forschung dar.

Für die vorliegende Dissertation fehlte erst einmal ein ausgereiftes theoretisches Gerüst, und damit eine gute Vergleichbarkeit mit anderen Studien. Die Methoden selber waren nicht neu, mussten aber in den neuen Kontext gebracht werden. Damit ist eine Grundlage für weitere Forschungen gegeben. Der Stand der Methoden für ergonomische Forschung steht in der Sportwissenschaft erst ganz am Anfang. Einige gute Ansätze lassen sich finden. Allerdings lehnen sich einige Studien stark an die traditionell biomechanische Sichtweise an (vgl. HAAKE, 2000). Andere hingegen orientieren sich stark an technisch-ingenieurwissenschaftlichen Methoden. Hier sollte die Sportwissenschaft sich noch stärker profilieren und mit vielfältigen Methoden, die den ganzen Menschen betrachten, in die multidisziplinäre Diskussion einbringen. Der Bereich der Sporttechnik ist ein Bereich, der mit der Sportergonomie sehr eng verwandt ist und in eine ähnliche Richtung geht. Die Beobachtung von industrieller Forschung und Test bei Fachmagazinen geben weiteren Nährstoff für kreative Lösungsansätze. Die große Schwäche der Sportwissenschaft bleibt die sehr breite Auslegung und die teilweise geringe Fundierung von methodischen Ansätzen. Hier ist insbesondere der technische Bereich gefragt, mit dem ganz neue Möglichkeiten erschlossen werden können.

Der Perspektivenwechsel sollte systematisch erfolgen, wobei das in einem multidisziplinären Grundverständnis einfacher erscheint. Eine multidisziplinäre Zusammenarbeit kann ebenfalls Methoden aus anderen Fachbereichen nutzen. Die angewendeten Methoden sollten nach ersten Pilotstudien auf die wissenschaftlichen Gütekriterien hin evaluiert werden. Über die Genauigkeit der Methoden bezüglich Objektivität, Reliabilität und Validität kann es dann zu Standardmethoden kommen. Damit wird auch die Vergleichbarkeit von Studien erhöht. Dieses wird weiter zur Optimierung der Methoden beitragen. Dazu könnten Kooperationen von unterschiedlichen Wissenschafts- und Fachbereichen beitragen. Besonders die Sportergonomie bietet sich aufgrund ihrer multidisziplinären Anlage dazu an.

9.2 Ergebnisdiskussion der Studien im Überblick

Die durchgeführten Studien in dieser Dissertation hatten verschiedene Ziele. Ein Ziel war es, herauszufinden, wie sportergonomische Themen methodisch und inhaltlich erarbeitet werden können. Die methodische Diskussion wurde oben dargestellt. In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien im Zusammenhang betrachtet werden.

9.2.1 Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren

Die Ergebnisse der Studien können aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Aus der Sicht des Sportlers sind vor allem die Auswirkungen von ergonomischen Produkten auf seine Bedürfnisse interessant. Es zeigte sich, dass der Komfort von Fahrradkomponenten im Kontaktbereich stark vom Design des Produkts abhängen kann. In allen experimentellen Studien haben die explizit ergonomisch gestalteten Produkte einen spürbaren Effekt auf Wohlbefinden und Komfort. Das gilt insbesondere für die Griffe, die im Labor und in der Feldstudie deutliche Vorteile aufweisen. Die Sattelstudie im Labor zeigt zusätzlich, dass es verschiedene Gestaltungsprinzipien gibt, um einen hohen Sitzkomfort zu erzielen. Allerdings sind die Ergebnisse in der Feldstudie weniger eindeutig ausgefallen, da nur für bestimmte Beschwerden ein signifikanter Unterschied zwischen Standardprodukt und ergonomischen Produkt gefunden werden konnte und nicht generell.

Damit scheint das Prinzip einer Öffnung im Sattel für die Bequemlichkeit nicht alleine eine Rolle zu spielen. Auch Sättel ohne Loch konnten in der Sattellaborstudie hohe Komfortwerte erzielen. Diese Ergebnisse wurden auch in anderen Studien gefunden (vgl. BRESSEL/LARSON, 2003). Andere Faktoren wie eine anatomische Form (vgl. KEYTEL/NOAKES, 2002), eine große Sattelaufgabe (vgl. JEONG et al., 2002; SCHWARZER et al., 2002) und ein dickes Polster (vgl. MELLION, 1991) tragen hier ebenfalls deutlich zum Komfort bei. Inhaltlich lassen sich die Werte leider nicht vergleichen, da bei der Feldstudie die Produkte in der Kontrollgruppe nicht zu vereinheitlichen waren und so in den Studien unterschiedliche Produkte benutzt wurden. Eine genaue Ermittlung der Einflussgrößen dürfte sich als sehr schwierig gestalten, da es kein „Normgesäß“ gibt und damit die einzelnen Faktoren nicht exakt bestimmt werden

können. Dennoch wäre es ein nächster Forschungsschritt, die Größen der einzelnen Faktoren zumindest näherungsweise zu bestimmen.

Bei den Griffen finden sich wesentlich weniger Vergleichsstudien, so dass sich hier die wissenschaftliche Diskussion erst stark am Anfang befindet. Beide Studien dieser Arbeit konnten jedoch deutliche Komforteffekte zeigen, die auf das Griffdesign, als auch auf die Haltung zurückzuführen ist. PATTERSON et al. (2003) nehmen an, dass Vibrationen, wie sie beim Mountainbiken auftreten, Handbeschwerden erhöhen. Untersuchungen aus der Vibrationsbelastungsforschung bestätigen den Mechanismus der Überbelastung durch Vibrationen (vgl. GRIFFIN et al., 2006; PALMER et al., 2001). Unterschiedliche Faktoren sind für die Vibrationsdosis verantwortlich. Eine davon ist die Expositionsdauer. Diese halten AKUTHOTA et al. (2005) auch beim Radfahren für eine Ursache für Beschwerden im Bereich der Hand. Das zeigt auch die Transalp-Studie, bei denen die Teilnehmer 8 Tage lang täglich einer hohen mehrstündigen Belastung ausgesetzt waren. Ergonomische Griffe haben hier einen großen Einfluss auf den Komfort gezeigt. Verschiedene Autoren empfehlen auch noch andere Maßnahmen, wie Handschuhe, richtige Radeinstellung und häufige Handpositionswechsel (vgl. PATTERSON et al., 2003). Ob jedoch diese Maßnahmen wirklich effektiv sind, lässt sich aus wissenschaftlicher Sicht nicht bestätigen, da es hierzu an Studien fehlt. In einem anderen Anwendungsbereich außerhalb des Sports konnte GRIFFIN et al. (1998) zeigen, dass Handschuhe vor allem hochfrequente Vibrationen abmildern können. Ob Handschuhe auch gegen die Druckbelastung beim Radfahren eine wirkungsvolle Maßnahme darstellen, ist aber bisher noch nicht veröffentlicht worden. Dasselbe gilt auch für gepolsterte Radhosen.

Bei beiden Untersuchungen bestand das Problem, einen Referenzwert für den Komfort festzulegen. Dieses ist sehr schwierig, da sich die Bewertung abhängig von der Expositionsdauer ändern kann. Es stellt sich die Frage, wie stark der Zusammenhang von objektiven Messdaten und subjektiver Bewertung ist. Führt ein objektiver Messwert A zu einer vorhersagbaren subjektiven Bewertung B? Hier besteht noch ein umfassender Forschungsbedarf.

Die Online-Studie ist von der Fragestellung wesentlich breiter aufgestellt, so dass die Ergebnisse sehr umfangreich sind und viele Facetten abbilden. Die Laborstudien hingegen

beschränken sich auf eine engere Fragestellung und orientieren sich stärker an der Ausrüstung. Zwar werden direkte Belastungsparameter auf der Seite des Menschen untersucht. Jedoch sind sowohl die Online-Studie, als auch die Feldstudie viel stärker auf den Menschen ausgerichtet.

Die Teilnehmer der Studien sind etwas unterschiedlich. Bei der Online-Studie ist das Durchschnittsalter mit 39 Jahren am höchsten und es liegt eine große Bandbreite vor. Das Alter der Probanden in den Laborstudien ist mit 24 Jahren im Durchschnitt viel jünger, aber das spielt möglicherweise für den Vergleich der Sättel und Griffe keine Rolle. Die Teilnehmer der Transalp-Studie liegen mit durchschnittlich 36 Jahren näher an der Online-Studie. Die Transalp-Teilnehmer bestreiten zwar einen Wettkampf, jedoch befinden sich darunter viele ambitionierte Freizeitfahrer, die den Teilnehmern der Online-Studie recht ähnlich sind. Zwar ist die Feldstudie an die Laborstudien angelehnt, hat aber auf der anderen Seite auch viele Gemeinsamkeiten mit der Online-Studie. Das betrifft zum einen die Fragebogen-Methode, mit der die Daten erhoben wurden. Zum anderen sind einige Fragestellungen ähnlich, so dass hier eine Vergleichbarkeit vorliegt. Hier sind vor allem die Beschwerden zu nennen, die beide Gruppen angegeben haben.

Insgesamt haben 95 % der Befragten der Online-Studie Beschwerden angegeben, bei der Felduntersuchung 88 % der Teilnehmer. Beide Werte liegen dicht zusammen. Bei der Online-Befragung haben die Teilnehmer das Gesäß mit 65 % als größtes Problem bzgl. Diskomfort angegeben. Das traf auch auf die Teilnehmer der Transalp zu, bei der allerdings nur 49 % Sitzen als Problem angegeben haben. Das ist insofern erstaunlich, da zum einen ein größerer Prozentsatz bei dem Etappenrennen erwartet wurde. Zum anderen müsste die direkte Erhebung sofort nach dem Radfahren bei den Transalp-Probanden für eine höhere Nennung sorgen.

Allerdings kann die Selbstselektion bei der Online-Studie dafür gesorgt haben, dass hier viele Personen mit einem Bezug zum Thema Ergonomie und Komfort teilgenommen haben. Zudem findet sich gerade bei Wettkampfsportlern oft die Tendenz, Schmerzen auszublenden (vgl. WALK, 2001). Auch eine größere Ablenkung und eine erhöhte Adrenalinausschüttung kann dazu geführt haben, dass Beschwerden weniger wahrgenommen wurden. Zudem ist auch nicht klar, ob die Online-Probanden auch eine

entsprechend komfortable Ausstattung wie die Transalp-Teilnehmer verfügen. Diese wurden nicht nur mit ergonomischen Sätteln und Lenkern ausgerüstet, sondern die gefahrenen Räder waren allgemein sehr hochwertig. So fuhren 57 % ein vollgefedertes Rad, welches ebenfalls den Sitzkomfort erhöhen kann. Hier fehlen leider direkt vergleichbare Daten, aber die Teilnehmer der Online-Studie fuhren zu einem großen Teil hochwertige Räder über 1500 € und damit möglicherweise auch gute Sättel.

An zweiter Stelle der Beschwerdeliste lagen bei der Online Studie die Hände mit 54 % und an dritter Stelle der Rücken mit 53 %. Bei der Feldstudie lagen der Rücken mit 44 % an zweiter und die Hände mit 34 % an dritter Stelle. Die Unterschiede sind hier recht deutlich. Ein Grund für die umgekehrte Reihenfolge können die Griffe gewesen sein. Die Griffe standen den Online-Teilnehmern nicht zur Verfügung, da die Griffe zu diesem Zeitpunkt noch nicht auf dem Markt waren. Das mag auch die relativ geringe Nennung der ergonomischen Maßnahme „Ergonomischer Lenker“ erklären. Hier scheint noch ein Nachholbedarf zu bestehen. Die Laborstudien konnten wie die Feldstudie zeigen, dass das Sattel- und Griffdesign große Unterschiede im Komfort ausmachen können.

Aus der häufigen Nennung der Positionsoptimierung zeigt sich, dass die Passung der Schnittstelle eine große Rolle spielt. Der häufigsten Nennungen bei den Beschwerden Gesäß und Hände stehen etwas zurückgestufte Maßnahmen in diesen Bereichen entgegen. Das kann darin liegen, dass möglicherweise einer Positionsoptimierung eine höhere Effektivität zugesprochen wird. SPEARS et al. (2003) fanden heraus, dass zwar ein breiterer Sattel den Druck im Perineum reduziert, jedoch die horizontale Positionierung des Sattels einen weiteren großen Einfluss auf die Druckbelastung darstellt. Damit können falsch oder nicht optimal eingestellte Komponenten eine größere Auswirkung auf den Komfort haben, als besonders gute Produkte. Zudem mag es schwierig für Radfahrer sein, gute Produkte im Markt zu erkennen. Daher sind Studien und Tests sinnvoll, die Unterschiede von Produkten bezüglich Komfort und Ergonomie zeigen können.

10 Schlussfolgerungen und Ausblick Sportergonomie

In diesem Kapitel werden Schlussfolgerungen auf die Ergonomie im Sport gezogen. Im ersten Teil wird dabei besonders auf die Ergonomie beim Radfahren eingegangen.

Daran schließen sich im zweiten Teil Überlegungen an, die die Ergebnisse der Studien auf den Bereich der Sportergonomie transferiert.

In einem dritten Teil wird ein Ausblick auf die Zukunft der Sportergonomie geworfen. Das Thema Sportergonomie braucht nach den gesamten oben dargestellten Ausführungen eine elementare Diskussion über den Stellenwert und Einordnung in der Sportwissenschaft. Es wird vorgeschlagen, Ergonomie innerhalb der Sportwissenschaft in Forschung und Lehre zu etablieren und hier eigenständige Veranstaltungen anzubieten.

10.1 Schlussfolgerungen für sportergonomische Zielkriterien beim Radfahren

Die Studien zeigen deutlich, dass ein großer Bedarf für die Erschließung des Forschungsbereichs Sportergonomie beim Radfahren besteht. Wie das Beispiel Radfahren zeigt, geht es vor allem darum, Sachverhalte aus einer neuen Perspektive zu betrachten und diese in den Kontext der Sportergonomie zu bringen. Für die Sportart Radfahren gibt es vielfältige Ansätze ergonomischer Forschung. Diese ist sowohl methodisch, aber noch viel mehr konzeptionell neuartig. Es finden sich einige Studien, die das Thema streifen, aber nur einen schwachen Bezug zum sportergonomischen Kontext haben. Dabei sind vor allem die Zielkriterien der Sportergonomie leitend. Im Folgenden werden Schlussfolgerungen für die verschiedenen Zielkriterien für den Radsport dargestellt.

10.1.1 Gesundheit und Radfahren

Gesundheit ist ein wichtiges Element der Zielkriterien und steht im Fokus dieser Dissertation bei der Betrachtung der Sportergonomie. Gesundheit ist allgemein, aber

insbesondere für Radfahrer ein wichtiges Ziel. Bei den Teilnehmern der Onlinestudie stellt Gesundheit das wichtigste Motiv dar, Rad zu fahren. Diese Menschen gehen also davon aus, dass Radfahren Gesundheit fördert. Dieses Image hat der Sport im Allgemeinen, und Radfahren noch dazu im Besonderen, was einige Studien unterstützen (vgl. OJA et al., 1998; UNWIN, 1995). Allerdings schränken einige Metastudien (vgl. KNOLL, 1997; SCHLICHT, 1995) die Verallgemeinerung des Gesundheitswerts von Sport ein.

Ergonomische Maßnahmen können Belastungen zum Teil deutlich reduzieren, was sich wiederum positiv auf die Gesundheit auswirken kann. Wie die Ergebnisse zeigen, überwiegen leichte Gesundheitseinschränkungen, so dass ernsthafte Beschwerden nur selten bei Überlastung auftreten. SCHWELLNUS/DERMAN (2005) fassen zusammen, dass ernsthafte Verletzungen auf Unfällen beruhen (vgl. MELLION, 1991) und Überlastungsschäden durch ein angepasstes Fahrrad und das richtige Verhalten des Radfahrers vermieden oder reduziert werden können. Die Gesundheit wird durch ergonomische Maßnahmen nicht im engen Sinn verbessert, sondern im weiten Verständnis von Wohlbefinden. Ergonomie berührt den Kern von Gesundheit beim Radfahren vor allem dort, wo der Bereich der Sicherheit verbessert wird. Hierzu erfolgen Erläuterungen im nächsten Abschnitt.

10.1.2 Sicherheit beim Radfahren

Der Aspekt hat eine starke Überschneidung mit Gesundheit. Um Basisgesundheit zu erhalten, ist Sicherheit unerlässlich. Auf der anderen Seite können Sicherheitsmaßnahmen auch eine positive Auswirkung auf die emotionale und kognitive Ebene haben. Im Bereich des Sports können Sicherheitsmaßnahmen auch das Erlebnis steigern, ohne dass das Risiko überproportional steigt. Damit Sport zu einem umfassenden Wohlbefinden führt, sollte dieses jedoch nicht nur aus der Perspektive von Gesundheit und Sicherheit gesehen werden. Diese beiden Aspekte werden gerade von (jugendlichen) Funsportlern oft als langweilig bezeichnet. Sport kann und soll Spaß machen, und oftmals gehört ein „sportliches Risiko“ und „Thrill“ dazu.

Das Thema Sicherheit stellt eine Basis für jede Person dar. Einige ergonomische Maßnahmen decken diesen Zielbereich beim Radfahren ab. Die Folgen von Stürzen sind in den letzten Jahren vor allem mit dem Sturzhelm verbessert worden. Bessere Bremsen und Reifen sorgen ebenfalls für erhöhte Sicherheit. Allerdings ist gerade auch bei Reifen der Trend zu verzeichnen, Gewicht zu sparen, was dann oft zu Lasten der Pannensicherheit geht. Der allgemeine Trend zum Leichtbau des Fahrrades hat teilweise negative Folgen für die Betriebssicherheit. Dieser Aspekt wird jedoch innerhalb der Fahrradindustrie und der Medien kontrovers diskutiert.

