



FITNESS FOLLOWS FUNCTION?

Isabel Rubner

**EINE FACHINTEGRATIVE
UNTERRICHTSKONZEPTION
IM HINBLICK AUF
MÖGLICHE SYNERGIEEFFEKTE
IN DEN FACHDISZIPLINEN
HAUSHALT UND TEXTIL**

„Fitness Follows Function?“

– eine fachintegrative Unterrichtskonzeption im Hinblick auf mögliche
Synergieeffekte in den Fachdisziplinen Haushalt und Textil

-Titel der Dissertation-

von der Pädagogischen Hochschule Freiburg
zur Erlangung des Grades
einer Doktorin der Erziehungswissenschaften
(Dr. Paed.)

genehmigte Dissertation

von

Isabel Rubner

aus

Erlangen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2008

Zugl.: Freiburg, Univ., Diss., 2008

978-3-86727-691-7

Fach: Haushalt /Textil

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Udo Ritterbach

Zweitgutachterin: Frau Prof. Dr. Anne-Marie Grundmeier

Tag der mündlichen

Prüfung: 23. April 2008

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2008

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2008

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86727-691-7

für meine Eltern

Danksagung

Die vorliegende Dissertation "Fitness Follows Function? – eine fachintegrative Unterrichtskonzeption im Hinblick auf mögliche Synergieeffekte in den Fachdisziplinen Haushalt und Textil entstand im Rahmen einer Abordnung zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses an der Pädagogischen Hochschule (PH) Freiburg und wurde von Herrn Prof. Dr. U. Ritterbach und Frau Prof. Dr. A.-M. Grundmeier betreut.

An erster Stelle möchte ich meinen Betreuern für ihre konstruktive Kritik, die kontinuierliche und kompetente Betreuung sowie die menschlich sehr angenehme Begleitung danken. Ein weiterer Dank gilt Dr. B. Kienzle, die mich während des gesamten Verlaufs der Dissertation aufmunternd begleitet hat. In der wissenschaftlichen Untersuchung war es für mich wertvoll, mit aufkommenden Fragen an Dr. Stefan Wahl herantreten zu dürfen. Dafür vielen Dank. Zudem danke ich Hans-Jürgen Engelhard für die Unterstützung bei Formatierungsspezialitäten. Einen allgemeinen Dank möchte ich aussprechen, der an jene gerichtet ist, die mir Anregungen oder Impulse, Zuversicht oder Aspekte zur Auseinandersetzung gaben und mich in meinem Tun unterstützt und begleitet haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt Doris Jöhle-Gutmacher und Gabi Hurst, die die Unterrichtskonzeption „Triple F“ in ihren MUM-Gruppen durchgeführt haben und mich praxisbezogen, fachkompetent und sehr herzlich begleitet haben. Bedanken möchte ich mich zudem bei Herrn Ralf Adebar, der uns großzügig mit Funktionstextilien zum Testen unterstützt hat. Karin Petermann hat mich als wissenschaftliche Hilfskraft in vielen Bereichen entlastet, hierfür und für ihre gute Arbeit möchte ich mich ebenfalls bedanken. Ein weiterer Dank geht an Kerstin Schmitz, die mich erfrischend und fachkundig beraten sowie die Geschichte der Traumreise für diese Konzeption geschrieben hat. Von Tanja Bürkle wurde ich in der Gestaltung der zentralen Grafik kompetent unterstützt und beim Korrekturlesen von meinem Vater und von Sanne Wrabel. Danke!

Nicht zuletzt möchte ich meiner Familie, meinen Freunden und vor allem meinem Freund M.F. für ihren steten Rückhalt, ihre Geduld und ihr Verständnis von ganzem Herzen danken.

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>I</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>V</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>VII</i>
<i>1 Einleitung</i>	<i>1</i>
<i>2 Untersuchungsgegenstand</i>	<i>5</i>
<i>3 Didaktischer und methodischer Rahmen</i>	<i>9</i>
3.1 Einführende Betrachtungen	<i>9</i>
3.2 Fachdidaktische Entwicklungen	<i>12</i>
3.2.1 Haushaltswissenschaftliche Bildung	<i>15</i>
3.2.2 Mode- und textilwissenschaftliche Bildung	<i>21</i>
3.3 Fachintegrierte didaktische Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil	<i>25</i>
3.4 Grundlagen für das Unterrichtskonzept „Triple F“	<i>29</i>
3.4.1 Aspekte fachintegrativen Unterrichts	<i>29</i>
3.4.2 Aspekte konstruktivistischer Didaktik	<i>32</i>
3.4.3 Bezug zum Bildungsplan 2004	<i>39</i>
3.4.4 Aspekte projektartigen Lernens	<i>42</i>
3.5 Didaktische und methodische Leitgedanken von „Triple F“	<i>46</i>
<i>4 Fachwissenschaftliche Grundlagen</i>	<i>47</i>
4.1 Definitionen	<i>47</i>
4.1.1 Fitness und Gesundheit	<i>47</i>
4.1.2 Aspekte der Sporternährung	<i>52</i>
4.1.3 Funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness	<i>57</i>
4.1.4 Synergieeffekte	<i>58</i>
4.1.5 Verbraucherbildung	<i>60</i>
4.2 Ernährungswissenschaftliche Aspekte	<i>63</i>
4.2.1 Einführung in ernährungswissenschaftliche Aspekte	<i>63</i>
4.2.2 Entwicklung und Geschichte von Functional Food	<i>64</i>
4.2.2.1 Begriffsklärung Functional Food	<i>65</i>
4.2.2.2 Functional Food im Lebensmittelrecht	<i>69</i>
4.2.2.3 Abgrenzungen von Functional Food	<i>73</i>

4.2.3	Ausgewählte Kategorien von Functional Food	78
4.2.3.1	Pro- und Prebiotika	78
4.2.3.2	Ballaststoffe	84
4.2.3.3	Omega-3-Fettsäuren (ω -3-FS)	88
4.2.3.4	Sekundäre Pflanzenstoffe (SPS)	93
4.2.3.5	Weitere Zusatzstoffe	103
4.2.4	Entwicklungen und Trends	119
4.2.5	Resumée ernährungswissenschaftlicher Betrachtungen	120
4.3	Textilwissenschaftliche Aspekte	122
4.3.1	Einführung in textilwissenschaftliche Aspekte	122
4.3.2	Entwicklung und Entstehungsgeschichte von Funktionstextilien	123
4.3.3	Das Innovationsgebiet Bionik	126
4.3.4	Bekleidungsphysiologische Grundlagen	127
4.3.4.1	Die Bekleidungsphysiologie	127
4.3.4.2	Synthetische Chemiefasern – Basis der Funktionsbekleidung	135
4.3.4.3	Ausgewählte Aspekte innovativer Fasern, Garne und Flächenkonstruktionen	138
4.3.4.4	Membransysteme	145
4.3.5	Innovationen	149
4.3.5.1	Outdoor - Fitness – Sport	151
4.3.5.2	Biofunktionstextilien	161
4.3.5.3	Intelligente Bekleidungssysteme - Smart Clothes	168
4.3.6	Resumée textilwissenschaftlicher Betrachtungen	172
5	Die fachintegrierte Unterrichtskonzeption „Triple F“	174
5.1	Übersicht und Verlaufsplan	174
5.2	Darstellung der Unterrichtskonzeption	178
5.2.1	Verlauf der Unterrichtskonzeption „Triple F“ allgemein:	180
5.2.1.1	Das sportliche Event als Rahmen(projekt)	181
5.2.1.2	Die projektartige Untersuchung der Produkte mit dem Attribut Fitness	181
5.2.1.3	Die Bewertung des Projektes	187
5.2.2	Ein exemplarischer Verlauf der Unterrichtskonzeption „Triple F“:	189
5.2.2.1	Das sportliche Event: „Downhill-Rollern“	191
5.2.2.2	Die projektartige Untersuchung der Produkte	192
5.2.2.3	Die Bewertung	197
6	Empirische Untersuchung zur Unterrichtskonzeption „Triple F“	198
6.1	Fragestellung und Hypothese	199
6.2	Untersuchungsplan	199

Inhaltsverzeichnis

6.2.1	Erhebung der Daten	199
6.2.2	Methode	201
6.2.3	Stichprobe	201
6.2.4	Voraussetzungen und Rahmenbedingungen	203
6.2.5	Fragebogengestaltung	203
6.3	Durchführung	204
6.4	Ergebnisse	205
6.4.1	Kodierung und Auswertungsverfahren	205
6.4.2	Auswertung des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zu den untersuchten Themen	205
6.4.3	Interpretation der Ergebnisse	211
6.4.4	Auswertung der Interviews	214
6.5	Diskussion – Beantwortung der Forschungsfragen	220
7	Zusammenfassung	225
	<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>229</i>
	<i>Anhang</i>	<i>246</i>
I	Abkürzungen	246
II	Fachdidaktische Materialien	249
II.1	Fachdidaktische Grundlagen der synergierlevanten Themenbereiche	249
II.2	Zusammenstellung synergierrelevanter Themen - Potenziale fachintegrativen Vorgehens	252
III	Unterrichtsmaterialien	256
III.1	Traumreise	256
III.2	Fitnessdefinitionen	261
III.3	Versuchsanleitungen	263
III.3.1	Textilwissenschaftliche Versuche	263
III.3.2	Ernährungswissenschaftliche Versuche	283
III.4	Warentests	305
III.5	Bewertungsbögen	307
III.5.1	Schülerjury für die Präsentationsbewertung	307
III.5.2	Selbst- und Gruppenbeurteilung	308

IV	<i>Materialien der wissenschaftlichen Untersuchung</i>	309
IV.1	Fragebögen	309
IV.2	Auswertung der Fragebögen	321
IV.3	Leitfadengestütztes Interview	324
V	<i>Glossar</i>	325

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Der EVB-Würfel.....	19
Abb. 2: Synergetische Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil	28
Abb. 3: Eine integrative Lernumgebung.....	37
Abb. 4: Wirkungsfelder der Omega-3-Fettsäuren im Organismus.....	88
Abb. 5: Strukturen zweier Carotinoide: Lycopin und β -Carotin	100
Abb. 6: Wege der Energieabgabe des menschlichen Körpers.....	129
Abb. 7: Mechanismen des Feuchtigkeitstransports in Textilien.....	131
Abb. 8: Qualitätslabel für Tragekomfort.....	133
Abb. 9: Welterzeugung von Textilrohstoffen im Jahr 2005	136
Abb. 10: Vergleich von Mikrofilament mit einem menschlichem Haar im Hintergrund.....	139
Abb. 11: Die Hohlfaser.....	141
Abb. 12: Eisbärhaar unter dem Mikroskop	141
Abb. 13: Schweißtransport in zweiflächigen Textilien	142
Abb. 14: Konstruktionsprinzip zweiflächiger Textilien ("Double Face").....	143
Abb. 15: Funktionsweise einer Membran.....	145
Abb. 16: Die wasserdichte Membran	146
Abb. 17: Die winddichte Membran.....	146
Abb. 18: Die atmungsaktive Membran.....	146
Abb. 19: Das 3-lagige Prinzip.....	146
Abb. 20: Laminatarten	148
Abb. 21: Das Luftkammernprinzip	151
Abb. 22: Die Airvantage Jacke.....	151
Abb. 23: Das Aivantageprinzip	152
Abb. 24: Abstandsgewirke.....	152
Abb. 25: Einsatz von PCM	153
Abb. 26: PCM-Kapsel	154
Abb. 27: PCM-Faser.....	154
Abb. 28: Elektronenmikroskopische Aufnahme der PCM-Kapseln als Beschichtung auf textilen Waren	154
Abb. 29: Das Prinzip der PCM	155
Abb. 30: Phasendiagramm	155
Abb. 31: Die Haifischhaut.....	156
Abb. 32: Wasserströmungslinien eines Schwimmers.....	156
Abb. 33: Nanopartikel als Untereinheiten in einem funktionellen System geordnet ausgerichtet (links) im Gegensatz dazu rechts ungeordnet	158
Abb. 34: Die Lotusblume.....	159
Abb. 35: Der Lotuseffekt.....	159
Abb. 36: Links mit Lotuseffekt, Rechts ohne Lotuseffekt	159
Abb. 37: Das Prüfsiegel für selbstreinigende Textilien.....	160

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 38: Antibakteriell wirksame Silberionen</i>	163
<i>Abb. 39: Die Silberfaser</i>	163
<i>Abb. 40: Eine Cyclodextrinstruktur</i>	166
<i>Abb. 41: α-Cyclodextrin von oben</i>	166
<i>Abb. 42: Ein Cyclodextrin-Komplex</i>	167
<i>Abb. 43: Graphische Übersicht der Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“</i>	177
<i>Abb. 44: Übersicht über die Erhebung der Daten</i>	200
<i>Abb. 45: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes zum Thema Functional Food</i>	206
<i>Abb. 46: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes zum Thema Funktionstextilien</i>	207
<i>Abb. 47: Vergleich des Kenntnisstandes zu allgemeinen themenbezogenen Fragen</i>	208
<i>Abb. 48: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes (Functional Food und Funktionstextilien)</i>	209
<i>Abb. 49: Vergleich des Kenntnisstandes Gesamt (Fachwissen und Allgemeinwissen)</i>	210

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Modi der Weltbegegnung (Kanonisches Orientierungswissen)</i>	<i>14</i>
<i>Tabelle 2: Kompetenzmodell für einen sachkulturellen Textilunterricht.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 3: Produkte mit pro- und prebiotischen Zusätzen</i>	<i>83</i>
<i>Tabelle 4: Produkte mit Zusatz von Ballaststoffen</i>	<i>86</i>
<i>Tabelle 5: Produkte mit Omega-3-Fettsäure-Zusatz.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabelle 6: Beispiele für Sekundäre Pflanzenstoffe und deren krankheitspräventive Wirkung</i>	<i>95</i>
<i>Tabelle 7: Übersicht ausgewählter Sekundärer Pflanzenstoffe, deren Vorkommen, Wirkungen und Besonderheiten.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabelle 8: Produkte mit Zusatz von sekundären Pflanzenstoffen.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabelle 9: Zusammenstellung ausgewählter Vitamine</i>	<i>105</i>
<i>Tabelle 10: Zusammenstellung ausgewählter Mineralstoffe</i>	<i>111</i>
<i>Tabelle 11: Produkte mit Zusatz von Vitaminen bzw. Mineralstoffen.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabelle 12: Aktive und passive Funktionen eines Textils</i>	<i>128</i>
<i>Tabelle 13: Zahlenwerte zur Welterzeugung von Textilrohstoffen im Jahre 2005.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabelle 14: Produktpalette der Chemiefaser - Industrie.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabelle 15: Tabellarischer Überblick über den Verlauf der Produktuntersuchung.....</i>	<i>180</i>
<i>Tabelle 16: Tabellarischer Überblick über den exemplarischen Verlauf der Produktuntersuchung.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabelle 17: Vergleich der Voraussetzungen der Projekt- und der Kontrollgruppe.....</i>	<i>202</i>
<i>Tabelle 18: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Functional Food. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse</i>	<i>321</i>
<i>Tabelle 19: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Funktionstextilien. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse</i>	<i>321</i>
<i>Tabelle 20: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zu allgemeinen themenbezogenen Fragen. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse.....</i>	<i>322</i>
<i>Tabelle 21: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zu den Themen Functional Food und Funktionstextilien. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse</i>	<i>322</i>
<i>Tabelle 22: Vergleich des Kenntnisstandes der Schüler zu den Themen Functional Food, Funktionstextilien und zu allgemeinen themenbezogenen Fragen. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse.....</i>	<i>323</i>

1 Einleitung

Soft Shell, Hard Shell, eine Jacke mit Luftkammernsystem, integrierte Leuchtpanels, eingebautes GPS¹, die Vitamin E-Jeans, antimikrobielle, selbst reinigende, wasserdampfdurchlässige aber wasserdichte, winddichte Materialien und weitere sind innovative Produkte des textilen Marktes – das ist eine Aufzählung, die noch vielfältig erweitert werden könnte. Ebenso gibt es im Nahrungsmittelbereich Omega-3-Eier, Omega-3-Brot, sekundäre Pflanzenstoffzusätze wie Flavonoide, Carotinoide u.a. in Müsliriegeln, L-Carnitin- und Kreatinzusätze in Säften und Molkedrinks, die Milchprodukte sind mit probiotischen Kulturen und prebiotischen Zusätzen versehen, von Vitaminen und Mineralstoffen ganz abgesehen. Für den Verbraucher wächst die Schwierigkeit sich bei den sich nicht selbst erklärenden Produkten zurecht zu finden.

Expandierende Märkte und besonders das Innovationsfeld neuer Produkte begleiten den Menschen sein Leben lang. Grundsätzlich erfordert die schnelle Abfolge neuer Entwicklungen die Kompetenz, sich jeweils neu zu orientieren und das relevante Fachwissen anzueignen. In dieser Arbeit wird exemplarisch anhand einer Unterrichtskonzeption zur Verbraucherbildung der Frage nachgegangen, wie Schüler² sich ein allgemein gültiges Konzept zur Erfassung eines neuen Marktes erarbeiten können.

Für die Bildungsinstitutionen ergeben sich daraus verschiedene Aufgaben. Resultierend aus den PISA-Diskussionen besteht das Bestreben, anstelle „trägen Wissens“ vernetztes Denken zu entwickeln. In den Bildungssystemen und Bildungsinstitutionen wird als Ziel zunehmend die Entwicklung von Kompetenzen verfolgt, die übergreifend, möglichst zeitlos und flexibel einsetzbar sein sollen. Die geforderte Vermittlung von Kompetenzen wird in der Schulpraxis u.a. in der Kombination von Einzelfächern zu Fächerverbänden verfolgt, indem durch themenbezogenes Arbeiten eine mehrperspektivische Auseinandersetzung erfolgt.

Als Konsequenz dieser Entwicklung soll die Vermittlung isolierten Fachwissens durch den Erwerb von Kompetenzen in möglichst praxisnahen Handlungsfeldern ersetzt werden. Um diese Bestrebungen erfolgreich umzusetzen, bedarf es einer kooperativen Zu-

¹ Global Positioning System

² Die Bezeichnung „Schüler“ wird in der gesamten Ausarbeitung im Zuge der leichteren Textverständlichkeit verwendet und umfasst sowohl Schülerinnen als auch Schüler.

sammenarbeit auf allen Ebenen³, die in vielen Bereichen derzeit noch nicht vorzufinden ist.

Betrachtet man die Ausbildung für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen sowie an Realschulen in Baden-Württemberg, so bestehen seit 1966 an der Pädagogischen Hochschule die Disziplinen Haushalt und Textil als Doppelfach Haushalt/Textil. In der Schule werden sie in den Fächern Mensch und Umwelt (Realschule) und verschiedenen Fächerverbänden⁴ umgesetzt. Die Entwicklungen in den Fachdidaktiken und in den jeweiligen Fachverbänden und in agieren dennoch fast ausschließlich eigenständig, sodass hier der Gedanke nahe liegt, durch themenbezogenes Arbeiten synergetische Potenziale nutzen zu können. Diese Arbeit untersucht daher auch, ob eine Unterrichtskonzeption zur Erfassung eines neuen Marktes sich für eine integrative Entwicklung und die Nutzung von Synergien der beiden Fachdidaktiken eignet. Dabei werden synergierelevante Themenbereiche herausgestellt, die didaktische Potenziale zur Ausbildung von „Lebensführungskompetenzen“⁵ aufweisen.

Exemplarisch wird dahingehend für einen Themenbereich eine fachintegrative Unterrichtskonzeption entwickelt und schulpraktisch erprobt. Die didaktische Grundlage der Unterrichtskonzeption knüpft an Positionen der konstruktivistischen Didaktik an. Die Umsetzung erfolgt projektartig.

Die Schüler lernen in der Unterrichtskonzeption Bereiche eines neuen Marktes kennen und sich damit auseinander zu setzen. In der exemplarischen Ausgestaltung wird der Markt für Fitnessprodukte untersucht. Nahezu jeder Jugendliche kommt mit funktionellen Produkten in Kontakt. Bei Jugendlichen dieser Altersgruppe kann ein Grundinteresse an Produkten der Fitnessbranche unterstellt werden. Dies kann für die didaktische Umsetzung in der Schule genutzt werden. Mit dieser Motivation der Schüler können Grundlagen der Ernährungs- und der Textilwissenschaft anhand funktioneller Produkte den Jugendlichen nahe gebracht, gefestigt oder erweitert werden. Im Zuge der Untersuchung des Marktes für Fitnessprodukte werden die Themen Functional Food und Funktionstextilien von den Schülern bearbeitet. Die Unterrichtskonzeption wird für das Fach Mensch und Umwelt (MUM) in der Realschule ausgestaltet und in einer neunten Klasse

³ Hier sind alle Institutionen und Bereiche gemeint, die Einfluss auf das Bildungsgeschehen haben.

⁴ In den Fächerverbänden Wirtschaft-Arbeit-Gesundheit, Mensch-Natur und Kultur, Musik-Sport-Gestalten und Materie-Natur-Technik ist Haushalt und Textil anteilig vertreten.

⁵ Der Begriff wurde in Anlehnung an Heindl verwendet. Siehe: Heindl, I.: (2005), S. 10

erprobt. Das Konzept kann gleichwohl flexibel auf andere Schularten oder Jahrgangsstufen umgestaltet werden.

Die Unterrichtskonzeption lässt sich allgemein an der Verbraucherbildung und Gesundheitsbildung verankern. Der Markt für funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness bietet grundlegend eine Schnittstelle zwischen hochtechnologischen Innovationen, ernährungs- und textilwissenschaftlichen Grundlagen und der Relevanz für alle Altersgruppen.

„Die Wirtschaftsverfassung Deutschland braucht mündige, überlegt handelnde Verbraucher, die sich kritisch-aktiv mit den Leistungen der anbietenden Wirtschaft auseinandersetzen. Nur wenn der Anspruch hinreichend in praktisches Handeln umgesetzt werden kann, werden sich die Kräfte der Wirtschaft optimal und zielgerichtet zum Wohle der Verbraucher entfalten.“⁶

In diesem Zitat wird die Bedeutung des handlungskompetenten Verbrauchers als Basis für ein individuelles und gesellschaftliches Wohlergehen verdeutlicht.

Das Augenmerk in dieser Arbeit wird zunächst auf die Darstellung des fachdidaktischen Standes der Fachdisziplinen Haushalt und Textil mit ihren aktuellen Entwicklungen gerichtet. Im Hinblick auf jene Inhalte, die sich zur fachintegrativen Umsetzung anbieten, werden Themenfelder herausgearbeitet.

Es folgt die exemplarische Ausgestaltung einer Unterrichtskonzeption zur Verbraucherbildung, die Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“ oder kurz genannt „Triple F“. Im weiteren Verlauf werden die methodischen und didaktischen Grundlagen der Konzeption ausgeführt. Dabei wird zu den Bildungsplänen Bezug genommen, die fachintegrative Terminologie vorgestellt, die Aspekte konstruktivistischer Didaktik in Anlehnung an MANDL dargestellt und die projektartige Vorgehensweise in diesem Zusammenhang erläutert. Im Zuge der Unterrichtskonzeption erfolgt die fachwissenschaftliche Auseinandersetzung mit den beiden innovativen Themenbereichen Funktionstextilien und Functional Food, die in „Triple F“ unter fachintegrativer Fragestellung umgesetzt werden sollen. Bei den fachwissenschaftlichen Auseinandersetzungen wird die Klärung relevanter Definitionen im Rahmen der funktionellen Produkte mit dem Attribut Fitness verfolgt. Die innovativen Produkte Functional Food und Funktionstextilien entwickeln sich dynamisch weiter. In beiden Produktfeldern kommen nahezu täglich

⁶ Bartoschek, K./ Tornieporth, G. (1994), S. 5

weitere Innovationen hinzu. Die dargestellten Fachwissenschaften beziehen sich somit auf den Erkenntnisstand von April 2007.

Ein weiterer zentraler Bereich dieser Arbeit ist die Darstellung der entwickelten Unterrichtskonzeption mit schulpraktischer Erprobung sowie die Evaluation der Unterrichtskonzeption im Hinblick auf die Vermittlung der fachwissenschaftlichen Inhalte. Die empirische Untersuchung bietet Einblicke in den Vergleich einer Versuchsklasse mit mehreren Vergleichsklassen. Der Vergleich wurde hinsichtlich der fachintegrativen und der konventionellen Vorgehensweise vorgenommen. Dabei erfolgte die Erhebung des Datenmaterials mittels Fragebögen und die Auswertung wurde mit SPSS durchgeführt. Weitere Daten wurden durch Interviews der am Projekt beteiligten Lehrpersonen erfasst.

Insgesamt verfolgt diese Arbeit das Ziel, die Weiterentwicklung der Fachdisziplinen zu beleuchten und didaktische Potenziale hinsichtlich einer fachintegrativen Zusammenarbeit zu untersuchen. Es wird untersucht, inwieweit die fachintegrative, projektartige Vorgehensweise eine geeignete Methode darstellt, Kenntnisse und Fachwissen aus beiden Fachdisziplinen auszubilden und zudem die Entwicklung von allgemeinen Kompetenzen zu fördern. Die Betrachtung weiterer Untersuchungen im Hinblick auf Synergien von anderen Fachkombinationen bzw. Fachkooperationen sowie der konkreten Untersuchung von Kompetenzentwicklungen sind Bereiche, die auf diese Arbeit aufbauen könnten.

2 Untersuchungsgegenstand

Wie bereits erwähnt werden die beiden Fachdisziplinen Haushalt und Textil an den Pädagogischen Hochschulen in Baden-Württemberg seit 1966 als Doppelfach geführt, allerdings nehmen die beiden Fachdisziplinen hinsichtlich der fachdidaktischen Entwicklungen und der Arbeit in den Verbänden kaum aufeinander Bezug. Die PISA-Ergebnisse haben viele Diskussionen ausgelöst und letztlich in unterschiedlicher Art und Weise Bewegung in die Bildungsstrukturen gebracht. Dabei entstanden Bestrebungen, übergreifende Kompetenzen auszubilden und damit ein anwendbares Wissen - anstelle eines trägen Fachwissens - zu entwickeln.

Die aktuellen Entwicklungen im Bildungsbereich weisen demzufolge zunehmend fächerverbindende, themenorientierte Unterrichtsstrukturen auf. Das zeigt sich in der Etablierung von Fächerverbänden wie Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA in der Realschule), Wirtschaft-Arbeit-Gesundheit (WAG in der Hauptschule), Materie-Natur-Technik (MNT in der Hauptschule), Mensch-Sport-Gestalten (MSG in der Hauptschule), Mensch-Natur und Kultur (MeNuK in der Grundschule) sowie in Fächern die mehrere Fachdisziplinen integrieren, wie Mensch und Umwelt (MUM in der Realschule), Naturwissenschaft und Technik (NWT im Gymnasium) und Naturphänomene (im Gymnasium). Ein weiteres Merkmal zeigt sich in der zunehmenden Verankerung von Projektarbeit, z.B. das Pflichtprojekt Wirtschaften-Verwalten-Recht (WVR) in der Realschule. Die Fachdidaktiken Haushalt und Textil agieren trotz der schulischen Fächerverbände in vielen Bereichen eigenständig und nutzen Synergien nicht.

Angeregt durch die aktuelle Neu- und Umstrukturierung der Bildungspläne wird der Gedanke verfolgt, durch eine fachintegrative Unterrichtsgestaltung synergetische Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil nutzen zu können. Unter Bezugnahme auf die aktuellen fachdidaktischen Diskussionen und Ausarbeitungen von Bildungsstandards und Bildungszielen der Textildidaktik, von REVIS⁷, von HaBiFo⁸ und dem europäischen Kerncurriculum der Ernährungsbildung werden synergierrelevante Themenfelder dieser Fachdisziplinen herausgestellt.⁹ Aus diesem Spektrum werden exemplarisch

⁷ Projekt „Reform der Ernährungs- und Verbraucherbildung an Schulen“. (siehe Abkürzungen, Anhang Kap.I)

⁸ Haushalt in Bildung und Forschung e.V., eine bundesweite fachdidaktische Gesellschaft, die sich mit Themen rund um die haushaltsbezogene Bildung beschäftigt.

⁹ Hier soll kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.

eine konkrete Unterrichtskonzeption zur Verbraucherbildung (in Verknüpfung mit Inhalten der Gesundheitsbildung) und ihre schulpraktische Umsetzung vorgestellt, die Unterrichtskonzeption „*Fitness Follows Function?*“. Ein Betrachtungsaspekt ist dabei die Ausbildung des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der an der projektorientierten Unterrichtskonzeption teilnehmenden Schüler im Vergleich zu den Schülern, die traditionellen Unterricht erfahren haben. Die Evaluation der Kompetenzentwicklungen ist hier nahe liegend, wobei die Untersuchung den Rahmen der Dissertation gesprengt hätte und somit eine noch ausstehende Aufgabenstellung bleibt.

Mit der Konzeption „*Fitness Follows Function?*“ oder kurz „*Triple F*“ soll für die Fachdidaktik der Disziplinen Haushalt und Textil ein Beitrag geleistet werden, der die didaktischen Potenziale einer fachintegrativen Konzeption aufzeigt. Dabei werden Themen mit Bedeutung für die Verbraucherbildung (Märkte und Konsum) und die Gesundheitsbildung (Gesundheit und Fitness) bearbeitet. Die didaktische Orientierung der Unterrichtskonzeption bezieht sich auf die konstruktivistischen Grundgedanken nach MANDL. MANDL verfolgt das Arrangement von Lernumgebungen sowie situiertes Lernen in integrierten Lernumgebungen. Dadurch soll besonders eigenständiges Handeln begünstigt werden. In Kapitel 3.4.2 werden die konstruktivistischen Aspekte näher ausgeführt.

Die Entwicklung einer fachintegrativen Unterrichtskonzeption wird empirisch begleitet, wobei bedingt durch die geringe Stichprobengröße lediglich Tendenzen aufgezeigt werden, jedoch noch keine verallgemeinerbaren Aussagen getroffen werden können. Als explorative Studie bietet sie eine Basis für weitere größer angelegte Studien in diesem Themenfeld. In der explorativen Studie wurde die Unterrichtskonzeption in einer Projektklasse durchgeführt, während die gleichen Lerninhalte in Kontrollklassen traditionell unterrichtet wurden. Die empirische Untersuchung erfolgte über Fragebögen sowie mit Interviews der beteiligten Lehrkräfte. Die Auswertung der Fragebögen wurde mit SPSS durchgeführt.

Folgende Fragestellungen werden in der Dissertation verfolgt.

Forschungsfragen:

- 1 Gibt es eine geeignete fachintegrative Fachdidaktik?
- 2 Welche Themenfelder der Fachdisziplinen Haushalt und Textil eignen sich für eine fachintegrative Umsetzung?
- 3 Wie kann die Umsetzung einer fachintegrativen Themenstellung in der Schulpraxis aussehen?
- 4 Lassen sich die innovativen und komplexen Themenbereiche Funktionstextilien und Functional Food in einer fachintegrativen Themenstellung umsetzen?
- 5 Können durch eine fachintegrative didaktische Konzeption Synergieeffekte zwischen Haushalt und Textil genutzt werden?

In einer explorativen Studie wird zudem verfolgt, ob mit einer fachintegrativen Unterrichtskonzeption ein dem traditionellem Unterricht vergleichbares Fachwissen erzielt werden kann.

Dabei wird des Weiteren die Intention verfolgt, durch themenbezogenes Arbeiten anwendbares Wissen zu produzieren. Die Schüler können durch situationsbezogenes und selbstständiges Lernen vielfältige Kompetenzen ausbilden. Kompetenzen werden im Zeitalter sehr schneller Entwicklungen zunehmend wichtiger für eine kompetente Lebensführung. Soweit zudem noch Synergieeffekte für die Fachdisziplinen genutzt werden können, ebnet das den Weg für eine Öffnung der Fächergrenzen.

Die Klärung der Fragestellung, ob Gemeinsamkeiten und Spezifika der Fachdisziplinen Haushalt und Textil fachintegrativ umgesetzt werden können, bedarf einer grundlegenden Auseinandersetzung mit den Fachdidaktiken und deren Entwicklungen sowie mit den relevanten fachwissenschaftlichen Inhalten. Nach der Darstellung der Fachwissenschaft zu den Themenfeldern, die potenziell für eine fachintegrative Behandlung geeignet sind, soll eine schulpraktische Umsetzung die Überlegungen prüfen. Dafür wurde eine fachintegrative, projektartige Vorgehensweise zur Erschließung zweier expandierender Märkte ausgewählt (Funktionstextilien und Functional Food). Anhand der dafür entwickelten Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“ wird die Markterschließung zweier komplexer, innovativer Bereiche auf fachintegrativem Wege erprobt. Die Untersuchung von Synergieeffekten erfolgt vorwiegend theoretisch, da empirische Studien zur Kompetenzentwicklung und zu Synergieeffekten den Rahmen der Dissertation überschreiten würden.

In der schulpraktischen Umsetzung wird der fachwissenschaftliche Kenntnisstand der Schüler evaluiert. Einerseits stellt sich die Frage, inwieweit mittels einer fachintegrativen Unterrichtskonzeption ein vergleichbares Fachwissen erzielt werden kann. Andererseits wird der Projektarbeit häufig unterstellt, dass weniger Fachwissen vermittelt werde als bei anderen Unterrichtsmethoden. Der fachwissenschaftliche Lernzuwachs der Projektarbeit ist, wie bei anderen Methoden auch von der Lehrperson und der Konzeption abhängig. Die Subjektivität ist in jeder schulpraktischen Studie, die als Untersuchungsgegenstand realen Unterricht einbezieht problematisch, da die Vergleichbarkeit kaum gewährleistet werden kann. Bei Vereinheitlichung der relevanten Faktoren würde jedoch keine reale Unterrichtssituation vorliegen.

Die zentralen Inhalte dieser Dissertation sind somit die Suche nach einer fachintegrativen Didaktik, die Zusammenstellung synergierrelevanter Themenfelder der Fachdisziplinen Haushalt und Textil sowie die Entwicklung und Erprobung einer an der konstruktivistischen Didaktik orientierten fachintegrativen Unterrichtskonzeption unter Betrachtung möglicher Synergieeffekte.

3 Didaktischer und methodischer Rahmen

3.1 *Einführende Betrachtungen*

Die Bildungspläne 2004 für Baden-Württemberg verankern die Fachdisziplinen Haushalt und Textil im Fach Mensch und Umwelt¹⁰ (MUM) in der Realschule sowie in den Fächerverbänden Wirtschaft-Arbeit-Gesundheit¹¹ (WAG) in der Hauptschule und Mensch-Natur und Kultur¹² (MeNuK) in der Grundschule. Zudem finden sich Themenfelder von Haushalt und Textil in den Fächerverbänden der Hauptschule: Musik-Sport-Gestalten¹³ und Materie-Natur-Technik¹⁴. Das Studienfach Haushalt/Textil an den Pädagogischen Hochschulen in Baden-Württemberg stellt eine Besonderheit in der Lehramtsausbildung in Deutschland dar. In anderen Bundesländern agieren die Fachdisziplinen eigenständig oder arbeiten in anderen Fächerkombinationen zusammen.

Die Art und Weise der Kombination der Fachdisziplinen Haushalt und Textil war nach dem zweiten Weltkrieg vom Wiederaufbau geprägt und dabei war die Orientierung am Bild der Frau als Verbraucherin und Hausfrau.¹⁵ Die Entwicklungen der beiden Fachdidaktiken zur haushaltsbezogenen Bildung bzw. mode- und textilwissenschaftlichen Bildung nehmen bis heute kaum aufeinander Bezug. Gemeinsamkeiten und die durch sie implizierten Chancen zur Nutzung von Synergieeffekten werden bisher nur am Rande wahrgenommen. Hieraus leitet sich die Aufgabenstellung ab: Die Aufarbeitung der Integration stiftenden Anteile eines interdisziplinären Faches als entwicklungsfähige fachdidaktische Potenziale. Entsprechend will diese Arbeit aufzeigen, in welchen Bereichen Inhalte integrativ umgesetzt und vermittelt werden können.

Schlägt man den Bogen zur allgemeinen Bildungsdiskussion in Deutschland, zeigen einerseits die PISA-Ergebnisse Veränderungsbedarf in verschiedenen Bereichen des Bildungssystems. Andererseits verlangt die zunehmend komplexer werdende Lebenswelt ständig nach Neuorientierung. Für den allgemeinen Bildungsbereich besteht die

¹⁰ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg:(2004c), S. 149ff

¹¹ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg:(2004b), S. 125ff

¹² Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg:(2004a), S. 95ff

¹³ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg:(2004b), S. 141ff

¹⁴ Vgl. ebd., S. 133ff

¹⁵ Vgl. Kohlhoff-Kahl, I. (2005), S. 25

schwierige Aufgabe, mit diesem Tempo Schritt zu halten und den aktuellen Entwicklungen entsprechend zu begegnen. Die Debatte um die PISA-Ergebnisse führte zu einer deutschlandweiten Entwicklung von Bildungsstandards. Dabei wurde besonders nach Wegen gesucht, die bei den Lernenden zu anwendbarem Wissen und zur Entwicklung von Kompetenzen führen sollen. Eine Expertise zu den Bildungsstandards wurde von einer Forschergruppe um den Pädagogikprofessor und Bildungsforscher KLIEME entwickelt.¹⁶ Mit den neuen Bildungsplänen (Baden-Württemberg) werden jetzt anstelle des Fachwissens Kompetenzen zu zentralen Bildungszielen formuliert, die bei Schülern entsprechend ihrer Jahrgangsstufe und der Schulart ausgebildet sein sollen. Diese Veränderung in der Zielsetzung erfordert ebenso eine veränderte Lehr-Lernsituation. Ein Ansatzpunkt, dieser Problematik zu begegnen, ist das themenbezogene Arbeiten. Das Überschreiten von Fächergrenzen und das fachintegrative Arbeiten werden in der Schule zunehmend aufgegriffen, u.a. in der Ausbildung von Fächerverbänden. Hier schließt sich der Kreis für die Fragestellung dieser Dissertation: Inwieweit können die Fachdisziplinen Haushalt und Textil durch themenbezogene Integration mögliche Synergieeffekte nutzen? Hierbei sollen insbesondere die didaktischen Potenziale im Rahmen der inhaltlichen (themenbezogenen) Integration in dieser Arbeit näher beleuchtet werden.

Die Fachdisziplinen Haushalt und Textil setzen sich mit lebensnahen, alltagsrelevanten Inhalten und Produkten auseinander. Von zentraler Bedeutung ist dabei neben der Analyse und Auseinandersetzung mit den Wertschöpfungsketten auch der kompetente Umgang des Verbrauchers mit Produkten unter wirtschaftlichen, biologischen, chemischen, ästhetischen, sportlichen und alltäglichen Aspekten.

Eine Möglichkeit, diese Fachdisziplinen thematisch zu verbinden, wird nachfolgend exemplarisch mit der fachintegrativen Unterrichtskonzeption „Triple F“ vorgestellt. Diese bezieht sich auf die expandierenden Märkte funktioneller Produkte. Davon ausgehend lernen die Schüler eine allgemeine Markterschließung kennen. Um den Gesamtrahmen überschaubar zu gestalten, wird der Produktbereich auf Produkte des Fitnessmarktes begrenzt. Die schulpraktische Umsetzung wurde für das Fach Mensch und Umwelt in der Realschule ausgestaltet und erprobt. Die Schüler erschließen sich darin Kenntnisse über neue Produktgruppen in projektartiger Vorgehensweise. Im Rahmen dieser „Produktuntersuchung funktioneller Produkte mit dem Attribut Fitness“ erarbeiten sich die Schüler somit die Themengebiete Funktionstextilien und Functional Food.

¹⁶ Klieme, E./ Avenarius, H. et al. (2004)

Die Schüler beschäftigen sich dabei mit Inhalten unter den Perspektiven der Verbraucherbildung und der Gesundheitsbildung. Ferner setzen sich Jugendliche intensiv mit ihrem Körper, mit Ausstrahlung, Schönheit und damit untrennbar auch mit Fitness und Gesundheit auseinander. Dieses Interesse bietet eine Motivationsgrundlage für die Auseinandersetzung mit angrenzenden fachwissenschaftlichen Inhalten. Zudem kann damit ein Beitrag zu frühzeitiger Gesundheitsbildung in der schulischen Praxis erfolgen.

Die Unterrichtskonzeption ist didaktisch an der konstruktivistischen Sichtweise orientiert. Dabei wird der Gedanke verfolgt, dass Schüler individuell an ihr Wissen anknüpfen vermögen. Das hohe Maß an eigenständiger Erarbeitung lässt ihnen Wege offen, ihren individuellen Wissenszuwachs zu erlangen. Die Erarbeitung in Kleingruppen sowie in der Gesamtgruppe bietet den Schülern Raum für individuelle Entwicklungen und einen Lernzuwachs in den verschiedenen Kompetenzen. Ziel dieser Konzeption ist es letztlich, mit den Schülern eine Herangehensweise zu entwickeln bzw. kennen zu lernen, wie sie sich einen neuen Markt erschließen können. Im Sinne einer Handlungskompetenz bzw. Verbraucherkompetenz sollen sie sich letztlich anhand einer allgemeinen Lösungsstrategie auf neuen Märkten zurecht finden können.

Die aktuellen Positionen in den Didaktiken der haushaltsbezogenen und der mode- und textilwissenschaftlichen Bildung stellen den Ausgangspunkt für dieses Vorhaben dar. Sie werden nachfolgend in einem kurzen Abriss dargestellt.

3.2 *Fachdidaktische Entwicklungen*

Rahmengebend werden in diesem Kapitel vorab Aspekte der allgemeinen Bildungsdiskussion ausgeführt und anschließend die Entwicklungen der Fachdidaktiken Haushalt und Textil dargestellt.

Die PISA-Ergebnisse haben internationale Diskussionen um Bildungsforschung entfacht, wobei ein Resultat für die Bundesrepublik Deutschland darin besteht, nationale Bildungsstandards zu entwickeln. In der von KLIEME et al. veröffentlichten Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards¹⁷ werden Kriterien für die Entwicklung der Bildungsstandards vorgestellt, die letztlich den Bildungsauftrag der Schule konkretisieren sollen. In den Bildungsstandards werden Ziele der pädagogischen Arbeit präzise und verbindlich formuliert, die als erwünschte Lernergebnisse der Schüler ausgedrückt sind. Es soll dadurch von den Bildungseinrichtungen mehr Verantwortung für das Bildungsergebnis übernommen werden. Der Output von Bildungssystemen umfasst neben der Vergabe von Zertifikaten im Wesentlichen den Aufbau von Persönlichkeitsmerkmalen wie Kompetenzen, Qualifikationen, Wissensstrukturen, Einstellungen, Überzeugungen und Werthaltungen als angestrebtes Bildungsergebnis. Damit soll die Basis für ein lebenslanges Lernen zur persönlichen Weiterentwicklung und gesellschaftlichen Beteiligung gelegt werden.¹⁸

In den Bildungsstandards werden die Ziele in Form von Kompetenzanforderungen konkretisiert. Als Kompetenzbegriff verwendet man dort vereinheitlichend den Begriff in Anlehnung an die Definition von WEINERT.¹⁹ Unter Kompetenzen werden hier „die bei Individuen verfügbaren oder von ihnen erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“²⁰, verstanden. Die Entwicklung und Festigung der Kompetenzen soll aufgabenbezogen, in alltagsnahen Situationen sowie in sinnvoller Verknüpfung von Theorie und Praxis angewandt und ausgebaut werden. Kompetenzen sind an spezifische Gegenstände, Inhaltsbereiche, Wissens- und Fertigkeitsbereiche gebunden und unterscheiden sich damit von dem

¹⁷ Klieme, E./ Avenarius, H./ Blum, W./ et al (2004)

¹⁸ Vgl. ebd., S. 24ff

¹⁹ Weinert, F. E. (2002), S. 27

²⁰ Bigga, R./Holzendorf, U. (2005), S. 5

Begriffssystem der Sach-, Methoden-, Sozial- und Personalkompetenzen, die Kompetenzen und Gegenstandsbereiche trennen.²¹

In der Bildungsdiskussion wird zunehmend der Begriff „*Literacy*“ etabliert. Das Literacy-Konzept wird nicht nur von der OECD²² diskutiert, sondern es beeinflusst auch die deutsche Diskussion um Allgemeinbildung nach PISA. Literacy steht für die Anerkennung neuer Kulturkompetenzen und hat sich in der internationalen Diskussion bereits etabliert. Das Literacy-Konzept ist ein funktionalistisches Bildungskonzept, das die Frage verfolgt, was Kinder und Jugendliche mindestens gelernt haben müssen, damit sie jetzt und zukünftig ihr eigenes Leben verantwortlich gestalten können und einen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit der Gesellschaft leisten können.²³ Die Literacy-Perspektive ist international bereits als z.B. Health-, Nutrition-, Consumer-, Financial-, Economic-, Environmental-, Ecological-Literacy entwickelt, bedarf in Deutschland allerdings noch der Verankerung.²⁴ Deutlich sichtbar wird dies in dem „Kerncurriculum moderner Allgemeinbildung“, welches auf klassischen Strukturen begründet ist.

Die Grundstruktur der Allgemeinbildung in Anlehnung an BAUMERT²⁵ enthält folgende Bereiche als Modi der Weltbegegnung (kanonisches Orientierungswissen) und basale Sprach- und Selbstregulationskompetenzen (Kulturwerkzeuge):²⁶

²¹ Vgl. Beer, S. (2004), S. 7

²² Organisation for Economic Cooperation and Development

²³ Vgl. Schlegel-Matthies, K. (2005), S. 51

²⁴ Vgl. ebd., S. 52

²⁵ Vgl. Baumert, J. (2002), S.100ff

²⁶ Vgl. Klieme, E. (2003), S. 68

Tabelle 1: Modi der Weltbegegnung (Kanonisches Orientierungswissen)

Modi der Weltbegegnung (Kanonisches Orientierungswissen)	Basale Sprach- und Selbstregulationskompetenzen (Kulturwerkzeuge)				
	Beherrschung der Verkehrssprache	Mathematisierungskompetenz	Fremdsprachliche Kompetenz	IT-Kompetenz	Selbstregulation des Wissenserwerbs
Kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mathematik ▪ Naturwissenschaften 					
Ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sprache/Literatur ▪ Musik/Malerei/Bildende Kunst ▪ Physische Expression 					
Normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschichte ▪ Ökonomie ▪ Politik/Gesellschaft ▪ Recht 					
Probleme konstitutiver Rationalität <ul style="list-style-type: none"> ▪ Religion ▪ Philosophie 					

Das Konzept des Kerncurriculums in der modernen Allgemeinbildung folgt einem eng geführten humanistischen Denkschema. Laut METHFESSEL fehlen dabei Orientierungen, die den handelnden und produktiven Umgang mit Welt betreffen. Zudem bedarf es neben den Perspektiven der Fachinhalte insbesondere der Ausbildung von Kompetenzen zur Lebensführung.²⁷ METHFESSEL weist auf die Wahl der Sprach- und Selbstregulationskompetenzen als übergeordnete Kategorie anstelle der *Kulturwerkzeuge* hin. Als zentrale Werkzeuge zur Teilhabe an Kultur fehlen laut METHFESSEL Lebensführungs-

²⁷ Vgl. Methfessel, B. (2005), S. 12

kompetenzen. Diese bieten zudem den unterschiedlichen Modi der Weltbegegnung und Weltgestaltung Sinn und Grundlage. METHFESSEL unterstreicht die dringende Empfehlung, dass in diesem Schema unter den *Kulturwerkzeugen* zumindest „Kompetenzen zur Lebensführung“ ergänzt und unter *Modi der Weltbegegnung* auch der „alltagsbewältigende und -gestaltende Umgang mit Welt“ aufgenommen wird. Im Hinblick auf die Entwicklung der lebensweltorientierten Fächer betont sie weiter, dass die Einmischung und Beteiligung der Fachdidaktik an der Diskussion der Bildungsinhalte als dringend geboten gesehen wird.²⁸

Die Entwicklung der Fachdidaktiken Haushalt und Textil werden im nachfolgenden Abschnitt kurz dargestellt.

3.2.1 Haushaltswissenschaftliche Bildung

„Im Zusammenhang mit den komplexer werdenden Lebensbedingungen steigen die Anforderungen an Alltags - und Daseinskompetenzen“, schreibt THIELE-WITTIG.²⁹ Haushaltsentscheidungen bilden zugleich Lebensentscheidungen und betreffen in der heutigen Zeit beide Geschlechter. Neben Lebensstilfragen erweitern sich die Fragestellungen auf eine Gesundheitsdimension, bezogen auf Produkte und Konsum sowie auf die Frage nachhaltigen Konsums und nachhaltigen Wirtschaftens im Haushalt.

Neben der Umweltfrage rückt vermehrt auch die Konsumethik in eine kritische Betrachtung. Es werden vom Verbraucher vielfältige Kompetenzen benötigt, um sich in den Aus- und Rückwirkungen von Konsumententscheidungen zurecht zu finden.

Der Haushalt ist insgesamt durch Vieldimensionalität, Vielschichtigkeit und hohe Komplexität gekennzeichnet³⁰. Für die schulische Bildung in diesem Bereich liegen die Prioritäten zunehmend in der Bewältigung von Orientierungsaufgaben, um Zusammenhänge zu erkennen, in welchen der Haushalt steht. Zudem soll auf schnellen Wandel, hohe Komplexität und stetige Neuerungen reagiert werden können. Dies erfordert verstärkt das Ausbilden von Kompetenzen. KAUFMANN³¹ spricht von „komplexitätsverarbeitenden Daseinskompetenzen“, welche nach seiner Aussage maßgebend die Qualität der Beteiligung an gesellschaftlichen Teilsystemen bestimmen. Die für die „Neue Hausarbeit“ erforderlichen Kompetenzen beziehen sich nach THIELE-WITTIG auf eine Ausei-

²⁸ Vgl. Methfessel, B. (2005), S. 13

²⁹ Thiele-Wittig, M. (2000), S. 83

³⁰ Vgl. ebd., S. 91

³¹ Vgl. Kaufmann F.-X. (2000), S. 46

nersetzung mit neuen Lebensbedingungen und auf zunehmende Vermittlungsleistungen gegenüber verschiedenen Institutionen.³² Bei den expandierenden Märkten sind besonders Jugendliche eine Zielgruppe von Marketing und Werbung, nicht nur als künftige Kunden, sondern auch als „Markendurchsetzer“³³ gegenüber den Eltern. In den Fragen nach Ernährungs-, Gesundheits-, Umwelt- und Verbrauchererziehung wird erweiterter Bildungsbedarf deutlich. SCHLEGEL-MATTHIES fordert, dass sich dem Wandel der Haushaltsrealität ein Wandel der haushaltsbezogenen Bildung anschließen muss.³⁴

Der neue Leitbegriff heißt, wie bereits im vorherigen Abschnitt ausgeführt, Kompetenz. Kompetenzen, die für die Lebensführung notwendig sind, können exemplarisch insbesondere an zentralen Bedarfs- und Aufgabenbereichen des Haushalts entwickelt werden.³⁵ Das Basis-, Struktur- und Orientierungswissen sollte dabei jeweils ineinander greifend kumulativ aufgebaut werden.³⁶ Da eine Entroutinisierung des Alltags festgestellt werden kann, werden zunehmend situationsspezifische Entscheidungs- und Handlungskompetenzen benötigt. Zudem bedarf es der Fähigkeit, erworbenes Wissen anzuwenden sowie entsprechend das eigene Handeln zu reflektieren. Der haushaltsbezogene Unterricht soll demzufolge handlungs- und erfahrungsorientiert sein und Handlungskompetenz entwickeln. Auch HEINDL spricht übergreifend von Lebensführungskompetenzen innerhalb der Gesellschaft, die grundlegend zur Allgemeinbildung gehören sollten.³⁷

Eine Aufgabe der Fachdidaktik besteht für METHFESSEL und RITTERBACH darin, Konzepte zu entwickeln, die derartige Fähigkeiten und Kompetenzen fördern. Dazu gehören Marktanalyse, Warentests, sinnliche Wahrnehmungen, interkulturelle Kommunikation und die Nutzung neuer Medien (Internet, online Datenbanken, etc.). Traditionell eher normative fachdidaktische Konzepte müssen durch reflexive ersetzt werden, um eine zukunftssträchtige Entwicklung in Schule und Hochschule zu fördern. Internationale Entwicklungen weisen eine gleichfalls hohe Relevanz anwendungs- und lebensweltbezogenen Wissens auf.³⁸ Von einer Arbeitsgruppe, die sich aus dem „WHO Regional Committee für Europe“ und dem „Council of Europe“ zusammensetzte, wurde das Europäische Kerncurriculum zur Ernährungsbildung erarbeitet.

³² Vgl. Thiele-Wittig, M. (1993), S. 371ff

³³ Vgl. Thiele-Wittig, M. (2003), S. 5

³⁴ Vgl. Schlegel-Matthies K. (1998)

³⁵ Vgl. Methfessel, B./ Ritterbach, U. (2006), S. 23

³⁶ Vgl. Methfessel, B. (2005), S. 17

³⁷ Vgl. Heindl, I. (2004), S. 227

³⁸ Vgl. Methfessel, B./ Ritterbach, U. (2006), S. 23

Es weist folgende sieben Themenfelder auf:³⁹

- 1 Essen und emotionale Entwicklung: Körper, Identität und Selbstkonzept
- 2 Essgewohnheiten, kulturelle und soziale Einflüsse: Ernährungsweisen, Ess- und Nahrungsstile, Essen in sozialer Gemeinschaft
- 3 Ernährung und persönliche Gesundheit: Ernährungsempfehlungen und Richtlinien, alte und neue Konzepte
- 4 Prozesse der Erzeugung, Verarbeitung und Verteilung von Nahrung: Lebensmittelqualität und globaler Handel
- 5 Lebensmittel, Märkte, Verbraucher und Konsum: Marketing, Werbung und Einkauf
- 6 Konservierung und Lagerung von Nahrung: Lebensmittelverderb, Hygiene, europäische Bestimmungen
- 7 Kultur und Technik der Nahrungsmittelzubereitung: Ästhetisch-kulinarischer Umgang mit Nahrungsmitteln, (inter)kulturelle, historische, soziale, religiöse Bezüge

Diese Themenfelder stellen eine Grundlage für die Entwicklung von Bildungsstandards und Kompetenzen im Rahmen der neuen Bildungspläne sowie in der fachdidaktischen Diskussion dar.

In der Auseinandersetzung um deutsche und europäische Bildungsinhalte und Bildungsstandards sind zudem drei Diskussionsstränge auszumachen:⁴⁰

Die Fachdidaktische Gesellschaft HaBiFo (Haushalt in Bildung und Forschung e.V.), das Kooperationsprojekt REVIS, gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMVEL), und die Arbeitsgruppe zur Entwicklung des Kerncurriculums Arbeit-Haushalt-Technik-Wirtschaft /Arbeitslehre.

HaBiFo beschäftigt sich mit dem für die Haushaltslehre typischen Spannungsfeld zwischen der Förderung der individuellen Lebensqualität (Befriedigung der individuellen Bedürfnisse) und der Gestaltung der sozialen Gemeinschaft und Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung. Die Bildungsziele sind eher breit und unkonkret angelegt, was die Komplexität der Alltagsbewältigung widerspiegelt. Übergeordnete Kompetenzen, als Fähigkeit in konkreten Situationen angemessen zu handeln, sollen exemplarisch und situationsbezogen an geeigneten Aufgaben des Haushaltsfeldes entwickelt werden. Daraus abzuleitende Kompetenzen, Bildungsstandards und ein Kerncurriculum werden derzeit entwickelt.

³⁹ Vgl. Heindl, I. (2003)

⁴⁰ Vgl. Methfessel, B./ Ritterbach, U. (2006), S. 23

Das Kooperationsprojekt REVIS stellt einen umfassenden und innovativen Ansatz hinsichtlich der Bildungsinhalte zur Ernährungs- und Verbraucherbildung dar, der nachfolgend näher ausgeführt wird.

Aufgrund der weit verbreiteten Ernährungsprobleme bei Kindern und Jugendlichen wurde die Studie Ernährung in der Schule (EiS) durchgeführt, die dann die Grundlage für dieses Kooperationsprojekt „Reform der Ernährungs- und Verbraucherbildung in Schulen“ (REVIS)⁴¹ darstellte. Darin werden auf Basis der aktuellen, internationalen Diskussion auf unterschiedlichen Ebenen Hilfestellungen für die Innovation und Weiterentwicklung der Ernährungs- und Verbraucherbildung in allgemeinbildenden Schulen entwickelt. Die Inhaltsbereiche „Ernährung und Gesundheit“ und „Konsum und Lebensstil“ nehmen dabei eine zentrale Rolle ein.

Für die schulische Bildung wurde von REVIS ein Referenzrahmen erarbeitet, der die Neuorientierungen zusammenfasst (Bildungsziele, Kompetenzen, Themen und Inhalte, didaktische Orientierung, Standards und ein Kerncurriculum).

Folgende Bildungsziele wurden von REVIS formuliert:⁴²

Schülerinnen und Schüler:

- gestalten ihre Essbiographie selbstbestimmt und reflektiert
- gestalten Ernährung gesundheitsförderlich
- handeln sicher bei der Kultur und Technik der Nahrungszubereitung und Mahlzeitengestaltung
- entwickeln ein positives Selbstkonzept durch Essen und Ernährung
- entwickeln ein persönliches Ressourcenmanagement und sind in der Lage für sich und andere Verantwortung zu übernehmen
- treffen Konsumententscheidungen reflektiert und selbstbestimmt
- gestalten die eigenen Konsumentenrolle reflektiert und selbstbestimmt
- treffen Konsumententscheidungen qualitätsorientiert
- entwickeln einen nachhaltigen Lebensstil.

Über den klassischen Zugang zur Fachpraxis hinaus soll die Verbindung von Nahrungszubereitung mit Mahlzeiten und Esskultur in ihrer Vielfalt kennen gelernt werden. Da-

⁴¹ Kooperationsprojekt der Universität Paderborn (Prof. Hesecker, Prof. Schlegel-Matthies), der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Prof. Methfessel) und der Universität Flensburg (Prof. Heindl).

⁴² Vgl. Hesecker et al. (2005)

bei soll die biographische und lebensweltliche Betrachtung neue Lehr-Lernarrangements hervorbringen. Im Spannungsfeld individueller Lebensgestaltung, gesellschaftlicher Rahmenbedingungen und geforderter Werteorientierung werden zentrale Aufgaben hinsichtlich der Konsumentenrolle und des Ressourcenmanagements in den Blick genommen. Diesen Problemen und Aufgaben möchte man mit entsprechenden Bildungszielen und einer aufgeschlossenen Ernährungs- und Verbraucherbildung zeitgemäß begegnen.

Die zentralen Orientierungen aus dem Projekt REVIS wurden zu einem didaktischen Konzept zusammengeführt. Dieses Konzept wird anhand des didaktischen Würfels dargestellt.

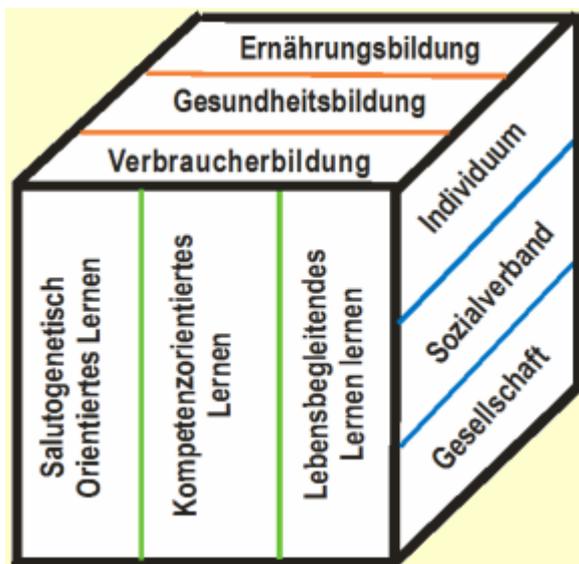


Abb. 1: Der EVB-Würfel⁴³

Die drei Inhaltsbereiche Ernährungs-, Gesundheits-, und Verbraucherbildung werden auf das Individuum, den Sozialverband und die Gesellschaft bezogen. Dabei soll das Lernen lebensbegleitend, kompetenzorientiert und in der gesundheitlichen Ausrichtung am salutogenetischen Konzept⁴⁴ orientiert sein. Die Basisfächer der haushaltsbezogenen Allgemeinbildung sollen entweder erweitert oder ein neues Fach Ernährungs- und Verbraucherbildung (EVB) daraus entwickelt werden.⁴⁵

⁴³ Vgl. http://www.ernaehrung-und-verbraucherbildung.de/wissenschaft_didaktik.php (16.07.06)

⁴⁴ Nähere Erläuterungen zur salutogenetischen Gesundheitsbetrachtung werden in Kapitel 4.1.1 ausgeführt.

⁴⁵ Da das inhaltliche Spektrum der Hauswirtschaft mit EVB nicht vollständig erfasst wird, bestehen diesbezüglich verschiedene Ansichten.

REVIS hat zudem Materialien für die Ernährungs- und Verbraucherbildung kritisch betrachtet und Beurteilungskriterien für empfehlenswerte Unterrichtsmaterialien entwickelt. Eine Basis stellt für REVIS das Literacy-Konzept dar. SCHLEGEL-MATTHIES sieht diese Bereiche als Grundbildung, die eine funktionale Literalität (functional literacy) ergeben. Dieser Bildungsanspruch verfolgt, dass Jugendliche zu einer selbstständigen Gestaltung ihres Lebens befähigt werden und sich aktiv an der Gesellschaftsgestaltung beteiligen können. Gleichzeitig können dadurch Kosten reduziert oder auch vermieden werden, die aufgrund fehlender Kompetenz in diesen Bereichen vielfältig entstehen (Verschuldung, Gesundheitskosten, etc.).

Ein besonderer Fokus der Arbeit von REVIS liegt auf der Arbeit der Ganztagschulen, da durch den „Lebensort Schule“ Themen der Ernährungs- und Verbraucherbildung hier verstärkt Raum finden. Zudem soll die Aus-, Fort- und Weiterbildung der Lehrkräfte stärker vernetzt werden. Das von REVIS erstellte Portfolio liefert eine unterstützende Handreichung zur Dokumentation von Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen sowie zur selbstreflexiven Auseinandersetzung mit der Lehrtätigkeit. Ein weiteres REVIS-Teilziel bestand in der Innovation des Fachraumes Schule. Daraus stellt die „Mobile Esswerkstatt“ ein Ergebnis dar. Diese ist ein mobiler Küchenblock, der flexible Nutzung unabhängig von einer Küche ermöglicht. Geplant ist zudem eine Studie, in der die Akzeptanz des Kerncurriculums sowie des Gesamtprojektes REVIS in den Schulen der beteiligten Bundesländer erfasst werden soll. Das dazugehörige Internetportal⁴⁶ bietet Einblicke in Grundlagenpapiere, Hintergrundinformationen sowie aktuelle Arbeitsergebnisse. Alle Ansätze verbindet, dass sie auf die Kompetenz zu eigenständiger und sozialverantwortlicher Lebensführung ausgerichtet sind. Die haushaltsbezogene Bildung kann keine Garantie zur gelingenden Alltagsbewältigung geben, dennoch kann sie Grundlagen des benötigten Wissens, eine Orientierung sowie Handlungs- und Entscheidungsstrukturen für eine eigenständige, verantwortliche Lebensgestaltung aufbauen.

Die entwickelten Bildungsziele von HaBiFo und REVIS, das europäische Kerncurriculum der Ernährungsbildung sowie die Konsumfelder von REVIS werden im Anhang in Kapitel II *Fachdidaktische Materialien* aufgeführt.

⁴⁶ Siehe <http://evb-online.de>

3.2.2 Mode- und textilwissenschaftliche Bildung

Analog zum haushaltswissenschaftlichen Bereich liegt das didaktische Leitinteresse im textilen Bereich in der Vernetzung von Handlungs- und Inhaltsebene des Untersuchungsgegenstandes.

KOLHOFF-KAHL hebt den Rekurs zu Ganzheitlichkeit und Kreativität bezüglich des Bildungswerts im textilen Prozess als Wende in der Bildungsauffassung hervor.⁴⁷ Noch bis in die heutige Zeit trifft man auf Einstellungen, die Textilien als unproduktive Heimtextilien und die Mode als Kompensation minderwertiger Inhalte des Frauenlebens⁴⁸ geschlechterpolarisierend gering bewerten. Die Adressatengruppe des heutigen Mode- und Textilunterrichts variiert von unterschiedlichen Jugendkulturen (z.B. Technos, Skatern, Ravern, Rappern, Sprayern, Gothics) bis hin zu unterschiedlichen ethnischen Kulturen (europäische, außereuropäische Kulturen).⁴⁹ Bezugskategorien sind meist Mode und Textil, wobei die Differenzierung je nach Einsatzbereich in Bekleidungstextilien, Heimtextilien und Technische Textilien erfolgt⁵⁰. Nach KLAFKI können die „[...] gegenwarts- und zukunftsrelevanten „Schlüsselprobleme“ wie z.B. „das Verhältnis der Geschlechter zueinander“ oder „die Umweltfrage [...] auch für den Textilunterricht Handlungsperspektiven anstoßen, deren Ausdruck in Handlungsprozessen zu textilen Handlungsergebnissen führt, die Ergebnisse von Lebenskonzepten und nicht nur von Verschönerungs- und Zweckkonzepten sind.“⁵¹ STRÄBER-PANNY entwickelte 1996 eine hermeneutische Textildidaktik, die zwischen konstruktivistischer Wirtschaftstheorie und handlungsorientierter Pädagogik anzusiedeln ist. Im Mittelpunkt steht dabei das „textile Ding“ als Zeichen für Handlungsinhalte. Der Textilunterricht soll als Inszenierung ganzheitlich-interpretativer Lernhandlungen verstanden werden, z.B. mit anschließender Präsentation der Handlungsergebnisse.

Mitte der achtziger Jahre fand sich der Schwerpunkt in der Theorieorientierung in sehr ausgeprägtem Maße in der Entwicklung einer Didaktik textiler Sachkultur⁵², die sich ausdrücklich gegen das unreflektierte „Machen“ wandte.⁵³ Dieses von KÖLLER entwi-

⁴⁷ Vgl. Sträßer-Panny, I. (1996)

⁴⁸ Vgl. ebd.

⁴⁹ Vgl. Schmidt, D. (2000), S. 115

⁵⁰ Vgl. ebd., S. 113

⁵¹ Vgl. Sträßer-Panny, I. (1996), S. 246

⁵² Vgl. Köller, I. (1999)

⁵³ Vgl. Becker, C. (2005), S. 11

ckelte Konzept wurde wegweisend. Durch die starke Einforderung kognitiven Lernens verfehlte diese Fachdidaktik zuweilen über ihr selbst gestecktes Ziel und drängte das praktisch-gestalterische Lernen stark in den Hintergrund. Gegenwärtig gilt Textilunterricht dann als gut, wenn theoretische und praktische Anteile in einer intelligenten Beziehung zueinander stehen.⁵⁴ Um eine Kompetenzentwicklung auszubilden, bedarf es einer lebens- und schülernahen Unterrichtsgestaltung, die sich mit Objekten der mit Textilien gestalteten Umwelt beschäftigt und diese in den Unterricht integriert. Dabei soll das komplexe Bildungspotenzial von Textilien den Schülern in einem mehrperspektivisch-systemischen Lernen Möglichkeiten zur inhaltlichen Auseinandersetzung bieten. Inhalte der Auseinandersetzung bieten alle absichtsvoll vom Menschen geschaffenen Gegenstände, die unter dem Begriff „Sachkultur“ bzw. „materielle Kultur“ zusammengefasst werden. Die Teilmenge der textilen Gegenstände wird als „textile Sachkultur“⁵⁵ bezeichnet. Schüler sind tagtäglich teils unbewusste Akteure in diesem Handlungsfeld der textilen, materiellen Kultur. Aufgrund ihrer Allgegenwärtigkeit bieten textile Objekte vielseitige Anbindungsmöglichkeiten von Lernprozessen an konkrete Lebenswelten und Verhaltensmuster. In verschiedenen Lernsituationen können Zusammenhänge zwischen den Objekten, den handelnden Subjekten und den Handlungskontexten aufgezeigt werden. Dies stellt einen der veränderten Schwerpunkte des Textilunterrichts durch die Didaktik textiler Sachkultur dar. Anstelle der textilen Verfahren stehen Bekleidung und Textilobjekte im Zentrum der Unterrichtsbetrachtung.

Ein weiterer Schwerpunkt der Didaktik textiler Sachkultur verfolgt die Gleichwertigkeit von Theorie und Praxis. In der Erschließung textiler Objekte werden hier acht Lernbereiche unterschieden:

- Kulturgeschichte,
- Ästhetik,
- Produktion,
- Konsumtion,
- Materialqualitäten,
- Flächenform,
- Hüllenform und
- das Hantieren und Wahrnehmen.

Im Lernprozess ist dabei eine enge, wechselseitige Verknüpfung der Lernbereiche vorgesehen.