Die hohe Verkehrsdichte hat möglicherweise auch zu größerer Beliebtheit des Mountainbikes oder Trekkingrads beigetragen. Die Mehrheit der Teilnehmer der Online-Studie können vom Radtyp auch unbefestigte Wege befahren. Naturerlebnis und frische Luft wurden als wichtige Motive zum Radfahren genannt und daher ist anzunehmen, dass viele ein Fahren abseits des Autoverkehrs vorziehen. Das ist auch positiv für die Sicherheit, da die meisten schweren Unfälle im Straßenverkehr erfolgen. Insgesamt ist das Thema Sicherheit als Basis der Ergonomie zu sehen, was bei wahrgenommenen Sicherheitsaspekten dann auch zu mehr Wohlbefinden führen kann.

10.1.3 Wohlbefinden und Komfort beim Radfahren

Für das Wohlbefinden spielen vor allem die Kontaktpunkte eine wichtige Rolle. Es konnte gezeigt werden, dass es Unterschiede im Komfort von Produkten gibt. Hier stellt sich jedoch die Frage, in welchem Maß Komfort der Sportausstattung zum Wohlbefinden beiträgt. Am Beispiel der Transalp konnte zwar gezeigt werden, dass auch bei extremen Belastungen Komfortunterschiede durch die Ausrüstung entstehen können. Auch wenn die Erschöpfung bei allen Teilnehmern hoch war, so hatte die ergonomisch ausgestattete Versuchsgruppe weniger mit Diskomfort zu kämpfen. So können geringere Beschwerden, nicht nur im Sitz- und Handbereich, dazu führen, dass das Radfahren mit mehr Genuss durchgeführt werden kann. Auf der anderen Seite waren selbst bei der Versuchsgruppe kaum Teilnehmer ohne Beschwerden zu finden, so dass auch hier Wohlbefinden und Komfort eingeschränkt waren. Als Erklärung kann das Modell von ZHANG et al. (1996) und BUBB (2003) dienen, bei dem Komfort und Diskomfort zur selben Zeit auftreten

können. Bei den Transalpteilnehmern entstand Diskomfort vor allem durch die sportliche Belastung. Das ergonomische Zubehör konnte hingegen den Komfort erhöhen. Dieses muss aber im Zusammenhang mit dem gesamten Fahrrad und der Sitzposition gesehen werden. Das Beispiel der Griffe zeigt, dass ein hohes Gewicht auf den Händen zu erhöhter Belastung und zu negativen Auswirkungen führen kann. Zur Steigerung der gesamten Ergonomie hilft die Korrektur der gesamten Sitzposition (vgl. CRISTIAANS/BREMNER, 1998).

Auch wenn Komfort und Diskomfort gleichzeitig vorkommen können, so hängt die Bewertung von Komfort bzw. Diskomfort von einem Orientierungspunkt ab. Dieser kann der Gegenpol sein, aber auch ein vergleichbarer Referenzwert. In der Abbildung würde als Beispiel das Produkt B komfortabler sein als Produkt A, verglichen an einem Referenzpunkt.

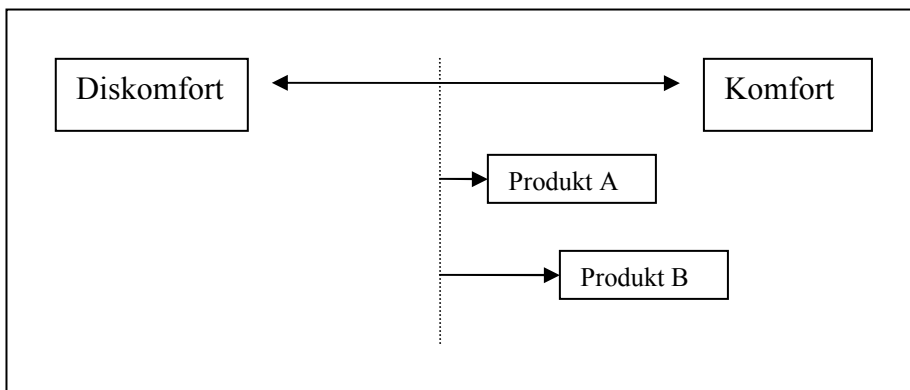


Abbildung 83: Komfort und Diskomfort in der antipodischen Perspektive und Komfortorientierung an einem Referenzpunkt

Das Gesamtwohlbefinden kann zudem noch stark von anderen Faktoren beeinflusst sein. Hier könnten Flow-Erlebnisse dazu geführt haben, dass die Beschwerden, die an den Kontaktpunkten entstanden sind, keine große Auswirkung auf das gesamte Wohlbefinden hatten. Eine andere Überlagerung könnte darin bestehen, dass sich die Sportler freuen, das Ziel erreicht zu haben, sowie der Stolz über die sportliche Leistung. Bei der Verfolgung von diesem Ansatz sollte bei zukünftigen Studien nicht nur ein Komfortparameter, sondern auch das Wohlbefinden in der Summe untersucht werden.

Es ist festzustellen, dass bei vielen Radsportlern das ästhetische Wohlbefinden eine hohe Wertigkeit zu haben scheint. Hier wirken Aspekte auf das Wohlbefinden, die mit Ergonomie im klassischen Sinn wenig zu tun haben. Dieser Sachverhalt findet sich in den neuen Bereichen der Hedonomie, sowie Ergonomie und Design wieder (vgl. BRUDER, 2004; HELANDER, 2006; KUIT-EVERS et al., 2005).

10.1.4 Leistung und Radfahren

Die Gewichtung der einzelnen Zielbereiche ist sehr stark von den Präferenzen des Einzelnen abhängig. Es scheint aber auch bei Freizeitsportlern so zu sein, dass die Leistung nach wie vor eine wichtige Zielgröße darstellt. Auch wenn in der Online-Studie Geschwindigkeit und Wettkämpfe nur eine untergeordnete Rolle spielen, so kann man feststellen, dass in der Fahrradindustrie sehr stark an den Themen Gewichts- und Aerodynamikoptimierung gearbeitet wird. Bei nahezu allen Fahrradtypen werden neue Produkte mit sogenannten leistungsfördernden Eigenschaften in großem Maße von Breitensportlern gekauft. Dabei ist die Frage, ob die teilweise geringen Verbesserungen im Gewicht oder der Aerodynamik von dem Fahrer wahrgenommen werden können. Aber möglicherweise fördert die Vorstellung, dass man mit dem leistungsoptimierten Material etwas leichter oder etwas schneller fahren kann die Motivation des Radfahrers. Dabei sind die Orientierung am Spitzensport und deren Popularisierung durch die Medien wichtige Ursachen. Zum anderen, mag sich gerade der Anfänger nicht bewusst sein, dass ergonomische Aspekte einen größeren Effekt auf den Spaß haben können, als Verbesserungen von Leistungsaspekten. Hier gilt es, von Seiten der Medien als auch von Seiten der Hersteller, Aufklärung zu betreiben. Am Beispiel des Sattels ist das Wohlbefinden bei den meisten breitensportlichen Radfahrern größer, wenn der Sattel komfortabler ist, und nicht besonders schnittig aussieht und ein paar Gramm leichter ist.

Die Beantwortung über das Gesamtwohlbefinden ist möglicherweise auch abhängig vom Sportlertyp. Der Leistungssportler wählt auf den ersten Blick oft unkomfortables Equipment aus. Jedoch können gerade Produkte mit objektiv geringerem Komfort die Anforderungen einer Person viel mehr entsprechen, als man zuerst meinen würde. Beim Sattel wurde in den Studien nur der Sitzkomfort untersucht. Möglicherweise ist für einen

Leistungssportler, um bei diesem Beispiel zu bleiben, der Tretkomfort, also die Unterstützung der Tretbewegung, wichtiger als der Sitzkomfort, so dass hier ein schmalere Sattel bevorzugt wird. Die Argumentation geht dahin, dass nicht ein einzelner Komfortparameter, sondern die Summe aller Faktoren über die Komfortbewertung entscheidet. Hierzu folgt im nächsten Abschnitt noch eine modellhafte Erläuterung.

Die optimale Passung von Mensch und Maschine ist im Leistungssport am weitesten fortgeschritten. Zum einen ist die Positionseinstellung aller möglichen Parameter der Schnittstelle Athlet-Rad bei Leistungssportlern sehr ausgefeilt. Zum anderen erfolgt auch eine nahezu perfekte Anpassung des Athleten an das Sportgerät. Diese Anpassung erfolgt über einen langen Lern- und Trainingsprozess. Über den extremen Leistungsdruck ist die Anpassung an das technische System bei Spitzensportlern so groß, wie in sonst kaum einer anderen ergonomischen Anwendung. Auch und gerade bei maximaler Leistungserbringung spielen Komfort und Wohlbefinden eine große Rolle. So dienen Komfortmaßnahmen in großem Maße ebenso der Gesundheit, die wiederum die Basis für die Leistungsfähigkeit darstellt.

10.2 Schlussfolgerungen Sportergonomie

In diesem Kapitel erfolgt eine übergreifende Darstellung der Schlussfolgerungen für die Sportergonomie. Die durchgeführten Studien und die Schlussfolgerungen hieraus für das Radfahren zeigen einige Mechanismen, die auch auf andere Sportarten übertragen werden können. Daher werden in diesem Abschnitt die Schlussfolgerungen über Ergonomie beim Radfahren auf den allgemeinen Bereich der Sportergonomie übertragen.

10.2.1 Bewertung von Komfort und Wohlbefinden

In der Einleitung konnte gezeigt werden, dass sich Komfort und Wohlbefinden in vielen Bereichen gleichen und oft auch synonym verwendet werden. Gerade die Studien dieser Arbeit konnten jedoch zeigen, dass Komfort und Wohlbefinden nicht zwangsläufig dasselbe ist. Komfort kann offensichtlich vorliegen, sich aber im Zeitverlauf abnutzen, z.B. durch ein langes Verweilen im Fahrradsattel. Ab einer gewissen Zeitdauer wird jeder Sattel unbequem und wirkt dann negativ auf das Wohlbefinden. Aber auch das kann nur ein Moderator des aktuellen Wohlbefindens sein, da möglicherweise das Erlebnis, z.B. durch die Alpen zu fahren, die Schmerzen vergessen lässt. Im Sport sind Überlagerungen von verschiedenen Faktoren häufig anzutreffen. Insbesondere im Zeitverlauf einer sportlichen Aktivität wie der Transalp findet sich das Schema, das von den Transalp-Teilnehmern wie folgt wiedergegeben wurde:

„Anfang: Ich fühle mich super!

Mitte: Ich fühle mich noch gut!

kurz vor Ende: Ich bin total kaputt!

Ende: Nie wieder mach ich das!

Eine Zeit danach: Ich habe mich schon für das nächste Mal angemeldet, das war so toll!“

Hier zeigt sich aus der Transalp-Studie, dass Komfortmaßnahmen länger positiv auf das aktuelle Wohlbefinden einwirken können. Auf die grundlegende Bewertung der sportlichen Aktivität und Leistung hat der Komfort aber kaum einen Einfluss. Dennoch sind viele Sportler daran interessiert, bei der Ausrüstungsauswahl auf Komfort zu achten.

Komfortelemente werden bei einigen Sportlern als willkommene Unterstützung und Hilfe gesehen, um eine bestimmte Aktivität durchzuführen. Im Bereich des Fahrrades hat die Federung dazu beigetragen, immer extremere Strecken einem größeren Kreis von Radfahrern zugänglich zu machen und damit das Erlebnis zu steigern. Komfort im Sport wird daher auch nicht nur als Weg zu mehr Bequemlichkeit gesehen, sondern kann nach der weiten Begriffsbestimmung dafür sorgen, bestimmte Tätigkeiten zu unterstützen und zu erleichtern. Das Ziel von Komfort im Sport ist daher auch nicht, die maximale Bequemlichkeit im Sinne von passiver Regeneration zu erreichen. Der Komfortaspekt unterstützt vielmehr in einem ergonomischen Sinn die aktive Seite, die für den Sport ein konstituierendes Merkmal darstellt.

10.2.2 Das sportliche Komfortniveau

Eine grundsätzliche Frage ist, welcher Grad von Komfort beim Sport und hier speziell beim Radfahren gewünscht wird. Die Summe der Anforderungen an das Sportgerät kann nicht in jedem Punkt maximiert werden. Daher stellt die optimale Kombination eine individuelle Abstimmung voraus. Generell kann man sagen, dass bei höherer leistungssportlicher Orientierung Komfort eine geringere Bedeutung hat. Dieses gilt besonders im Vergleich zu einer freizeitsportlichen Orientierung. Das heißt, dass der Komfortgrad dem gesamten Kontext angepasst werden muss, um den für die individuelle Situation optimalen Komfort zu ermitteln. Dieses gilt insbesondere dann, wenn Eigenschaften gegensätzlich sind.

Die Frage danach, ob Sport und Komfort zusammenpassen, stellt sich zumindest für den Leistungssport. Komfort wird als Hilfe, Erleichterung oder Bequemlichkeit definiert. Komfort wird daher eher mit passiven und erholenden Tätigkeiten und Aspekten gesehen. Nun ist Sport auf den ersten Blick genau das Gegenteil von Passivität. Sportliche Tätigkeiten stellen im menschlichen Dasein oft Spitzenbelastungen der körperlichen Aktivität dar. Allerdings trifft das nicht unbedingt für jede Sportart zu. Es gibt zwar auch Sportarten oder Bewegungsarten, die nur ein geringes körperliches Bewegungsniveau haben (z.B. Yoga, einige Arten von Gymnastik, Spaziergehen, Radfahren im Spaziertempo etc.). Auch die geistige Aktivität ist je nach Sportart unterschiedlich hoch. So ist bei vielen Ausdauersportarten oftmals nur eine geringe geistige Aktivität nötig. Das

macht für viele Menschen auch den Reiz dieser Sportarten aus, da man hier geistig „abschalten“ kann. Andere Menschen hingegen lenken sich lieber mit intensiven sportlichen Betätigungen ab bzw. mit Sportarten, bei denen eine hohe Konzentration verlangt ist. Hier kann das „Abreagieren“ oder der „Flow“ für die Entspannung sorgen.

Im Sport sollte der Komfort jedoch keinen maximalen Wert erreichen, da sonst die sportliche Herausforderung und damit auch die Befriedigung fehlen. Maximaler Komfort kann dann schnell zur Langeweile führen, was sich negativ auf das Wohlbefinden auswirkt. Der Komfort sollte in einem optimalen Bereich liegen, der dafür sorgt, dass ein gewisses Maß an Schonung bereitgestellt wird. Zudem sollten die Komforteigenschaften der allgemeinen Funktionalität nicht entgegenstehen.

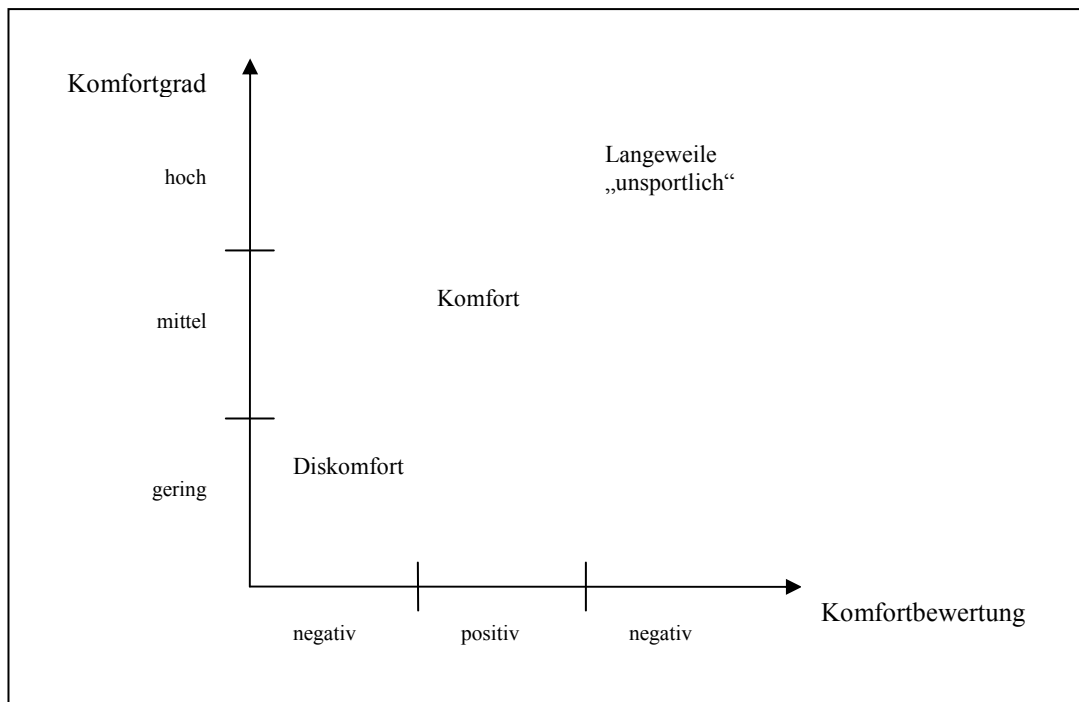


Abbildung 84: Komfortgrad und Komfortbewertung im Sport

Am Beispiel des Fahrradsattels wäre das der Fall, wenn man den Sattel so stark polstert, dass der Sattel sehr bequem ist, aber das Treten eingeschränkt würde. Komfort soll also eine Aktivität nicht einschränken, sondern diese unterstützen und so angenehm machen, dass man diese Tätigkeit lange durchhalten kann. Auf der anderen Seite darf man nicht vergessen, dass der Mythos des Sports und die Selbstbefriedigung vieler Sportler gerade in

der Überwindung von äußeren und inneren Schwierigkeiten bestehen. Diese Grenzerfahrungen machen für viele Sportler gerade den Reiz aus. So ist im Mountainbikesport eine Gruppe zu finden, die als „Singlespeeder“ ohne Schaltung die Berge hoch und runter fährt. Die Erschwernis macht die Sache exklusiv und steigert den Stolz über die erbrachte sportliche Leistung. Sinkt der Komfort jedoch zu stark, können Diskomfort oder gar gesundheitliche Beeinträchtigungen auftreten. Im Sport werden oftmals Komfort oder Diskomfort anders als in anderen Bereichen bewertet. So können starke Vibrationen bei einer Geländeabfahrt mit dem Mountainbike gerade den Spaß ausmachen. Objektiv sind die starken Vibrationen ein Diskomfort-Faktor, aber subjektiv wird die Situation positiv bewertet.

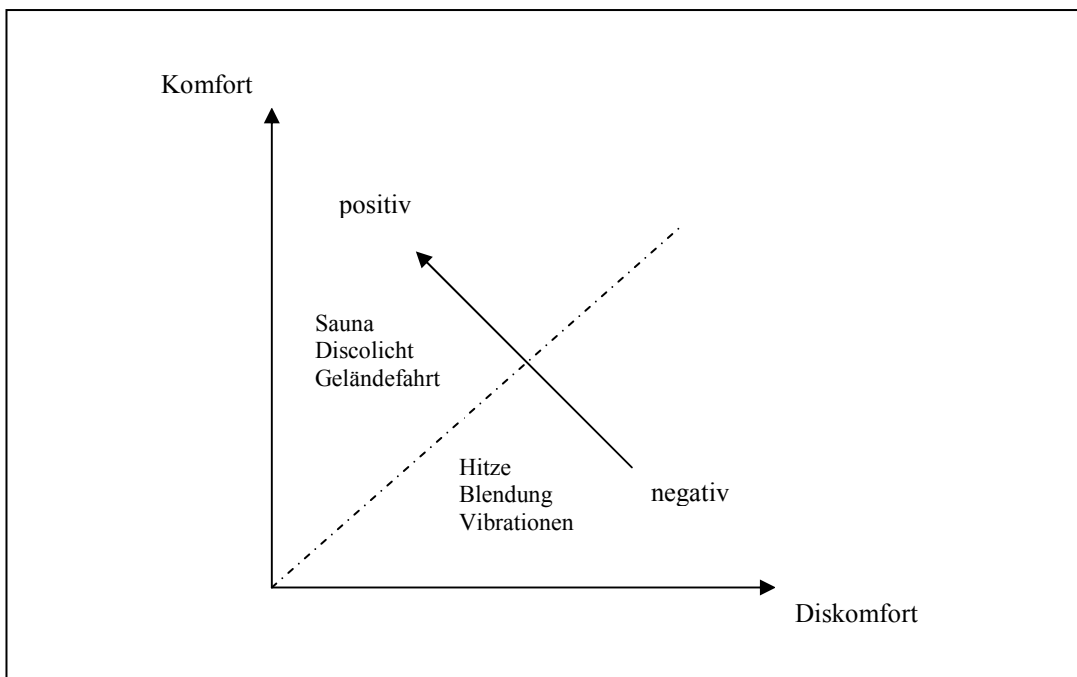


Abbildung 85: Wechsel der Bewertung von Komfort und Diskomfort in Abhängigkeit vom Kontext

Damit zeigt sich, dass nicht nur Komfort- und Diskomfortfaktoren zur gleichen Zeit auftreten können, sondern Diskomfortaspekte eine neue Bewertung erhalten können und damit zu Wohlbefinden führen können. Die subjektive Beurteilung hängt vor allem vom Kontext ab. So sind Lichtblitze generell als Diskomfort einzustufen, aber in der Disco werden diese gerade als interessant und positiv gesehen.

Mit diesem Sachverhalt ist die Frage noch schwieriger zu beantworten, wie die Gesamtrechnung von Komfort- und Diskomfortfaktoren aussieht. Komfort wird hier nicht als gleichrangig mit Wohlbefinden angesehen, sondern kann zu diesem nur als ein Faktor beitragen. Im Sport können Komfortmerkmale das aktuelle Wohlbefinden verbessern, aber weniger das habituelle Wohlbefinden. Zusammenfassend kann man den Sport generell als Komfortaspekt im menschlichen Dasein sehen, der das Leben unterstützt, stärkt und erholend wirkt, unabhängig vom Intensitätsgrad.

10.2.3 Ergonomische Faktoren für Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort im Sport

Gesundheit ist ein vielschichtiges Konstrukt, wie in der Begriffsbestimmung gezeigt wurde. Die Sportergonomie geht über den oft in der Ergonomie gebräuchlichen Ansatz einer rein medizinisch orientierten Gesundheit hinaus. Die Erhaltung der Gesundheit auf einem Basisniveau mag vordergründig für viele berufliche und andere Bereiche ausreichen. Das gilt aber nicht für die Ergonomie im Sport. Ein Grund dafür ist, dass die Förderung und Verbesserung von Gesundheit ein starkes Motiv der Sportausübung ist. Das konnte auch die Onlinestudie in dieser Arbeit zeigen. Dabei geht es nicht nur um physiologische Prozesse, wie man offensichtlich meinen könnte, sondern gerade der Sport bietet eine Vielzahl vor allem auch an sozialen, emotionalen und kognitiven Elementen.

Sport kann bei der Ausführung zu einer Befriedigung vielfältiger Reize führen. Dieser Genussaspekt betrifft die Ästhetik von Bewegung und Umwelt, das Zusammenwirken mit anderen Personen und das Fühlen und Erfahren von vielfältigen anderen Sinneseindrücken. Diese sportlichen Erlebnisse führen nicht nur zu sensorischen Erlebnissen, sondern bilden bei vielen Sportlern tiefe Emotionen aus. Daher sollten sich sowohl Sport als auch Ergonomie am Genuss des menschlichen Daseins und der Freude an der sportlichen Tätigkeit orientieren. Genuss und Freude sind wichtige affektive Aspekte bei der Ausübung des Sports und ein Teil der Gesundheit. Hier stellt sich die Frage, was Wohlbefinden speziell im Sport meint. Generell ist die Befriedigung von Bedürfnissen für das Wohlbefinden wichtig. Die verschiedenen Faktoren haben je nach Individuum und Kontext eine unterschiedliche Gewichtung auf das Wohlbefinden. Im Bereich des Sports sind

vielfältige Motive zu finden, die vor allem vom Sportlertypus abhängig sind. Bei der Begriffsbestimmung des Sports wurde schon dargestellt, dass die Motive je nach Sportlertyp sehr unterschiedlich verteilt sind

Bei Leistungssportlern liegt der Reiz im Sport nicht in einem maximalen Komfort und einer starken Vereinfachung der Sportausübung. Im Gegenteil sind insbesondere Schwierigkeiten in der Sportausübung eine Herausforderung. Gerade im Funsport und in Wettkampf- oder Risikosportarten liegt in der Auseinandersetzung mit einem potentiellen Risiko oder Thrill der Reiz. Die erfolgreiche Überwindung von Schwierigkeiten erzeugt den Spaß und den Stolz über die erbrachte Leistung. Dieses führt in der direkten Situation manchmal nicht zu hohem aktuellem Wohlbefinden. Das kann sowohl bei einem Anfänger, wie auch bei einem Hochleistungssportler zutreffen. Bei einem Anfänger erzeugt die erste Überwindung zum Sport oft unangenehme Gefühle, und auch die ungewohnte Belastung kann zu Missempfindungen führen. Im Leistungssport sind Missempfindungen z.B. mit maximalen Leistungen verbunden oder mit nicht eintretendem Erfolg. Jedoch kann gerade im Leistungssport eine hohe sportliche Intensität zu Flowerlebnissen führen, die ein Glücksempfinden, wie z.B. beim „Runners high“ erzeugen kann. Hier ist das Paradoxon zu finden, dass Wohlbefinden auch möglich ist, obwohl Diskomfortfaktoren vorhanden sind. Gerade im Flowzustand werden oft negative Aspekte bzw. Einwirkungen ausgeblendet, so dass diese Faktoren keine Rolle mehr spielen. Nach der Erbringung einer sportlichen Leistung kommt es dann zu großer Zufriedenheit, und auch Selbstbild und Selbstbewusstsein werden gestärkt. Diese Aspekte haben dann ebenfalls auf das habituelle Wohlbefinden eine große Auswirkung.

Bei dem Typus Gesundheitssportler sind die oben genannten Aspekte eher gegensätzlich. Das Gesundheitsmotiv schließt übermäßiges Risiko und damit potentielle Verletzungsgefahr aus. Damit wird diesem Sportbereich weniger „Action“ und Spannung zugeschrieben. Dieser Sportlertyp übt den Sport überwiegend sanft und regenerativ aus. Das Sportequipment sollte sich diesen Motiven anpassen. In der Regel sind die Fähigkeiten und Voraussetzungen auf einem niedrigeren Niveau, so dass Komfortmerkmale bei der Ausrüstung eine Erleichterung und Vereinfachung der Sportausübung bewirken sollten. Insbesondere Anfänger oder Sportler auf einer geringen Könnensstufe fühlen sich von Komfortmerkmalen angesprochen. Hier sorgen diese direkt für eine Verstärkung des

Wohlbefindens. Darüber hinaus sorgt dieser Aspekt dafür, Hemmungen zum Sporttreiben zu überwinden. Ergonomische Elemente, die den Komfort unterstützen finden sich oft auf verschiedenen Ebenen wie Ausrüstung, Bewegungstechnik und Lifestyle (z.B. Nordic Walking, Fitnessstudio, etc.) wieder. Komfort kann bei Gesundheitssportlern aber nicht nur zu einem kurzfristigen Wohlbefinden führen, sondern auch hier sind eine langfristige Zufriedenheit über die körperliche Fitness und der Stolz über die regelmäßige sportliche Tätigkeit zu verzeichnen. Damit ist möglicherweise ebenfalls eine Auswirkung auf das habituelle Wohlbefinden verbunden. Die positive Wirkung des Sports auf das Wohlbefinden vollzieht sich auf der körperlichen, geistigen, emotionalen und sozialen Ebene.

10.2.4 Bereiche der Sportergonomie

Die Sportergonomie kann als neues Thema im Sport in vielerlei Hinsicht Einfluss nehmen. Ein Bereich ist die praktische Sportausübung. Die Sportergonomie kann hier über die Verbesserung der auf den Sportler einwirkenden Faktoren zu mehr Komfort und letztlich einem besseren Wohlbefinden führen. Dieses kann bei verschiedenen Zielgruppen die Motivation und in Folge die Bindung erhöhen. Ebenfalls können andere Motive des Sporttreibenden durch sportergonomische Maßnahmen bedient werden. Das gilt nicht nur für Primärmotive wie Freude an Leistung und Bewegung, sondern ebenso für Ziele wie allgemeine Gesundheit und Wohlbefinden. Die Sportergonomie nimmt mit der Verbesserung von Sportgeräten und der Ausstattung auch auf die physische Komponente Einfluss.

Zu den Faktoren, die den Komfort und damit das Wohlbefinden beeinflussen, zählen Sportgeräte und Ausrüstung, sowie das Wissen um die richtige Ausübung einer Sportart oder Bewegungsform. Hier ist vor allem der pädagogische Bereich mit Lehren und Lernen gefragt. Daher kann man die Sportergonomie nicht losgelöst von Maßnahmen im pädagogischen Bereich sehen. Die Sportwissenschaft und der Sport haben in der Anpassung an das System besondere Stärken. Über die richtige Ausübung der Sportart und das Wissen der adäquaten Nutzung von Sportgerät und Ausrüstung kommt die Sachtechnik erst wirkungsvoll und ergonomisch zum Einsatz. Die Anpassung des Menschen an die

Sportart ist über den Trainings- und Übungsprozess im Sport sehr stark und eine Domäne der Sportwissenschaft. Daher kann der Sport eine wichtige Rolle im Verständnis von Ergonomie spielen.

Mit einem ganzheitlichen Ansatz liefert die Sportergonomie eine neue Perspektive, dass die Kompatibilität nicht nur von der Verbesserung der „Hardware“ abhängt, sondern der ergonomische Prozess vielfältige Aspekte beinhaltet. Die Seite des Menschen ist dabei in der Auswirkung auf die Kompatibilität im Sport sogar höher einzuschätzen als in anderen Bereichen. Im beruflichen Kontext ist die Anpassung des Menschen an eine Aufgabe zwar auch von hoher Bedeutung, jedoch wird dieses nicht so weit getrieben, wie im Sport. Optimierungsprozesse beziehen sich in vielen ergonomischen Bereichen auf die menschliche Komponente. So finden sich Maßnahmen, wie Selektion, Training und Anpassung sowohl im Sport, als auch in anderen Anwendungsgebieten. Hier ist insbesondere zu betonen, dass im ergonomischen Prozess die Adaptationen auf Seiten des Menschen zu einer erheblichen Steigerung der ergonomischen Effekte führt. Am Beispiel des Fahrrads kann zwar ein ergonomischer Sattel den Komfort steigern, jedoch ist die Gewöhnung des Fahrers an die Sitzbelastung ebenso wichtig.

Die Ergonomie ist im Sport erst in den Anfängen. Hier wurde vor allem durch ergonomische Sportgeräte und durch die Forcierung von Seiten der Sportindustrie eine Entwicklung in Gang gebracht. Es sind heute schon viele ergonomische Sportgeräte und Ausrüstungsgegenstände erhältlich und aktiv bei Sportlern im Gebrauch. Daran kann man erkennen, dass die Sportler sich des Themas zum großen Teil bewusst sind. Die Daten zeigen vor allem in der Online Studie deutlich, wie stark das Thema bei ambitionierten Radfahrern präsent ist. Das kann auch auf andere, weniger sachtechnisch orientierte Sportarten zutreffen.

Der Konsumbereich des Sports hat starke Verbindungen mit der Sportartikelindustrie und Sportwirtschaft. Die Sportergonomie kann hier ebenfalls vielschichtige Aufgaben übernehmen. Von Seiten der Sportgerätehersteller sind mögliche Ziele der Sportergonomie Förderung von Forschung und Entwicklung ergonomischer Produkte. Mit einem funktionalen ergonomischen Design wird das Thema über den Konsumbereich zu den Sportlern transportiert.

Damit die Sportergonomie die oben dargestellten Ziele und Aufgaben erfüllen kann, ist seine Konstituierung innerhalb der Sportwissenschaft Voraussetzung. Damit Impulse von der Sportwissenschaft auf andere Bereiche gegeben werden können, muss sich die Sportergonomie als solche erst einmal in der Sportwissenschaft etablieren. Dazu bedarf es noch umfangreicher Diskussion und Erarbeitung von Themen. Hierzu sind Diskussionsbeiträge sehr hilfreich, die sich auf den unterschiedlichen Ebenen mit der Ergonomie im Sport beschäftigen. Diese kann sich auf Forschung beziehen, aber auch auf eine theoretische Modellbildung. Ein großer Bereich ist die Bildung und Ausbildung der verschiedenen sportwissenschaftlichen Berufsgruppen, die das Thema weiter multiplizieren können.

Eine Auswirkung auf sportpolitische Maßnahmen ist noch nicht vorhersehbar, auch dieser Bereich liegt noch völlig brach. Die Sportergonomie könnte bei sportpolitischen Entscheidungen als sinnvolle Hilfestellung dienen, z.B. bei der Konstruktion von öffentlichen Sportstätten.

10.2.5 Das Verhältnis von Sportergonomie und Ergonomie

Wie die oben ausgeführten Darstellungen zeigen, können Sport und Ergonomie ein großes Betätigungsfeld sein. Zum einen liegen unterschiedliche ergonomische Bedingungen im Sport vor und zum anderen ist die Kompatibilität von Sportler und Sportgerät von großer Bedeutung für das Sporttreiben. Unabhängig davon, welche Aspekte der Sportler in den Vordergrund stellt, so können ergonomische Maßnahmen nahezu alle Zielbereiche der Ergonomie verbessern. In dieser Dissertation wurde der Radsport und das Radfahren als exemplarisches Beispiel zur Veranschaulichung von Sportergonomie genutzt und es konnte umfassend gezeigt werden, dass der Bedarf zu ergonomischer Forschung besteht.

Dabei ist ebenfalls sehr hilfreich, dass Ergonomie als gesellschaftliches Modewort eine große Verbreitung gefunden hat und viele Gegenstände im Lebensalltag das Label ergonomisch tragen. Hier ist vor allem die Automobilindustrie ein Vorreiter auf hohem Niveau. Ebenfalls folgen Küchen- und Möbeldesigns oft ergonomischen Erkenntnissen. In der Berufs- und Arbeitswelt sind ergonomische Sachverhalte schon seit langer Zeit

etabliert. Umso erstaunlicher ist, dass einige Bereiche der Freizeitwelt und hier insbesondere der Sport so lange nicht von diesem Thema erfasst wurden. Das mag ebenfalls an dem Selbstverständnis der traditionellen Ergonomie liegen, sowie der Besetzung vor allem durch die technisch-ingenieurwissenschaftlichen Seite. Eine weitere Ursache ist in der Ableitung des Begriffs Ergonomie von *ergon*=Arbeit zu sehen. Hier herrscht bis heute eine starke Vorstellung von Gegenwelten. Andererseits ist mit dem Auflösen der Grenzen von Erwerbsarbeit und anderen Lebensbereichen die Basis geschaffen, Ergonomie in neuen Kontexten zu sehen.

Von der Anlage her ist der Sport sehr stark körperlich orientiert, ohne dass dadurch andere Aspekte vernachlässigt würden. Die sportliche Tätigkeit hat oftmals etwas „Handwerkliches“. Viele Bewegungsformen kann man durchaus auch als archaisch bezeichnen. Aber im Gegensatz zum Überlebenskampf der ersten Menschen und auch im Gegensatz zur Existenzsicherung im beruflichen Handwerk hat der Sport eine große Leichtigkeit. Daher sind die Begriffe Spaß, Ablenkung und Unterhaltung hier passender als in den anderen Bereichen. Selbst die Herausforderung im Sport ist zumeist spielerisch und selbst im Profisport nimmt der Verlierer gerne einen neuen Anlauf.