In der textilen Grundbildung ist das Literacy-Konzept (Textile Literacy) gegenwärtig nur ansatzweise beschrieben. Es bezieht sich auf die „[...] Entwicklung und Beherr-

⁵⁴ Vgl. Becker, C. (2005), S. 9

⁵⁵ Vgl. ebd., S. 10

schung grundlegender kultureller Selbstorganisationsdispositionen[...]“⁵⁶. Diese werden von BECKER definiert als die notwendigen Kompetenzen, die in offenen, unüberschaubaren, komplexen Alltagssituationen verantwortungsbewusst textiles Handeln bedingen.⁵⁷ Folgende vier Kompetenzbereiche stellen die geforderten Kompetenzen dar: „Über Textilien kommunizieren“, „Textilien wahrnehmen und erkunden“, „Textilien gestalten und produzieren“ und „Textilien nutzen und präsentieren“. Unter dem Begriff „Textilien“ versteht man dabei allgemein textile Flächen, die mittels textiler Techniken aus textilen Fasern hergestellt sind. Textilien können aus verschiedenen Perspektiven (Materialität, Prozesse, Flächenform, Materialqualitäten, Nutzungsfunktion) unterschiedlich definiert werden. Dadurch eröffnen sich weitere interessante Sichtweisen in der Auseinandersetzung mit Textilien und der textilen Sachkultur. Eine Verschränkung der Inhalts- und Handlungsfelder der Didaktik textiler Sachkultur mit den Kompetenzbereichen stellt letztlich das Kompetenzmodell für den sachkulturellen Textilunterricht dar.⁵⁸

Tabelle 2: Kompetenzmodell für einen sachkulturellen Textilunterricht⁵⁹

	<i>Kompetenzbereich</i>	Über Textilien kommunizieren	Textilien wahrnehmen und erkunden	Textilien gestalten und produzieren	Textilien nutzen und präsentieren
	<i>Inhalts- und Handlungsebene</i>				
<i>Begriffliches Erschließen</i>	Konsumtion				
	Produktion				
	Ästhetik				
	Kulturgeschichte				
<i>Textilpraktisches Erschließen</i>	Hantieren und Wahrnehmen				
	Hüllenform				
	Flächenform				
	Materialqualitäten				

⁵⁶ Vgl. Becker, C. (2005), S. 13

⁵⁷ Vgl. ebd., S. 14

⁵⁸ Vgl. ebd., S. 14

⁵⁹ Vgl. ebd., S. 14

Dieses Kompetenzmodell bildet eine Grundlage für ein textiles Kerncurriculum, welches übergeordnete Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnisse, Einstellungen und Haltungen umfasst.⁶⁰

Unter dem Aspekt, textile Fähigkeiten als Bestandteil alltäglicher Handlungsfähigkeit in den Blick zu nehmen, wurden von RUSCH Minimalstandards erstellt. Dabei soll die Komplexität von Alltagskultur und Lebenswelt durch Vermittlung von Daseinskompetenzen aufgegriffen und erarbeitet werden.⁶¹

Die Minimalstandards für den Bereich Textil umfassen folgende Themenfelder:⁶²

- Wohnen und Bekleiden als Grundbedürfnisse (Anthropologie)
- Bekleidungsverhalten (Psychologie und Soziologie)
- Bekleidung und Gesundheit (Bekleidungsphysiologie)
- Textile Kette (Produktion, Ökologie)
- Verbraucherbildung (Markt, Mode, Werbung, Angebot und Nachfrage, Ökonomie)
- Textilpflege und -erhaltung
- Gestaltung (Material, Werkzeuge, Kulturtechniken, Gestalttheorien, Ästhetik des Alltags)

Diese Themenfelder können als Kulturanthropologie des Textilen betrachtet werden und führen Gegenstandsbereiche mit Schwerpunkten auf. Die Bildungsstandards für den Bereich Textil sind zum aktuellen Zeitpunkt noch in der Bearbeitung und sollen Ende des Jahres 2007 vorliegen.

Der Wissenszuwachs in gleichen Themenfeldern ist bei den Minimalstandards im Sinne eines Spiralcurriculums angedacht. „Die Komplexität der Alltagskultur und Lebenswelt, in der die Menschen als Akteure und gleichzeitig Leistungsträger der Gesellschaft in vielfältiger Wechselbeziehung stehen, kann im Bereich Textil - aber nicht nur dort - aufgegriffen und erarbeitet werden.“⁶³ Der Textilunterricht verfolgt demnach, Heranwachsende „[...] zu kompetenten, kritisch und bewusst handelnden Alltagsakteuren im Sinne der textilen Sachkultur [...]“⁶⁴ zu qualifizieren. Damit einher geht eine Prüfung der Inhalte und der Konzepte des Textilunterrichts. Lernen soll in sinnstiftenden Kontexten erfolgen sowie die kognitive Einbettung und Reflexion des praktischen Handelns beinhalten. Der Handlungsbegriff bezieht sich auf Produkte, die durch theoriegeleitetes,

⁶⁰ Eine detaillierte Ausführung würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Nähere Informationen sind unter Becker, C. (2005), S. 14 zu finden.

⁶¹ Vgl. Rusch, W. (2003), S. 32

⁶² Vgl. ebd., S. 32

⁶³ Vgl. ebd., S. 32

⁶⁴ Vgl. Becker, C. (2005), S. 11

schüleraktives und eigenständiges Handeln der Schüler entstehen. Prozesse wie denken, fragen, recherchieren, argumentieren, diskutieren, präsentieren, etc. umfassen dabei das Handeln im Textilunterricht, sodass die verschiedenen Lerntypen durch ein ausgewogenes Theorie-Praxis-Verhältnis gefordert und gefördert werden. Die Organisation des Unterrichtsprozesses wird dabei durch die Lehrer-Schüler-Interaktion geleitet. Die integrative Verknüpfung von Fachwissenschaft, Fachgestaltungspraxis und Fachdidaktik mündet in der Zielsetzung, eine Handlungskompetenz zu entwickeln.⁶⁵ Zusammenfassend soll Textilunterricht im Sinne des allgemeinen Bildungsauftrags der Schule die Heranwachsenden auf das Leben vorbereiten und sie zu „[...] bewussten, kritischen, textil-kompetenten Alltagsakteuren [...]“⁶⁶ qualifizieren.

In der weiteren Ausführung werden nach der Auseinandersetzung mit didaktischen Potenzialen der beiden Fachdisziplinen einige Aspekte der fachintegrativen Vorgehensweise sowie der konstruktivistischen Didaktik beleuchtet. Anschließend wird der Bezug zum Bildungsplan aufgezeigt. Die didaktische Betrachtung schließt mit der didaktischen Umsetzung in der Unterrichtskonzeption „Triple F“, welche im darauf folgenden Kapitel vorgestellt wird.

3.3 Fachintegrative didaktische Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil

In diesem Kapitel wird vorgestellt, welche Bereiche der Fachdisziplinen Haushalt und Textil sich für eine fachintegrative Umsetzung von Themen eignen, die potenziell Synergien beinhalten. Die Basis dafür bilden die aktuellen Positionen in den Didaktiken der haushaltsbezogenen und der mode- und textilwissenschaftlichen Bildung.

Die Zusammenstellung der synergetischen Bereiche erfolgte auf der Grundlage der Standards für den Bereich Textil⁶⁷, der Themenfelder des europäischen Kerncurriculums der Ernährungsbildung⁶⁸, der Bildungsziele von REVIS, übergeordneter Bildungs-

⁶⁵ Vgl. Kolhoff-Kahl, I. (2005), S. 48

⁶⁶ Becker, C. (2005), S. 16

⁶⁷ Vgl. Rusch, W. (2003), S. 32f

⁶⁸ Vgl. Heindl, I. (2003)

ziele nach HaBiFo, Bildungsziele nach GATWU⁶⁹ sowie eigener Aspekte, die bei der Auseinandersetzung mit den beiden Fachdidaktiken entstanden waren. Die nachfolgende Grafik stellt eine Übersicht über die synergierelevanten Bereiche dar.

In Anlehnung an HEINDL⁷⁰ werden in der Zusammenstellung Standards zu Lebensführungskompetenzen ins Zentrum der Bereiche positioniert, da alle darauf Bezug nehmen. Die Zusammenführung vorab angeführter Grundlagen ergibt folgende Gruppierungen: Bildungsbezüge, Lebens- und Alltagsbezüge, Disziplinbezüge und den Lebenszyklus von Produkten. Unter Bildungsbezügen werden Inhalte und Ziele der Verbraucherbildung sowie der Gesundheitsbildung subsummiert. In der graphischen Darstellung stehen in den oberen Feldern die spezifischen Inhalte der jeweiligen Fachdisziplin Haushalt bzw. Textil und im gemeinsamen zentralen Feld jene Themen, die sich für eine synergierelevante, fachintegrative Umsetzung eignen. Die gemeinsamen Felder sind nicht von geringerer Priorität, ferner sind sie die Hauptaspekte hinsichtlich der Fragestellungen dieser Arbeit:

Welche Themenfelder der Fachdisziplinen Haushalt und Textil eignen sich für eine fachintegrative Umsetzung? und Können durch eine fachintegrative didaktische Konzeption Synergieeffekte zwischen Haushalt und Textil genutzt werden?

Die Verbindungslinien in der Mitte der Graphik kennzeichnen weitere Bezüge zwischen den Bereichen untereinander.

Im Bereich der Verbraucherbildung werden folgende Perspektiven angeführt, die für beide Fachdisziplinen relevant sind: die Märkte, das Verbraucherrecht, die Verbraucherinformation, der Verbraucherschutz, der nachhaltige Lebensstil sowie die Auseinandersetzung mit dem Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LMFB). Spezifische Bereiche stellen dabei das Lebensmittelrecht und das Textilrecht mit Aspekten dar, die jeweils nur für Lebensmittel bzw. nur für Textilien gelten. In der Gesundheitsbildung liegen spezifische Bereiche für Ernährung und Bekleidung jeweils hinsichtlich der Gesundheit, der Physiologie und der Ökologie vor. Gemeinsame Themen stellen dahingegen die Gesundheitsförderung, Fitness, Wohlbefinden, die Humanökologie sowie funktionelle Produkte dar. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird eine exemplarische fachintegrative Unterrichtskonzeption vorgestellt, in der ausgewählte synergetische Themen der Bereiche Verbraucherbildung und Gesundheitsbildung bearbeitet werden.

⁶⁹ Gesellschaft für Arbeit, Technik und Wirtschaft im Unterricht e.V.

⁷⁰ Vgl. Heindl, I. (2005), S. 10

Bei den Lebens- und Alltagsbezügen werden die Bereiche Grundbedürfnisse und Lebensgestaltung unterteilt. Dabei steht das Grundbedürfnis Wohnen in gleichwertiger Stellung gegenüber den Grundbedürfnissen Ernährung und Bekleidung. Da das Wohnen in nahezu allen Bereichen der Fachdisziplinen Haushalt und Textil eine hohe und nahe liegende Relevanz besitzt, wurde dies nicht speziell aufgeführt. Bezüglich der Grundbedürfnisse Ernährung, Bekleidung und Wohnen werden deren Motive und Funktionen als synergetische Themen betrachtet.

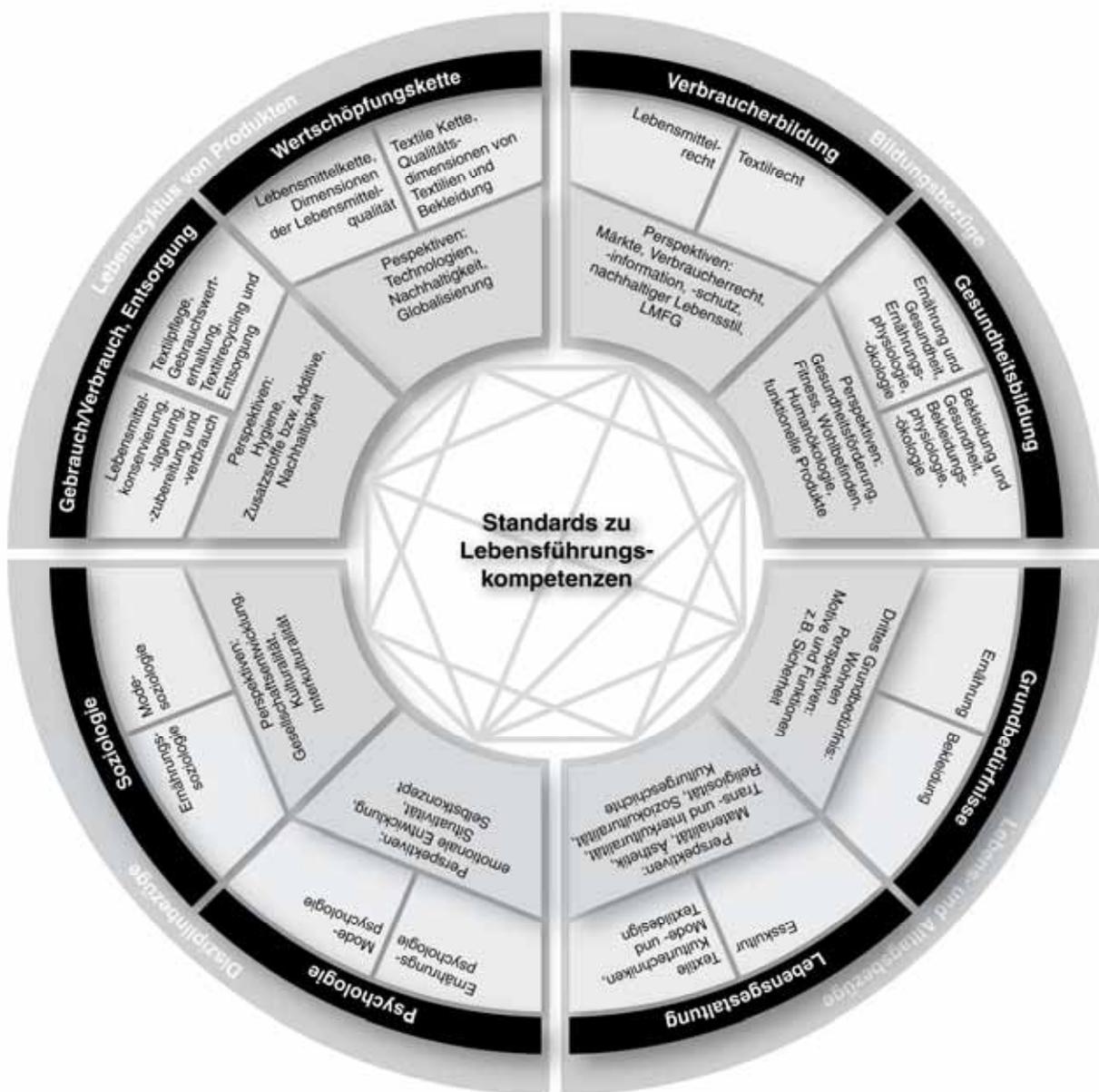
Im Bereich der Lebensgestaltung eignen sich für eine fachintegrative Umsetzung die Perspektiven Materialität, Ästhetik, Trans- und Interkulturalität, Religiosität, Soziokulturalität und Kulturgeschichte.

Weitere synergierrelevante Bereiche werden unter der Gruppierung Disziplinbezüge in der Psychologie und in der Soziologie angeführt. Dabei sind Perspektiven der Psychologie, die für eine themenbezogene Erarbeitung naheliegend sind, die emotionale Entwicklung, die Situativität sowie das Selbstkonzept. In der Soziologie stellen die Gesellschaftsentwicklung, Kulturalität und Interkulturalität die synergierrelevanten Themen dar. In der Psychologie wie auch in der Soziologie wird in den Fachdisziplinen spezifisch hinsichtlich der Ernährung und der Mode unterschieden.

Ein weiterer Bereich, der sich eignet Themen fachintegrativ umzusetzen, ist die Untersuchung des Lebenszyklus von Produkten. Dabei wird eine Unterteilung in Gebrauch/Verbrauch und Entsorgung sowie in die Wertschöpfungskette vorgenommen. Mögliche Perspektiven für eine fachintegrative Umsetzung sind beispielsweise im Bereich von Gebrauch/Verbrauch und Entsorgung die Hygiene, Zusatzstoffe bzw. Additive und die Nachhaltigkeit. Als spezifische Themen der Haushaltswissenschaft stehen die Lebensmittelkonservierung, Lebensmittellagerung, Zubereitung und Verbrauch den spezifischen Themen der Textilwissenschaft: der Textilpflege, Gebrauchswerterhaltung, Textilrecycling und Entsorgung gegenüber. In Betrachtung der Wertschöpfungskette sind Technologien, Nachhaltigkeit und Globalisierung Themen von beidseitiger und synergetischer Relevanz. In der Lebensmittelkette wie auch in der textilen Kette sind dennoch spezielle Bereiche der Fachdisziplinen zu beachten, sodass diese neben Aspekten der Qualität von Lebensmitteln und Textilien als Spezifika vorliegen.

Die jeweiligen Standards der Fachdisziplinen sowie eine ausführliche tabellarische Zusammenstellung, die die Grundlage dieser Grafik ist, finden sich im Anhang in Kapitel II.

Abb. 2: Synergetische Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil⁷¹



In dieser Ausführung werden schwerpunktartig die Inhalte der Themenfelder von Haushalt und Textil betrachtet. Hinsichtlich einer Kompetenzentwicklung bestehen weitere Möglichkeiten, Fächergrenzen themenbezogen zu überschreiten und synergetisch zu arbeiten.

Die Graphik (Abb.2) ist nach dem Anhang noch in ausklappbarem DIN A 4 Format angeführt.

⁷¹ Eigene Darstellung auf den Grundlagen der derzeitigen Standards jeweils für Haushalt und für Textil

3.4 Grundlagen für das Unterrichtskonzept „Triple F“

Das Unterrichtskonzept „Triple F“ wird fachintegrativ projektartig umgesetzt und basiert auf konstruktivistischen Grundgedanken der Didaktik der Lernumgebungen nach MANDL. Diese grundlegenden Bereiche werden jeweils separat ausgeführt und im nachfolgenden Kapitel zusammenfassend auf das Unterrichtskonzept bezogen konkretisiert.

3.4.1 Aspekte fachintegrativen Unterrichts

Was unter der fachintegrativen Vorgehensweise bezogen auf das Konzept „Triple F“ verstanden wird, stellt den Inhalt dieses Kapitels dar. Unterricht kann in verschiedenen Ausrichtungen über Fächergrenzen hinweg kooperativ oder integrativ gestaltet werden. In diesem Abschnitt soll der Begriff „fächerintegrativer“⁷² Unterricht hinsichtlich der Anwendung in der Unterrichtskonzeption „Triple F“ dargestellt und präzisiert werden.

Dem fächerintegrativen Unterricht liegt eine Orientierung am ganzheitlich vernetzenden Denken zugrunde welches nach Themen- und Problemfeldern ausgerichtet ist. Der fächerintegrative Unterricht greift noch über den fächerübergreifenden Unterricht hinaus. Im fächerübergreifenden Unterricht erfolgt eine Überlappung und inhaltliche Einbindung verschiedener Unterrichtsfächer, wobei das Lernen durch Handlungsorientierung gekennzeichnet ist. Dabei können der *fachzentrierte* Ansatz, der *themenorientierte* Ansatz und der *methodenbezogene* Ansatz dem Vorgehen zugrunde liegen.⁷³ Ausgehend von der Verantwortlichkeit eines Faches können beim fachzentrierten Ansatz Beiträge anderer Fächer unterstützend einbezogen werden. Bei dem themenorientierten Ansatz ist hingegen der interdisziplinäre Charakter eines Unterrichtsinhalts Ausgangspunkt für eine Kooperation verschiedener Fächer. Der methodenbezogene Ansatz verfolgt dahingegen nicht das Thema als zentrales Ziel, sondern strebt lerntechnische, personale oder

⁷² Fachintegrativ und fächerintegrierend werden als synonyme Begriffe verwendet.

⁷³ Vgl. Landolt, H./ Fehlmann, R./Müller, P./ Nussbaumer, H./ Teschenett, A. (1999), S. 16

soziale Implikationen an. Dabei wird häufig die Projektmethode oder Werkstattmethode eingesetzt.⁷⁴

Fächerintegrativer Unterricht führt die Ansätze des fächerübergreifenden Unterrichts weiter. Hier entsteht der Impuls aus Themen und Themenfeldern, wobei die Fächer die integrierten Bestandteile eines Ganzen bilden. Der fächerintegrative Unterricht zeichnet sich durch seine Komplexität und den Einbezug von Lernzusammenhängen aus, wobei der fächerübergreifende Unterricht ein wesentliches Fundament für das fächerintegrative Unterrichten bildet.⁷⁵ Für die Umsetzung der Unterrichtskonzeption „Triple F“ werden innerhalb der fachintegrativen Vorgehensweise themenbezogene sowie methodenbezogene Wege verfolgt.

Historische Vorbilder für fächerintegrierenden Unterricht sind bei PESTALOZZI, DEWEY und in der Reformpädagogik zu finden. Eine weitere Orientierung gilt Konzepten von ROGERS und der themenzentrierten Interaktion von RUTH COHN, worin ebenfalls selbstständiges Lernen in einem ganzheitlichen, handlungs- und lebensweltorientierten Unterricht postuliert wird.⁷⁶

DUBS sieht die Ziele fächerintegrierenden Unterrichts darin, die Grenzen bestehender Wissensdisziplinen zu überschreiten, um Wissenszusammenhänge aufzuzeigen. Dabei wird von thematischen und handlungsbezogenen Sinnbezügen ausgegangen, die helfen, unbekannte Einflüsse auf Problemlösungen aufzudecken oder sinnbezogene, ganzheitliche Lösungen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu finden. Es gilt dabei die Wechselwirkungen zu berücksichtigen.⁷⁷

Um der Komplexität heutiger Probleme zu begegnen, benötigt man Kernkompetenzen, die Wissen und Denken vernetzen und kompetentes Handeln ermöglichen.

Im Hinblick auf diese Zielsetzungen eignet sich fachintegrativer Unterricht, in welchem erweiterte Lehr- und Lernformen umgesetzt werden. Dabei muss sich das Schüler- und Lehrerverhalten entsprechend verändern. Im Unterrichtsgeschehen soll die Auseinandersetzung mit der eigenen Person möglich sein und es sollen Lernvorgänge gefördert und Lernprozesse miteinbezogen werden. Der Unterricht soll schülerorientiert gestaltet werden, indem Schüler in die Arbeitstechniken und in bestimmte Fertigkeiten eingeführt werden, um die Lerninhalte selbstständig zu erfassen. Dabei ist eine gründliche

⁷⁴ Vgl. Landolt, H./ Fehlmann, R./Müller, P./ Nussbaumer, H./ Teschenett, A. (1999), S. 16

⁷⁵ Vgl. Landolt, H./ Fehlmann, R./Müller, P./ Nussbaumer, H./ Teschenett, A. (1999), S. 16

⁷⁶ Vgl. ebd., S. 16

⁷⁷ Vgl. Dubs, R. (1995), S. 893

Auswertung der inhaltlichen, prozessorientierten und arbeitstechnischen Lernergebnisse für die Ausbildung von Transferleistungen wichtig.

Die Rolle der Lehrperson verändert sich dahingehend, dass sie stärker als Impulsgeber, Informationsdrehscheibe und Lernberater fungiert. Statt vorwiegend Wissen zu vermitteln, wird von der Lehrperson gefordert, offene und anregende Lern- und Handlungssituationen zu schaffen, vermehrt Regie- und Moderationstätigkeiten zu übernehmen und Lernende zum Mitgestalten, selbstständigen Tun und Lernen anzuleiten. „Aufgrund des sich schnell überholenden Wissens sind neue didaktische Formen gefragt, die es dem Lernenden ermöglichen, [...]“⁷⁸ eigenständig Wissen aufzubauen. Im Vordergrund steht das Bemühen, thematische Zusammenhänge zu erfassen und darzustellen. Zusammenfassend soll Lernen im fächerintegrierenden Unterricht in Sinn- und Handlungszusammenhängen erfolgen und dadurch vernetztes Denken sowie sach-, methodenbezogene und personale Kompetenzen fördern. Diesen fachintegrativen Zielen ist das Unterrichtskonzept „Triple F“ verpflichtet.

Im weiteren Verlauf erfolgt die Auseinandersetzung mit didaktischen Grundlagen, speziell mit Aspekten der konstruktivistischen Didaktik, da diese in der Unterrichtskonzeption „Triple F“ Anwendung finden.

⁷⁸ Vgl. Landolt, H./ Fehlmann, R./Müller, P./ Nussbaumer, H./ Teschenett, A. (1999), S. 20

3.4.2 Aspekte konstruktivistischer Didaktik

„Vieles hätte ich verstanden, wenn man es mir nicht erklärt hätte!“

Aphorismus von Stanislaw Jerzy Lec⁷⁹

„In der Schule bleibt von all dem dort vermittelten Stoff so wenig hängen, weil die Belehrung dem Lernen im Weg steht. Lernen ist eben nicht kopieren, sondern entdecken.“

Reinhard Kahl⁸⁰

In diesem Unterkapitel wird ein kurzer Überblick über konstruktivistische didaktische Ansätze (KÖSEL, REICH, MANDL) gegeben, der in der näheren Betrachtung ausgewählter Aspekte der Theorie von MANDL mündet. Diese bildet die didaktische Basis der Unterrichtskonzeption „Triple F“. Im Rahmen der didaktischen und methodischen Betrachtungen werden zudem die relevanten Inhalte des Bildungsplans aufgezeigt und anschließend die Leitlinien der Unterrichtskonzeption „Triple F“ dargestellt.

Die allgemeine Didaktik wird bis heute von der bildungstheoretischen Didaktik und der lerntheoretischen Didaktik beherrscht, welche beide aktualisiert bzw. erneuert wurden. Faktisch unbedeutend geworden sind auf wissenschaftlicher Ebene die informationstheoretisch-kybernetischen und verhaltenswissenschaftlich-lernzielorientierten Konzepte.⁸¹ Seit geraumer Zeit werden des Weiteren konstruktivistisch orientierte didaktische Theorien⁸² im Bereich der Didaktik diskutiert, jedoch liegt keine anerkannte allgemeine konstruktivistische Didaktik vor.⁸³

Den Grundgedanken des Konstruktivismus entsprechend, wird die Existenz von Gegenständen und Inhalten allein einer subjektiv-situativen Konstruktion zugeordnet. Der eigentliche Gegenstand bzw. Inhalt existiert nicht, bzw. kann nicht isoliert betrachtet werden. Demzufolge konstruiert jeder seine eigene Wirklichkeit im Kopf. In diesem Sinne formuliert KOLHOFF-KAHL den Sachverhalt folgendermaßen: „Die Beobachtungen des Beobachters verändern das Beobachtete.“⁸⁴

⁷⁹ Vgl. <http://www.entdeckendes-lernen.de/1elernen/zitat.htm> (14.02.07)

⁸⁰ Vgl. www.bnv-regen.de/home/vsteisnach (11.07.06)

⁸¹ Vgl. Peterßen, W. (2001), S. 97

⁸² Zur sprachlichen Vereinfachung wird im weiteren Verlauf die didaktische Umsetzung konstruktivistischer Gedanken als konstruktivistische Didaktik bezeichnet.

⁸³ Vgl. Peterßen, W. (2001), S.97

⁸⁴ Vgl. Kolhoff-Kahl, I. (2005), S. 115

Nach dem Didaktiker PETERBEN bilden in den Ansätzen einer konstruktivistischen Didaktik vier unterschiedlich gelagerte Theoriekontexte den Hintergrund: Der radikale Konstruktivismus, die Neurobiologie des Erkennens, die Systemtheorie und aktuelle kognitionspsychologische Lernkonzeptionen.

Neben diesen eher theoretisch ausgerichteten Ansätzen gibt es für die pädagogische Praxis weitere Ansätze, die als systemisch-konstruktivistische Didaktik überschrieben werden können. Es handelt sich um die *subjektive Didaktik* von KÖSEL und die *Didaktik der Konstruktionen* von REICH. Die *Didaktik der Lernumgebungen* nach MANDL wird nicht als didaktische Theorie, vielmehr als psychologischer Beitrag zum Lehren und Lernen für den Bildungsbereich gesehen.

Die *Subjektive Didaktik* von KÖSEL steht in enger Verbindung mit dem radikalen Konstruktivismus. KÖSEL teilt die Auffassung WATZLAWICKS, das „immer-mehr-desselben“ zu einer Verfestigung führen kann und verfolgt den Weg eines neues Denkens und neuer Handlungsempfehlungen. Das Kategoriensystem der *subjektiven Didaktik* ist dem der Systemtheorie mit seinen Begrifflichkeiten nahe. Der Umgang mit dieser Theorie setzt die Aneignung eines entsprechenden Vokabulars voraus.

Die *Didaktik der Konstruktionen* nach REICH wird auch als interaktionistischer Konstruktivismus bezeichnet und basiert u.a. auf reformpädagogischen Gedanken von FREINET und DEWEY. Darin wird, als Kernstück einer systemisch-konstruktivistischen Pädagogik, auf die Unterscheidung zweier Ebenen im didaktischen Geschehen hingewiesen. Unterschieden wird die Inhaltsebene (curriculare Ebene) von einer Beziehungsebene (kommunikative Ebene).⁸⁵ Die beiden Ebenen sollten nach REICH in der Didaktik immer in Wechselwirkung betrachtet werden.

REICH arbeitet grundlegend mit drei Konstruktionsbegriffen:⁸⁶

- *Konstruktion*: „Wir sind die Erfinder unserer Wirklichkeit“
- *Rekonstruktion*: „Wir sind die Entdecker unserer Wirklichkeit“
- *Dekonstruktion*: „Es könnte auch anders sein“

Alle drei Konstruktionspostulate sind als integrierende Momente eines ganzheitlichen didaktischen Denkens zu sehen, die ineinander verschränkt und nach situativen Ansprüchen realisiert werden. Dadurch verändert sich das Rollen- und Selbstverständnis der Lehrpersonen, die als „Mehrwisser“ anstelle als „Besserwisser“ zu sehen sind. Diese Veränderungsprozesse müssen jedoch bereits in der Ausbildung verankert werden. Da-

⁸⁵ Vgl. Peterßen, W. (2001), S. 95

⁸⁶ Vgl. ebd., S. 95ff

bei wird ein Umdenken in den Köpfen der Lehrkräfte von linear-kausalem zu zirkulierenden Denken erforderlich.⁸⁷

REICH sieht die Didaktik nicht als Theorie der Abbildung, Erinnerung und richtiger Rekonstruktion von Wissen und Wahrheit, sondern als konstruktiven Ort möglichst eigener Weltfindung.

Ein weiterer praxisrelevanter Ansatz, der konstruktivistische Gedanken umsetzt, ist die *Didaktik der Lernumgebungen* von MANDL. Dieser psychologische Ansatz versucht Beiträge zu Lernen und Lehren in Schule und Unterricht zu leisten. Der Konstruktivismus dient hier - ohne fundamentalistischen Geltungsanspruch - als Perspektive und stellt einen viel versprechenden theoretischen Rahmen für eine Analyse von Prozessen des Wissenserwerbs dar.⁸⁸ MANDL beschäftigt sich mit der Erkundung der Struktur von Lernumgebungen, in denen nachweislich erfolgreich gelernt werden kann.

Eine Lernumgebung wird dabei als ein planvoll hergestelltes Lern-Arrangement didaktischer, methodischer und medialer Aspekte betrachtet.⁸⁹ Die Typisierung von Lernumgebungen erfolgt nach REINMANN-ROTHMEIER und MANDL in drei Kategorien:⁹⁰

- die kognitivistisch gefärbte Auffassung, die eine gegenstandsorientierte Lernumgebung nach sich zieht,
- die konstruktivistisch gefärbte Auffassung, die mit einer situierten Lernumgebung einher geht und
- die integrierte Position; die integrierte Konzeption ist am besten geeignet den Erfordernissen der Praxis gerecht zu werden.

Die Grenzen zwischen den puristischen Auffassungen sind letztlich fließend und die Theorien und Konzepte der Unterrichtsforschung werden stetig weiter entwickelt.

Nach kognitivistischer Auffassung existiert Wissen unabhängig vom Lernenden, sodass eine objektive Wissensbasis aufgebaut werden kann. Das Wissen ist systematisch aufbereitet, nach sachlogischen Kriterien geordnet und erzeugt häufig „träges Wissen“ welches auf komplexe Alltagsanforderungen nicht angewendet werden kann.⁹¹ „Vertreter der konstruktivistischen Auffassung plädieren dafür, beim Lernen die konstruktive Eigenaktivität sowie den Kontextbezug in den Vordergrund zu stellen und Lernumgebun-

⁸⁷ Vgl. Peterßen, W. (2001), S. 95ff

⁸⁸ Vgl. Gerstenmaier, J. /Mandl, H. (1994), S. 46

⁸⁹ Vgl. Wahl, D. (2005), S. 206

⁹⁰ Vgl. Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H. (2001), S. 605

⁹¹ Vgl. Peterßen, W. (2001), S. 122

gen entsprechend „situiert“ zu gestalten.“⁹² Im Fokus der konstruktivistischen Betrachtungen stehen für die Lehr- und Lernforschung weniger die Wissenschafts- und Erkenntnistheorie des Konstruktivismus sondern die Prozesse des Denkens und Lernens handelnder Subjekte.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich vorwiegend auf das von REINMANN-ROTHMEIER und MANDL verfolgte Konzept. Dabei wird die zentrale Annahme verfolgt, dass Wissen von Menschen konstruiert wird und keine internale Abbildung der Wirklichkeit ist, die sich im Lehr-Lernprozess „transportieren“ lässt. Mit dem Ziel, dass Lernen ein aktiver, konstruktiver Prozess in einem Handlungskontext sein soll, bedarf es einer Lernumgebung, die Situationen anbietet, die kontextbezogenes Lernen und eigene Konstruktionsleistungen ermöglichen. Aufgabe des Lehrenden ist es, Problemsituationen und Werkzeuge zur Problembearbeitung zur Verfügung zu stellen sowie den Lernenden bei Bedarf zu unterstützen. Lernprozesse sollen in der konstruktivistisch orientierten Lernumgebung von Beginn an unter anwendungsorientierten Gesichtspunkten durch die Bearbeitung authentischer und realistischer Probleme erfolgen. Für die Beurteilung steht der Prozess im Vordergrund; weniger das Ergebnis.⁹³ Zentral ist die Verbindung von Wissen und Handeln. Mit diesem Ansatz verfolgt MANDL das Grundbestreben, statt „trägem Wissen“, „intelligentes“ bzw. „produktives“ Wissen zu erzeugen.⁹⁴ Die Lernenden sollen ihr Wissen „gebrauchen“ können und im Sinne KERSCHENSTEINERS Selbstständigkeit und Handlungsfähigkeit erzielen.⁹⁵ Leitlinien für derartige Lehr-Lernmodelle basieren auf Konzepten aus den USA. Dort bildet das selbst gesteuerte Lernen den Kernpunkt situierten Lernens mit einer konstruktiven Selbstständigkeit von Lernenden.

Als historischer Vorläufer der konstruktivistischen Ansätze und der Situated-Cognition Bewegung wird der Psychologe BRUNER gesehen. Dieser hatte mit seinem entdeckenden Lernen in den 60er Jahren großen Einfluss. Entdeckendes Lernen bedeutet, der Lernende setzt sich aktiv mit Problemen auseinander, sammelt Erfahrungen und führt bei Bedarf Experimente durch, um sich die komplexen Sachverhalte und Prinzipien anzueignen. BRUNER erwartet dadurch, dass neben dem oberflächlichen Wissen auch Problemlösestrategien und heuristische Methoden erworben werden. Das entdeckende Ler-

⁹² Vgl. Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H. (2001), S. 605

⁹³ Vgl. ebd., S. 617

⁹⁴ Vgl. Peterßen, W. (2001), S. 122

⁹⁵ Vgl. ebd., S. 122

nen soll möglichst viele Fragen aufwerfen und eine Neugier wecken, die nachhaltige Lernprozesse auslöst.⁹⁶

Der These von situierten Lernumgebungen wird allerdings auch Kritik entgegengebracht. In Leistungstests verzeichneten Lernende nach Lernprozessen konstruktivistischen Vorgehens einen schlechteren Wissensstand. Diese Problematik relativierte sich jedoch durch Ergebnisse langfristiger Untersuchungen, in denen die Anwendung des Wissens geprüft wurde.⁹⁷ Bezüglich situierter Lernumgebungen ist ebenfalls kritisch anzumerken, dass besonders Lernende mit ungünstigen Lernvoraussetzungen in der Praxis leicht desorientiert und überfordert sein können. Empirische Erkenntnisse deuten einen Zusammenhang an, dass Lernende mit hohen Lernvoraussetzungen mehr von weniger strukturierten Lernumgebungen profitieren, dagegen Lernende mit geringer Lernvoraussetzung von hoch strukturierter Arbeitsanleitung.⁹⁸

Eine weitere Variante stellt die integrierte Lernumgebung dar. Die integrierte Konzeption einer Lernumgebung bezeichnet man gleichfalls auch als pragmatische, problemorientierte oder gemäßigt konstruktivistische Konzeption.⁹⁹ Diese Bezeichnungen werden gleichbedeutend verwendet. Integriert werden im Sinne der Synthese instruktionaler und konstruktivistischer Elemente (siehe Abb.3, S. 44). Die Bezeichnung pragmatisch wird aufgrund einer an der Wirklichkeit orientierten Sichtweise verwendet; der Begriff problemorientiert, da die Lernstrategie von relevanten Problemen ausgeht. Als gemäßigt konstruktivistisch kann die Konzeption im Sinne einer an den alltäglichen Erfordernissen des Lehrens und Lernens ausgerichteten Relativierung radikal konstruktivistischer Ideen bezeichnet werden. Für die Unterrichtskonzeption „Triple F“ ist die integrierte Lernumgebung der ideale Rahmen für eine alltagsbezogene, situierte Gestaltung einer Lernumgebung. Die Schüler können darin umfassend eigenständig agieren und mehrperspektivische Anregungen erfahren. Die Unterrichtskonzeption „Triple F“ folgt in weiten Teilen den Grundgedanken dieser integrierten Auffassung.

Die Begriffe Konstruktion und Instruktion werden in ihrer Bedeutung in Abb. 3 erläutert.

⁹⁶ Vgl. Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H. (2001), S. 622

⁹⁷ Vgl. Schmidt, H.G/ Moust, J.H. (2000), S. 57

⁹⁸ Vgl. Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H. (2001), S. 638

⁹⁹ Vgl. ebd., S. 640

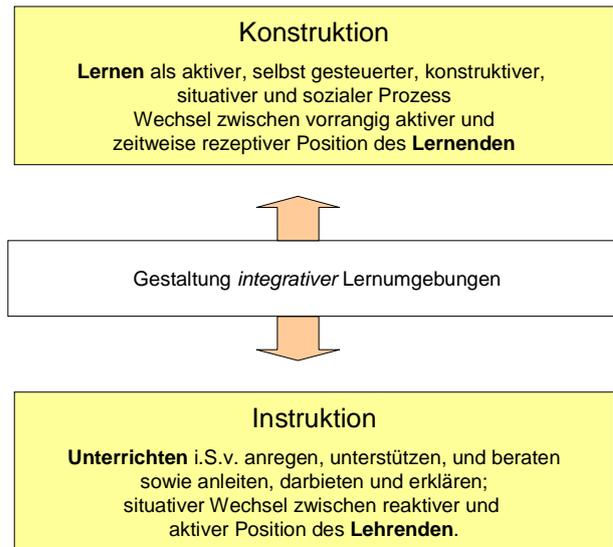


Abb. 3: Eine integrative Lernumgebung¹⁰⁰

Durch eine integrative Lernumgebung wird angestrebt, die Kluft zwischen Wissen und Handeln zu reduzieren sowie durch verstärkte Förderung fachübergreifender Fähigkeiten eine größere Handlungskompetenz zu erzielen. Durch die Lernumgebung sollen aktive, selbst gesteuerte, konstruktive, situative und soziale Lernprozesse angeregt und gefördert werden, wobei zugleich nicht auf instruktionale Unterrichtsanteile wie Anleiten, Erklären und Darbieten verzichtet werden muss.¹⁰¹ Dieses Zusammenwirken wird in Abb. 3 dargestellt.

Inwieweit Lernprozesse erfolgreich sind, hängt davon ab, ob die Ausprägung und Gewichtung der instruktivistische und konstruktivistischen Anteile auf den entsprechenden organisatorischen Kontext, die Adressaten, die angestrebten Lernziele und das Kompetenzniveau der Lernenden abgestimmt sind.

Zusammenfassend können folgende Leitlinien für die Gestaltung integrierter Lernumgebungen konstatiert werden: Lernen soll in relevanten Kontexten und mit möglichst authentischem Material erfolgen.¹⁰² Dabei soll der Lerninhalt zur Sache des Lerners gemacht werden, sodass Schüler an persönliche Erfahrungen anknüpfen können. Das Ziel des Bestrebens liegt darin, dass Schüler aus authentischen Problemsituationen heraus real handeln sollen. Das Lernen in multiplen Kontexten begünstigt den Transfer auf

¹⁰⁰ Abbildung in Anlehnung an: Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H.(2001), S. 625

¹⁰¹ Vgl. Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H. (2001), S. 626

¹⁰² Vgl. Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H. (2001), S. 626ff

weitere Problemstellungen. Hier besteht ein Widerspruch zur Idee des situierten Lernens. Diese verfolgt möglichst die realen Situationen als Lerngegenstand zu nutzen, während das Lernen in multiplen Kontexten mit möglichst vielseitigen Erprobungsfeldern besonders den Transfer anzusprechen sucht. Da nahezu in allen Situationen übertragbare Teilaspekte vorliegen, werden damit Anteile beider Bereiche umgesetzt.

Das Lernen soll gleichfalls unter verschiedenen Perspektiven erfolgen, sodass innerhalb der Lernumgebung unterschiedliche Blickwinkel betrachtet werden, woraus eine flexiblere Anwendung der Kenntnisse und Fertigkeiten resultieren kann. Des Weiteren soll in sozialen Kontexten gelernt werden, d.h. Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellung sollen bevorzugt in einer Gruppe erarbeitet und konstruiert werden. Insgesamt soll die Lernumgebung derart gestaltet sein, dass Lernen angeregt und gefördert wird. Die Aufgabenwahl und die Anreizstruktur sind wichtige Grundlagen für die Kommunikation unter den Lernenden. Eine zu große Offenheit bzw. zu große Spielräume überfordern die Lernenden leicht. Je nach Adressatengruppe gilt es spezielle Aspekte des selbst gesteuerten Lernens zu beachten. Dabei ist ein wesentlicher Aspekt, dass es keine vorbestimmten Endpunkte des Lernens gibt. Bei allen Selbststeuerungsvarianten sollten Wahlmöglichkeiten für den Lernenden bestehen sowie die Möglichkeit etwas zu bewirken. Zudem benötigt der Lernende entsprechende Handlungs- und Lerninstrumente. Dabei spielen kognitive Strategien zur Informationsbeschaffung, zur Verarbeitung und Anknüpfung an vorhandenes Wissen eine Rolle. Des Weiteren werden dabei motivational-emotionale Faktoren, persönliche Ziele und Interessen und das individuelle Selbstbild davon tangiert.

Allen Ansätzen einer konstruktivistischen Didaktik ist gemein, dass Außensteuerung von Lernen für unmöglich gehalten wird. Denkbar ist allenfalls eine Anregung, eine Perturbation. TERHART formuliert Lernen als „[...] ein je individuelles, aber in sozialen Kontexten stattfindendes Konstruieren und Umkonstruieren von inneren Welten, das nur zu einem geringen Teil „von außen“ angestoßen, keinesfalls aber in Verlauf und Ergebnis gesteuert werden kann. Die Verantwortung für das Lernen liegt beim Lernenden.“¹⁰³ Letztlich wird auf vielseitigem Wege angestrebt, intelligentes, d.h. verfügbares Wissen aufzubauen.

¹⁰³ Terhart, E., (1999), S. 28

3.4.3 Bezug zum Bildungsplan 2004

Die Auseinandersetzung mit den Bildungsplänen bezieht sich auf die baden-württembergischen Bildungspläne von 2004. Die Bildungsstandards¹⁰⁴ bieten verstärkt Freiräume, die es ermöglichen, sich von der klassischen Fächerstruktur zu lösen und dadurch themenbezogenes und projektartiges Arbeiten begünstigen. Dabei sollen übergreifend Kompetenzen und Fähigkeiten geschult und die Ausbildung einer umfassenden Handlungskompetenz angestrebt werden. Im Bildungsplan wird auf den Umstand verwiesen, dass die ganzheitliche Sichtweise eine mehrperspektivische Auseinandersetzung mit der Thematik ermöglicht und durch Verknüpfung von Lehrpläneinheiten sowie durch fächerübergreifendes Arbeiten gefördert wird. Die Schüler sollen beispielsweise im Fach Mensch und Umwelt (MUM) Selbstständigkeit und Verantwortungsbewusstsein in den unterschiedlichen Handlungsfeldern des privaten Haushalts entwickeln.¹⁰⁵

Die didaktischen und methodischen Prinzipien des neuen Bildungsplans beinhalten die Forderung, das Lernen durch „Lernstrategien“ zu erleichtern. Diese sollen an geeigneten Anlässen, Wiederholung, Abwandlung und Transfer des Gelernten geübt werden.¹⁰⁶ In der Unterrichtskonzeption „Triple F“ wird das strategische Ziel verfolgt, am Beispiel der funktionellen Produkte mit dem Attribut Fitness, die Entwicklung einer Lösungsstrategie aufzuzeigen, wie sich Jugendliche als Verbraucher in einem Feld sich nicht selbst erklärender Produkte zurecht finden können. Die Auseinandersetzung mit diesen Inhalten soll im Rahmen einer fachintegrativen, projektartigen Unterrichtskonzeption erfolgen. Im Bildungsplan wird dahingehend gefordert: „Der Unterricht im Fach Mensch und Umwelt hat das Ziel in Thema und Methode fächerübergreifend zu arbeiten, zu denken und zu handeln.“¹⁰⁷

Die projektartige Vorgehensweise wird zudem aus nachfolgenden Gründen gewählt. In den einführenden Worten des Bildungsplans wird die allgemeine Zielsetzung, anstelle von reinem Faktenwissen übergreifende Kompetenzen zu entwickeln, formuliert. Als Kompetenz wird hierbei eine komplexe Fähigkeit verstanden, die sich aus richtigem

¹⁰⁴ Vgl. Bildungsstandards Baden-Württemberg 2004

¹⁰⁵ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg: (2004c), S. 150

¹⁰⁶ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg: (2004c), S. 17

¹⁰⁷ Vgl. ebd., S.150

Wahrnehmen, Urteilen und Handeln zusammensetzt und dabei das Verstehen der wichtigsten Sachverhalte voraussetzt.¹⁰⁸

Die Projektmethode ist eine geeignete Methode, neben fachlichen Kompetenzen, methodische, personale und soziale Kompetenzen zu fördern und somit einen erheblichen Zugewinn an Handlungskompetenz hervorzubringen. Die Projektmethode eignet sich zudem, konstruktivistische Gedanken in die Praxis umzusetzen, da ein hohes Maß an aktiver, selbst gesteuerter, konstruktiver, situativer und sozialer Lernprozesse erfolgen kann. Ferner bietet es sich im Fach MUM besonders durch die Alltagsnähe des Faches an, handlungsorientiert zu arbeiten. Eine nähere Auseinandersetzung mit dem projektartigen Arbeiten folgt im Kapitel 3.4.4.

Die Kompetenzen für die geplante Thematik sollen nach der Vorgabe des neuen Bildungsplans im Fach MUM nach Abschluss von Klasse zehn erworben sein. Die Fachinhalte sind somit in den Klassen neun und zehn durchzuführen. Bereits für die achte Klasse wird in den Kompetenzen und Inhalten des Bildungsplans gefordert, dass die Schüler den „Einkauf von Verbrauchsgütern planen und durchführen, ausgewählte Lebensmittel als Nähr- und Wirkstoffträger unter ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten bewerten und mit einem Ernährungsprogramm am PC Ist-Versorgung und Sollbedarf eines Tagesplanes für die eigene Person ermitteln und bewerten können.“¹⁰⁹

Die textilen Inhalte beziehen sich für die Klasse acht auf grundlegende Bereiche wie: Ausgehend von der Textilen Kette exemplarisch die Produktionsschritte Faser-Garn-Fläche nachvollziehen können und einfache Ausrüstverfahren kennen. Für die zehnte Klasse gelten folgende für die Unterrichtskonzeption relevanten Inhalte:¹¹⁰

¹⁰⁸ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg:(2004c), S. 8

¹⁰⁹ Vgl. ebd., S. 151

¹¹⁰ Vgl. ebd., S. 152

„Schüler sollen:

- die Mittel des Haushalts verantwortungsvoll in ausgewählten haushälterischen Situationen unter ökonomischen, ökologischen und persönlichen Aspekten einsetzen können
- Verbraucherinformationen auswerten und auf den Fall bezogen nutzen können
- anhand von Fallbeispielen einen Entscheidungsprozess zur Gebrauchsgüterbeschaffung, Gebrauchswerterhaltung und Entsorgung im privaten Haushalt durchführen
- die Lebensmittelqualität unter den Aspekten Gesundheitsverträglichkeit, [...] beurteilen können
- aktuelle Trends in der Produktion und Behandlung von Lebensmitteln erkennen, diese aus Verbrauchersicht bewerten und dieses Wissen in die eigenen Lebensmittelauswahl einbeziehen
- Bekleidung nach bekleidungsphysiologischen Aspekten auswählen und beurteilen
- beim Kauf von Bekleidung durch Kenntnis moderner Materialien situationsgerecht entscheiden können“

Neben den bereits aufgeführten Inhalten kann mit der Erfassung expandierender Märkte zudem ein Beitrag zur Gesundheitserziehung geleistet werden, die als [...] „durchgängiges Unterrichtsprinzip bei der Hinführung des Einzelnen zu einer verantwortungsbewussten Lebensgestaltung“¹¹¹ gefragt ist und besondere Berücksichtigung finden soll. Die Gestaltung der Lernprozesse in einer konstruktivistischen Lernumgebung wird methodisch durch projektartiges Arbeiten gestaltet. Eine Skizzierung der Projektmethode folgt im anschließenden Kapitel.

¹¹¹ Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg: (2004c), S. 150

3.4.4 Aspekte projektartigen Lernens

In diesem Abschnitt wird ein kurzer historischer Abriss der Projektmethode gegeben, der in der Begriffsklärung des projektartigen Arbeitens mündet. Da es sich bei der Projektmethode um eine sehr renommierte Unterrichtsmethode handelt, wird sie hier nur kurz dargestellt. Die Relevanz dieser Methodik für die schulpraktische Umsetzung wird abschließend sowie im weiteren Verlauf der Darstellung der Unterrichtskonzeption „Triple F“ deutlich werden.

Die ursprünglich aus Italien stammende Idee von projektartigem Lernen entstand Anfang des 18. Jahrhunderts und verbreitete sich über den gesamten Kontinent sowie in die Vereinigten Staaten. Die Projektmethode ist Teil einer internationalen Bewegung, die stark auf handwerkliche Berufe bezogen war und je nach Vertreter unterschiedlich ausgestaltet wird. Das Ziel der Projektmethode besteht darin, die Kluft/Distanz zwischen Schule und Leben, Theorie und Praxis zu verringern. Die Lernenden sollen ihre Kenntnisse selbstständig einsetzen und auf den konkreten Fall anwenden können.

Das Projekt rückte mit dem pädagogischen Bestreben einer ganzheitlichen Erziehung Ende des letzten Jahrhunderts in den Mittelpunkt des Unterrichts. Gegenstand des Lernens sollen natürliche Gegebenheiten sein. Unter verschiedenen Bezeichnungen (Vorhaben, Plan, Entwurf) wurden die Grundgedanken des Projekts in die Praxis umgesetzt. Die enge Bindung an den technischen Bereich wurde gelöst, so dass Lernen am Projekt in jedem Fach und in jedem Bereich stattfinden kann. Dabei können als Ergebnisse konkrete Produkte wie auch abstrakte Ergebnisse stehen.¹¹²

DEWEY gilt als ein bedeutender pädagogischer Theoretiker und als Begründer der Projektidee. Nach DEWEY muss Lernen durchweg auf Erfahrung aufgebaut sein. Von ihm wird ein experimentierendes, entdeckendes Lernen der Kinder verfolgt. Der Begriff Projektmethode wurde letztlich von KILPATRICK, einem Schüler DEWEYS geprägt. KILPATRICK definiert die Projektmethode als planvolles Handeln aus ganzem Herzen, das in einer sozialen Umgebung stattfindet.

Eine Neukonzeption des Begriffs der Projektmethode wurde von FREY vorgelegt, der in Grundgedanken auf die Projektmethode von DEWEY und KILPATRICK zurückgreift. FREY versteht die Projektmethode als eine Form der lernenden Betätigung, die bildend

¹¹² Vgl. Frey, K. (2002), S. 31

wirkt. Dabei wird der Weg beschrieben, den Lehrende und Lernende gehen, wenn sie sich bilden wollen. Jeder Ausgangspunkt kann zu einem Projekt ausgestaltet und beliebige Inhalte können mit der Projektmethode bearbeitet werden.¹¹³ Am Ende der Projektarbeit steht jeweils ein „Produkt“.

Von der Projektmethode unterscheiden GUDJONS/HÄNSEL den Begriff des Projektunterrichts. Der Unterschied liegt darin, dass die Projektinitiative im Projektunterricht ein wirkliches Problem für die Schüler darstellen muss. Falls in der Umsetzung die Projektarbeit nicht alle Komponenten der Projektmethode bzw. des Projektunterrichts beinhaltet, spricht man demnach von projektartigem Lernen (FREY) bzw. von projektorientiertem Unterricht (GUDJONS).

Da in der schulischen Praxis der Lerngegenstand für ein Projekt selten aus der Situation entsteht oder die Schüler vollständig frei nach Ihren Interessenslagen und Problemstellungen wählen können, handelt es sich dort meist um projektartiges Lernen bzw. um projektorientierten Unterricht.

Eine allgemeine Definition für den Begriff Projekt lautet:

„Ein Projekt ist ein einmaliges, zeitlich befristetes Vorhaben mit einem spezifischen Ziel. Dabei wirken sachliche, zeitliche, finanzielle und personelle Begrenzungen mit. Eine projektorientierte Organisationsform und die Komplexität der Zusammenhänge sind weitere Merkmale eines Projekts.“¹¹⁴

Die allgemeine Durchführung eines Projektes betreffend, sollen einige Aspekte nachfolgend kurz aufgeführt werden.

Darin finden sich zentrale Leitlinien einer integrierten Lernumgebung in Anlehnung an das konstruktivistische Paradigma wieder. Um die enge Beziehung (der Projektmethode zur integrierten Lernumgebung) zu verdeutlichen, werden direkte Parallelen in kursiver Schrift hervorgehoben.

Zentrale Merkmale in einem Projekt sind *Handlungsorientierung*, *Teamwork* sowie *Selbstorganisation* und *Selbstverantwortung* der Schüler. Mit der Handlungsorientierung wird die Idee verfolgt, dass in der Projektarbeit körperliche und geistige Arbeit geleistet werden und in diesem Sinne Theorie und Praxis verknüpft werden. Ein Grundbestreben in der Projektarbeit besteht darin, möglichst *viele Sinne anzusprechen* und *eine Auseinandersetzung unter vielfältigen Aspekten anzuregen*. Des Weiteren zeichnet sich ein Projekt durch *Situationsbezogenheit* aus. Zusammenhänge werden *situiert* und

¹¹³ Vgl. Frey, K. (2002), S. 13

¹¹⁴ Vgl. <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/projektkompetenz/htm> (17.07.06)

handelnd erfahren und führen dadurch zu anwendbarem Wissen. Der Bezugsrahmen ist damit nicht die Systematik der Wissenschaft, sondern als Gegenstand der Projektarbeit gelten *Aufgaben oder Probleme, die sich aus Lebenssituationen ergeben*.¹¹⁵

Die Lerngegenstände der Projektarbeit sollten an den *Interessenslagen der Schüler* orientiert sein und *Bedeutung für deren aktuelle Lebenssituation* haben. Das Interesse der Lernenden kann zum Teil auch erst im Laufe der Zeit entstehen.

Die *Aufgaben* und die *Rollen verändern sich damit für Schüler und Lehrkräfte*. Im Unterschied zum traditionellen Unterricht wachsen auf beiden Seiten die Möglichkeiten, Kompetenzen zu erwerben. Der Lehrer gibt in der Projektarbeit sein Organisationsmonopol auf und hat die Aufgabe, methodischer und didaktischer Experte zu sein, der die Koordination übernimmt. Der Lehrer kann somit als „teilnehmender Leiter“, der Schüler als „leitender Teilnehmer“ bezeichnet werden. Die unterschiedlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten bei den Schülern bewirken, dass Schüler zum Teil andere Rollen einnehmen. Während der Projektarbeit arbeitet eine gesamte Gruppe an ihrem gemeinsamen Thema. Hierbei müssen die Schüler vor allem die Ein- und Unterordnung persönlicher Interessen zu Gunsten der Gemeinschaften erlernen. Lernen findet dabei innerhalb der Schule, aber auch an jedem anderen Ort statt. Damit öffnet sich die Schule nach außen und stellt einen realen Gegenwartsbezug her.¹¹⁶

Das angestrebte Projektziel bedingt eine zielgerichtete Planung und ein zielgerichtetes Tun. Damit steuert das im Zentrum stehende Endprodukt die Planung der einzelnen Arbeitsschritte. Dabei sind Eigenverantwortung und Organisation durch die Lernenden wichtige Grundlagen für das Gelingen eines Projektes. Eine zum Teil große Herausforderung für die Lehrperson besteht darin, die Verantwortung innerhalb des Projektes bei den Schülern zu belassen. In der Projektarbeit wird *entsprechend der Interessen und Bedürfnisse der Lernenden gearbeitet und dabei der persönliche Lerntyp und das individuelle Arbeitstempo berücksichtigt*. *Soziales Lernen* erfolgt in erster Linie in der Gemeinschaft. Durch die Arbeit in Kleingruppen üben sich die Schüler in demokratischen Umgangsformen. *Neben sozialen Kompetenzen wie Kooperationsbereitschaft, Kommunikation und Kritikfähigkeit werden personale Kompetenzen wie Selbstständigkeit, Eigenverantwortung und Konfliktfähigkeit ausgebildet*. In der Projektarbeit werden zudem fachliche Kompetenzen, wie eine *sachgerechte Problemlösung* und *vernetztes Denken* sowie *methodische Kompetenzen* entwickelt.

¹¹⁵ Vgl. http://web.fu-berlin.de/abp/pdf/handbuch_band2.pdf (17.07.06)

¹¹⁶ Vgl. http://www.uni-koeln.de/ew-fak/konstrukt/didaktik/projekt/voll_projekt.html (17.07.06)

Projekte bieten vielseitige Möglichkeiten zur Interdisziplinarität: Einerseits in der inhaltlichen Umsetzung und andererseits auch in der Gesamtstruktur des Projektes als fächerübergreifende bzw. fachintegrative Projekte. Schulen können innerhalb ihrer Projektarbeit auf verschiedenste Art Produkte mit konkretem Gebrauchswert entwickeln. GUDJONS sieht als den Idealfall an, dass Projektarbeit in die lokale oder regionale Entwicklung eingreift und damit ein Stück der gesellschaftlichen Wirklichkeit verändert.¹¹⁷

Der Ablauf eines schulischen Projektes gliedert sich nach FREY¹¹⁸ in folgende Phasen: Die Projektinitiative, die Projektplanung (Skizze), die Projektdurchführung, die Projektpräsentation, die Projektevaluation/Reflexion. Außerdem können Fixpunkte festgelegt und die Metakognition (Metainteraktion) eingesetzt bzw. angeboten werden. Die Unterrichtskonzeption „Triple F“ folgt diesem klassischen Phasenverlauf. Nähere Ausführungen dazu finden sich in Kapitel 5.

Neben reiner Sachkompetenz wird durch Projektarbeit bei Schülern ein flexibel verfügbares und intelligentes Wissen aufgebaut, so dass sie selbstständig anstehende Probleme lösen können. Projekte können in allen Fachbereichen innerhalb der Schule stattfinden. Durch Projekte werden die Inhalte zeitgemäß und interdisziplinär nach den Prinzipien der Handlungsorientierung vermittelt. Dabei werden Schlüsselqualifikationen wie Initiative, Kooperationsfähigkeit oder Problemlösungsfähigkeit ausgebildet. Projektlernen ist mit Kopf- und Handarbeit verbunden und fördert fächerübergreifendes, emotionales und soziales Lernen. Die Projektmethode ist besonders für die Fachdisziplinen Haushalt und Textil geeignet, da in beiden Disziplinen sie Auseinandersetzung mit Produkten relevant ist.

Im weiteren Verlauf werden didaktische und methodische Leitgedanken der Unterrichtskonzeption „Triple F“ ausgeführt.

¹¹⁷ Gudjons, S. H. (1986)

¹¹⁸ Vgl. Frey, K. (2002)

3.5 *Didaktische und methodische Leitgedanken von „Triple F“*

„Jugendliche leben und denken nicht im Fächerkanon der Schule.“¹¹⁹

Die konstruktivistische Didaktik ist eine Prozess-Didaktik, die sich besonders für handlungsorientierte Fächer wie den hauswirtschaftlichen und den textilwissenschaftlichen Unterricht eignet. Die Verknüpfung der beiden Teilgebiete erfolgt über die Themenorientierung. Die neuen Bildungspläne¹²⁰ bieten verstärkt Freiräume sich in projektorientierter und ganzheitlicher Vorgehensweise von der klassischen Fächerstruktur zu lösen. Damit wird die Ausbildung übergreifender Kompetenzen und Fähigkeiten unterstützt, die letztlich zu einer umfassenden Handlungskompetenz aufgebaut werden können. Im Bildungsplan¹²¹ wird auf die ganzheitliche Sichtweise einer mehrperspektivischen Auseinandersetzung mit der Thematik verwiesen. Eine Möglichkeit dafür besteht in der Verknüpfung von Lehrpläneinheiten durch fächerübergreifendes Arbeiten.

Das Unterrichtskonzept „Fitness Follows Function?“ bietet ein Lernfeld, in dem zentrale Lerninhalte erfasst und neue Unterrichtsstrukturen im ganzheitlichen Sinn umgesetzt werden. Für die Handlungsfelder Haushalt und Textil sollen dabei Gemeinsamkeiten synergetisch erschlossen werden. Das didaktische Fundament der Unterrichtskonzeption „Triple F“ bilden die Grundgedanken der integrierten Lernumgebungen nach MANDL. Die Leitlinien basieren auf konstruktivistischen Gedanken, wobei die Ausbildung eines selbstständig einsetzbaren, produktiven Wissens im Vordergrund steht.

Im nachfolgenden Kapitel werden die fachwissenschaftlichen Inhalte der Themenfelder Functional Food und Funktionstextilien vorgestellt sowie relevante Begriffe geklärt. Anschließend erfolgt die Darstellung der Unterrichtskonzeption „Triple F“.

¹¹⁹ Vgl. Bigga, R./Holzendorf, U. (2005), S. 9

¹²⁰ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004c)

¹²¹ Vgl. ebd., S.17

4 Fachwissenschaftliche Grundlagen

4.1 Definitionen

Innerhalb dieses Kapitels werden die Begriffe *Fitness* und *Gesundheit, der sporttreibende Mensch, Funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness* und *Synergieeffekte* definiert und im Hinblick auf die Relevanz für diese Ausarbeitung beleuchtet.

4.1.1 Fitness und Gesundheit

Die Begriffe „*Fitness*“ und „*fit*“ sind im Brockhaus von 1906 nicht aufgeführt. Erst in den 1950er Jahren mit der Entstehung der Fitnessbewegung wurden diese Begriffe in den allgemeinen Sprachgebrauch aufgenommen. In der heutigen Zeit findet das Adjektiv „*fit*“ in zahlreichen Sachgebieten Verwendung. Im Deutschen geht es über die eigentliche englische Bedeutung (gesund, körperlich in gutem Zustand) hinaus: „Er ist fit für die Klausur.“ „Sie hat den Wagen wieder fit gekriegt.“ Eine einheitliche Fitnessdefinition liegt nicht vor, obgleich der Kerninhalt des Fitnessbegriffs meist identisch ist. Variationen finden sich überwiegend in den Abgrenzungen des Begriffes. Dabei wird häufig zwischen einer allgemeinen Fitness und einer speziellen, körperlichen Fitness unterschieden. Einige gängige Fitnessdefinitionen sollen vorgestellt werden.

„Fitness bezeichnet allgemein die Lebensstauglichkeit des Menschen sowie dessen aktuelle Eignung für beabsichtigte Handlungen.“¹²²

In dieser Definition wird den Handlungen eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Sie werden als „bewusstes Tun“ mit hohem körperlichem bzw. motorischem Anteil verstanden. Die unterschiedlichen Fitnesskonzeptionen haben sich in Abhängigkeit von verschiedenen Situationsanalysen, Wertbezügen und Bezugsfeldern herausgebildet. Dabei verfolgen die verschiedenen Fitnesskonzepte auch unterschiedliche Ziele; bspw. die Prävention gegenüber Krankheiten, die Retardation des Alterungsprozesses, das Erhalten und die Steigerung der beruflichen Eignung, eine Motorische Optimierung, das

¹²² Röthig, P./Prohl, R. (2003), S. 137

Wohlbefinden, die Rekreation, die Selbstverwirklichung und Kombinationen der angeführten Beispiele.

*„Fitness ist die globale Leistungsfähigkeit oder auch die Fähigkeit eines Individuums, ein glückliches und ausgewogenes Leben zu führen. In diesen Fitnessbegriff werden nicht nur körperliche, sondern auch intellektuelle, emotionale, soziale und spirituelle Aspekte einbezogen.“*¹²³

In der Definition aus dem Wörterbuch der Sportwissenschaft und Sportmedizin wird die Leistungsfähigkeit auf körperlichem und geistigem Gebiet aufgeführt. Letztlich ist diese auch meist nicht getrennt voneinander zu sehen.

*„Der englische Begriff Fitness bezeichnet allgemein eine gute körperliche Verfassung oder eine hohe Leistungsfähigkeit in einem bestimmten Bereich; er ist abgeleitet von dem Adjektiv fit, das geeignet, würdig, richtig oder gesund im Sinne von in Form bedeuten kann. Insbesondere beinhaltet Fitness die durch sportliches Training erzielte gute körperliche Verfassung und die grundlegende Leistungsfähigkeit in den motorischen Beanspruchungsformen Ausdauer, Beweglichkeit und Kraft.“*¹²⁴

In der Brockhaus Definition wird die Leistungsfähigkeit auf einen konkreten Bereich bezogen sowie auf einige der klassischen sportlichen Leistungsfaktoren (Ausdauer, Beweglichkeit und Kraft), die allgemein als Grundlage der körperlichen Leistung gesehen werden.

Im evolutionärem/biologischem Bereich findet sich ebenfalls der Fitnessbegriff, welcher sich allerdings auf den Fortpflanzungserfolg eines Stammes bezieht.¹²⁵

Die Abgrenzung der Begriffe Fitness und Gesundheit ist nicht einfach vorzunehmen. Die beiden Begriffe stehen in enger Wechselwirkung, besitzen aber im konkreten Einzelfall durchaus unabhängige Komponenten. Im Brockhaus wird der Zusammenhang

¹²³ Kent, M. (1998), S. 122

¹²⁴ Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹²⁵ Erläuterung: „Die Fitness wird bestimmt durch die Überlebensfähigkeit (Konstitution und Gesundheit), die Dauer der Fortpflanzungsfähigkeit und die Fruchtbarkeit. Entscheidend ist die Anzahl der sich erfolgreich fortpflanzenden Nachkommen. Deshalb herrscht das Prinzip der Fitness-Maximierung. Sie kann erreicht werden, indem möglichst viele eigene Nachkommen zur Fortpflanzung gebracht werden (direkte Fitness), oder man steigert den Fortpflanzungserfolg seiner Verwandten (indirekte Fitness) mittels Altruismus, als Helfer und durch eusoziales Verhalten. Deshalb ist für die Evolution die Gesamt-Fitness (inklusive Fitness) entscheidend, sie resultiert aus dem eigenen Fortpflanzungserfolg und dem der Verwandten.“

Aus: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

folgendermaßen formuliert: „Ein gesunder Mensch braucht nicht unbedingt fit zu sein, ein fitter Mensch nicht unbedingt gesund.“¹²⁶

Der Begriff „*Gesundheit*“ wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wie folgt definiert: "Gesundheit ist ein Zustand vollständigen körperlichen, psychischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Beschwerden und Krankheit."¹²⁷

Unter dem Begriff Gesundheit wird gemäß der Brockhaus Enzyklopädie¹²⁸ „[...] das *normale* (beziehungsweise nicht *krankhafte*) Befinden, Aussehen und Verhalten sowie das Fehlen von der Norm abweichender ärztlicher Befunde [...]“ verstanden. Des Weiteren wird an die Interpretation der WHO angeknüpft.