Die positiven Eigenschaften des Sports wirken sich auf die Gesundheit aus und damit verbunden ist auch Wohlbefinden. Da in der Regel kein Zwang hinter der Sportausübung steht, werden oftmals viele positive Gefühle mit dem und im Sport transportiert und entwickelt. Dieses affektive Wohlbefinden wird durch ergonomische Sportgeräte gefördert. Dabei sind die Aspekte Sicherheit, Gesundheit und Leistung Grundelemente. Darüber hinaus haben all diese Aspekte ebenfalls einen Einfluss auf das Wohlbefinden. Diese Basiselemente können aber auch in vielen anderen Lebensbereichen erlebt werden. Gerade der Sport kombiniert die Zielbereiche der Ergonomie in hohem Maße.

Im theoretischen ersten Teil dieser Dissertation wurde gezeigt, dass die Themen Sport und Ergonomie noch kaum zusammengefunden haben und sich die wissenschaftliche Auseinandersetzung in einem sehr jungen Stadium befindet. Bei der Verortung der beiden Fachbereiche und Themen wurde deutlich, dass hier trotz der Anstrengungen der Sportindustrie kaum eine wissenschaftliche Basis besteht. Auch der noch junge Fachbereich der Sporttechnologie geht kaum auf Ergonomie ein. Hier kann der Begriff der

Sportergonomie helfen, eine gedankliche Brücke zu bauen und damit die bestehende Lücke in der Sportwissenschaft zu schließen.

Als Orientierungspunkt kann meine folgende Definition von Sportergonomie dienen:

Definition Sportergonomie:

„Sportergonomie ist ein wissenschaftlicher Ansatz, der sich mit den ergonomischen Aspekten des Sports in Forschung und Anwendung befasst. Die ergonomischen Aspekte betreffen das Zusammenspiel des Menschen mit der Sportausrüstung, der Sportanlage und dem Gesamtsystem, in dem der Sport ausgeübt wird. Ziel der Sportergonomie ist es, das System von Sportler und technischer Umwelt menschengerecht und nach den individuellen Sinngebungen adäquat zu gestalten.“

Die ergonomischen Interventionen betreffen nicht nur die „Hardware“, sondern der Sportler ist am ergonomischen „Output“ ebenso beteiligt. Nur wenn der Mensch sich an das System adaptiert, kann er optimales Wohlbefinden erreichen.

Die oben genannte Definition bildet den Rahmen für diese Arbeit und soll eine Anregung sein, unter diesem Ansatz Beiträge zu bringen. Sportergonomie soll ein Begriff sein, der sich auf sowohl auf theoretische Modelle, als auch auf praktische Anwendung stützt. Dafür bietet die Sportwissenschaft durchaus eine Fülle von Voraussetzungen, um in diesem Bereich eine Orientierung in Forschung, Lehre und darüber hinaus geben zu können. Weitere Studien und wissenschaftliche Beiträge können diesen Bereich ausbauen. Dabei ist es äußerst hilfreich, das Thema als solches zu erkennen und zu benennen.

10.3 Ausblick Sportergonomie

Die oben angeführten Erläuterungen, Studien und Erkenntnisse haben gezeigt, dass die Ergonomie im Sport ein bisher noch kaum entdeckter Themenbereich der Sportwissenschaft ist. Bei Produkten für den Sport, insbesondere bei Sportgeräten und Ausrüstungsgegenständen, findet man häufiger die Bemühungen um die Einbeziehung von ergonomischen Aspekten. Wie die oben durchgeführten Studien aber zeigen, ist die Ergonomie oftmals noch nicht auf einem hohen Niveau angekommen. Das liegt sicher auch an der Schwierigkeit der Messbarkeit von ergonomischen Faktoren. Die oben angeführte Methodenkritik zeigt den noch vergleichsweise geringen technologischen und wissenschaftlichen Stand.

Die Wichtigkeit von Ergonomie bei Sportgeräten sollte der Sportwissenschaft und den im und am Sport beteiligten Akteuren bewusst sein. Viele Argumente lassen sich sicher gut nachvollziehen, auch wenn es hier noch einigen Diskussionsbedarf gibt. Dazu bedarf es einer Etablierung der Ergonomie im Sport mit der Möglichkeit von Austausch. Eine generelle Bewusstmachung könnte mit der Forcierung von Zeitschriften, Büchern, Kongressen und anderer explizit auf die Ergonomie im Sport bezogenen Themen sein. Der Begriff der „Sportergonomie“ könnte zu einer Initialzündung und einer größeren Motivation aller Personengruppen führen, die potentiell zu dem Thema etwas beizutragen haben. Das sind auf der einen Seite klassischerweise Arbeitswissenschaftler, die zumeist eine Ausbildung als Ingenieur haben, aber auch Designer und Produktmanager. Auf der anderen Seite ist das Feld der „Sportergonomie“ für die nicht klassischerweise in dem Bereich tätigen Wissenschaftler interessant. Dazu können Historiker, Soziologen und Psychologen, sowie Bewegungsfachleute (z.B. auch aus dem medizinischen Bereich, wie Physiotherapeuten) gehören. Weitere Disziplinen und Fächer könnten wichtige Beiträge zur Wissens- und Wissenschaftskultur im Bereich der Ergonomie im Sport beitragen. Das sind Politiker genauso wie Medienfachleute und weitere Personengruppen. Um hier eine profunde Weitervermittlung von diesem Wissen bereitzustellen, könnte man sich vorstellen, in einem ersten Schritt das Fach „Sportergonomie“ im Bereich der universitären Ausbildung einzubinden.

Sportergonomie könnte als lehrende Wissenschaft folgendes Wissen und Qualifikationen vermitteln:

- Ergonomische Grundkenntnisse: Entstehung, Historie und Definitionen
- Spezifische sportergonomische Kenntnisse und Fähigkeiten: z.B. Analyse von ergonomischen Sachverhalten, Entwicklung von ergonomischen Lösungen
- Kommunikative Fähigkeiten: z.B. Beratung von Institutionen (z.B. Sportartikelindustrie), Teamarbeit, interdisziplinäres Arbeiten
- Kenntnisse über die Besonderheiten des Sports und Einordnung zur Ergonomie

Dazu bedarf es eines Curriculums, das diese Elemente in einem Unterrichtsfach „Sportergonomie“ enthält. Dieses wird zu Beginn einen einfacheren Aufbau haben. Wie aber schon oben beschrieben, kann das Fach Sportergonomie in vielen sportwissenschaftlichen und angrenzenden Gebieten gelehrt werden. Ein Studiengang, der dem Bereich der Sportergonomie am nächsten kommt, ist heute der Studiengang zum Sportingenieur. Wenn hier auch mehr Überschneidungen als bei anderen sportwissenschaftlichen Fächern vorliegen, so ist die Sportergonomie mit seinem besonderen Ansatz als eigenständiges Fach zu sehen. Andere Möglichkeiten der Fortbildung in diesem Bereich bestehen sonst nur in internationalen Zusatzausbildungen. Diese sind in der Regel postgraduell und auch nur an wenigen Institutionen zu studieren. Hier sind vor allem Universitäten in Großbritannien, USA, Neuseeland und Australien zu nennen. Auch die Japaner sind in diesem Bereich sehr innovativ. Für den deutschsprachigen Raum besteht hier noch einiger Aufholbedarf. Ein systematischer Anfang findet sich in dieser Dissertation.

LITERATURVERZEICHNIS

- Abele, A.; Becker, P. (Hrsg.): *Wohlbefinden, Theorie - Empirie – Diagnostik*. Weinheim. München: Juventa, 1991
- Adams, J.A.: *Human Factors Engineering*. New York: Macmillan, 1989
- ADM (Hrsg.): *Standards zur Qualitätssicherung für Online-Befragungen*. Frankfurt: ADM, 2001
- Akuthota, V.; Plastaras, C.; Lindberg, K.; Tobey, J.; Press, J.; Garvan, C.: The effect of long-distance bicycling on ulnar and median nerves. *American Journal of Sports Medicine*, (2005), 8, 1224-1230
- Aldien, Y.; Welcome, D.; Rakheja, S.; Dong, R.; Boileau, P.E.: Contact pressure distribution at hand-handle interface: role of hand forces and handle size. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, (2005), 3, 267-286
- Angenendt, W.; Hausen, C.: *Zur Sicherheitswirkung von Fahrradkellen*. Bremerhaven: NW-Verlag, 1989
- Argyle, M.; Martin, M.: The psychological causes of happiness. In: Strack, F.; Argyle, M.; Schwarz, N.: *Subjective Well-being. An interdisciplinary perspective*. Oxford: Pergamon Press, 1991, 77-100
- Atha, J.: Current techniques for measuring motion. *Applied Ergonomics*, 15 (1984), 4, 245-257
- Atkinson, G.; Reilly, T.: *Sport, Leisure and Ergonomics*. London: E&FN Spon, 1995
- Baeyens, L.; Vermeersch, E.; Bourgeois, P.: Bicyclist's vulva: observational study. *British Medical Journal*, (2002), 325, 138-139
- Baker, A.: *Bicycling Medicine, Cycling Nutrition, Physiology, and Injury Prevention and Treatment for Riders of all Levels*. New York: Fireside, 1998
- Balthazaar, B.: The effect of shoe/pedal interface position on overuse knee injuries during cycling. *Australian Journal of Podiatric Medicine*, 34, (2000), 4, 118-124
- Bamberg, U.: Normung zur psychischen Belastung - aus Sicht der Arbeitnehmer. *DIN Mitteilung 81*, (2002), 8, 529-533
- Bandilla, W.: WWW-Umfragen, Eine alternative Datenerhebungstechnik für die empirische Sozialforschung? In: Batinic, B.; Werner, A.; Gräf, L.; Bandilla, W.: *Online Research, Methoden, Anwendungen und Ergebnisse*. Göttingen: Hofgrefe, 1999
- Barrios, C.; Sala, D.; Terrados, N.; Velanti, J.R.: Traumatic and overuse injuries in elite professional cyclists. *Sports Exercise and Injury*, 3, (1997), 4, 176-179
- Bauch, A.: *Ergonomie in der Flugzeugkabine. Passagierprozesse und manuelle Arbeitsabläufe*. aus Workshop: Flugzeugkabine von DGLR/ EADS, 10.5.2001, Hamburg, <http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/dglr/bericht0101/Bauch.pdf>, 04.01.2008
- Bäumler, G.: Ergonomisches Xenophon, oder wie sich der Philosoph Sokrates die Handwerkskunst des Panzerschmiedes Pistias erklärte. In: Bubb, H. (Hrsg.): *Ergonomie: Herausforderung einer technischen Welt, zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. H. Schmidtke*. Lengerich: Papst Science Publishers, 1995, 205-208

- Baylis, N.: Relationship with reality and the well-being of young adults. In: Huppert, F.A.; Baylis, N.; Keverne, B. (ed): *The science of well-being*. Oxford: Oxford University Press, 2005, 241-274
- Becker, P.: Theoretische Grundlagen. In: Abele, A.; Becker, P. (Hrsg.): *Wohlbefinden, Theorie - Empirie – Diagnostik*. Weinheim. München: Juventa, 1991, 13-50
- Beer, S.; Hoppe, C.: Handlähmung bei Radfahrern. Druckläsionen in der Loge de Guyon. *Schweizerisches Medizin-Forum*, 35, (2008), 8, 641-643
- Bengel, J.; Strittmatter, R.; Willmann, H.: *Was hält Menschen gesund? Antonovskys Modell der Salutogenese-Diskussionsstand und Stellenwert*. Köln: BZgA, 1998
- Biddle, S.J.H.; Ekkekakis, P.: Physically active lifestyles and well-being. In: Huppert, F.A.; Baylis, N.; Keverne, B. (ed): *The science of well-being*. Oxford: Oxford University Press, 2005, 141-170
- Bös, K.; Gröben, F.: Sport und Gesundheit. *Sportpsychologie*, (1993), 1, 9-16
- Bowles, H.R.; Rissel, C.; Bauman, A.: Mass community cycling events: Who participates and is their behaviour influenced by participation? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, (2006), 3, 39
- Boye, G.: *Anforderungen an die Ausrüstung von Radfahrern unter dem Gesichtspunkt der Verkehrssicherheit. Teil 1 – Radfahrerschutzhelm*. Bremerhaven: NW-Verlag, 1990
- Breda, G.; Piazza, N.; Bernardi, V.; Lunardon, E.; Caruso, A.: Development of a new geometric bicycle saddle for the maintenance of genital-perineal vascular perfusion. *Journal of Sexual Medicine*, 2, (2005), 5, 605-611
- Bressel, E.; Cronin, J.: Bicycle seat interface pressure: reliability, validity, and influence of hand position and workload. *Journal of Biomechanics*, 38, (2005), 6, 1325-1331
- Bressel, E.; Larson, B.J.: Bicycle seat design and their effect on pelvic angle, trunk angle and comfort. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, (2003), 2, 327-332
- Bressel, E.; Reeve, T.; Parker, D.; Cronin, J.: Influence of bicycle seat pressure on compression of the perineum: a MRI analysis. *Journal of Biomechanics*, 40, (2007), 1, 198-202
- Broderick, G.A.: Bicycle seats and penile blood flow: does the type of saddle matters? *Journal of Urology*, (1999), 161-178
- Bruder, R.: *Ergonomie und Design*. Stuttgart: Ergonomia, 2004
- Bubb, H.: Komfort und Diskomfort. *Ergonomie aktuell*, (2003), 4, 5-8
- Bubb, H.; Schmidtke, H.: Systemergonomie. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): *Lehrbuch der Ergonomie*. München, Wien: Carl Hanser, 1981
- Bullinger, H.J.; Braun, M.: Arbeitswissenschaft in der sich wandelnden Arbeitswelt. In: Ropohl, G. (Hrsg.): *Erträge der Interdisziplinären Technikforschung. Eine Bilanz nach 20 Jahren*. Berlin: Erich Schmidt, 2001
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST): *Publikationen, Forschungsberichte*. http://www.bast.de/nn_42548/DE/Publikationen/Archiv/forschungsberichte.html, 6.5.07, 06.05.2007
- Burke, E.R.: *Science in cycling*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1986
- Burke, E.R.: *Cycling health and physiology. Using sport science to improve your riding and racing*. 2. Aufl., Montpelier: Vitesse Press, 1998

- Burke, E.R. (Ed.): *High-Tech Cycling. The science of riding faster*. 2. Aufl., Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2003
- Burke, E.R.; Newsom, M.M.: *Medical and scientific aspects of cycling*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1988
- Capitani, D.; Beer, S.: Handlebar palsy - a compression syndrome of the deep terminal (motor) branch of the ulnar nerve in biking. *Journal of Neurology*, 249, (2002), 10, 1432-1459
- Catalano, J.F.; Hancock, P.A.: The human factors of sport - a review. *Applied Ergonomics*, 15, (1983), 379-382
- Chan, R.C.; Chiu, J.W.; Chou, C.L.; Chen, J.J.: Median nerve lesions at wrist in cyclists. *Chung Hua I Hsueh Tsa Chih*, 48, (1991), 2, 121-124
- Chapanis, A.: The International Ergonomics Association: its first 30 years. *Ergonomics*, 33, (1990), 3, 275-282
- Chatterji, S.; Ustün, B.L.; Sadana, R.; Salomon, J.A.; Mathers C.D.; Murray, C.J.L.: *The conceptual basis for measuring and reporting on health*. WHO, 2002
- Clasing, D.; Huber, G.: *Sportärztliche Ratschläge für Radsportler*. Iserlohn: Medice, 1993
- Cohen J.D.; Gross, M.T.: Effect of bicycle racing saddle design on transcutaneous penile oxygen pressure. *Journal Sport Med Phys Fitness*, 45, (2005), 3, 409-418
- Cohen, G.C.: Cycling. In: Bull, R.C. (Hrsg.): *Handbook of sports injuries*. New York: McGraw-Hill, 1999, 553-571
- Couper, M.P.; Coutts, E.: Online Befragung. Probleme und Chancen verschiedener Arten von Online-Erhebungen. In: Diekmann, A. (Hrsg.): *Methoden der Sozialforschung*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 2006
- Crawford, S.A.; Strain, B.; Gregg, B.; Walsh, D.M.; Porter-Armstrong, A.P.: An investigation of the impact of the force sensing array pressure mapping system on the clinical judgement of occupational therapists. *Clinical Rehabilitation*, 19, (2005), 2, 224-231
- Cremer, C.M.: *Untersuchungen zum penilen Sauerstoffpartialdruck während des Radfahrens in Abhängigkeit von Sattelform und -material*. Dissertation: Universität Köln, 2002
- Csikszentmihalyi, M.: Mach was draus - Wann sind wir glücklich und zufrieden? *Psychologie Heute*, (1999), 2, 21-28
- Dababneh, A.; Lowe, B.; Krieg, E.; Kong, Y.; Waters, T.: A checklist for the ergonomic evaluation of nonpowered hand tools. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1, (2004), 12, 135-145
- Dannenberg, A.L.; Needle, S.; Mullady, D.; Kolodner, K.B.: Predictors of injury among 1638 riders in a recreational long-distance bicycle tour: Cycle across Maryland. *American Journal of Sports Medicine*, 24, (1996), 6, 747-753
- De Looze, M.; Kuijt-Evers, L.F.; Van Dieen, J.: Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. *Ergonomics*, 46, (2003), 10, 985-997
- Dettori, N.J.; Norvell, D.C.: Non-traumatic bicycle injuries. A review of the literature. *Sports Medicine*, 36, (2006), 1, 7-18
- Diener, E.; Lucas, R.E.: Personality and subjective well-being. In: Kahnemann, D.; Diener, E.; Schwarz, N.: *Well-being. The foundations of hedonic psychology*. New York: Russel Sage Foundation, 1999, 213-229

- Diener, E.; Sandvik, E.; Pavot, W.: Happiness is the frequency, not the intensity, of positive versus negative affect. In: Strack, F.; Argyle, M.; Schwarz, N. (ed): *Subjective wellbeing. An international perspective*. Oxford: Pergamon Press, 1991, 119-139
- Digel, H.: *Probleme und Perspektiven der Sportentwicklung, dargestellt am Beispiel der Leichtathletik*. Aachen: Meyer & Meyer, 1997
- DIMDI /WHO (Hrsg): *ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit*. Köln, 2005
- Edelmann-Nusser, J.: *Sport und Technik. Anwendungen moderner Technologien in der Sportwissenschaft*. Aachen: Shaker, 2005
- Eitzen, I.: Pressure mapping in seating-a frequency analysis approach. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, (2004), 7, 1136-1140
- Eksioglu, M.: Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34, (2004), 1, 1-12
- Fenety, P.A.; Putnam, C.; Walker, J.M.: In-chair movement: validity, reliability and implications for measuring sitting discomfort. *Applied Biomechanics*, (2000), 31, 383-393
- Fiskus, M.: The role of body and movement in culture(s), and implications on the design of research on culture and technology. In: Moritz, E.F. (Hrsg.): *Sports, culture, and technology. An introductory reader*. Sottrum: Artefact, 2003, 89-105
- Fliege, H.: *Glück und Zufriedenheit im Spiegel subjektiver Theorien über die Entwicklung im Erwachsenenalter*. Frankfurt. Peter Lang; 1997
- Francis, P.R.: Pathomechanics of the lower extremity in cycling. In: Burke, E.R.; Newsom, M.M.: *Medical and scientific aspects of cycling*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1988
- Franke, A.: Gesundheit in Psychologie und Psychotherapie. In: Franke, A.; Broda, M.: *Psychosomatische Gesundheit. Versuche einer Abkehr vom Pathogenese-konzept*. Tübingen: dgvt, 1993, 15-34
- Frauscher, F.; Klauser, A.; Stenzl, A.; Helweg, G.; Amort, B.; zur Nedden, D.: US findings in the scrotum of extreme mountain bikers. *Radiology*, (2001), 219, 427-431
- Frederick, E.C.: Physiological and ergonomics factors in running shoe design. *Applied Ergonomics*, 15, (1984), 4, 281-287
- Frederick, S.; Loewenstein, G.: Hedonic adaptation. In: Kahnemann, D.; Diener, E.; Schwarz, N.: *Well-being. The foundations of hedonic psychology*. New York: Russel Sage Foundation, 1999, 302-329
- Fredrickson, B.L.: The broaden-and-build theory of positive emotions. In: Huppert, F.A.; Baylis, N.; Keverne, B. (ed): *The science of well-being*. Oxford: Oxford University Press, 2005, 217-240
- Freund, J.; Takala, E.; Toivonen, R.: Effects of two ergonomic aids on the usability of an in-line screwdriver. *Applied Ergonomics*, 31, (2000), 4, 371-376
- Frieling, E.; Sonntag, K.: *Lehrbuch Arbeitspsychologie*. 2. Aufl., Bern: Huber, 1999
- Froböse, I.; Lücker, B.; Wittmann, K.: Überlastungssyndrome von Mountainbikern Eine empirische Untersuchung mittels Fragebogenerhebung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52, (2001), 11, 311-315

- Gabler, S.: Gewichtungprobleme in der Datenanalyse. In: Diekmann, A. (Hrsg.): *Methoden der Sozialforschung*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 2006
- Gadeib, A.: Ansprüche und Entwicklung eines Systems zur Befragung über das World Wide Web. In: Batinic, B.; Werner, A.; Gräf, L.; Bandilla, W.: *Online Research, Methoden, Anwendungen und Ergebnisse*. Göttingen: Hofgrete, 1999, 103-111
- Gaulrapp, H.: Mountainbiking. In: Klümper, A. (Hrsg.): *Sporttraumatologie*. 12. Aufl., Landsberg: Ecomed, 2001, 1-22
- Gebreegziabher, Y.; Marcos, E.; McKinnon, W.; Rogers, G.: Sperm characteristics of endurance trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 25, (2004), 247-251
- GfA (Hrsg.): GfA Denkschrift. Arbeitswissenschaft in der Gesetzgebung. RKW, 1979
- Gilham, B.: *Developing a questionnaire*. London: Continuum, 2000
- Göbel, M.: *Von der Ärgonomie zur Ergonomie*. 2. Aufl., Berlin: Vorlesungsumdruck, 2000
- Goonetilleke, R.S.: *Do we know enough to design comfortable products?* Proceedings of 2002 Int'l CIRP Design Seminar, 16-18 May 2002 in Hong Kong
- Gregor, R.J.; Wheeler, J.B.: Biomechanical factors associated with shoe/pedal interfaces. Implications for injury. *Sports Medicine*, 17, (1994), 2, 117-131
- Gressmann, M.: *Fahrradphysik und Biomechanik. Technik, Formeln, Gesetze*. 6. Aufl., Kiel: Moby Dick, 1995
- Griffin, M.J.: Evaluating the effectiveness of gloves in reducing the hazards of hand-transmitted vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 55, (1998), 5, 340-348
- Griffin, M.J.; Welsh, A.J.L.; Bovenzi, M.: Acute response of finger circulation to force and vibration applied to the palm of the hand. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 32, (2006), 5, 383-391
- Gros, H.J.: Test und Entwicklung von Sportgeräten. Chancen, Risiken und Probleme. In: Roemer, K.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Moritz, E.F.: *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis. Beiträge zum 2. Workshop Sporttechnologie*. Aachen: Shaker, 2003, 11-17
- Gros, H.J.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Moritz, E.F.; Roemer, K. (Hrsg.): *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis III. Beiträge zum 4. Workshop Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis*. Aachen: Shaker, 2004
- Grupe, O.; Mieth, D.: *Lexikon der Ethik im Sport*. 2. Aufl., Schorndorf: Hofmann, 1998
- Güldenpfennig, S.: *Sport: Kritik und Eigensinn. Der Sport der Gesellschaft*. Sankt Augustin: Academia, 2000
- Gupta, N.; Bello, F.; Amarnsson, H.; Riviere, P.; Hoult, S.; Darzi, A.: The use of a gripforce system to map force distribution patterns of laparoscopic instruments. In: Westwood, J.D. (Ed.): *Medicine meets virtual reality 14*. Amsterdam: IOS Press, 2006, 170-175
- Gurram, R.; Rakheja, S.; Gouw, G.J.: A study of hand grip pressure distribution and EMG of finger flexor muscles under dynamic loads. *Ergonomics*, 38, (1995), 4, 684-699
- Gutzmann, C.; Kirchner, J.H.; Wolberg, K.: *Europäische Normen zur Ergonomie-Bestandsaufnahme und Systematisierung. KAN Bericht 7*. Sankt Augustin: Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V., 1996

- Haake, S.J.: The development in sports engineering around the world. In: Subic, A.J.; Haake, S.J.: *The engineering of sport*. Oxford, London: Blackwell Science, 2000
- Hackl-Gruber, W.: Ergonomie. Begriff, historische Entwicklung, aktuelle Bezüge. In: Blaha, F. (Hrsg.): *Der Mensch am Bildschirmarbeitsplatz, Ein Handbuch über Recht, Gesundheit und Ergonomie*. Wien, New York: Springer, 1995
- Haeffner, G.: Die Bedeutung der Arbeit für den Menschen. In: Mensen, B. (Hrsg.): *Arbeit*. Nettetal: Steyler, 1999, 19-38
- Hammer, W.: *Wörterbuch der Arbeitswissenschaft: Begriffe und Definitionen*. München: Carl Hanser, 1997
- Hanke, U.; Woermann, S.: *Perspektive Fahrrad: Gesundheit, Umwelt, Verkehr*. Aachen: Meyer & Meyer, 1994
- Hankey, G.J.; Gubbay, S.S.: Comprehensive mononeuropathy of the deep palmar branch of the ulnar nerve in cyclists. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 51, (1988), 1588-1590
- Hauptmanns, P.: Grenzen und Chancen von quantitativen Befragungen mit Hilfe des Internets. In: Batinic, B.; Werner, A.; Gräf, L.; Bandilla, W.: *Online Research, Methoden, Anwendungen und Ergebnisse*. Göttingen: Hofgreffe, 1999, 21-38
- Haverkamp, N.: *Typisch Sport? Der Begriff Sport im Lichte der Prototypenmodelle*. Köln: Sport und Buch Strauß, 2005
- Heinemann, K.: *Einführung in die Soziologie des Sports*. 4. Aufl., Schorndorf: Hofmann, 1998
- Heinemann, K.: Bausteine einer sozio-ökonomischen Theorie der Sporttechnologie. In: Hummel, A.; Rütten, A. (Hrsg.): *Handbuch Technik und Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 2001c, 11-48
- Heinemann, K.: *Die Technologisierung des Sports. Eine sozio-ökonomische Analyse*. Schorndorf: Hofmann, 2001a
- Heinemann, K.: Sozio-ökonomische Bestimmungsfaktoren der Entwicklung von Sporttechnologien. In: Hummel, A.; Rütten, A. (Hrsg.): *Handbuch Technik und Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 2001b, 81-112
- Helander, M.: *A Guide to human factors and ergonomics*. 2. Aufl., Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis, 2006
- Hendrick, H.W.; Kleiner, B. M.: *Macroergonomics. Theory, methods, and applications*. Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates, 2002
- Hoff, E.H.: *Arbeit, Freizeit und Persönlichkeit. Wissenschaftliche und alltägliche Vorstellungsmuster*. Heidelberg: Roland Asanger, 1992
- Hoffmann, R.: Erleben von Glück-eine empirische Untersuchung. *Psychologische Beiträge*, (1984), 26, 516-532
- Hohmann, K.: Einführung. In: Baumanns, L.: *Arbeit und Freizeit: Perspektiven der sozialen Marktwirtschaft*. Stuttgart: Gustav Fischer, 1990
- Hoozemans, M.J.M.; van Dieen J.H.: Prediction of handgrip forces using surface EMG of forearm muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15, (2005), 4, 358-366
- Hummel, A.: Technik und Sport-ein vielschichtiger Zusammenhang. In: Hummel, A.; Rütten, A. (Hrsg.): *Handbuch Technik und Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 2001, 9-26

- Hummel, A.; Rütten, A. (Hrsg.): *Handbuch Technik und Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 2001
- Huppert, F.A.; Baylis, N.; Keverne, B. (ed): *The science of well-being*. Oxford: Oxford University Press, 2005
- IEA: *History of IEA*. <http://www.iea.cc/browse.php?contID=history>, 04.01.2008
- IEA: IEA definitions of ergonomics. In: Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001a
- IEA: *IEA Members*. <http://www.iea.cc/browse.php?contID=members>, 04.01.2008
- IEA: The International Ergonomics Association. In: Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001b
- IEA: *What is ergonomics? Definition*. http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics, 04.01.2008
- Jarboe, N.E.; Quesada, P.M.: The effects of cycling shoe outsole material on plantar stress. *Foot & ankle international*, 24, (2003), 10, 784-788
- Jastrzebowski, W.B.: An outline of ergonomics, or the science of work based upon the truths drawn from the science of nature. In: Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001
- Jeong, S.J.; Park, K.; Moon, J.D.; Ryu, S.B.: Bicycle saddle shape affects penile blood flow. *International Journal of Impotence Research*, (2002), 14, 513-517
- Kähler, R.: Grundlegende Betrachtungen über das Fahrradfahren am Hochschulort. In: Hanke, U.; Woermann, S.: *Perspektive Fahrrad: Gesundheit, Umwelt, Verkehr*. Aachen: Meyer & Meyer, 1994
- Kahnemann, D.; Diener, E.; Schwarz, N.: *Well-being. The foundations of hedonic psychology*. New York: Russel Sage Foundation, 1999
- Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001
- Karwowski, W.: Ergonomics and human factors: the paradigm for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48, (2005), 5, 436-463
- Karwowski, W.: The discipline of ergonomics and human factors. In: Salvendy, G.: *Handbook of human factors and ergonomics*. 3. Aufl., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006a
- Keverne, E.B.: Understanding well-being in the evolutionary context of brain development. In: Huppert, F.A.; Baylis, N.; Keverne, B. (ed): *The science of well-being*. Oxford: Oxford University Press, 2005, 35-56
- Keytel, L.R.; Noakes T.D.: Effects of a novel bicycle saddle on symptoms and comfort in cyclists. *South African Medical Journal*. 92, (2002), 4, 295-298
- Kickbusch, I.: *Die Gesundheitsgesellschaft. Megatrends der Gesundheit und deren Konsequenzen für Politik und Gesellschaft*. Werbach-Gamburg: Verlag für Gesundheitsförderung, 2006
- Kirchner, J.H.: *Skript zur Vorlesung Ergonomie*. 2. Aufl., Braunschweig: ArWiBs, 1998

- Knoll, M.: *Sporttreiben und Gesundheit. Eine kritische Analyse der vorliegenden Befunde*. Schorndorf: Karl Hofmann, 1997
- Kolcaba, K.Y.: An analysis of the concept of comfort. *Journal of Advanced Nursing*, (1991), 16, 1301-1310
- Kolcaba, K.Y.; Tilton, C.; Drouin, C.: Comfort theory. A unifying framework to enhance the practice environment. *Journal of Nursing Administration*, 36, (2006), 11, 538-544
- Komi, E.R.; Roberts, J.R.; Rothberg, S.J.: Evaluation of thin, flexible sensors for time-resolved grip force measurement. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 221, (2007), 12, 1687-1699
- Komi, E.R.; Roberts, J.R.; Rothberg, S.J.: Measurement and analysis of grip force during a golf shot. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Mechanical Engineering Science*, 222, (2008), 1, 23-35
- Konopka, P.: *Radspport. Der Ratgeber für Ausrüstung, Technik, Training, Ernährung, Wettkampf und Medizin*. München: BLV, 2006
- Koradecka, D.; Golebiowska, A.: Biosketch: Wojciech Bogumil Jastrzebowski. In: Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001, 21
- Kriz, J.; Lisch, R.: *Methoden-Lexikon für Mediziner, Psychologen, Soziologen*. München: Psychologie-Verl.-Union, 1988
- Kronisch, R.L.: Mountain biking injuries: Fitting treatment to the causes. *Physician and Sportsmedicine*, 26, (1998), 3, 65-70
- Kruse, J.: *Geschichte der Arbeit und Arbeit als Geschichte*. Münster: Lit, 2002
- Kuijt-Evers, L.F.M.; Groenesteijn, L.; de Looze, M.P.; Vink, P.: Identifying factors of comfort in using hand tools. *Applied Ergonomics*, 35, (2004), 5, 453-458
- Kuijt-Evers, L.F.M.; Twisk, J.; Gronesteijn, L.; de Looze, M.P.; Vink, P.: Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools. *Ergonomics*, 48, (2005), 6, 692-702
- Kwok, A.G.: Thermal boredom. In: Steemers, K.; Yannas, S. (ed.): *Architecture city and environment*. London: Earthscan, 2000, 640-641
- Lagerström, D.: *Grundlagen der Sporttherapie bei koronarer Herzkrankheit*. 2. Aufl., Köln: Echo, 1994
- Laporte, W. (Hrsg.): *Sports Technology International Symposium*. Gent: 1989
- Laurig, W.: *Grundzüge der Ergonomie. Kenntnisse und Prinzipien*. 4. Aufl., Berlin: REFA, 1992
- Laurig, W.: Elektromyographie, von der arbeitsphysiologischen zur ergonomischen Methode. In: Landau, K.; Luczak, H.; Laurig, W.: *Ergonomie der Sensumotorik. Festschrift anlässlich der Emeritierung von Herrn Prof. Dr.-Ing. W. Rohmert*. München, Wien: Carl Hanser, 1996
- Lefever-Button, S.: Cycling. In: Shamus, E.; Shamus, J. (Hrsg.): *Sports injury. Prevention and rehabilitation*. New York: McGraw-Hill, 2001
- Lenk, H.: Technik-Philosophie und Sport. In: Hummel, A.; Rütten, A. (Hrsg.): *Handbuch Technik und Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 2001

- Lessing, H.E.: *Automobilität. Karl Drais und die unglaublichen Anfänge*. Leipzig: Maxime, 2003
- Löhr, R.W.: *Ergonomie: Grundlagen d. Wechselbeziehung zwischen Mensch, Technik und Umwelt*. Würzburg: Vogel, 1976
- Loland, S.: Sports technologies - a moral view. In: Miah, A.; Eassom, S.B.: *Sport technology: history, philosophy and policy*. Amsterdam, Boston, London: JAI by Elsevier Science, 2002, 157-176
- Lowe, B.D.; Schrader, S.M.; Breitenstein, M.J.: Effect of bicycle saddle design on the pressure to the perineum of the bicyclist. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, (2004), 6, 1055-1062
- Lu, L.: Personal environment causes of happiness. A longitudinal analysis. *Journal of Social Psychology*, (1999), 139, 79-90
- Lucia, A.; Chicharro, J.L.; Perez, M.; Serratoso, L.; Bandres, F.; Legido, J.C.: Reproductive function in male endurance athletes: sperm analysis and hormonal profile. *Journal of Applied Physiology*, 81, (1996), 6, 2627-2636
- Luczak, H.: *Arbeitswissenschaft*. 2. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer, 1998
- Luczak, H.; Kabel, T.; Licht, T.: Task design and motivation. In: Salvendy, G.: *Handbook of human factors and ergonomics*. 3. Aufl., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006, 384-427
- Luczak, H.; Volpert, W.; Raeithel, A.; Schwier, W.: *Arbeitswissenschaft: Kerndefinition, Gegenstandskatalog, Forschungsgebiete. Bericht an den Vorstand der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft und die Stiftung Volkswagenwerk*. Eschborn: RKW, 1987
- Lutter, M.: *Gewichtungsverfahren in der empirischen Sozialforschung. Resultate Monte-Carlo-simulierter Redressment-Prozeduren*. Diplomarbeit: Universität Duisburg-Essen, 2005
- Maimaris, C.; Zadeh, H.G.: Ulnar nerve compression in the cyclists hand: two case reports and review of literature. *British Journal of Sports Medicine*, 24, (1990), 4, 245-246
- Marek, T.; Pokorski, J.: Quo vadis, Ergonomia? - 25 years on. *Ergonomia*, 26, (2004), 1, 13-18
- Mark, L.S.; Warm, J.S.; Huston, R.L.: *Ergonomics and human factors. Recent research*. New York: Springer, 1987
- Marras, W.S.: The ergonomics of manual work. The proceedings of the International Ergonomics Association world conference on ergonomics of materials handling and information processing at work. London: Taylor & Francis, 1993
- Martinek, V.; Arnold, M.P.; Friedrich, N.F.: Rotationsstabile Klickpedale im Radsport. *Sport-Orthopädie, Sport-Traumatologie*, (1999), 15, 7-8
- Maule, H.G.; Weiner, J.S.: *Case studies in ergonomics practice. Volume 1: Human factors in work, design and production*. London: Taylor & Francis, 1977
- Mayring, P.: *Psychologie des Glücks*. Stuttgart: Kohlhammer, 1991
- Mayring, P.: Psychologie der Emotionen. In: Ulich, D.; Mayring, P.: *Psychologie der Emotionen*. 2. Aufl., Stuttgart: Kohlhammer, 2003
- Mayring, P.: Psychologie des Glücks. In: Walden, R.: *Glück und Unglück. Glücks- und Unglückserlebnisse aus interaktionistischer Sicht*. Heidelberg, Kröning: Asanger, 2003