Die Definition der WHO ist bezüglich der Realitätsferne umstritten, da absolute Zustände nicht zu erreichen sind. Gesundheit ist kein eindeutig definierbares Konstrukt. Gesundheit ist schwer fassbar und schwer beschreibbar. In den Sozialwissenschaften und in der Medizin besteht Einigkeit darüber, dass Gesundheit mehrdimensional betrachtet werden muss. Folgende Komponenten sind dabei relevant:¹²⁹ „Körperliches Wohlbefinden“ (z.B. positives Körpergefühl, Fehlen von Beschwerden und Krankheitsanzeichen), „Psychisches Wohlbefinden“ (z.B. Freude, Glück, Lebenszufriedenheit), „Leistungsfähigkeit“, „Selbstverwirklichung“, „Sinnfindung“, das Vorhandensein und die Wahrnehmung von Belastungen, Risiken und Gefährdungen und der Umgang damit. Zudem sind das Vorhandensein, die Wahrnehmung, die Erschließung und die Inanspruchnahme von Ressourcen relevant.

Das gesundheitswissenschaftliche Denken der letzten 20 Jahre wurde durch Untersuchungen und Überlegungen des Medizinsoziologen ANTONOVSKY geradezu revolutioniert. Der Ansatz des neuen Denkens besteht in der Betrachtung der Gesundheit als eine Balanceaufgabe. Ein Mensch fühlt sich - nach ANTONOVSKY - umso gesünder, je besser es ihm gelingt, die ständig mit unterschiedlicher Intensität und Zahl auf ihn einwirkenden "Stressoren" auszubalancieren. Diese Stressoren können von außen kommen (Krankheitserreger, Lärm, berufliche Überforderung, soziale Diskriminierung etc.) oder von innen aus dem Menschen heraus. Als innerer Stressor gilt beispielsweise, sich überhöhte Ziele zu stecken, womit sich der Mensch selbst unter Druck setzt und damit überfordert. Von zentraler Bedeutsamkeit für das Gesundbleiben sind die personalen Res-

¹²⁶ Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹²⁷ ebd.

¹²⁸ ebd.

¹²⁹ Vgl. Bengel, J./ Strittmatter, R./ Willmann, H. (2001), S. 15f

ourcen, die kurzfristig wie langfristig stabilisierenden Einfluss auf die Gesundheit haben. Nach salutogenetischen Grundgedanken bewegt sich der Gesundheitszustand innerhalb eines Kontinuums zwischen Krankheit und Gesundheit. Der Mensch ist mehr oder weniger gesund bzw. mehr oder weniger krank. Im salutogenetischen Gesundheitsmodell ersetzt die Frage, wie Krankheiten verhütet werden, die Frage, wie Menschen gesund bleiben.¹³⁰ ANTONOVSKY geht von der Dynamik zwischen belastenden und entlastenden Faktoren aus und fragt nach den Fähigkeiten, darin eine sinnvolle Balance herzustellen. Ein besonderes Interesse gilt der Betrachtung, welche Ressourcen es ermöglichen - auch unter ungünstigen Bedingungen - gesund zu bleiben.¹³¹

Ein Gebiet, das in die gängigen Definitionen noch keinen Einzug gefunden hat, dennoch einen Beitrag zu Fitness und Gesundheit leistet, ist die Bekleidung. Die Relevanz der Bekleidung für diese Bereiche ist im Brockhaus folgendermaßen aufgeführt:

„Wie die Kleidung den Körper umschließt, ist entscheidend für Wohlbefinden und Gesundheit. Nicht nur das Material, sondern auch die Schnittform muss die Luftzirkulation ermöglichen und aufgestaute Wärme abfließen lassen. Günstig ist es, wenn der Luftaustausch durch Verschlüsse am Hals, Armen und Beinen nach Bedarf reguliert werden kann. Eng anliegende Kleidung behindert die Verdunstung von Schweiß, es entstehen unangenehme Wärme- und Feuchtigkeitsstaus, Pilze und Bakterien gedeihen besonders gut. Zudem reibt zu enge Kleidung auf der Haut; sie kann mechanische Reizungen herbeiführen und dadurch Erkrankungen auslösen. Außerdem kann man sich in enger Kleidung auch nicht richtig bewegen.“¹³²

Die Abgrenzung der Begriffe Fitness und Gesundheit voneinander soll im Folgenden verdeutlicht werden.

Fitness ist nur durch entsprechendes Training zu erreichen. „Durch gezieltes Training lässt sich die Fitness in den Bereichen Ausdauer, Beweglichkeit und Kraft verbessern [...]“.¹³³ Gesundheit muss und kann im eigentlichen Sinn nicht trainiert werden. Dennoch ist insbesondere die körperliche Aktivität eine wesentliche Grundlage für eine gute Gesundheit. Das körperliche und geistige Wohlbefinden wird damit gesteigert. Körperliche Aktivität sollte im richtigen Ausmaß erfolgen. Falls ein sinnvolles Maß überschrit-

¹³⁰ Vgl. Methfessel, B. (1996), S. 80

¹³¹ Vgl. Hurrelmann, K. (2006), S 19f

¹³² Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹³³ Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

ten wird, kann sie auch einen gegenteiligen Effekt auf den Gesundheitszustand bewirken (Gefahr von Übertraining).

Die vorab ausgeführten Inhalte stellen die Grundlage für die Fitnessdefinition dar, mit der im Unterrichtskonzept „Triple F“ gearbeitet wird:

Fitness bezeichnet allgemein eine gute körperliche und geistige Verfassung und/oder eine hohe Leistungsfähigkeit in einem oder mehreren Bereichen. Durch optimales Training, vollwertige Ernährung und funktionale Bekleidung kann die Fitness erreicht bzw. gesteigert werden. Die körperliche Fitness beinhaltet grundlegende Leistungsfähigkeit in den motorischen Beanspruchungsformen Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit.

Der im Unterrichtskonzept geltende Gesundheitsbegriff bewegt sich nahe an der Definition der WHO mit salutogenetischer Erweiterung:

Gesundheit ist die Abwesenheit von (geistiger oder körperlicher) Krankheit und kann durch Prävention und Rehabilitation in Form von angemessener Bewegung und vollwertiger Ernährung optimiert werden.

Im Hinblick auf die erwünschte Erhaltung oder Verbesserung des Gesundheitszustandes sollte in der körperlichen Aktivität das Ausdauertraining im Mittelpunkt stehen, da es den größten Gesundheitseffekt hat.

4.1.2 Aspekte der Sporternährung

Sportliche Aktivitäten werden in die drei großen Gruppierungen *Freizeitsport*, *Gesundheitssport* und *Leistungssport* eingeteilt.¹³⁴ Aktivitäten, die primär Freude an Bewegung und Spiel bzw. spielerischen Wettkampf verfolgen, werden unter dem Begriff *Breitensport* oder *Freizeitsport* subsumiert. Den *Breiten-* bzw. *Freizeitsportlern* werden Menschen zugeordnet, die mindestens zweimal pro Woche etwa eine halbe Stunde Sport treiben. Körperliche Tätigkeit, die mit dem Motiv der Prävention, der Erhaltung der Gesundheit oder zur Wiedererlangung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit ausgerichtet ist (therapeutischer Sport z.B. nach Herzinfarkt) wird als *Gesundheitssport* bezeichnet. Charakteristisch ist die kontrollierte Dosierung der Belastung, die meist eher geringer Intensität ist. *Freizeitsport* und auch *Gesundheitssport* bedürfen keiner besonderen Anforderung an die Ernährung soweit die allgemeinen Referenzwerte der Ernährungsempfehlungen eingehalten werden. Im *Leistungssport* dagegen liegen meist intensive körperliche Belastungen vor. Über intensives und zielgerichtetes Training versucht der Sporttreibende maximale Leistungen hervor zu bringen. Grundlage hierfür sind ausgefeilte Trainingsmethoden, eine intensive medizinische Betreuung und eine bedarfsgerechte Ernährung. Ist eine dieser Komponenten nicht optimal abgestimmt, kann die optimale Leistungsfähigkeit eingeschränkt sein. Da die Energieumsätze teilweise sehr hoch sind, kann es schwierig sein, eine ausgewogene Ernährung beim *Leistungssport* mit gängigen Lebensmitteln sicher zu stellen. Für diese Sportlergruppe wird daher eine große Anzahl funktioneller Produkte auf dem Markt angeboten. Diese Produkte sind nur dann sinnvoll, wenn sie an den entsprechenden Bedarf angepasst sind. Dabei sollten die Veränderungen im Nährstoffbedarf sowie die besondere physiologische Situation bei Höchstleistungen berücksichtigt werden. Generell wird empfohlen, die durch körperliche Aktivität verbrauchte Energie vorwiegend in Form von Kohlenhydraten zuzuführen. Die Sporternährung basiert auf einer ausgewogenen, vollwertigen Grundernährung. Die anteilige Energiebereitstellung aus den Hauptnährstoffgruppen ergibt sich je nach Sportart. Hier wird zwischen kraftbetonten und ausdauerbetonten Sportarten unterschieden. Für Leistungen, die über einen längeren Zeitraum erbracht werden, sind ausreichende Glykogenvorräte eine Grundvoraussetzung. Hier kann durch Training und eine

¹³⁴ Vgl. Stehle, P. (2002), S. 1f

begleitende Sporternährung versucht werden, die Glykogenvorräte zu optimieren und eine gute Regenerationsfähigkeit zu erzielen. Für ausdauerbetonte Sportarten entspricht die Zufuhrempfehlung für die Energieversorgung der allgemeinen Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Die energieliefernden Hauptnährstoffen sollen täglich zu folgenden Anteilen den Gesamtenergiebedarf decken: Kohlenhydrate 55-60%, Fette 25-30% und Eiweiß 10-15%. Dagegen wird für kraftbetonte Sportarten der Eiweißanteil auf 15-20% erhöht und der Kohlenhydratanteil auf 50-55% gesenkt. Der Kohlenhydratbedarf sollte vorrangig aus komplexen Kohlenhydraten (Polysaccharide) gedeckt werden. Geeignete stärkehaltige Produkte sind Teigwaren, Kartoffeln, Reis, Getreideflocken und Brotwaren. Die Fettzufuhr stellt keine limitierende Größe für die muskuläre Leistungsfähigkeit dar, da der Mensch stets ausreichende Speicher an Fettenergie besitzt, die entsprechend der Belastung auch für den Muskel verfügbar sind. Die Fettzufuhr sollte aus ernährungs- und auch leistungsphysiologischer Sicht nicht über 30% liegen. Durch Belastungen des Stoffwechsels (z.B. längere Verweilzeit im Magen) als auch in einer ungünstigen Beeinflussung des Kohlenhydratabbaus wirkt sich eine erhöhte Fettzufuhr besonders im Ausdauersport ungünstig aus. In der Fettversorgung sollte entsprechend der Referenzwerte die Zufuhr von gesättigten, ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu jeweils einem Drittel erfolgen. Zudem sollte die Zufuhr pflanzlicher Fette zwei Drittel der Fettzufuhr gewährleisten.

Ein umstrittenes Thema ist häufig die zu empfehlende Eiweißzufuhr. Der aktuelle Referenzwert liegt bei 0,8 -1,2 g/kg Körpergewicht.¹³⁵ Studien die Stickstoffbilanzmessungen zugrunde legen, zeigten bei Bodybuildern einen 10-20% erhöhten Proteinbedarf, bei Ausdauersportlern sogar einen 60-70% erhöhten Proteinbedarf. Je nach Belastungsintensität benötigen Ausdauersportler täglich 1,2-2g Protein/kg Körpergewicht (KG), von einer Proteinzufuhr über 2g Protein/kg KG wird wegen negativer Begleiterscheinungen gewarnt.¹³⁶ Eine übermäßige Bildung von Harnstoff bedeutet eine hohe Belastung der Nieren.

Eine etwa 20%ige Eiweißzufuhr ist für kraftbetonte Sportarten in allen Fällen ausreichend, vorausgesetzt es erfolgt keine Zufuhr von Anabolika. Eine extreme Aufnahme von Eiweiß (> 4 g/kg Körpergewicht) stellt somit keinen sportlichen Vorteil, sondern ein Gesundheitsrisiko dar.¹³⁷ Hinsichtlich der Eiweißqualität gelten die üblichen ernäh-

¹³⁵ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 476

¹³⁶ Vgl. ebd., S. 476

¹³⁷ Vgl. Stehle, P. (2002), S. 6

rungsphysiologischen Kriterien. Bei der Wahl der Eiweißquellen sollten bevorzugt fettarme Produkte gewählt und in verstärktem Maße pflanzliches Eiweiß aufgenommen werden. Dabei sollte besonders darauf geachtet werden, den Bedarf an essenziellen Aminosäuren zu decken.

Für eine ausgewogene Bilanz der Mikronährstoffe ist selbst bei Leistungssportlern keine zusätzliche Zufuhr notwendig. Bei Belastungen mit extrem hohen Energieumsätzen kann die Supplementierung mit Energiesubstraten und in diesem Zuge auch mit Mikronährstoffen erforderlich werden. Betroffen sind vorwiegend die Versorgung des Körpers mit Eisen, Magnesium, Zink, B₆ und Folsäure.¹³⁸

Eine gesonderte Rolle spielen die antioxidativ wirkenden Nährstoffe (Vitamin C, Vitamin E, β -Carotin und Selen, siehe auch Kap. 4.2.3.4 und 4.2.3.5). Da die Sport treibende Person einen 20 bis 200fachen Sauerstoffumsatz hat, entstehen im Organismus vermehrt Radikale (Wasserstoffperoxidradikal, Superoxidradikal, Hydroxidradikal etc.).¹³⁹ Sie können biologische Zellstrukturen schädigen, die im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit relevant sind. Zum körpereigenen Schutz vor diesen Radikalen gibt es enzymatische und nicht-enzymatische Abwehrmechanismen. Die enzymatischen Schutzenzyme sind Superoxiddismutase, Glutathionperoxidase und Katalase, die in Geweben wie Herz und Muskel gebildet werden. Die antioxidativ wirkenden Nährstoffe Vitamin C, E und β -Carotin sowie Glutathion und Harnsäure gehören dem nicht-enzymatischen Schutz an.¹⁴⁰ Für diese Nährstoffe werden wünschenswerte Plasmaspiegel¹⁴¹ definiert, bei denen ein optimaler Schutz besteht. Die Werte sind auch bei Leistungssportlern durch entsprechende Lebensmittelauswahl erreichbar. Eine weitere Supplementation ist hinsichtlich einer Leistungssteigerung nach wie vor umstritten.

Eine besondere Rolle hinsichtlich der optimalen Versorgung des Organismus spielt die Flüssigkeitszufuhr. Bei starker körperlicher Beanspruchung erfolgen eine hohe Wärme- und entsprechende Flüssigkeitsverluste durch Schweiß, die sich zwischen 1 und 4 kg bewegen können. Bezogen auf das Gesamtgewicht des Sporttreibenden kann es bereits bei geringen Flüssigkeitsverlusten zu extremen Beeinträchtigungen des Organismus kommen, sofern darauf nicht ausgleichend reagiert wird. Bereits bei Flüssigkeitsverlusten, die sich bei 2% des Körpergewichts ausmachen, kommt es zur Ein-

¹³⁸ Vgl. König, D./ Berg, A. (2005), Kap. 3/22

¹³⁹ Siehe auch unter Kapitel 4.2.4.4 Erläuterungen zu antioxidativen Eigenschaften.

¹⁴⁰ Vgl. Kasper, H. (2004), S. 44

¹⁴¹ α -Tocopherol > 30 $\mu\text{mol/l}$; Vitamin C > 50 $\mu\text{mol/l}$; β -Carotin > 0,4 $\mu\text{mol/l}$ aus Stehle, P. (2002) S. 7

schränkung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Bei weiterem Verlust würden Übelkeit, Kopfschmerzen und Schwindelgefühl auftreten. Ab einem Flüssigkeitsverlust von 10% des Körpergewichts führt dies zu lebensbedrohlichen Symptomen. Eine Dehydratation von 15% des eigenen Körpergewichts ist normalerweise tödlich.

Mit dem Schweiß gehen dem Körper zudem Mineralstoffe verloren. Der größte Anteil der Schweißverluste liegt bei Natrium und Kalium (1200 mg/l Na⁺ bzw. 300 mg/l K⁺) vor. Des Weiteren werden Calcium und Magnesium (70 mg/l Ca²⁺ bzw. 10 mg/l Mg²⁺) durch Schweiß verloren. Da die Osmolalität¹⁴² des Schweißes deutlich unter der Plasmaosmolalität liegt, ist Schweiß damit hypoton. Bei starkem Schwitzen kommt es somit zu einem Anstieg der Osmolalität im Plasma und damit zu einem Bedarf an Flüssigkeiten, die leicht hypoton bzw. isoton sind. Die Zusammensetzung des Schweißes ist von der Flussrate und dem Trainingszustand abhängig. Der Gehalt an Kohlenhydraten in den zugeführten Getränken sollte 8% (80 g/l) nicht überschreiten, um die Aufrechterhaltung des Blutglucosespiegels zu gewährleisten, ohne dabei die Magenentleerung und damit die Rehydratation zu verzögern. Da die Flüssigkeitsabgabe vom Magen in das Duodenum etwa 1,5 l/h beträgt, sollte die Flüssigkeitsversorgung in mehreren Schritten erfolgen. Geeignete Getränke sind Fruchtsaftschorlen (1 Teil Saft auf 3-4 Teile Wasser); ungeeignete Getränke sind u.a. Cola, Limonaden, reine Fruchtsäfte, Kaffee, alkoholische Getränke und Energy-drinks.

Für Wettkämpfe sind ein ausgeglichener Wasserhaushalt und ein stabiler Blutglucosespiegel wichtig. Die letzte größere Mahlzeit sollte 2-2,5 Stunden zurück liegen und sollte einen hohen Kohlenhydratanteil enthalten. Begleitend sollten kleine Mengen an Flüssigkeit zugeführt werden.

Bei Wettkämpfen die länger als 30 min dauern, ist es wichtig auf eine rechtzeitige und konsequente Flüssigkeitszufuhr zu achten. Erst ab einer Wettkampfdauer von ca. 2 h sollte gezielt Energie in Form fester Speisen zugeführt werden. Besonders geeignet sind dafür Bananen, Trockenfrüchte, Vollkornkekse, Müsliriegel, fettarm belegte Brote und evtl. Suppen mit Nudel- oder Reiseinlage. Bei einigen Extremsportarten gelingt es kaum, die verbrauchte Energie im Verlauf des Wettkampftages zu kompensieren. Hier gewinnt die Ernährung für den Nachwettkampftag an Bedeutung, welche die Regenera-

¹⁴² Als Osmolalität bezeichnet man die Menge an gelösten Substanzen (osmotisch wirksame Teilchen) in einer Flüssigkeit, bezogen auf ein Kilogramm des Lösungsmittels, in diesem Fall Wasser (angegeben in mosmol/kg H₂O). Die Osmolarität bezieht sich auf das Flüssigkeitsvolumen von einem Liter. Aus: Kasper, H. (2004), S. 50

tion der Glykogenspeicher sowie den Ausgleich des Mineralstoff- und Flüssigkeitshaushalt zur Aufgabe hat. Dies kann zudem für die Reparation von muskulären Mikroverletzungen relevant sein.

Im Hinblick auf die Glykogeneinlagerung in die Muskulatur ist eine Nahrungsaufnahme (kohlenhydrathaltig) innerhalb der ersten zwei Stunden nach der Belastung günstig. Weiterhin ist es wichtig, auf einen schnellen Flüssigkeitsausgleich mit hypotonen oder isotonen Getränken zu achten. Mögliche muskuläre Verschleißerscheinungen können durch einen geringfügig erhöhten Eiweißanteil (15%) nach der Belastung aufgefangen werden. Zur Verzögerung der Regeneration führen Alkoholkonsum sowie fettreiche Kost direkt nach dem Wettkampf.

Im Hinblick auf eine nährstoffbedingte Leistungssteigerung werden viele Nährstoffe auf ihre ergogene¹⁴³ Wirkung untersucht. Dies erfolgt einerseits durch isolierte Supplementierung und findet sich vermehrt in funktionellen Lebensmitteln wieder. Auf die Zusatzstoffe wie L-Carnitin, Kreatin, etc. und entsprechende Produkte wird in Kapitel 4.2.3.5 näher eingegangen.

Für den *Breiten-* und *Freizeitsport* sind zusammenfassend keine besonderen Verhaltensregeln erforderlich, sofern die Referenzwerte für eine adäquate Nährstoffzufuhr eingehalten werden. Die Referenzwerte berücksichtigen bereits eine wünschenswerte körperliche Aktivität im Sinne der Gesunderhaltung und zur Steigerung des Wohlbefindens. Gleiches gilt auch für den Gesundheitssport, wobei speziell bei Herzerkrankungen ein besonderes Augenmerk auf die Fettsäurezusammensetzung und infolgedessen auf eine erhöhte Zufuhr von Vitamin E geachtet werden sollte.

Für den Leistungssport gilt es bei Belastungen mit extrem hohen Energieumsätzen, dass eine adäquate Nährstoffzusammensetzung gegebenenfalls mit entsprechenden Supplementen bzw. einer speziellen Zufuhr von Mikronährstoffen ergänzt werden sollte. Der isolierten Gabe ergogener Substanzen liegen keine ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zugrunde.¹⁴⁴

¹⁴³ Ergogen (aus dem griech. ergon = Arbeit und gennan = produzieren). Ergogen wird meist mit leistungssteigernd gleichgesetzt.

¹⁴⁴ Vgl. Stehle, P. (2002), S. 21

4.1.3 Funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness

Unter der Bezeichnung *Funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness* werden Produkte des ernährungswissenschaftlichen sowie des textilwissenschaftlichen Bereiches in Augenschein genommen.

Produkte des ernährungswissenschaftlichen Bereiches gehören zum Produktfeld Functional Food (funktionelle Lebensmittel). Eine ab Juli 2007 gültige EU-Verordnung bietet eine gesetzliche Regelung für die Art und Weise der Werbung von funktionellen Produkten. Die Entwicklung dieses Produktfeldes und die gesetzliche Lage werden im Kapitel 4.2.2 *Entwicklung und Geschichte von Functional Food* weiter ausgeführt. Vereinfacht formuliert sind *Funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness* Produkte, die über ihren reinen Nährwert hinaus einen zusätzlichen Nutzen leisten sollen, hier speziell einen Beitrag zur Fitness.

Produkte des textilwissenschaftlichen Bereiches sind der innovativen Produktsparte Funktionstextilien zuzuordnen. Hier muss ebenfalls ein Zusatznutzen der Bekleidung hinsichtlich eines Fitnessbeitrages vorliegen. Die Grundfunktionen von Bekleidung und daraus entwickelte Innovationen werden im Kapitel 4.3.4 *Bekleidungsphysiologische Grundlagen* sowie 4.3.5 *Innovationen* vorgestellt. Die fachwissenschaftlichen Grundlagen der beiden Themenfelder Functional Food und Funktionstextilien werden in den Kapiteln 4.2 und 4.3 vorgestellt.

4.1.4 Synergieeffekte

*"Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile"*¹⁴⁵

Diese Eingangsthese stellt die Grundannahme in der erkenntnistheoretischen Sichtweise des Holismus¹⁴⁶ dar. Hier wird die Erklärung der Ganzheit verfolgt, wohingegen der Synergiebegriff heute vielfach hinsichtlich eines gesteigerten Ertrages verwendet wird. Der Begriff Synergie bezeichnet von seinem Wortstamm¹⁴⁷ die Zusammenarbeit bzw. das Zusammenwirken von Lebewesen und Kräften im Sinne der gegenseitigen Förderung.

Das vom Physiker HAKEN 1969 begründete interdisziplinäre Forschungsgebiet der Synergetik¹⁴⁸ beschäftigt sich mit dem Zusammenwirken von Einzelkomponenten und der Stabilität in komplexen Systemen. Die Synergetik wird im Sinne einer Gemeinschaftswirkung gesehen, die über die Summe der Leistungen der Einzelnen hinausgeht. Diese Aussagen finden sich - isoliert betrachtet - in der Untersuchung der Synergieeffekte wieder. „Allgemein kann die Synergetik (im Sinne einer „Lehre vom Zusammenwirken“) als eine Theorie des Hervorbringens von neuen Qualitäten eines Systems aufgefasst werden.“¹⁴⁹ Die Synergetik entwickelt zur Behandlung derartiger Systeme allgemeine Konzepte und mathematische Methoden und vergleicht diese mit (experimentellen) Ergebnissen aus den verschiedenen Wissenschaftsgebieten. Der Fokus der synergetischen Betrachtung liegt in der spontanen Bildung räumlicher, zeitlicher, raumzeitlicher oder funktionaler Strukturen in komplexen Systemen. In diesen offenen Systemen werden Strukturen beziehungsweise Funktionen untersucht, die nur durch einen ständigen Energie- und/oder Materietransport aufrechterhalten werden können. Dabei werden unterschiedlichste Gebiete aus Natur- und Gesellschaftswissenschaften betrachtet.¹⁵⁰ Die Synergetik zeichnet sich durch eine breite interdisziplinäre Anwendbarkeit aus. Hinter

¹⁴⁵ Aristoteles, siehe unter <http://www.zitate-online.de/literaturzitate/allgemein/1164/das-ganze-ist-mehr-als-die-summe-seiner-teile.html> (03.08.07)

¹⁴⁶ Ganzheitslehre im Gegensatz zum Atomismus

¹⁴⁷ Griech. *synergía* „Mitarbeit“, zu *synergein* „zusammenarbeiten“ Siehe: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹⁴⁸ Vgl. Haken, H. (1982)

¹⁴⁹ Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹⁵⁰ Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

der Synergetik steht eine mathematisch exakt formulierte Theorie. Die vorab aufgeführten, schlagwortartig reduzierten Aussagen umfassen jedoch weit mehr Aspekte.

Differenziert man den Begriff weiter aus, so hilft die Brockhaus Enzyklopädie¹⁵¹, die den Begriff Synergie in drei Bereiche aufsplittet: den allgemeinen, den sozialpsychologischen und den wirtschaftlichen Bereich. Allgemein wird dabei unter Synergie das Zusammenwirken verschiedener Kräfte, Faktoren oder Organe zu einer abgestimmten Gesamtleistung verstanden bzw. auch die hieraus resultierende Gesamtkraft. In der Sozialpsychologie betrachtet man die Gruppensynergie. Diese ist nach Sichtweise des Verhaltenswissenschaftlers CATTELL die Gesamtheit der auf Problemlösungen oder den Gruppenzusammenhalt gerichteten Einzelimpulse der Gruppenmitglieder. In der Betriebswirtschaft wird der Synergiebegriff als das positive ökonomische Potenzial verstanden, „das sich aus einem geschickten Zusammenwirken der Produktionsfaktoren von Unternehmen ergibt. Synergieeffekte (Verbundeffekte) können in sämtlichen Wertschöpfungsaktivitäten des Unternehmens [...] erzielt werden“.¹⁵² Synergieeffekte werden besonders in der Wirtschaft in der Fusion von Einzelunternehmen verfolgt.

Im wirtschaftlichen Sektor werden zudem die Beschaffungssynergie (Inputs), die operative Synergie (Prozess) und die Absatzsynergie (Outputs) unterschieden.¹⁵³ Betrachtet man den wirtschaftlichen Sektor eingehend, lassen sich Parallelen zur Pädagogik ableiten. Die Beschaffungssynergie beläuft sich auf Kostensenkung durch gemeinsame Beschaffung, Bereitstellung und Lagerung von Produktionsfaktoren durch mehrere Organisationseinheiten. Dieser Umstand lässt sich folgendermaßen auf den pädagogischen Bereich übertragen. Aus verschiedenen Fachdisziplinen kommend, wird dementsprechend gemeinsam an gleichen oder vergleichbaren Fragestellungen gearbeitet. Eine gemeinsame Nutzung von „pädagogischen Produktionsfaktoren“ kann desgleichen auf die didaktischen Grundüberlegungen übertragen werden. Hier profitieren Fächer, die strukturell oder in ihrer Grundausrichtung ähnlich sind, stärker voneinander als sehr unterschiedlich konzipierte. Weitere Überschneidungsfelder liegen in den Lernprozessen vor. Die operative Synergie steht im Wirtschaftsprozess für Kostenvorteile durch Koordination der Operationen mehrerer Organisationseinheiten. Im Transfer auf pädagogisch - didaktische Betrachtungen sind darin vordergründig gemeinsame oder vergleichbare

¹⁵¹ Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹⁵² Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

¹⁵³ Vgl. http://www.finanzxl.de/lexikon/Synergieeffekte_Arten.html (12.12.06)

Strategien und Handlungsabläufe zu sehen. Beispielsweise können die allgemeine Markterschließung sowie die gezielte Produktuntersuchung in den meisten Produktparten nach gleichen Mustern verlaufen. Dieser konzeptionelle Nutzen kann als operative Synergie des Bildungsbereiches gesehen werden. Weitere Überschneidungen finden sich in der Methodik und in der Entwicklung von Kompetenzen.

Die Absatzsynergie stellt die Erfolgsverbesserung durch gemeinsame Leistungsverwertung dar. Eine Erfolgsverbesserung soll sich letztlich in den Ergebnissen zeigen. Bezogen auf die Schule wären das verbesserte Schülerleistungen. Diese sind gemäß dem Bildungsplan 2004 besonders in der Entwicklung von Kompetenzen erwünscht. Synergien setzen allgemeine Überschneidungen voraus und können nur erzielt werden, wenn diese in nennenswertem Umfang zwischen den Fachdisziplinen oder Handlungsfeldern vorhanden sind.

4.1.5 Verbraucherbildung

Da die Konsummöglichkeiten, bezogen auf die westlichen Industrienationen, in den letzten 100 Jahren rapide angestiegen sind, wird Konsum auch als „Lebensform der Moderne“ bezeichnet.¹⁵⁴ Die Geschichte der Konsumgesellschaft ist begleitet von der Konsumkritik, der Konsumentenbewegung und der Konsumerziehung- bzw. -bildung. Die Begriffe Konsument und Verbraucher werden hier jeweils synonym gebraucht. Der Historiker KÖNIG führt als Varianten der Konsumkritik die Kulturkritik, die Herrschaftskritik und die Umweltkritik auf. Diese zentralen Bereiche prägten die unterschiedlichen Konzepte der Verbraucherbildung.¹⁵⁵

Die Verbraucherbildung kann keiner eindeutig abgegrenzten Fachwissenschaft mit einem feststehenden Gegenstandsbereich, entsprechenden Fragestellungen und einem Methodenrepertoire zugeordnet werden.¹⁵⁶ Demzufolge werden in der Verbraucherbildung zahlreiche Handlungsfelder vom Standpunkt des als Verbraucher handelnden Menschen betrachtet. Die Verbraucherbildung hat besonders im Bereich der Ernährung, der Finanzdienstleistung und der Nachhaltigkeit bzw. Ressourcenschonung wegen des

¹⁵⁴ Vgl. König, W. (2000), S. 7

¹⁵⁵ Vgl. Siegrist, H./Kaelble, H./Kocka, J. (1997)

¹⁵⁶ Vgl. Schlegel-Matthies, K. (2004), S. 6

Verbraucherverhaltens gesellschaftliche Auswirkungen. Im Jahre 2005 lagen die Kosten ernährungsbedingter Krankheiten jährlich bei ca. 75 Milliarden Euro, etwa drei Millionen Menschen galten als verschuldet, der Energie- und Rohstoffbedarf vieler Menschen aus den Industrieländern überstieg bereits ein vertretbares Maß an Ressourcennutzung.¹⁵⁷ Die Notwendigkeit einer Verbraucherbildung, die eine breite Basis erreicht, wird hieraus ersichtlich. In der Verbraucherpolitik wird ihrerseits auf Transparenz, Information und unabhängige Beratung der Verbraucher gesetzt. Die politische Entwicklung verfolgt eine stärkere Eigenverantwortung z.B. bei der Vorsorge gegen Lebensrisiken. Um sich auf dem Markt und in dem Wettbewerb verantwortlich zu bewegen bzw. überhaupt zurecht zu finden, bedarf es entsprechender Grundbildung. Die Verbraucherzentralen fordern deshalb, dass die Ernährungs- und Verbraucherbildung als

- modernes Unterrichtsfach konzipiert wird,
- in den Lehrplänen aller Schularten verankert wird,
- als Teil der Allgemeinbildung begriffen wird und
- durch Aus- und Fortbildung kompetenter Lehrer gestützt wird.

Hier sei auf die Bestrebungen der Projektgruppe REVIS¹⁵⁸ verwiesen, die mit ihrem Vorhaben eine Ernährungs- und Verbraucherbildung zu etablieren, die gleichen Ziele verfolgen. Eine größere Eigenverantwortung der Bürger sollte durch entsprechende Bildungsgrundlagen unterstützt und begleitet werden. Bereits in der Schule soll der Mensch mit seiner Rolle als Konsument vertraut werden und als gebildeter, (mündiger, kompetenter) Verbraucher ausgebildet werden.

Das Wort Bildung mit dem Wort Konsum in Verbindung zu bringen erscheint RUEP¹⁵⁹ hinsichtlich des Humboldtschen Bildungsbegriffs fast „unanständig“, da dieser auf Zweckfreiheit ausgerichtet ist und die Welt der niederen Realitäten, einschließlich des Geldes, eher außen vor lässt.¹⁶⁰ Nahezu jede Produktion erfolgt auch im Hinblick auf den Verbrauch. Der gebildete Verbraucher muss über sehr viel Wissen verfügen, die Zusammenhänge erkennen, das nötige Urteilsvermögen besitzen und geübt sein aktiv zu handeln.¹⁶¹ Die zentrale Rolle der Schule liegt hier auf der Hand. Der Transformationsprozess – von ungeordneten, unsystematischen Daten und Informationen hin zu Wissen und zu Kompetenz - sollte in einen situativen Kontext gestellt werden, in dem Wissen

¹⁵⁷ Vgl. Müller, E. (2005), S. 12

¹⁵⁸ Siehe Kapitel 3.2 Fachdidaktische Entwicklungen

¹⁵⁹ Frau Dr. Ruep ist derzeit Schulpräsidentin im Regierungspräsidium Stuttgart.

¹⁶⁰ Vgl. Ruep, M. (2002), S. 128

¹⁶¹ Vgl. ebd., S. 131

und Handeln integriert sind. Gelingt das nicht, verbleibt eine Kluft zwischen Wissen und Handeln („träges Wissen“; Anm. Autorin) bestehen und damit leidet die Nachhaltigkeit des Lernens. Die Schule muss zeitgemäße Antworten auf die Frage geben, was ein Konsument wissen und können muss, der selbstständig, verantwortlich, reflektierend als mündiger Verbraucher agiert.

4.2 Ernährungswissenschaftliche Aspekte

4.2.1 Einführung in ernährungswissenschaftliche Aspekte

Unsere Lebenserwartung steigt aufgrund einer stetigen Verbesserung der medizinischen Versorgung. Gleichzeitig nehmen „Lifestyle-Erkrankungen“ wie Übergewicht, Bluthochdruck, Diabetes mellitus und Herzinfarkt stark zu. Die Einflussnahme auf die Gesundheit und das Wohlbefinden über eine gesunde Ernährung birgt diesbezüglich großes Potenzial. Unter anderem aus diesem Grund erschließt eine neue Generation von Nahrungsmitteln seit einiger Zeit den europäischen Lebensmittelmarkt: Funktionelle Lebensmittel oder auch Functional Food.¹⁶² Mit Functional Food wird neben weiteren Aspekten verfolgt, dass der Konsum funktioneller Lebensmittel zu einer insgesamt gesünderen Ernährungsweise, zu einer Verbesserung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung und letztlich zu einer Reduzierung der Kosten im Gesundheits- und Pflegewesen beiträgt.¹⁶³ Es wachsen somit die Bestrebungen, Lebensmittel in ihrem Nährstoffgehalt zu beeinflussen und damit ihr gesundheitsförderndes Potenzial zu steigern. Bei der Herstellung funktioneller Lebensmittel werden einerseits spezielle Inhaltsstoffe zugesetzt, andererseits wird durch Veränderung der Bearbeitungs- bzw. Wachstumsparameter von Pflanzen und Tieren ein höherer Anteil mit vermeintlich gesundheitsdienlichen Stoffen erzielt. Hier besteht noch ein umfassender Untersuchungsbedarf und die Aufklärung von Struktur-Wirkungs-Beziehungen stellt ein zentrales Anliegen der modernen Ernährungsphysiologie dar. Das Institut für Ernährungsphysiologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel ist eine von vielen weiteren Institutionen, die sich an Forschungsvorhaben zur Aufklärung relevanter Mechanismen beteiligt.¹⁶⁴

In der folgenden Ausführung soll ein Ein- und Überblick in die Thematik Functional Food gegeben werden. Zunächst wird dargestellt, wie es zur Entstehung von Functional Food kam und wie sich Functional Food entwickelt haben. Anschließend werden die Begrifflichkeiten geklärt und gegen tangierende Bereiche abgegrenzt. Ferner sollen die

¹⁶² Die beiden Begriffe werden synonym verwendet. In diesem Skript wird vorwiegend die Bezeichnung Functional Food verwendet, sofern für den Sprachgebrauch die Bezeichnung „funktionelle Lebensmittel“ nicht passender ist.

¹⁶³ Vgl. Kunz, C. (2005), S. 5

¹⁶⁴ Vgl. Rechkammer, G. (2001), S. 15

rechtlichen Grundlagen Gegenstand der Betrachtung sein. Danach werden die zentralen Kategorien funktioneller Produkte mit Produktbeispielen dargestellt und unter ernährungsphysiologischen Aspekten beleuchtet. Anhand aktueller Trends und Perspektiven in der Entwicklung von Functional Food sowie Maßnahmen der Ernährungsindustrie soll ein Ausblick gegeben werden.

Aufgrund der großen Aktualität dieser Thematik und der nahezu täglichen Neuentwicklung funktioneller Produkte ist es notwendig, für die Zusammenstellung einen abschließenden Zeitpunkt der Informationsbeschaffung festzulegen. Diese Zusammenstellung basiert auf dem Kenntnisstand über Functional Food von April 2007.

4.2.2 Entwicklung und Geschichte von Functional Food

Bereits im antiken Griechenland forderte Hippokrates (460-370 v.Chr.):

*„Eure Nahrungsmittel sollen eure Heilmittel und eure Heilmittel sollen eure Nahrungsmittel sein.“*¹⁶⁵

Eine direkte Übertragung auf die heutigen Lebens- bzw. Arzneimittel würde zu einem rechtlichen Konflikt führen, da Lebensmittel und Arzneimittel mit gesetzlichen Regelungen, im Wesentlichen durch den jeweiligen Bestimmungszweck, voneinander abgegrenzt sind.¹⁶⁶

Die Frage, ob Menschen durch eine ausgewogene, bedarfsgerechte Ernährung länger gesund bleiben können, stellte man sich früher wie heute.¹⁶⁷ Die Ernährungswissenschaft ist bemüht, die natürlichen Ressourcen zu optimieren und die Lebensmittel dahingehend zu verbessern, dass sie hochwertig, unbedenklich und gesundheitsförderlich sind. Dabei lassen sich Funktionen von Lebensmitteln in drei Kategorien unterteilen:¹⁶⁸

- 1 Primäre Funktion ist die ernährungsphysiologische Funktion, die neben weiteren Aufgaben eine ***Versorgung des Organismus*** mit Energie durch Zufuhr von energieliefernden Nährstoffen (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine) umfasst.
- 2 Als sekundäre Funktion gelten die ***organoleptischen*** oder ***soziokulturellen*** Eigenschaften

¹⁶⁵ Siehe Reed, M. URL: <http://www.natuerlich-gesund.net/html/impressum.html> (03.08.07)

¹⁶⁶ Vgl. Rechhammer, G. (2001), S. 13

¹⁶⁷ Vgl. Gedrich, K./ Karg, G./ Oltersdorf, U. (2005), S. 3

¹⁶⁸ Vgl. Falch-Ultsch, S./ Falch, B. (2001), S. 221

- 3 Die tertiäre Funktion von Lebensmitteln wird in deren **gesundheitsbezogenen** Eigenschaften gesehen. Verantwortlich hierfür sind neben essenziellen Nährstoffen (Vitamine, Mineralstoffe, Fettsäuren, Aminosäuren) auch bioaktive Substanzen (sekundäre Pflanzenstoffe).

Die tertiäre Funktion steht bei den funktionellen Lebensmitteln (Functional Food) im Vordergrund. Durch Veränderung von Lebensmitteln, beispielsweise durch Zusatz von essenziellen Nährstoffen oder bioaktiven Substanzen kann die Nährstoffdichte dieser Stoffe in einem Lebensmittel erhöht werden. Dadurch haben die funktionellen Lebensmittel einen spezifischen Zusatznutzen gegenüber herkömmlichen Lebensmitteln. Der Begriff Functional Food ist bereits seit einiger Zeit geläufig, dennoch besteht erst seit kurzem eine rechtliche Verankerung.

Im weiteren Verlauf soll eine begriffliche Klärung sowie eine Konkretisierung der Rechtsgrundlage vorgenommen werden.

4.2.2.1 Begriffsklärung Functional Food

Das Ursprungsland des Functional Food ist **Japan**, in dem bereits 1984 Functional Food entwickelt wurde. Japan ist heute mit seinen FOSHU-Produkten („Food for specific health use“)¹⁶⁹ weltweit marktführend. In Japan wurde mit der Entwicklung von Functional Food die Zielsetzung verfolgt, bei wachsender Anzahl älterer Menschen das Gesundheitssystem zu entlasten. Über eine optimale Ernährung sollte präventiv ein Beitrag zu einem möglichst guten Gesundheitszustand der Bevölkerung geleistet werden.

Entgegen dem asiatischen, ganzheitlichen Ansatz von Functional Food ist deren Entwicklung in den USA durch die Fitnessbewegung geprägt. Die ersten Produkte aus der Sparte Functional Food waren hier isotonische Sportgetränke.

Bereits seit 1995 findet man funktionelle Lebensmittel auch in den deutschen Lebensmittelregalen, jedoch liegt bis heute europaweit noch keine einheitliche Definition für Functional Food bzw. eine Abgrenzung dieser Produktgruppe von konventionellen Lebensmitteln vor. Neben den Begriffen Functional Food findet man häufig Ausdrücke wie „Designer Food“, „Nutraceuticals“, „Healthy Food“, „Pharmafood“, „Hypernutri-

¹⁶⁹ Gesundheitsbezogene Aussagen für FOSHU-Produkte müssen durch wissenschaftliche Studien nachgewiesen sein. Vgl. Rechkammer, G. (2001), S. 12

ous Food“, „Performance Food“, „Agromedical Food“, oder „Foodaceuticals“, welche synonym gebraucht werden.¹⁷⁰ Eine gängige und anerkannte Definition für Functional Food (funktionelle Lebensmittel) lautet:

„Funktionelle Lebensmittel sind solche Lebensmittel, die einen zusätzlichen Nutzen für den Verbraucher aufweisen, der über die reine Sättigung, die Zufuhr von Nährstoffen und die Befriedigung von Genuss und Geschmack hinausgeht und der zu einer Verbesserung des individuellen Gesundheitszustands oder des Wohlbefindens bzw. zu einer Verringerung des Risikos, an bestimmten Krankheiten zu erkranken, führen kann.“¹⁷¹

Unter dem Terminus Functional Food werden Lebensmittel zusammengefasst, die aufgrund besonderer Inhaltsstoffe mehr als nur den reinen Nähr- und Geschmackswert vorweisen.¹⁷² Ein funktionelles Lebensmittel kann ein natürliches Produkt sein oder ein Lebensmittel, bei dem Stoffe hinzugefügt oder entfernt wurden bzw. Einfluss auf seine Zusammensetzung genommen wurde.¹⁷³ Funktionelle Lebensmittel sollen die Gesundheit und das Wohlbefinden verbessern und/oder ein Krankheitsrisiko reduzieren. Abgrenzend dazu werden Nahrungsergänzungsmittel in Form von Pillen, Pulvern¹⁷⁴ und Flüssigkeiten¹⁷⁵ nicht zu den Functional Food gezählt. Unter Functional Food werden ausschließlich Produkte des normalen Mahlzeitenspektrums verstanden. Funktionelle Lebensmittel sollen ihre Wirkung in üblichen Verzehrsmengen und als Teil einer abwechslungsreichen Ernährung entfalten. Zielgruppen für Functional Food sind dabei alle Altersstufen. Nach SPIEKERMANN können die Verfahren zur Herstellung von Functional Food aus Lebensmitteln in folgende Ansätze eingeteilt werden:¹⁷⁶

- durch Entfernung eines Lebensmittelbestandteils, welches einen unerwünschten Effekt einbringt,
- durch Erhöhung der Konzentration eines natürlichen Bestandteils, welches einen positiven Effekt einbringt,
- durch Zusatz von Stoffen die üblicherweise in diesem Lebensmittel nicht vorkommen,

¹⁷⁰ Vgl. Falch-Ultsch, S./ Falch, B. (2001), S. 221

¹⁷¹ Diplock, A.T. et al (1999), S. 1

¹⁷² Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2000), S. 2

¹⁷³ Vgl. Rechkammer, G. (2001) S. 12

¹⁷⁴ Pulver, die direkt konsumiert werden, dabei sind „Pulver“ wie beispielsweise Kaffeepulver ausgenommen.

¹⁷⁵ Dabei sind normale Getränke ausgenommen.

¹⁷⁶ Vgl. Spiekermann, U. (2002) S. 182

- durch Substitution eines negativ bewerteten durch einen positiv bewerteten Bestandteil und
- durch Verbesserung der Bioverfügbarkeit von Lebensmittelinhaltsstoffen.

Functional Food gibt es derzeit besonders in den Sparten Milch- und Milchprodukte, alkoholfreie Getränke, Backwaren, Getreideprodukte, Süßwaren und Brotaufstriche zu finden. Die wichtigsten funktionellen Wirkstoffe sind aktuell Pro- und Prebiotika, ω -3-Fettsäuren bzw. mehrfach ungesättigte Fettsäuren, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Ballaststoffe, Vitamine und Mineralstoffe.¹⁷⁷ Die den Functional Food zugeschriebenen Gesundheitswirkungen sind größtenteils wissenschaftlich nicht oder noch nicht ausreichend nachgewiesen. Auf diesem Gebiet wird ein interdisziplinärer Forschungsansatz zur Klärung von Stoffwechselprozessen und Wirkungsmechanismen verfolgt.

Diesbezügliche Diskussionen hatten ihren Niederschlag unter anderem in dem EU-Projekt FUFÖSE¹⁷⁸ gefunden. In dem Projekt FUFÖSE beschäftigten sich Experten von 1995-1998 damit, ein Konzept für den Umgang sowie eine Definition von funktionellen Lebensmitteln zu entwickeln. Die Zielsetzung war, wissenschaftlich fundierte Überprüfungsmethoden für die Entwicklung funktioneller Lebensmittel zu schaffen. Dadurch sollen Beweise für positive Effekte auf physiologische Funktionen, soweit diese vorhanden sind, geliefert werden. Als positive Effekte galten die Verbesserung des Gesundheitszustands und des Wohlbefindens eines Menschen/Lebewesens und/oder die Reduzierung des Krankheitsrisikos. Entsprechend dieser Vorgaben wurde eine Arbeitsdefinition entwickelt.

Die Arbeitsdefinition für Functional Food nach FUFÖSE

„Ein Lebensmittel kann als funktionell betrachtet werden, wenn es über adäquate ernährungsphysiologische Effekte hinaus einen nachweisbaren positiven Effekt auf eine oder mehrere Zielfunktionen im Körper ausübt, so dass ein verbesserter Gesundheitsstatus oder ein gesteigertes Wohlbefinden und/oder eine Reduktion von Krankheitsrisiken erzielt wird. Funktionelle Lebensmittel werden ausschließlich in Form von Lebensmitteln angeboten und nicht als Pillen oder Kapseln. Sie sollen integraler Bestandteil

¹⁷⁷ Vgl. Menrad et al (2000)

¹⁷⁸ Das Projekt FUFÖSE (Functional Food Science in Europe); wurde vom International Life Science Institut (ILSI), einem weltweiten Non- Profit Unternehmen, organisiert. Siehe Glossar.

*des normalen Ernährungsverhaltens sein und ihre Wirkungen bereits in üblichen Verzehrsmengen entfalten*¹⁷⁹

Ausgehend von der Arbeitsdefinition von FUFOSE entwickelte das EU-Folgeprojekt PASSCLAIM¹⁸⁰ Kriterien für die wissenschaftliche Überprüfbarkeit eines gesundheitlichen Zusatznutzens. Das Projekt wurde ebenfalls vom International Life Science Institut (ILSI)¹⁸¹ Europe organisiert und sollte eine europäische Vereinheitlichung der wissenschaftlichen Anforderungen für gesundheitsbezogene Aussagen (Health Claims) ermöglichen. Verschiedene Themengruppen und eine Konsensusgruppe arbeiteten einerseits Kriterien zur Beurteilung der bestehenden Systeme aus, um die wissenschaftliche Grundlage für Werbeversprechen zu erfassen. Andererseits legten sie Kriterien fest, die der Identifikation, Validierung und Verwendung von Biomarkern in Studien dienen, die den Zusammenhang von Ernährung und Gesundheit untersuchen.

Diese Entwicklungen fließen neben weiteren Inhalten in die Diskussion für die Implementierung einer einheitlichen Rechtsgrundlage von funktionellen Lebensmitteln mit ein. Im Folgenden wird die aktuelle rechtliche Situation dargestellt.

¹⁷⁹ Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2000), S. 5

¹⁸⁰ PASSCLAIM: Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods

¹⁸¹ ILSI: International life Science Institut, ein non-profit Unternehmen

4.2.2.2 Functional Food im Lebensmittelrecht

Im Rechtssystem der Europäischen Union (EU) existieren erst seit Anfang 2007 spezielle Regelungen für Functional Food. Die EU beschäftigte sich bereits seit einiger Zeit mit der Planung und inzwischen auch mit der Umsetzung sehr weitreichender, einheitlicher Regelungen für den Bereich der gesundheitsbezogenen Werbung („Health Claims“) bei Lebensmitteln, die auch für Functional Food relevant sind. Die gesundheitsbezogenen Aussagen werden in einem allgemeinen Zulassungsverfahren geprüft und, sofern sie zutreffend sind, auf der Grundlage der eingereichten Daten genehmigt. Gesundheitsbezogene Aussagen bedürfen zukünftig zur Absicherung einer Zulassung der wissenschaftlich begründeten Aussage.

Functional Food befand sich in Deutschland rechtlich lange Zeit in einer Grauzone zwischen Lebensmitteln und Arzneimitteln. Die beiden Produktgruppen sind durch eigene Gesetzgebungen geregelt und werden streng kontrolliert. Die funktionellen Lebensmittel standen damit in einer rechtlichen Zwitterstellung zwischen dem deutschen Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetz (LFGB) und dem Arzneimittelgesetz (AMG).¹⁸² Ob ein Produkt als Lebensmittel oder als Arzneimittel eingestuft wird, unterliegt relativ klaren Zuordnungskriterien, die dennoch Lücken in der Zuordnung aufweisen. Entscheidend ist, mit welcher zentralen Intention ein Produkt auf den Markt gebracht wird bzw. mit welcher Zweckbestimmung es verzehrt werden soll.¹⁸³

Herkömmliche Lebensmittel sind in einer europaweit geltenden Verordnung klar definiert. Laut der EG-Verordnung Nr. 178/2002 Artikel 2, sind das „[...] alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand vom Menschen aufgenommen werden. [...]“¹⁸⁴ Sie erheben nicht den Anspruch, Krankheiten zu heilen oder zu lindern, sind frei erhältlich und benötigen keine spezielle Genehmigung für ihren Verkauf. Das „Verbot der krankheitsbezogenen Werbung“ für Lebensmittel (§12, LFGB) untersagt ausdrücklich die Werbung von Aussagen, die Linderung, Verhütung und Beseitigung von Krankheiten suggerieren. Wei-

¹⁸² § 2 des Arzneimittelgesetzes (deutsches Recht). Vgl. Bundesverband deutscher Industrie- und Handelsunternehmen für Arzneimittel, Reformwaren, Nahrungsergänzungsmittel und Körperpflegemittel e.V. URL: http://www.preventnetwork.com/pn_basisinfo/bdih-zur-rechtslage.html (30.03.2006)

¹⁸³ Erbersdobler, H. F./Meyer, A. H. (2000), S. 1ff

¹⁸⁴ http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2002/l_031/l_03120020201de00010024.pdf (Stand 03.06.2007)

terhin wird in den „Vorschriften zum Schutz vor Täuschung“ untersagt, dem Lebensmittel Wirkungen zu attestieren, die ihnen nach den Erkenntnissen der Wissenschaft nicht zugeschrieben werden können oder die wissenschaftlich nicht hinreichend gesichert sind (§11, LFGB).

Um für eine funktionelle Eigenschaft von Functional Food den wissenschaftlichen Beweis zu erbringen, ist es erforderlich, dass ein biochemischer bzw. physiologischer Messwert sich im positiven Sinne verändert. Allerdings können Korrelationen zwischen funktionellen Biomarkern und Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden nur schwer und häufig nur unter sehr großem Aufwand nachgewiesen werden.¹⁸⁵

In der Verordnung 178/2002 Artikel 8 hat die europäische Rechtsprechung einen dem §11 (LFGB) vergleichbaren Artikel zum „Schutz der Verbraucherinteressen“ verabschiedet.

Artikel 8 (1) „Das Lebensmittelrecht hat den Schutz der Verbraucherinteressen zum Ziel und muss den Verbrauchern die Möglichkeit bieten, in Bezug auf die Lebensmittel, die sie verzehren, eine sachkundige Wahl zu treffen. [...]“¹⁸⁶

Der von der EU-Kommission im Juli 2003 vorgelegte Vorschlag¹⁸⁷ einer Verordnung über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben von Lebensmitteln (Health Claims Verordnung) wurde im Dezember 2006 verabschiedet¹⁸⁸ und ist ab Juli 2007 rechtskräftig¹⁸⁹. Die EU-Kommission muss bis zum 19. Januar 2009 die umstrittenen Nährwertprofile festlegen.

Nährwert- und gesundheitsbezogene Werbeaussagen unterliegen somit den aktuellen Anforderungen, dass sie wissenschaftlich fundiert sein müssen und dass ein kausaler und quantitativer Zusammenhang zwischen der verzehrten Menge, des darin enthaltenen Wirkstoffes und der suggerierten Wirkung vorliegen muss. Die geforderten Nährwertprofile (Health-Claims-VO) sollen eine Grundlage für nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben bieten. Die nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben sind nur zulässig, wenn vom durchschnittlichen Verbraucher erwartet werden kann, dass er die

¹⁸⁵ Vgl. Rechhammer, G. (2001), S. 13

¹⁸⁶ http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2002/l_031/l_03120020201de00010024.pdf (Stand 03.08.07)

¹⁸⁷ Dokument „KOM (2003) 424 endgültig“ vom 16.07.2003 aus Haber, B. (2006), S. 33

¹⁸⁸ Im EU-Amtsblatt vom 30. Dezember 2006 wurde die Verordnung über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel (Health Claims Verordnung) veröffentlicht.

¹⁸⁹ Die Verordnung tritt zwanzig Tage nach Veröffentlichung im Amtsblatt der EU in Kraft und muss sechs Monate später angewendet werden.

dargestellten Angaben versteht.¹⁹⁰ Hierfür sind einheitliche Definitionen erforderlich. Die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) erstellt dafür eine Positivliste mit erlaubten gesundheitsbezogenen Aussagen.¹⁹¹ Einige Begriffsbestimmungen wurden bereits festgelegt. Ein Lebensmittel darf beispielsweise als „fettarm“ bezeichnet werden, wenn das Produkt im Fall von festen Lebensmitteln weniger als 3 g Fett/100 g oder weniger als 1,5 g Fett/ 100 ml im Fall von flüssigen Lebensmitteln enthält. Ein Lebensmittel darf mit einem „hohen Ballaststoffgehalt“ beworben werden, wenn es im Fall von festen Lebensmitteln mindestens 6 g Ballaststoffe/100 g oder im Fall von flüssigen Lebensmitteln mindestens 3 g Ballaststoffe/100 kcal enthält.¹⁹²

Für gesundheitsbezogene Angaben gelten eine Reihe von Voraussetzungen/Bedingungen, bezogen auf die erforderliche Verzehrmenge des Lebensmittels und auf das Verzehrmuster, um die positive Wirkung zu erzielen. Zudem muss ein Hinweis auf die Bedeutung einer abwechslungsreichen und ausgewogenen Ernährung sowie einer gesunden Lebensweise angebracht werden. Gegebenenfalls muss darauf hingewiesen werden, welche Personengruppen den Verzehr vermeiden sollten, bzw. ein Warnhinweis auf Produkte angebracht werden, die bei übermäßigem Verzehr eine Gesundheitsgefahr darstellen können. Bei Angaben über die Verringerung eines Krankheitsrisikos muss zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen der Health-Claims-Verordnung die Kennzeichnung¹⁹³ die Informationen enthalten, dass die Krankheit, auf die diese Angabe bezieht, durch mehrere Risikofaktoren bedingt ist.¹⁹⁴ Solche krankheitsbezogene Werbung ist von Juli 2007 an erlaubt, wenn die Wirkung durch allgemein anerkannte wissenschaftliche Nachweise bestätigt wurde und zudem die dafür erforderlichen Voraussetzungen erfüllt werden.

Folgendes Beispiel soll diese Inhalte verdeutlichen: Die Bezeichnung „calciumhaltig“ darf für ein Produkt nur verwendet werden, wenn 100 g des Produktes mindestens 120 mg Calcium enthalten.¹⁹⁵ Die Werbeaussage „Calcium ist wichtig für Knochen und Zähne“ darf aufgeführt werden, wenn diese als wissenschaftlich belegte Aussage vorliegt, die eine Verzehrsangabe mit quantitativen Angaben enthält. Eine krankheitsbezo-

¹⁹⁰ Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2007), S. 17

¹⁹¹ Vgl. Groeneveld, M. (2006), S. 508

¹⁹² Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2007), S. 32ff

¹⁹³ Falls eine Kennzeichnung fehlt, müssen das Verpackungsdesign der Lebensmittel und die Lebensmittelwerbung diese Erklärung enthalten.

¹⁹⁴ Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2007), S.21

¹⁹⁵ Richtlinie 90/496/EWG oder auch gemäß Artikel 6 der Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen.

gene Aussage wie "Calcium vermindert das Osteoporose-Risiko" ist verboten, kann aber im Einzelfall zugelassen werden, wenn der Hersteller wissenschaftlich anerkannte Nachweise für den Zusammenhang von Osteoporose und Calcium vorlegen kann.¹⁹⁶ Die Kennzeichnung des Produktes muss mit zusätzlichen Hinweisen auf Ursachen von Osteoporose versehen werden und zudem konkrete Angaben über Verzehrmenngen liefern. Folgende Übergangsregelungen wurden für die Umsetzung der Health-Claims-Verordnung festgelegt: Lebensmittel, die vor Inkrafttreten dieser Verordnung auf den Markt gebracht oder gekennzeichnet worden sind und dieser Verordnung nicht entsprechen, dürfen bis zu ihrem Mindesthaltbarkeitsdatum, jedoch spätestens bis zum 31. Juli 2009 weiter vertrieben und verkauft werden.¹⁹⁷ „Produkte mit bereits vor dem 1. Januar 2005 bestehenden Handelsmarken oder Markennamen, die dieser Verordnung nicht entsprechen, dürfen bis zu 15 Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung weiterhin in Verkehr gebracht werden. Nährwertbezogene Angaben, die in einem Mitgliedstaat vor dem 1. Januar 2006 gemäß den einschlägigen innerstaatlichen Vorschriften verwendet wurden und nicht im Anhang der Verordnung aufgeführt sind, dürfen bis zu drei Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung verwendet werden.“¹⁹⁸

Neben dem Verordnungsvorschlag zu nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben über Lebensmittel (Health-Claims-Verordnung) wurde zeitgleich ein Verordnungsvorschlag, der die Anreicherung mit Vitaminen, Mineralstoffen und bestimmten anderen Stoffen regelt, (Anreicherungs-Verordnung) verabschiedet. Mit der Health-Claim-Verordnung wird verfolgt, die Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben zu harmonisieren, um das reibungslose Funktionieren des Binnenmarktes zu gewährleisten und gleichzeitig ein hohes Verbraucherschutzniveau zu bieten.¹⁹⁹

Nachfolgend sollen die funktionellen Lebensmittel gegenüber Arzneimitteln, Nahrungsergänzungsmitteln, nährstoffangereicherten Lebensmitteln sowie Novel Food abgegrenzt werden.

¹⁹⁶ Vgl. Kessner, L. (2006), S. 256f

¹⁹⁷ Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2007b), S. 29

¹⁹⁸ Vgl. http://www.europarl.europa.eu/news/expert/infopress_page/067-8214-136-05-20-911-20060512IPR08047-16-05-2006-2006-true/default_de.htm (28.05.07)

¹⁹⁹ Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (2007b), S. 10

4.2.2.3 Abgrenzungen von Functional Food

4.2.2.3.1 Abgrenzung zu Arzneimitteln

Im Gegensatz zu Lebensmitteln handelt es sich bei Arzneimitteln laut §2 (1) des Arzneimittelgesetzbuches um „[...] Stoffe und Zubereitungen aus Stoffen, die dazu bestimmt sind, durch Anwendung am oder im menschlichen oder tierischen Körper [...] Krankheiten, Leiden, Körperschäden oder krankhafte Beschwerden zu heilen, zu lindern, zu verhüten oder zu erkennen, [...] die Beschaffenheit, den Zustand oder die Funktionen des Körpers oder seelische Zustände zu beeinflussen.“²⁰⁰ Arzneimittel sind nicht frei verkäuflich und müssen ein spezielles Zulassungsverfahren durchlaufen.²⁰¹ Hier besteht ein Widerspruch zum Kriterium für funktionelle Lebensmittel, die als integraler Bestandteil des normalen Ernährungsverhaltens vorliegen und ihre Wirkung bereits in üblichen Verzehrsmengen entfalten sollen. Die Konkretisierung und Abgrenzung der Begriffe Lebensmittel und Arzneimittel überlässt der Gesetzgeber der Praxis. Die Rechtsprechung orientiert sich daraufhin an der - an objektiven Merkmalen anknüpfenden - überwiegenden Zweckbestimmung des Produktes. Die Zweckbestimmung eines Erzeugnisses setzt sich somit aus objektiven (Auffassung der pharmazeutischen oder medizinischen Wissenschaft) und subjektiven Komponenten (Werbeprospekte, Indikationshinweise, Aufmachung) zusammen. Die maßgebliche Verkehrsauffassung ist demnach multifaktoriell geprägt²⁰² und verfügt über einen gewissen Spielraum.

4.2.2.3.2 Abgrenzung zu Nahrungsergänzungsmitteln

Seit Mai 2004 gilt die vom Ministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft erlassene Verordnung über Nahrungsergänzungsmittel (NemV), die folgende Definition beinhaltet: Ein „Nahrungsergänzungsmittel (...) ist ein Lebensmittel, das da-

²⁰⁰ Arzneimittelgesetz:
http://www.bmg.bund.de/nn_603266/SharedDocs/Gesetzestexte/Arzneimittel/AMG,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/AMG.pdf (28.05.07)

²⁰¹ Vgl. Groeneveld, M. (2000), S. 13

²⁰² Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (1999a), S. 1

zu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen, ein Konzentrat von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung allein oder in Zusammensetzung darstellt und in dosierter Form, insbesondere in Form von Kapseln, Pastillen, Tabletten, Pillen und anderen ähnlichen Darreichungsformen, Pulverbeuteln, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen und ähnlichen Darreichungsformen von Flüssigkeiten und Pulvern zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen, in den Verkehr gebracht wird.“²⁰³ Die Betonung liegt hierbei auf der Dosierbarkeit mit Hilfe verschiedener Darreichungsformen. Eine weitere Bezeichnung für diese Präparate ist der Begriff Nutraceuticals (Der Name setzt sich aus den Begriffen Nutrition (*engl. Ernährung*) und Pharmaceuticals (*engl. Medikamente*) zusammen²⁰⁴). Unter diesem Terminus sind Präparate zusammenfasst, die als Pulver, Tabletten, Kapseln oder Ampullen isolierte, teils chemisch reine Inhaltsstoffe in hoch dosierter Form enthalten. In der Arbeitsdefinition für Functional Food wurde festgehalten, dass funktionelle Lebensmittel ausschließlich in Form von Lebensmitteln angeboten werden und nicht als konzentriertes Pulver oder Kapseln. Somit gelten Nahrungsergänzungsmittel nicht als Functional Food.

²⁰³ <http://www.gesetze-im-internet.de/nemv/index.html> (28.05.2007)

²⁰⁴ Vgl. Rechhammer, G. (2001), S. 13

4.2.2.3.3 Abgrenzung zu nährstoffangereicherten Lebensmitteln

Die im Dezember 2006 verabschiedete²⁰⁵ EU-Verordnung über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln ist ab Juli 2007 rechtskräftig. Darin wird eine Gemeinschaftsvorschrift zur Harmonisierung der nationalen Bestimmungen erlassen, die den freien Verkehr dieser Erzeugnisse und das Funktionieren des Binnenmarktes bestärken soll. Laut der von Codex Alimentarius²⁰⁶ entwickelten Definition handelt es sich bei nährstoffangereicherten Lebensmitteln um solche, „[...] denen essentielle Nährstoffe in Form einer Anreicherung oder Ergänzung zugesetzt wurden mit dem Ziel einen Mangel an einem oder mehreren Nährstoffen in der Bevölkerung oder in speziellen Bevölkerungsgruppen vorzubeugen“.²⁰⁷

Ein Beispiel dafür stellt iodiertes Speisesalz dar. Da ein funktionelles Lebensmittel über den ernährungsphysiologischen Nutzen hinaus noch gesundheitsfördernd wirken soll, ist Iodsalz kein funktionelles Lebensmittel. Bei Vitaminzusätzen gestaltet sich die Zuordnung bereits schwieriger. Die Abgrenzung wird dahingehend getroffen, dass Lebensmittel mit Vitaminzusätzen, neben der ernährungsphysiologischen eine gesundheitliche Wirkung aufweisen und somit als Functional Food gelten können. Dabei gilt es zudem die richtige Dosierung zu beachten. Ein nährstoffangereichertes Lebensmittel kann, wenn es die Anforderungen erfüllt, als funktionelles Lebensmittel gelten, ist es jedoch nicht zwangsläufig.

²⁰⁵ Im EU-Amtsblatt vom 30. Dezember 2006 wurde die Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln veröffentlicht. Die Verordnung tritt zwanzig Tage nach Veröffentlichung im Amtsblatt der EU in Kraft und muss sechs Monate später angewendet werden.

²⁰⁶ Gemeinsame Einrichtung der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) der Vereinten Nationen (UNO). Das Ziel des Codex Alimentarius ist es, die Gesundheit der Verbraucher zu schützen und faire Geschäftsmethoden im Lebensmittelhandel zu garantieren. Es werden international einheitliche Standards für Lebensmittel herausgegeben.

²⁰⁷ Groeneveld, M. (2000), S. 11

4.2.2.3.4 Abgrenzung zu Novel Food

Unter der Bezeichnung Novel Food werden neue Lebensmittel oder Lebensmittelzutaten, die durch chemische, biochemische, biotechnische und insbesondere gentechnische Verfahren gewonnen wurden, zusammengefasst. Sie unterliegen einer eigenen Regelung. Hierbei handelt es sich um Lebensmittel und -zutaten, die in der EU noch nicht in nennenswertem Umfang in die menschliche Ernährung eingegangen sind und zu bestimmten Lebensmittelgruppen gehören.²⁰⁸

Für diese Lebensmittel besteht innerhalb der EU eine rechtliche Grundlage, die - basierend auf der Novel-Food-Verordnung²⁰⁹ (Verordnung EG Nr.258/97) - am 15. Mai 1997 in Kraft getreten ist. Lebensmittel oder Lebensmittelzutaten müssen zu einer von sechs genau definierten Gruppen von Lebensmitteln gehören, um als Novel Food zu gelten. Folgende Gruppen liegen vor:

- Produkte, die „genetisch veränderte Organismen im Sinne der EU-Richtlinie 90/220/EWG enthalten oder aus solchen bestehen“,
- Produkte, „die aus genetisch veränderten Organismen hergestellt sind, solche jedoch nicht enthalten“,
- Produkte mit „neuer oder gezielt modifizierter primärer Molekülstruktur“,
- Produkte, „die aus Mikroorganismen, Pilzen oder Algen bestehen oder isoliert worden sind“,
- “Erzeugnisse, die aus Pflanzen (und) Tieren isoliert wurden [...] oder aus diesen bestehen, wobei diese Pflanzen oder Tiere nicht mit herkömmlichen Vermehrungs- oder Zuchtmethoden gewonnen wurden und die erfahrungsgemäß als sicher gelten“,
- “Erzeugnisse bei deren Herstellung ein neuartiges Verarbeitungsverfahren angewandt worden ist, das zur wesentlichen Veränderung der herkömmlichen Lebensmittelzusammensetzung geführt hat.“²¹⁰

Die erste - im Spektrum der neuartigen Produkte - zugelassene Lebensmittelgruppe in der Europäischen Union sind Streichfette, die mit Phytosterinen angereichert sind. Vor der Zulassung wurden strenge Etikettierungsanforderungen und ein Überwachungspro-

²⁰⁸ Vgl. Erbersdobler, H. F./ Meyer, A. H. (1999b), S. 1

²⁰⁹ EU-Verordnung über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten
<http://www.preventnetwork.com/orthomolekular/naehrst%20bdih.html> (24.04.2006)

²¹⁰ Vgl. Groeneveld, M. (2000), S. 15

gramm durch den Hersteller auch nach Markteinführung festgelegt. Ein funktionelles Lebensmittel kann also, wenn es die oben genannten Anforderungen erfüllt, als Novel Food gelten. Jedoch ist nicht jedes Novel Food gleichzeitig auch ein funktionelles Lebensmittel.

4.2.3 Ausgewählte Kategorien von Functional Food

In diesem Kapitel werden die Kategorien Pro- und Prebiotika²¹¹, Ballaststoffe, Omega-3-Fettsäuren, Sekundäre Pflanzenstoffe und weitere Zusatzstoffe vorgestellt. Die Erläuterungen beziehen sich auf das Vorkommen und die jeweiligen Wirkungsweisen der Substanzen. Ferner werden Produktbeispiele aufgeführt und jeweils eine abschließende allgemeine Bewertung vorgenommen.

4.2.3.1 Pro- und Prebiotika

Bereits im späten 20ten Jahrhundert entstand die Idee, durch bestimmte Mikroorganismen die Zusammensetzung und Entwicklung der Darmflora positiv zu beeinflussen. Darauf aufbauend setzte die Entwicklung probiotischer Mikroorganismen ein. Im Jahre 1991 bezeichnete FULLER lebende Mikroorganismen, die eine gesundheitsfördernde Wirkung haben und in der Regel der Nahrung beigefügt werden, als Probiotika.²¹²

Eine gängige Definition lautet folgendermaßen:

***Probiotika**²¹³ sind definierte lebende Mikroorganismen, die in ausreichender Menge in aktiver Form in den Darm gelangen und dadurch positive gesundheitliche Wirkungen erzielen.*

Allgemein werden Mikroorganismen nur dann als Probiotika anerkannt, wenn deren Wirksamkeit in unabhängigen, Placebo-kontrollierten Doppelblindstudien nachgewiesen wurde.²¹⁴ Da der Erhalt der probiotischen Eigenschaften auch in Abhängigkeit vom jeweiligen Lebensmittel beeinflusst werden kann, gilt für probiotische Lebensmittel folgende Definition:

²¹¹ Der Begriff Prebiotika wird ebenfalls in der Schreibweise Präbiotika verwendet.

²¹² Als Probiotika wird ein "lebender mikrobieller Nahrungszusatz", der "durch Verbesserung des Gleichgewichts der Darmflora einen positiven Einfluss [...] ausübt", bezeichnet. Siehe: Fuller, R. (1989), S. 366

²¹³ Abschlussbericht der Arbeitsgruppe „Probiotische Mikroorganismenkulturen in Lebensmitteln“ am Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz (BgVV), heute Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (Oktober 1999) <http://www.bfr.bund.de/cm/208/probiot.pdf> (28.05.07)

²¹⁴ Vgl. Haller, D. In: URL: http://www.wzw.tum.de/eem/aktuelles/Haller_Milchtagung_2005.pdf (27.05.2007)

*Probiotische Lebensmittel sind Lebensmittel, die Probiotika in einer Menge enthalten, bei der die probiotischen Wirkungen nach dem Verzehr eines derartigen Lebensmittels erzielt werden.*²¹⁵

Zur Anerkennung eines probiotischen Lebensmittels ist der Wirksamkeitsnachweis im Lebensmittel selbst erforderlich. Zudem muss sichergestellt sein, dass die probiotischen Effekte der zugesetzten Mikroorganismen über die grundlegenden Effekte des Lebensmittels hinausgehen.²¹⁶ Die Voraussetzung für eine probiotische Wirkung von Lebensmitteln ist, dass die Bakterien den Dickdarm lebend erreichen.

Die wichtigsten Vertreter probiotischer Mikroorganismen sind spezielle Milchsäurebakterien (v.a. Bifidobakterium, Lactobacillus und Enterococcus). Sie sind weniger säureempfindlich als die normalerweise zur Joghurtherstellung eingesetzten Milchsäurebakterien.²¹⁷ Diese besonderen Milchsäurebakterien müssen magen- und gallensäuretolerant sowie resistent gegen Verdauungsenzyme sein, um nach dem Verzehr den unteren Dünndarm bzw. den Dickdarm in aktiver Form zu erreichen. Der Übertritt in den Dickdarm ist für einige Bakterien nachgewiesen, allerdings scheinen sich diese Keime nicht dauerhaft in das sehr stabile System des Darms einzufügen. Nach gegenwärtigem Wissensstand kann eine dauerhafte Etablierung im Darm nur durch stetige Zufuhr erzielt werden. Nach Beendigung der Probiotika-Zufuhr wurden bereits nach vier Tagen nur noch 16% der (Bifido)-Bakterien im Stuhl nachgewiesen.²¹⁸ Dieser Aspekt ist besonders für die Anbieter von probiotischen Produkten interessant, da ein Verbraucher, der für das Produkt gewonnen wurde, somit zu einem steten Kunden werden würde. Es gilt kritisch zu fragen, ob dieses Bakterienverhalten gezielt - im Hinblick auf einen fortwährenden Verkauf ausgerichtet - entwickelt wurde. Gegenwärtig vorliegende Studien beziehen sich auf den Bakteriennachweis im Darmlumen und können somit keine Aussage über die mögliche Existenz auf anwesende, probiotisch aktive Bakterien auf der Darmwand treffen. Um hier eine fundierte Aussage zu erhalten, wäre die Untersuchung der Darmschleimhaut erforderlich.²¹⁹ Trotz zahlreicher Untersuchungsdaten von menschl-

²¹⁵ Abschlussbericht der Arbeitsgruppe „Probiotische Mikroorganismenkulturen in Lebensmitteln“ am Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz (BgVV), heute Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (Oktober 1999) <http://www.bfr.bund.de/cm/208/probiot.pdf> (04.04.06)

²¹⁶ Vgl. Haller, D. (2005)

²¹⁷ Z.B. Lactobacillus bulgaricus und Streptococcus thermophilus

²¹⁸ Vgl. Hammer, H.F./ Aichbichler, B. (2003), S. 19

²¹⁹ Vgl. Hammer, H.F./ Aichbichler, B. (2003), S. 16

chem Gewebe bezüglich günstiger Effekte auf zellulärer Ebene, wurde noch kein Beweis erbracht, der eine Wirkung von Probiotika beim gesunden Menschen belegt.²²⁰

Durch den Einsatz von Probiotika wird erhofft, pathogene Mikroorganismen im Darm durch erwünschte (z.B. Bifidobakterien) zu verdrängen, die sich in der Darmflora anlagern und deren Eigenschaften verbessern. Die Wirkung von Probiotika beruht auf unterschiedlichen Mechanismen. Einerseits auf der Bekämpfung von pathogenen Bakterien durch die Produktion von antibakteriellen Wirkstoffen und andererseits durch Verdrängung dieser Bakterien. Dadurch kommt es zur Veränderung des mikrobiellen Metabolismus mit Aktivitätssteigerung der schützenden Enzyme und Verringerung der Aktivität eines oder mehrerer unerwünschter Enzyme, bei einer gleichzeitigen Stimulation der Immunabwehr.²²¹ Dadurch kann eine antitoxische oder eventuell auch antikanzerogene Wirkung auftreten.²²² Des Weiteren werden positive Wirkungen von Probiotika bei Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts beobachtet.²²³ Trotz der positiven Beeinflussung der Intestinalflora im Darm, gibt es jedoch noch keine experimentelle Bestätigung für die präventive Wirkung von Probiotika gegen Krebs.^{224, 225} Auch deren Einfluss auf den Blutdruck und den Cholesterinspiegel können nicht als hinreichend belegt angesehen werden. Bei Lactoseintoleranz dagegen lassen sich die Beschwerden durch Verzehr von probiotischen Bakterien deutlich verringern. Die Wirkungen von Probiotika sind stammspezifisch, somit immer auf spezielle probiotische Kulturen eingeschränkt.

Inwieweit die Anwesenheit eines neuen Bakterienstammes die Darmflora beeinflusst, ist bisher nicht eindeutig zu beantworten.²²⁶ Hier bedarf es der wissenschaftlichen Belege für die propagierten Wirkungen.

Neben der Zugabe von Probiotika werden Lebensmittel mit Prebiotika versetzt, die folgendermaßen definiert sind:

Prebiotika²²⁷ sind Nahrungsbestandteile, die gezielt die Vermehrung und/oder die Aktivität günstiger Dickdarmbakterien stimulieren.²²⁸

²²⁰ Vgl. Hammer, H.F./ Aichbichler, B. (2003), S. 22

²²¹ Steigerung der Bildung von Antikörpern und Steigerung der Aktivität von Makrophagen.

²²² Vgl. DGE (2004), Kapitel 6. <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=496> (01.06.07)

²²³ Vgl. DGE (2004b), S.306

²²⁴ Vgl. ebd., S. 260

²²⁵ hier wurde lediglich der hemmende Effekt auf bestimmte Enzyme gezeigt

²²⁶ Vgl. DGE (2004) Kapitel 6. <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=496> (01.06.07)

²²⁷ Prebiotika wird gleichsam in der Schreibweise Präbiotika verwendet.

Prebiotika sind Nahrungsbestandteile, die im Wesentlichen aus Kohlenhydraten²²⁹ bestehen und bis in den Dickdarm gelangen, wo sie von gesundheitsfördernden Bifidobakterien der Darmflora fermentiert werden. Prebiotika sind natürlich oder synthetisch hergestellte Kohlenhydrate, die teilweise speziell für den Einsatz als Prebiotikum entwickelt wurden. Die bekanntesten Vertreter der Prebiotika sind Inulin²³⁰ und Oligofruktose, daneben auch das Disaccharid Laktulose²³¹, Galaktooligosaccharide, Isomaltooligosaccharide und andere.²³² Des Weiteren sind Prebiotika auch lösliche Ballaststoffe aus Getreide, wie beispielsweise die vor allem im Hafer vorkommenden β -Glucane. Ein Prebiotikum erfüllt dann seinen Zweck, wenn es das Wachstum von Bakterien (Bifidobakterien, spezielle Milchsäurebakterien) mit protektiven Eigenschaften fördert. Auch hier ist eine tägliche Aufnahme erforderlich.²³³

Prebiotika führen zu einer Erhöhung der Verdauungsmasse und damit auch zu einer Erhöhung der Stuhlfrequenz. Zudem haben sie positive Effekte auf günstige Darmbakterien (z.B. Bifidobakterien) und gleichzeitig hemmen sie Bakterienstämme mit pathogenem Potenzial (Clostridium), wodurch das Diarrhoerisiko verringert wird. Der durch Prebiotika niedrigere pH-Wert²³⁴ im Speisebrei bewirkt eine bessere Löslichkeit der Mineralstoffe wie Calcium, Eisen und Magnesium und damit eine bessere Absorption im Dickdarm, wodurch dem Risiko an Osteoporose zu erkranken entgegengewirkt werden könnte. In vitro, in Tierversuchen und in Humanstudien konnte gezeigt werden, dass Inulin und Oligofruktose genotoxische und karzinogene Effekte vermindern können.²³⁵ Zudem wurde für Inulin und Oligofruktose bei einer Zufuhr von 5g/Tag eine bifidogene Wirkung bestätigt.²³⁶ Sekundäreffekte, wie die verbesserte Knochenmineralisierung, günstige Wirkungen beim metabolischen Syndrom, eine Stärkung der natürli-

²²⁸ Gibson, G.R./ Roberfroid, M.B. (1995); 1402

²²⁹ Siehe auch 4.2.4.2 Ballaststoffe; Prebiotika sind Ballaststoffe, mit spezieller physiologischer Funktion für den intestinalen mikrobiellen Stoffwechsel.

²³⁰ Inulin ist ein Glucose und Fructose enthaltendes Speicher-Kohlenhydrat, welches in vielen Pflanzen vorkommt. Es wird vor allem aus der Zichorienwurzel durch Heißwasserextraktion gewonnen. Inulin (β 1-2 Fructane; 2-65 polymerisierte Monosaccharide)

²³¹ Ein Disaccharid bestehend aus Fruktose und Galaktose, im Gegensatz zu Laktose, einem Disaccharid aus Glucose und Galaktose.

²³² Vgl. Hammer, H.F./ Aichbichler, B. (2003), S. 20

²³³ Vgl. ebd., S. 22

²³⁴ Bei der Fermentation von Prebiotika entstehen kurzkettige Fettsäuren (Butyrat, Propionat, Acetat), die zu einer pH-Wert-Absenkung führen. Aus: Pool-Zobel, B. (2007b), S. 70

²³⁵ Vgl. Pool-Zobel, B. (2007b), S. 72

²³⁶ Vgl. Pool-Zobel, B. (2007a), S. 10

chen Abwehrkräfte sowie die Verminderung des Dickdarmkrebsrisikos werden in aktuellen Studien untersucht.²³⁷

Mit dem Begriff **Synbiotika**²³⁸ werden Kombinationen von Pro- und Prebiotika bezeichnet, die jeweilige Vorteile synergetisch in sich vereinigen.

4.2.3.1.1 Produkte

Probiotische Zusätze sind nicht nur auf Milchprodukte beschränkt. Es werden auf dem Markt bereits probiotische Wurst, Müsli, Schokolade und Müsliriegel angeboten. *Prebiotische* Zusätze finden allgemein Anwendung in Milchprodukten (Joghurt, Käse, Desserts, Getränke), Brotaufstrichen und Butterprodukten, Backwaren und Broten, Frühstücksflocken, Füllungen, Fruchtzubereitungen, Fleischprodukten, Salatdressings sowie Schokolade.²³⁹ Kurzkettige prebiotische Oligosaccharide können in flüssigen Lebensmitteln als Füllstoff oder aufgrund ihres süßen Geschmacks als Zuckerersatz eingesetzt werden.

Einige konkrete Beispiele werden in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

²³⁷ Vgl. Pool-Zobel, B. (2007a), S. 11

²³⁸ Vgl. <http://www.bfr.bund.de/cm/208/probiot.pdf> (04.04.06)

²³⁹ Vgl. Loo, J.v. (2000), S.12

Tabelle 3: Produkte mit pro- und prebiotischen Zusätzen²⁴⁰

Produkt	Hersteller	Funktioneller Produktbestandteil	Werbeversprechen
Aktifit – probiotischer Magermilch Drink	Emmi	Vitamin B ₆ und Folsäure (Tagesportion)	„Stabilisiert die Darmflora, Fördert die Verdauung, stärkt die körpereigenen Abwehrkräfte, steigert das Wohlbefinden“
Getränk mit probiotischen Shirota-Bakterien	Yakult	Lactobacillus casei shirota Fettfrei (< 0,1 % Fett)	„Stärkt das Gleichgewicht der Darmflora und die Widerstandskräfte“
Probiotische Wurst	Metzgerei Manfred Obermaier	Lactobacillus paracasei	„Positive Beeinflussung der Darm- und Stoffwechselfunktionen, stärkt die natürlichen Abwehrkräfte, steigert das allgemeine Wohlbefinden“
Doppelkeks mit probiotischer Joghurtcreme	Wittenberger	Ungehärtetes Fett	„Für die Gesundheit“
ACTIVIA®	Danone GmbH	Ballaststoffe, Digestivum essensis® Kultur	„Verdauung natürlich regulieren“
Nöm fasten Fruchtjoghurt Pre- und probiotischer Joghurt	Nöm AG	Ballaststoffe, Inulin	„Unterstützt ihren Körper beim Abnehmen“
Voll fit Pre- und probiotisches Milchmischerzeugnis	Mopro Luzern AG	Oligofructose, Lactobacillus GG, L-Carnitin, Aloe Vera, Vitamine C, E und B ₆	“[...] ihr Wohlbefinden in mehrfacher Weise unterstützen.”, „[...] die körpereigenen Abwehrkräfte stärken“
Früchte Frühstück - Ballaststoffhaltiger Mehrfruchtdrink mit Vitaminen	Schwartauer Werke	Ballaststoffe, Inulin, Apfelfaser, Weizen-/ Haferspeisekleie	„Das schnelle Trinkfrüstück für einen gesunden Start in den Tag“
Krafticus Spezialbrot	Müller Brot	Magnesium, Calcium, Ballaststoffe, Vitamine (B ₁ , B ₂ und B ₆)	„Halten sie sich auf genussvolle Art fit“
Topinambur Knäckebrötchen mit Inulin	Hecht	Reich an Vitaminen und Mineralien	„Wirkt positiv auf die Darmflora, verdauungsfördernd, den Darm mobilisierend“
Aktifit Brot mit prebiotischen Ballaststoffen	Ruf	Prebiotische Ballaststoffe	„Beitrag zur gesunden und ausgewogenen Ernährung“
Balance Brot mit Prebiotika	Pema	Magnesium und Folsäure	„Gleichgewicht durch Wellness-Vollkornbrot, für gesunde Darmflora“
Forever fun Joghurt Fruchtgummi	Haribo	Calciumlactatgluconat, Magnesiumgluconat, Ballaststoff Oligofructose	„Bewegung bringt Lebenskraft und Lebensfreude und erlaubt süßen Genuss – ohne Fett!“

²⁴⁰ Eigene Zusammenstellung

4.2.3.1.2 Bewertung

Pro- und prebiotische Milchprodukte sind nach Einschätzung der Verbraucher-zentralen in ihrer Zusammensetzung und im Nährstoffgehalt ähnlich zu den herkömmlichen Produkten. Sauermilchprodukte – sei es mit oder ohne pro- und prebiotische Zusätze - leisten bereits für sich einen positiven Beitrag für die Gesundheit. Bei den probiotischen Produkten lassen sich spezielle Wirkungen einzelner Bakterienstämme anhand der Kennzeichnung häufig nicht nachvollziehen.²⁴¹

Der Einsatz von Prebiotika ist aufgrund folgender Eigenschaften zu empfehlen. Prebiotika begünstigen - besonders durch Vermehrung der Bifidobakterien - die Zusammensetzung der Dickdarmflora. Zudem steigern Prebiotika die Calciumaufnahme. Laut Ernährungsbericht 2004 werden die meisten gesundheitsrelevanten prebiotischen Effekte mit Verzehrsmengen von > 8 g/Tag erzielt.²⁴²

4.2.3.2 Ballaststoffe

Ballaststoffe sind unverdauliche Nahrungsbestandteile, die aus Kohlenhydraten bestehen und unterschiedliche Strukturen aufweisen. Als Ballaststoffe werden einerseits pflanzliche Nichtstärke-Polysaccharide (Zellwand-Polysaccharide²⁴³) und Lignin verstanden, andererseits weisen auch verschiedene Reservepolysaccharide²⁴⁴ und resistente Stärke ähnliche Eigenschaften wie Ballaststoffe auf.²⁴⁵

Ballaststoffe sind von Natur aus in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten. Die wichtigsten Ballaststoffquellen sind Getreideprodukte, Gemüse, Obst sowie Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie wie Weizen- und Haferkleie.

Folgende physiologische Funktionen werden von Ballaststoffen direkt oder - als Fermentationsprodukte ihres mikrobiellen Abbaus - indirekt ausgeübt:²⁴⁶ Sie hemmen die

²⁴¹ Vgl. König, H. (2005), S. 35

²⁴² Vgl. DGE (2004b) S. 302

²⁴³ Z.B. Zellulose; Pektinstoffe: Homogalakturonan; Hemizellulosen: Xyloglucane, Arabinan, β -Glukane, etc.

²⁴⁴ Z.B. Galaktonmannane: Guaran, Johannisbrotmehl; Fruktane: Inulin, Algen-Polysaccharide: Carrageenan, Agar, Alginsäure, etc.

²⁴⁵ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 161

²⁴⁶ Vgl. Jacobasch, G./ Dongowski, G. (2000), S. 1

Resorption von Glucose und Lipiden, sie beeinflussen die Bakterienflora im Dickdarm, sie verdünnen den Speisebrei und verringern die Energiedichte, sie erhöhen die Viskosität des Speisebreis²⁴⁷ und führen damit zu einer Steigerung des Sättigungsgefühls. Sekundäre Wirkungen dieser Einflüsse sind ein vermindertes Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, eine Minderung des Darmkrebsrisikos und eine Senkung des Blutglucosespiegels.²⁴⁸ Ballaststoffe verringern die Absorption von Mineralstoffen, wobei der höhere Gehalt an den essenziellen Nährstoffen in ballaststoffreichen Lebensmitteln diesen Verlust wiederum ausgleicht.²⁴⁹ Ballaststoffe beeinflussen somit sowohl den Kohlenhydrat-, den Lipid- und den Mineralstoffwechsel, als auch die Kolonkarzinogenese. Die vorab vorgestellten Prebiotika sind ebenfalls Ballaststoffe, die spezielle Funktionen und Wirkungen haben. Der Grundgedanke für den Einsatz von Prebiotika begründet sich darauf, eine ausreichende Ballaststoffversorgung für den intestinalen mikrobiellen Stoffwechsel zu gewährleisten. Bevorzugt werden dabei resistente Stärken oder Oligofruktosen eingesetzt, wobei andere Ballaststoffe wie Pektine und β -Glucane weniger geeignet sind. Der Grund dafür liegt darin, dass resistente Stärken und Oligofruktosen das Wachstum von Butyratbildnern fördern. Butyrat ist für den Stoffwechsel der Dickdarmschleimhaut bedeutsam. Bei Butyratmangel flachen die Krypten ab und atrophieren schließlich. Damit steigt das Risiko chronischer Darmerkrankungen und der kolorektalen Kanzerogenese an.²⁵⁰

Aufgrund unterschiedlicher mikrobieller Abbauege ist eine Unterscheidung der Ballaststoffeffekte erforderlich. Dabei werden besonders Zellwandbestandteile, Pektine und resistente Stärken unterschieden. Lösliche makromolekulare Ballaststoffe können beispielsweise durch Wasserbindung – und der daraus resultierenden Erhöhung der Viskosität des Nahrungsbreis - im Dünndarm einen verstärkten Transport von Steroiden (Gallensäuren, neutrale Steroide) bewirken. Fructooligosaccharide dagegen verfügen zwar über keine hohe Viskositätswirkung, sind jedoch ein geeignetes Substrat für butyratbildende Mikroorganismen.²⁵¹

Pektine bewirken eine erhöhte Steroidbindung und -exkretion und damit zusammenhängend eine Senkung des LDL-Cholesterinspiegels bei Hypercholesterolemikern. Aufgrund der anionischen Gruppe können Pektine als Vehikel zum Transport von Wirk-

²⁴⁷ Einige Ballaststoffe haben ein hohes Wasserbindungsvermögen.

²⁴⁸ Vgl. Watzl, B./ Leitzmann, C. (1999), 166f

²⁴⁹ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 169

²⁵⁰ Vgl. Jacobasch, G./ Dongowski, G. (2000), S. 13

²⁵¹ Vgl. ebd., S. 3

und Arzneistoffen ins Kolon genutzt werden. Als Endprodukt der Fermentation entsteht bevorzugt Acetat. Die beschriebenen physiologischen Effekte sind beim β -Glukan ähnlich.

Resistente Stärken sind von entscheidender Bedeutung für die Funktionserhaltung der Dickdarmschleimhaut sowie für ihre kontinuierliche Regeneration,²⁵² sodass ihnen besonders gesundheitsfördernde Effekte zugeschrieben werden. Sie werden sowohl aus Amylose, als auch aus Amylopektin gebildet.

Ballaststoffe werden häufig in Kombination mit vielen weiteren Substanzen aufgenommen, die ebenfalls präventive Wirkung haben können. Positive Wirkungen der Ballaststoffe aus Obst und Gemüse können beispielsweise somit nicht isoliert vom Einfluss der Vitamine, Mineralstoffe und der sekundären Pflanzenstoffe gesehen werden.

4.2.3.2.1 Produkte

Bei den Produkten gilt es zu unterscheiden, ob es sich um ballaststoffhaltige Lebensmittelzusätze oder um isolierte Ballaststoffe (Inulin, Oligofructose) handelt. Isolierte Ballaststoffe werden teilweise auch als Prebiotika eingesetzt und wurden bereits vorab besprochen.

Tabelle 4: Produkte mit Zusatz von Ballaststoffen²⁵³

Produkt	Hersteller	Funktioneller Produktbestandteil	Werbeversprechen
Müsli DayVita mit 22% Ballaststoffanteil	Kellogg`s	Ballaststoffe, Vitamine (Niacin, Vit B ₆ , Vit B ₂ , Vit. B ₁ , Folsäure, Vit. B ₁₂) und Eisen	„Besonders reich an Ballaststoffen, sie leisten einen entscheidenden Beitrag für unser Wohlbefinden, regen die Verdauung an“
fit for Fun “active drink”	Pro Health Vital drink GmbH	Ballaststoffe, L-Carnitin, Vitamine (E, C und Provitamin A)	„Fördern den Fettstoffwechsel und die Vitalität“

²⁵² Vgl. Jacobasch, G./ Dongowski, G. (2000), S. 12

²⁵³ Eigene Zusammenstellung

4.2.3.2.2 Bewertung

Ballaststoffe, ob prebiotisch oder naturbelassen sind für den Körper wertvoll und sollten täglich aufgenommen werden. Soweit die von Natur aus ballaststoffreichen Lebensmittel im täglichen Speiseplan enthalten sind, kann die Ballaststoffversorgung dadurch ausreichend gewährleistet werden.

Da Ballaststoffe neben ihren bereits erwähnten Eigenschaften auch als Geschmacksträger einsetzbar sind, können Sie als Kompensation eines Geschmacksverlustes bei Fettreduktion bei der Nahrungszubereitung eingesetzt werden.

Ballaststoffe, die aus dem natürlichen Verband eines Lebensmittels stammen, sollen aufgrund deren Kombination mit weiteren Nährstoffen gegenüber isolierten Ballaststoffen bevorzugt werden. Eine optimale Bedarfsdeckung lässt sich durch eine ausgewogene Mischung an Ballaststoffen aus Brot und Getreideprodukten, Gemüse und Salat, ergänzt durch Obst und Nüsse erreichen.

Funktionelle Lebensmittel, die mit Ballaststoffen angereichert sind, können einen zusätzlichen Beitrag für die Ballaststoffversorgung leisten, ersetzen jedoch keine ausgewogene vollwertige Ernährung, die gleichzeitig die kostengünstigere Wahl darstellt. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt, täglich 30g Ballaststoffe aufzunehmen.

4.2.3.3 Omega-3-Fettsäuren (ω -3-FS)

Das große Interesse an ω -3-Fettsäuren wurde in den frühen 70er Jahren ausgelöst, als in Studien aus Grönland festgestellt wurde, dass bei der Inuit-Bevölkerung ein geringeres Arterioskleroserisiko vorliegt. Die Ernährung der Inuit-Bevölkerung ist extrem fett- und cholesterolreich, jedoch mit einer hohen Aufnahme an ω -3-FS verbunden. Dieser Zusammenhang wurde näher beleuchtet und weitere Studien aus Japan und Norwegen zeigten, dass ein hoher Seefischkonsum zudem eine verringerte Thromboseneigung sowie eine Verlängerung der Blutungszeit bewirkt.

Unter Omega-3-Fettsäuren versteht man eine bestimmte Sorte Fettsäuren, welche zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) zählen. Sie können vom Körper nicht synthetisiert werden und zählen, wie auch die ω -6-FS, zu den essenziellen Fettsäuren.²⁵⁴

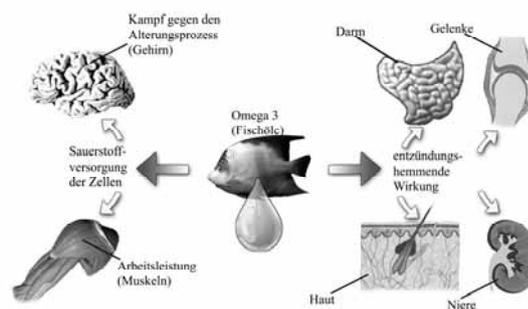


Abb. 4: Wirkungsfelder der Omega-3-Fettsäuren im Organismus²⁵⁵

Typische Vertreter der ω -3-Fettsäuren sind die α -Linolensäure, die Eicosapentaensäure und die Docosahexaensäure. Fettsäuren der ω -6 Gruppe sind die Linolsäure, die γ -Linolensäure sowie die Arachidonsäure, wohingegen die Ölsäure eine häufig vertretene ω -9 Fettsäure ist.

ω -3-FS werden in den Chloroplasten von Pflanzen, in Algen und Plankton gebildet bzw. in den davon lebenden Fischen werden daraus längerkettige ω -3-FS aufgebaut. α -Linolensäure kommt beispielsweise in grünen Blattgemüsen²⁵⁶, Nüssen und einigen Pflanzenölen²⁵⁷ vor. Eine weitere Quelle für α -Linolensäure sind Leinsamen. Sie liefern zudem einen hohen Ballaststoffanteil sowie Phytoöstrogene (Lignane). Leinsamen können einerseits zur direkten Anreicherung von Lebensmitteln (v.a. in der Backindustrie)

²⁵⁴ Vgl. Trautwein, E.A. (1999), S. 1

²⁵⁵ Eigene Abbildung in Anlehnung an http://www.royal-canin.de/Gesundheit_Ernaehrung/Fette/Omega-3-Fettsaeuren.htm (09.04.2006)

²⁵⁶ Aufgrund des geringen Gesamtfettgehaltes von grünen Blattgemüsen ist dies keine nennenswerte Quelle für die Versorgung mit ungesättigten Fettsäuren.

²⁵⁷ Leinöl weist mit ca. 57% der Gesamtfettsäuren den höchsten α -Linolensäuregehalt auf, 7-13% der Gesamtfettsäuren sind in Rapsöl, Sojaöl, Weizenkeimöl und Walnussöl enthalten.

eingesetzt werden und andererseits zur Erzeugung α -linolensäurereicher Lebensmittel²⁵⁸ verwendet werden. ω -6-FS sind vorwiegend in Pflanzenölen wie Sonnenblumenöl und Maisöl sowie in Pflanzenmargarine zu finden. Längerkettige ω -3-FS (wie EPA und DHA) kommen natürlicherweise ausschließlich in Fischen und Fischöl vor. Die direkte Anreicherung von Lebensmitteln mit Fischöl weist, wie bereits erwähnt, neben geschmacklichen und geruchlichen Aspekten, durch eine hohe Oxidationsanfälligkeit Probleme mit der Stabilität der mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf. Neue Herstellungsverfahren sowie Zusätze von Antioxidantien (Vitamin E, C und Lecithin) ermöglichen es, relativ stabile, geschmacks- und geruchsneutrale Präparate für die Anreicherung in Lebensmitteln zu produzieren.

Eine weitere Möglichkeit die ω -3-FS-Versorgung zu gewährleisten, bieten Fischölkapseln²⁵⁹, die auf dem Markt angeboten werden. Strittig ist hierbei die Gleichwertigkeit einer isolierten Gabe von Fischöl im Vergleich zu den meist sehr komplex zusammengesetzten Nahrungsmitteln, welche einander ergänzende Wirkungskomponenten enthalten. In einer Studie des nationalen Instituts für öffentliche Gesundheit der Niederlande (RIVM) wurde nachgewiesen, dass die mehrfach ungesättigten Fettsäuren offensichtlich nur in Kombination mit anderen natürlichen Stoffen ihre Wirkung entfalten.²⁶⁰ Außerdem wurde inzwischen bekannt, dass die Gabe isolierter ω -3-FS beispielsweise die Blutgerinnung stören kann, was deren Verwendung in verschiedenen Verbrauchergruppen einschränkt. Ein weiterer Aspekt, der gegen die Fischölkapseln spricht, ist, dass sie von vielen Personen aufgrund des „fischigen“ Nachgeschmacks abgelehnt werden.

Eine Möglichkeit diesem Mangel anders zu begegnen, besteht in der Anreicherung von ω -3-FS in Lebensmitteln, die in die Nahrungskette eingeführt werden. Eine Anreicherung der geschmacksneutralen ω -3-FS wird bereits für Eier, Brot, Wurst etc. umgesetzt. Konsumenten, die auf den Verzehr von fettreichem Fisch verzichten müssen oder wollen, finden so mit ω -3-FS-Produkten einen Ersatz.

Generell sind alle Produkte, in die eine Fettphase eingearbeitet werden können, zur Anreicherung mit ω -3-FS geeignet. Dies kann durch konventionelle ω -3-Fettsäurequellen

²⁵⁸ Durch Fütterung an Tiere, die für die Gewinnung von Eiern, Butter, Käse und Fleisch eingesetzt werden.

²⁵⁹ 1 Kapsel à 1g Fischöl enthält 250-300 mg EPA und DHA

²⁶⁰ Vgl. Trautwein, E.A. (1999), S. 12

(Leinöl, Leinsamen, Fischöle) oder durch biotechnologisch oder genetisch²⁶¹ gewonnene Produkte (single-cell-Öle) erfolgen. Da die Menge an Fischen nicht ausreicht, die Menschheit adäquat mit ω -3-FS zu versorgen, ist es derzeit auch nicht möglich, Lebensmittel in größerem Umfang mit ω -3-FS anzureichern.²⁶² Die Erschließung neuartiger Quellen wird bereits intensiv verfolgt.

Die Bedeutung von ω -3-FS für Prävention und Therapie von Herz-Kreislauf Erkrankungen, Bluthochdruck und Diabetes mellitus wird in zahlreichen epidemiologischen Studien aufgezeigt.²⁶³ Ein weiterer gesundheitsfördernder Beitrag ist das Entgegenwirken bei entzündlichen und allergischen Erkrankungen (rheumatische Gelenkerkrankungen, Schuppenflechte).²⁶⁴ Im menschlichen Körper sind die ω -3-FS besonders für neurologische Funktionen wichtig, insbesondere für die Gehirnentwicklung sowie für die Entwicklung des Sehvermögens bei Neugeborenen. Der präventive Einfluss bei Depressionen wird derzeit untersucht. Zudem sollen ω -3-FS günstige Auswirkungen auf allergische Erkrankungen wie Asthma und Heuschnupfen haben.²⁶⁵ Ein wissenschaftlicher Beweis für diese Vermutungen steht allerdings noch aus.

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind ein wichtiger Bestandteil aller Zellmembranen (Phospholipide) und beeinflussen Membraneigenschaften und -funktionen. Sie erhöhen die Fluidität und Durchlässigkeit (Permeabilität) der Zellmembran und stimulieren hormonelle und immunologische Aktivitäten.²⁶⁶ Eine wichtige Funktion der ω -3 und ω -6-FS ist die Bildung von Eicosanoiden. Unter diesem Begriff werden Stoffe mit hormonähnlicher Wirkung (Lipidmediatoren) verstanden, so z.B. Prostaglandine, Prostacycline, Thromboxane und Leukotriene. Sie üben bioregulierende Funktionen aus und werden in verschiedenen Zellen synthetisiert. Therapeutisch können die Eicosanoide zur Senkung des Blutdrucks oder zur Verringerung der Thromboseneigung genutzt werden, da sie gefäßerweiternde und gerinnungshemmende Wirkung haben. Bei der Beeinflussung der Eicosanoidsynthese spielt nicht allein die Höhe der Zufuhr an ω -3-FS eine Rolle, sondern vielmehr das Verhältnis von ω -3-FS zu ω -6-FS.

²⁶¹ Damit wäre das entstandene Produkt sowohl als Functional Food als auch als Novel Food zu klassifizieren.

²⁶² Vgl. Erbersdobler, A. F. (2000) <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=242> (03.06.2007)

²⁶³ Vgl. Hahn, A./ Ströhle, A./ Schmitt, B./ Watkinson, B.M. (2002), S. 176f

²⁶⁴ Vgl. Trautwein, E.A. (1999), S. 1

²⁶⁵ Vgl. Gebel, T.W. (2000), S. 83ff

²⁶⁶ Vgl. Trautwein, E.A. (2005), S. 2

Die aktuellen DACH²⁶⁷-Referenzwerte empfehlen ein Verhältnis von ω -6 zu ω -3-FS von weniger als 5:1, wobei in Deutschland die durchschnittliche Ernährung ein Verhältnis von 8:1 vorweist. Nach den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung soll der tägliche Fettanteil 30% der zugeführten Gesamtenergie betragen, wobei 0,5% der Gesamtenergie in Form von ω -3-FS sowie 2,5% als ω -6-FS zugeführt werden sollen. Das entspricht etwa einer Aufnahme von 1,25 g ω -3-FS bzw. 6,25 g ω -6-FS pro Tag.²⁶⁸ Die DGE empfiehlt 2-3 Fischmahlzeiten pro Woche²⁶⁹, bzw. ca 40 g fetten Seefisch pro Tag um den Bedarf zu decken. Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie (NVS)²⁷⁰ weisen eine Bedarfslücke von ca 1g Docosahexaensäure (DHA) und Eicosa-pentaensäure (EPA) pro Tag auf.²⁷¹

²⁶⁷ Im deutschsprachigen Raum sind die DACH-Referenzwerte das Standardwerk für Nährstoffempfehlungen. Sie erschienen im Jahr 2000 erstmals gemeinsam durch die Gesellschaften für Ernährung in Deutschland (DGE), Österreich (ÖGE) und der Schweiz (SGE und SVE).

²⁶⁸ Vgl. Schmidt, B./ Ströhle, A./ Watkinson, B./ Hahn, A. (2002), S. 223ff

²⁶⁹ Die empfohlene Verzehrmenge liegt bei 280-300 g Fisch pro Woche.

²⁷⁰ Die Nationale Verzehrsstudie wird im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) von der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL) durchgeführt.

²⁷¹ Vgl. Schmidt, B./ Ströhle, A./ Watkinson, B./ Hahn, A. (2002), S. 223

4.2.3.3.1 Produkte

Einige Produktbeispiele sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 5: Produkte mit Omega-3-Fettsäure-Zusatz²⁷²

Produkt	Hersteller	Funktioneller Produktbestandteil	Werbeversprechen - Claim
Omega-3-Eier bzw. Omega-DHA-Eier ²⁷³	Eifrisch bzw. Omega-DHA Food GmbH, Smart Foods	ω -3-FS (zugefüttert), DHA Docosahexaensäure	„Kontrolle von Bluthochdruck, Lipidstoffwechsel, wertvoll für Nervensystem, Blutkreislauf, Gehirn, Haut und Augen“
Omega-3-Brot Brote, Brötchen, Backwaren mit ω -3-FS angereichert	VK Mühlen, Hamburg	ω -3-FS (mikroverkapselt, Fischölpräparate) oder Leinsamen als α -Linolensäure-lieferant	„Risiko für Herz-Kreislaferkrankungen wird reduziert“
<i>Aktifit</i> Brotbackmischung mit Omega-3-FS angereichert	Ruf	ω -3-Fettsäuren	„wichtiger Beitrag zur gesunden Ernährung“, „wichtige Funktion bei der Entwicklung des menschlichen Organismus“
Fettreduzierte Diätmargarine	Unilever Bestfoods Deutschland GmbH	ω -3- und ω -6- FS, Folsäure, B-Vitamine	„Cholesterinfrei, Fettreduziert“
Sodenthaler DHA Wellnessdrink	Sodenthaler	DHA und Acerola-Kirsche	
Joghurt mild mit Omega-3-Fettsäuren	J. Bauer KG	ω -3-Fettsäuren	„cholesterinbewusste Ernährung“

4.2.3.3.2 Bewertung

Da die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit ω -3-FS aus verschiedenen Gründen unter der empfohlenen Zufuhr liegt, besteht ein hoher Bedarf diesem Mangel zu begegnen. Die empfohlene Zufuhr an mehrfach ungesättigten Fettsäuren allein über den Fisch- bzw. Fischölverzehr zu decken, erscheint unrealistisch, da der weltweite Fischbestand knapper wird. Ferner besteht eine geringe Akzeptanz von fettreichen und geschmacksintensiven Seefischen. Unter diesen Aspekten können ω -3-FS angereicherte

²⁷² Eigene Zusammenstellung

²⁷³ Omega- DHA-Eier werden durch Fütterung der Hühner mit einem biotechnologisch hergestellten DHA-reichen, getrockneten Algenprodukt erzeugt. Aus: Trautwein, E.A. (1999), S. 17

Lebensmittel eine geeignete Perspektive darstellen.²⁷⁴ Die Einarbeitung mikroverkapselter ω -3-FS-reicher Öle in Lebensmittel stellt eine Möglichkeit dar, die Versorgung der Bevölkerung zu optimieren.

Zudem begünstigt der Konsum von Rapsöl das ω -3-FS zu ω -6-FS Fettsäureverhältnis, da bei Rapsöl ein Fettsäureverhältnis ω -3-FS zu ω -6-FS von 2:1 vorliegt. Dadurch kann eine Verschiebung bzw. Optimierung des ω -3-FS zu ω -6-FS-Verhältnis von 8:1 zum empfohlenen Verhältnis von 5:1 erfolgen.²⁷⁵

4.2.3.4 Sekundäre Pflanzenstoffe²⁷⁶ (SPS)

Neben den primären Pflanzenstoffen (Kohlenhydrate, Fette, Proteine) enthalten Pflanzen auch sekundäre Inhaltsstoffe, welche nicht am primären Energiestoffwechsel des Menschen beteiligt sind. Es gibt zahlreiche sekundäre Pflanzenstoffe unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, die in der Pflanze nur in geringen Mengen vorkommen und pharmakologische Wirkung²⁷⁷ ausüben. Sie zählen zu den bioaktiven Substanzen.²⁷⁸ Davon sind rund 30.000 Verbindungen bekannt, von denen etwa 5.000 bis 10.000 in der menschlichen Nahrung vorkommen. Weniger als 100 sind davon bislang intensiv erforscht.²⁷⁹ Die Pflanze bildet die Substanzen als Abwehrstoffe gegen Schädlinge und Krankheiten, als Wachstumsregulatoren bzw. als Farb-, Duft- oder Geschmacksstoffe.

Da bei den sekundären Pflanzenstoffen allgemein und speziell bei den Carotinoiden antioxidative Eigenschaften bedeutsam sind, wird diese Thematik vorab kurz ausgeführt.

²⁷⁴ Vgl. Trautwein, E.A. (1999), S. 21

²⁷⁵ Vgl. www.pro-4-pro.com/de/Company/5057650/5057650_amb_0503.html (20.06.2005)

²⁷⁶ auch *phytochemicals* genannt

²⁷⁷ Einige sekundäre Pflanzenstoffe werden aufgrund ihrer pharmakologischen Wirkung als Phytopharmaka genutzt.

²⁷⁸ Bioaktive Substanzen sind Inhaltsstoffe in Lebensmitteln, die nicht zu den Nährstoffen zählen. Sie besitzen jedoch gesundheitsfördernde Eigenschaften. Zu den bioaktiven Substanzen zählen auch die Ballaststoffe sowie Sstanzen in fermentierten Lebensmitteln. Aus: Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 431

²⁷⁹ Vgl. Groeneveld, M. (1998), S. 156

Der menschliche Organismus bildet besonders in aeroben Stoffwechselprozessen, photobiologischen Prozessen und körpereigenen Abwehrreaktionen kontinuierlich reaktive Sauerstoffverbindungen (ROS), auch „freie Radikale“ genannt. Diese entstehen beispielsweise durch Rauchen, Alkohol, Sauerstoff, Ozon, ultraviolette Strahlung, Röntgenstrahlung, Körperprozesse und übertriebene körperliche Belastung. Freie Radikale sind vor allem Peroxylradikale, Singulett-Sauerstoff, Wasserstoffperoxid, das Superoxidradikalanion, das Hydroxyl- und das Nitrosylradikal.

Diese freien Radikale können mit biologisch bedeutsamen Molekülen wie DNA, Proteinen, Kohlenhydraten und Lipiden reagieren und sie chemisch verändern und meist oxidieren. Die oxidativen Modifikationen spielen bei der Pathogenese degenerativer Erkrankungen eine Rolle. Sie können bei Herz-Kreislaufkrankungen, Krebs, Diabetes, Grauer Star oder auch bei neurologischen Krankheiten in Erscheinung treten.²⁸⁰ Wenn im Organismus die oxidative Belastung das antioxidative Verteidigungssystem übersteigt, spricht man von oxidativem Stress. Es gibt Stoffe, die als Antioxidantien bezeichnet werden, die freie Radikale unschädlich machen können, indem sie eine Verbindung mit ihnen eingehen. Folgende Antioxidantien zeigen dieses Verhalten: β -Carotin, Vitamin E, Vitamin C, Flavine, α -Carotin, β -Cryptoxanthin, Lutein, Zeaxanthin, Lycopin²⁸¹ und Glutathion.

Die Oxidation von Lipoproteinen niedriger Dichte (LDL²⁸²) spielt bei der Entstehung von Arteriosklerose eine wichtige Rolle. Die wichtigsten lipophilen Antioxidantien sind Vitamin E und Carotinoide²⁸³. Besonderes Interesse gilt auch den synergistischen Effekten bei der Kombination einzelner Antioxidantien (z.B. Lutein und Lycopin)²⁸⁴. Ergebnisse von Untersuchungen in Zellkulturen weisen darauf hin, dass die antioxidative Wirkung von Carotinoiden konzentrationsabhängig ist. Unter bestimmten Bedingungen werden auch prooxidative Wirkungen von Carotinoiden beobachtet. Inwieweit diese Effekte in-vivo eine Rolle spielen ist bislang ungeklärt. Neben antioxidativen Eigenschaften zeigen einige Carotinoide photoprotektive Eigenschaften. Unter Supplementierung bzw. erhöhter Zufuhr von β -Carotin, Lutein und Lycopin mit der Nahrung konnte

²⁸⁰ Vgl. Stahl, W. (2004), S. 11

²⁸¹ Lycopin zeigte sich als bestes Antioxidans bei der Hemmung der Lipidperoxidation multilamellarer Liposomen.

²⁸² Low Density Lipoprotein

²⁸³ Den Carotinoiden allgemein werden ausgeprägte antioxidative Eigenschaften zugeschrieben.

²⁸⁴ Vgl. Stahl, W./ Junghans, A. (1998), S. 305ff

in mehreren Interventionsstudien eine Verringerung der primären Hautreaktion nach UV-Belastung aufgezeigt werden.²⁸⁵

Die Sekundären Pflanzenstoffe werden aufgrund ihrer chemischen Struktur in Gruppen eingeteilt, die nachfolgend in einer kurzen Darstellung aufgeführt werden. Die jeweiligen Stoffklassen und deren zugeschriebene Wirkungen werden in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 6: Beispiele für Sekundäre Pflanzenstoffe und deren krankheitspräventive Wirkung²⁸⁶

Wirkung	Anti- kanzerogen	Anti- oxidativ	Imm- modu- lierend	Blutdruck- regulierend	Choleste- rinsenkend	Blutzucker- regulierend	Anti- mikrobiell	Antithrom- botisch	Entzündungs- hemmend
Monoterpene	+	+					+		
Glucosinolate	+			+	+		+		
Carotinoide	+	+	+						
Polyphenole	+	+	+	+		+	+	+	+
Sulfide	+	+	+	+	+		+	+	+
Phytosterine	+			+	+				
Saponine	+		+		+		+		
Protease- Inhibitoren	+	+				+			
Phytinsäure	+	+	+	+	+	+			

Eine allgemeine Übersicht über ausgewählte sekundäre Pflanzenstoffe, Ihre Besonderheiten und Wirkungsweisen wird in nachfolgender Tabelle verdeutlicht. Speziell zu den Carotinoiden werden nachfolgend noch Ergänzungen angeführt.

²⁸⁵ Vgl. Stahl, W. (2004), S. 1

²⁸⁶ Watzl, B./ Leitzmann, C. (1999), S 23

In nachfolgender Tabelle werden Besonderheiten ausgewählter Stoffklassen dargestellt.

Tabelle 7: Übersicht ausgewählter Sekundärer Pflanzenstoffe, deren Vorkommen, Wirkungen und Besonderheiten

Name/Beschreibung	Vorkommen	Wirkungen	Besonderheiten
<i>Monoterpene</i> - meist aromatisch riechende, leicht flüchtige Verbindungen.	ätherische Öle von Zitrusfrüchten (Limonen), Kräutern (Menthol) und Gewürzen (Kümmel)	Schutzfunktion durch Aktivierung der Entgiftungsenzyme (z.B. Glutathion-S-Transferase) im Dickdarm und Senkung des Krebsrisikos ²⁸⁷ , antioxidative Wirkung	Chemisch betrachtet sind sie aus zwei Isopren-Molekülen aufgebaut
<i>Glucosinolate</i> - sind aus Glucose, einer Sulfatverbindung und einem Aglykon ²⁸⁸ -Rest aufgebaut	ausschließlich in Kreuzblütlern (z.B. Kohlrarten, Rettichen, Kresse und Senf)	Antimikrobielle, antikanzerogene, blutdruckregulierende und cholesterinsenkende Wirkungen jedoch erst bei erhöhter Aufnahme von Glucosinolaten. Die Wirkungen werden v.a. den Abbauprodukten (Isocyanate, Thiocyanate und Indole) zugeschrieben.	Hitzeempfindlich, sie werden bei der Milchsäuregärung (Sauerkrautherstellung) zerstört und beim Kochen leicht ausgeschwemmt, z.T. sind sehr hohe Verzehrsmengen erforderlich um die gewünschten Wirkungen zu erzielen. ²⁸⁹ Ein kritischer Aspekt der Glucosinolate ist, dass sie bei Iodmangel eine Schilddrüsenvergrößerung verursachen können. ²⁹⁰

²⁸⁷ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 433

²⁸⁸ Es handelt sich um ein Vollacetal, wobei der über die Sauerstoffbrücke verbundene Rest kein Zuckermolekül ist. Andernfalls würde es als Glykon bezeichnet.

²⁸⁹ Ein erhöhter Gehalt an Catechol-Ostrogen, welches das Auftreten von Brustkrebs deutlich vermindert, konnte erst bei einer täglichen Verzehrmenge an glucosinolatreichem Gemüse wie 400 g Weißkohl oder 500 g Brokkoli erzielt werden. Für eine tägliche Versorgung sind diese Mengen des Verzehrs unrealistisch.

²⁹⁰ Vgl. Groeneveld, M. (1998), S. 159

Name/Beschreibung	Vorkommen	Wirkungen	Besonderheiten
<p><i>Carotinoide</i></p> <p>- sind gelbe, orange und rote Farbstoffe und meist die farbgebende Komponente.</p>	<p>Allg. Obst- und Gemüsesorten wie: Karotten, Kürbis, Aprikosen, Grünkohl, Spinat, Brokkoli, Tomaten, etc.</p>	<p>Antioxidative, antikarzinogene und immunmodulierende Wirkung, Reduzierung des Risikos für degenerative Erkrankungen, Sonnenschutz für die Haut</p>	<p>Die Verabreichung hoher Dosen an β-Carotin zeigte bei zwei Interventionsstudien in bestimmten Risikogruppen ein erhöhtes Krebsrisiko (Raucher).²⁹¹</p> <p>In der Natur gibt es in dieser Substanzklasse mehr als 700 Verbindungen, wobei davon nur ca. 30-50 im Nahrungskreislauf des Menschen vorkommen.</p>
<p><i>Polyphenole</i></p> <p>- die Grundstruktur des Phenols. Vertreter sind Phenolcarbonsäuren, Hydroxyczimtsäuren, Cumarine, Flavonoide²⁹², Isoflavonoide, Lignane und Lignine.</p>	<p>Fast in allen Pflanzen enthalten, sie befinden sich meist unter der Schale.</p>	<p>Antimikrobielle, blutzuckerregulierende Wirkung, schützen vor Entzündungen und Infektionen, kräftigen die Immunabwehr, hemmen die Blutgerinnung, senken den Blutdruck und mindern das Krebsrisiko.²⁹³ Einige Polyphenole tragen zur Verbesserung des Vitamin E-Status des Körpers bei.²⁹⁴</p> <p>Flavonoide und Phenolsäuren (z.B. Kaffeesäure) haben eine antioxidative Wirkung.</p>	<p>Ein spezieller Effekt der Flavonoide ist, dass sie die Bioverfügbarkeit von oral aufgenommenen Medikamenten beeinflussen können. Je nach Medikament beschleunigen oder hemmen sie dessen Verstoffwechslung.²⁹⁵ Da Flavonoide bspw. in Grapefruitsaft enthalten sind, sollte dieser nicht in Kombination mit Medikamenten konsumiert werden.</p>

²⁹¹ Vgl. Astorg, P. (1997), S. 406ff

²⁹² Flavonoide sind die farbgebende Komponente in roten, violetten, blauen und gelben Gemüse- und Fruchtarten. Rotwein und schwarzer Tee sind ebenfalls flavonoidhaltig.

²⁹³ Vgl. Verbraucherzentrale Bundesverband (2005), S. 44

²⁹⁴ Vgl. Frank, J. (2007), S.58f

²⁹⁵ Vgl. Herzog, A./ Daniel, H. (2000), S. 205ff

Name/Beschreibung	Vorkommen	Wirkungen	Besonderheiten
<p><i>Sulfide</i></p> <p>- sind organische Schwefelverbindungen</p>	<p>Vorwiegend in Liliengewächsen wie Zwiebeln und Knoblauch enthalten.</p>	<p>Kräftigen das Immunsystem, sie hemmen Entzündungen und die Blutgerinnung, haben eine positive Wirkung auf den Blutdruck, senken den Cholesterinspiegel, deaktivieren freie Radikale, wirken antimikrobiell, senken das Krebsrisiko und fördern die Verdauung</p>	<p>Sulfide werden erst bei Zerstörung des Zellgewebes durch zelleigene Enzyme in ihre aktive Form überführt.²⁹⁶ Die stärkste Wirkung zeigt sich bei frischem Verzehr der sulfidhaltigen Produkte (z.B. bei Knoblauch wird aus Alliin enzymatisch Allicin freigesetzt).²⁹⁷ Die antimikrobielle Wirkung der Sulfide wurde bereits 1858 von PASTEUR nachgewiesen.</p>
<p><i>Phytosterine (Pflanzensterole)</i></p> <p>- in ihrer Struktur dem Cholesterin ähnlich. Ihre Hauptkomponenten sind Sitosterol, Campesterol und Stigmasterol.</p>	<p>Natürliche Bestandteile pflanzlicher Zellen, v.a. in Pflanzenölen (Sonnenblumen-, Soja-, Mais- und Rapsöl) und daraus hergestellten Lebensmitteln (z.B. Margarine) enthalten.</p>	<p>Blutdruckregulierende Wirkung und cholesterinsenkender Effekt, der wahrscheinlich auf einer Hemmung der Cholesterinabsorption im Darm beruht.²⁹⁸ Im Tierversuch weisen Phytosterine auch antikanzerogene Wirkungen auf.²⁹⁹</p>	<p>Die durchschnittliche tägliche Aufnahme von Phytosterolen liegt in den Industrieländern bei 200-400 mg/Tag, bei Vegetariern bis zu 800 mg/Tag. Phytosterine kommen in freier sowie in veresterter Form vor.</p>

²⁹⁶ Vgl. Groenevald, M. (1998)

²⁹⁷ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 433

²⁹⁸ Die Aufnahme von 2 g/Tag führt zu einer Senkung der LDL-Werte („schlechtes“ Cholesterin) von 10% , wobei die HDL-Werte („gutes“ Cholesterin) konstant bleiben.

²⁹⁹ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 432

Name/Beschreibung	Vorkommen	Wirkungen	Besonderheiten
<p><i>Saponine</i></p> <p>- sind Bitterstoffe</p>	<p>Vorwiegend in Hülsenfrüchten (Kichererbsen, Sojabohnen) sowie in manchen Kräutern (Rosmarin, Salbei) enthalten.</p>	<p>Besitzen hämolytische Wirkung, werden aber nur in geringem Umfang absorbiert, sodass ihre Wirkung auf den Gastrointestinaltrakt begrenzt bleibt. Sie wirken zudem antikancerogen, antimikrobiell, cholesterinsenkend und immunmodulierend.³⁰⁰</p>	<p>Saponine wurden aufgrund der hämolytischen Wirkung bisher als gesundheitsschädlich beurteilt.</p>
<p><i>Protease-Inhibitoren</i></p> <p>- sind Polypeptidketten, die durch Hemmung der proteinspaltenden Enzyme Einfluss auf den Eiweißstoffwechsel nehmen.</p>	<p>Vorwiegend in Hülsenfrüchten (Soja), in einigen Getreidearten (Reis, Mais, Hafer, Weizen) und in Kartoffeln enthalten.</p>	<p>Antikancerogene, antioxidative, blutglucoseregulierende sowie entzündungshemmende Wirkungen sind nachgewiesen</p>	<p>Lange Zeit galten sie für den menschlichen Organismus als schädlich. Der Nachweis einer schädigenden Wirkung bei Bevölkerungsgruppen, die Protease-Inhibitoren in hohen Mengen zuführen, konnte jedoch nicht erbracht werden. Durch Auskeimen der Früchte sowie durch Erhitzen können diese Substanzen weitgehend inaktiviert werden.³⁰¹</p>
<p><i>Phytinsäure</i></p>	<p>Im Eiweiß von Hülsenfrüchten und Ölsaaten sowie in den Randschichten von Getreide</p>	<p>Antioxidativ, antikancerogen, reguliert den Blutglucosespiegel</p>	<p>Durch Chelatisierung³⁰² stört Phytinsäure jedoch die Calcium-, Magnesium-, Zink- und Eisenresorption im Darm. Generell wird dieser antinutritive Effekt bei einer gemischten Kost als unproblematisch gesehen.³⁰³</p>

³⁰⁰ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 432

³⁰¹ Vgl. ebd., S. 433

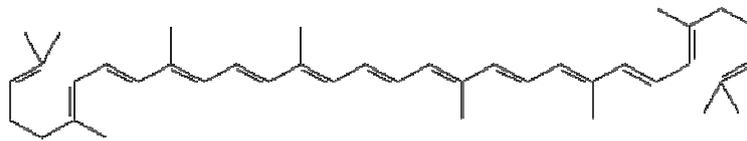
³⁰² Bildung eines speziellen Komplexes unter Umlagerung der Mineralien. Ein Beispiel für einen Chelatkomplex ist Hämoglobin

³⁰³ Vgl. Watzl, B./ Leitzmann, C. (1999)

Da die Stoffklasse der Carotinoide aufgrund ihrer Vielzahl an Verbindungen sowie deren bereits ausgiebiger untersuchter Wirkungen eine Sonderstellung einnimmt, werden Besonderheiten dieser Stoffklasse hier noch ausführlicher vorgestellt.

Zu den wichtigsten Carotinoiden in der Nahrung zählen neben β -Carotin, das Lutein (Spinat, Broccoli, Mais), das Lycopin (Tomaten), das Zeaxanthin (Mais), das α -Carotin (Karotten), und das β -Cryptoxanthin (Zitrusfrüchte). Das bekannteste Carotinoid ist β -Carotin, welches die wichtigste Provitamin-A-Verbindung darstellt³⁰⁴ und wie Lycopin ebenso als Lebensmittelfarbstoff Verwendung findet (β -Carotin: E160a, Lycopin: E160d).³⁰⁵

Lycopin



β -Carotin

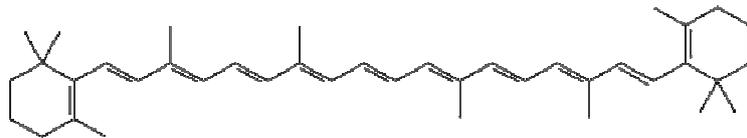


Abb. 5: Strukturen zweier Carotinoide: Lycopin und β -Carotin³⁰⁶

Diese Substanzen besitzen ein System von konjugierten³⁰⁷ Doppelbindungen, das für die Lichtabsorptionseigenschaften verantwortlich ist. Die meisten Carotinoide sind lipophile Verbindungen. Ihr Transportverhalten sowie ihre Verteilung im menschlichen Organismus bis auf die zelluläre Ebene sind von der starken Lipophilie geprägt. Carotinoide finden sich daher in lipophilen Bereichen, insbesondere in Membranen. In Chloroplasten kristallisieren sie in unterschiedlicher Form aus.

Eine weitere Verwendung sind orale Sonnenschutzmittel, die als wirksamen Bestandteil β -Carotin enthalten; häufig werden jedoch Kombinationen mit anderen Antioxidantien (z.B. Vitamin E) eingesetzt. Dadurch kann der Grundschutz der Haut erhöht werden,

³⁰⁴ Es können auch einige andere Carotinoide zu Vitamin A verstoffwechselt werden.

³⁰⁵ Vgl. Schweigert, F. J. (2003), S. 1

³⁰⁶ Vgl. <http://www.cyberlipid.org/simple/simp0002.htm> (05.07.06)

³⁰⁷ Abwechselnde Doppel- und Einfachbindung in der Kohlenstoffkette.

allerdings nicht die Notwendigkeit, bei stärkerer UV-Belastung zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen. Inwieweit eine Supplementierung jeweiliger Nährstoffe sinnvoll ist, hängt von dem jeweiligen Ernährungsverhalten und den möglichen Risiken ab. Der Tagesbedarf von β -Carotin liegt bei 2-4 mg pro Tag.

Dem Carotinoid Lycopin wird ebenfalls eine antioxidative Wirkung zugeschrieben. Es ist wahrscheinlich, dass Lycopin zur optimalen Wirkungsentfaltung mit anderen Mikronährstoffen interagiert. Lycopin ist besonders in Tomaten enthalten; ein erhöhter Verzehr von Tomaten und Tomatenprodukten kann somit eine Reduzierung des Prostatakrebsrisikos bewirken. In Untersuchungen zeigte sich die Senkung des Krebsrisikos bei Tomatenprodukten im Gegensatz zu anderen Produkten, die Lycopin enthalten ausgeprägter, was vermutlich mit der besseren Bioverfügbarkeit von Lycopin in den verarbeiteten Produkten zusammenhängt. Inwieweit es sich bei Lycopin um das eigentlich protektive Agens handelt, ist noch nicht geklärt.³⁰⁸ Lycopin kann ferner zur oralen Photoprotektion eingesetzt werden. Unter UV-Bestrahlung wird in der Haut des Menschen Lycopin - im Vergleich zu β -Carotin sogar bevorzugt - abgebaut. Für Lycopin wurden in tierexperimentellen Studien auch bei Verabreichung hoher Dosen keine toxischen oder teratogenen Effekte gefunden.³⁰⁹ Somit ist es möglich durch die Aufnahme von Lebensmitteln den Sonnenschutz zu verbessern, was auf die antioxidativen Effekte der Carotinoide zurückzuführen ist.

³⁰⁸ Vgl. Stahl, W. (2004), S. 15

³⁰⁹ Vgl. ebd., S. 19

4.2.3.4.1 Produkte

Tabelle 8: Produkte mit Zusatz von sekundären Pflanzenstoffen³¹⁰

Produkt	Hersteller	Funktioneller Produktbestandteil	Werbeversprechen
LÄTTA HOCH 2 mit VitActiv-Punkten, Halbfettmargarine	Unilever Union Deutsche Lebensmittelwerke GmbH	Lutein, Lycopin	„mit Auszügen aus Gemüse – VitActiv-Punkten. LÄTTA HOCH 2 trägt täglich dazu bei, mich fit zu fühlen.“
<i>Becel pro aktiv</i> (Margarine) Angereichert mit pflanzlichen Sterolen	Unilever	Sterole	„signifikante Senkung des LDL-Cholesterins, Senkung des Risikos koronarer Herzkrankheiten (CHDs)“
<i>Becel pro-activ</i> Diät-Milchgetränk	Unilever	Speziell für Allergiker und Personen mit Lebensmittelintoleranzen (frei von Eibestandteilen und Gluten)	„signifikante (aktive) Senkung ³¹¹ des LDL-Cholesterins ("schlechtes" Cholesterin)“
<i>Benecol</i> Spezialjoghurt-Drink mit Stanolester und Fruchtzucker	Emmi	2g Stanol ³¹² , B ₆ und Folsäure wenig Milchfett, Süßungsmittel	„günstige Beeinflussung des Cholesterinspiegels“
<i>Evolus</i> Spezialjoghurt-Drink mit bioaktiven Peptiden und Mineralien	Emmi	Aminosäuren: IPP (Isoleucin-Prolin-Prolin) und VPP (Valin-Prolin-Prolin)	„Günstige Beeinflussung des Blutdrucks. "Bioaktive" Peptide ³¹³ haben eine besondere, ernährungsphysiologische Wirkung auf den Organismus.“
Lady Fitness Müsliriegel	Knusperone	Mit Isoflavonen, Folsäure, Mineralstoffen	

Die Firma Unilever entwickelte einen Brotaufstrich, der als Hauptbestandteil Phytosterol enthält. Das Produkt "Take Control" sollte die Cholesterinwerte im Blut so deutlich senken wie ein Medikament.

³¹⁰ Eigene Zusammenstellung

³¹¹ Durch den regelmäßigen Verzehr von Becel pro-activ im Rahmen einer abwechslungsreichen und ausgewogenen Ernährung mit viel Obst und Gemüse kann das "schlechte" LDL-Cholesterin nachweislich gesenkt werden. Siehe: <http://www.becelproactiv.de/> (07.04.06)

³¹² Stanole sind pflanzlichen Ursprungs und verfügen über eine dem Cholesterin ähnliche Struktur. Es wird vermutet, dass sie dadurch die Aufnahme von Cholesterin in den Körper vermindern und positiv auf die Blutfettwerte wirken können.

³¹³ Jeweils 3 Aminosäuren: IPP (Isoleucin-Prolin-Prolin) und VPP (Valin-Prolin-Prolin), welche den Blutdruck regulierend beeinflussen sollen. siehe: http://www.emmi-evolus.ch/CH/evolus-ch-home/evolus_ch_evolutus/evolus_ch_evolutus-effekt.htm (07.04.06)

4.2.3.4.2 Bewertung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sekundäre Pflanzenstoffe dazu beitragen, dem Krankheitsrisiko für Krebs und Herz-Kreislaufkrankheiten vorzubeugen, den Cholesterinspiegel zu senken und den Blutdruck zu regulieren. Zudem wirken sie sich günstig auf das Immunsystem, auf Entzündungen, auf die Regulation des Blutglucosespiegels aus und bieten antioxidativen Schutz. Diese Eigenschaften beziehen sich auf den Konsum der pflanzlichen Produkte und nicht auf isolierte Präparate.³¹⁴ Laut Ernährungsbericht 2004 gibt es derzeit keine Studie, die für einen einzelnen sekundären Pflanzenstoff in isolierter Form beim Menschen eine besondere Schutzwirkung nachweisen konnte. „Die Übertragung wissenschaftlicher Befunde aus Studien, die direkt die Wirkung von Obst oder Gemüse untersucht haben, auf Nahrungsergänzungspräparate ist wissenschaftlich nicht zulässig.“³¹⁵ Bei reichlichem Konsum von Obst und Gemüse werden die sekundären Pflanzenstoffe ausreichend in Vielfalt und in ihrer wirksamen Form aufgenommen. Dabei gilt es zu beachten, dass einige SPS hitzempfindlich sind und sich daher besonders der Verzehr von rohen Produkten empfiehlt. Epidemiologische Studien belegen eine stärkere antikanzerogene Wirkung von rohem gegenüber erhitztem Gemüse.³¹⁶

4.2.3.5 Weitere Zusatzstoffe

Weitere Zusatzstoffe, die häufigen Einsatz in Functional Foods finden, sind Vitamine, Mineralstoffe, Kreatin, L-Carnitin und Taurin. Im folgenden Abschnitt werden sie mit der jeweiligen Intention, mit der sie als Zusatzstoff eingesetzt werden, vorgestellt. In einem Exkurs werden zudem Grundlagen der Energiebereitstellung angeführt.

³¹⁴ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 432

³¹⁵ Vgl. DGE (2004b), S. 337

³¹⁶ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 432

4.2.3.5.1 Vitamine

Vitamine sind organische Verbindungen, die der Körper nicht oder nur in unzureichender Menge synthetisieren kann. Sie sind somit essenzielle Nahrungsbestandteile, die der Körper zur Ausübung und Aufrechterhaltung physiologischer Funktionen benötigt. Beim Menschen liegt der tägliche Bedarf jedes einzelnen Vitamins unter 20 mg, ausgenommen Vitamin C (100 mg/Tag). Ein Lebensmittel gilt als vitaminreich, wenn durch den Verzehr einer üblichen Portion 10-20% der täglichen Zufuhrempfehlung eingenommen wird. Bei Vitamin-C-reichen Produkten liegt der Wert bei 50% der täglichen Zufuhrempfehlung.

Über den Bedarf hinaus aufgenommene Vitamine sind meist ohne physiologische Wirkung. Sie werden häufig relativ schlecht absorbiert, beschleunigt metabolisiert, vermehrt gespeichert und/oder ausgeschieden. Bei manchen Vitaminen jedoch entstehen in überhöhten Konzentrationen pharmakologische Wirkungen, die unerwünschte Nebenwirkungen bis hin zum Tod bewirken können (Vitamin A und D).³¹⁷ Die wasserlöslichen Vitamine werden bei Überdosierungen zwar leicht wieder ausgeschieden, dennoch gibt es kein Vitamin, das neben den erwünschten pharmakologischen Wirkungen nicht zusätzlich auch weitere unerwünschte Nebenwirkungen hervorbringt.³¹⁸ Einen Überblick zu den Vitaminen gibt nachfolgende Tabelle.