- McCue, F.C.; Schuett, A.M.: The wrist and hand - soft tissues. In: Safran, M.R.; McKeag, D.B.; Van Camp, S.P.: *Manual of sports medicine*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998, 388-392
- Meister, D.: Fundamental concepts of human factors. In: Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001, 68-70
- Mellion, M.B.: Common cycling injuries. Management and prevention. *Sports Medicine*, 11, (1991), 1, 52-70
- Mellion, M.B.: Neck and back pain in cycling. *Clinics in Sports Medicine*, (1994), 13, 137-164
- Miah, A.; Eassom, S.B.: *Sport technology: history, philosophy and policy*. Amsterdam, Boston, London: JAI by Elsevier Science, 2002
- Moes, C.: Measuring the tilt of the pelvis. *Ergonomics*, 41, (1998), 12, 1821-1831
- Moes, C.: *Pressure distribution and ergonomics shape conceptualization*. International Design Conference - Design 2000 Dubrovnik, may 23-36, 2000
- Moray, N. (ed): *Ergonomics major writings. The history and scope of human factors*. Volume 1, London: Routledge, 2005
- Morelli, M.J.; Stone, D.A.: Bicycling. In: Fu, F.H.; Stone, D.A.: *Sports injuries. Mechanism, prevention, treatment*. 2. Auf., Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2001, 312-319
- Moritz, E.F. (Hrsg.): *Sports, culture, and technology. An introductory reader*. Sottrum: Artefact, 2003
- Moritz, E.F.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Roemer, K. (Hrsg.): *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis II. Innovationen, Modelle und Methoden*. Aachen: Shaker, 2004
- Moritz, E.F.; Haake, S.J.: *The engineering of sport 6*. New York: Springer Science, 2006
- Moritz, E.F.; Senner, V.: Studien- und Forschungsschwerpunkte im Bereich Sport und Technik an der Technischen Universität München. In: Roemer, K.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Moritz, E.F.: *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis. Beiträge zum 2. Workshop Sporttechnologie*. Aachen: Shaker, 2003, 181-185
- Moritz, E.F.; Steffen, J.W.: Test for fun, ein Konzept für einen nutzerorientierten Sportgerätetest. In: Roemer, K.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Moritz, E.F.: *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis. Beiträge zum 2. Workshop Sporttechnologie*. Aachen: Shaker, 2003
- Munarriz, R.; Huang, V.; Uberoi, J.; Maitland, S.; Payton, T.; Goldstein, I.: Only the nose knows: Penile hemodynamik study of the perineum-saddle interface in men with erectile dysfunction utilizing bicycle saddles and seats with and without nose extensions. *Journal of Sexual Medicine*, 2, (2005), 5, 612-619
- Münzberger, E.: Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept und seine Bedeutung für den Umgang mit Stress. In: LVG (Hrsg.): *Psychosoziale Fehlbelastungen im Berufsalltag. Stress-Mobbing-Sucht*. o.O., 2003, 8-19
- Murrell, K.F.H.: *Ergonomics. Man in his working environment*. London: Chapman and Hall, 1965
- Nachreiner, F.; Schultetus, W.: Normung im Bereich der psychischen Belastung-die Normen der Reihe DIN EN ISO 10075. *DIN Mitteilung 81*, (2002), 8, 519-525

- Nesse, R.M.: Natural selection and the elusiveness of happiness. In: Huppert, F.A.; Baylis, N.; Keverne, B. (ed): *The science of well-being*. Oxford: Oxford University Press, 2005, 3-32
- Niederl, T.: *Untersuchung zu kumulativen psychischen und physiologischen Effekten des fliegenden Personals auf der Kurzstrecke*. Dissertation: Universität Kassel, 2007
- Nikonovas, A.; Harrison, A.J.L.; Hoult, S.; Sammut, D.: The application of force-sensing resistor sensors for measurement forces develop by the human hand. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 218, (2004), 2, 121-126
- Noack, R.H.: Salutogenese: Ein neues Paradigma in der Medizin? In: Bartsch, H.H.; Bengel, J. (Hrsg.): *Salutogenese in der Onkologie*. Basel: Karger, 1997, 88-105
- Oja, P.; Vuori, I.; Paronen, O.: Daily walking and cycling to work: their utility as health-enhancing physical activity. *Patient Education and Counseling*, 33, (1998), 1, 87-94
- Opaschowski, H.W.: *Wie arbeiten wir nach dem Jahr 2000? Freizeit-Impulse für die Arbeitswelt von morgen*. Hamburg: BAT Freizeit-Forschungsinstitut, 1989
- Opaschowski, H.W.: *Freizeitökonomie: Marketing von Erlebniswelten*. 2. Aufl., Opladen: Leske und Budrich, 1995
- Opaschowski, H.; Pries, M.; Reinhardt, U. (Hrsg.): *Freizeitwirtschaft. Die Leitökonomie der Zukunft*. Hamburg: Lit, 2006
- Palmer, K.T.; Griffin, M.J.; Syddall, H.E.; Pannett, B.; Cooper, C.; Coggon, D.: Exposure to hand-transmitted vibration and pain in the neck and upper limbs. *Occupational Medicine*, 51, (2001), 7, 464-467
- Patterson, J.M.M.; Jaggars, M.M.; Boyer, M.I.: Ulnar and median nerve palsy in long-distance cyclists. *The American Journal of Sports Medicine*, (2003), 31, 585-589
- Peck, K.D.: *Einfluß perinealer Druckbelastung beim Radfahren auf die Konzentration des prostataspezifischen Antigens in Serum und Urin*. Dissertation: Universität Münster, 1997
- Perspektive Deutschland; McKinsey & Company: *Perspektive Deutschland*. Düsseldorf, 2005
- Petracic, B.; Petracic, A.: Abhängigkeit der Kompressionssymptomatik des Nervus ulnaris von der Rennradlenkerform. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 40, (1989), 4, 141-143
- Petracic, B.; Petracic, A.: Insertionstendopathie des Kniegelenks bei Radsportlern in Abhängigkeit von der Körperposition sowie Schuhpedalverbindung. *Sportverletzung-Sportschaden*, (1992), 6, 29-31
- Petschnig, R.: Überlastungsprobleme im Radsport. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, (2004), 2, 42-46
- Pheasant, S.; Haslegrave, C.M.: *Bodyspac. Anthropometry, ergonomics and the design of work*. 3. Aufl., Boca Raton: CRC Press, 2006
- Pichler, A.: *Arbeit und Freizeit. Die Bedeutung des betriebsinternen Freizeitmanagements im Entpolarisierungsprozeß*. Linz: Universitätsverlag R. Trauner, 1991
- Pinch, T.; Bijker, W.: The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: Bijker, W.; Hughes, T.; Pinch, T.: *The social construction of technological systems*. Cambridge: MIT Press, 1987
- Pivit, R.: Erschütternde Radwege. Untersuchung des Schwingungskomforts an Fahrrädern. *Pro Velo*, (1988), 12, 27-34

- Pruitt, A.L.: *Andy Pruitt's complete medical guide for cyclists*. Boulder: Velo Press, 2006
- Pruitt, A.L.: The cyclist's knee. Anatomical and biomechanical considerations. In: Burke, E.R.; Newsom, M.M.: *Medical and scientific aspects of cycling*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1988
- Quatember, A.: *Die Quotenverfahren. Stichprobentheorie und –praxis*. Aachen: Shaker, 2001
- Rabenstein, R.: *Radspport und Gesellschaft*. 2. Aufl., Hildesheim, München, Zürich: Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, 1996
- Reilly, T.: Ergonomic aspects of sport and recreation. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 6, (1981), 1, 1-10
- Reilly, T. (ed): Ergonomics in sport. *Applied Ergonomics*, 15, (1984), 4, 243-287
- Reilly, T.: Conferences. Sport, leisure and ergonomics. *Applied Ergonomics*, 19, (1988), 3, 168
- Reilly, T.: Ergonomics and sport. *Applied Ergonomics*, 22, (1991), 5, 290-316
- Reilly, T.: Sport, leisure and ergonomics. *Journal of Sports Science*, 17, (1999), 843
- Reilly, T.: An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of Sports Science*, 23, (2005), 6, 561-572
- Reilly, T.: The international face of sports science through the window of the Journal of Sports Sciences - with a special reference to kinanthropometry. *Journal of Sports Science*, 26, (2008), 4, 349-363
- Reilly, T.; Greeves, J.: Sport, leisure and ergonomics: the Olympic cycle. *Ergonomics*, 43, (2000), 10, 1447-1448
- Reilly, T.; Greeves, J.: *Advances in sport, leisure and ergonomics*. London: Routledge, 2002
- Reilly, T.; Lees, A.: Exercise and sports equipment: Some ergonomic aspects. *Applied Ergonomics*, 15, (1984), 4, 259-280
- Reilly, T.; Shelton, T.: Ergonomics in sport and leisure. *Ergonomics*, 37, (1994), 1, 1-3
- Reilly, T.; Ussher, M.: Sport, leisure and ergonomics. *Ergonomics*, 31, (1988), 11, 1497-1500
- Richmond, D.R.: Handlebar problems in bicycling. *Clinics in Sports Medicine*, 13, (1994), 1, 137-164
- Rodano, R.; Squadrone, R.; Sacchi, M.; Marzegan, A.: Saddle pressure distribution in cycling: comparison among saddles of different design and materials. *Proceedings of XX ISBS*, (2002), 606-609
- Roemer, K.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Moritz, E.F.: *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis. Beiträge zum 2. Workshop Sporttechnologie*. Aachen: Shaker, 2003
- Ropohl, G. (Hrsg.): *Erträge der Interdisziplinären Technikforschung. Eine Bilanz nach 20 Jahren*. Berlin: Erich Schmidt, 2001
- Ropohl, G.: *Technologische Aufklärung: Beiträge zur Technikphilosophie*. 2. Aufl., Frankfurt: Suhrkamp, 1999
- Rost, R.: *Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten. Lehrbuch für Sportlehrer, Übungsleiter, Krankengymnasten und Sportärzte*. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 1991
- Roth, K.; Willimczik, K. (Hrsg.): *Bewegungswissenschaft*. Reinbek: Rowohlt, 1999

- Röthig, P. (Hrsg.): *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 5. Aufl., Schorndorf: Karl Hofmann, 1983
- Röthig, P.; Prohl, R. (Hrsg.): *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 7. Aufl., Schorndorf: Karl Hofmann, 2003
- Russel, J.A.: A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, (1980), 39, 1161-1178
- Rütten, A.: Technik, Raum und Bewegung. Soziologische und pädagogische Aspekte der Sportökologie. In: Hummel, A.; Rütten, A. (Hrsg.): *Handbuch Technik und Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 2001
- Sala, D.A.; Leva, L.M.; Kummer, F.J.; Grant, A.D.: Crutch handle design: effect on palmar loads during ambulation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79, (1998), 11, 1473-1476
- Salvendy, G.: *Handbook of human factors and ergonomics*. 3. Aufl., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006
- Sassenberg, K.; Kreutz, S.: Online Research und Anonymität. In: Batinic, B.; Werner, A.; Gräf, L.; Bandilla, W.: *Online Research, Methoden, Anwendungen und Ergebnisse*. Göttingen: Hofgreffe, 1999, 61-75
- Schaefer, H.: Theorie der Risiken. In: Schaefer, H.; Blohmke, M. (Hrsg.): *Sozialmedizin: Einführung in die Ergebnisse und Probleme der Medizin-Soziologie und Sozialmedizin*. 2. Aufl., Thieme: Stuttgart, 1978, 176-243
- Schlicht, W.: *Wohlbefinden und Gesundheit durch Sport*. Schorndorf: Karl Hofmann, 1995
- Schmauder, M.: *Arbeitswissenschaft, Einführung*. http://kommunikationswirtschaft.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_maschinenwesen/itla/arbeitswissenschaft/studium/skripteordner/fernstudium_arbeitsgestaltung_ss/awi_fernstudenten_ss08_einfuehrung.pdf, 01.10.2008
- Schmidt-Atzert, L.: *Lehrbuch der Emotionspsychologie*. Stuttgart: Kohlhammer, 1996
- Schmidtke, H. (Hrsg.): *Lehrbuch der Ergonomie*. München, Wien: Carl Hanser, 1981
- Schmidtke, H.; Seeber, A.; Zink, K.J.: History of the Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA). In: Karwowski, W. (ed.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Volume 1, London: Taylor & Francis, 2001, 88-90
- Schmuck, P. (Hrsg.): *Life goals and well-being. Towards a positive psychology of human striving*. Seattle, Toronto, Bern, Göttingen: Hofgreffe & Huber, 2001
- Schoeck, H.: *Soziologisches Wörterbuch*. 8. Aufl., Freiburg: Herder, 1974
- Schubert, M.: Sporttechnologie in sozialwissenschaftlicher Perspektive, einige theoretische Überlegungen und empirische Erkenntnisse zu einem neuen Forschungsfeld. In: Moritz, E.F.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Roemer, K. (Hrsg.): *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis II. Innovationen, Modelle und Methoden*. Aachen: Shaker, 2004
- Schuhmacher, J.; Klaiberg, A.; Brähler, E.: *Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden*. Göttingen: Hofgreffe, 2003
- Schwarzer, U.; Sommer, F.; Klotz, T.; Cremer, C.; Engelmann, U.: Cycling and penile oxygen pressure: the type of saddle matters. *European Urology*, 41, (2002), 2, 139-143

- Schwarzer, U.; Wiegand, W.; Bin-Saleh, A.; Lötzerich, H.; Kahrmann, G.; Klotz, T. et al.: Genital numbness and impotence rate in long distance cyclists. *Journal of Urology*, (1999), 161-178
- Schwellnus, M.P.; Derman, E.W.: Common injuries in cycling: Prevention, diagnosis and management. *South African Family Practice*, 47, (2005), 7, 14-19
- Schweres, M.: *Arbeitswissenschaft. Vorlesungsskript*. Hannover: IADM, 2002
- Seidel, H.; Blüthner, R.; Hinz, B.; Schust, M.: *Belastung der Lendenwirbelsäule durch stoßhaltige Ganzkörperschwingungen*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1998
- Shephard, R.J.: Sport, leisure and well-being - an ergonomics perspective. *Ergonomics*, 31, (1988), 11, 1501-1517
- Snyder, C.R.; Lopez, S.J.: *Handbook of positive psychology*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2002
- Sommer, F.; König, D.; Bertram, C.; Klotz, T.; Graf, C.; Engelmann, U.: Penile Perfusion und Fahrradsport. Gibt es Unterschiede in der penilen Durchblutung beim aufrechten Fahrrad. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52, (2001a), 11, 306-310
- Sommer, F.; Schwarzer, U.; Graf, C.; Klotz, T.; Engelmann, U.: Veränderungen der penilen Durchblutung beim Radsport. Wie verhindert man eine Minderdurchblutung? *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 126, (2001b), 939-943
- Spears, I.R.; Cummins, Z.; Brenchley, C.; Donohue, C.; Turnbull, C.; Burton, S.; Macho, G.A.: The effect of saddle design on stresses in the perineum during cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, (2003), 9, 1620-1625
- Stanaityte, G.: *Alltagsdefinitionen und ihre Funktionen*. Dissertation: Universität Mannheim, 2005
- Statistisches Bundesamt (DESTATIS): *Körpermaße der Bevölkerung nach Altersgruppen. Ergebnisse der Mikrozensus-Befragung im Jahr 2005*.
<http://www.destatis.de/basis/d/gesu/gesutab8.php>, 07.06.2007
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.): *Nettoeinkommen und Zahl der Haushalte nach Haushaltsgruppen 1991 bis 2002*. Wiesbaden, 2003
- Stinson, M.D.; Porter, A.P.; Eakin, P.A.: Measuring interface pressure, a laboratory-based investigation into the effects of repositioning and sitting. *American Journal of Occupational Therapy*, 56, (2002), 2, 185-190
- Stinson, M.D.; Porter-Armstrong, A.P.; Eakin, P.A.: Pressure mapping systems: reliability of pressure map interpretation. *Clinical Rehabilitation*, 17, (2003b), 5, 504-511
- Stinson, M.D.; Porter-Armstrong, A.P.; Eakin, P.A.: Seat-interface pressure: a pilot study of the relationship to gender, body mass index, and seating position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, (2003a), 3, 405-409
- Stirn, H.: *Arbeitswissenschaft: Grundlagen, Abgrenzungen, Probleme*. Opladen: Leske und Budrich, 1980
- Strack, F.; Argyle, M.; Schwarz, N.: *Subjective well-being. An interdisciplinary perspective*. Oxford: Pergamon Press, 1991
- Subic, A.J.; Haake, S.J.: *The engineering of sport*. Oxford, London: Blackwell Science, 2000