³¹⁷ Mit üblichen Lebensmitteln ist eine Überdosierung kaum möglich, jedoch sind Vitamin-A-Vergiftungen mit Fisch- und Eisbärleber bekannt. Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 291

³¹⁸ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 304

Tabelle 9: Zusammenstellung ausgewählter Vitamine³¹⁹

Vitamin	empfohlene Tagesdosis ³²⁰	Natürliches Vorkommen	Wirkungsweise	Besonderheiten
Vitamin C Ascorbinsäure ³²¹	100 mg/Tag	Obst (besonders Zitrusfrüchte) und Gemüse	Am Intermediären Stoffwechsel beteiligt	Avitaminose: Skorbut, Anämie, Hohe Dosen (>5g/Tag) können evtl. Nierensteine hervorrufen. ³²²
Vitamin E Tocopherole	12 -14 mg/Tag ³²³	pflanzliche Öle, Weizenkeime, Nüsse, Samen, Sojabohnen	Bestandteil aller Zellmembranen, wirken als Antioxidantien	Je höher der (empfohlene) Konsum ungesättigter Fettsäuren ist, desto größer ist auch der Bedarf an antioxidativem Vitamin E, um diese sehr oxidationsanfälligen Moleküle zu schützen.
Vitamin A β-Carotin (Provitamin A) siehe auch unter 2.1.4 Sekundäre Pflanzenstoffe	0,8 – 1,0 mg/Tag ³²⁴ Vitamin A (Retinoläquivalente) bzw. 2 - 4 mg/Tag β-Carotin	Vitamin A: Leber, Eigelb, Fette β-Carotin: Karotten, Spinat, Aprikosen	Hautschutz, Epithelschutz, Bestandteil des Sehpurpurs, Zellwachstum, Carotinoide wirken als Antioxidantien	Unterversorgung kann zu Funktionsstörungen von Haut und Schleimhäuten, zudem Störung der Netzhaut führen (Nachblindheit); wird im Körper gespeichert, bei Überdosierung sind z.B: Knochenveränderungen, Entzündungen, Durchfall, Erbrechen, Blutungen die Folge. Bei Schwangerschaft Gefahr der Missbildung. Unproblematisch bei normaler Kost, ausgenommen hoher Leberkonsum und Vitamin A Präparate, bei starken Rauchern erhöht sich das Lungenkrebsrisiko ab 20mg/Tag isolierter β-Carotin-Präparate ³²⁵
Folsäure	400 µg/Tag (Folat ³²⁶ - Äquivalente ³²⁷)	Blattgemüse, Obst, Getreide und Leber	Folsäure (THF ³²⁸) ist an der Zellteilung, Zellneubildung und an der Eiweißsynthese beteiligt	Bei Mangel treten häufig Fehlgeburten auf, besteht die erhöhte Gefahr eines Neuralrohrdefektes beim Neugeborenen sowie bei längerem Mangel eine Anämie.

³¹⁹ Zusammengestellt aus Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004) S. 289ff

³²⁰ DACH- Referenzwerte für die Nährstoffempfehlungen beziehen sich auf gesunde Erwachsene im Alter von 25-51 Jahren.

³²¹ Ein Derivat der Kohlenhydrate

³²² Vgl. Herbert, V. (1994) S. 157f

³²³ Frauen 25-51 Jahre, Männer 25-51 Jahre; DACH Schätzwert

³²⁴ Frauen 25-51 Jahre, Männer 25-51 Jahre; DACH Empfehlung

³²⁵ Vgl. Elmadfa, I. (2004), S. 119

³²⁶ Folat ist der Überbegriff für die verschiedenen chemischen Verbindungen des Vitamins.

³²⁷ 1µg Folat-Äquivalent = 1 µg Nahrungsfolat = 0,5 µg Folsäure

³²⁸ Tetrahydrofolat; die biologisch wirksamste Form der Folsäuregruppe.

Vitamin	empfohlene Tagesdosis³²⁹	Natürliches Vorkommen	Wirkungsweise	Besonderheiten
Vitamin B₁ Thiamin	1,0 bis 1,2 mg/Tag	Vollkornprodukte, Fleisch und Nüsse	Für den Kohlenhydratabbau benötigt	Nerven- und Muskelstörungen bei Mangel, bei Avitaminose Gefahr von Beri-beri
Vitamin B₂ Riboflavin	1,2 – 1,4 mg/Tag	Rinderleber, Seelachs, Obst, Milchprodukte, Vollkornprodukte	Bestandteil der Coenzyme FAD, FMN, am Energiestoffwechsel beteiligt	Mangel: Hautveränderungen, Wachstumsstörungen
Vitamin B₆ Pyridoxin (wird von Darmbakterien synthetisiert)	1,2 - 1,5 mg/Tag	In nahezu allen Lebensmitteln enthalten, z.B. Fleisch, Getriebe, Kartoffeln	Cofaktor im Proteinstoffwechsel, Bestandteil von Enzymen, Einfluss auf Nervensystem, Immunabwehr und Hämoglobinsynthese	Pyridoxin ist empfindlich gegen Hitze und direkte Sonneneinstrahlung, erhöhter Bedarf bei erhöhter Stoffwechsellaktivität, in der Schwangerschaft und in der Stillzeit
Vitamin B₁₂ Cobalamin	3 µg/Tag	Tierische Lebensmittel: Eier, Milchprodukte, Rindfleisch und Fisch, Sauerkraut ³³⁰	Am Aufbau der Nucleinsäuren (DNA, RNA), am Aminosäure- und Fettstoffwechsel beteiligt	Sehr große Reserven im Körper, daher ist ein Mangel selten (Ausnahme: Veganer) Wasserlöslich, hitzelabil, werden durch UV-Strahlen zerstört, Reduktionsmittel (Vit C) zerstören Vit B ₁₂
Vitamin D Calciferole (D ₂ Ergosterol, D ₃ Cholecalciferol)	5 µg/Tag	Leber, Pilze, Fisch, Butter, Cholecalciferol kann in Leber und Haut (UV-Einwirkung) synthetisiert werden	Für Knochenstoffwechsel zum Einbau von Calcium in die Knochen wichtig.	D ₂ (Ergosterol) kann der Körper aus pflanzlichen Sterinen bilden. Probleme bei Mangel: Gefahr Osteoporose, Rachitis Hypervitaminose: Entkalkung der Knochen, Calciumablagerungen in Nieren und Blutgefäßen
Panthenensäure (wird von Darmbakterien synthetisiert)	6 mg/Tag	In allen Lebensmitteln	Bestandteil des Coenzym A, welches für die Biosynthese und den Abbau von Fettsäuren, Sterinen und Phospholipiden benötigt wird.	Mangel: Wachstumsstörungen, Nervenstörungen, Schädigungen von Haut und Schleimhäuten

³²⁹ DACH- Referenzwerte für die Nährstoffempfehlungen beziehen sich auf gesunde Erwachsene im Alter von 25-51 Jahre.

³³⁰ Sofern Bakteriengärung stattgefunden hat; Cobalamin können nur von Bakterien synthetisiert werden.

Vitamin	empfohlene Tagesdosis ³³¹	Natürliches Vorkommen	Wirkungsweise	Besonderheiten
Biotin (Eigensynthese der Darmbakterien)	30-60 µg/Tag	Eigelb, Sojabohnen, Vollkornprodukte	Carboxylierung, CO ₂ -Gruppen-Transfer	Hypovitaminose: Veränderungen der Haut und Schleimhäute
Niacin ³³²	13 -16 mg/Tag	Seelachs, Erdnüsse, Rindfleisch, Weizenvollkorn	Synthese der Coenzyme NAD ⁺ , NADP ⁺	Mangel: Dermatitis, Entzündung Schleimhäute, Verdauungstrakt, Störungen des ZNS Avitaminose: Pellagra
Vitamin K (Eigensynthese von K ₂ in der Darmflora)	60-70 µg/Tag	Blumenkohl, Rosenkohl, Spinat	Wichtig für die Blutgerinnung, am Knochenstoffwechsel beteiligt.	

³³¹ DACH- Referenzwerte für die Nährstoffempfehlungen beziehen sich auf gesunde Erwachsene im Alter von 25-51 Jahre.

³³² Sammelname für Nicotinsäure und Nicotinamid. Sie können vom Körper ineinander umgewandelt werden. Niacin kann zudem aus der Aminosäure Tryptophan synthetisiert werden.

Zwischen einigen Vitaminen liegt eine synergistische Interaktion hinsichtlich ihrer antioxidativen Wirkung vor. Das Vitamin C verstärkt den antioxidativen Effekt von Vitamin E dadurch, dass es Vitamin E in seine aktive Form zurückführen kann. Auch das Vitamin E wiederum schützt β -Carotin vor oxidativem Angriff und wirkt gemeinsam mit Selen synergistisch. Für die Balance zwischen Anti- und Prooxidantien sowie zum Schutz vor oxidativem Stress (unkontrollierter Oxidation) ist eine ausreichende Zufuhr von Antioxidantien notwendig. Die Kombination an Antioxidantien scheint aufgrund der Synergismen gegenüber hoch dosierten Einzelvitaminen effektiver zu sein.³³³ Erkrankungen wie Krebs, Arthritis, Arteriosklerose und Diabetes werden mit der Wirkung von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS)³³⁴ in Zusammenhang gebracht. Für die Aufnahme wird hier ein Verhältnis von Vitamin E, C und β -Carotin von 1 : 2 : 0,1 empfohlen. Im Organismus wird diese Vitaminkombination in ihrer antioxidativen Wirkungsweise von der selenhaltigen Peroxidase unterstützt. Folsäure soll zudem einen erhöhten Homocysteinspiegel senken, welcher als eigenständiger Risikofaktor für Arteriosklerose angesehen wird.³³⁵

Früher beschränkten sich Vitaminzusätze auf das Vitamin C, inzwischen werden abhängig von Produkt und Zielgruppe unterschiedliche verfügbare Vitamine bzw. -kombinationen zugesetzt. Die Vitaminkombination A-C-E wird besonders für einen besseren antioxidativen Schutz empfohlen.³³⁶

Vitaminzusätze finden sich u.a. in Tütensuppen, Fertiggerichten, Backmischungen, Milchprodukten, Frühstückscerealien, Süßigkeiten, Riegeln, Keksen und Brausen. Eine Vitamin-E-Anreicherung wird bei Babynahrung, Getränken, Süßwaren, Getränkepulver, Cerealien, Milchprodukten und Speisefetten vorgenommen. Eine Folsäureanreicherung findet sich vorwiegend bei Cerealien, Müsliriegeln, Getränken und Milchprodukten. Die Vitaminanreicherung bei Produkten ist häufig mit einer Mineralstoffanreicherung verbunden, so dass konkrete Beispiele bei den mineralstoffhaltigen Produkten mit aufgeführt werden.

Der Vitamingehalt der Produkte ist sehr unterschiedlich. Häufig sind auf den Verpackungen die europäischen Referenzwerte³³⁷ angegeben, welche dem kritischen Verbraucher eine Orientierung ermöglichen. Bei Angaben, die in der Größenordnung

³³³ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 303

³³⁴ Vgl. Falch-Ultsch, S./ Falch, B. (2001), S. 223

³³⁵ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 303

³³⁶ Ein kritischer Hinweis bezüglich einer Überdosierung (Raucher) wird nicht aufgeführt.

³³⁷ Früher RDA (1943), seit 2000 DACH.

von 10% des DACH-Wertes liegen, ist kein zusätzlicher gesundheitlicher Effekt, allerdings auch keine unerwünschte Nebenwirkung zu befürchten. Bei Vitaminzusätzen, die über dem DACH-Wert liegen, sind gesundheitliche Wirkungen letztlich aber auch Nebenwirkungen möglich. Bei übermäßiger Aufnahme wasserlöslicher Vitamine werden diese vom Körper größtenteils wieder ausgeschieden. Das wirft die Frage auf, inwieweit ein Übermaß an Vitaminen, die ohne weiteren Zusatznutzen den Körper passieren, sinnvoll bzw. notwendig ist. Die Zufuhr fettlöslicher Vitamine erfordert - aufgrund deren Speicherung im Körper und daraus folgend mögliche Hypervitaminosen - eine strengere Zufuhrkontrolle. Die Aufnahme von β -Carotin kann beispielsweise bei starken Rauchern und bei Menschen mit Herz-Kreislaufkrankungen ab 20 mg/Tag Gesundheitsschäden hervorrufen.³³⁸ Bei ACE-Getränken liegen die β -Carotin-Werte zwischen 0,8 mg und 2,8 mg/100 ml, so dass bei dem Konsum von 0,75 l ACE-Saft die β -Carotin-Zufuhr bereits zu hoch vorliegen kann. In einer ausgewogenen Ernährung sind vitaminisierte Lebensmittel nicht erforderlich,³³⁹ zudem entfalten Vitamine in der Regel ihre Wirkung im natürlichen Wirkungs- bzw. Zellverband (Obst, Gemüse) besser, als isoliert aufgenommen.

Nach den Ergebnissen der VERA-Studie³⁴⁰ zeigt der Großteil der deutschen Bevölkerung keine Unterversorgung an Vitaminen. Bei älteren Männern tritt häufig ein Vitamin B₁₂-Mangel, für Raucher ein Mangel an Vitamin C, D, und β -Carotin und bei Schwangeren und Stillenden liegt ein erhöhter Folsäurebedarf vor. Für diese Risikogruppen sind entsprechende Supplementierungen geeignet, die jedoch unter ärztlicher Betreuung erfolgen sollten.

Produkte, die mit Vitaminen angereichert sind, werden aufgrund der häufig kombinierten Anreicherung von Produkten mit Vitaminen und Mineralstoffen nach Vorstellung der Mineralstoffe gemeinsam aufgeführt.

³³⁸ Vgl. http://www.bfarm.de/cIn_030/nm_424790/DE/Pharmakovigilanz/stufenplanverf-alt/betaCarotinStuf.html (03.01.08)

³³⁹ Vgl. Verbraucherzentrale Bundesverband (2005), S. 44

³⁴⁰ Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik

4.2.3.5.2 Mineralstoffe

Mineralstoffe sind an einer Vielzahl von Stoffwechselfvorgängen im menschlichen Organismus beteiligt, sodass sie als Bestandteil von Functional Food hohe Relevanz besitzen. Der Mineralstoffanteil des menschlichen Körpers beträgt 4% des Körpergewichtes und unterliegt einem ständigen Stoffwechsel. Für die Einteilung in Mengen- und Spurenelemente liegen keine funktionellen Gemeinsamkeiten zugrunde, diese ist lediglich auf den mengenmäßigen Anteil im Körper zu beziehen (Mengenelemente > 50 mg/kg Körpergewicht; Spurenelemente < 50 mg/kg Körpergewicht).³⁴¹ Einen Überblick zu den Mineralstoffen gibt nachfolgende Tabelle.

³⁴¹ Eisen bildet mit etwa 60 mg/kg Körpergewicht eine Ausnahme.

Tabelle 10: Zusammenstellung ausgewählter Mineralstoffe³⁴²

Mineralstoff	DACH-Referenzwert (gilt für Frauen und Männer 25-51 Jahre, pro Tag)	Vorkommen in Lebensmitteln	Physiologische Funktion
<i>Mengenelemente</i>			
Natrium (Na ⁺)	6 g	Kochsalz (NaCl)	Hauptkation der extrazellulären Flüssigkeit, Regulierung der Wasserbilanz, osmotischer Druck, Säure/Basen-Bilanz, Zellpermeabilität, Zucker- und Aminosäureabsorption, Muskelreizbarkeit, Transmission elektrochemischer Impulse und daraus resultierende Kontraktion, Enzymaktivator (intrazellulär)
Chlorid (Cl ⁻)	ca 3 g	Kochsalz (NaCl)	Hauptanion der extrazellulären Flüssigkeit, Säure-Basen-Bilanz, Blutpuffer (Cl ⁻ und HCO ₃ ⁻ - Verschiebungen), Wasserbilanz, Salzsäurebildung im Magen
Kalium (K ⁺)	2-3 g	Getreide, Obst, Gemüse	Hauptkation der intrazellulären Flüssigkeit, neuromuskuläre Reizleitung, Sekretion von Hormonen/Sekreten, Aktivator von Enzymen, Glykogenbildung, Proteinsynthese
Calcium (Ca ²⁺)	1,0 g	Milch und Milchprodukte, Eigelb, grüne Gemüse	Knochen- und Zahnbildung, Blutgerinnung, Muskelkontraktion, Permeabilität der Zellmembran, Aktivierung und Sekretion von Enzymen, Ausschüttung von Hormonen/Neurotransmittern
Magnesium (Mg ²⁺)	0,3-0,4 g	In allen grünen Gemüsen (Chlorophyll)	In Knochen und Zähnen, Coenzym aller Reaktionen, an denen phosphorylierte Substrate beteiligt sind, Speicherung und Freisetzung von Hormonen, Einfluss auf die Blutgerinnung (Antagonist zu Calcium)
Phosphor ³⁴³ (Phosphat, PO ₄ ³⁻)	0,7 g	Milch und Milchprodukte, Hülsenfrüchte	Transformierung, Speicherung, Verwertung von Energie über phosphathaltige Verbindungen, Energiequelle (ATP), Bestandteil des anorganischen Knochengewebes, Dihydrogen-/Hydrogen-Puffersystem, Baustein von Nucleinsäuren
Schwefel		Eier, Fleisch	Essenzieller Bestandteil von Zellproteinen und schwefelhaltigen, energiereichen Verbindungen (Acetyl-Coenzym A), aktiviert Enzyme, Entgiftungsreaktion

³⁴² Zusammengestellt aus Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004) S. 213f

³⁴³ Die Mengenangaben beziehen sich auf Phosphor, im Organismus ist Phosphor jedoch meist als Phosphat relevant.

Mineralstoff	DACH-Referenzwert (gilt für Frauen und Männer 25-51 Jahre, pro Tag)	Vorkommen in Lebensmitteln	Physiologische Funktion
Spurenelemente			
Eisen (Fe ²⁺ /Fe ³⁺)	10-15 mg	Leber, Fleisch, Eidotter, Gemüse	Bildung von Hämoglobin, zelluläre Oxidation (ATP-produzierendes Cytochromsystem), Synthese von Steroidhormonen, Gallensäuren und Neurotransmittern, Detoxifikation
Kupfer (Cu ⁺ /Cu ²⁺)	1,0-1,5 mg	Leber, grüne Bohnen, Eidotter, Fisch, Nüsse	Bestandteil von Oxidoreduktasen (Mobilisierung von Eisen, antioxidative Wirkung, Kollagen- und Elastinquerverbindungen, Myelinschicht der Nerven, Katecholaminstoffwechsel, Melaninbildung)
Iod (I)	200 µg ³⁴⁴	Fisch, Fleisch, Milch, Weizen, Salat	Bestandteil der Schilddrüsenhormone (Trijodthyronin, Thyroxin)
Zink (Zn ²⁺)	7-10 mg	Rindfleisch, Leber, Fisch, Milchprodukte	Bestandteil von Metalloenzymen, wesentlich für Chromatinstruktur und Genexpression (Zellproliferation und Proteinsynthese), Hormonmetabolismus, Immunsystem, antioxidative Wirkung
Mangan (Mn)	2-5 mg	Hafer, Weizen, Bohnen, Leber, Spinat	Aktiviert Reaktionen bei Harnstoffbildung, Proteinmetabolismus, Glucoseoxidation, Lipoprotein-clearance, Fettsäuresynthese; Bestandteil der Mn-Superoxiddismutase (MnSOD)
Cobalt (Co)	5 µg	Leber, Getreide, Hülsenfrüchte	Bestandteil des Vitamin B ₁₂ , essenzieller Faktor bei der Erythropoese
Molybdän (Mo)	50-100 µg	Hafer, Weizen, Nüsse, Hülsenfrüchte	Bestandteil von Flavinenzymen, evtl. kardiostatischer Effekt
Fluorid (F)	3,1-3,8 mg	Trinkwasser, Seefische, Schwarztee	Härtung des Zahnschmelzes, Hemmung von Zahnkaries
Selen (Se)	30-70 µg (Schätzwert)	Fleisch, Eier, Fisch, Getreide, Hülsenfrüchte	Bestandteil der Glutathionperoxidase (wirkt somit u.a. der Lipidperoxidation entgegen, Vitamin E-Synergist) und der Iodthyronin-5'-Dejodase (Schilddrüsenstoffwechsel), entgiftet Schwermetalle, stimuliert humorale und zelluläre Immunität
Chrom (Cr ^{3+/6+})	30-100 µg	Fleisch, Leber, Ei, Haferflocken, Tomaten, Kopfsalat, Kakao und Pilzen	Verstärker der Insulinwirkung (Glucosemetabolismus), Bestandteil des Glucosetoleranzfaktors

³⁴⁴ Dieser Wert gilt nur für Deutschland, für die Schweiz z.B. 150 µg

Der Einsatz von Mineralstoffen in Functional Food besteht häufig in einen Zusatz von Calcium und Magnesium.

Tabelle 11: Produkte mit Zusatz von Vitaminen bzw. Mineralstoffen³⁴⁵

Produkt	Hersteller	Funktioneller Produktbestandteil	Werbeversprechen
Hohes C vital	Eckes-Granini	Vitamine B ₆ und B ₁₂ , Folsäure	„Wohlfühlen von Innen“
F-ACE	Urbacher	Vitamine A, C, E und Folsäure, Vitamin B ₉	„Schutzvitamin-Kombination“
Hohes C Mineral-aktiv ³⁴⁶	Eckes-Granini	Magnesium, Vitamin B ₆ , Folsäure, Vitamin B ₁₂	„Aktivkombination, unterstützende Funktion für das Immunsystem, kann Leistungsfähigkeit des Gehirns erhöhen“
Fruchtjoghurt Sport-Jogi	Breisgaumilch	0,1% Fett mit Calcium und Magnesium	
Haribo <i>forever fun</i> mit Vitaminen und Mineralstoffen	Haribo	Vitamin E, C, B ₆ , Niacin, Folsäure, Biotin, Pantothersäure, Calcium, Magnesium ³⁴⁷	„Macht Kinder froh und Erwachsene ebenso“
O ₂ Active Sport Orange	Adelholzer Alpenquellen GmbH	Magnesium, natürlicher Sauerstoff	„O ₂ Active; enthält die 15fache Menge an natürlichem Sauerstoff im Vergleich zu unserem Mineralwasser“

Bei den essenziellen Mineralstoffen kann nicht nur ein Mangel, sondern auch eine überhöhte Zufuhr zum Tod führen. Demzufolge gilt es den optimalen Versorgungszustand des Körpers zwischen zu wenig und zu viel an Mineralstoffen auszubalancieren. Bei vermehrtem Einsatz von angereicherten Lebensmitteln steigt die Mineralstoffversorgung und damit teilweise die Gefahr einer Überdosierung. Bei Getränken und Getränkepulvern besteht häufig eine Nährstoffanreicherung an Vitaminen und Mineralstoffen, die zwischen 50-100% der Deckung des empfohlenen Tagesbedarfs entspricht und ist damit als stark überhöht anzusehen.³⁴⁸ Nach den Ergebnissen der VERA-Studie³⁴⁹ zeigt der Großteil der deutschen Bevölkerung keine Unterversorgung an Mineralstoffen. Ausgenommen sind hier die Iodversorgung und die Versorgung bestimmter Risikogruppen. Bei jungen Frauen liegt beispielsweise häufig ein Eisenmangel vor. Bei einer abwechslungsreichen Mischkost ist eine ausreichende Nährstoffzufuhr im Allgemeinen gegeben.

³⁴⁵ Eigene Zusammenstellung

³⁴⁶ Vgl. <http://www.hohesc.de/v5/introseq.php> (09.04.06)

³⁴⁷ 100 g dieser Gummibärchen enthalten für Calcium und Magnesium 15% der RDA, für die Vitaminzusätze 100% der empfohlenen RDA.

³⁴⁸ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 444

³⁴⁹ Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik

4.2.3.5.3 Kreatin

Kreatin (Methylguanidinoessigsäure) ist bereits seit 1832 bekannt und der Name leitet sich von seiner Entdeckung im Fleisch (griech. *creas* = Fleisch) ab. Es handelt sich um eine körpereigene Substanz, die in Leber, Niere und Pankreas aus den drei Aminosäuren Glycin, Arginin und Methionin gebildet wird. Zudem wird Kreatin v.a. über tierische Nahrungsmittel (Fleisch, Fisch) aufgenommen. Je höher die Aufnahme an Kreatin ist, desto geringer ist die Eigensynthese.

In der Muskelzelle wird Kreatin an Phosphat gekoppelt (→ Kreatinphosphat) und stellt einen wichtigen, jedoch nur sehr kleinen Energiespeicher dar ("energiereiches Phosphat"). Dieses ermöglicht zusammen mit ATP die höchstmögliche Energieflussrate (ATP-Gewinnung pro Zeit) und damit körperliche Maximalleistungen für einige Sekunden (anaerob-alkalazide Energiebereitstellung). Kreatinphosphat wird durch Spaltung zwar schnell verbraucht, aber in der Erholungsphase innerhalb kürzester Zeit (mehrere Sekunden bis wenige Minuten) in Zusammenspiel mit ATP wieder hergestellt (sog. Resynthese von Kreatinphosphat).

Das Kreatinphosphat ist bei der Energiebereitstellung besonders bei kurzzeitigen Maximalbelastungen (z.B. Sprint) relevant. Durch Zufuhr von Kreatin (konkret Kreatinmonophosphat) wird eine Vergrößerung der Kreatinphosphatspeicher und damit eine Leistungssteigerung im alkalazid anaeroben Bereich³⁵⁰ angestrebt. In verschiedenen Studien wurde untersucht, ob die Leistungsfähigkeit von Sportlern bei hochdosierter Kreatinsupplementation steigt. Es ließen sich nur unter speziellen, den sportlichen Wettkämpfen nicht entsprechenden Versuchsanordnungen eine Leistungssteigerung durch Kreatinzugabe feststellen. Bei submaximaler Belastung und bei Ausdauersport traten keine Effekte auf. Als Nebenwirkungen einer Kreatinzufuhr kann es zu Erbrechen und Durchfall sowie einer Erhöhung des Körpergewichtes durch Wassereinlagerung kommen. Bei gut trainierten Sportlern erhöht sich bereits durch das Training die Kreatinphosphatkonzentration im Muskel. Es profitieren offensichtlich nur die Athleten von einer oralen Kreatinsupplementation, deren Muskulatur noch nicht vollständig mit Kreatin "gesättigt" ist. Eine andere Möglichkeit, den Kreatinphosphatgehalt im Muskel zu steigern, ist eine Vergrößerung des Muskelfaserquerschnittes (Muskelhypertrophie) durch entsprechendes Krafttraining. Ferner gilt für Kreatin, wie auch für die Zufuhr anderer körperei-

³⁵⁰ Alaktazid, anaerob: ohne Laktatbildung durch die anaerobe (ohne Sauerstoffverbrauch) Glykolyse

gener Substanzen (z.B. Cholesterin oder Hormone wie Cortisol, Testosteron, etc.) folgender Zusammenhang: Über einen Rückkopplungsmechanismus (negatives Feedback) kommt es zur so genannten „Down-Regulation“. Das bedeutet, wenn ausreichend Kreatin vorliegt, vermindert der Körper seine eigene Produktion.

Ein Produktbeispiel für den Kreatinzusatz ist der Molke-Drink von ALDI.

Die Zugabe von Kreatin zu Lebensmitteln wird folgendermaßen bewertet: „Kreatin wird vom menschlichen Organismus in bedarfsdeckenden Mengen selbst gebildet und zusätzlich über tierische Lebensmittel aufgenommen.“³⁵¹ Eine zusätzliche Zufuhr bewirkt die verminderte körpereigene Produktion. Eine Kreatinzufuhr über angereicherte Lebensmittel leistet somit keinen zusätzlichen Beitrag zur Energiebereitstellung und zu einer verbesserten Leistungsfähigkeit.

³⁵¹ Vgl. Schek, A. (2000), S. 207

4.2.3.5.4 L-Carnitin

L-Carnitin ist ein vitaminähnlicher Wirkstoff, der im menschlichen Organismus endogen synthetisiert wird. L-Carnitin wird beim gesunden Menschen in ausreichender Menge im Körper (Leber, Niere, Gehirn) produziert und zudem mit der Nahrung aufgenommen. Tierische Lebensmittel wie Fleisch, Milch und Milchprodukte sind gute Carnitin-Lieferanten; Eier und pflanzliche Lebensmittel enthalten dagegen nur geringe Mengen. Vorstufen des L-Carnitins sind die essenziellen Aminosäuren Lysin und Methionin. Essenzielle Cofaktoren der Synthese sind Vitamin C, Eisen, Vitamin B₆ und Niacin. Die Namensgebung von L-Carnitin begründet sich auf den lateinischen Begriff für Fleisch (lat. *carnis* = Fleisch).

L-Carnitin hat im Organismus eine biologische Transportfunktion im Fettstoffwechsel. Nur an L-Carnitin gebunden können langkettige Fettsäuren in das Mitochondrium in der Zelle transportiert werden, um dort zum Ort der Energiebereitstellung zu gelangen. L-Carnitin wird bei diesem Vorgang nicht verbraucht. Weitere positive Effekte, die dem L-Carnitin zugeschrieben werden, wie die Senkung des Triglycerid- und Cholesterinspiegels im Blut, die Stimulation des Fettsäureabbaus und des Abbaus verzweigtkettiger Aminosäuren sind wissenschaftlich nicht belegt.³⁵²

L-Carnitin-Mangelerscheinungen konnten nur bei angeborenen oder erworbenen Synthesedefekten beobachtet werden, die zu Stoffwechselstörungen führen. In den letzten Jahren wurden vermehrt Studien an Sportlern durchgeführt, um den Einfluss einer L-Carnitinsupplementierung auf leistungsbestimmende Faktoren, wie die maximale Sauerstoffaufnahme, die Herzfrequenz, den Lactatspiegel und die Ausdauerleistungsfähigkeit zu untersuchen. Die Ergebnisse konnten keinen wissenschaftlich fundierten Nachweis erbringen, der die Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit oder die gesteigerte Fettverbrennung durch L-Carnitin Supplementierung belegt. Bei regelmäßiger L-Carnitinzufuhr besteht wie bei Kreatin die Gefahr, dass die körpereigene Synthese gehemmt wird.

³⁵² Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 424

Produkte

Produkt	Hersteller	Funktioneller Produktbestandteil	Werbeversprechen
fit For Fun "active drink" ³⁵³	Pro Health Vital Drink GmbH	L-Carnitin, Vitamine (E, C und Provitamin A) und Ballaststoffe	"Food Fact! Ballaststoffe und L-Carnitin fördern den Fettstoffwechsel und die Vitalität."
Hyper Gum Gummibärchen	Hypergum	L-Carnitin, fettfrei ³⁵⁴	„get the energy“ unterstützt Herz, Muskeln und Gelenke,
Soja Delight Fitness-Drink Frucht	DE-VAU-GE Gesundheitswerk GmbH	L-Carnitin, Magnesium, Vitamine	„L-Carnitin ist wichtig für den Fettstoffwechsel im menschlichen Körper, steigert Kraft und Ausdauer und beschleunigt die Regeneration nach körperlicher Anstrengung.“
caps SPORT isotonisches Sportgetränk	Capri Sonne	L-Carnitin, Mineralstoffe (Calcium, Magnesium)	„das ideale Getränk für aktive und ernährungsbewusste Menschen“

Die Wirksamkeit einer L-Carnitin-Aufnahme konnte in keiner fundierten Untersuchung nachgewiesen werden. L-Carnitin wird beim Fettsäuretransport nicht verbraucht und kann somit wiederverwertet werden. Wenn nicht gerade eine Mangelsituation vorliegt, bringt eine zusätzliche L-Carnitin-Zufuhr keinen Effekt. Ein L-Carnitinmangel ist - angenommen bei Veganern³⁵⁵ - zudem extrem unwahrscheinlich. L-Carnitin wirkt bei sportlicher Aktivität nicht leistungssteigernd und führt nicht zu vermehrtem Fettabbau bei Übergewichtigen.³⁵⁶

L-Carnitin wird im Falle eines Überschusses vom Körper ungenutzt wieder ausgeschieden. Eine längerfristige Überdosierung kann zur Einschränkung der Eigensynthese oder sogar zur Einstellung der endogenen Carnitinsynthese führen. Man geht bereits bei einer Menge von 5 g/Tag von einer so genannten „Überdosierung“ aus. Aus den genannten Gründen sind Produkte nicht zu empfehlen, die mit L-Carnitin angereichert sind.

³⁵³ Siehe unter Produktbeispiele Ballaststoffe

³⁵⁴ Seit geraumer Zeit werden einige Gummibärchen damit beworben, fettfrei zu sein. Dies ist seit jeher bei den Gummibärchen der Fall.

³⁵⁵ Durch Ablehnung jeglicher tierischer Produkte kann es zu einem L-Carnitinmangel kommen.

³⁵⁶ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 425

4.2.3.5.5 Taurin

Taurin ist ein Stoffwechsellendprodukt der schwefelhaltigen Aminosäuren (Cystein, Methionin) und ist besonders in tierischen Lebensmitteln (Schweinefleisch, Fisch), in Pflanzen dagegen nicht enthalten. Der Name leitet sich von seiner erstmaligen Gewinnung aus der Stiergalle (tauros = Stier) ab. Die Biosynthese erfolgt unter Beteiligung von Vitamin B₆ in Leber und Gehirn.³⁵⁷

Taurin ist an der Bildung von Gallensäuren und zudem an verschiedenen physiologischen Prozessen beteiligt, beispielsweise an der neuronalen Erregbarkeit, der Osmoregulation und der Membranstabilisierung.

In hohen Dosen³⁵⁸ hat Taurin blutdrucksenkende Wirkung, wobei der Mechanismus noch unbekannt ist. Taurin besitzt die Eigenschaft Stoffen den Übertritt in die Blutbahn zu erleichtern. Bei gleichzeitiger Einnahme von koffeinhaltigen Getränken - besonders von Alkohol, Medikamenten oder Drogen - steigert es den Übertritt dieser Stoffe in die Blutbahn und damit deren Wirkung. Der Einsatz von Taurin in „Energy Drinks“ wird mit einer Leistungssteigerung beworben, welche sich auf verbesserte Nervenreizleitung durch Taurin begründet. Das ist wissenschaftlich jedoch nicht belegt. Bis zum heutigen Zeitpunkt fehlen zudem hinreichende wissenschaftliche Beweise, ob Taurin als Nahrungsergänzung positive Effekte auf weitere Stoffwechselwege hat. Es gibt allerdings auch noch keine Anzeichen einer Taurintoxizität.³⁵⁹

³⁵⁷ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 431

³⁵⁸ 3 bis 6 g/Tag

³⁵⁹ Vgl. Elmadfa, I./Leitzmann, C. (2004), S. 431

4.2.4 Entwicklungen und Trends

Die Entwicklung von Nährwertprofilen, die letztlich auch durch eine spezielle Kennzeichnung der Lebensmittel dem Verbraucher eine Entscheidungshilfe bieten können, ist in Schweden bereits umgesetzt. Seit 1989 werden Lebensmittel mit ernährungsphysiologisch günstiger Zusammensetzung mit dem speziellen Keyhole-Symbol - einem Schlüsselloch - versehen. In Großbritannien wurde von der British Heart Foundation ein Ampelsystem als Kodierungssystem für Lebensmittel entwickelt. Damit soll der Verbraucher auf einen Blick erkennen, ob das Lebensmittel einen positiven Gesundheitsbeitrag leistet, oder ob es eher selten konsumiert werden soll. Die Bewertungskriterien beziehen sich dabei auf den Gehalt an Energie, gesättigten Fettsäuren, Zucker (Ausnahme Lactose), Natrium, Calcium, Eisen, ω -3-Fettsäuren und gegebenenfalls Anteilen an Obst, Gemüse und Nüssen.³⁶⁰ Es wurde bereits gefordert, den Verbraucher nicht durch unterschiedliche Siegel zu verunsichern, sondern europaweit ein einheitliches System einzuführen und die Bewertungsmaßstäbe von unabhängigen Institutionen festzulegen.³⁶¹

Das Bestreben, einen zusätzlichen Gesundheitsbeitrag über die Ernährung zu leisten, wird in seinem Erfolg von verschiedenen Faktoren abhängig sein. Inwieweit Functional Food sich weiterhin auf dem Markt etabliert, hängt im Besonderen von der Seriosität und dem Verantwortungsbewusstsein der Anbieter und von der Kommunikation zum Verbraucher ab.

³⁶⁰ Vgl. Groeneveld, M. (2006), S. 509

³⁶¹ Vgl. ebd., S. 509

4.2.5 Resümée ernährungswissenschaftlicher Betrachtungen

Die Frage, ob Functional Food sinnvoll oder notwendig ist, lässt sich verständlicherweise nicht pauschal beantworten. Functional Food ist nicht zur Korrektur von Fehlernährung, Bewegungsmangel oder einer einseitigen Ernährung geeignet. Ebenso wenig können protektive Wirkungen einer pflanzenbetonten Ernährungsweise über die Supplementierung jeder Grundernährung erzielt werden.³⁶² Das Hauptaugenmerk liegt auf dem komplexen Zusammenspiel aller Nährstoffe wie Kohlenhydrate, Fette, Proteine, Vitamine, Mineralstoffe, SPS und Ballaststoffe, welches die gesundheitsfördernden Effekte bewirkt.

Eine weitere Problematik besteht in der Transparenz von Functional Food. Für den Verbraucher wird es immer schwieriger, sich in der Vielfalt der neuen, sich häufig nicht selbst erklärenden Produkte zu Recht zu finden. Wenn die Lebensmittel nicht die traditionellen Nährstoffzusammensetzungen vorweisen, kann es durch fehlende Transparenz zu Unausgewogenheiten in der Ernährung kommen. Bei Unkenntnis kann demzufolge leicht eine Überdosierung von Nährstoffen entstehen.

Es stellt sich die Frage, wie der zukünftige Verbraucher sich auf diesem immer komplexer werdendem, wenig transparentem und nahezu unüberschaubarem Produktmarkt zurechtfinden können soll und welche Kompetenzen für den Alltag hierfür unabdingbar sind. Die Entwicklung relevanter Kompetenzen wird in der Haushaltsbildung verfolgt. Wie bereits in Kapitel 3.2 ausgeführt, gibt es innovative Bestrebungen die Ernährungs- und Verbraucherbildung zu etablieren.³⁶³

Ob Functional Food tatsächlich zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Bevölkerung beitragen können, ist wissenschaftlich bisher nicht erwiesen. Zu beachten gilt, dass sich die propagierten Wirkungen auf das fertige Produkt und nicht nur auf die zugesetzte Substanz beziehen. Ein dauerhafter Erfolg und die Etablierung der funktionellen Lebensmittel sind nur dann zu erwarten, wenn es gelingt, die wissenschaftlich seriös nachgewiesenen Forschungsergebnisse in für Konsumenten verständliche Aussagen (Claims) umzusetzen. Neben den rechtlichen und gesundheitsbezogenen Aspekten, die es zu erfüllen gilt, ist der Lebensmittelmarkt für den Hersteller zudem ein Forschungsfeld, mit welchen Produkten eine neue Nische erschlossen wer-

³⁶² DGE (2004b), S. 337

³⁶³ Hier sind besonders die Entwicklungen von REVIS anzuführen.

den kann. Einerseits werden vorhandene Bedürfnisse aufgespürt und bedient, andererseits besteht der Versuch, neue Bedürfnisse zu wecken. Es besteht die Gefahr, dass Verbraucher nährstoffangereicherte Lebensmittel als Ersatz für natürliche Lebensmittel mit einer z.T. ebenfalls hohen Nährstoffdichte konsumieren, womit die gesundheitsfördernde Wirkung wichtiger Nahrungsinhaltsstoffe wie Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe nicht zum Tragen kommen würde.³⁶⁴

Allgemein bleibt festzuhalten, dass Produkte der Sparte Functional Food im Rahmen einer ausgewogenen, gesunden Ernährung mit angemessener Bewegung und Entspannung zu einer Gesundheitsförderung sowie zu einer verbesserten Fitness beitragen können, jedoch nicht eine ungesunde Ernährung kompensieren.

³⁶⁴ Vgl. Elmadfa, I./ Leitzmann, C. (2004), S. 444

4.3 *Textilwissenschaftliche Aspekte*

4.3.1 Einführung in textilwissenschaftliche Aspekte

Neben den Grundfunktionen, die Bekleidung erfüllt (Schutzfunktion, Schmuckfunktion, Kommunikationsfunktion, Schamfunktion und Organisationsfunktion), gibt es zunehmend weitere Entwicklungen hinsichtlich neuer und verbesserter Funktionen der Bekleidung. Bekleidung, die neben den herkömmlichen Funktionen einen gewissen Zusatznutzen leistet, wird als „funktionelle Bekleidung“ bezeichnet. Betrachtet man die gesamten Textilien mit funktionellem Zusatznutzen, so spricht man von Funktionstextilien. Der inhaltliche Schwerpunkt der textilwissenschaftlichen Auseinandersetzung in dieser Arbeit liegt auf den Funktionstextilien.

Unter Funktionstextilien versteht man in der Fachwelt Bekleidungs- und Heimtextilien mit funktionellem Mehrwert. Darunter werden beispielsweise nachfolgend aufgeführte Eigenschaften verstanden: antimikrobiell, antistatisch, atmungsaktiv, elastisch, ergonomisch, flammfest, heilend, leicht, pflegeleicht, Schmutz abweisend, schützend, strapazierfähig, UV-schützend, wasserdicht und winddicht.

In einer Weiterentwicklung der Funktionalität von Bekleidung sind „Smart Clothes“ entstanden. Darunter werden Bekleidungssysteme verstanden, die weitere Funktionen eingearbeitet haben. Ein Beispiel dafür ist die Integration elektronischer Komponenten. Gemäß dem Attribut „smart“ sind die Textilien intelligent und auch der aktuellen Mode entsprechend.

Die Textil- und Bekleidungsindustrie hat sich inzwischen zu einer High-Tech-Branche entwickelt, die vielfältige textile Innovationen auf den Markt gebracht hat. Innovative Materialeigenschaften werden dabei in Sport-, Freizeit- und Berufsbekleidung wie auch bei Haus- und Heimtextilien angeboten. Für die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Forschung, Textil- und Bekleidungsindustrie, Zutatenindustrie, Elektroindustrie, Halbleiterverarbeitung und weiteren ist die Offenheit zur Kooperation eine wichtige Grundlage. Die Vorreiter bei diesem Know-How-Transfer sind dabei die Hersteller von Sport- und Outdoorbekleidung. Die textile Wertschöpfungskette ist sehr komplex.

In den folgenden Ausführungen soll ein Überblick über die Funktionstextilien gegeben werden. Zunächst geht es um die Entstehung und die Entwicklung, danach wird die Be-

kleidungsphysiologie mit ausgewählten Aspekten dargestellt. Anschließend werden Entwicklungen aus dem Bereich der Chemiefasern, Garne und der Membransysteme aufgeführt. Im weiteren Verlauf erfolgt die Vorstellung von Innovationen aus den Bereichen Outdoor-Fitness-Sports, Biofunktionstextilien und Intelligente Bekleidungssysteme/Smart Clothes. Weitere Betrachtungen gelten der Nachhaltigkeit und im abschließenden Resumée werden die aufgeführten Betrachtungen zusammengefasst und ein Ausblick auf weitere Entwicklungspotenziale gegeben.

4.3.2 Entwicklung und Entstehungsgeschichte von Funktionstextilien

Die Geschichte funktioneller Stoffe und Materialien begann erst vor etwa sieben Jahrzehnten, obwohl die Idee weit bis ins vorletzte Jahrhundert zurückreicht. Seit jeher hat der Mensch das Bestreben, sich praktisch zu kleiden und seine Gesundheit und sein Leben zu schützen. Das erfolgte oft mit einfachsten Mitteln. Die Idee einer ersten Wetterschutzbekleidung führte dazu, dass Matrosen ihre Baumwollsachen mit Öl bestrichen, um sich vor Wind und Wetter zu schützen. So entwickelte der Kapitän HELLY JUELL HANSEN bereits 1875 den „Ostfriesennerz“.³⁶⁵ In der Entwicklung funktioneller Bekleidung leistete MARIA BOGNER bereits 1936 durch funktionelle und auch modische Sportbekleidung einen Beitrag. Mit der Keilhose gelang ihr ein erfolgreiches Produkt, das den Anspruch erfüllte, Funktionalität für den Sport zu schaffen - also für Bewegungsfreiheit, Wärmeisolation und Windschutz zu sorgen - und gleichfalls feminine Eleganz zu erhalten.

Eine zukunftsweisende Erneuerung wurde 1969 entdeckt und 1976 von BOB GORE (W.L. Gore & Associates, USA) auf den Bekleidungsmarkt gebracht. Gore-Tex® ist eine mikroporöse Polytetrafluorethylen-Membran (PTFE), die - winddicht, wasserdicht und atmungsaktiv zugleich - Funktionen erfüllt und vereint, die in dieser Kombination lange Zeit einzigartig war. Es handelt sich um einen bestehenden Wetterschutz mit der zusätzlichen Funktion, dass entstehender Schweiß, anders als bei einer Kompaktbeschichtung, von innen nach außen entweichen werden kann. Eine weitere Entwicklung

³⁶⁵ Vgl. Luckmann, U. (2003), S. 34

von HELLY HANSEN ist der Faserpelz, auch Fleece³⁶⁶ genannt. Anfängliche Produkte waren raue, warme Westen für Jäger, Fischer und Waldarbeiter. Die schlechte Wärmeleitfähigkeit von Luft war bereits bekannt und mit dem Fleece entstand ein Produkt mit sehr hoher Isolationswirkung. Diese beruht auf einem hohen Lufteinschluss zwischen den Fasern. Der heute gebräuchliche Fleece basiert nach wie vor auf der Grundkonstruktion eines hohen Lufteinschlusses und wird teilweise durch spezielle Luft einschließende Hohlfasern in seiner Wirkung noch verstärkt.

Die Erfindung der Mikrofaser Ende der 1970er Jahre war eine Revolution für die Funktionstextilien. Durch die Mikrofilamente wurden extrem dichte Webarten und damit Gewebe ermöglicht, welche bei hoher Wasserdampfdurchlässigkeit (Atmungsaktivität) einen enormen Wind- und Regenschutz bieten. Die ersten und damit richtungweisenden Entwicklungen auf dem Gebiet waren Tactel[®] (DuPont), Trevira[®] (Hoechst) und Meryll[®] (Nylstar).

Mit der Entwicklung von Elastanfasern Ende der 1980er Jahre etablierten sich die High-Tech-Materialien. Badebekleidung wurde bis zu diesem Zeitpunkt in elastischen Strickkonstruktionen gefertigt. Elastanfasern haben eine Rücksprungkraft bis zum 6-8 fachen³⁶⁷ ihrer Ursprungslänge und eröffneten damit eine neue Dimension der Formen und Schnitte in der Herstellung von Bekleidung. Heute ist eine mehr und weniger ausgeprägte Beimischung elastischer Fasern in nahezu allen Bekleidungssegmenten nicht mehr wegzudenken.

Dem „Windchill-Effekt“ (die Wirkung des Windes auf die tatsächlich gefühlte Temperatur) konnte lange Zeit nur mit mehrschichtigen Baumwollstoffen begegnet werden, bis 1991 von Gore-Tex[®] der Windstopper[®] auf den Markt kam. Diese synthetischen Materialien sind leichter herzustellen, pflegeleichter und bieten zudem unzählige Variationen in der Verarbeitung.

Im letzten Jahrzehnt des zwanzigsten Jahrhunderts wurden viele innovative High-Tech-Materialien hervorgebracht.

In der Raumfahrttechnik wurde in den 1990er Jahren das Prinzip der Phase Change Materials (PCM) entwickelt und findet inzwischen Anwendung im Bekleidungssektor; diese werden in Kapitel 4.3.5 *Innovationen* u.a. vorgestellt. Die Entwicklung weiterer Innovationen geht extrem schnell, sodass mittlerweile noch eine Vielzahl weiterer textiler Eigenschaften umsetzbar ist.

³⁶⁶ Engl. für Vlies

³⁶⁷ Koslowsky, H. J. (1997), S. 59

Moderne Techniken in der Faserspinnerei³⁶⁸ ermöglichen die Herstellung von Fasern nach Maß mit modifiziertem Querschnitt, mit Hohlräumen oder mit Zusatzstoffen, die der Spinnmaschine beigemischt werden. Die Stoffe gewährleisten Zusatzfunktionen wie UV-Schutz (z.B. Keramikpartikel), antimikrobieller Schutz (z.B. Silberionen) oder die Reduktion elektromagnetischer Spannungsfelder (z.B. Metallfasern). Ferner bieten sich Möglichkeiten großer Variabilität bezüglich der Haptik, des Griffs, des Glanzes, der Musterung und der Oberflächenstruktur. Eine wichtige Inspirationsquelle für textile Entwicklungen stellt die Natur dar. Im Folgenden wird das Entwicklungsfeld der Bionik aufgezeigt, das bestimmte Eigenschaften natürlichen Ursprungs in besonderem Maße aufgreift.

³⁶⁸Z.B. Schmelzspinnverfahren, Trockenspinnverfahren, Splittechnologie etc; siehe unter 4.3.4.3 *Ausgewählte Aspekte innovativer Fasern und Garne*.

4.3.3 Das Innovationsgebiet Bionik³⁶⁹

„Das menschliche Genie mag viele Erfindungen machen, doch nie wird es sich irgendeine Erfindung schöner, einfacher oder dem Zweck angemessener ausdenken können als die Natur; denn in den Erfindungen der Natur fehlt nichts und nichts ist überflüssig.“

Leonardo da Vinci (15.Jhdt)³⁷⁰

Als historischer Begründer der Bionik wird häufig LEONARDO DA VINCI angeführt, der bspw. den Vogelflug analysierte und versuchte, seine Erkenntnisse auf Flugmaschinen zu übertragen. Bereits im 17. und 18. Jahrhundert forschten Wissenschaftler nach Prinzipien, bspw. der Produktion des Klebfadens der Seidenspinnerraupe. Doch erst 1880 gelang es, ein kommerziell realisierbares Verfahren zur Herstellung von extrudierter, künstlicher Seide zu entwickeln.

Die Natur ist als Inspirationsquelle für unsere Bekleidung nahezu unerschöpflich. Die Funktionsprinzipien von Bekleidung sind von natürlichen Vorbildern kopiert. Der Reißverschluss ist von der Vorderflügelverbindung beim Zwergrückenschwimmer kopiert, der Klettverschluss ist der pflanzlichen Klette nachgeahmt und der Hosenträgerklipp ist dem Funktionsprinzip der Raubzange der Zikadenwespe nachgebildet. Das Forschungsgebiet, welches sich mit derartigen Entwicklungen beschäftigt, wurde in den sechziger Jahren geprägt und nennt sich BIONIK. Zusammengesetzt ist dieser Begriff aus BIOlogie und TechNIK.³⁷¹ Allgemein beschäftigt sich die Bionik mit der Entschlüsselung von "Erfindungen der belebten Natur" und ihrer innovativen Umsetzung in der Technik. Die Bionik ist ein interdisziplinärer Bereich, in dem z. B. Biologen, Chemiker, Ingenieure, Techniker und Designer zusammen arbeiten.

Mit den Innovationen im textilen Bereich entstehen viele neue Begriffe und Eigenschaften. Nachfolgend soll in dieses Feld Einblick gegeben werden.

³⁶⁹ Der im internationalen Sprachgebrauch üblichere Begriff der „Biomimetik“ (engl. „biomimetics“) entspricht im Wesentlichen dem deutschen „Bionik“ (engl. „bionics“). Vgl. <http://www.biologie.uni-freiburg.de/biomimetik/wissen.htm> (03.06.2007)

³⁷⁰ zitiert nach Schlomski, I. (2003), S. 25

³⁷¹ Vgl. ebd., S. 26

4.3.4 Bekleidungsphysiologische Grundlagen

Bei der Behandlung der bekleidungsphysiologischen Grundlagen wird zuerst der Begriff Bekleidungsphysiologie erläutert; anschließend werden Einblicke in Konstruktionsprinzipien für Funktionstextilien sowie Ausrüstungsbeispiele gegeben.

4.3.4.1 Die Bekleidungsphysiologie

In dieser Ausführung wird erläutert, was unter Bekleidungsphysiologie verstanden wird und mit welchen Aspekten sie sich beschäftigt. Des Weiteren wird auf Kriterien/Bereiche des Tragekomforts eingegangen und abschließend das Zwiebelschalenprinzip vorgestellt.

Damit Bekleidung in der heutigen Zeit auf dem Markt gefragt ist, muss sie neben modischen und mechanisch-technologischen gute bekleidungsphysiologische Eigenschaften vorweisen. Um bekleidungsphysiologischen Eigenschaften auf hoher Qualität zu gewährleisten, bedarf es unabhängiger Institute, die diese prüfen. Die Hohensteiner Institute sind bereits 1946 entstanden und entwickelten sich zu einem international anerkannten Forschungs- und Dienstleistungszentrum. Sie sind eine renommierte Größe auf dem Gebiet der Qualitätssicherung, der Festlegung qualitativer Standards besonders im Bereich von Funktionstextilien und hinsichtlich der Konfektion. Die von den Hohensteiner Instituten entwickelte, dem Menschen nachempfundene Computerpuppe „Charlie“ ermöglicht standardisierte Tests hinsichtlich der Tragefunktionen, des Feuchtigkeitstransports und weiterer belastungsbezogener Eigenschaften. Die Hohensteiner Institute beschäftigen sich intensiv mit den unterschiedlichen Bereichen der Bekleidungsphysiologie.

Die Bekleidungsphysiologie ist die Wissenschaft von der Funktion der Bekleidung.³⁷² Sie beschäftigt sich mit den Fragen, wie guter Tragekomfort einerseits objektiv festgestellt und andererseits gezielt konstruiert werden kann. Der Begriff Tragekomfort wird subsumierend für nachfolgende Eigenschaften der Bekleidung verwendet: Sie muss dem Körper einen Schutz vor äußeren Klimaeinflüssen gewährleisten sowie seine körpereigene Thermoregulation unter wechselnden Klima- und Tätigkeitsbedingungen in einer

³⁷² Vgl. Umbach, K.H. (2003), S. 44

Weise unterstützen, dass Wärme- und Feuchtigkeitshaushalt des Körpers ausgeglichen sind und ein hautnahes „Mikroklima“ entsteht, welches als angenehm empfunden wird. Für ein gutes Mikroklima ist es wichtig, dass eine gute Luftumwälzung innerhalb der Bekleidung (Konvektion) und ein guter Luftaustausch mit der Umgebung über Kleidungsöffnungen (Ventilation) möglich sind. Tragekomfort entsteht als direkte Folge der Wechselwirkung Körper-Klima-Kleidung.³⁷³

Die Funktionen der Bekleidung werden in aktive und passive Funktionen unterschieden.

Tabelle 12: Aktive und passive Funktionen eines Textils³⁷⁴

<i>Passive Funktionen eines Textils</i>	<i>Aktive Funktionen eines Textils (neuere Entwicklungen)</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserdampfdurchlässigkeit (Atmungsaktivität, Feuchtigkeitstransport) ▪ Wind- und Wasserdichte ▪ Wärmetransport/Wärmeisolation ▪ Feuchtigkeitspufferung ▪ UV-Beständigkeit ▪ Antibakterielle Eigenschaften ▪ Antistatische Eigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassung an die Körper- oder Umgebungstemperatur ▪ Kommunikation ▪ Heilen ▪ Schützen ▪ Wohlgefühl vermitteln

Textilien mit aktiven Funktionen werden als intelligente Bekleidungssysteme bezeichnet. Die meisten liegen noch als Prototypen vor oder sind teilweise bereits auf dem Markt zu finden. Der Mehrwert dieser Textilien ist meist erklärungsbedürftig. Gemäß der Studie „Function for Fashion“ haben die Eigenschaften Elastizität, Komfort, Klimaausgleich, Feuchtigkeitstransport und Pflegeleichtigkeit einen hohen Stellenwert beim Konsumenten.³⁷⁵

Der menschliche Körper strebt in seiner Energiebilanz ein Gleichgewicht an. Der Mensch als gleichwarmes (homoisothermes) Lebewesen muss daher gebildete Wärme im selben Maße wieder abgeben. Diese Prozesse werden durch den Stoffwechsel geregelt. Es wurde zudem beobachtet, dass die Pulsfrequenz eines Menschen, der sich kör-

³⁷³ Vgl. Umbach, K.H. (2003), S. 45

³⁷⁴ Eigene Zusammenstellung

³⁷⁵ Vgl. Knecht, P. (2003), S. 14

perlich betätigt,³⁷⁶ bei Belastung in gut atmungsaktiver Bekleidung nicht so stark steigt, wie bei Belastung in Bekleidung, welche nur gering atmungsaktiv ist.³⁷⁷ Dieser Umstand würde bei Bekleidung mit guter Atmungsaktivität eine höhere Leistungsfähigkeit ermöglichen.

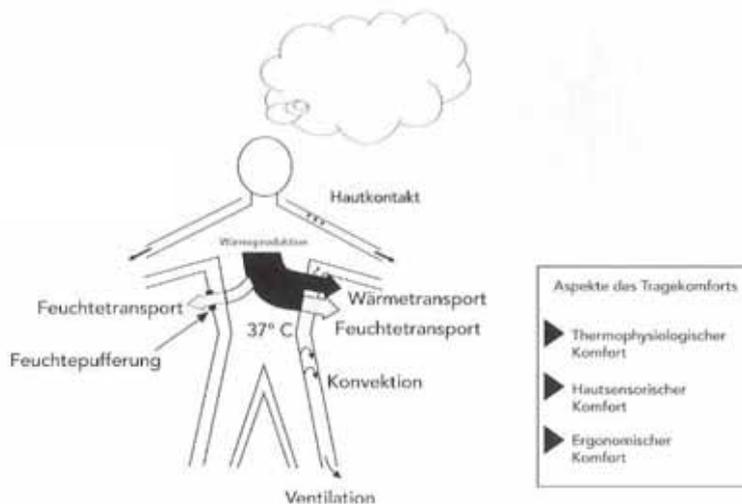


Abb. 6: Wege der Energieabgabe des menschlichen Körpers³⁷⁸

Der Mensch produziert zwischen 80 W (während des Schlafs) bis zu 450 W (bei Extrembelastung bis zu 1000 W) Wärme pro Stunde infolge von Stoffwechselprozessen. Die Wärmeabgabe erfolgt durch verschiedene Mechanismen: Durch Konduktion (Ableitung), Ventilation³⁷⁹, Konvektion (Umwälzung der Luft) und Strahlung kommt es zu einem „trockenen“ Wärmetransport. Dieser wird von der Umgebungstemperatur und der Wärmeisolation der Bekleidung beeinflusst. Meist ist der trockene Wärmetransport nicht ausreichend, um die Energiebilanz des Körpers im Gleichgewicht zu halten. Die Kühlung des Körpers erfolgt darüber hinaus durch Transpiration, wobei der Vorgang nur funktioniert, wenn der Schweiß auch tatsächlich verdampfen kann („feuchter“ Wärmetransport). Beim Verdampfen wird die Energie des Phasenübergangs von flüssig zu gasförmig in Form von Wärme aus der Umgebung bzw. von der Haut entnommen und erzielt damit einen kühlenden Effekt. Der Feuchtigkeitstransport („Atmungsaktivität“) der Bekleidung ist hier von großer Bedeutung.

³⁷⁶ Darunter wird sportliche Betätigung, körperliche Arbeit oder einfach allgemein Bewegung verstanden.

³⁷⁷ Vgl. Umbach, K.H. (2003), S. 43

³⁷⁸ Vgl. Mecheels, J. (1998), S. 50

³⁷⁹ Unter Ventilation versteht man den Wärmeaustausch mit der Umgebung über Bekleidungsöffnungen.

Falls die produzierte Schweißmenge zu groß wird, um sofort zu verdampfen, benötigt man eine gute „Feuchtigkeitspufferung“. Die Parameter Wärme- und Feuchtigkeits-transport sowie Pufferwirkung bestimmen somit zusammen den so genannten *thermo-physiologischen Komfort* der Bekleidung. Da die Konvektion und die Ventilation einen wesentlichen Einfluss auf den Wärme- und Feuchtigkeits-transport haben, kommt der Konstruktion des Textils eine zentrale Bedeutung zu.³⁸⁰

Ein gutes Feuchtigkeitsmanagement ist besonders für hautnah getragene Textilien eine wichtige Voraussetzung für hohen Tragekomfort. Das Ziel besteht darin, das Mikroklima über der Haut auch bei stärkerer körperlicher Belastung möglichst trocken zu halten. Der komplexe Vorgang des Feuchtigkeits-transportes in Textilien wird nicht nur durch das Fasermaterial bestimmt. Je nach Tragesituation werden unterschiedliche physiologische Anforderungen an die Fasern gestellt. In Standardsituationen dominiert die Wasserdampfdiffusion (Atmungsaktivität) des Textils, die vorwiegend durch die Dicke des Materials und die Weite seiner Poren bestimmt wird. Somit bestimmt auch die Textil-konstruktion durch Garnstärke, Einstellung, Bindungs- und Legungsart etc., ob eine gute Atmungsaktivität vorliegt. Bei stärkerem Schwitzen sind, besonders bei hautnah getragenen Textilien, die Mechanismen der Feuchtigkeitsaufnahme (Adsorption) und des Feuchtigkeits-transportes gefordert. Die Funktionalität z.B. von Sportbekleidung fängt somit bei der Wahl der adäquaten Garnkomponenten an, erstreckt sich über die Strick- bzw. Wirktechnik bis hin zur optimalen Textilveredlung, um das geforderte Anforderungsprofil des Textils zu erreichen.³⁸¹

³⁸⁰ Vgl. Naroska, D./ Hilden, J. (2006), S. 21

³⁸¹ Vgl. ebd., S. 21

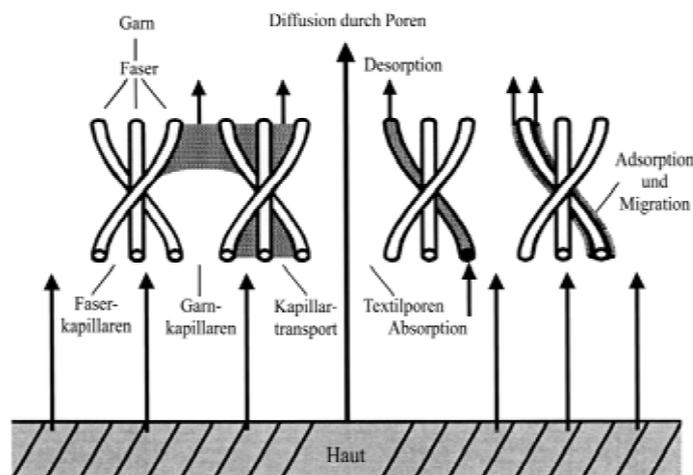


Abb. 7: Mechanismen des Feuchtigkeitstransports in Textilien³⁸²

Die Effektivität des Kapillarttransports wird von der Faser- und Garnfeinheit, der Wasseraffinität der Faseroberfläche (hydrophil, hydrophob) und der Ausrüstung des Textils (z.B. Weichmacher, optische Aufheller, hydrophobe Präparation...) beeinflusst. Bei der Feuchtigkeitsaufnahme wird zwischen der Aufnahme von gasförmigem Wasser (Wasserdampf) und flüssigem Wasser unterschieden; in den meisten Fällen liegen jedoch beide Phasen nebeneinander vor.

Die Eigenschaft eines Fasermaterials, Wasserdampf aus der Luft ins Faserinnere aufzunehmen, wird als hygroskopisch bezeichnet. Bei Aufnahme von flüssigem Wasser ins Faserinnere bezeichnet man die Eigenschaft des Fasermaterials als saugfähig. Beide Eigenschaften werden in prozentualen Bezug zum Trockengewicht des Materials angegeben.

Das Feuchtigkeitsverhalten ist bedingt durch das Verhalten der Faseroberfläche gegenüber Wasser (Adsorption). Ist die Oberfläche leicht benetzbar, so dass das Wasser sich auf der Oberfläche anlagern und verteilen kann, so bezeichnet man die Eigenschaft der Faseroberfläche als hydrophil (Wasser anziehend). Wohingegen eine Faseroberfläche, die schwer benetzbar ist und bei der das Wasser abgestoßen wird, als hydrophob (Wasser abweisend) bezeichnet wird.³⁸³

³⁸² Vgl. Mecheels, J. (1998), S. 57

³⁸³ Vgl. Hofer, A. (2000), S. 36

Die generelle Fähigkeit einer Faser, Feuchtigkeit aufzunehmen, ist von der chemischen Zusammensetzung und der Struktur der Faser abhängig. Je dichter die kristalline Struktur der Kettenmoleküle ist, desto geringer ist die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen (Hygroskopizität). Bei Synthefasern³⁸⁴ wie Polyamidfasern (10-15%), Polyacrylfasern (12-18%) und Polyesterfasern (3-5%) liegt die Feuchtigkeitsaufnahme deutlich niedriger als bei Naturfasern wie Wolle (40%), Baumwolle (20%) und Naturseide (26%), die einen weitaus höheren prozentualen Anteil ihres Trockengewichtes an Feuchtigkeit aufzunehmen vermögen.³⁸⁵ Naturfasern wie Wolle und Baumwolle sind im Faserinneren Wasser anziehend (hygroskopisch); sie nehmen sehr gut Feuchtigkeit auf und binden sie, wodurch der Transport folglich gering ist. Reine Naturfasern eignen sich somit nicht für Situationen, in welchen stark geschwitzt wird.

Das Feuchtigkeitstransportvermögen stellt die Fähigkeit einer Faser bzw. eines Stoffes dar, Körperfeuchtigkeit von der Haut aufzunehmen und an die Außenluft abzuführen. Besonders Synthefasern gewährleisten einen guten Feuchtigkeitstransport, da sie nur in geringem Maße Feuchtigkeit aufnehmen. Die Feuchtigkeitsaufnahme und der Feuchtigkeitstransport bedingen sich gegensätzlich.

Des Weiteren gilt es neben dem *hautsensorischen* Tragekomfort (Weichheit, Schmiegsamkeit, Kratzen, Jucken etc.), der vorwiegend von der Oberflächenstruktur eines Textils bestimmt wird, den *ergonomischen* Komfort zu berücksichtigen. Dieser erfordert eine vollständige Bewegungsfreiheit des Trägers und ferner die Existenz eines guten Mikroklimas in der Bekleidung.

Mit den heutigen Technologien ist es möglich, den Tragekomfort in objektiven Messgrößen zu erfassen und in quantitativen Maßzahlen auszudrücken. Textilien und Bekleidung können hinsichtlich ihrer physiologischen Eigenschaften geprüft und beurteilt werden. Zudem werden konkrete Konstruktionsleitlinien aufgestellt, die bei der Produktion physiologisch optimierter Bekleidung eingesetzt werden.³⁸⁶ Der thermophysiologische Komfort von textilen Flächenmaterialien wird mit dem Thermoregulationsmodell

³⁸⁴ Diese Fasern sind im Inneren nicht hygroskopisch und transportieren die Feuchtigkeit rasch an der Faseroberfläche.

³⁸⁵ Vgl. Hofer, A. (2000), S. 36f

³⁸⁶ Vgl. Mecheels, J. (2000), S. 17

der menschlichen Haut (Hautmodell) bestimmt. Folgende Komfortparameter werden hierzu bestimmt:³⁸⁷

- Die Wärmeisolation R_{ct} (Wärmedurchgangswiderstand)
- Der Wasserdampfdurchgangswiderstand R_{et}
- Der Wasserdampfdurchgangsindex (Schweißtransport)

Die Hohensteiner Institute haben ein Qualitätslabel entwickelt, das den Tragekomfort³⁸⁸ mit einer für den Verbraucher leicht verständlichen Note versieht. Diese „Komfortnote“, die zwischen 1 „sehr gut“ und 6 „ungenügend“ liegen kann, setzt sich aus der thermophysiologicalen Komfortnote und der hautsensorischen Tragekomfortnote zusammen.

Die thermophysiologicalische Komfortnote und die hautsensorische Tragekomfortnote werden über ein Beurteilungsmodell und über spezielle Messgeräte quantifiziert. Ausgedehnte Forschungsarbeiten konnten eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Aussagen des Beurteilungsmodells sowie subjektiv vergebenen Noten nachweisen.³⁸⁹

Das Label wird bereits von einigen Herstellern für die Produktbeschreibung im Handel eingesetzt.

Damit Funktionsbekleidung optimalen Tragekomfort bieten kann, müssen die einzelnen Bekleidungsschichten aufeinander abgestimmt werden. Die richtige Abstimmung der einzelnen Bekleidungsschichten wird auch als *Zwiebelschalenprinzip* bezeichnet. Allgemein wird empfohlen, lieber viele dünne Schichten, als wenige dicke Schichten zu tragen.



Abb. 8: Qualitätslabel für Tragekomfort³⁹⁰

³⁸⁷ Die Komfortparameter wurden nach den internationalen Normen gemäß DIN EN 31092 und ISO 11092 standardisiert. Vgl. http://www.pfa.nrw.de/PTI_Internet/pti-intern/WG/Regelungen/Koerperschutz12-95.pdf (02.08.06), S. 11

³⁸⁸ Wenn für ein konfektioniertes Kleidungssystem die Konformitätsbestätigung für Oberstoff und Konfektion ausgestellt wurde, kann dies zusätzlich mit dem Hohensteiner Qualitätslabel für den Tragekomfort ausgezeichnet werden. Dieses belegt neben der Konformität mit DIN 10524 zusätzlich die ermittelte Tragekomfortnote. Vgl. <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=33-162-0-397-0-0> (25.04.06)

³⁸⁹ Vgl. Umbach, K.H. (2003), S. 48

³⁹⁰ http://www.hohenstein.de/ximages/28617_qualilabel.jpg (17.04.06)

Als **erste Schicht**, die direkt auf der Haut getragen wird, empfiehlt sich eine dünne Schicht (Unterwäsche, Shirts, etc.), die eine wärmende Funktion erfüllen soll. Die Kleidungsstücke sollten aus Chemiefasern (z.B. Polyamide, Polyester), Naturfasern (z.B. Wolle oder Mischungen mit Baumwolle) oder aus Kombinationen dieser Materialien bestehen. Verwendete Materialien sollten schnell trocknen, eine gute Passform haben, leicht und anschmiegsam sein sowie eine gute Wasserdampfdurchlässigkeit und guten Feuchtigkeitstransport aufweisen.

Für die **zweite Schicht** eignen sich leichte Hemden, leichte Fleece-Bekleidung oder warme Fleece-Bekleidung, die ebenfalls vorwiegend eine wärmende Funktion erfüllen. Verwendete Materialien sollten schnell trocknen, ein geringes Gewicht haben, Isolation auch noch im feuchten Zustand bieten, atmungsaktiv, angenehm weich, sehr pflegeleicht und dennoch robust sein.

Strapazierfähige Soft Shells³⁹¹ bilden eine **dritte Schicht**, die besonders eine Wind abweisende Funktion erfüllen soll. Bei trockenem Wetter kann diese ersatzweise für die vierte Schicht getragen werden. Verwendete Materialien sollten Wind abweisend oder winddicht sein, Wasser abweisend, aber nicht hundertprozentig wasserdicht sein, elastisch (gute Passform und Bewegungsfreiheit), abriebfest und schnell trocknend sein und zudem ein gutes Feuchtigkeitsmanagement bieten.

Die **vierte Schicht** stellt die äußerste und damit dem Wetter am meisten ausgesetzte Bekleidung dar. Die äußere Schicht übernimmt den mechanischen Schutz und dient zudem als Schutz gegen Wind und Regen. Hier kommen besonders Hard Shells zum Einsatz. Verwendete Materialien sollten winddicht, wasserdicht³⁹² und wasserdampfdurchlässig sein.

Zusammenfassend kann von einem optimalen Tragekomfort nur dann die Rede sein, wenn alle Komponenten der Bekleidung hinsichtlich Fasermaterial, Faser-, Garn- und Textilkonstruktion, Ausrüstung und Schnittgestaltung richtig aufeinander abgestimmt und an den spezifischen Einsatzzweck der Bekleidung angepasst sind. Ein enger Dialog in den einzelnen Stufen der textilen Kette ist eine wichtige Grundlage für optimale Ergebnisse. Ein guter physiologischer Tragekomfort verursacht für den körperlich aktiven Träger einerseits weniger physiologischen Stress und dadurch eine Reduktion gesund-

³⁹¹ Eine Kombination von zweiter und dritter Schicht. Weitere Ausführungen sind im Glossar zu finden.

³⁹² Anhand der Wassersäule wird der Grad der Wasserdichtigkeit gemessen. Sie bestimmt den Druck (in mm), bei dem das Material beginnt, Wasser durchzulassen. Liegt der Druck über 1300 mm, ist das Kleidungsstück wasserdicht, bei Werten zwischen 400 und 1300 ist das Textil lediglich Wasser abweisend. Vgl.: <http://www.funktionstextilien.de/content/blogsection/6/41/> (30.12.07)

heitlicher Schäden, andererseits wird die physische und mentale Leistungsfähigkeit erhöht und damit eine längere Einsatzdauer in belastenden Klima- und Tätigkeitssituationen ermöglicht.³⁹³ Da für textile Innovationen im Themenfeld der Funktionstextilien vorwiegend Chemiefasern und im Speziellen die Synthefasern relevant sind, soll diese Faserart nachfolgend näher betrachtet werden. Ein größerer Überblick würde allerdings den Rahmen überschreiten.

4.3.4.2 Synthetische Chemiefasern – Basis der Funktionsbekleidung

Faserstoffe werden in Naturfasern pflanzlicher oder tierischer Herkunft und Chemiefasern unterteilt, wobei die Chemiefasern in Zellulosefasern und in Synthefasern unterschieden werden. Zellulosefasern sind ihrem Namen entsprechend auf der Grundbasis von Zellulose aufgebaut, die durch spinn technologische Behandlung modifiziert werden. Synthefasern werden im Gegensatz zu allen anderen Fasern synthetisch hergestellt. Verwendete Rohstoffe sind Erdöl und Erdgas.³⁹⁴ Die Einzelbausteine (Monomere) dieser Ausgangsstoffe werden bei der Herstellung der Chemiefasern zu Polymeren verknüpft. Aus diesem Produkt können Endlosfasern gesponnen werden. Bei der Herstellung von Chemiefasern ist eine gezielte Formgebung, z. B. hinsichtlich Länge, Querschnitt, Oberfläche und Kräuselung möglich.

Beispiele für Chemiefasern sind Viskosefasern, Polyamidfasern (PA), Polyesterfasern (PES), Polyacrylfasern (PAN), Polypropylenfasern (PP) und Chlorofasern, welche als Grundstoffe dienen.³⁹⁵

³⁹³ Vgl. Mecheels, J. (1998), S. 129

³⁹⁴ Vgl. Koslowsky, H. J. (1997), S. 159

³⁹⁵ Vgl. ebd., S. 46

Weltproduktion von Baumwolle, Wolle und Chemiefasern 2005

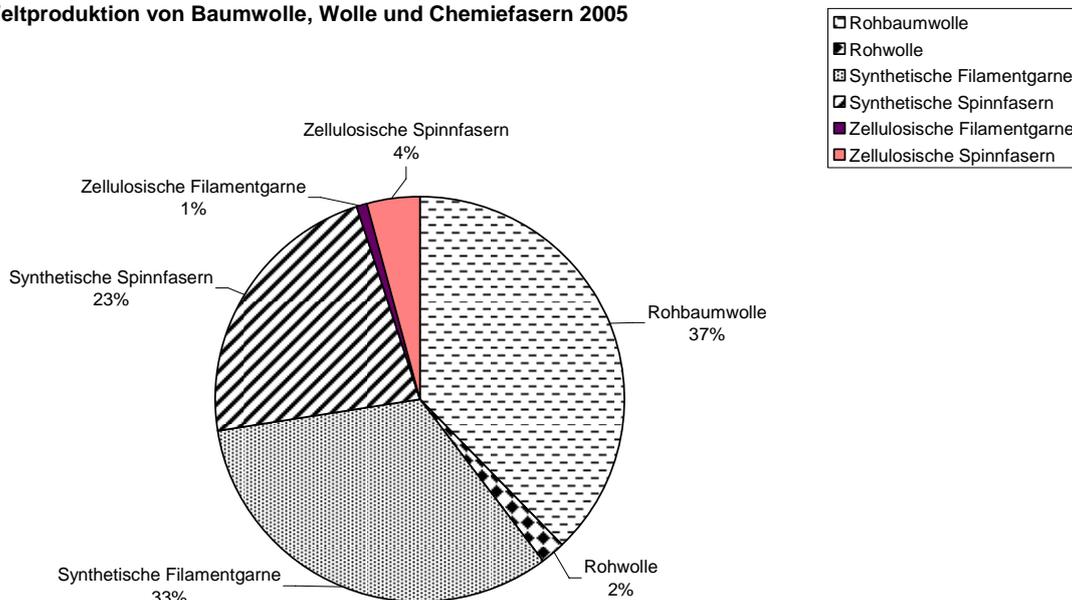


Abb. 9: Welterzeugung von Textilrohstoffen im Jahr 2005³⁹⁶

Tabelle 13: Zahlenwerte zur Welterzeugung von Textilrohstoffen im Jahre 2005³⁹⁷

Textilrohstoff	Werte in 1000 t
Rohbaumwolle	24763
Rohwolle	1228
Synthetische Filamentgarne	21519
Synthetische Spinnfasern	14794
Zellulose Filamentgarne	460
Zellulose Spinnfasern	2768

Zur Herstellung von Chemiefasern unterscheidet man in der Chemiefaser-Industrie drei Grundverfahren (Schmelzspinnen, Trockenspinnen und Nassspinnen). Zudem werden für technische Fasern zahlreiche Spezialverfahren wie z.B. das Gelspinnen entwickelt.³⁹⁸ Im Folgenden sollen die drei Grundverfahren kurz erläutert werden.

³⁹⁶ Die Graphik wurde erstellt nach Werten siehe: <http://www.cirfs.org/images/world.pdf> (03.01.08)

³⁹⁷ Zusammenstellung der Werte aus: <http://www.cirfs.org/images/world.pdf> (03.01.08)

³⁹⁸ Vgl. Koslowsky, H. J. (1997), S. 154

Beim Schmelzspinnverfahren gelangen die Ausgangsstoffe unter Luftabschluss in einen Extruder.³⁹⁹ Dort werden sie geschmolzen⁴⁰⁰, durch Spinndüsen gepresst und zu Filamenten verformt. Die Anzahl der Bohrungen in der Düsenplatte bestimmt die Anzahl der einzelnen Filamente, welche zu einem Multifilamentgarn zusammengefasst werden. Unmittelbar im Anschluss setzt der Spinnverzug⁴⁰¹ ein und verfeinert den Durchmesser um ein Vielfaches. Bei Durchlaufen des Blas- und des Spinn-schachtes (ca. 4-6 m lang) erfolgt das Abkühlen und Verfestigen. Mit dem Schmelzspinnverfahren werden vorwiegend Polyamid 6.6, Polyamid 6, Polyester, Polypropylen und Polyethylen hergestellt.

Beim Trockenspinnverfahren wird der gelöste Ausgangsstoff über eine Spinndüse in einen beheizten, mit Heißluft durchströmten Spinn-schacht gesponnen. Dabei verdampft das Lösungsmittel und das Filament verfestigt sich. Mit dem Trockenspinnverfahren werden vorwiegend Acetatfasern, einige Acrylfasern und Elastanfasern hergestellt.

Die Spinnmassen beim Nassspinnverfahren sind meist Lösungen, die in ein flüssiges Spinnbad (Fällbad) gesponnen werden, in welchem die Filamente erstarren. Die Spinn-geschwindigkeit (50-150 m/min) ist wesentlich niedriger als beim Trockenspinn- oder Schmelzspinnverfahren. Mit dem Nassspinnverfahren werden vorwiegend Viskosefasern, Cuprofasern, Lyocellfasern, Triacetatfasern sowie teilweise auch Polyacrylfasern (einschl. Modacryl-Typen) hergestellt. Dieses Verfahren gewinnt zudem für die Herstellung von Fasertypen mit speziellen Eigenschaften an Bedeutung. Aromatische Polyamide (Aramide) können beispielsweise nur aus Lösungen ersponnen werden.

Im nächsten Abschnitt werden ausgewählte Faservariationen vorgestellt.

³⁹⁹ Eine Maschine, die mit einer schraubenartigen Spindel das Granulat unter stetiger Durchmischung schmilzt und unter Druck zu den Spinnpumpen fördert.

⁴⁰⁰ Die Temperaturen liegen je nach Faserart zwischen 30-60°C über dem Schmelzpunkt bzw. über dem Erweichungs- und Schmelzbereich thermoplastischer Fasern.

⁴⁰¹ Die beim Spinnen aus den Löchern der Spinndüsen austretenden Filamente werden mit einer weit höheren Spinn-geschwindigkeit abgezogen. Dabei werden die Filamente noch im flüssigen Zustand um ein Mehrfaches verlängert, während sich ihr Durchmesser verringert. Dadurch erhöht sich die Orientierung der Polymerketten wie auch die Kristallinität, wodurch die Festigkeit dieser Filamentgarne gesteigert wird.

4.3.4.3 Ausgewählte Aspekte innovativer Fasern, Garne und Flächenkonstruktionen⁴⁰²

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl neuer Fasern, Fäden, Konstruktionen und Beschichtungen für den Einsatz im Bereich der funktionellen Bekleidung entwickelt und auf den Markt gebracht. Einerseits wurden bekannte Materialien optimiert und andererseits wurden neue Materialien - insbesondere Mikrofasern⁴⁰³ - aus unterschiedlichen polymeren Werkstoffen eingesetzt. Besonders die Mikrofasern bieten ein breites Spektrum an Möglichkeiten, Textilien mit zusätzlichen Funktionen zu entwickeln. Ergebnisse dieser Entwicklungen sind unter anderem antimikrobielle oder Pflegemittel abgebende Fasern sowie Fasern, die ein Temperatenausgleichvermögen haben. Im weiteren Verlauf werden exemplarisch Mikrofasern, Elastanfaser, hochfeste Fasern, Metallfasern und Hohlfasern vorgestellt.

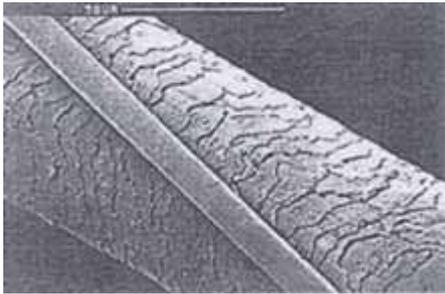
Die *Mikrofaser* - auch als „Faser nach Maß“ bezeichnet - wurde gezielt mit Eigenschaften entwickelt, die durch Naturfasern nicht oder nur unzureichend zu erzielen sind. In Japan gibt es Mikrofasern bereits seit dem Anfang der 1970er Jahre, während sie in Westeuropa und den USA erst etwa 15 Jahre später auf den Markt kamen.⁴⁰⁴ Mit der Mikrofaser ist eine Faser entstanden, welche über alle Chemiefaser-Gattungen hinweg neue Einsatzmöglichkeiten bietet. Als Mikrofasern werden Filamente und Spinnfasern mit einem Einzeltiter von max. 1 dtex bezeichnet (Spinnfasern bis max. 1,2 dtex). Die breite Palette anderer Chemiefaser-Produkte liegt heute meist bei einem Einzeltiter von 0,6-0,8 dtex (Polyester, Polyamide, Polypropylen).

⁴⁰² Vgl. Plank, H. (2003), S. 59ff

⁴⁰³ Die Feinheit von Mikrofasern ist maximal 1 dtex. Vgl. Koslowsky, H. J.: (1997), S. 101; Die Feinheit von Fasern (Titer) wird in Dezitex (dtex) angegeben; das Maß 1 dtex sagt aus, dass ein Gramm eines Fadens 10.000m lang ist. Unterschieden werden Einzeltiter und Gesamttiter, da ein Garn häufig aus mehreren Einzelfilamenten zusammengesetzt ist. Je niedriger der Titer, desto feiner ist also das Garn. Aus: <http://www.dfv-fachmedien.com/cfl/lexicon.php> (22.04.06)

⁴⁰⁴ Siehe: <http://www.dfv-fachmedien.com/cfl/lexicon.php> (22.04.06)

Tabelle 14: Produktpalette der Chemiefaser - Industrie⁴⁰⁵

grobe Fasern	> 7,0 dtex	 <p>Abb. 10: Vergleich von Mikrofilament mit einem menschlichem Haar im Hintergrund⁴⁰⁶</p>
mittelfeine Fasern	2,4-7,0 dtex	
Feinfasern (Seide 1,3 dtex)	2,4-1,0 dtex	
Mikrofasern	1,0-0,3 dtex	
Supermikrofasern	< 0,3 dtex	

Zur Herstellung von Mikrofasern aus homogenen Polymeren war es erforderlich, die Spinnmasse, das Spinnverfahren und die Maschinentechologie zu verändern. Die hohen Spinnengeschwindigkeiten führen zu einer nahezu vollkommenen Parallelorientierung der Kettenmoleküle innerhalb der Faser und damit zu einer höheren kristallinen Ordnung der Molekülketten im Kristallgitter des fertigen Fadens. Das ist bei anderen Synthesefasern nur durch mehrstufige Verfahren möglich.⁴⁰⁷ Durch Quellung oder mechanische Verformung können bei Fasern die trennbaren Komponenten voneinander gelöst werden und somit feinste Fasern bis zu 0,1 dtex⁴⁰⁸ gewonnen werden. Sie werden als Splitfasern, Folienfasern oder auch als Bikomponentenfasern bezeichnet. Bevorzugte Ausgangsstoffe dafür sind Polyester als Basismaterial und Polyamid als zweite Komponente. Eine weitere, eher wenig praktizierte Variante zur Splitfasergewinnung besteht darin, eine Faserkomponente aufzulösen. Für Vliesstoffe und Lederaustauschstoffe werden im Regelfall Bikomponentenfasern eingesetzt, welche durch Splitten gewonnen wurden.

Mit dem konventionellen Spinnverfahren können Polyester-Filamentgarne bis zu einem Einzeltiter von 1dtex hergestellt werden. Die Einzelkapillare besitzt einen Durchmesser von ca.10 µm (10^{-5} m). Durch Einsatz der Splitfaser-Technologie ist es möglich, eine Einzelfaser von 1 µm Durchmesser herzustellen. Textile Flächen bekommen durch die-

⁴⁰⁵ <http://www.dfv-fachmedien.com/cfl/lexicon.php> (22.04.06)

⁴⁰⁶ Bildquelle: <http://www.dfv-fachmedien.com/cfl/lexicon.php> (22.04.06)

⁴⁰⁷ Vgl. Hofer, A. (2000), S. 556

⁴⁰⁸ Beispielsweise Belima X und Amaretta

se Mikrofasergarne einen viel geschmeidigeren und weicheren Griff. Ferner kommt das bekleidungsphysiologische Verhalten dem von Naturfasern sehr nahe.⁴⁰⁹

Sehr aktiv wird inzwischen bereits nach noch feineren Fasern geforscht, die als Nanofasern bei einem Faserdurchmesser von 20 - 100 nm liegen sollen. Die Polymerbasis beläuft sich meist auf Polyester, Polyamide und Polypropylen.⁴¹⁰

Eine weitere Entwicklung stellt die *Elastanfaser* dar. Hierbei handelt es sich um Fasern, die – ohne zu reißen - Dehnungen bis auf das 7-8fache der Eigenlänge erlauben und die bei Entlastung in ihre ursprüngliche Länge zurückkehren. Elastanfasern werden auf der Basis von Polyurethan hergestellt und häufig mit Baumwolle oder Polyamid umsponnen. Die Faser hat sich in allen Bereichen der Bekleidung durchgesetzt und wird besonders im Sportbereich (Badebekleidung, Laufhosen, Radbekleidung etc.) und im Bereich der Medizintextilien (z.B. Kompressions- und Stützstrümpfe) eingesetzt.

Die Entwicklung *hochfester Fasern* (z.B. Kevlar®) ist vorwiegend für technische Textilien bedeutsam. Die Einsatzgebiete im Bekleidungssektor sind z.B. Motorradbekleidung und Schutzanzüge, die einen Schutz gegen Stich- oder Schussverletzungen gewährleisten sollen.

Die Verwendung von *Metallfasern* und metallisierten Fasern erfolgt zum Einsatz gegen elektrostatische Aufladung (Arbeitsbekleidung, Reinraum, Chipherstellung) oder zum Schutz gegen elektromagnetische Strahlung. Bei Bekleidungstextilien wird meist Silber eingesetzt, da es bei Hautkontakt in der Regel zu keiner allergischen Reaktion führt. Ferner führte die antimikrobielle Eigenschaft von Silber zur Produktion von antimikrobieller Bekleidung, beispielsweise antimikrobiellen Socken (mit Silberionen) und Wäsche für an Neurodermitis erkrankten Personen (silberbeschichtete Oberflächen). Elektrisch leitende Fasern, z.B. ummantelte Metallfasern, bieten die Möglichkeit, elektronische Bauteile und Strukturen in das Textil zu integrieren. Die intelligenten Bekleidungs-systeme bieten hiermit ein kleines, jedoch sehr schnell wachsendes Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Nähere Ausführungen dazu werden bei der Vorstellung der Innovationen vorgenommen.

Mit der *Hohlfaser* wurden Fasern entwickelt, die dem Prinzip eines Eisbärenhaares nachempfunden sind. Diese Fasern besitzen durch die Lufteinschlüsse eine sehr hohe Isolationsfähigkeit (Wärmerückhaltevermögen) und werden bei Schlafsäcken und bei

⁴⁰⁹ Vgl. Plank, H. (2003), S. 59

⁴¹⁰ Vgl. Koslowski, H.-J. (2006), S. 64

Outdoorbekleidung eingesetzt.⁴¹¹ Das Haar des Eisbären, erscheint uns durch Lichtreflexion weiß, wobei es eigentlich farblos ist. Wie durch eine Glasfaser kann von den Haaren Licht direkt auf die schwarze Haut des Eisbären geleitet und dort in Wärme umgewandelt werden. An der Entwicklung eines Garns, das den Lichtstrahl zudem zielgerichtet auf einen bestimmten Punkt leitet, wird noch gearbeitet.⁴¹²

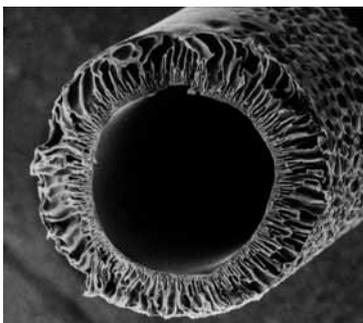


Abb. 11: Die Hohlfaser⁴¹³

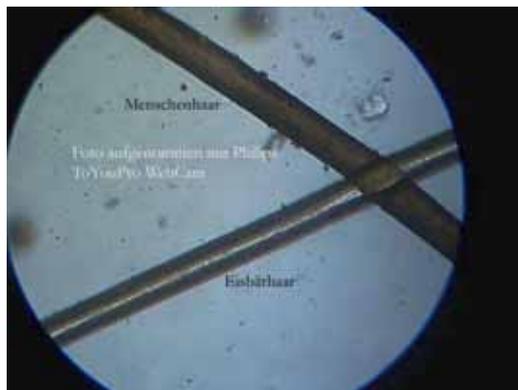


Abb. 12: Eisbärhaar unter dem Mikroskop⁴¹⁴

Neben der Entwicklung spezieller Fasern wird zudem der Einfluss gezielter Konstruktionen untersucht. Bei den Maschenwaren ist der Trend zu Konstruktionen, die eine zusätzliche Funktion hervorbringen, besonders für den Sportbereich deutlich erkennbar. Durch eine gezielte Auswahl und Anordnung der Fasermaterialien können Funktionen der Bekleidung wie beispielsweise der Wärme-Kälte-Ausgleich, der Schweißtransport, die elektromagnetische Schutzwirkung und weitere Eigenschaften verbessert werden. Eine gelungene Kombination besteht darin, die hautnah getragene, nicht aufsaugende Chemiefaser mit hygroskopischer Baumwolle an der Faseraußenseite des Textils zu versehen. Die Feuchtigkeit wird durch die Chemiefaser von der Haut weg transportiert und von der Baumwolle gepuffert bzw. als Feuchtigkeit nach außen abgegeben. Der schwitzende Träger hat somit dennoch das Gefühl der Trockenheit.⁴¹⁵

Für Textilien, die als einzige Schicht am Körper getragen werden, haben sich zweischichtige Konstruktionen aus Synthetikfasern mit Kapillarverengung bewährt. Sie werden als *Denier-Gradient-Textilien* bezeichnet. An der Haut zugewandten Innenflä-

⁴¹¹ Vgl. Schlomski, I. (2003), S. 30

⁴¹² Vgl. http://www.daserste.de/wwissen/thema_dyn~id,y45wugb8qbl374r4~cm.asp (04.06.07)

⁴¹³ Bildquelle: <http://www.crashtest.ch/031213/> (20.06.05)

⁴¹⁴ Bildquelle: <http://www.bastgen.de/low-cost/images/eisbaerhaar.jpg> (02.08.06)

⁴¹⁵ Vgl. Plank, H. (2003), S. 67

che werden feine Garne aus größeren Einzelfasern und an der Außenfläche gröbere Garne aus feineren Fasern (z.B. Mikrofasern) eingesetzt. Durch die Verengung der Garn- bzw. Faserkapillare von der Innen- zur Außenschicht wird die Saugwirkung verstärkt und ein besonders effektiver Schweißtransport erzielt. Der an die Textiloberfläche transportierte flüssige Schweiß kann von dort in die Umgebung verdampfen.

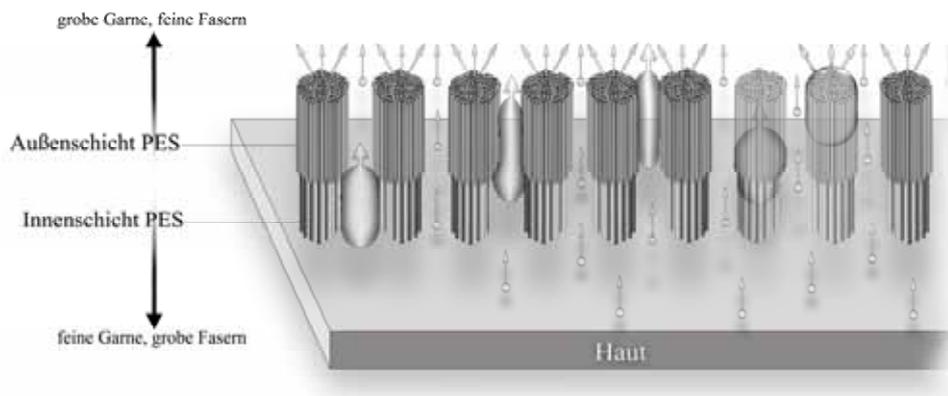


Abb. 13: Schweißtransport in zweiflächigen Textilien⁴¹⁶

Wenn die Dernier-Gradient-Textilien als Unterbekleidung getragen werden und die Oberbekleidung bzw. die nächste Schicht nicht den entsprechenden Feuchtigkeitstransport leistet, kann es zu einem Feuchtigkeitsstau kommen (siehe Zwiebelschalenprinzip). Diese Gefahr besteht besonders bei bestimmter Wetterschutzbekleidung, die Feuchtigkeit bzw. Flüssigkeit nicht durchlässt. Besteht das Bekleidungssystem aus mehreren Komponenten, so ist das *Double-Face-Prinzip* geeignet. Dabei besteht die hautzugewandte Innenfläche aus synthetischen Fasern, die ein gutes Feuchtigkeitstransportvermögen für flüssigen Schweiß besitzen. Die Außenseite ist durch übergreifende Fäden verbunden, welche aus Fasermaterial besteht, das die Feuchtigkeit gut aufnimmt (z.B. Wolle, Baumwolle). Die absorptive Außenfläche funktioniert als Puffer für überschüssigen Schweiß, der dadurch bis zur Verdampfung aus der Oberbekleidung nicht in Hautnähe gespeichert wird. Selbst bei stärkerem Schwitzen wird so die Unterfläche länger als trocken und hautsensorisch angenehm empfunden.⁴¹⁷ Mit den Double-Face-Textilien kann demnach unangenehmes Auskühlen in Ruhepausen nach schweißintensiver Aktivität erfolgreich verhindert werden.

⁴¹⁶ In Anlehnung an Knecht, P. (2003), S. 52

⁴¹⁷ Vgl. Umbach, K.H. (2003), S. 53

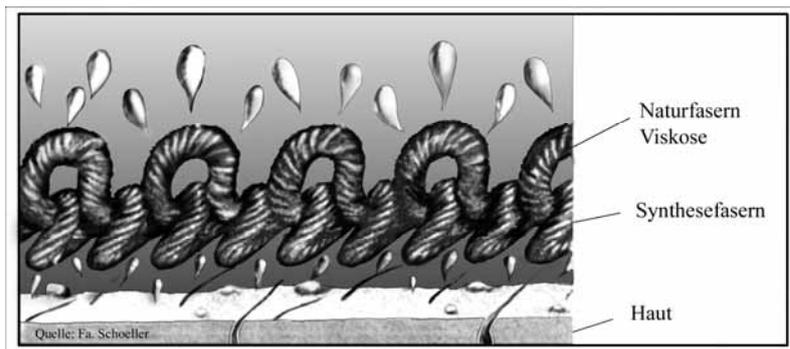


Abb. 14: Konstruktionsprinzip zweiflächiger Textilien ("Double Face")⁴¹⁸

Der Einsatz von Mikrofasern bewirkt ebenfalls einen deutlich besseren Schweißtransport. Dabei liegt folgender Zusammenhang zugrunde: Der Feuchtigkeitstransportmechanismus (Adsorption und Migration) in einem Textil wird umso effektiver, je größer die Faseroberfläche ist. Der hautsensorische Tragekomfort kann jedoch gerade durch die vergrößerte Oberfläche verschlechtert werden, da durch eine größere Kontaktfläche zwischen Haut und Textil ein unangenehm empfundenes „Kleben“ entstehen kann. Aus hautsensorischer Sicht wird als Konstruktionsleitlinie eine möglichst geringe Anzahl an Kontaktpunkten zwischen Textil und Haut angestrebt. Bei den Mikrofasern kann das durch Aufrauen der Textilinnenfläche bzw. durch chemische Veredelung realisiert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Vergrößerung der Faseroberflächen bei Textilien sind so genannte Profilfasern. Hier werden durch Kanäle in der Faser eine deutlich größere Faseroberfläche und dadurch ein besserer Schweißtransport erzielt. Ein Anwendungsbeispiel ist die Polyesterfaser CoolMax®⁴¹⁹.

Neben der Entwicklung innovativer Fasern und spezieller Konstruktionen können Funktionsverbesserungen durch eine spezielle Ausrüstung der Textilien erzielt werden.

Eine Art, Textilien zu veredeln, stellt die *Hydrophobierung* dar. Nicht nur Regenmäntel und Sportbekleidung werden heutzutage hydrophob ausgerüstet, sondern alle Sparten von der Freizeitbekleidung bis hin zur Businessmode. Bei der Hydrophobierung werden Textilien mit Chemikalien imprägniert und erhalten dadurch Wasser- und Schmutz abweisende Eigenschaften. Die zugefügte Chemikalie weist sowohl hydrophile als auch

⁴¹⁸ Vgl. Knecht, P. (2003), S. 53

⁴¹⁹ CoolMax® ist eine Vierkanalfaser von DuPont. Wenn der Körper transpiriert, leitet CoolMax® die Feuchtigkeit von der Haut weg an die Außenseite des Textils. Die Stoffe trocknen schnell, sind formbeständig und pflegeleicht. Vgl. <http://coolmax.invista.com/> (08.08.06)

hydrophobe Eigenschaften auf. Dabei wenden sich die hydrophilen Teilchen der Faser zu und erzeugen somit eine nach außen gerichtete hydrophobe Schicht. Fluorcarbonharze bilden beispielsweise einen wasser- und ölabweisenden Polymerfilm, der das Textil vor Verschmutzung schützt.⁴²⁰ Für die Hydrophobierung werden u.a. folgende Substanzen verwendet: Fluorcarbonharze, Paraffinemulsionen mit Metallsalzen (Aluminium- und Zirkonsalze), quarternäre Ammoniumverbindungen und Silikone.

Eine weitere Möglichkeit, die Wasser abweisenden Eigenschaften zu verbessern, stellt die Beschichtung von Textilien dar. Durch mikroporöse Beschichtungen⁴²¹ kann beispielsweise eine hohe Wasserdichte erzielt werden und gleichzeitig eine hohe Atmungsaktivität vorliegen. Die Polyurethanbeschichtung ist die meistverarbeitete, mikroporöse, atmungsaktive⁴²² Beschichtung und kann in unterschiedlicher Laminierung verarbeitet werden. Vertrieben wird diese Beschichtung z.B. unter dem Namen Texapore (Jack Wolfskin).

In der Ausführung 4.3.5 *Innovationen* wird auf die Wasser und Schmutz abweisende Ausrüstung⁴²³ noch näher eingegangen.

Die *antimikrobielle Ausrüstung* ist besonders für medizinische Textilien sowie für hautnah getragene Bekleidung relevant. Antimikrobielle Ausrüstung verhindert die Ausbreitung pathogener⁴²⁴ Mikroorganismen und reduziert die Entstehung unangenehmer Gerüche⁴²⁵. Die antimikrobielle Ausrüstung kann durch Zusatz mikrobiozider Substanzen zur Spinnmasse (Synthesefasern) oder durch Fixierung auf dem Fasermaterial erfolgen. Als antimikrobielle Wirkstoffe kommen spezielle Ammoniumverbindungen und chlorierte Diphenylether (Triclosan) sowie Bisphenole und Silberzeolithe zur Anwendung. Zudem wird Silber in Form von Silberfäden bzw. als Silberionen hinsichtlich seiner antiseptischen Wirkung in Fasern verarbeitet. In Kapitel 4.3.5.2 wird auf die antimikrobiellen Eigenschaften noch näher eingegangen.

An dieser Stelle konnte nur ein kleiner Einblick in die Vielfalt der Ausrüstungsmöglichkeiten gegeben werden. Neben unterschiedlichen Produktionsverfahren können Materi-

⁴²⁰ Vgl. Elizalde, O./ Schmitt, M. (2007), S. 4

⁴²¹ Z.B. Entrant, Air Supply Aus: http://www.vollesprogramm.de/bekleidung/lexikon/frames.php3?content=lex_mipo.htm (04.06.07)

⁴²² Die Atmungsaktivität dieser Beschichtung liegt bei ca. 64800 ml/m² 24 h, ist jedoch vom jeweiligen Produkt abhängig. Vgl. http://www.vollesprogramm.de/bekleidung/lexikon/frames.php3?content=lex_mipo.htm. (04.06.07)

⁴²³ Dies kann durch Behandlung mit geeigneten Chemikalien erfolgen außerdem auch über eine entsprechende Oberflächenstruktur. Letztere wird unter dem Aspekt Lotuseffekt behandelt.

⁴²⁴ Krankheitserregender

⁴²⁵ Körperschweiß wird von Bakterien zersetzt und daraufhin entstehen unangenehme Gerüche.

aleigenschaften besonders hinsichtlich einer verbesserten Funktionalität nicht nur durch mikroporöse Beschichtungen, sondern besonders auch durch Membransysteme erzielt werden. Nachfolgend soll dieser Bereich näher betrachtet werden.

4.3.4.4 Membransysteme

Eine Membran im textilen Bereich ist eine Trennschicht, die speziell entwickelt wurde, um Flüssigkeiten und Gase zu trennen. Mikroporöse Membranen werden als Folien hergestellt und später auf das Trägergewebe laminiert. Flüssigkeiten (z.B. Regen) können nicht eindringen und Gase (dampfförmiger Schweiß, Wasserdampf) können nach außen entweichen. Mikroporöse Beschichtungen werden bei ihrer Herstellung als Paste auf das Trägergewebe aufgebracht und lassen ebenfalls Wasserdampfmoleküle passieren. Neben den mikroporösen Membranen gibt es zudem geschlossene hydrophile Systeme, die nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sind.⁴²⁶

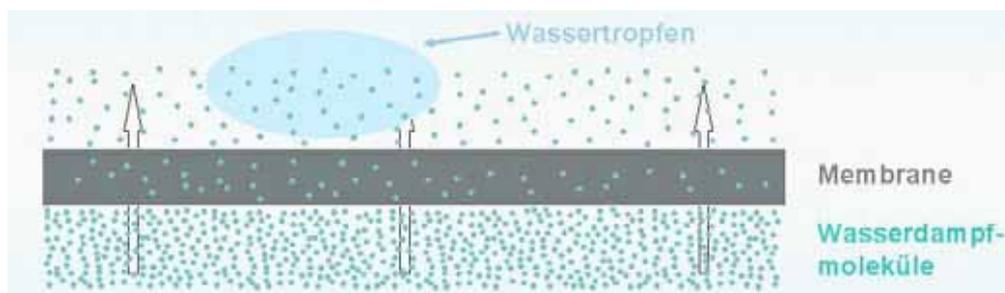


Abb. 15: Funktionsweise einer Membran⁴²⁷

Im Folgenden werden Einblicke in den Aufbau und die Funktionsweise von Membranen gegeben. Exemplarisch werden die Membrane Gore-Tex, Sympatex und die Event Membran vorgestellt.

Gore-Tex® hat mit der Entwicklung⁴²⁸ der Polytetrafluorethylen-Membran (PTFE) eine neue Generation an Funktionsbekleidung speziell für den Outdoorbereich entwickelt.

⁴²⁶ Vgl. <http://www.sympatex.de/glossar/laminate.htm> (12.08.06)

⁴²⁷ Bildquelle: <http://www.funktionstextilien.de/index.php?dir=/apt3fb63676bc445/apt3fb63aff4231f/> (12.04.06)

⁴²⁸ Die Gore-Tex® Faser wurde 1972 erstmalig hergestellt. Vgl. http://www.gore.com/de_de/aboutus/timeline/timeline.html (25.04.06)

Die Gore-Tex® Membran ist eine mikroporöse hydrophobe Membran aus gerecktem PTFE. Das Unternehmen schaffte es, diese Technologie zu einer Marke zu entwickeln.

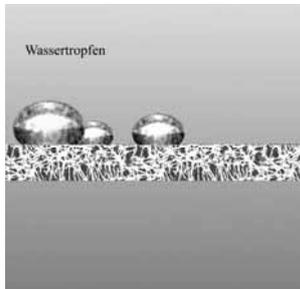


Abb. 16: Die wasserdichte Membran⁴²⁹

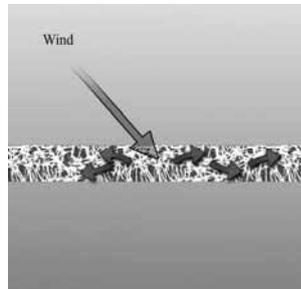


Abb. 17: Die winddichte Membran⁴³⁰

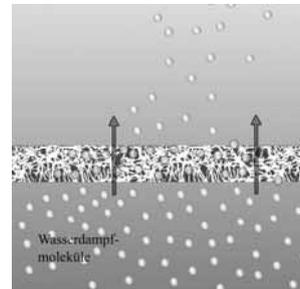


Abb. 18: Die atmungsaktive Membran⁴³¹

Die Gore-Tex® Membran besitzt ca. 1,3 Milliarden Poren/cm², deren Durchmesser ca. 20.000-mal kleiner als ein Wassertropfen, aber etwa 700-mal größer als ein Wasserdampfmolekül ist. Aufgrund des Partialdruckgefälles zwischen Körper-Mikroklima und Umgebung werden die Wasserdampfmoleküle des verdunstenden Körperschweißes durch die Poren der Membranen nach außen transportiert.

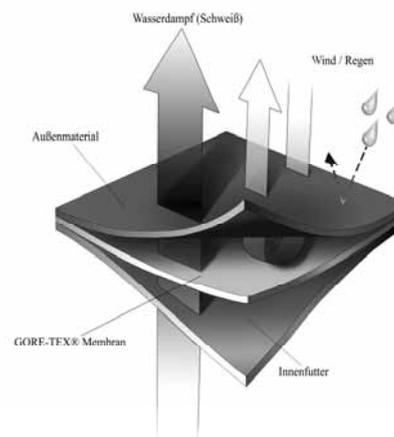


Abb. 19: Das 3-lagige Prinzip⁴³²

Mit der Sympatex⁴³³-Membran wurde 1986 eine weitere Membran auf dem Markt etabliert. Die Sympatex-Membran ist eine geschlossene hydrophile Membran, die aus einem Polymer aus Copolyetherester besteht. Dies ist ein Polymer, welches aus zwei Arten von Grundbausteinen (Monomereinheiten) aufgebaut ist, in diesem Fall aus einem Ether und einem Ester, woraus die Bezeichnung einer Polyetherestermembran resultiert.

⁴²⁹ Bildquelle: http://www.gorebikewear.com/de/published/gfe_navnode/degbw.tech.mem.water.html (20.04.06)

⁴³⁰ Vgl. ebd., (20.04.06)

⁴³¹ In Anlehnung an Bildquelle ebd., (20.04.06)

⁴³² Bildquelle: <http://www.funktionstextilien.de/content/view/54/122/> (07.08.08)

⁴³³ <http://www.sympatex.de/> (12.04.06)

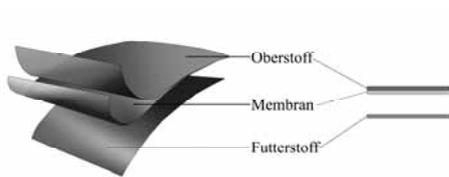
Durch die zwei Komponenten sind bifunktionelle Eigenschaften bei den Copolymeren möglich. Polyester hat eine Wasser abweisende und Polyether eine Wasserdampf durchlässige Wirkung. Polyester hält von außen das Wasser ab und von innen können dennoch Wasserdampfmoleküle durch die Membran nach außen geleitet werden. Die Sympatex-Membran hat keine Poren, die somit auch nicht durch Waschmittelrückstände oder Salzkristalle zugesetzt werden können. Die Atmungsaktivität bleibt somit bei geschlossenen Membranen langfristig erhalten. Die Membran ist wasserdicht, winddicht und atmungsaktiv und zudem voll recyclebar.

Die Sympatex-Membran HIGH₂OUT ist eine Weiterentwicklung, sie vermag die zusätzlich den flüssigen Schweiß abzutransportieren. Durch die Kombination der hydrophilen Sympatex-Membran und einer sehr saugfähigen Lage nimmt Sympatex HIGH₂OUT den bei hoher körperlicher Anstrengung entstehenden flüssigen Schweiß schnell und effektiv auf und beschleunigt so den Prozess der Trocknung.⁴³⁴

Die Verarbeitung der verschiedenen Membranen kann in unterschiedlichen Laminaten erfolgen. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Atmungsaktivität und des Feuchtigkeitstransports. Da Membranen sehr dünn und sehr empfindlich sind, werden sie nicht separat in einem Bekleidungsteil verarbeitet, sondern immer mit einem Trägermaterial (Gewebe, Maschenware, Vlies etc.) laminiert.

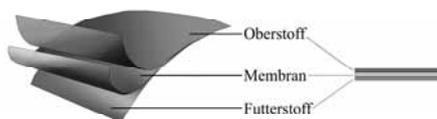
⁴³⁴ Vgl. http://www.sympatex.de/news_info/qualitaeten/high2out.htm# (12.04.06)

In der Bekleidung werden vier Laminatarten unterschieden:



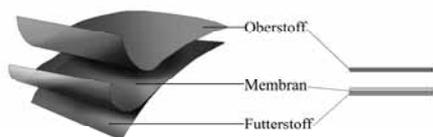
Oberstofflaminat

Die Membran und der Oberstoff bilden ein Laminat, der Futterstoff liegt lose darunter. Verwendung z.B. in leichten, extrem robusten Sport- und Freizeitjacken.



Dreilagelaminat

Membran, Ober- und Futterstoff bilden eine Einheit. Da dieses Verfahren die Textilien extrem robust und strapazierfähig macht, wird es vermehrt in Arbeitsschutz- und hochtechnischer Bekleidung verwendet.



Futterlaminat

Die Membran wird mit dem Futterstoff verbunden. Der Oberstoff liegt lose darüber. Einsatzbereich: vor allem extrem leichte und modische Textilien.



Insertlaminat/Z-Liner

Die Membran ist mit einem Vlies oder einer Wirkware verbunden und hängt lose zwischen Ober- und Futterstoff. Dieses Verfahren bietet große Gestaltungsfreiheit und findet deswegen häufig Verwendung in modischer Bekleidung.

Abb. 20: Laminatarten⁴³⁵

Eine weitere Entwicklung von Gore Tex[®] sind die Gore-Tex Paclite[®] Lamine, die aus einem strapazierfähigem Obermaterial und der Gore-Tex[®] Membran bestehen. Auf der Innenseite schützen speziell entwickelte Polymerpunkte (bzw. ein sehr dünner Schutzfilm aus Carbon) die Membran vor Abrieb. Bei der Verarbeitung in das Bekleidungsstück ist kein zusätzliches Futter mehr notwendig. Das bedeutet, Gore-Tex Paclite[®] Bekleidung ist leichter und kleiner zu verpacken als Bekleidung aus Gore-Tex[®] 2- oder 3-

⁴³⁵ In Anlehnung an: <http://www.sympatex.de/glossar/laminate.htm> (12.04.06)

Lagen Laminat. Die Bekleidungsteile aus Gore-Tex Paclite[®] Laminaten zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Wasserdampfdurchlässigkeit von innen nach außen noch effektiver ist als bei der herkömmlichen Gore-Tex[®] Membran. Paclite Produkte weisen dabei ein sehr geringes Gewicht und geringes Packvolumen im Vergleich zu Produkten mit ähnlichen Eigenschaften auf. Eine weitere Neuigkeit bei den Paclite[®]-Produkten stellt die Stretchvariante dar. Das elastische Material ermöglicht variabelere Schnittgestaltung und engere Schnittführung am Körper. Dadurch, dass eine geringere Fläche als Nahtbänder mittels eines Polyurethan-Nahtbandes verklebt werden muss, wird zudem die Atmungsaktivität verbessert. Die Produkt-Linie Paclite[®] verfolgt, einen hohen Witterungsschutz mit einem sehr hohen Maß an Tragekomfort durch geringes Gewicht und hohe Wasserdampfdurchlässigkeit zu bieten.

Das Anforderungsprofil winddicht - wasserdicht - atmungsaktiv (WWA-Bekleidung) wird von vielen Membransystemen erfüllt. Dennoch besteht das Problem, dass diese bei starker körperlicher Betätigung den Schweiß nicht in der anfallenden Größenordnung nach außen zu transportieren vermögen.⁴³⁶ Auf diesem Gebiet werden demzufolge weitere Entwicklungen verfolgt.

4.3.5 Innovationen

Mikrokapseln als Wärmespeicher, Stoffe mit UV-Schutz und Silberionen gegen Körpergeruch sind keine Zukunftsvisionen⁴³⁷ mehr, sondern inzwischen Realität auf dem Markt der Funktionstextilien. Allerdings können sich letztlich nur die Produkte auf dem Markt etablieren, die dem Verbraucher einen erkennbaren Zusatznutzen bieten. Diese Idee lässt viele neue, häufig branchenübergreifende Kooperationen aufkommen (IT-Branche, Medizin, Gesundheitssektor, etc.).

Bereits zu den Deutschen Leichtathletik-Meisterschaften 2002 trugen die Journalisten „intelligente Westen“, welche kabellose Informationsvermittlung ermöglichten.⁴³⁸ Die Verknüpfung von Elektronik mit Bekleidung sowie technischen Geräten mit Bekleidung

⁴³⁶ Vgl. Grundmeier, A.-M. (2005), S. 8ff

⁴³⁷ Vgl. Luckmann, U. (2003), S. 33

⁴³⁸ Vgl. Knecht, P. (2003), S. 15

schreitet rasch voran und wird auch in den kommenden Jahren weitere neue Entwicklungen hervorbringen.

In jedem gut sortierten Sportgeschäft wird bereits multifunktionelle Sportmode mit unterschiedlichsten Eigenschaften angeboten. Jedoch überfordert die große Vielfalt innerhalb der Faserkonstruktionen, Membransysteme und der Funktionsbegriffe fast jeden Verbraucher. Viele innovative Produkte sind nicht selbst erklärend und dieser Erklärungsbedarf müsste vom Verkaufspersonal oder entsprechenden Informationsmaterial zum Produkt gewährleistet werden. Mit dem stetig komplexer werdenden Produktfeld steigen das Bedürfnis und die Notwendigkeit, als Verbraucher eine gute Strategie zur kompetenten Erfassung eines Marktes zu haben. Dieser Grundgedanke wurde bei der Entwicklung der Unterrichtskonzeption „Triple F“ (siehe Kap. 5) aufgegriffen und verfolgt.

Im Folgenden werden innovative Entwicklungen aus dem Bereich der Funktionstextilien vorgestellt. Es wurde eine Unterteilung in *Outdoor – Fitness - Sports*, in *Biofunktionstextilien* und in *Intelligente Bekleidungsssysteme - Smart Clothes* vorgenommen, wobei sich häufig Überschneidungsbereiche ergeben.

Textile Innovationen besitzen teilweise bereits ein eigenes Vokabular. Die Klassifizierung im Bereich der Oberbekleidung erfolgt beispielsweise neuerdings in *Hard Shells* (harte Hüllen) und *Soft Shells* (weiche Hüllen). Kurze Erläuterungen dazu sind im Glossar (siehe Anhang, Kap. V) aufgeführt.

4.3.5.1 Outdoor - Fitness – Sport

Besonders der Outdoor-Bereich bietet einen großen Einsatzbereich für Bekleidung mit zusätzlichen Funktionen. Dabei sind zentrale Funktionen des Outdoorsektors Winddichtheit, Wasserdichtheit, Wasserdampfdurchlässigkeit (Atmungsaktivität) und das Wärmeisolationsvermögen. Speziell zum Wärmeisolationsvermögen, das passiv oder auch aktiv erfolgen kann, werden im Folgenden neue Entwicklungen vorgestellt. Des Weiteren werden das Material Fast.Skin II und der Lotusblüteneffekt - eine nanotechnologische Entwicklung - als Beispiele für Innovationen im Bereich Outdoor-Fitness-Sport aufgeführt. Die Nanotechnologie als zukunftsreiche Wissenschaft mit einem weit reichenden Einsatzpotenzial wird in diesem Abschnitt vorgestellt und kritisch beleuchtet.

Die *Wärmeisolation* kann durch passive oder durch aktive Unterstützung des Temperaturhaushalts des Körpers erfolgen. Die passive Wärmeisolation wird meist durch ruhende Luftschichten um die Haut gewährleistet. Luft ist nach wie vor der beste und natürlichste Isolator gegen Kälte. Ein Luftaustausch durch Konvektion und Ventilation wird dabei vermieden. Die Entwicklung der - vorab bereits vorgestellten - Hohlfaser, die eine hohe Thermoisolation durch Lufteinschlüsse in der Faser erzielt, stellt eine Möglichkeit dar, dieses Prinzip der Isolation wirksam umzusetzen.

Eine Innovation auf dem Gebiet der passiven Wärmeisolation ist das *Airvantage*® Luftkammernsystem, welches von W.L. Gore & Associates bekleidungstechnisch nutzbar gemacht wurde.

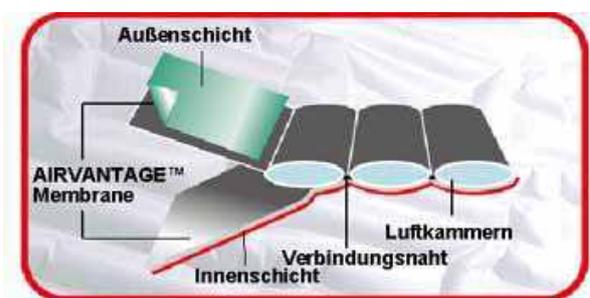


Abb. 21: Das Luftkammernprinzip⁴³⁹



Abb. 22: Die Airvantage Jacke⁴⁴⁰

⁴³⁹ Bildquelle: http://www.gore-tex.de/published/gfe_navnode/de.prod.airv.care.html (01.08.06)

⁴⁴⁰ Bildquelle: www.skipressworld.com/.../2004/10/Airvantage.jpg (20.06.05)

Die innovative Textiltechnologie basiert auf dem einfachen Prinzip der Wärmeregulierung durch Luft. Ein Vogel plustert aus diesem Grund im Winter seine Federn auf. Die Airvantage Technologie kopiert diese flexible Wärmeregulation durch eine Luftkammernkonstruktion in der Bekleidung. Das Luftkammernsystem besteht aus einer luftdichten und atmungsaktiven Airvantage Membran, die als Insert in Jacken und Westen eingearbeitet ist. Durch Aufblasen oder Ablassen von Luft durch ein am Kragen angebrachtes Ventil kann der Träger die Wärmeisolation der Jacke nach seinem persönlichen



Abb. 23: Das Airvantageprinzip⁴⁴¹

Temperatur-Empfinden regulieren. Die zusätzliche Atmungsaktivität der Membran gewährleistet gleichzeitig einen hohen Tragekomfort.⁴⁴² Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Wärmeisolation sind die so genannten Abstandsgewirke. Diese spezielle Entwicklung ermöglicht es, die Ober- und Unterseite des Textils aus unterschiedlichen Materialien herzustellen.

Das zwischen den Schichten entstehende Luftpolster kann zur Wärmeisolierung, zur Klimatisierung oder zur mechanischen Dämpfung eingesetzt werden. So genannte „Abstandshalter“ sind meist monofile Fäden, welche die beiden Flächen verbinden und sie gleichzeitig auf Distanz halten. Polfäden⁴⁴³ sorgen für den Feuchtigkeits-

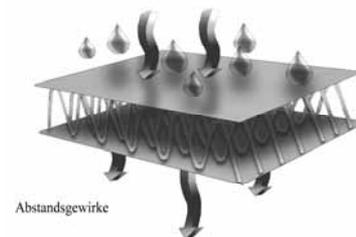


Abb. 24: Abstandsgewirke⁴⁴⁴

transport und für Druckstabilität. Abstandsgewirke werden besonders als dreidimensionale Strukturen eingesetzt. Neue Untersuchungen beschäftigen sich mit der Verwendung von Abstandsgewirken in Outdoorbekleidung. Diese bieten beim Feuchtigkeitsmanagement - besonders bei flüssigem Schweiß - Vorteile gegenüber herkömmlichen Materialien (z.B. Fleece). Hinsichtlich der Wärmeisolation und der Wasserdampfdurchlässigkeit bestehen derzeit noch Nachteile. Da Abstandsgewirke noch einige optimierbare Parameter (Dicke, Steifigkeit, Porenweite,

⁴⁴¹ Bildquelle:

http://www.skipressworld.com/images/daily_news/2003/10/Airvantage_logo.jpg
http://www.skipressworld.com/images/daily_news/2003/10/AIRKOMPLETT.jpg (17.06.05)

⁴⁴² Vgl. http://www.skipressworld.com/images/daily_news/2003/10/airvantage_sequ.jpg, www.delpho.de, (17.06.05)

⁴⁴³ Abstandsfäden

⁴⁴⁴ Bildquelle: <http://www.titv-greiz.de/deu/dfraset3aa.htm> (11.04.06)

Elastizität, Materialzusammensetzung, etc.) aufweisen, sind sie ein zukunftssträchtiges Material zur Verbesserung des Feuchtigkeitstransports.⁴⁴⁵

Neben der passiven Wärmeisolation kann der Temperaturhaushalt auch aktiv unterstützt werden. Eine Entwicklung, die eine aktive Wärmeregulation verfolgt, sind die *"Phase Change Materials"* (PCM). Diese PCM wurden bereits im Jahr 1987 von dem Unternehmen Outlast entwickelt und werden u.a. von Schoeller in seinen Produkten eingesetzt. Dem Wirkungsprinzip der PCM liegt eine speziell für die Raumfahrt entwickelte Technologie zugrunde, die extreme Temperaturschwankungen ausgleicht und für ein dauerhaft komfortables Klima in der Bekleidung sorgen soll. Temperaturschwankungen werden hier besonders bei niedrigen Temperaturen gut ausgeglichen.

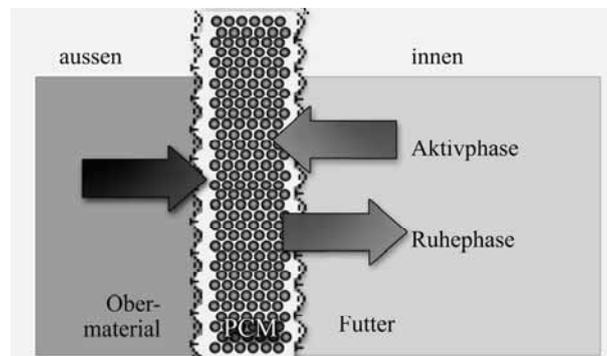


Abb. 25: Einsatz von PCM⁴⁴⁶

Die Wirkung entsteht durch mikrothermische Kapseln, die mit einer paraffinähnlichen⁴⁴⁷ Substanz gefüllt sind und die direkt in den Fasern sitzen. Steigt die Körpertemperatur, wird die paraffinähnliche Substanz durch die Hitze des schwitzenden Körpers flüssig. Die aufgenommene Wärme wird daraufhin in der Flüssigkeit gespeichert. Sinkt die Körpertemperatur, verfestigt sich der Kugelinhalt und die dabei frei werdende Wärme wird wieder abgegeben. Die vom Körper erzeugte Energie (Wärme) wird somit nicht einfach an die Umgebung verloren, sondern wird in den „Outlast-Speicher“ übertragen, von dem der Körper bei Bedarf zehren kann. Wenn beispielsweise nach einer sportlichen Abfahrt beim Wintersport der Körper transpiriert und bei der anschließenden

⁴⁴⁵ Vgl. Schubert, M./ Umbach, K.-H./ Bartels, V. (2004)

⁴⁴⁶ http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph09/umwelt_technik/07pcm/pcm_2.htm
(17.06.05)

⁴⁴⁷ Diese Substanzen sind besonders geeignet, da sie eine hohe Schmelzwärme und Wärmeleitfähigkeit besitzen und ihr Volumen beim Phasenübergang nur geringfügig ändern.

den Liftfahrt durch den kalten Schweiß leicht ein Kältegefühl entstehen würde, gleichen die PCM diesen Wechsel zwischen Schwitzen und Frieren aus.⁴⁴⁸

PCM werden eingesetzt in:

- Polyamidgewebe
- Fasern (Polyacryl)
- Schaumstoffen
- Beschichtungen

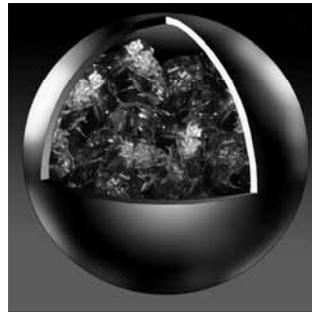


Abb. 26: PCM-Kapsel⁴⁴⁹

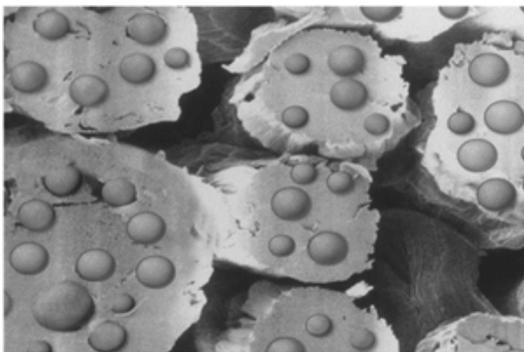


Abb. 27: PCM-Faser⁴⁵⁰

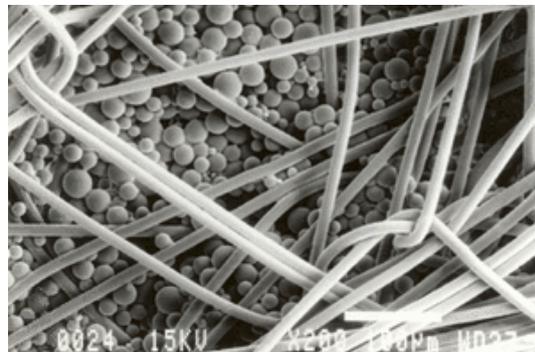


Abb. 28: Elektronenmikroskopische Aufnahme der PCM-Kapseln als Beschichtung auf textilen Waren⁴⁵¹

Der theoretische Hintergrund für dieses Wirkungsprinzip läßt sich folgendermaßen erklären: Schmilzt das Material, so erfolgt ein Übergang von der festen zur flüssigen Phase. Am Schmelzpunkt bleibt die Temperatur so lange konstant, bis das gesamte Material geschmolzen ist. Aus diesem Grunde wird die in dem Material gespeicherte Energie als "latente" oder versteckte Wärme bezeichnet. Beim Erstarren gibt das Material die Schmelzwärme wieder ab. Auch die Umkehrung dieses Prozesses ist nutzbar: Eine Flüssigkeit kann Kälte aufnehmen (d.h. Wärmeenergie abgeben) und beim Phasenübergang flüssig nach fest erstarren.

⁴⁴⁸ Vgl. http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph09/umwelt_technik/07pcm/pcm_2.htm (12.09.05)

⁴⁴⁹ Bildquelle: www.ceha5.ch/downloads.html (15.06.05)

⁴⁵⁰ Bildquelle: <http://www.outlast.com/index.php?id=155&L=1> (01.08.06)

⁴⁵¹ Bildquelle: ebd. (01.08.06)

Bei diesem Prozess wird die Schmelzwärme abgegeben. Bei Erwärmung schmilzt die Flüssigkeit wieder und kühlt dabei ihre Umgebung.

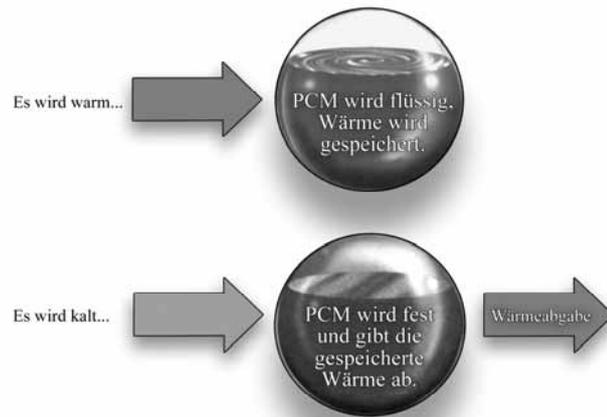


Abb. 29: Das Prinzip der PCM⁴⁵²

Welche Übergänge dabei relevant sind, zeigt das nachfolgende Phasendiagramm.

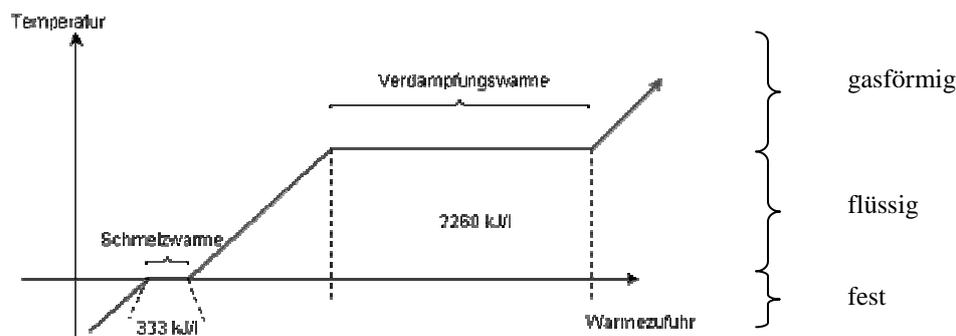


Abb. 30: Phasendiagramm⁴⁵³

Als Nachteile für den Einsatz von PCM sind der relativ hohe Preis dieser Mikro kapseln bzw. der textilen Materialien mit integrierten Mikro kapseln, die relative geringe Temperaturspanne, in der die Abpufferung erfolgt, sowie das resultierend höhere Gewicht der Produkte zu verzeichnen. Die Tendenz vieler Entwicklungen besonders im Outdoorbereich zielt dagegen auf eine Gewichtsreduktion. Auch im Anwendungsbereich der technischen Textilien (Autositze, Flugzeugtechnik, etc.) spielt das Gewicht häufig eine wichtige Rolle. Hier bestehen verschiedene Anwendungsfelder und Interessenslagen. In Extrembereichen wird versucht, eine Milderung von Belastungsspitzen zu erzielen. Selten liegen diese Extrembereiche im Alltagsgebrauch vor. Für den Verbraucher stellt

⁴⁵² Bildquelle: http://www.thoenig.ch/clips/images/bss/kugelgrafik_350.jpg (20.07.07)

⁴⁵³ Bezogen auf die Phasenübergänge von Wasser. Quelle: <http://www.vollbrennwerttechnik.de/pics/phasen.gif> (05.06.07)

sich jeweils die Frage, welche zusätzlichen Kosten er für diesen erweiterten Komfort aufwenden will.

Eine innovative Entwicklung, die sich weniger mit der Wärmeisolation, sondern mit Reibungswiderständen auseinandersetzt, ist *Fast.Skin II*. Das High-Tech Material Fast.Skin II von Speedo⁴⁵⁴ ist eine bionische Entwicklung, das in seiner Oberfläche der Haifischhaut nachempfunden ist.

Die Oberfläche der so genannten Riblets (kleine Rippen), bewirkt eine Reduktion des Oberflächenwiderstands und damit eine Unterdrückung der Wirbelbildung.⁴⁵⁵

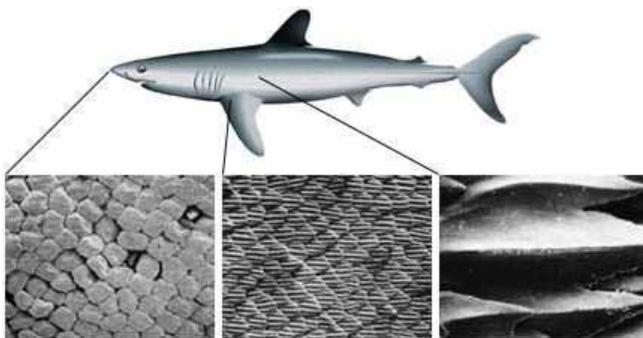


Abb. 31: Die Haifischhaut⁴⁵⁶

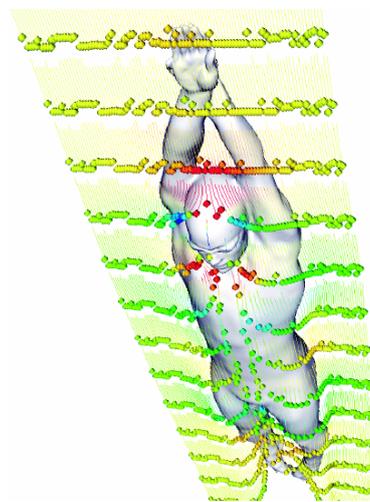


Abb. 32: Wasserströmungslinien eines Schwimmers⁴⁵⁷

Die Entwicklung des Schwimmanzugs erfolgte mit zahlreichen Strömungssimulationen bei einem virtuellen Schwimmer. Durch Testläufe am Computer wurden der Widerstand und die Strömungseigenschaften von Wasser entlang des menschlichen Körpers analysiert. Derartige computergestützte Strömungsanalysen⁴⁵⁸ (Computational Fluid Dynamics, CFD) werden zudem in der Formel Eins eingesetzt. Kritiker weisen auf Untersuchungsergebnisse hin, nach welchen die Widerstandsreduktion erst ab 60 km/h relevant

⁴⁵⁴ Speedo ist weltweit einer der führenden Hersteller von technischer und modischer Schwimm- bekleidung.

⁴⁵⁵ Vgl. <http://www.limmatsharks.com/Bodysuits/SuppressionSurfaceFriction.gif> (01.08.06)

⁴⁵⁶ Bildquelle: http://www.fitr.de/site/innovationen/bilder_leitungsbionik/abb1_leitungsbionik.jpg (10.05.05)

⁴⁵⁷ Bildquelle: <http://www.fluent.com/about/news/newsletters/04v13i1/a1.htm> (01.08.06)

⁴⁵⁸ Fluent ist Weltmarktführer im Bereich der CFD-Software. Vgl. Jirka, M. (2004), S. 43

wird, was für die Schwimmer weniger bedeutungsvoll wäre. Die Hauptanwendung dieses bionischen Effekts liegt in der Verminderung des Treibstoffverbrauchs von Langstrecken-Großflugzeugen.⁴⁵⁹

Derartige Entwicklungen, die sich mit speziellen Oberflächenstrukturen beschäftigen, finden sich vielfach in der Nanotechnologie. Laut STEGMAIER werden nanotechnologische Erkenntnisse über alle Industriezweige hinweg an der Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe beteiligt sein.⁴⁶⁰ Die Nanotechnologie arbeitet mit Materialteilchen der Größenordnung Nanometer (10^{-9} m). Solche extrem kleine Teilchen lassen neue Eigenschaften erwarten. Die Entwicklungen befinden sich noch in den Anfängen, dennoch hat die Nanotechnologie bereits in der textilen Fachwelt mit Entwicklungsfeldern und Produkten Einzug gehalten. Dabei werden einerseits Veränderungen bei der Faserherstellung verfolgt (z.B. die Nanofaser) und andererseits die „oberflächliche“ Ausrüstung oder Beschichtung der textilen Fläche oder des Garns.⁴⁶¹

Da lange Zeit eine einheitliche Definition dieses Begriffes für den textilen Bereich⁴⁶² nicht vorlag, entstanden eine Vielzahl an „Nano-Produkten“, die nicht den gewünschten Qualitäten entsprechen. Die Hohensteiner Institute haben inzwischen ein Qualitätslabel für nanotechnologische Materialien entwickelt, um Materialien auf ihre tatsächlichen Nanostrukturen zu überprüfen.⁴⁶³ Im Textilbereich versteht man unter Nanotechnologie systematisch angeordnete funktionelle Strukturen, die aus Teilchen mit größenabhängigen Eigenschaften bestehen.