- Taveira, A.D.; Smith, M.J.: Social and organizational foundations of ergonomics. In: Salvendy, G.: *Handbook of human factors and ergonomics*. 3. Aufl., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006
- Teboul, B.; Rey, J.L.: Medizinische Aspekte des Radsports. In: Hinault, B.; Genzling, C.: *Im Rennsattel. Taktik, Technik, Training im Straßen-Radsport*. Stuttgart: Motorbuch, 1988, 187-204
- Tenfelde, K. (Hrsg.): *Arbeit und Arbeitserfahrung in der Geschichte*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, 1986
- The American Heritage dictionaries: *Comfort: Definition*. <http://www.answers.com/topic/comfort>, 10.03.2007
- The Ergonomics Society (ES): *History*. <http://www.ergonomics.org.uk/page.php?s=3&p=15>, 01.01.2008
- Theobald, A.: *Das World Wide Web als Befragungsinstrument*. Wiesbaden: Gabler, 2000
- Tiedemann, C.: *Was ist der Gegenstand der Sportwissenschaft?* Vortrag, gehalten beim IX. internationalen ISHPES-Kongress in Köln am 9.9.2005
- TNS Emnid: *Studie: Die Deutsche Internet-Teilung*. [http://www.initiaved21.de/News-Detailansicht.194.0.html?&tx_ttnews\[swords\]=deutsche%20internet%20teilung&tx_ttnews\[pointer\]=4&tx_ttnews\[tt_news\]=140&tx_ttnews\[backPid\]=195&cHash=f8cfe5b469](http://www.initiaved21.de/News-Detailansicht.194.0.html?&tx_ttnews[swords]=deutsche%20internet%20teilung&tx_ttnews[pointer]=4&tx_ttnews[tt_news]=140&tx_ttnews[backPid]=195&cHash=f8cfe5b469), 07.06.2007
- Tofaute, K.A.: *Vibrationen beim Mountainbikefahren beim starren und vollgefederten MTB*. Diplomarbeit: Deutsche Sporthochschule Köln, 1998
- Tokarski, W.: Arbeit und Freizeit: Zum Freizeitverhalten der Deutschen. In Mensen, B. (Hrsg.): *Arbeit*. Nettetal: Steyler, 1999, 89-112
- Topouzoglou, V.: *Effektivität von Federungssystemen am Mountainbike unter gesundheitlichen Aspekten. Vergleich zwischen Front- und Vollfederung während eines 8tägigen Etappenrennens*. Diplomarbeit: Deutsche Sporthochschule Köln, 2000
- Treier, C.; Froböse, I.; Schnauber, H.; Tofaute, K.A.: Produktbezogene Laborstudien zum Schwingungssystem Mensch-Fahrrad. Vorstellung eines neuartigen humanbezogenen Testing-Konzeptes. In: GfA (Hrsg.): *Komplexe Arbeitssysteme-Herausforderung für Analyse und Gestaltung*. 46. Arbeitswissenschaftlicher Kongress der GfA, TU Berlin 15.-18 März 2000. Dortmund: GfA-Press, 2000, 639-641
- Triandis, H.C.: Cultural syndromes and subjective well-being. In: Diener, E.; Suh, M. (ed.): *Culture and subjective well-being*. Cambridge, London: The MIT Press, 2000, 13-36
- Ujihashi, S.; Haake, S.J.: *The engineering of sport 4*. Oxford, London: Blackwell Science, 2002
- Ulich, D.: *Arbeitspsychologie*. 6. Aufl., Zürich: vdf Hochschulverlag, 2005
- Unwin, N.C.: Promoting the public health benefits of cycling. *Public Health*, 109, (1995), 1, 41-46
- Usbiaga, J.; Isa, I.; Aramendi, J.; Terrados, N.; Poza, J.J.: Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing. *Spine*, 22, (1997), 17, 1965-1969
- Van Eimeren, B.; Gerhard, H.; Frees, B.: ARD/ ZDF-Online-Studie 2002. Entwicklung der Onlinenutzung in Deutschland: mehr Routine, weniger Entdeckerfreude. *Media Perspektiven*, (2002), 8, 346-362

- VDI: *VDI-Richtlinie 3780, Technikbewertung - Begriffe und Grundlagen*. Berlin, Wien, Zürich: Beuth, 2000
- Veenhoven, R.: Questions on happiness: classical topics, modern answers, blind spots. In: Strack, F.; Argyle, M.; Schwarz, N.: *Subjective well-being. An interdisciplinary perspective*. Oxford: Pergamon Press, 1991
- Veenhoven, R.: The four qualities of life. *Journal of Happiness Studies*, (2000), 1, 1-39
- Veltins; DSB (Hrsg): *Veltins-Sportstudie 2000*. Grevenstein, Frankfurt a.M.: 2000
- Veltins; DSB (Hrsg): *Veltins-Sportstudie 2001*. Grevenstein, Frankfurt a.M.: 2001
- Vogt, K.: Verzerrungen in elektronischen Befragungen? In: Batinic, B.; Werner, A.; Gräf, L.; Bandilla, W.: *Online Research, Methoden, Anwendungen und Ergebnisse*. Göttingen: Hofgreffe, 1999, 127-143
- Voigt, D.; Alfermann, D.: *Sportsoziologie: Soziologie des Sports*. Frankfurt a.M.: Diesterweg, 1992
- Von der Osten-Sacken, E.; Schuchard, K.: *Sicherheitsrelevante Ausstattung von Fahrrädern*. Bremerhaven: NW-Verlag, 1985
- Walden, R.: *Glück und Unglück. Glücks- und Unglückserlebnisse aus interaktionistischer Sicht*. Heidelberg, Kröning: Asanger, 2003
- Walk, S.R.: Pain and injury in sport. In: Garrett, W.E.; Kirkendall, D.T.; Syuire, D.L.: *Principles and practice of primary care sports medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2001, 205-214
- Waterson, P.; Sell, R.: Recurrent themes and developments in the history of the Ergonomics Society. *Ergonomics*, 49, (2006), 8, 743-799
- Weinberg, P.: Fahrradfahren: Bewegungsmöglichkeit oder Bewegungsnotwendigkeit? In: Hanke, U.; Woermann, S.: *Perspektive Fahrrad: Gesundheit, Umwelt, Verkehr*. Aachen: Meyer & Meyer, 1994
- Weiss, B.D.: Nontraumatic injuries in amateur long distance bicyclists. *The American Journal of Sports Medicine*, (1985), 13, 187-192
- Welcome, D.; Rakheja, S.; Dong, R.; Wu, J.Z.; Schopper, A.W.: An investigation on the relationship between grip, push and contact forces applied to a tool handle. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34, (2004), 6, 507-518
- WHO: *Ottawa Charta 1986*.
http://www.euro.who.int/AboutWHO/Policy/20010827_2?language=German, 12.03.2007
- WHO: *What is the WHO definition of health?* <http://www.who.int/suggestions/faq/en/>, 12.02.2007
- Wiegand, J.: *Radfahren und Gesundheit um 1900. Das Beispiel der Deutschsprachigen Diskussion*. Frankfurt: Peter Lang, 1997
- Wilber, C.A.; Holland, G.J.; Madison, R.E.; Loy, S.F.: An epidemiological analysis of overuse injuries among recreational cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 16, (1995), 3, 201-206
- Willimczik, K.: *Sportwissenschaft interdisziplinär. Ein wissenschaftstheoretischer Dialog*. Hamburg: Czwalina, 2001

- Witte, K.: Studien- und Forschungsschwerpunkte im Bereich Sport und Technik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. In: Roemer, K.; Edelmann-Nusser, J.; Witte, K.; Moritz, E.F.: *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis. Beiträge zum 2. Workshop Sporttechnologie*. Aachen: Shaker, 2003, 166-173
- Witte, K.; Edelmann-Nusser, J.; Sabo, A.; Moritz, E.F. (Hrsg.): *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis IV. Beiträge aus den Workshops "Aktuelle Trends in Sport und Technik" und "Wechselwirkung zwischen Materialtechnologie und Bewegungsanalyse im Sport"*. Aachen: Shaker, 2006
- Wlodarek-Küppers, E.: *Glücklichsein. Eine empirische Studie auf der Basis von persönlichen Gesprächen*. Dissertation: Universität Hamburg, 1987
- Wooten, D.; Hull, M.L.: Design and evaluation of a multi-degree-of-freedom foot/pedal interface for cycling. *International Journal of Sport Biomechanics*, 8, (1992), 2, 152-164
- Wotzka, G.; Hünting, W.; Schärer, R.; Grandjean, E.: Ergonomische Untersuchung von 12 Objektstühlen. *Sozial- und Präventivmedizin*, 17, (1972), 1, 97-108
- Zhang, L.; Helander, M.G.; Drury, C.G.: Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. *Human factors*, 38, (1996), 3, 377-389
- Zimmermann, C.: *Belastung und Beanspruchung von Fluglotsen*. Dissertation: Universität Dortmund, 2001
- Zimmermann, G.R.: Carpal tunnel syndrome. *Journal of Athletic Training*, 29, (1994), 1, 22-30
- Zink, K.J.: Ergonomics in the past and the future: from a German perspective to an international one. *Ergonomics*, 43, (2000), 7, 920-930
- Zionchenko, V.; Munipov, V.: Fundamentals of ergonomics. In: Moray, N. (ed): *Ergonomics major writings. The history and scope of human factors*. Volume 1, London: Routledge, 2005
- Zorn, H.: *Radsport. Training, Technik, Taktik*. Reinbek: Rohwohlt, 1984
- Zschorlich, V.: Von der Sportwissenschaft zur Bewegungswissenschaft. Eine Entwicklungsperspektive aus naturwissenschaftlicher Sicht. *dvs-Information*, 15, (2000), 4, 17-19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur der Dissertation Sportergonomie am Beispiel Radfahren.....	5
Abbildung 2: Strukturschema des Arbeitsprozesses (aus SCHMIDTKE, 1981, 105).....	18
Abbildung 3: Definition Ergonomie und Subkategorien (aus BAUCH, 2001, 1; LÖHR, 1976, 11).....	22
Abbildung 4: Dimensionen und Perspektiven der Technik (ROPOHL, 2001, 18).....	38
Abbildung 5: Verhältnis von Technik und Sport (HUMMEL, 2001, 15).....	43
Abbildung 6: Elemente einer Soziologie der Technik im Sport (aus HEINEMANN, 2001b, 48).....	50
Abbildung 7: Drei-Ebenen-Modell von HÄGELE (in WILLIMCZIK, 78, 2001)	55
Abbildung 8: Das Prototypenmodell als interdisziplinärer Forschungsansatz (HAVERKAMP, 47, 2005).....	56
Abbildung 9: Ein ergonomisches Modell der Sportteilnahme (in REILLY/SHELTON 1994, 2; auch REILLY/GREEVES, 2002, 5).....	65
Abbildung 10: Ein ergonomisches Modell zur Analyse des Fußballspiels (REILLY, 2005, 561).....	66
Abbildung 11: Die Beziehungen zwischen Technologie, Kultur, menschlichen Bedürfnissen und Körper/Bewegung (FISKUS in MORITZ, 2003, 91)	70
Abbildung 12: Bedürfnispyramide nach MASLOW (aus LUCZAK, 1998, 269)	85
Abbildung 13: Leistungssteigerung in der Sportergonomie	88
Abbildung 14: Salutogenesemodell nach ANTONOVSKY (1979 in BENGEL et al., 1998). 97	
Abbildung 15: Anforderungs-Ressourcen-Modell nach BECKER (1992 in KNOLL, 1997, 34)	99
Abbildung 16: Das bio-psycho-soziale Modell der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit mit den Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF (DIMDI/WHO, 2005, 23).....	101
Abbildung 17: Domänen der Gesundheit (CHATTERJI et al., 2002, 7)	103
Abbildung 18: Der Gesamtbereich des Wohlbefindens (aus DIMDI/WHO, 2005, 145)	106
Abbildung 19: Modell von Bewegung und gesundheitlichen Auswirkungen (KAHN et al., 2002 aus BIDDLE/EKKEKAKIS, 2005, 158).....	107
Abbildung 20: Strukturmodell des Wohlbefindens (nach BECKER, 1991, 14).....	108
Abbildung 21: Faktoren und Pfade, die das subjektive Wohlbefinden beeinflussen (aus NESSE, 2005, 8)	110
Abbildung 22: Vier-Faktoren-Ansatz von MAYRING (1991).....	113
Abbildung 23: Circumplex Modell der Emotionen nach RUSSEL (1980, aus WALDEN, 2003, 20).....	117
Abbildung 24: Deduktives Modell der Emotionsfunktionen (aus MAYRING, 2003, 55)	118
Abbildung 25: Der „Flow-Korridor“ von Funsportgeräten (MORITZ/STEFFEN, 2003, 52)	120
Abbildung 26: Komfort und Diskomfort bei Temperaturwahrnehmung und -Bewertung	123
Abbildung 27: U-Funktion von Komfort (nach GOONETILLEKE, 2002).....	124
Abbildung 28: Komfort und Diskomfort und begriffliche Zuordnungen (ZHANG/HELANDER/DURY, 1996 aus BUBB, 2003, 6).....	125
Abbildung 29: Komfortpyramide und Verhältnis Komfort – Diskomfort (aus BUBB, 2003, 6)	126
Abbildung 30: Einordnung von Komfort/Diskomfort zwischen Krankheit und Wohlbefinden	128
Abbildung 31: Belastungs-/ Beanspruchungsmodell (nach LAURIG, 1992).....	131
Abbildung 32: Verhältnis von Belastung und Beanspruchung und vergleichbare Konzepte (ZIMMERMANN, 2001, 15)	133

Abbildung 33: Belastungs-Beanspruchungskonzept (aus SCHMAUDER, 2008, 18).....	134
Abbildung 34: Terminologie und konzeptionelle Zusammenhänge nach DIN EN ISO 10075-1:2000-11 (aus NACHREINER/SCHULTETUS, 2002, 520).....	135
Abbildung 35: Belastung und Stressniveau (NIEDERL, 2007, 54).....	136
Abbildung 36: Belastungs-/Beanspruchungs-Konzept in der Sportergonomie	137
Abbildung 37: Gesundheitsperspektiven Radfahren.....	144
Abbildung 38: Fragestellungen und Methoden.....	172
Abbildung 39: Möglichkeiten der Informationsgewinnung mittels kommunikativer (verbaler) Methoden (nach GILLHAM, 2000, 3).....	174
Abbildung 40: Online-Fragebogen zur Bestimmung der Relevanz von Ergonomie beim Radfahren	179
Abbildung 41: Verteilung Fahrradtypen	183
Abbildung 42: Motive zum Radfahren.....	185
Abbildung 43: Beschwerdeprofil Körperregionen beim Radfahren	194
Abbildung 44: Dauer der Beschwerden	195
Abbildung 45: Maßnahmen gegen Radbeschwerden, % der Befragten.....	197
Abbildung 46: Stichprobe Online-Studie Radfahren und Ergonomie	203
Abbildung 47: Altersgruppen Internetnutzer 2001/2002 und Online Studie Fahrrad.....	206
Abbildung 48: Versuchsaufbau Satteldruckmessung mit Ergometer, Fahrrad, Druckmessfolie und PC	217
Abbildung 49: Testsättel und Aufbringung der Messfolie.....	218
Abbildung 50: Sitzhaltungen Rennrad und MTB	220
Abbildung 51: Druckbildern bei verschiedenen Sitzpositionen.....	222
Abbildung 52: Einfluss von Designmodifikationen.....	223
Abbildung 53: Ranking Sättel.....	225
Abbildung 54: Individuelle Druckwerte	226
Abbildung 55: Mittlerer Druck	228
Abbildung 56: Maximaler Druck	229
Abbildung 57: Schema Versuchsaufbau Labor.....	243
Abbildung 58: Grifftypen N-Griff (links) und E-Griff	244
Abbildung 59: Normale Griffhaltung (links) und Barendposition.....	244
Abbildung 60: Versuchsaufbau mit aufgeklebter Druckmessfolie auf der Handinnenfläche und EMG-Sensoren am Unterarm.....	245
Abbildung 61: EMG-Sensoren auf dem Unterarm, Abdeckung der Muskeln (1) Musculus extensor carpi ulnaris und (2) Musculus flexor carpi radialis	246
Abbildung 62: Subjektive Beurteilungsskala Komfort und Wohlbefinden bei der Griffstestung	247
Abbildung 63: Unterschiedliche Griffwinkel und Handgelenkwinkel.....	249
Abbildung 64: Qualitative und quantitative Analyse mittels der Software F-Scan-Analyse (F. Gütte, Erfstadt).....	251
Abbildung 65: Druckbild linker Griff mit Einteilung von Auswertungsboxen	252
Abbildung 66: Vergleich E-Griff und N-Griff, Druckbelastung gesamt (in g/cm ²)	255
Abbildung 67: MVC der einzelnen Probanden	261
Abbildung 68: Vergleich Extensor in Prozent zu Flexor	262
Abbildung 69: Aktivität Flexor und Extensor.....	263
Abbildung 70: Testgriffe und Sättel (oben Damensattel Terry Butterfly, Griff Ergon GR1-S, unten Herrensattel Terry Fly, Griff GR1-L).....	280
Abbildung 71: Fragebogen Etappenrennen.....	281
Abbildung 72: Verlauf Schmerzen Finger	285
Abbildung 73: Verlauf Schulter Verspannung.....	285
Abbildung 74: Verlauf Schmerzen in den Fingern	286