⁴⁵⁹ Vgl. Schlomski, I. (2003), S. 29

⁴⁶⁰ Stegmaier, T. (2006). S. 8

⁴⁶¹ Vgl. ebd., S. 4

⁴⁶² Bei der Definition des Begriffes Nanotechnologie wird dem Umstand Rechnung getragen, dass die meisten Anwendungen bisher lediglich in theoretischer Form oder allenfalls als Prototypen existieren. Vgl. <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=31-150-194-0-0#Nanotechnologie> (30.04.06)

⁴⁶³ Die Hohensteiner Institute haben in Zusammenarbeit mit NanoMat, einem Netzwerk verschiedener Forschungseinrichtungen und führender Anbieter von Nanomaterialien, eine Definition gefunden, die sich auch auf den textilen Bereich anwenden lässt. Diese bildet die Basis der Vergabe des Hohensteiner Qualitätslabels für Nanotechnologie. Vgl. <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=31-150-194-0-0#Nanotechnologie> (30.04.06)

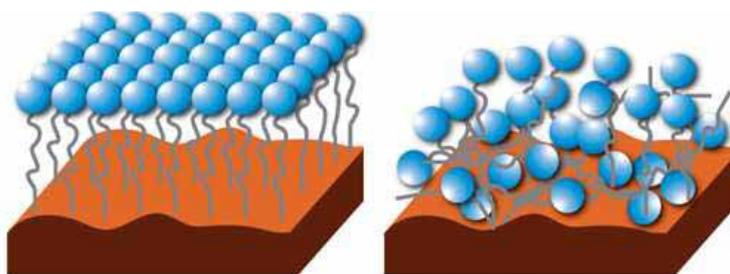


Abb. 33: Nanopartikel als Untereinheiten in einem funktionellen System geordnet ausgerichtet (links) im Gegensatz dazu rechts ungeordnet⁴⁶⁴

Damit ein textiles Produkt das Hohensteiner Qualitätslabel führen darf, muss nachgewiesen werden, dass die Nanopartikel oder -schichten in oder auf dem Textil systematisch angeordnet sind und so nachweislich zu einer neuen, verbesserten Funktion führen. Die textilen Eigenschaften dürfen dabei möglichst nicht verschlechternd beeinflusst werden. Textiltechnologische Parameter, die zusätzlich zur Nanoausrüstung überprüft werden müssen, sind die Beständigkeit bei der Pflege, die gesundheitliche Unbedenklichkeit und der Tragekomfort. Diese Parameter können von den Hohensteiner Instituten auf Wunsch ebenfalls neutral getestet werden. Auf dem Qualitätslabel werden sie dann separat ausgewiesen.

Die Frage um die Gefahren bei der Nanotechnologie kann noch nicht präzise beantwortet werden.⁴⁶⁵ Dabei wird einerseits die Gefährdung bei der Verarbeitung nanopartikelhaltiger Ausrüstungschemikalien und andererseits beim Gebrauch der Produkte zu klären sein. Aus Sicht der Risikobewertung sind hier viele Fragen offen. Besonders die geeigneten Teststrategien zur Ermittlung gesundheitlicher Risiken stellen eine Herausforderung dar.⁴⁶⁶

⁴⁶⁴ <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=31-150-194-0-0# Nanotechnologie> (17.06.05)

⁴⁶⁵ Vgl. Stegmaier, T. (2006), S. 6

⁴⁶⁶ Vgl. <http://www.bfr.bund.de/cd/7720> (22.04.06)

Ein Beispiel aus dem Bereich der Nanotechnologie ist der *Lotus-Effekt*. Hinter der Bezeichnung Lotus-Effekt verbirgt sich eine bionische Entwicklung mit vielfältigen Anwendungspotenzialen. Die Grundidee entstammt



Abb. 34: Die Lotusblume⁴⁶⁷

dem natürlichen Phänomen der Lotusblume, die sich makellos sauber aus dem Schlamm der Gewässer entfaltet. Dieses Phänomen der Selbstreinigung gegen Schmutz sowie auch gegen Mikroorganismen hat, wie sich bei detaillierter Untersuchung ergibt, eine rein physikalisch-chemische Grundlage.⁴⁶⁸ Der Zusammenhang zwischen der Oberflächenstruktur und dem Selbstreinigungseffekt ist heute patent- und markenrechtlich als *Lotus-Effekt* geschützt.⁴⁶⁹ Das aus der Natur abgeschautete Wirkprinzip weist eine Oberfläche mit überlagerten Mikro- und Nanostrukturen auf, wobei mikroskopisch kleine wasserabstoßende Wachs-

kristalle auf der Oberfläche sitzen. Durch diese raue Oberfläche können weder Wassertropfen noch Staubpartikel daran haften bleiben und werden leicht heruntergespült.

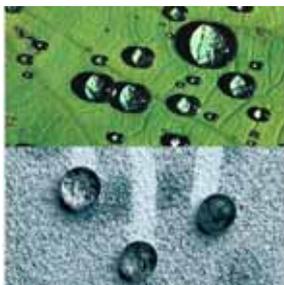


Abb. 35: Der Lotuseffekt⁴⁷⁰

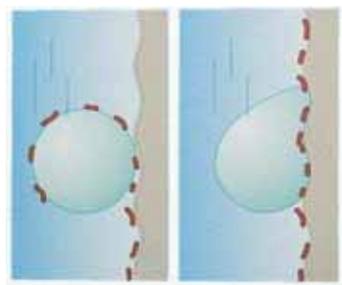


Abb. 36: Links mit Lotuseffekt, Rechts ohne Lotuseffekt⁴⁷¹

Das Wirkprinzip ist inzwischen in vielen Anwendungsgebieten für technische Oberflächen übertragen worden. Doch erbringen die auf dem Markt angebotenen Produkte mit der Bezeichnung „Nano“ oder dem Versprechen „selbstreinigend“ den gewünschten Nutzen nur teilweise. Das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) hat daraufhin

⁴⁶⁷ Bildquelle: https://www.bonn.de/imperia/md/images/wirtschaftswissenschaften/wissenschaft/lotuseffekt-uni-bonn_204x306.jpg (10.05.05)

⁴⁶⁸ Vgl. Schlomski, I. (2003), S. 31

⁴⁶⁹ Professor Barthlott machte seine Forschungen darüber an Kapuzinerkresse, die ebenfalls eine selbstreinigende Oberflächenstruktur aufweist und ließ 1998 den Effekt patentieren. Aus: Knecht, P. (2006), S. 84

⁴⁷⁰ http://www.agrocourier.com/medien/pages/1788/nt_lotus.jpg (17.05.05)

⁴⁷¹ Bildquelle: <http://www.stuck-spurk.de/Grafiken/Lotuseffekt.jpg> (10.05.06)

ein Prüfsiegel für selbstreinigende Textilien hervorgebracht, das besonders dem Verbraucher eine Hilfestellung und Orientierung in der Vielzahl neuer Entwicklungen geben soll. Das ITV Denkendorf hat in Kooperation mit dem Entdecker des Lotus-Effektes, Professor Barthlott, definierte Prüfverfahren und -kriterien für das Prüfsiegel entwickelt. Ein vermeintlich selbstreinigendes Produkt muss demnach 4 Prüfungen durchlaufen. Dabei werden die superhydrophoben Eigenschaften mit Hilfe des Spraytests und durch Überprüfung des Abrollwinkels ermittelt. Die Oberflächenstruktur wird durch eine Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahme belegt, das Maß der Anschmutzung wird mit Standardschmutz und die Reinigbarkeit mit gesprühtem Wasser überprüft.⁴⁷² Weitere Prüfkriterien wie z.B. die Wasch-, Scheuer-, oder Witterungsbeständigkeit werden in Abstimmung auf das jeweilige Produkt geprüft und dokumentiert. Das Prüfzertifikat wird für Flächenware sowie für Endprodukte vergeben und muss jährlich erneuert werden. Zudem werden Stichproben vom ITV zur Überprüfung durchgeführt. Um den Selbstreinigungseffekt auf Textilien umzusetzen, müssen durch spezielle Ausrüstungsverfahren nanostrukturierte Oberflächen erzeugt werden. Eine nanostrukturelle Ausrüstung für die Anwendung überwie-



Abb. 37: Das Prüfsiegel für selbstreinigende Textilien

gend auf technischen Textilien (Markisen, Sonnenschirme, etc.) stellt Mincor[®] TX TT dar. Dabei werden auf Polyester-Textilien selbstreinigende Oberflächen erzeugt.⁴⁷³ Für Gewebe, die mit Mincor TX TT ausgerüstet sind, kann das ITV Gütesiegel „Selbstreinigende Textilien“ erhalten werden, jedoch ist zum aktuellen Zeitpunkt noch keine Anwendung auf Bekleidungstextilien möglich. Der Grund dafür ist, dass die Mincor Technologie auf Bekleidungstextilien mit einer entsprechenden Waschpermanenz verankert werden muss, was derzeit noch nicht zufriedenstellend gelingt.⁴⁷⁴

Der Textilhersteller Schoeller hat unter dem Namen Nanosphere[®] Stoffe auf den Markt gebracht, die durch eine Nanobeschichtung Schmutz abweisend sind. Diese Stoffe werden u.a. von Bugatti (Herrenoberbekleidung), Pikeur (Reitbekleidung) und Held (Motorradausstattungen) verarbeitet.

⁴⁷² Vgl. Stegmaier, T.(2006), S. 6

⁴⁷³ Vgl. ebd., S. 4

⁴⁷⁴ Vgl. Elizalde, O./ Schmitt, M. (2007), S. 4f

Der Lotus-Effekt findet zudem in anderen Bereichen Anwendung. Ein erfolgreiches Produkt ist die Fassadenfarbe Lotusan, die bereits seit März 1999 vermarktet wird.⁴⁷⁵ Auch in Zukunft werden Fragen an die Natur bei der Herstellung „multifunktionaler Textilien“ eine Rolle spielen. Das Potenzial der Natur ist aus Sicht der Bioniker noch lange nicht erschöpft. Neben vielen Chancen, die eine neue Entwicklung mit sich bringt, gilt es dabei auch womögliche Risiken zu bedenken.

Eine weitere nanotechnologische Entwicklung wird bei den Biofunktionstextilien umgesetzt, die in der folgenden Ausführung näher vorgestellt werden.

4.3.5.2 Biofunktionstextilien

Mit den Biofunktionstextilien werden Themen wie Gesundheit, Healthcare und Wohlbefinden im textilen Bereich aufgegriffen und umgesetzt. Textilien werden durch eingelagerte Wirk- und Pflegestoffe zunehmend zu Pflege- und Wellness-Produkten. Sie bieten mehr als passive Funktionseigenschaften wie Atmungsaktivität, Wind- und Wasserdichte. Textilien, die während des Tragens therapeutische und pflegende Effekte zeigen, werden als Biofunktionstextilien bezeichnet.

Zu den Biofunktionstextilien werden Textilien gezählt, die beispielsweise eine antimikrobielle⁴⁷⁶ und antibakterielle⁴⁷⁷ Ausstattung vorweisen. Antimikrobielle Ausrüstungen werden bei Textilien zur Verminderung bzw. zur Beseitigung von Krankheitserregern, zur Vermeidung mikrobiellen Faserabbaus und zur Verringerung der Geruchsbildung eingesetzt.

Die Bekämpfung von Krankheitserregern ist bei Bekleidungstextilien und hier vorwiegend bei Wäsche, Strümpfen oder bei Sportbekleidung relevant. Bei diesen hautnah getragenen Textilien muss sichergestellt sein, dass die keimtötenden Substanzen in oder auf den Fasern die natürliche und notwendige Bakterienflora nicht beeinträchtigen. Dieses Produktfeld ist viel versprechend, jedoch auch umstritten. Die antimikrobielle Wirkung wird auf unterschiedliche Weise erzielt. Der Zusatz von Bioziden bietet dabei

⁴⁷⁵ Vgl. Stegmaier, T. (2006), S. 6

⁴⁷⁶ Antimikrobiell wird als Sammelbegriff für alle Wirkprinzipien verwendet, die das Wachstum von Keimen hemmen, einer mikrobiellen Besiedelung entgegenwirken, bis hin zur Abtötung von Mikroorganismen.

⁴⁷⁷ Unterschieden wird hier in bakteriostatische, die Bakterien werden an der Vermehrung und am Wachstum gehemmt und in bakteriozide Wirkung, bei der die Bakterien abgetötet werden.

eine Möglichkeit, ein Textil mikrobiell auszustatten. Die Biozide werden den Fasern⁴⁷⁸ bereits in der Spinnmasse zugesetzt, wodurch die Fasern mit antibakteriellen und fungiziden Zusätzen ausgerüstet werden.⁴⁷⁹ Als Zusätze kommen beispielsweise Triclosan⁴⁸⁰, spezielle Ammoniumverbindungen, metallorganische Verbindungen und Silberhalogenide auf Trägermaterial zum Einsatz. Sie sind in der Regel wenig beständig/permanent. Der Einsatz von Triclosan wird inzwischen sehr kritisch betrachtet. Triclosan reizt die Augen und die Haut und kann in Gewässern langfristig schädliche Wirkungen haben. Problematisch sind das Abreiben und somit die Aufnahme der Substanz über die Haut sowie das schnelle Auswaschen der angehafteten Substanzen.

Eine weitere Möglichkeit zur antimikrobiellen Ausstattung von Textilien liefert der Einsatz von Silber. Die antimikrobielle Wirkung von Silber ist bereits seit der Antike bekannt⁴⁸¹ und wird zur Wundversorgung und Wasserentkeimung noch heute verwendet. Silber behindert das Bakterien- und Pilzwachstum auf der Haut. Silber wird, um diesen Effekt zu erzielen, in Form von Silberfäden oder durch Zusatz von Silberionen in die Faser eingebaut und das Material erhält damit antimykotische, d.h. gegen pathogene Pilze wirksame und antibakterielle Eigenschaften. Beim Schmelzspinnen werden die Silberionen bereits in der flüssigen Polymerschmelze zugesetzt. Die Silberionen befinden sich in der Faser und werden somit nicht so schnell ausgewaschen, als wenn sie nur an der Oberfläche aufgebracht wären. Es besteht zudem die Möglichkeit, eine Faser mit einer Silberbeschichtung zu ummanteln. Damit wird das Ziel verfolgt, den antimikrobiellen Wirkstoff so immobil wie möglich auf der Faser zu verankern. Dabei soll Wirksamkeit des Textils bereits in der Faser beim Zusammenspiel mit dem Körperschweiß erfolgen. Durch den Körperschweiß gelangen die Bakterien in das Textil, wo sie dann direkt abgetötet werden. Die antimikrobiellen Wirkstoffe werden dabei durch das Tragen oder Waschen nur in minimalen Dosen herausgelöst. Viele der aktuellen antimikrobiellen Textilien sind bereits so konzipiert.⁴⁸²

⁴⁷⁸ Polyamid, Polyester, Polypropylen, Acetat, Polyacrylnitril

⁴⁷⁹ Z.B. Amicor-Faser von Acordis. Vgl. Tensfeldt, J. (2003), S. 5

⁴⁸⁰ 5-Chlor-2-(2,4-dichlorphenoxy)phenol, eine organische chlorhaltige Verbindung.

⁴⁸¹ Z.B. Silbergeschirr zur Desinfektion

⁴⁸² Vgl. <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=31-150-194-0-0#Antimikrobielle> (20.12.07)

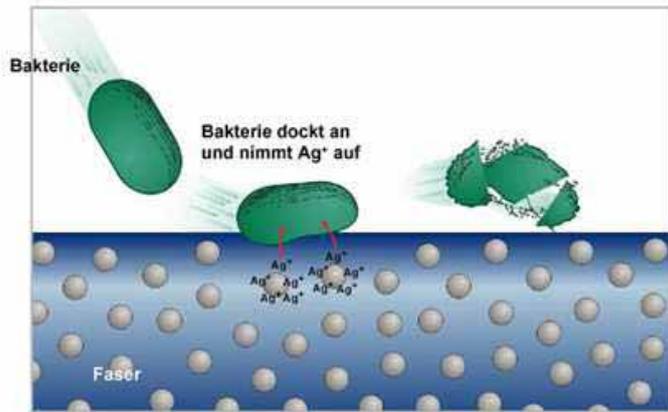


Abb. 38: Antibakteriell wirksame Silberionen⁴⁸³

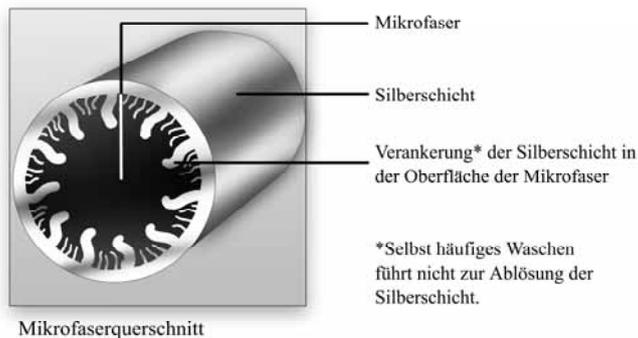


Abb. 39: Die Silberfaser⁴⁸⁴

Die Stoffe werden beispielsweise unter den Namen Meryl Skinlife, X-static⁴⁸⁶, actisorbSilber oder Bioactive angeboten. Textilhersteller von antimikrobieller Unterwäsche sind u.a. Kunert, Calida und Trevira. Weitere Einsatzgebiete für Biofunktionstextilien sind insbesondere textile Medizinprodukte und Krankenhaustextilien. Der Einsatz von Silberionen zur antiseptischen Wirkung wurde zudem von Hansaplast bei dem Pflaster „hansaplast med active“ umgesetzt.

Da große Vorbehalte, insbesondere bei hautnah getragenen, antimikrobiell ausgerüsteten Textilien bezüglich toxischer und allergischer Nebenreaktionen der bisher verwendeten chemischen Wirkstoffe existieren, wurde speziell nach biologischen Alternativen gesucht. Der Einsatz aktiver Biopolymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe wie

⁴⁸³ Bildquelle: Trevira GmbH

⁴⁸⁴ Bildquelle: <http://www.textile-warenkunde.de/Antibakt-Fasern01-Dateien/image003.jpg> (16.05.05)

⁴⁸⁶ Eine mit Silber beschichtete Nylon- oder Polyesterfaser.

Chitosane, Alginat, Pektine, Carrageenane und Fucoïdan stellt hier einen interessanten Ansatz dar.⁴⁸⁶

Eine biologische Möglichkeit, die Faser antibakteriell auszustatten, bietet die natürliche Substanz Chitin, die aus den Panzern von Krustentieren⁴⁸⁷ gewonnen wird. Durch chemische Umwandlung wird daraus *Chitosan*⁴⁸⁸ gewonnen, welches die Bakterienbildung hemmt, Entzündungsreaktionen verhindert, Feuchtigkeit und Nährstoffe speichert und zudem Gerüche bindet. Neben Zellulose ist Chitin weltweit das zweithäufigste Polysaccharid, welches zudem biologisch abbaubar ist. Hygienisch wirkende Garne können durch Einsatz von Chitosanfasern in Mischungen⁴⁸⁹ mit anderen Stapelfasern (z. B. Baumwolle) hergestellt werden. Chitosan lässt sich auf Cellulose- als auch auf Synthesefasern permanent waschecht verankern und diese Ausrüstung weist bakterio-statische und proteinbindende Wirkung auf.⁴⁹⁰

Umstritten war lange Zeit das umweltbelastende Herstellungsverfahren von Chitosan. Mit gentechnischen Methoden konnte ein Enzym entdeckt werden, welches im Meer Chitin zu Chitosan umsetzt. Dieser Umsetzungsprozess kann inzwischen auch im Labor durchgeführt werden.⁴⁹¹

Weitere Einsatzbereiche von Chitosan sind Tablettenhüllen, medizinische Wundauf-lagen sowie die Verwendung als Stabilisator in Kosmetika und in Nahrungsmitteln. Chitosane können zudem als Wirkstoffträger in Form von Mikrokapseln in textile Materialien integriert werden. Dieses Prinzip wird in den weiteren Ausführungen noch vorge-stellt.

Ebenfalls den Biofunktionstextilien zuzuordnen sind multifunktionale, zellulosische Fasern, die unter dem Namen *Sea Cell*[®] und *Sea Cell*[®] *Aktive* vermarktet werden. Der

⁴⁸⁶ Vgl. Knittel, D./ Mohammadi, K./ Schollmeyer, E. (2007), S. 10

⁴⁸⁷ Beispielsweise aus Krabbenschalen, die in Deutschland in großen Mengen (mehr als 5000 Tonnen / Jahr) anfallen, aber auch aus anderen Insektenpanzern.

⁴⁸⁸ Zur Chitosan-Gewinnung werden die Acetylgruppen des Chitins chemisch oder enzymatisch abgespalten. Chitosan ist ein Polyaminosaccharid. Es besteht aus etwa 2000 Monomeren, vorwiegend deacetylierten 2-Amino-2-desoxy- β -D-glukopyranose-Einheiten, die linear vorliegen. Vgl. <http://spot.fho-emden.de/eutec/chitosan.htm> (30.04.06)

⁴⁸⁹ Durch Beimischung von 10% Chitosanfasern zur Hauptfaser (z.B. Baumwolle) können hygienisch wirkende Garne hergestellt werden. Die hygienische Wirkung hält über 20 Haushaltswäschen an, wobei die textilphysikalischen Eigenschaften der chitosanhaltigen Garne überwiegend von der Hauptfaser bestimmt werden. Durch ein höheres Sorptionsvermögen der Garne mit der Zumischung von Chitosanfasern wird zudem der Tragekomfort verbessert. Vgl. http://www.titk.de/projekte/transfer_18.htm (30.04.06)

⁴⁹⁰ Vgl. Knittel, D./ Mohammadi, K./ Schollmeyer, E. (2007), S. 14

⁴⁹¹ Christian Schmalz, Nachwuchsbiochemiker in der Arbeitsgruppe Gentechnik am Fraunhofer IGB in Hannover hat ein neues Enzym entdeckt, das Chitosan in hochreiner Form liefern kann und wurde dafür mit einem Preis für Nachwuchsforscher ausgezeichnet. Vgl. http://www.igb.fraunhofer.de/www/Presse/Jahr/2002/dt/PI_HGP02_Chitosan.dt.html (30.04.06)

Fasergrundstoff besteht aus Zellulose, das mit Algenmaterial versetzt ist. Die durch den Algenzusatz in der Faser vorliegenden Inhaltsstoffe fördern die Hautdurchblutung, aktivieren den Zellstoffwechsel und regen die Zellerneuerung an. Die Faser SeaCell® Active ist zusätzlich mit Silberionen angereichert, wodurch noch ein antibakterieller Effekt erzielt wird.⁴⁹² Mögliche Einsatzfelder sind: Bettwäsche, T-Shirts und Hemden für Patienten mit Neurodermitis, Socken für stark schwitzende Personen, Unterwäsche für Patienten mit Diabetes und Übergewicht. Diese neuen Fasern erlauben es, Textilien für viele spezifische Hautbedürfnisse zu entwickeln und damit die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern.

Eine vielseitig nutzbare Entwicklung stellen die *Cyclodextrine*⁴⁹³ dar. Das sind cyclische Zuckermoleküle, die aus 6-8 Glucosebausteinen⁴⁹⁴ bestehen und einen hydrophoben Hohlraum besitzen. Sie sind in der Lage, eine Vielzahl organischer Verbindungen (medizinische Wirkstoffe, Kosmetika, Duftstoffe, Insekten abweisende Mittel, UV-Schutz etc.) in ihrem Hohlraum einzuschließen. Cyclodextrine selbst sind nicht toxisch und können auf den Oberflächen von Textilien dauerhaft fixiert werden.

Auf Grund ihrer Eigenschaften ergeben sich verschiedene Anwendungsmöglichkeiten. Die Aufnahme und Abgabe von Substanzen auf die fixierten Cyclodextrine lässt sich medizinisch nutzen. So ist es möglich, pharmazeutische Wirksubstanzen in die verankerten Cyclodextrinmoleküle einzulagern. So könnte ein Schlafanzug damit präpariert werden, sodass Bestandteile des Eukalyptus- oder Pfefferminzöls in geringen Mengen abgegeben werden, die eine beruhigende Wirkung auf die Atemwege haben. Auf diesem Gebiet ließen sich noch eine Vielzahl weiterer Behandlungsmethoden (Vitamin E, pflegende Substanzen) umsetzen.

Cyclodextrine können ebenso auch mit Duftstoffen beladen werden. Das Beladen kann bereits durch einfaches Besprühen erreicht werden. Die sich dann in den Cyclodextrinmolekülen befindlichen Duftstoffmoleküle verdampfen nicht so leicht. Sie sind auf diese Weise über einen langen Zeitraum gespeichert. Erst beim Vorhandensein einer geringen Feuchtigkeitsmenge, wie sie von der Haut abgegeben wird, werden die Duft-

⁴⁹² Vgl. http://www.th-online.de/_downloads/Innokatalog-2004.pdf (30.04.06)

⁴⁹³ Ringförmige Abbauprodukte von Stärke, die auch als Cycloamylose, Cycloamylose oder molekulare Zuckertüten bezeichnet werden. Vgl. <http://www.science-forum.de/download/cyclodex.pdf> (30.04.06)

⁴⁹⁴ Je nach Anzahl der Zuckermoleküle werden die Cyclodextrine in α - (6), β - (7) oder γ - (8) Cyclodextrin unterschieden. Die Glucosebausteine sind wie Amylose durch α -1,4-glykosidische Bindung miteinander verknüpft.

stoffe aus den Cyclodextrinen freigesetzt. Sind irgendwann die Duftmoleküle weitgehend abgegeben, kann durch erneutes Besprühen mit einem Duftstoff das Material wieder „neu beladen“ werden.

Ein Anwendungsbeispiel für den Cyclodextrineinsatz wird von Lafuma⁴⁹⁵ vermarktet. Die Damenbluse "LD Mosqui LS Shirt" bietet Schutz vor Moskitos durch Zitronengras-Öl. Das Dryway®-Mosquit'away-System verringert seine Wirkung laut Herstellerangaben erst nach etwa 20 Waschgängen. Dazu gibt es eine passende Hose und Weste. Weitere Anbieter von Cyclodextrinveredelter Bekleidung sind u.a. Bugatti („Fresh concept“), Eterna („Antismell“), Schiesser („Fresh“), und Seidensticker („Splendesto Fresh“).

Cyclodextrine finden sich zudem in pharmazeutischen Anwendungen, in der Kosmetik und im Lebensmittelsektor.⁴⁹⁶ Darüber hinaus können Cyclodextrine verwendet werden, um Eigenschaften anderer Verbindungen zu verändern, beispielsweise um die Löslichkeit und die Stabilität zu verbessern oder um die Flüchtigkeit zu reduzieren. Weitere Anwendungen sind die Stabilisierung von Aromen und die Erhöhung der Löslichkeit für aktive Inhaltsstoffe.

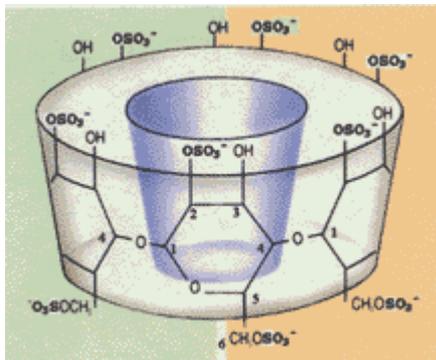


Abb. 40: Eine Cyclodextrinstruktur⁴⁹⁷

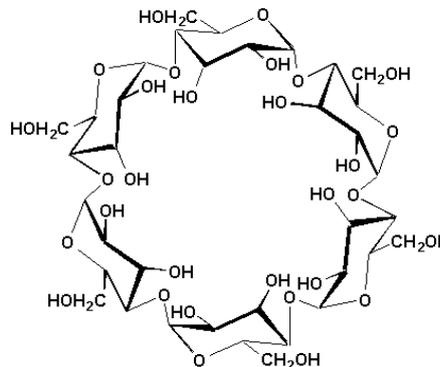


Abb. 41: α -Cyclodextrin von oben⁴⁹⁸

Das Wirkungsprinzip der Cyclodextrine hat folgenden theoretischen Hintergrund: Die ringförmigen Zuckermoleküle besitzen jeweils polare Hydroxylgruppen, die auf die Außenseite des Zylinders gerichtet sind. Der Hohlraum der Cyclodextrinmoleküle ist

⁴⁹⁵ Vgl. <http://www.funktionstextilien.de/index.php?dir=/apt3fba2e3b66842/apt40d2db8a45278/> (30.04.06)

⁴⁹⁶ Seit dem 13. November 2000 ist β -Cyclodextrin auch in der Bundesrepublik als Zusatzstoff in Lebensmitteln zugelassen. Vgl. <http://www.3sat.de/nano/glossar/cyclodextrine.html> (30.04.06)

⁴⁹⁷ Bildquelle: <http://www.bmt.tue.nl/opleiding/ogo/0304/3ejaar/3.html5.gif> (15.05.05)

⁴⁹⁸ Bildquelle: <http://crpp0001.uqtr.quebec.ca/COR/NotesCours/Chap04/Image187.gif> (14.05.05)

auf der Innenseite dagegen unpolar, was die Anlagerung unpolarer, hydrophober Substanzen ermöglicht.⁴⁹⁹ Bei Einlagerung von Substanzen wird ein Komplex gebildet, der als Wirts-Gast-Beziehung bezeichnet wird. Voraussetzung dafür sind stimmige Größenverhältnisse der Moleküle, eine entsprechende intermolekulare Wechselwirkung sowie eine gewisse Menge Wasser. Letzteres ist Triebkraft für die Ausbildung der unpolaren Wechselwirkung mit Absenkung der Ringspannung, was einen energetisch günstigeren Zustand bewirkt.⁵⁰⁰ Die hydrophoben Substanzen werden wieder freigesetzt, wenn sie von Wassermolekülen verdrängt werden. Die Bindungsart im Cyclodextrin-Molekül erfolgt im Wesentlichen durch van-der-Waals-Kräfte, hydrophobe Wechselwirkungen und möglicherweise Wasserstoffbrückenbindungen.

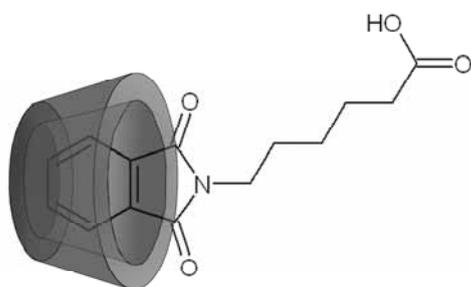


Abb. 42: Ein Cyclodextrin-Komplex⁵⁰¹

Ein ähnliches Prinzip wie bei den Cyclodextrinen wird beim Einsatz von *Mikrokapseln* als Pflege- oder Wirkstoffträger verwandt. Hier werden Mikrokapseln von einer aus Krebsschalen gewonnenen Chitosan⁵⁰²-Schicht umhüllt und im Textil eingelagert. Durch Reibung, die beim Tragen entsteht, geben die Kapseln nach und nach ihre Inhaltsstoffe an die Haut ab. Auf diese Weise kann körpernah getragene Bekleidung (Sportswear, Strümpfe, Wäsche, etc.) hergestellt werden, die pflegt, kühlt oder belebt. Ein Produkt aus diesem Bereich ist Skintex^{®503}. Skintex-Mikrokapseln werden vorwiegend mit pflegenden Substanzen wie Shea-Butter, Aprikosenkernöl, Hagebuttenöl und Rotalgenextrakt produziert.

⁴⁹⁹ Das Cyclodextrinmolekül kann somit als endolipophil und exolipophob bezeichnet werden.

⁵⁰⁰ Vgl. <http://www.science-forum.de/download/cyclodex.pdf> (30.04.06)

⁵⁰¹ Anlehnung an Bildquelle:

http://www.wacker.com/internet/noc/Products/PT_Bio/P_Bio_Cy/P_CycCom/ (18.04.06)

⁵⁰² Chitosane werden auch für die antimikrobielle Ausrüstung eingesetzt.

⁵⁰³ Vgl. http://www.cognis.com/framescout.html?/Press/PressReleases2005/ISPO_2005_de.html (10.06.06)

Ein weiteres Produkt, bei dem dieses Prinzip bereits umgesetzt wird, ist die gardeur Jeans mit Anti-Cellulite-Formel. Bei diesem Produkt werden Skintex-Mikrokapseln in der Jeans eingesetzt, um eine aktive Hautpflege zu bewirken. In Labortests konnte festgestellt werden, dass Skintex auch nach mehreren Waschgängen noch seine Wirkung entfaltet.⁵⁰⁴ Seit September 2005 wird diese Jeans im Handel angeboten.

Ein umfangreiches und vielfältiges Innovationsgebiet stellen die intelligenten Bekleidungssysteme und Smart Clothes dar, die im nächsten Abschnitt dargestellt werden.

4.3.5.3 Intelligente Bekleidungssysteme - Smart Clothes

Smart Clothes steht für intelligente Bekleidung. Die Bekleidung ist vor allem „smart“, durch die Integration von intelligenten, meist elektronischen Komponenten und bietet dadurch einen Mehrwert.⁵⁰⁵

In den letzten Jahren entstanden in der Bekleidungsindustrie mit der Produktion intelligenter Textilien völlig neue Kooperationsbereiche. Es werden zunehmend Produkte entwickelt, die den intelligenten Bekleidungssystemen zugeordnet werden können. Die entsprechenden Märkte expandieren. Für eine erfolgreiche Produktentwicklung ist die Zusammenarbeit mit Fachleuten aus der Mikrosystemtechnik, Informations- und Kommunikationstechnik, Elektrotechnik sowie mit Spezialisten aus Medizin und Ergonomie erforderlich. Durch die neuen Bekleidungssysteme entstehen weit reichende Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten des zunehmend mobileren Menschen.

Die Bekleidung wird dadurch zugleich Medium, Träger und Schnittstelle für die unterschiedlichsten Mikrosystemanwendungen. Besonders auf den Gebieten tragbarer Computer (Wearable Computers), Telekommunikation, Data Base Management (Wissen weltweit überall abrufbar), Gesundheitswesen (z.B. kontinuierliche Erfassung medizinischer Parameter direkt am Menschen), persönliche Sicherheit wie bei der Ortung von Personen im militärischen Einsatz und Verteidigung eröffnen Smart Clothes vielseitige Anwendungsfelder.

⁵⁰⁴ Nach 10 Wäschen konnte noch ein Wirkstoff- Anteil von 40 bis zu 45% im Textil nachgewiesen werden. Dabei wird Handwäsche empfohlen.

⁵⁰⁵ <http://www.funktionstextilien.de/content/view/147/41/> (30.12.07)

Durch diese "intelligente Kleidung" ist es möglich, standortunabhängig mit anderen Menschen und Computersystemen zu kommunizieren, weltweit Wissen z.B. über das Internet abzufragen und zahlreiche Aktivitäten aus der Ferne zu steuern. Über die Themenbereiche Unterhaltung, Kommunikation und Gesundheitsüberwachung hinaus sind noch viele Anwendungen denkbar.

Es folgt eine Zusammenstellung einiger Produktbeispiele aus dem Bereich der intelligenten Bekleidungssysteme. Dabei gibt es passive intelligente Textilien, die Umweltinformationen empfangen bzw. aufnehmen können und aktive intelligente Textilien, die neben den passiven Funktionen und Fähigkeiten zudem auch reagieren können und sich womöglich in ihren Funktionen der Umgebung bzw. den Umständen entsprechend anpassen können.

Eines der ersten „Smart Clothes“ hat die finnische Firma Reima mit der *Snowmobiljacke* auf den Markt gebracht. Die Jacke wurde derart konzipiert, dass ohne Zutun des Trägers im Notfall für Hilfe gesorgt wird. Im Innenfutter der Jacke sind elektronische Komponenten eingearbeitet, die über Sensoren die Körperfunktionen des Trägers - wie Herzschlag und Temperatur – überwachen. Sinkt die Temperatur im Anzug rapide oder stimmen andere Werte nicht, so wird ein Alarm ausgelöst. Tritt keine Veränderung der Situation ein, so wird über ein SOS-Signal automatisch ein Rettungsteam herbeigerufen, das per GPS den Aufenthaltsort genau bestimmen kann. Diese textile Elektronik kann im Notfall lebensrettend sein.

Eine Entwicklung, die bereits 2003 auf der Avantex vorgestellt wurde, die aber dennoch als intelligentes Bekleidungssystem erwähnenswert ist, stellt die NOAH-Weste⁵⁰⁶ (Notfall-Organisations- und Arbeits-Hilfe) dar. Sie erleichtert die direkte Kommunikation zwischen Notarzt und Rettungsleitstelle, ermöglicht eine Voranmeldung in die Krankenhäuser sowie die Bildübertragung vom Einsatzort und 12-Kanal-EKG der Patienten, wodurch eine gezielte Vorbereitung in der Klinik erfolgen kann.

Mit der Entwicklung des *SmartShirts*⁵⁰⁷ wurde verfolgt, das persönliche Wohlbefinden durch Messung von Körperfunktionen wie Atemfrequenz und Puls zu erfassen. Dies erfolgt durch Sensoren, die an ein Netz aus eingewebten elektro-optischen Fasern angeschlossen sind. Die ermittelten Daten werden durch eine kleine Prozessoreinheit am unteren Ende des Shirts gespeichert oder per wireless

⁵⁰⁶ Sie wurde im Bereich der Verkehrsunfallforschung des Klinikums der Universität Regensburg entwickelt, Ansprechperson Dr. Wolfgang Röckelein; wolfgang.roeckelein@wiwi.uni-regensburg.de

⁵⁰⁷ Quelle: <http://www.sensatex.com> (03.01.08)

LAN oder Handy an den Sensatex-Server geschickt. Durch das Netz an elektrooptischen Fasern können beliebige Sensoren hinzugefügt werden und ermöglichen so ein großes Einsatzgebiet des SmartShirts z.B. im Bereich des Sports, der Prävention, der Rehabilitation, für Astronauten, chronisch Kranke, etc.).

Die benötigte Energie für elektronische Komponenten kann über die Bekleidung sogar selbst hergestellt werden. Dahingehend wurde beispielsweise ein Strom produzierender Turnschuh, der die Bewegungsenergie der Schritte in Strom umsetzt⁵⁰⁸ entwickelt.

Die Hohensteiner Institute haben in Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Elektronik der Universität Stuttgart (IPE) eine Herren-Outdoorjacke entwickelt, die mit Hilfe eingebauter Solarzellen die Energie für elektronische Komponenten z.B. einen mp3-Player liefert. Durch optimierte Steckverbindungen und besonders flexible und mechanisch unempfindliche Solarzellen ist die Behandlung in der Haushaltswaschmaschine problemlos möglich.⁵⁰⁹

Intelligente Textilien, die sich in ihren Funktionen der Umgebung bzw. den Umständen entsprechend anpassen können sind beispielsweise Shape memory materials: Polymer, welches sich durch Bestrahlung mit UV-Licht verformt. Dieser „Gedächtnis-Kunststoff“ verformt sich auf Knopfdruck - ganz einfach durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht⁵¹⁰

Eine weitere innovative Entwicklung stellt die Bionic Climate Membrane c_change™ dar. Es handelt sich dabei um eine wasser- und winddichte bionische Klimamembrane, die die Wasserdampfdurchlässigkeit flexibel steuern kann. Sie wurde von der Schoeller Textil AG entwickelt, die dafür den Innovationspreis für innovative Bekleidung auf der Avantex 2007 sowie⁵¹¹ bereits 2006 der „Frost & Sullivan Award for Product Innovation of the Year“ verliehen bekam. Die flexible Anpassung der Wasserdampfdurchlässigkeit basiert dabei auf einem Prinzip, das dem Tannenzapfen ähnlich ist, die sich bei unterschiedlicher Witterung öffnen und schließen. Sobald durch eine höhere Umgebungstemperatur oder Körperwärme mehr Feuchtigkeit entsteht, öffnet sich die Polymerstruktur der Membran und lässt überschüssige Wärme und Wasserdampf nach außen entweichen. Sobald der Körper weniger Wärmeenergie und damit weniger Feuchtigkeit

⁵⁰⁸ Dieser Prototyp wurde von MIT in Boston entwickelt Vgl.

<http://www.3sat.de/3sat.php?http://www.3sat.de/nano/astuecke/25988/> (05.08.05)

⁵⁰⁹ Vgl. <http://www.hohenstein.de/SITES/presse.asp> (03.01.08)

⁵¹⁰ Vgl. http://www.mittex.ch/berichte/uebersicht2003/heftartikel.htm?view_heft_OID=27 (29.07.06)

⁵¹¹ Schoeller Textil AG, Sevelen (Schweiz) Vgl. <http://www.funktionstextilien.de/content/view/341/71/> (02.07.07)

produziert, komprimiert sich die Membranstruktur wieder. Dabei wird Körperwärme gespeichert und ein Schutz vor Auskühlen und Frösteln aufgebaut. So bietet die c_change™-Membran eine sehr gute Wasserdampfdurchlässigkeit und unterstützt somit ein optimales Körperklima. Erste Bekleidungen wurden im Frühjahr 2007 u.a. von BMW (Motorrad), Adidas-Porsche (Golf), Cloudveil (Bergsport) oder Reusch (Handschuhe) vorgestellt. Auch Briefträger der Schweizer Post tragen seit Herbst 06 eine c_change™-Regenjacke.⁵¹²

Etwas komplexer sind textile Heizsysteme wie das ThermoTec von Interactive Wear aus Starnberg in Deutschland, das beim Skihandschuh „Solaris“ von Reusch installiert ist. ThermoTec basiert auf der neuen iThermX-Technologieplattform von Interactive Wear. Die Wärmezufuhr wird per Mikrocontroller gesteuert und von Sensoren überwacht. Energie wird nur zugeführt, wenn eine vorgegebene Temperatur an kältesensiblen Stellen wie hier der Hand unterschritten wird. Leichte und wieder aufladbare Lithium-Ionen-Akkus liefern die Energie.⁵¹³

Ein weiteres innovatives Produkt wurde für Menschen mit überwiegend sitzender Tätigkeit zur Eigenkontrolle gegen Rückenschmerzen entwickelt. Durch Ultraschallsensoren im Gürtel wird die Bewegung erfasst und von einer Software ausgewertet, sodass diese Bekleidung ein integriertes „Biofeedback“ gibt. Der Körper erhält vibrierende Signale, wenn es dem Rücken zu viel wird.⁵¹⁴

Die Entwicklungen schreiten sehr schnell voran und es existieren bereits viele Prototypen für weitere Produkte. Die Produkte erlangen erst die Marktreife, wenn auch ein entsprechendes Abnehmerfeld erwartet werden kann.

Bei der Vielzahl an High-Tech-Innovationen mit neuen Materialien und Materialkombinationen stellt sich ebenso die Frage, wie sich diese Produkte wieder in den Gesamtkreislauf einfügen.

⁵¹² Vgl. http://www.texbac.de/html/systematik_funktionstextilien.html (03.01.08)

⁵¹³ Vgl. [http://www.reusch.com/site/winter_0708/en/technologies/technologies.php#\(03.01.08\)](http://www.reusch.com/site/winter_0708/en/technologies/technologies.php#(03.01.08))

⁵¹⁴ Vgl. <http://www.textilforschung.de/content2.asp?area=nebenmenue&site=freitextsuche&cls=01> (19.07.07)

4.3.6 Resümée textilwissenschaftlicher Betrachtungen

Aufgrund globaler Marktverschiebungen kommt es in der europäischen Bekleidungsindustrie zu sinkenden Absatzzahlen. Entgegen diesen Entwicklungen jedoch, werden überdurchschnittliche Wachstumsraten für innovative und Produkte mit hohem technischem Know-How im Bereich der Multifunktionstextilien und der technischen Textilien verzeichnet.⁵¹⁵

Funktionstextilien und besonders intelligente Bekleidungssysteme tragen dazu bei, die rückläufige Entwicklung im gesättigten Bekleidungsmarkt umzukehren. Eine Akzeptanz beim Endverbraucher finden jedoch nur Produkte, die einen erkennbaren Zusatznutzen bieten.

Bei den Sport- und Funktionstextilien werden in Zukunft besonders zwei Trends weiter zunehmen: Textilien werden durch eingelagerte Wirk- und Pflegestoffe zunehmend zu Fitness- und Wellnessprodukten und sie bieten mehr als passive Funktionseigenschaften wie Atmungsaktivität, Wind- und Wasserdichte. Moderne Funktionstextilien passen sich beispielsweise aktiv der Umgebungstemperatur an, können schützen oder Wohlfühl vermitteln.

Hersteller verfolgen das Bestreben, neue Absatzmärkte zu erschließen und Produkte auf den Markt zu bringen, die den Bedürfnissen der Verbraucher entsprechen. Zudem wird geforscht, inwieweit mit neuen Produkten, neuen Eigenschaften und Produktkombinationen ein neuer Bedarf geschaffen werden kann. Dies geschieht durch Produkte, die einen Zusatznutzen aufweisen, einen gewissen Trend bedienen oder neue Gewohnheiten unterstützen. Für innovative Entwicklungen sind besonders Jugendliche eine Trend setzende, experimentierfreudige und aufgeschlossene Käufergruppe. Einschränkend zeigt sich hierbei die Kaufkraft der Jugendlichen, die, soweit es sich um höhere Beträge handelt, nicht vorliegt bzw. über die Erziehungsberechtigten erfolgt.

Produkte, die einen erkennbaren Zusatznutzen liefern und sich in einer vertretbaren Preislage befinden, haben die besten Chancen, sich auf dem Markt zu etablieren. Trends sind kurzweilig und unterliegen den klassischen Modegesetzen. In der Produktentwicklung bewegt man sich auf dem schmalen Grat des Experimentierens, welche Produkte vom Verbraucher angenommen werden und sich auf dem Markt etablieren. Die Herstel-

⁵¹⁵ Jahrbuch der Textil- und Modeindustrie 2005, S. 18, Vgl.
<http://www.gesamttextil.de/deutsch/Konjunktur/Jahrbuch/K126.htm> (10.08.06)

ler sind bestrebt, dem Käufer den Zusatznutzen gemäß ihrer Interessen darzustellen, wohingegen die Verbraucherzentralen und Bildungseinrichtungen das Ziel verfolgen, den Käufer zu informieren und ihm Handlungsstrategien eines mündigen Verbrauchers mit auf den Weg zu geben. Dies stellt für den gesamten Erziehungs- und Bildungsbereich eine große Herausforderung dar.

Hierbei ist es erforderlich, dass die Lehrpersonen auf dem aktuellen Wissensstand sind bzw. Strategien zur Erfassung entsprechender neuer Märkte aufzeigen können.

5 Die fachintegrierte Unterrichtskonzeption „Triple F“

Im folgenden Kapitel wird die Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“ oder kurz formuliert „Triple F“ vorgestellt. In dieser Unterrichtskonzeption werden aus den Bereichen Verbraucherbildung und Gesundheitsbildung (siehe Kap. 3.3, Abb. 2) ausgewählte synergierrelevante Themen (Märkte, funktionelle Produkte, Fitness, etc.) fachintegriert umgesetzt. Dabei bearbeiten die Schüler die fachwissenschaftlichen Themenbereiche *Functional Food* und *Funktionstextilien* im Rahmen einer projektartigen Produktuntersuchung. Die Untersuchung der Produkte, die auf Produkte mit dem Attribut Fitness eingegrenzt wurde, findet dabei unter der Fragestellung statt, inwieweit diese Produkte tatsächlich einen Beitrag zur körperlichen Fitness leisten. Daraus leitet sich der Titel dieser Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“ bzw. „Triple F“ ab. Neben einer grafischen Übersicht und einem tabellarischen Verlaufsplan wird die Vorgehensweise der Unterrichtskonzeption zuerst allgemein dargestellt. Im Anschluss daran folgt eine exemplarische schulpraktische Umsetzung der Unterrichtskonzeption „Triple F“.

5.1 Übersicht und Verlaufsplan

In einer projektartigen, fachintegrativen Vorgehensweise sollen bei Schülern Kompetenzen entwickelt und gefestigt werden, die ihnen bei der Orientierung auf neuen Märkten nützlich sind. Exemplarisch wird dazu der Fitnessmarkt mit seinen Produkten untersucht.

Im Zuge der Planung eines sportlichen Events⁵¹⁶ setzen sich die Schüler mit den dahingehend relevanten Themen auseinander. Dabei stehen, neben sportlichen und biologischen Themen, die Bekleidung und die Ernährung im Zentrum inhaltlicher Auseinandersetzungen. Diese Themen sind in Baden-Württemberg in der Realschule im Fach

⁵¹⁶ Als Event wird in diesem Zusammenhang eine sportliche Unternehmung verstanden.

Mensch und Umwelt verankert⁵¹⁷ (siehe Kap. 3.4.3) und stellen einen Schwerpunkt dieser fachintegrativen Unterrichtskonzeption dar.

Die Schüler untersuchen dabei, inwieweit eine spezielle Ernährung bzw. eine spezielle Bekleidung die körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen können. In diesem Zusammenhang werden textil- und ernährungswissenschaftliche Grundlagen gefestigt, angewandt und darauf aufbauend neue Erkenntnisse gewonnen. Die Inhalte werden dabei von den Schülern themenbezogen mit direktem Anwendungsbezug (siehe Kap. 3.4.2) kennen gelernt.

Der Fitnessmarkt stellt hinsichtlich seiner Produktvielfalt einen sehr großen Markt dar, sodass für die schulische Auseinandersetzung eine Eingrenzung vorgenommen wurde. Der Schwerpunkt der Unterrichtskonzeption „Triple F“ wurde auf funktionelle Produkte mit dem Attribut Fitness gelegt. Im Rahmen dieser Unterrichtskonzeption lernen Schüler innovative Produkte, die mit dem Attribut Fitness vermarktet werden, kennen. Die Schüler beschäftigen sich dabei theoretisch mit den Inhalten und führen zudem praktische Untersuchungen (Versuche, Materialtests, etc.) durch. Ein Ziel dieser Unterrichtskonzeption besteht darin, dass sich die Schüler mit den innovativen Produktentwicklungen auseinandersetzen, um Strategien für den Umgang mit neuen Produkten kennen zu lernen. Hierbei geht es um das Verständnis teils sehr komplexer Inhalte. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Themen Fitness, Ausstrahlung und Körperbewusstsein für Jugendliche eine wichtige Rolle spielen, sodass eine grundlegende Motivation für diese Themenbereiche vorliegt.

Ein weiteres Ziel dieses Vorhabens ist es, dass die Jugendlichen exemplarisch einen neuen Markt erfassen und sich daraufhin als Verbraucher ein kompetentes Urteil bilden können. Eine angestrebte Entwicklung stellt die Verallgemeinerung der Vorgehensweise dar, sodass diese Strategie ebenfalls auf andere Märkte übertragen werden kann.

Die Ergebnisse und die Erkenntnisse der projektartigen Produktuntersuchung finden anschließend bei der Vorbereitung und Umsetzung des vorab gewählten Events konkrete Anwendung. Den Abschluss der Konzeption bildet das Event und dabei das Erleben der „Lerninhalte“ bzw. des Gelernten am eigenen Körper (Vgl. Kap. 3.4.2, S. 36).

Mit dieser Unterrichtskonzeption soll ferner - neben der Erprobung fachintegrativer Aspekte - ein Beitrag zu einer frühzeitigen Auseinandersetzung mit den Themen Gesundheit und Fitness sowie ein Beitrag zur Gesundheitsbildung (siehe Kap. 3.3) geleis-

⁵¹⁷ Vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg: (2004c), S. 150

tet werden. Durch die projektartige Umsetzung der Themen sollen Schüler angeregt werden, neben Sachkompetenz ein flexibel verfügbares Wissen aufzubauen, das sie situationsgerecht anwenden können. Im Vordergrund steht dabei das selbstständige Lernen mit hohem Anwendungs- bzw. Praxisbezug, in dem die Inhalte zeitgemäß und interdisziplinär nach den Prinzipien der Handlungsorientierung erschlossen werden (siehe Kap. 3.4.4, S. 45).

Die nachfolgende Abbildung (siehe Abb. 43) stellt einen graphischen Überblick der Unterrichtskonzeption „Triple F“ dar. Ausgehend von einer Schülergruppe wird der umfassende Bogen der Eventplanung und -gestaltung verdeutlicht. Innerhalb der Eventvorbereitung wird die projektartige Produktuntersuchung funktioneller Produkte mit dem Attribut Fitness durchgeführt. Der Eventrahmen kann dabei mit der Projektmethode sowie auch in anderer organisatorischer Vorgehensweise umgesetzt werden. Der Hauptaspekt der unterrichtlichen Umsetzung in dieser wissenschaftlichen Arbeit liegt jedoch bei der projektartigen Produktuntersuchung, da die Dissertation in den Fachdisziplinen Haushalt und Textil verankert ist.

Die inhaltliche und auch praktische Eventvorbereitung kann in verschiedenen Fächern (Mensch und Umwelt, Naturwissenschaftliches Arbeiten: Biologie/Chemie/Physik, Sport, Mathematik, etc.)⁵¹⁸ durchgeführt werden. In der inhaltlichen Auseinandersetzung werden - bezogen auf das Event - relevante Themenbereiche wie Fitness/Gesundheit, Leistung, Ernährung und Bekleidung bearbeitet. An dieser Stelle beginnt das „Projekt im Projekt“. Die projektartige Produktuntersuchung erfolgt im Hinblick auf die anschließende Anwendung auf das Event. Dabei wird die Untersuchung der Produkte im Fach Mensch und Umwelt durchgeführt. Die Ergebnisse der Produktuntersuchungen werden anschließend auf das Event angewandt und können in der Umsetzung des Events vom Schüler erfahren werden. Mit der Unterrichtskonzeption „Triple F“ soll kontextbezogen eine Lernumgebung gestaltet werden, die eine direkte Verbindung von Wissen und Handeln bestärkt und somit „intelligentes Wissen“⁵¹⁹, d.h. anwendbares Wissen entwickelt (siehe Kapitel 3.4.2).

⁵¹⁸ Mensch und Umwelt (Märkte, Gesundheitsbildung, Verbraucherbildung, Fitness, Produktuntersuchungen), Naturwissenschaftliches Arbeiten: Biologie/Chemie/Physik (Versuche planen, Versuche durchführen, Ergebnisse dokumentieren, Nährstoffe in Lebensmitteln nachweisen, Gesundheitserziehung), Sport (Fitness verbessern, Leistungsfähigkeit einschätzen), Mathematik (Datenerfassung planen, Daten grafisch darstellen), etc.

⁵¹⁹ Vgl. Renkl, A.: (1994)

Unterrichtskonzeption: Fitness Follows Function?

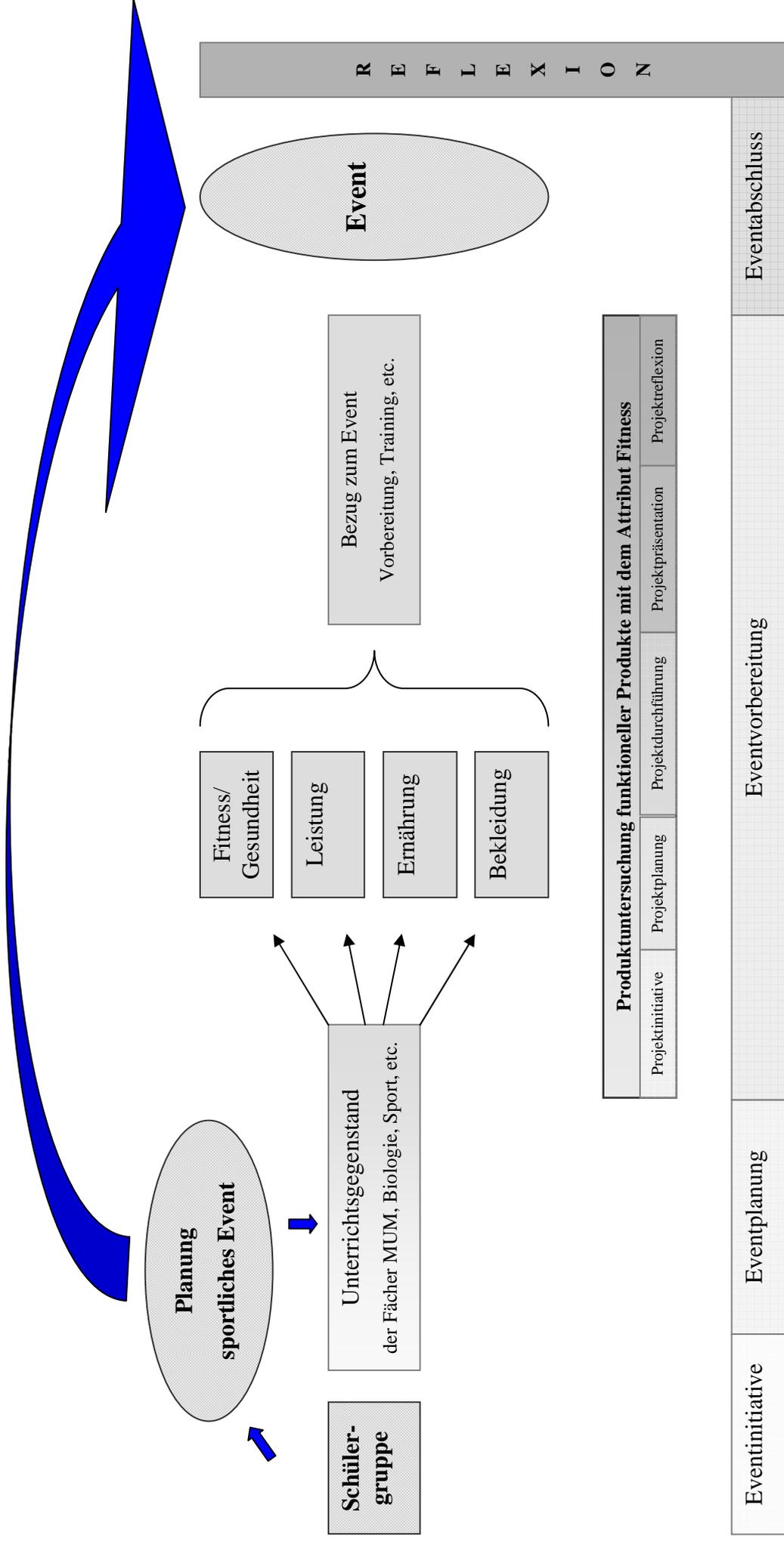


Abb. 43: Graphische Übersicht der Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“

5.2 Darstellung der Unterrichtskonzeption

Im folgenden Abschnitt wird der Verlauf der fachintegrativen Unterrichtskonzeption „Triple F“ vorgestellt. Nach einer ersten allgemeinen Darstellung der Leitgedanken wird im weiteren Verlauf die konkrete Umsetzung einer exemplarischen Durchführung der Unterrichtskonzeption vorgestellt.⁵²⁰

Dabei wird jeweils vorwiegend der projektartige Verlauf der Produktuntersuchung dargestellt und der Eventrahmen nur in den Grundzügen.

Die projektartige Vorgehensweise beinhaltet eine ergebnisoffene, situationsbezogene Entwicklung, die den Schülern einen großen Entscheidungsfreiraum einräumt. Für die Planung bedeutet dies, dass sich die konkreten Inhalte und deren Ausgestaltung - dem projektartigen Verlauf entsprechend - erst schrittweise entwickeln. Der konkrete Unterrichtsverlauf wird sich für jede Gruppe aufgrund unterschiedlicher Interessenlagen auch unterschiedlich gestalten.

In Tabelle 15 wird ein Überblick über den projektartigen Verlauf der Produktuntersuchung gegeben. Dabei werden die Inhalte der einzelnen Projektphasen, die Aufgaben der Lehrperson und die jeweils geförderten Kompetenzen mit aufgeführt. Je nach Bedarf können im Projektverlauf Fixpunkte⁵²¹ sowie Metainteraktionen⁵²² festgelegt werden. Der Rahmen einerseits für die Durchführung des Events und andererseits für die Produktuntersuchung wird von der Lehrperson vorab, entsprechend der anthropogenen und soziokulturellen Gegebenheiten festgelegt. Je nach Vorerfahrungen und fachwissenschaftlichem Kenntnisstand der Schüler ergeben sich die organisatorischen Planungsschritte. Fachliche Grundlagen können entweder vorab im Unterricht gefestigt oder bei Bedarf innerhalb der Projektarbeit, als Informationseinheiten integriert werden. Im Anschluss an die projektartige Auseinandersetzung der Schüler mit den Produkten des Fitnessmarktes wird aus den Vorgehensweisen der Projektgruppen eine allgemeine

⁵²⁰ Diese Unterrichtskonzeption wurde als Pilotstudie sowie als Untersuchungsstudie mit Schülergruppen durchgeführt. Zudem basieren die Erfahrungen auf zwei Seminaren, in welchen von Studierenden projektartige Produkte untersucht wurden.

⁵²¹ Fixpunkte, d.h. festgelegte Termine für Zwischenpräsentationen, Besprechungen, etc. Sie werden auch als organisatorische Schaltstellen bezeichnet. Fixpunkte stellen einerseits die Möglichkeit zum Informationsaustausch dar und einen Rahmen um sich Anregungen oder auch Hilfestellung einzuholen. Andererseits werden Fixpunkte eingesetzt, um eine produktive Zwischenbilanz zu ziehen.

⁵²² Als Metakognition wird die zeitweilige Unterbrechung der Arbeit bezeichnet, die bei Bedarf von den Schülern vorgenommen werden kann, um das eigene Tun zu reflektieren. Dies eignet sich besonders bei Stagnation der Prozesse, Auftreten von Problemen, oder bisweilen um eine kognitive Erweiterung der Sichtweise anzuregen.

Lösungsstrategie aufgezeigt.⁵²³ Im Hinblick auf die Durchführung des sportlichen Events bietet es sich an, zusätzlich mit Kollegen thematisch angrenzender Fächer zu kooperieren und dabei relevante Themen zu festigen oder einzubringen.

⁵²³ Siehe im Anhang III.4 Warentests.

5.2.1 Verlauf der Unterrichtskonzeption „Triple F“ allgemein:

Tabelle 15: Tabellarischer Überblick über den Verlauf der Produktuntersuchung

Phase	Inhalte für „Triple F“	Aufgaben/ Funktion der Lehrperson	Geförderte Kompetenzen
<i>Das Rahmenprojekt: Ein sportliches Event</i>			
Projekt- initiative	<ul style="list-style-type: none"> • Themenfindung, Motivation • Kennen lernen der Produktvielfalt • Wahl der Produktgruppen und Bildung der Projektgruppen • Projektziel formulieren 	Motivation, methodische Leitung, enge Führung	methodische und soziale Kompe- tenzen
Projekt- planung	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitplanung in den Gruppen vornehmen • Strukturierung der Vorgehensweise • Arbeitspakete einteilen und Arbeitsaufträge zuteilen 	flexible Unterstützung in der Planung, methodische Hilfestellung	personale, soziale und methodische Kompetenzen
Projekt- durchführung	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche, theoretische und praktische Auseinandersetzung mit Inhalten (Untersuchung von Produkten, Versuche durchführen, Materialien erproben etc.) • Ergebnisse zusammentragen, auswerten und geeignete Darstellungsform auswählen • Vorbereiten der Präsentation 	flexible Anleitung zum selbstständigen Arbeiten, Moderation	personale, soziale, methodische und fachliche Kompetenzen
Projekt- präsentation	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation der Ergebnisse • Schüler stehen als Experten Rede und Antwort 	Moderation	personale, soziale, methodische und fachliche Kompetenzen
Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> • Auseinandersetzung mit dem Projektverlauf, Reflexion der gesamten Thematik (Inhalte, Gruppe, Perspektiven, etc.) 	Moderation, methodische Leitung	personale, soziale und methodische Kompetenzen
<i>Der Eventabschluss – Umsetzung der Ergebnisse</i>			

5.2.1.1 **Das sportliche Event als Rahmen(projekt)**

Den Rahmen der fachintegrativen Konzeption „Triple F“ bildet die Planung und Durchführung eines sportlichen Events. Je nach schulischen Rahmenbedingungen (Zeit, Unternehmungen in der Klasse, etc.) kann die Wahl des Events sowie die entsprechende Planung und Ausgestaltung in projektartiger Vorgehensweise umgesetzt oder von der Lehrperson gestaltet werden. Die zeitliche Ausrichtung beeinflusst dabei, welche Herausforderungen gewählt werden können (z.B. Stadtlauf, Spendenlauf, Bergtour, Fahrradtour, Trimm-Dich-Pfad, schulinterne Veranstaltung, etc.). Im Zuge der Vorbereitung auf das Event erfolgt eine fachwissenschaftliche Auseinandersetzung mit relevanten Themenbereichen wie Gesundheit, Fitness, Ernährung und Bekleidung. Bei der Untersuchung von Produkten mit dem Attribut Fitness beschäftigen sich die Schüler dabei aus dem Kontext heraus mit den Themen Functional Food und Funktionstextilien.

Die Umsetzung des sportlichen Events stellt den Höhepunkt in der unterrichtlichen Auseinandersetzung dar. Ein wesentliches Ziel besteht darin, möglichst viele Anknüpfungspunkte aufzuzeigen und weitere Fragen aufzuwerfen, um eine nachhaltige Auseinandersetzung mit diesen Themen in möglichst vielen Kontexten anzuregen (siehe Kap. 3.4.2, S. 39).

5.2.1.2 **Die projektartige Untersuchung der Produkte mit dem Attribut Fitness**

Die Untersuchung der Produkte soll projektartig erfolgen, um den Schülern eine Lernumgebung zu arrangieren, die einen weiten Handlungs- und Entscheidungsspielraum bietet. So können Schüler entsprechend ihrer individuellen Interessen, ihres Wissensstandes und gemäß ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten eine Untersuchung von Produkten durchführen, deren Ergebnisse letztlich in der Durchführung des Events eine konkrete Anwendung finden.

5.2.1.2.1 Die Projektinitiative allgemein

In der Projektinitiative erfolgt eine Einführung in das Gesamtvorhaben. Zudem sollen die Schüler hinsichtlich der bevorstehenden Themen motiviert werden. Die Projektinitiative beinhaltet z.B. die Wahl des Projektthemas, die Gruppenbildung und die Formulierung des Projektziels. Den Gesamtrahmen, an dessen Ende das sportliche Event steht, legt in diesem Fall bereits das Projektziel mit seiner Fragestellung fest: „Leisten die *gewählten Produkte* einen Beitrag zur körperlichen Fitness?“. Die Schüler entscheiden in der Phase der Projektinitiative, welche Produkte näher untersucht werden sollen. Mögliche Produktgruppen sind dabei Sportgetränke, Energieriegel, Molke-Produkte, Zusatzstoffe, Isotonische Getränke, Funktionsunterwäsche, Turnschuhe, Membransysteme, etc.

Bereits in dieser Phase gilt es, bestimmte Rahmenbedingungen, wie z.B. den möglichen Zeitrahmen sowie die zur Verfügung stehenden Mittel zu klären. Die Projektinitiative kann in Form eines Infobasars mit unterschiedlichen Produkten des Fitnessmarktes (Sportgetränke, Fitnessriegel, Molke-Drinks, Gummibärchen mit Vitamin- und Mineralstoffzusatz, Funktionsbekleidung, etc.), Zeitschriften, Büchern und weiteren Materialien arrangiert werden. Der Infobasar bietet den Schülern Einblicke und Anregungen bezüglich der Vielfalt existierender Produkte. Im nächsten Schritt wählen die Schüler aus, mit welchen Produkten sie sich intensiver auseinandersetzen wollen. Methodisch eignet sich hierfür die *Kartenmethode*. Die ausgewählten Produkte werden jeweils auf Moderationskarten geschrieben und an einer Stellwand gesammelt. Durch *Clusterbildung* wird die Vielzahl der Produktbeispiele strukturiert und gegebenenfalls noch reduziert.⁵²⁴ Die Schüler wählen anschließend aus, welche Produktgruppe sie untersuchen wollen. Die Gruppengröße (meist 3-4 Personen) legt die Lehrkraft vorab fest. Falls in einer Gruppe diese Personenanzahl überschritten wird, besteht die Möglichkeit, diese Gruppe durch Aufteilung in Themenschwerpunkte zu splitten.

Für die Dokumentation und Begleitung des Projektes ist eine Visualisierung sinnvoll. Zur Visualisierung der entstandenen Produktgruppen eignet sich ein Wandplakat. Darauf werden die Produktgruppen und die jeweiligen Schüler namentlich aufgeführt. Das

⁵²⁴ Bedarf es einer weiteren Eingrenzung der Anzahl der Produktgruppen, bietet es sich an, dass die Schüler durch Prioritätspunkte ihr spezielles Interesse kennzeichnen. Jeder Schüler erhält dabei eine bestimmte Anzahl an Klebepunkten (1-3), womit er seine bevorzugten Produktgruppenkarten markiert. Die Produktgruppen, die die höchste Anzahl dieser Punkte summieren, werden entsprechend der benötigten Gruppenanzahl weiter verfolgt.

Wandplakat bleibt zur begleitenden Visualisierung über die gesamte Projektdauer hängen. Auf dem Wandplakat wird der Projektverlauf dokumentiert. Zudem wird das Eventziel auf einem weiteren Plakat im Klassenraum aufgehängt, sodass es für den gesamten Verlauf präsent ist. Weitere Möglichkeiten für die Ideensammlung sind u.a. das Brainstorming, die Mind-Mapping Methode und die Internetrecherche.

Nach der Projektinitiative folgen die Projektplanung, die Projektdurchführung, die Projektpräsentation, die Reflexion und die Bewertung.