Abbildung 75: Verlauf Kribbeln/Taubheit der Finger	286
Abbildung 76: Verlauf Schmerzen Handinnenflächen	287
Abbildung 77: Verlauf Verspannungen Unterarm	287
Abbildung 78: Verlauf Druckstellen Gesäß	287
Abbildung 79: Vergleich VG und KG bei Beschwerden im Griff- und Sattelbereich	290
Abbildung 80: Beschwerden nach Körperteilen	292
Abbildung 81: Grad der Beschwerden	293
Abbildung 82: Beurteilung ergonomische Griffe und Sattel	295
Abbildung 83: Komfort und Diskomfort in der antipodischen Perspektive und Komfortorientierung an einem Referenzpunkt	318
Abbildung 84: Komfortgrad und Komfortbewertung im Sport	323
Abbildung 85: Wechsel der Bewertung von Komfort und Diskomfort in Abhängigkeit vom Kontext	324

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiede Ergonomie und Arbeitswissenschaft.....	62
Tabelle 2: Vergleich von Zeit und Intensität von Sport und Arbeit.....	72
Tabelle 3: Grundlegende Annahmen des pathogenetischen und salutogenetischen Modells (nach NOACK, 1997, 95)	98
Tabelle 4: Überblick über die ICF (DIMDI/WHO, 2005, 17)	102
Tabelle 5: Kategorien von Wohlbefindens-Konzepten (VEENHOVEN, 1991, 9 in STRACK et al., 1991).....	112
Tabelle 6: Tätigkeiten, die mit Glück oder Flow verbunden sind (CSIKSZENTMIHLYI, 1999, 24).....	115
Tabelle 7: Dimensionen des ergonomischen Bewertungsverfahrens (nach ROHMERT/SCHMIDTKE in SCHMIDTKE, 1981, 544)	130
Tabelle 8: Stundenweltrekorde seit 1972	142
Tabelle 9: Kategorisierung von Fahrradtypen und Nutzertypen	152
Tabelle 10: Nutzertyp und Profil der ergonomischen Zielkriterien	153
Tabelle 11: Vorteile Fragebogen (nach GILHAM, 2000, 6).....	166
Tabelle 12: Nachteile Fragebogen (nach GILHAM, 2000, 8)	167
Tabelle 13: Eigenschaftsvergleich von WWW, mündlichen, telefonischen und schriftlichen Befragungen (vgl. THEOBALD, 2000, 24).....	168
Tabelle 14: Medien zur Verbreitung des Fragebogens	176
Tabelle 15: Durchschnittliches monatliches Netto-Einkommen in €.....	182
Tabelle 16: Verteilung Fahrradtypen	183
Tabelle 17: Preise der Fahrräder	184
Tabelle 18: Motive zum Radfahren.....	184
Tabelle 19: Selbsteinschätzung körperliche Leistungsfähigkeit	185
Tabelle 20: Alltagsradfahren	186
Tabelle 21: Sportliches Radfahren	187
Tabelle 22: Umfang des Radfahrens in Stunden pro Woche	187
Tabelle 23: Zusätzlicher Sport	188
Tabelle 24: Allgemeiner Gesundheitszustand.....	189
Tabelle 25: Gesundheitsfaktoren.....	189
Tabelle 26: Anzahl von Gesundheitsfaktoren (max. 8).....	190
Tabelle 27: Krankheiten/gesundheitliche Beschwerden allgemein	191
Tabelle 28: Anzahl der Beschwerden beim Radfahren.....	192
Tabelle 29: Ranking Beschwerden Körperregionen beim Radfahren.....	193
Tabelle 30: Dauer der Beschwerden	195
Tabelle 31: Maßnahmen gegen Beschwerden beim Radfahren.....	196
Tabelle 32: Ausgaben für Maßnahmen	197
Tabelle 33: Korrelation und Signifikanz von ergonomischen Maßnahmen und Beschwerden beim Radfahren	198
Tabelle 34: Altersgruppen Internetnutzer 2001/2002 und Online Studie Fahrrad.....	206
Tabelle 35: Die häufigsten Beschwerden, Vergleich unterschiedlicher Studien (vgl. auch PETSCHNIG, 2004).....	211
Tabelle 36: Testsättel	218
Tabelle 37: Probanden.....	219
Tabelle 38: Ranking Werte	225
Tabelle 39: Mittlerer und maximaler Druck	227
Tabelle 40: Einfluss des Sattelmodells auf den Sitzkomfort (einfaktorielle Varianzanalyse).....	230
Tabelle 41: Druckbelastungen Px und Pmax Probanden	230

Tabelle 42: Unterschiede der Druckkräfte zwischen den Probanden (einfaktorielle Varianzanalyse).....	231
Tabelle 43: Druckwerte Px und Pmax Geschlecht.....	231
Tabelle 44: Einfluss des Geschlechts auf die Druckwerte (T-Test).....	232
Tabelle 45: Einfluss der Sitzposition (einfaktorielle Varianzanalyse).....	232
Tabelle 46: Persönliche und anthropometrische Daten der Versuchspersonen (N=6).....	247
Tabelle 47: Schema Messungen, Folge der Griffe und Handgelenkwinkel.....	249
Tabelle 48: Vergleich E-Griff und N-Griff, Druckbelastung gesamt.....	254
Tabelle 49: Signifikanzprüfung mit Student T-Test der Mittelwerte von E-Griff zu N-Griff.....	254
Tabelle 50: Vergleich E-Griff und N-Griff in separaten Boxen (Box 1 bis 3).....	255
Tabelle 51: Varianzanalyse von E-Griff und N-Griff in verschiedenen Boxen.....	256
Tabelle 52: Druckwerte und Handwinkel in den einzelnen Boxen.....	256
Tabelle 53: Varianzanalyse des Drucks bei unterschiedlichen Handwinkel und Boxen.....	257
Tabelle 54: Differenzierung Druckbelastung nach Geschlecht, separiert in Boxen.....	257
Tabelle 55: Varianzanalyse bei Geschlecht, separiert nach Boxen.....	258
Tabelle 56: Analyse der Wechselwirkungen (Multivariate Varianzanalyse).....	259
Tabelle 57: Mittelwerte und Standardabweichungen für verschiedene Griffpositionen/Winkel.....	259
Tabelle 58: Einfaktorielle Varianzanalyse für die Griffpositionen/Winkel.....	260
Tabelle 59: MVC zu Beginn des Versuchs.....	260
Tabelle 60: Vergleich Extensor in Prozent zu Flexor.....	261
Tabelle 61: Aktivität Flexor und Extensor.....	262
Tabelle 62: Muskelaktivität und Grifftyp (Signifikanzprüfung mit U-Test nach Mann/Whitney).....	263
Tabelle 63: Muskelaktivität und unterschiedliche Griffwinkel (Signifikanzprüfung mit H-Test nach Kruskal-Wallis).....	264
Tabelle 64: Muskelaktivität und Geschlecht (Signifikanzprüfung nach Wilcoxon).....	265
Tabelle 65: Subjektives Komfortempfinden.....	266
Tabelle 66: Signifikanzprüfung Komfortrating Griffe mit U-Test nach Mann/Whitney.....	266
Tabelle 67: Signifikanzprüfung Komfortrating und Geschlecht mit U-Test nach Mann/Whitney.....	267
Tabelle 68: Signifikanzprüfung Komfortrating und Griffwinkel mit H-Test nach Kruskal/Wallis.....	268
Tabelle 69: Probandendaten (N=601).....	284
Tabelle 70: Ranking Beschwerden Transalp.....	288
Tabelle 71: Beschwerden bei der Transalp, über alle Tage.....	288
Tabelle 72: Vergleich Beschwerden und Geschlechter.....	289
Tabelle 73: Vergleich Beschwerde und Testgruppe.....	289
Tabelle 74: Häufigkeit Beschwerden.....	291
Tabelle 75: Grad der Beschwerden, % der Nennungen.....	294
Tabelle 76: Vergleich der experimentellen Studien.....	305
Abkürzungsverzeichnis	

Abkürzungsverzeichnis

ADM	Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V.
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BdB	Bereich deutlicher Beeinträchtigung
BE	Barendhaltung
BMI	Body-Mass-Index
d.h.	das heißt
df	degrees of freedom, statistische Größe
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIVERS	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Sporttechnologie
DM	Deutsche Mark
DVS	Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft
EMG	Elektromyografie
EN	Europäische Norm
ES	Ergonomics Research Society
Et al.	und andere
etc.	et cetera
F	F-Wert, statistische Größe
f.	folgende
Fa.	Firma
ff	fortsetzend folgende
F-Scan	Druckmesssystem
GESFAK	Gesundheitsfaktoren
GfA	Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
h	hour
i.d.R.	in der Regel
i.w.S.	im weiteren Sinn
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health
IEA	International Ergonomics Association
IEMG	Integriertes EMG, Messwert
ISEA	International Sports Engineering Association
ISO	International Organisation for Standardization
KG	Kontrollgruppe
km/h	Kilometer pro Stunde
KT	Kim Tofaute
m	männlich
MMI	Mensch-Maschinen-Interaktion
MMS	Mensch-Maschinen-Schnittstelle
MTB	Mountainbike
mV	Millivolt
MVC	Maximum voluntary contraction
MW	Mittelwert
n	number
N.	Nervus
n.s.	nicht signifikant
p	p-Wert, Überschreitungswahrscheinlichkeit
Pmax	Maximaler Druck
Px	Mittlerer Druck
s	Standardabweichung
SCOT	Social Constuction of Technology

SE	Sportergonomie
Sig	Signifikanz
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STI	Sportler-Technik-Interaktion
SWB	Subjective well-being
u.a.	und andere
U/min	Umdrehungen pro Minute
v.a.	vor allem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VG	Versuchsgruppe
Vgl.	vergleiche
VP	Versuchsperson
w	weiblich
WB	Wohlbefinden
WHO	World Health Organization
x	Mittelwert
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

Zusammenfassung

Stichworte:

Ergonomie, Sportergonomie, Technik, Technologie, soziotechnisches System, Kompatibilität, Schnittstelle, Sportgerät, Ausrüstung, Gesundheit, Wohlbefinden, Komfort, Fahrrad, Radfahren, Kontaktpunkte, Sattel, Lenkergriffe, Befragung, Elektromyografie, Druckmessung, Feldforschung, Mountainbikeetappenrennen

Ergonomie ist in der Sportwissenschaft ein noch wenig benutzter Begriff. Diese Arbeit stellt im ersten Schritt den Begriff der Ergonomie umfassend dar und leistet den Transfer zum Sport und der Sportwissenschaft. Ergonomie wird als Kunstbegriff oft als die Wissenschaft von der Arbeit verstanden. Diese Bedeutung hat sich nicht nur in bestehenden Anwendungen gewandelt, sondern muss insbesondere im Sport weiter interpretiert werden. Ergonomie wird heute als die Kompatibilität von Technik zum Menschen verstanden. Dabei geht Technik insbesondere im Sport weit über technische Artefakte, wie z.B. die Sportgeräte, hinaus, und betrifft das gesamte soziotechnische System. Als Ziel von Ergonomie im Sport kann eine humane Gestaltung des soziotechnischen Systems formuliert werden. Daran orientieren sich die Zielkriterien Leistung, Gesundheit und Wohlbefinden. Vor allem Gesundheit und Wohlbefinden sind Bereiche, die im Sport, wie in anderen gesellschaftlichen Bereichen, in den Vordergrund rücken. Der Bereich, der das Wohlbefinden des Menschen durch technische Artefakte verbessert, wird als Komfort bezeichnet. Dieser Begriff scheint dem klassischen Sportverständnis im Leistungssport entgegen zu stehen. Jedoch ist mit der Ausweitung des Sports auf den Freizeit- und Gesundheitssport der Aspekt des Komforts in seiner Bedeutung stark gestiegen. Auf wissenschaftlicher Ebene ist dieser Aspekt erst wenig erforscht.

Nach den theoretischen Überlegungen und der Entwicklung eines Konzepts der Sportergonomie zeigen verschiedene Untersuchungen am Beispiel des Radfahrens wie empirische Forschung in diesem Bereich aussehen kann. Das Fahrrad und der Radsport eignen sich durch die hohe Technisierung in besonderem Maß sportergonomische Sachverhalte darzustellen. Zudem ist die Bedeutung von Radfahren durch die große gesellschaftliche Partizipation und den starken Bemühungen der Fahrradindustrie hoch einzustufen. Das Studienkonzept hat drei Richtungen. Im soziologischen Ansatz wird durch eine Online-Befragung der Stand und Bedarf von ergonomischen Interventionen ermittelt.

In Laborstudien wird die Wirksamkeit von ergonomischen Produkten untersucht. Die dritte Ausrichtung ermittelt die Wirkung von ergonomischen Produkten in einem Mountainbike-Etappenrennen und schließt damit die Lücke zur direkten Anwendung.

Alle durchgeführten Studien zeigen einen deutlichen Bedarf an ergonomischer Forschung und daraus sich ableitenden Maßnahmen. In einem abschließenden Resümee werden die Studien mit dem Konzept der Sportergonomie diskutiert. Es kann festgestellt werden, dass ergonomisch optimierte Produkte Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort im Sport verbessern können. Darüber hinaus reicht es aber nicht aus, nur einen Fokus auf die technischen Artefakte, wie Geräte und Ausrüstung, zu legen. Vielmehr ist eine hohe Kompatibilität eines Systems auch von „soften“ Faktoren abhängig, wie die Selektion von Talent und Übung. Dieses schließt vor allem einen informatorischen und pädagogischen Bereich mit ein. Damit der Begriff der Ergonomie sich weiter im Sport entwickeln kann, sind neben Anstrengungen in Forschung und Industrie auch politische Eingaben wichtig. Ein Ausblick zeigt, dass sich Sportergonomie zu einem Fach innerhalb der Sportwissenschaft entwickeln kann. Damit im universitären Bereich die wissenschaftliche Diskussion forciert wird, sollten Inhalte bezüglich Sportergonomie in die universitäre Lehre einbezogen werden. Dieses kann durch den multidisziplinären Ansatz der Ergonomie über die Sportwissenschaft hinausreichen. Hierauf wirft diese Dissertation einen ersten Ausblick.

Abstract

Keywords:

Ergonomics, sport ergonomics, technique, technology, socio-technological system, compatibility, interface, sports ware, equipment, health, well-being, comfort, bicycle, cycling, contact points, saddle, handle bar, questionnaire, electromyography, pressure mapping, field research, mountain bike stage race

In the world of sports sciences, ergonomics is still a little used term. The first step of this study will be the presentation of the founding principles of the term 'ergonomics' and the ways that it transfers into sport and sports sciences. The meaning of ergonomics is often understood as an invented term describing the science of work. This meaning isn't only something that it has evolved into, but is also something that must be redefined, particularly in relation to sports. Ergonomics temporarily has come to be understood as the compatibility of people and technology. Technology in this respect, particularly in the field of sports, goes far beyond a piece of technology, e.g. the sport's apparatus, and encompasses the complete socio-technological system. The aim of ergonomics in the field of sports can therefore be defined as the formation of a humane form of this socio-technological system. Within this the key criteria are performance, health and well being. Above all, health and well being are areas that within sport lurk just below the surface, as they do in society in general. The area of improving the well being of a person through the use of a technical artefact has been termed as comfort. This term seems to contradict the classical understanding of what a competitive sport is about, however with sport becoming more and more about enjoyment of free time and a way to look after one's health, the comfort aspect has appreciably grown in its significance. On the scientific level there has been little research with this aspect as the subject.

Following the theoretical contemplation and the development of the concept of sports ergonomics, different studies concerning themselves with the example of cycling have shown how empirical research can look in this area. The bicycle and cycling as a sport unite through the high level of technically challenging measurement needed to present them in relation to sports ergonomics. Additionally the meaning of 'cycling' is different throughout the large section of society who partakes and extremely fragmented, mainly due to the conscious efforts of the cycling industry. This study will investigate three different areas.

The sociological aspect will be assessed through an online questionnaire, looking at the current state of and demand for ergonomic inventions. In laboratory studies the effectiveness of ergonomic products will be investigated. The third area will investigate the effect of ergonomic products in a mountain bike stage race, and thereby looks directly at usage, closing the gap left by the other two elements.

What all of the studies that have been carried out have shown is that there is clear requirement for further research into ergonomics, and the developments which result. The concluding resume discusses the studies in relation to the concept of sports ergonomics. It finds that it is clear that ergonomically optimised products can improve health, well being and comfort in sport. Beyond this, it is clear that it is not enough to simply focus on technology, like the apparatus. The system's high level of compatibility is far more dependent on soft factors, such as skeletal structure of the subject and their experience. This also includes an educational area and information exchange. To advance the idea of ergonomics in sport further political will is needed, alongside that of industry and academics. It is a vision which sees sports ergonomics developing into a separate subject within sports sciences, and in order to force the subject into the forefront of discussions in universities, it is a topic that should be incorporated into lectures. This would see through a multidiscipline approach the relevance of ergonomics applied to and go beyond sports sciences. This dissertation is the first glimpse at this.

Lebenslauf

Kim Alexander Tofaute

Geburtsdatum: 1.3.1971
Geburtsort: Seoul
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: ledig

Ausbildung

Schulbildung mit Abschluss der allgemeinen Hochschulreife 1978-1991
Studium der Sportwissenschaften an der DSHS Köln mit 1993-1998
Abschluss zum Diplom-Sportlehrer
Zusatzstudium Sportökonomie der DSHS Köln und 1998-2004
Fernuniversität Hagen
Promotionsstudium an der DSHS Köln 1999-2004
1. Fach: Prävention/ Rehabilitation
2. Fach: Sportökonomie

Wissenschaftlicher/beruflicher Werdegang

Radsporttrainer 1993-2008
Arbeit in der Sporttherapie/Rehasport 1995-2004
Studentischer Mitarbeiter DSHS Köln, Abteilung Radsport 1997-1998
Wissenschaftlicher Mitarbeiter DSHS Köln, Institut für 1998-2004
Rehabilitation und Behindertensport, Projekt-Wellcom
Entwicklungsleitung bei einem Sportartikelhersteller 2004-2009

Sonstiges

Zivildienst beim Deutschen Roten Kreuz 1991-1993
Lizenzierter Radsportler