5.2.1.2.2 Die Projektplanung allgemein

Bevor die Projektplanung innerhalb der Projektgruppen beginnt, wird mit allen Schülern der Gesamtrahmen konkret festgelegt. Hierbei werden *Fixpunkte* (Zwischenpräsentation, Infoblöcke, News, etc.) festgelegt und die Möglichkeit der *Metakognition* (Metainteraktion) vorgestellt. Jede Projektgruppe erstellt in dieser Phase ihren eigenen Projektplan. Die Schülergruppen strukturieren dabei die Inhalte zielorientiert, konkretisieren ihr Arbeitsvorhaben und erstellen einen Zeitplan. Dieser Zeitplan gilt für die Projektgruppe im Rahmen des Gesamtprojektes. Innerhalb dieser Planung sind die Schüler zeitlich flexibel. Sie können sich in ihrem individuellen Lerntempo mit Inhalten befassen. Die Schüler lernen dabei neben der eigenständigen Planung auch die Interaktion innerhalb der Gruppe kennen, während sie ein gemeinsames Ziel verfolgen. Die Projektplanung mündet in der klaren Zuteilung der Arbeitsaufträge unter den Gruppenmitgliedern (siehe Kap. 3.4.4).

5.2.1.2.3 Die Projektdurchführung allgemein

In der Phase der Projektdurchführung erfolgen die Informationsbeschaffung, die Untersuchung der Produkte, die Auswertung der Ergebnisse sowie die Zusammenstellung der gesamten Informationen hinsichtlich der Präsentation im Plenum. Die Untersuchung der Produkte soll dabei theoretisch und auch praktisch erfolgen. Die konkrete Vorgehensweise bleibt jeweils der Gruppe freigestellt. Dabei ist der zeitliche Rahmen häufig an Unterrichtsstunden oder Projekttagen gebunden. Die Aufgabe der Lehrperson besteht darin, den Schülern entsprechende Methodenkompetenzen zu vermitteln, sodass sie sich

im Umgang mit den Materialien und den Informationen zurecht finden. So sollten sie Wesentliches herausfiltern können, Brauchbares von Unbrauchbarem unterscheiden, Inhalte auf Relevanz prüfen, etc.

Die Schüler arbeiten - in gewissen Grenzen - räumlich flexibel, wobei die Lehrperson über den Aufenthaltsort der Schüler informiert sein muss. Je nach Untersuchungsschwerpunkt kann es sein, dass die Schüler einen Erkundungsgang in Geschäfte vornehmen, im PC-Raum arbeiten, unter Aufsicht im Labor experimentieren oder in der Küche etwas zubereiten. Die Durchführung von Versuchen bzw. Experimenten und die nachfolgende Auswertung der Ergebnisse begünstigen eine kognitive Verknüpfung von Theorie und Praxis.

Zur Informationsbeschaffung eignen sich u.a. die Recherche über das Internet, Fachbücher, Zeitschriften, Expertenbefragung, Testberichte, eigene Marktanalyse sowie Schulbücher. Um das weite Informationsfeld etwas einzugrenzen, wird vorab ein Informationsordner zu diesen Themen zusammengestellt, der im Verlauf des Projektes von den Schülern erweitert wird. Eine Vorauswahl renommierter Internetadressen dieser Themenbereiche ist dabei als Einstiegshilfe und als Orientierung für die Schüler hilfreich, denn die Produktvielfalt auf dem Markt führt beim Verbraucher leicht zu Reizüberflutung und Orientierungslosigkeit. Der Verbraucher steht also immer wieder vor der Aufgabe, sich Informationen zu beschaffen, diese auszuwählen und entsprechend einzugrenzen. Diese Aufgaben der Informationsbeschaffung und -erweiterung begleiten den gesamten Zeitraum der Projektdurchführung.

Für die Untersuchung der Produkte tragen die Schüler Informationen zusammen, bearbeiten und prüfen sie und werten die Ergebnisse anschließend aus. Die praktischen Untersuchungen können mit Lebensmitteln sowie mit Textilien erfolgen. So kann die Erprobung unterschiedlicher Bekleidung beispielsweise in Kooperation mit dem Sportunterricht erfolgen. Dafür eignet sich eine spezielle Aufgabenstellung (z.B. Cooper-Lauf⁵²⁵), die hinsichtlich einer vergleichenden Materialbetrachtung (Baumwollshirt, Funktionsshirt, Neoprenanzug, Wollpulli, Regenjacke, etc.) erfolgt. Eine weitere Möglichkeit, verschiedene Materialien zu vergleichen, bietet das Seilspringen mit jeweils unterschiedlicher Bekleidung. Der Einsatz einer Pulsuhr - wodurch der Belastungszusammenhang anhand der Herzfrequenz verdeutlicht wird - kann dabei einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn leisten. Bei einer Belastungszeit von 1-2 Minuten machen Schü-

⁵²⁵ Der Cooper-Lauf ist ein 12-Minuten-Lauf, der zur Erfassung der Ausdauerleistung eingesetzt wird. In Wertungstabellen wird für die dabei zurückgelegte Strecke die Note abgelesen.

ler dabei subjektive, aber sehr anschauliche Erfahrungen mit unterschiedlicher Bekleidung bei körperlicher Belastung. Die Materialeigenschaften von Bekleidung lassen sich zusätzlich experimentell untersuchen. Je nachdem, welche Vorkenntnisse die Schüler mitbringen, werden Versuche durchgeführt bzw. selbstständig entwickelt. Besonders bei der eigenständigen Entwicklung von Experimenten erfolgt eine anwendungsbezogene Theorie-Praxis-Verknüpfung.

Für die Herstellung und Untersuchung bzw. Verkostung funktioneller Produkte mit dem Attribut Fitness in der Küche eignen sich insbesondere Sportgetränke, Molkegetränke und Energieriegel.

Des Weiteren bietet es sich an, in Kooperation mit dem Chemie- bzw. NWA-Unterricht das Handlungsspektrum zu erweitern. Dementsprechend können auch experimentelle Untersuchungen im Labor stattfinden. Hier kann die Analyse und/oder der Vergleich von Inhaltsstoffen vorgenommen werden. Beispielsweise können der Zuckergehalt, das Vorhandensein von Stärke, der Vitamingehalt und weitere Inhaltsstoffe experimentell untersucht werden. Eine Auswahl an geeigneten Versuchen ist im Anhang (siehe Kap. III.3.2) aufgeführt. Bei der Produktuntersuchung sollen die Schüler vorwiegend eigenständig arbeiten und bei Bedarf Hilfestellung durch die Lehrperson erhalten. Zur Einbindung der erhaltenen Ergebnisse werden Themen wie der Gesamtenergiebedarf sowie die Sporternährung aufgegriffen. An dieser Stelle besteht die Möglichkeit fachliche Defizite durch eine Informationseinheit zu reduzieren.

Zudem bietet sich ein sportlicher Ausflug (Fahrradtour, Inline-Skates-Tour, Wanderung, etc.) mit den Schülern an, der im Hinblick auf eine vergleichende Betrachtung von Bekleidung und Ernährung durchgeführt werden kann.

In dieser Phase der Auseinandersetzung ist es wichtig, das Projektziel präsent zu halten. Die Vielfalt dieser Themengebiete bringt die Gefahr mit sich, dass sich die Schüler darin verlieren.

Innerhalb der Lehrer-Schüler-Interaktion steht die methodische Betreuung im Vordergrund. Die Schüler werten ihre Informationen entsprechend aus, strukturieren sie und werden zunehmend Experten ihres Themengebietes.

Für die Auswertung der Ergebnisse eignen sich verschiedene Medien. Soweit Schüler spezielle Kenntnisse z.B. beim Umgang mit PC-Programmen (Excel, Mind-Mapping-Programm, Bildbearbeitungsprogramm, etc.) vorweisen, besteht hier die Möglichkeit, sie als Experten einzubinden. Falls die ganze Schülergruppe daran interessiert ist, ein Programm kennen zu lernen, kann dazu eine Informationseinheit durchgeführt werden.

Dies ist eine Gelegenheit, Schüler mit speziellen Interessengebieten (Leistungssport, PC-Spezialist, etc.) mit ihrem Expertenwissen in den Unterrichtsprozess einzubinden.

Im Hinblick auf die abschließende Präsentation werden zu einem passenden Zeitpunkt die Präsentationskriterien mit den Schülern besprochen. Vor der abschließenden Präsentation bietet es sich an, verschiedene Präsentationsformen (Power-Point Präsentation, Rollenspiel, Plakate, Interviews, etc.) vorzustellen und wiederholt kleine Präsentationen durchzuführen. So besteht die Möglichkeit, die Bewertungskriterien der Präsentation für die Schüler zu veranschaulichen und bei den Schülern zu festigen.

Eine aktive Auseinandersetzung der Schüler mit den Bewertungsaspekten ermöglicht der Einsatz einer Schülerjury (siehe Anhang Kap. III.5.1). Dabei wird die klassische Lehrer-Schüler-Rollenverteilung unterbrochen, da der Schüler selbst in die bewertende Rolle tritt. Jedes Jurymitglied gibt im Anschluss an die jeweilige Präsentation eine begründete Bewertung. Die Schüler lernen genau zu beobachten, konstruktive Kritik zu äußern und vertiefen dabei zusätzlich die Bewertungsaspekte.

5.2.1.2.4 Die Projektpräsentation allgemein

Zur Projektpräsentation stellen die jeweiligen Projektgruppen ihre Ergebnisse im Plenum vor. Sie haben dabei die Aufgabe, ihre Mitschüler fachwissenschaftlich zu informieren. Die Art der Präsentation wurde von den Schülern frei gewählt. An die Präsentation anschließend wird Raum für Fragen bzw. eine Diskussion gegeben.

5.2.1.2.5 Die Reflexion allgemein

Die Reflexion des Projektes erfolgt entweder direkt nach der projektartigen Produktuntersuchung oder abschließend nach der Durchführung des Events. Für die Durchführung der Reflexion nach Abschluss des Events spricht, dass durch eine Betrachtung des gesamten Verlaufs eine kontextbezogene Betrachtung möglich ist. Durch Einsatz von Reflexionsmethoden besteht zudem die Möglichkeit spezielle Aspekte näher zu beleuchten. Der Projektverlauf wird einleitend kurz zusammengefasst und darauffolgend wird die Reflexion von der Lehrperson angeleitet. Bei einem schriftlichen Reflexionsbogen ist es vorteilhaft, dass dabei konkrete Aussagen resultieren. Bei der Reflexion - unabhängig von der eingesetzten Methode – spricht jeder Schüler für sich und führt seine Gedanken aus. Dabei ist es wichtig, ausreichend Zeit einzuplanen, sodass kein Zeitdruck entsteht. Der gesamte Projektverlauf, der auch eine ausführliche schriftliche Reflexion beinhaltet, wird von jeder Projektgruppe in einer Projektmappe zusammengestellt.

5.2.1.3 Die Bewertung des Projektes

Die Bewertungsgrundlage bilden der Projektverlauf, die Projektpräsentation und die Projektmappe. Die Schüler werden durch Selbst- und Gruppenbeurteilung in den Beurteilungsprozess beratend miteinbezogen. In den Bewertungsbögen werden Aspekte zur Fachkompetenz, zur Methodenkompetenz, zur Personalkompetenz und zur Sozialkom-

petenz erfragt.⁵²⁶ Die Ergebnisse der verschiedenen Bewertungsbögen geben zusätzlich Einblicke in das Anspruchsdenken und das Selbstbild der Schüler. Besonders die Gruppenbewertungen stellen dabei ein wertvolles Regulativ dar. Durch die gegenseitige Beobachtung und Beurteilung der Schüler werden zudem soziale und die personale Kompetenzen trainiert.

Im weiteren Verlauf folgt die Vorstellung einer exemplarischen Durchführung der Unterrichtskonzeption „Triple F“.

⁵²⁶Die Beurteilungsbögen sind im Anhang in unter Kapitel 11.5.2 zu finden.

Die fachintegrative Unterrichtskonzeption „Triple F“

5.2.2 Ein exemplarischer Verlauf der Unterrichtskonzeption „Triple F“:

Der hier dargestellte Verlauf wurde in einer 9ten Realschulklasse durchgeführt.

Tabelle 16: Tabellarischer Überblick über den exemplarischen Verlauf der Produktuntersuchung

Phase	Inhalte und Ziele für „Triple F“	Aufgaben/ Funktion der Lehrperson	Geförderte Kompetenzen
Das Rahmenprojekt: Ein sportliches Event			
Projekt- initiative	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation zur Auseinandersetzung mit den Produkte (Werbeaussagen hinterfragen, Produkte testen, etc.) • Kennen lernen der Produktvielfalt (Infobasar mit Zeitschriften, Werbeproschüren, Produkten, etc.) • Produktauswahl funktioneller Produkte • Zusammenstellen einzelner Produktgruppen (Kartenmethode, Clusterung, Projektgruppenbildung) • Formulierung des Projektziels, Wahl/Zuteilung der betreuenden Lehrperson 	Motivation, methodische Leitung, enge Führung	methodische und soziale Kompetenzen
Projekt- planung	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitplanung in der Gruppe • Strukturierung der Vorgehensweise • Projektskizze erstellen • Arbeitspakete einteilen, Arbeitsaufträge zuteilen 	Bedarfsgerechte Unterstützung in der Planung, methodische Hilfestellung	personale, soziale und methodische Kompetenzen

Die fachintegrative Unterrichtskonzeption „Triple F“

<p>Projekt- durchführung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche über das Internet, über Marktanalyse in Geschäften, etc. • theoretische und praktische Auseinandersetzung mit relevanten Inhalten: Durchführung von Versuchen; Herstellung von Nahrungsmitteln und deren Verkostung. Vergleichende Betrachtung z.B. der Preise, der Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln und des Geschmacks. • Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse. 	<p>Bedarfsgerechte Anleitung zum selbstständigen Arbeiten, Moderation</p>	<p>personale, soziale, methodische und fachliche Kompetenzen</p>
<p>Projekt- präsentation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anschauliche Präsentation der Ergebnisse durch Power-Point Präsentationen, Plakate, Rollenspiele, etc. • Diskussion im Anschluss an die Präsentation (Prüfung des inhaltlichen Verständnisses sowie der Intensität der Auseinandersetzung mit den Inhalten) 	<p>Moderation</p>	<p>personale, soziale, methodische und fachliche Kompetenzen</p>
<p>Reflexion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auseinandersetzung mit dem Projektverlauf • Reflexionsmethoden (z.B. verbale Reflexion, schriftliche Reflexionsbögen, allgemeine Reflexion, etc.) 	<p>Moderation, methodische Leitung</p>	<p>personale, soziale und methodische Kompetenzen</p>
<p><i>Der Eventabschluss - Umsetzung der Ergebnisse</i></p>			

5.2.2.1 Das sportliche Event: „Downhill-Rollern“⁵²⁷

In der exemplarischen Durchführung wurde das Eventziel „Downhill-Rollern“ gewählt. Die Eventinitiative erfolgte projektartig, wobei die weitere Umsetzung aus zeitlichen Gründen nicht projektartig durchgeführt, sondern organisatorisch von der Lehrperson übernommen wurde.

Als Projektinitiative wurde eine Traumreise (siehe im Anhang Kap. III.1) vorgenommen, d.h. es wurde eine Geschichte vorgelesen, die die Schüler in eine Welt der konstruktiven Herausforderung entführte. Durch ein offenes Ende der Geschichte erfolgte eine aktive Einbindung der Schüler, die zur Aufgabe hatten, den weiteren Verlauf in Gruppen selbst auszugestalten und anschließend in der Klasse vorzustellen. Dabei setzten sich die Schüler zugleich mit Herausforderungen und deren Bewältigung auseinander. Innerhalb der Gruppen wurden hier unterschiedliche Sichtweisen deutlich. Die gelungene Bewältigung einer Herausforderung in der Geschichte (das Überwinden des „inneren Schweinehundes“) war die Grundlage der Planung, die Projektgruppe vor eine sportliche Herausforderung zu stellen, die gemeinsam bewältigt werden kann. Als Orientierung wurde der schulisch mögliche Rahmen hier bereits grundlegend aufgezeigt. Im weiteren Verlauf wurden Kleingruppen gebildet, die Ideen sammelten, diese in ersten Schritten ausarbeiteten und sie weitgehend als konkrete Vorschläge anschließend in der Gesamtgruppe vorstellten. Die Schüler bepunkteten die einzelnen Vorschläge daraufhin nach ihrem Interesse und der somit gewonnene Favorit wurde als Gruppenziel selektiert. Anschließend formulierten die Schüler gemeinsam unter Moderation der Lehrperson ihr Eventziel. Dieses Ziel wird im weiteren Verlauf als Eventziel anvisiert. Als nächster Schritt folgte die Eventplanung, in der die einzelnen Aufgabenbereiche geklärt werden mussten. Methodisch wurde hier das Mind-Mapping angewandt. Die Hauptäste des Mind-Maps stellten dabei die zentralen Aufgabenfelder wie Organisation, Dokumentation, Finanzen, Verpflegung/Ernährung, Bekleidung und Training dar. Da die Themen Bekleidung und Ernährung zentrale Themen des Faches *Mensch und Umwelt* darstellen, werden sie, wie bereits vorab angedacht, im Gesamtrahmen des Events von allen Schülern in einem separaten, integrierten Projekt bearbeitet. An dieser Stelle

⁵²⁷ Unter „Downhill Rollern“ wird das Herunterfahren von einem Berg auf einer ausgeschilderten Strecke (Waldwege) mit speziellen Mountain-Rollern bezeichnet. Das Downhill-Rollern wird im Schwarzwald vom Schauinsland (Berg) über eine Organisation angeboten.

begann somit das „Projekt im Projekt“. Im weiteren Verlauf der Planung und Durchführung bedarf es der klaren Unterscheidung von Eventplanung und der projektartigen Untersuchung von Produkten (Nahrungsmittel und Bekleidung). Für die Unterscheidung wurde eine visualisierte zeitliche Strukturierung sowie eine markante Symbolik mit zusätzlicher Farbgestaltung verwendet. Im weiteren Vorgehen ordneten sich die Schüler den einzelnen Planungsgruppen zu und bestritten ihr jeweiliges Aufgabenfeld.

An dieser Stelle wurde in der exemplarischen Durchführung unter zeitlichen Aspekten die projektartige Umsetzung des Rahmenprojektes unterbrochen und organisatorisch von der Lehrperson übernommen. Die projektartige Untersuchung der Produkte wird im weiteren Verlauf noch ausführlich dargestellt.

Das sportliche Event *Downhill-Rollern* wurde an einem nahe gelegenen Berg (Schauinsland) durchgeführt. Die Schüler wurden auf eigenen Wunsch mit Funktionsbekleidung ausgestattet und erreichten nach einer kleinen Wanderung den Gipfel des Berges, der den Ausgangspunkt der Downhill-Roller Strecke markierte. Durch Pulsuhren wurde der individuelle Belastungszustand jedes Schülers verfolgt. Dabei war es für die Schüler beeindruckend, dass die Herzfrequenz bei psychischen Belastungen (steiler, steiniger Weg) ebenfalls erhöht war.

Das Event als Rahmen für eine kontextgebundene Beschäftigung mit Fachinhalten zu nutzen, stellte sich als große Motivation für die Schüler dar, sich mit diesbezüglich relevanten Inhalten auseinanderzusetzen.

5.2.2.2 Die projektartige Untersuchung der Produkte

Die projektartige Untersuchung der Themen Bekleidung und Ernährung, bezogen auf das Event Downhill-Rollern, erfolgte mit dem Fokus der Produktuntersuchung. Anhand der Auseinandersetzung mit der Frage, welche Produkte sinnvoll und notwendig für den Einsatz bei einer sportlichen Unternehmung sind, setzten sich die Schüler unabwendbar mit Produkten aus den Bereichen Functional Food und Funktionstextilien auseinander.

5.2.2.2.1 Die Projektinitiative

Die Projektinitiative wurde anhand eines Infobasars gestaltet, auf dem eine Vielzahl an Produkten (Sportgetränke, Sportriegel, Energy-Drinks, nährstoffangereicherte Produkte wie Fitness Müsli, Joghurts mit Calcium- und Magnesiumzusätzen, Produkte mit Zusatzstoffen wie Gummibärchen mit L-Carnithin, Gummibärchen mit Calcium und Magnesium, etc.), Funktionsbekleidung (Gore-Tex® Jacke, Windstopper-Schal, Regenjacke, etc.), Sportartikelkataloge und weitere Informationsmaterialien ausgelegt wurden.

Die Auswahl der zu untersuchenden Produktgruppen wurde anhand der Kartenmethode getroffen. Dabei formulierten die Schüler Produkte auf Kärtchen, die ihrer Ansicht nach für das Eventvorhaben Downhill-Rollern relevant sind. Die Karten wurden an eine Stellwand gepinnt, geclustert, nach Gruppeninteresse bepunktet und anschließend ordneten sich die Schüler nach individuellem Interesse den einzelnen Produktgruppen für die weitere Untersuchung zu. Vorab wurde die Gruppengröße auf 3-4 Schüler von der Lehrperson festgelegt. Die Rolle der Lehrperson lag in der moderierenden Begleitung des Verlaufs.

Die Auswahl der weiter zu untersuchenden Produktgruppen fiel letztlich auf Sportgetränke, Energieriegel, Molke-Produkte, Zusatzstoffe und Funktionsunterwäsche. Die Formulierung des Projektziels war durch den Rahmen des sportlichen Events und der Frage, inwieweit ein Nutzen für die Umsetzung des Downhill-Rollerns vorläge, bereits festgelegt. Die Schüler formulierten demzufolge jeweils die gleiche Fragestellung im Hinblick auf ihre zu untersuchende Produktgruppe.

So lautete ein Projektziel beispielsweise; „Leisten Sportgetränke einen Beitrag zur körperlichen Fitness?“.

Zur Visualisierung des Projektverlaufs wurde ein Wandplakat erstellt, auf dem die entstandenen Produktgruppen und die jeweiligen Schüler namentlich aufgeführt wurden. Das Wandplakat blieb zur projektbegleitenden Visualisierung über die gesamte Projektdauer hängen. Auf dem Wandplakat wurde der Projektverlauf dokumentiert. Zudem wurde das Eventziel im Klassenraum aufgehängt, sodass es für den gesamten Verlauf präsent war. Den Projektgruppen wurde jeweils eine betreuende Lehrperson zugeteilt.

5.2.2.2.2 Die Projektplanung

Bevor die Projektplanung innerhalb der Projektgruppen begann, wurde mit allen Schülern der Gesamtrahmen nochmals konkretisiert. Hierbei wurden die *Fixpunkte* festgelegt und die Möglichkeit der *Metakognition* (Metainteraktion) vorgestellt. Jede Projektgruppe erstellte daraufhin ihren eigenen Projektplan, der von der betreuenden Lehrperson bewilligt werden musste. Darin waren jeweils eine zeitliche Planung sowie eine zielorientierte Strukturierung der Inhalte gefordert. Innerhalb dieser Planung waren die Schüler zeitlich flexibel. Für benötigte Versuchsmaterialien galt es rechtzeitige Absprachen mit der betreuenden Lehrperson zu treffen, die bedarfsweise auch zusätzlich kontaktiert werden konnte.

5.2.2.2.3 Die Projektdurchführung

In der Projektdurchführungsphase erfolgte eine ausgiebige Informationsbeschaffung durch Recherchen (Internet, Zeitschriften, Büchern, etc.), Markterkundungen in Geschäften, Anschreiben an Firmen, Untersuchung von Produkten durch vergleichende Betrachtung der Inhaltsstoffe, geschmackliche Vergleiche, Preisvergleiche sowie der Durchführung von Versuchen. Es wurden Materialeigenschaften (Wasserdichte, Winddichte, Wärmeisolation, etc.)⁵²⁸ textiler Materialien untersucht sowie Nachweise verschiedener Nährstoffe in Lebensmitteln (Calciumgehalt in Gummibärchen, Stärkenachweis, Eiweißnachweis, etc.)⁵²⁹ durchgeführt. Dabei wurde eng mit dem chemischen Fachbereich kooperiert, sodass die Versuche im Labor fachgerecht durchgeführt werden konnten. In der Küche wurden unterdessen Nahrungsmittel hergestellt und verkostet, die als Alternative zu käuflichen „Fitnessprodukten“ vorgesehen waren. Neben der vielseitigen Auseinandersetzung mit den Produkten der jeweiligen Produktgruppe wurden Ergebnisse dokumentiert, ausgewertet und in eine Form gebracht, in der sie zur Präsentation eingesetzt werden konnten. Ein bereits im Vorfeld von der Lehrperson angelegter Informationsordner, der neben grundlegenden Informationen zur Thematik bereits eine

⁵²⁸ Die Versuchsanleitungen sind im Anhang in Kapitel III.3.1 aufgeführt.

⁵²⁹ Die Versuchsanleitungen sind im Anhang in Kapitel III.3.2 aufgeführt.

Vorauswahl renommierter Internetadressen dieser Themenbereiche als Einstiegshilfe enthielt, wurde während des Projektverlaufs stetig erweitert.

Als zeitlicher Rahmen wurde jeweils der dreistündige MUM-Unterricht über einen Zeitraum von insgesamt drei Monaten genutzt. Die betreuenden Lehrpersonen gaben bei Bedarf Hilfestellung im Umgang mit Materialien, Versuchen oder mit den neuen Medien. Die Schüler arbeiteten räumlich flexibel in der Küche, im PC-Raum, im Labor, im MUM-Raum oder gingen nach Abmeldung kurz in eines der nahegelegenen Geschäfte. In den Fachräumen war jeweils eine Aufsichtsperson anwesend.

Die praktische Erprobung unterschiedlicher Bekleidung wurde in Form eines kleinen Ausflugs vorgenommen. An einem Vormittag startete die Gruppe mit Fahrrädern und Inline-Skates zu einem Ausflugslokal, das in etwa 10 km Entfernung zur Schule liegt. Die Schüler wurden vorab in unterschiedliche Bekleidungsgruppen eingeteilt. Eine Gruppe fuhr in Jeans und Baumwollbekleidung, eine Gruppe in Funktionsbekleidung und die dritte Gruppe in „normaler“ Sportbekleidung.

An dem Ausflugsziel⁵³⁰ gab es ein ausgiebiges Frühstück, wobei nebenbei durch einen Fragebogen die Empfindung des Bekleidungskomforts und die ernährungsbezogenen Vorlieben und Bedürfnisse erhoben wurden. Die Auswertung des Fragebogens wurde in der nachfolgenden Stunde mit den Schülern besprochen. Der Großteil der Schüler war mit einer Pulsuhr ausgestattet, wodurch der Belastungszustand anhand der Herzfrequenz verdeutlicht wurde. Durch diesen zusätzlichen Erkenntnisgewinn wurde die Motivation deutlich gestärkt.

Insgesamt wurden alle Erfahrungen des Ausflugs auf die Beobachtungen und Ergebnisse der unterschiedlichen Untersuchungen in der Schule bezogen und geeignete Entwicklungen jeweils am Wandplakat aufgeführt. Im gleichen Zeitraum wurden im Biologieunterricht biologische Grundlagen (Herz, Herz-Kreislauf, Muskel, Lunge, Blut) wiederholt und im Sportunterricht das Thema Ausdauer behandelt.

Im Hinblick auf die abschließende Präsentation wurden die Präsentationskriterien mit den Schülern besprochen und verschiedene Präsentationsformen vorgestellt (Rollen-spiel, Interview, Plakate, Power-Point Präsentation, etc.). In dieser Projektdurchführungsphase wurde vorab eine kleine Zwischenpräsentation als Fixpunkt festgelegt. Zur Vorbereitung der Präsentation wurden Materialien (Medienkoffer, Plakate, Folien, Stifte, Klebestifte, etc.) zur Verfügung gestellt, sodass vielseitige Möglichkeiten zur Veran-

⁵³⁰ Das Ausflugsziel war das Waldcafé Faller, zu welchem es nach einigen Kilometern ebener Fahrt noch einen kleinen Anstieg zu bewältigen galt.

schaulichung der Präsentationsinhalte genutzt werden konnten. Die Materialien wurden an einem Ort im Klassenraum aufbewahrt und konnten von den Schülern eigenständig genutzt werden.

Im gesamten Verlauf der Bearbeitung wurden, soweit es möglich war, kleine Präsentationen zu Übungszwecken durchgeführt. Die Zwischenpräsentation als Fixpunkt diente den Schülern zur Erprobung des Präsentierens und zur Veranschaulichung der Bewertung anhand der Präsentationskriterien. Zudem wurden die Zwischenpräsentationen jeweils von einer Schülerjury⁵³¹ bewertet. Die Jurybesetzung wurde durchgewechselt, sodass jeder Schüler auch als Jury aktiv war. Jedes Jurymitglied gab im Anschluss für die jeweilige Präsentation eine begründete Bewertung. So bestand eine weitere Möglichkeit für die Schüler, die Bewertungskriterien der Präsentation zu festigen.

5.2.2.2.4 Die Projektpräsentation

Die abschließende Präsentation der Ergebnisse wurde in den einzelnen Projektgruppen anhand verschiedener Präsentationsformen dargeboten. Zwei der Projektgruppen wählten eine Power-Point Präsentation und die drei weiteren Gruppen präsentierten anhand von Plakaten. In allen Präsentationen dienten Bilder der jeweiligen Versuche der Veranschaulichung, was den hohen Stellenwert dieser praktischen Untersuchungen für die Schüler verdeutlicht. Die Ergebnisse der Versuche wurden größtenteils anhand von Diagrammen dargestellt. Ergänzend wurde mit Overhead-Folien gearbeitet. Eine Gruppe führte zudem ein kleines Rollenspiel auf. Bei allen präsentierenden Gruppen wurden Produktbeispiele gezeigt sowie bei einigen Gruppen auch Produkte zur Verkostung angeboten. Die Gruppe Sportgetränke ließ ein selbst hergestelltes isotonische Getränk verkosten, die Gruppe Energieriegel eine eigene Kreation eines Energieriegels und die Molke-Gruppe entsprechend einen selbst gemischten Molke-Drink.

Jeweils nach der Präsentation wurde Raum für Fragen und Diskussion gegeben, der von den Schülern ausgiebig genutzt wurde. Dadurch erfolgte nochmals eine intensive Einbindung der Thematik in die Schüler betreffende Kontexte sowie ein Informationsaustausch innerhalb der gesamten Gruppe.

⁵³¹ Der Bewertungsbögen der Schülerjury finden sich im Anhang Kapitel III.5.1

5.2.2.2.5 Die Reflexion

Die Reflexion des Projektes erfolgte direkt im Anschluss an die letzten Präsentationen mit einem „Zweisatz-Feedback“, d.h. jeder Schüler formulierte in zwei Sätzen, was für ihn die wichtigsten Aspekte beim Projekt waren. Nach Abschluss des gesamten Verlaufs erfolgte eine schriftliche Reflexion. Um die einzelnen Phasen des gesamten Projektverlaufs nochmal präsent zu machen, wurden dafür einfühend Bilder gezeigt, die während des Projektes entstanden waren. Eine Reflexion über den gesamten Projektverlauf war von den Schülern zudem für die Projektmappe vorzunehmen.

5.2.2.3 Die Bewertung

Für die Bewertung des Gesamtprojektes wurden der Projektverlauf, die Projektpräsentation und die Projektmappe berücksichtigt. Die Schüler wurden durch eine Selbst- und Gruppenbeurteilung in den Beurteilungsprozess beratend mit einbezogen. In den Bewertungsbögen wurden dabei Aspekte zur Fachkompetenz, zur Methodenkompetenz, zur Personalkompetenz und zur Sozialkompetenz erfragt.⁵³² Hier wurde die Erfahrung gemacht, dass sich Schüler in der Selbstbewertung teilweise sehr kritisch und streng beurteilten. Dadurch, dass die Schüler sich in den Bewertungsprozess einbringen konnten, lag eine hohe Notenakzeptanz vor.

Für Bewertungen des Projektverlaufs, der Projektpräsentation und der Projektmappe setzten sich abschließend alle betreuenden Lehrpersonen des Projektes zusammen. Jede Lehrperson brachte Notenvorschläge für die Bewertung des Projektverlaufs sowie der Projektmappe für die von ihr betreute Projektgruppe ein. Die endgültige Projektnote für jeden einzelnen Schüler wurde auf diesen Grundlagen von dem Lehrteam gemeinsam erstellt.

⁵³²Die Beurteilungsbögen sind im Anhang in Kapitel III.5.2 zu finden.

6 Empirische Untersuchung zur Unterrichtskonzeption „Triple F“

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen der exemplarischen Durchführung der Unterrichtskonzeption „Triple F“ vorgestellt und anschließend die Ergebnisse diskutiert. Die Durchführung wurde mit Fragebögen⁵³³, die von den Schülern ausgefüllt wurden und Interviews⁵³⁴ der am Projekt beteiligten Lehrpersonen wissenschaftlich begleitet.

Der Untersuchungsgegenstand der empirischen Untersuchung⁵³⁵ war der Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zwischen der Projektgruppe (Unterrichtskonzept „Triple F“) und einer Kontrollgruppe (traditioneller Unterricht). Durch diese Evaluation sollte erfasst werden, inwieweit die Schüler nach unterschiedlicher schulpraktischer Intervention einen vergleichbaren fachwissenschaftlichen Kenntnisstand erzielen. Eine der Untersuchungsgruppen fasste Schüler zusammen, die fachintegrativ-projektartig unterrichtet wurden (*Gruppe: Projekt*). Die andere Untersuchungsgruppe setzte sich aus Schülern zusammen, die traditionell unterrichtet wurden. (*Gruppe: Kontroll*).

Die gegenüberstellende Betrachtung der fachintegrativen mit der traditionellen Vorgehensweise in einer Feldstudie⁵³⁶ ist von vielen subjektiven Faktoren (Lehrperson, Trends in der Klasse, Interessen, etc.) beeinflusst, die nicht standardisiert werden können. Die Forschungspraxis weist hier massive Umsetzungsprobleme auf. Soweit dies möglich war, wurden für das Unterrichtskonzept „Triple F“ relevante Variablen dieser Studie abgeglichen. Die Auswertung der Studie ist aus den genannten Gründen als eine Studie mit explorativem Charakter bezüglich innovativer Themenfelder zu sehen. Anhand der Ergebnisse sollen Tendenzen herausgestellt werden, die eine Entwicklungsrichtung aufzeigen.

⁵³³ Vgl. Kirchhoff, S./ Kuhnt, S./ et.al. (2001) und Bühner, M. (2004)

⁵³⁴ Vgl. Gläser, J./ Laudel, G. (2004)

⁵³⁵ Vgl. Schnell, R. (2001)

⁵³⁶ Vgl. Petersen, T. (2002)

6.1 Fragestellung und Hypothese

Die empirische Untersuchung behandelt folgende Fragestellung:

Untersuchungsfrage

Kann mit der Unterrichtskonzeption „Triple F“ bei den Schülern ein vergleichbares Fachwissen erzielt werden?

Folgende Hypothese wird in dieser Untersuchung überprüft.

Durch die fachintegrative Unterrichtskonzeption „Triple F“ wird bei den Schülern der Projektgruppe ein vergleichbarer fachwissenschaftlicher Kenntnisstand gegenüber den Schülern der Kontrollgruppe erzielt.

6.2 Untersuchungsplan

6.2.1 Erhebung der Daten

Die Erhebung der Daten erfolgte vor, während und nach der schulpraktischen Intervention durch Fragebögen, die von den Schülern ausgefüllt wurden.⁵³⁷ Im Anschluss an den gesamten Verlauf wurden die Lehrpersonen, die den projektartigen Verlauf begleiteten, leitfadengestützt interviewt.⁵³⁸

In Abbildung 44 wird ein Überblick zum zeitlichen Verlauf der Untersuchung gegeben. Die Durchführung der wissenschaftlichen Untersuchung wird in Abschnitt 6.4 noch ausführlich dargestellt.

Zum Zeitpunkt T1 wurde der Kenntnisstand der Schüler beider Untersuchungsgruppen (Projektgruppe und Kontrollgruppe) erhoben (siehe Anhang, Kap. IV.1, Fragebogen 1). Die Schüler der Kontrollgruppen bearbeiteten nach der ernährungswissenschaftlichen Unterrichtseinheit (EW) den Fragebogen mit ernährungswissenschaftlichen Fragen (siehe Anhang, Kap. IV.1, Fragebogen 2) und nach der textilwissenschaftlichen Unterrichtseinheit (TW) entsprechend den Fragebogen mit textilwissenschaftlichen Fragen

⁵³⁷ Vgl. Kirchhoff, S./ Kuhnt, S./ et.al. (2001)

⁵³⁸ Vgl. Gläser, J./ Laudel, G. (2004)

(siehe Anhang, Kap. IV.1, Fragebogen 3). Beide Fragebögen wurden zum Zeitpunkt T2 von beiden Gruppen bearbeitet. In der schulpraktischen Intervention der Projektgruppe wurden beide Unterrichtseinheiten (TW und EW) fachintegrativ unterrichtet. Im Anschluss daran (Zeitpunkt T2) wurde von diesen Schülern ein Fragebogen bearbeitet, der die textil- und die ernährungswissenschaftlichen Kenntnisse erfasste. Zum Zeitpunkt T3 (einen Monat später) wurde in allen Untersuchungsgruppen ein weiterer Fragebogen bearbeitet (siehe Anhang, Kap. IV.1, Fragebogen 4). Abschließend wurden die am Projekt beteiligten Lehrpersonen leitfadengestützt interviewt (siehe Kap. 6.4.4 sowie im Anhang, Kap. IV.3).

Untersuchungsplan - Erhebung der Daten

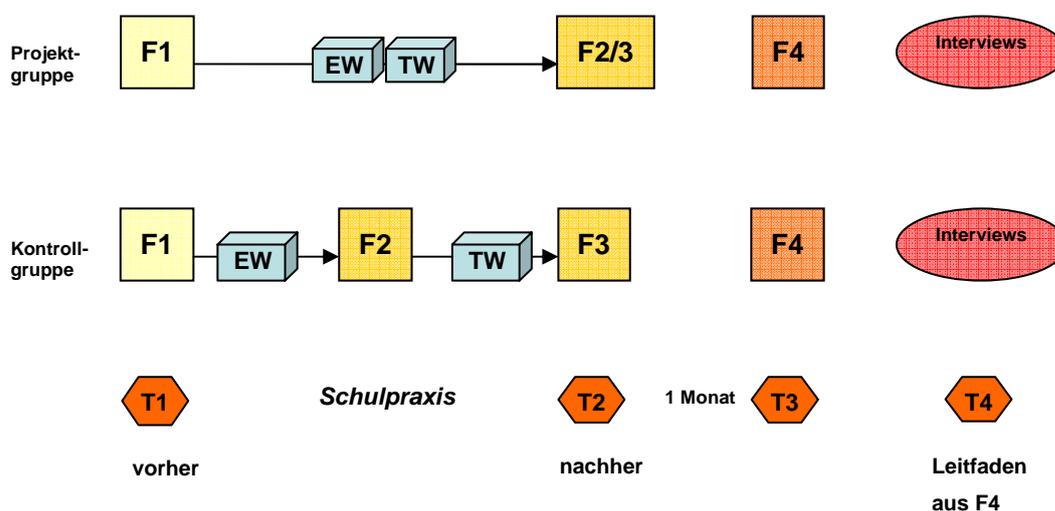


Abb. 44: Übersicht über die Erhebung der Daten

Legende:

F	Fragebögen:
F1:	Fachwissenschaftliche Inhalte (Ernährungs- und textilwissenschaftlich) - vorher
F2:	Textilwissenschaftliche Inhalte - nachher
F3:	Ernährungswissenschaftliche Inhalte - nachher
F4:	Anwendungsbezogene Inhalte
TW	Textilwissenschaftliche Inhalte
EW	Ernährungswissenschaftliche Inhalte
T1	Zeitpunkt zum Untersuchungsbeginn (Schuljahresbeginn)
T2	Zeitpunkt nach der schulpraktischen Bearbeitung beider Themenbereiche
T3	ein Monat nach Abschluss der letzten Unterrichtseinheiten zu diesen Themen
T4	nach Abschluss der schulschraktischen Interventionen

6.2.2 Methode

Zur Erhebung der Daten wurden – wie vorab bereits erwähnt - zwei verschiedene Methoden durchgeführt. Einerseits wurden Daten durch Fragebögen erhoben und die Auswertung anschließend mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS⁵³⁹ vorgenommen. Dabei wurde die Auswertung der Ergebnisse aus den Fragebögen von zwei Lehrkräften vorgenommen (Inter-Rater-Korrektur) und abweichende Werte wurden entsprechend gemittelt.⁵⁴⁰

Andererseits wurden die an der fachintegrativen Unterrichtskonzeption beteiligten Lehrkräfte im Anschluss an das Event dazu interviewt. Dafür wurde ein leitfadengestütztes Interview durchgeführt, aufgezeichnet und anschließend ausgewertet. Eine qualitative Auswertung der Interviews schien bei der Anzahl von nur zwei Lehrpersonen nicht angebracht.⁵⁴¹

6.2.3 Stichprobe

Als Auswahlkriterium für die Untersuchungsgruppen galt, dass die beteiligten Schulen jeweils Versuchsschulen des neuen Bildungsplans (Bildungsplan 2004) sein mussten, damit die für die Unterrichtskonzeption relevanten Lerninhalte bereits in Klasse 9 unterrichtet werden. Die gewählte Stichprobe umfasste somit 44 Schüler, die zum Untersuchungszeitpunkt alle eine neunte Klasse einer Realschule in Baden-Württemberg besuchten. In der Projektgruppe befanden sich 19 Schüler und in der Kontrollgruppe 25 Schüler. Die Kontrollgruppe setzte sich aus MUM-Schülern dreier verschiedener Klassen zusammen.

Die Schüler der Projektgruppe besuchten eine Stadtschule einer mittelgroßen Stadt (210 000 Einwohner). An dieser Schule befindet sich auch eine der Kontrollgruppen. Die anderen beiden Kontrollgruppen besuchten eine Stadtschule einer anderen mittelgroßen Stadt (308 000 Einwohner).

⁵³⁹ SPSS: Statistical Product and Service Solution Version 14.0

⁵⁴⁰ Vgl. Kirchhoff, S./ Kuhnt, S./ et.al. (2001) und Bühner, M. (2004)

⁵⁴¹ Vgl. Schnell, R. (2001)

In Tabelle 17 wird der Vergleich der Untersuchungsgruppen *Projekt* und *Kontroll* bezüglich der Voraussetzungen dargestellt. Die Zusammensetzung der Gruppen ist hinsichtlich der Geschlechterverteilung und des Alters nicht signifikant unterschiedlich. Die Projektgruppe umfasst 11 Schülerinnen und 8 Schüler, in der Kontrollgruppe sind 14 Schülerinnen und 11 Schüler. Der Altersdurchschnitt beträgt in der Projektgruppe 15,11 Jahre und in der Kontrollgruppe 14,76 Jahre. Hinsichtlich der Sportlichkeit der Schüler lässt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied nachweisen. Die Schüler der Projektgruppe ordnen sich auf einer Werteskala von eins bis sechs (1 = sehr sportlich; 6 = nicht sportlich) im Mittel bei 2,63 ein, Schüler der Kontrollgruppe durchschnittlich bei 2,48. Die Anzahl der Tage, an welchen die Schüler sich sportlich betätigen wird bei der Projektgruppe im Mittel von 3,37 Tagen angegeben, in der Kontrollgruppe liegt diese Angabe bei 3,18 Tagen.

Tabelle 17: Vergleich der Voraussetzungen der Projekt- und der Kontrollgruppe

	Kontroll	Projekt	Gesamt	
Geschlechterverteilung	männlich	11	8	19
	weiblich	14	11	25
	Gesamt	25	19	44
Mittelwerte von Alter [Jahre]	14,76	15,11		
Tage/Woche Sport [Tage]	3,18	3,37		
Sportlichkeit Werteskala	2,48	2,63		
	1= sehr sportlich, 6= nicht sportlich			

6.2.4 Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

Die Lehrpersonen der teilnehmenden Gruppen sind alle bereits einige Jahre im Schuldienst und bringen Erfahrung in die Unterrichtspraxis mit ein. Alle Lehrkräfte erhielten aktuelle fachwissenschaftliche Unterlagen zu den innovativen Themenfeldern (Functional Food, Funktionstextilien) als Unterstützung der Unterrichtsgestaltung. Experimentelle Unterrichtsmaterialien wurden gemeinsam mit einer Gruppe Studierender für den Einsatz in dieser Studie erarbeitet und standen den Untersuchungsgruppen zur Verfügung. Allen Gruppen (Projekt- und Kontrollgruppen) stand eine begleitende Betreuung für aufkommende Fragen zur Verfügung. Ebenso wurden allen Lehrkräften Produktbeispiele (Speedo Schwimmanzug, Airvantage Jacke, Hyper Gum⁵⁴² etc.) als Demonstrationmaterial zur Verfügung gestellt. Die didaktische Gestaltung war den Lehrkräften freigestellt.

6.2.5 Fragebogengestaltung

Die Fragebögen umfassen jeweils zwei bis vier DIN A4 Seiten. Bei den Fragestellungen wurde eine Mischform von geschlossenen und offenen Fragen gewählt, da entsprechend der geforderten Inhalte ein passender Fragetyp erforderlich war.⁵⁴³

Die gewählte Skala für die geschlossenen Fragen ist in einer geraden Zahl gehalten, um eine klare Tendenz in der Beantwortung zu erhalten. Die Daten liegen für die Auswertung in Form von ordinalskalierten und intervallskalierten Daten vor.

⁵⁴² Gummibärchen mit Zusatz von L-Carnitin

⁵⁴³ Bühner, M. (2004)

6.3 Durchführung

Die Feldstudie erfolgte im Schuljahr 2005/06 auf den Zeitraum von September 2005 bis Mai 2006. Die Untersuchung befasste sich mit dem Vergleich zweier Schülergruppen, die jeweils eine schulpraktische Intervention zu den Themen Funktionstextilien und Functional Food durchlaufen haben. Eine Gruppe wurde fachintegrativ-projektartig unterrichtet (Gruppe: *Projekt*) und die Schüler der anderen Gruppe erfuhren traditionellen Unterricht (Gruppe: *Kontroll*). Die projektartige Vorgehensweise folgte dem fachintegrativen Unterrichtskonzept „Triple F“.

Zum Schuljahresbeginn (T1) wurde von allen an der Studie beteiligten Schülern ein Fragebogen ausgefüllt, womit der Kenntnisstand der Schüler zu den geplanten Inhalten erfasst wurde (F1). Im weiteren Verlauf wurden in den Kontrollgruppen jeweils die Themen Funktionstextilien bzw. Functional Food unterrichtet. Im Anschluss an diese Unterrichtseinheit folgte die Aufgabe, den entsprechenden Fragebogen (F2 bzw. F3) auszufüllen. Anschließend wurde die jeweils noch ausstehende Einheit unterrichtet und daraufhin entsprechend der noch fehlende Fragebogen ausgefüllt.

Methodische Mittel des traditionellen Unterrichts waren u.a. Lehrervortrag, Schüler-Lehrer-Gespräch und Kurzreferate. Die Schüler erhielten Arbeitsblätter, die sie eigenständig bearbeiteten. Einige Themen wurden praktisch durch Experimente bzw. die Anfertigung von Produkten (Fitnessdrink, Energieriegel) erarbeitet.

In der Projektgruppe wurden die beiden Themen fachintegrativ unterrichtet. Nach der schulpraktischen Intervention bearbeiteten die Schüler der Projektgruppe die Fragebögen 2 und 3. Einen Monat, nachdem die Schüler jeweils den letzten Fragebogen ausgefüllt hatten, galt es, den anwendungsbezogenen Fragebogen (F4) abschließend zu bearbeiten. In diesem letzten Fragebogen wurden Transferfragen zum vorab erworbenen Wissen gestellt.

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung vorgestellt und abschließend diskutiert.

6.4 Ergebnisse

6.4.1 Kodierung und Auswertungsverfahren

Da es sich in dieser Studie um eine relativ kleine Untersuchungsgruppe handelt, ist es schwierig, Signifikanzen herauszustellen. Die Studie ist unter explorativem Charakter zu sehen. In den fachwissenschaftlichen Fragestellungen wurden jeweils die Einzelitems der Untersuchungsgebiete (Functional Food⁵⁴⁴, Funktionstextilien⁵⁴⁵, allgemeine themenbezogene Fragen⁵⁴⁶) zusammengefasst und in einem Prä-Post-Vergleich zwischen den Gruppen (Projekt- und Kontrollgruppe) in ihrer Ausprägung verglichen.⁵⁴⁷

Die Variablen der wissenschaftlichen Untersuchungsbereiche (Functional Food, Funktionstextilien und themenbezogenes Allgemeinwissen) werden jeweils in einem Prä-Post-Vergleich kovarianzanalytisch betrachtet.⁵⁴⁸ Der Vergleich der einzelnen Wissensgebiete sowie der Gesamtvergleich werden im Nachfolgenden dargestellt.

6.4.2 Auswertung des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zu den untersuchten Themen

Die Überprüfung der Eingangsvoraussetzungen ergab (siehe Abb. 45-49, Zeitpunkt vorher) dass der Kenntnisstand vor der schulpraktischen Intervention in der Projektgruppe und in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede aufwies.⁵⁴⁹ Weitere Daten der statistischen Auswertung sind im Anhang, Kapitel IV.2 angeführt.

⁵⁴⁴ Siehe im Anhang, Kapitel IV.1, Fragebogen 1: 3. Fragen zur Ernährung (Fragen 3.1 bis 3.13) sowie Fragebogen 2: 2. Fragen zur Ernährung (Fragen 2.1 bis 2.12)

⁵⁴⁵ Siehe im Anhang, Kapitel IV.1, Fragebogen 1: 2. Fragen zur Bekleidung (Fragen 2.1 bis 2.6) sowie Fragebogen 3: 2. Fragen zur Bekleidung (Fragen 2.1 bis 2.9)

⁵⁴⁶ Siehe im Anhang, Kapitel IV.1, Fragebogen 1: 4. Allgemeine Fragen (Fragen 4.1 bis 4.7) sowie Fragebogen 2 und 3: 3. Allgemeine Fragen (Fragen 3.1 bis 3.2)

⁵⁴⁷ Vgl. Kirchhoff, S./ Kuhnt, S./ et.al. (2001) und Bühner, M. (2004)

⁵⁴⁸ Vgl. Zöfel, P. (2003), S. 214

⁵⁴⁹ Zöfel, P. (2003); Bühner, M. (2004)

Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Functional Food

Die Schüler der Projektgruppe wiesen vor der Intervention einen etwas geringeren Wissensstand als die Schüler der Kontrollgruppe auf. Der fachwissenschaftliche Kenntnisstand der Schüler bezüglich der Thematik Functional Food ist nach der Unterrichtsintervention zwischen den Untersuchungsgruppen nicht signifikant unterschiedlich, wobei die Projektgruppe einen geringfügig höheren Kenntnisstand als die Kontrollgruppe aufweist. Insgesamt lässt sich aus den Daten (siehe Anhang Kap. IV.2) die Tendenz erkennen, dass bezüglich des Wissenszuwachses der beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied vorliegt. Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,081.

($F= 3.2$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p > 0.05$)

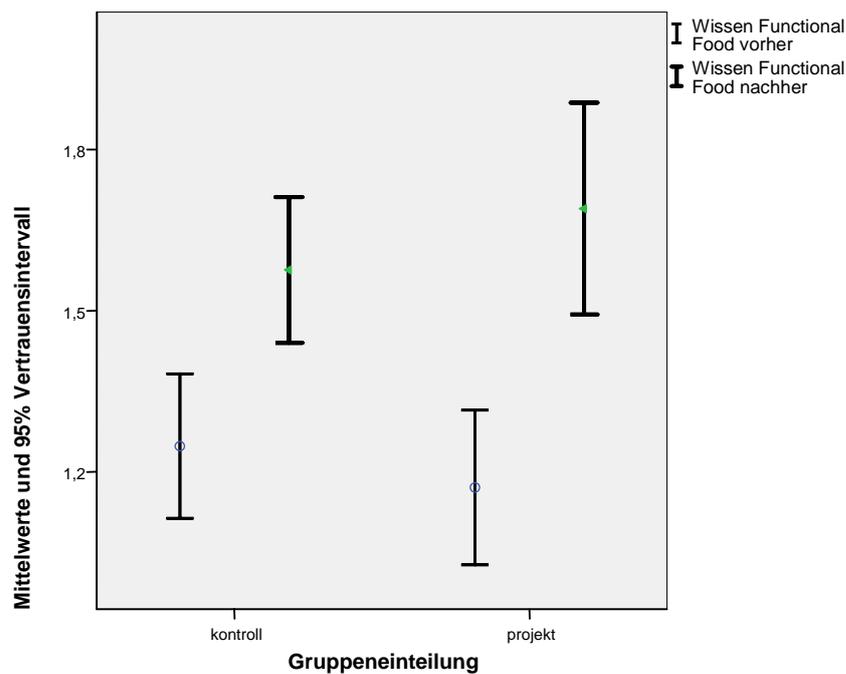


Abb. 45: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes zum Thema Functional Food

Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Funktionstextilien

Die SchülerInnen der Projektgruppe wiesen vor der schulpraktischen Intervention einen etwas höheren Wissensstand hinsichtlich der Thematik Funktionstextilien auf, als die Schüler der Kontrollgruppe. Der fachwissenschaftliche Kenntnisstand der Schüler bezüglich des Themenfeldes Funktionstextilien ist nach der Unterrichtsintervention zwischen den Untersuchungsgruppen ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich. Insgesamt lässt sich aus den Daten (siehe Anhang, Kap. IV.2) die Tendenz ersehen, dass bezüglich des Wissenszuwachses der beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied vorliegt.

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,320.

($F= 1.014$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p > 0.05$)

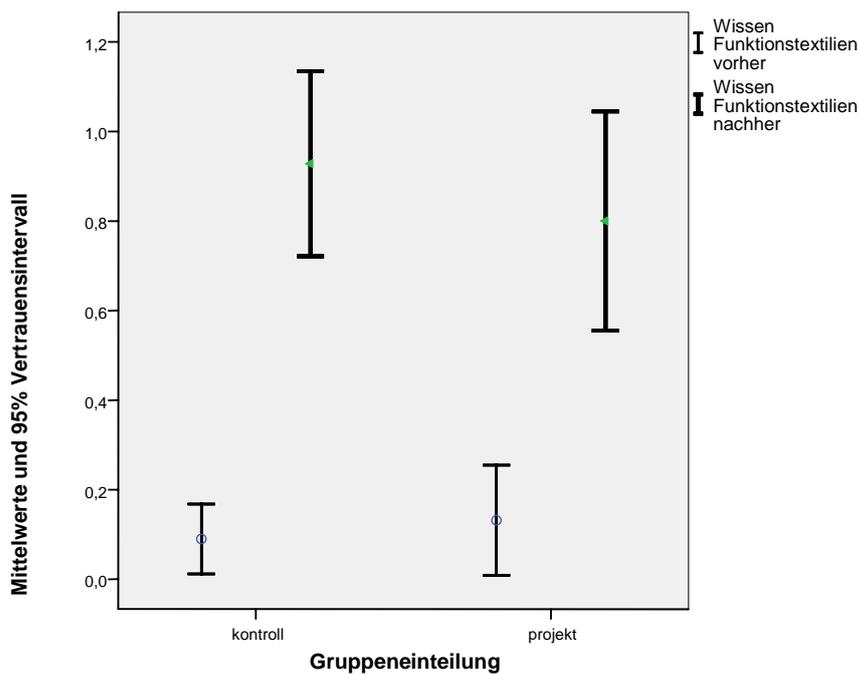


Abb. 46: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes zum Thema Funktionstextilien

Vergleich des Kenntnisstandes der Schüler zu allgemeinen themenbezogenen Fragen

Der allgemeine themenbezogene Kenntnisstand (AW) der Schüler bezüglich Fitness und Gesundheit ist vor der Unterrichtsintervention nicht signifikant unterschiedlich. Die Schüler der Projektgruppe wiesen vor der Intervention einen geringeren Wissensstand auf. Der Kenntnisstand AW der Schüler ist nach der Unterrichtsintervention zwischen den Untersuchungsgruppen signifikant unterschiedlich. Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,008.

($F= 7.8$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p < 0.05$)

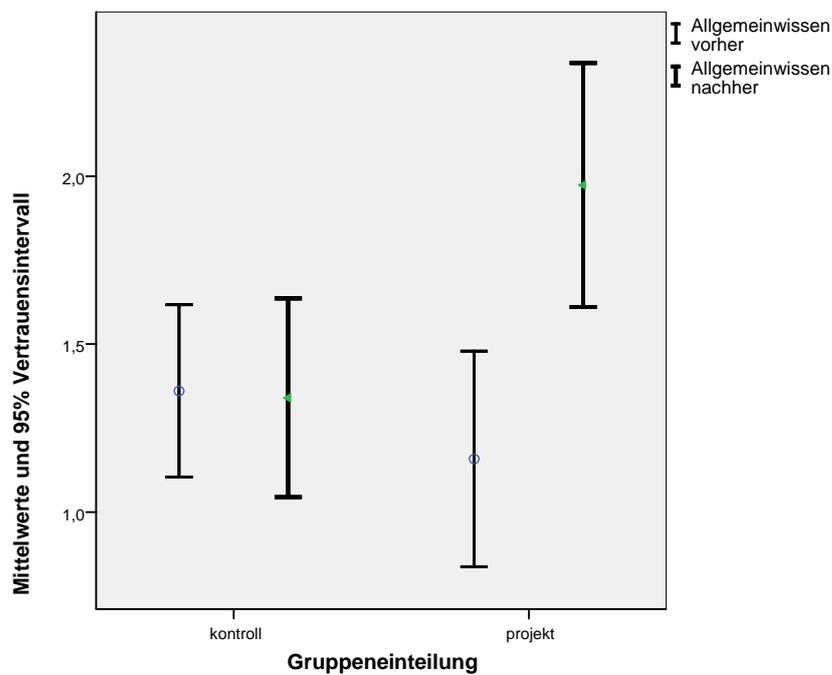


Abb. 47: Vergleich des Kenntnisstandes zu allgemeinen themenbezogenen Fragen

Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler (Functional Food und Funktionstextilien)

Der fachwissenschaftliche Kenntnisstand der Schüler ist vor der Unterrichtsintervention nicht signifikant unterschiedlich. Die Schüler der Projektgruppe wiesen vor der Intervention einen geringeren Wissensstand auf. Der fachwissenschaftliche Kenntnisstand der Schüler ist nach der Unterrichtsintervention zwischen den Untersuchungsgruppen ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich. Die Schüler der Projektgruppe weisen einen etwas höheren Kenntnisstand auf. Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,959.

($F= 0.003$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p > 0.05$)

In der Gesamtbetrachtung hinsichtlich der fachwissenschaftlichen Bereiche Functional Food und Funktionstextilien lässt sich zwischen den beiden Untersuchungsgruppen im Prä-Post-Vergleich kein signifikanter Unterschied ersehen.

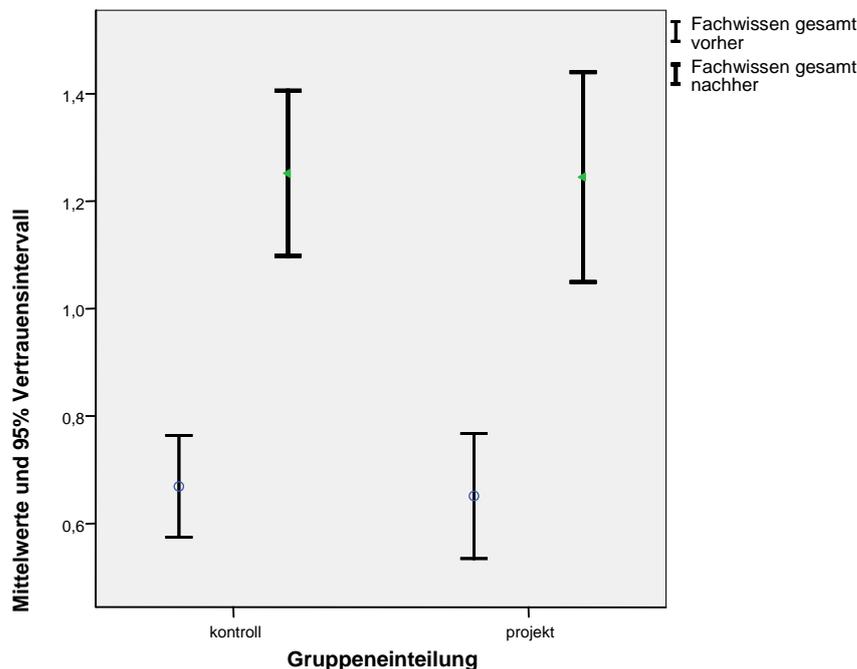


Abb. 48: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes (Functional Food und Funktionstextilien)

Vergleich des Kenntnisstandes der Schüler Gesamt (Fachwissen und Allgemeinwissen)

Im Prä-Post-Vergleich der Summe des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes beider Themen (Functional Food und Funktionstextilien) und des Kenntnisstandes im Bereich allgemeiner themenbezogener Fragen lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Projektgruppe und der Kontrollgruppe zugunsten der Projektgruppe feststellen.

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,050.

($F= 4.075$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p= 0.05$)

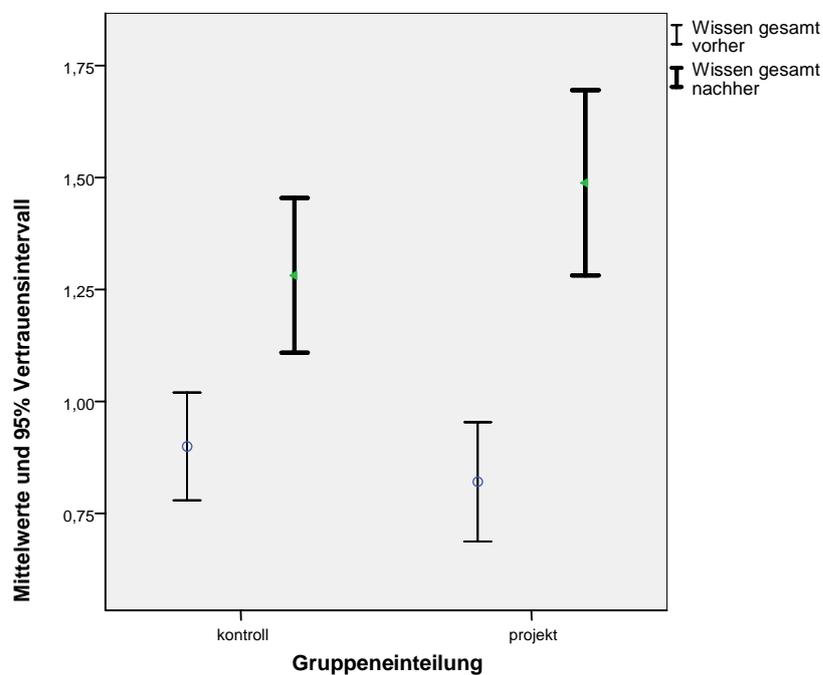


Abb. 49: Vergleich des Kenntnisstandes Gesamt (Fachwissen und Allgemeinwissen)

6.4.3 Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der vergleichenden Betrachtungen werden im folgenden Abschnitt interpretiert.

Der Prä-Post-Vergleich zwischen den beiden Untersuchungsgruppen weist hinsichtlich der einzelnen Themen unterschiedliche Ergebnisse auf. Der Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes bezogen auf das Thema Functional Food zeigte einen leicht höheren Kenntnisstand der Kontrollschüler gegenüber den Projektschülern auf (siehe Abb. 45). Bei beiden Gruppen konnte ein Zugewinn an Kenntnissen nach der schulpraktischen Intervention verzeichnet werden. Die Schüler der Projektgruppe weisen nach der Intervention einen höheren Kenntnisstand zum Thema Functional Food auf, als die Schüler der Kontrollgruppe. Der stärkere Kenntniszugewinn bei den Projektschülern lässt sich auf die individuelle Auseinandersetzung mit dem Thema, auf die sehr praxisbezogene Einbindung der Fachinhalte/Lerninhalte⁵⁵⁰ (projektartiges Arbeiten, Versuche) sowie auf die Erfahrung am eigenen Körper beziehen (Rad-/Inlineausflug). Auch bei den Kontrollschülern erfolgte ein Kenntniszugewinn, jedoch nicht in gleichem Maße wie bei den Projektschülern.

Die Auswertung zum Thema Funktionstextilien ergibt einen in etwa vergleichbaren Kenntnisstand beider Untersuchungsgruppen. Dieser liegt vor der schulpraktischen Intervention bei den Projektschülern etwas höher, nachher dagegen bei den Kontrollschülern etwas höher. Bei der Kontrollgruppe ist somit ein höherer Kenntniszugewinn zu verzeichnen.

Dieses Ergebnis lässt sich aus dem konkreten Projektverlauf erklären. In der projektartigen Erarbeitung hatte nur eine Schülergruppe in der Produktuntersuchung den Schwerpunkt Funktionstextilien gewählt. Die Kenntnisse der gesamten Projektgruppe begründeten sich somit auf die allgemeinen Informationen im Rahmen der fachintegrativen Unterrichtskonzeption (Vorstellung von Materialien zu Beginn, Auseinandersetzung und teilweise persönliche Erfahrungen beim Tragen der Funktionstextilien, beim Rad-/Inlineausflug, etc.⁵⁵¹) sowie auf die Präsentation der Schülergruppe Funktionstextilien.

⁵⁵⁰ Siehe Kap. 3.4.4, S. 45-47

⁵⁵¹ Der Zeitpunkt der Bearbeitung des Fragebogens Funktionstextilien lag vor dem abschließenden Event Downhill-Rollern. Eine Datenerhebung zu den jeweiligen Themen nach Durchführung des Downhill-

Eine Ursache, warum Funktionstextilien nicht von mehreren Schülergruppen untersucht wurden, stellte möglicherweise der Umstand dar, dass den Schülern Produkte aus dem Themengebiet Functional Food leichter zugänglich waren. Dabei spielte die Motivation, eine Verkostung durchführen zu können, für einige Schüler eine entscheidende Rolle. Das Interesse der Schüler, bezogen auf die Funktionstextilien, schien dennoch gegeben. In Anbetracht dieser Hintergründe ist der vergleichbar gute Kenntnisstand beider Gruppen nach der Intervention als ein positives Ergebnis für die Projektschüler zu deuten.

Die Ergebnisse der allgemeinwissenschaftlichen Fragen hinsichtlich Gesundheit und Fitness (siehe Anhang, Kap. IV.2) weisen zum Ausgangszeitpunkt bei den Projektschülern einen etwas geringeren Kenntnisstand gegenüber den Kontrollschülern auf (siehe Abb. 47). Die Projektschüler zeigen nach der schulpraktischen Intervention einen starken Kenntniszugewinn, wohingegen der Kenntnisstand der Kontrollschüler nahezu unverändert blieb. Die Ergebnisse der allgemeinen themenbezogenen Fragen lassen sich dahingehend interpretieren, dass die Projektschüler eine bessere Einbindung der Lerninhalte in die allgemeinen Zusammenhänge vornehmen können (siehe Kap. 3.4.4). Damit würde der Ansatz bestärkt, dass themenbezogenes, projektartiges Arbeiten die ganzheitliche Sichtweise verfolgt und daraufhin Lerninhalte in einem besseren Anwendungsbezug vorliegen (siehe Kap. 3.4.3). Bei den Kontrollschülern steht im Raum, inwieweit der Kenntniszugewinn der fachwissenschaftlichen Inhalte von ihnen angewandt und umgesetzt werden kann, oder ob die Inhalte weitgehend als isoliertes („träges“) Wissen vorliegen.

Eine ganzheitliche Sichtweise ist besonders unter dem Aspekt der Entwicklung von Handlungskompetenz in den Vordergrund zu stellen.

Die Betrachtung der beiden fachwissenschaftlichen Themen zusammengefasst zeigt einen ähnlichen Kenntnisstand beider Untersuchungsgruppen vorher und nachher. Im Hinblick auf den häufigen Vorwurf an die Projektarbeit - es würde dabei kein fachwissenschaftlicher Zugewinn erzielt - stellt dies ein positives Ergebnis dar.

Betrachtet man den Gesamtvergleich der fachwissenschaftlichen und allgemeinwissenschaftlichen Inhalte, so kann die Ausgangshypothese - *Durch die fachintegrierte Unterrichtskonzeption „Triple F“ wird bei den Schülern der Projektgruppe ein vergleichbarer fachwissenschaftlicher Kenntnisstand gegenüber den Schülern der Kontrollgruppe*

Rollens wäre ein weiterer interessanter Aspekt der untersucht werden kann. Es läßt vermuten, dass ein verbesserter Anwendungsbezug vorläge.

erzielt - bestätigt werden. Es läßt sich sogar ein höherer Kenntniszugewinn zugunsten der Projektgruppe konstatieren. Im Hinblick auf den Gesamtzusammenhang weisen die Projektschüler somit bessere Ergebnisse vor. Gemäß den allgemeinen Tendenzen sollten der Kontext- und Anwendungsbezug stärker in den Fokus genommen werden.

Insgesamt zeigen die Untersuchungsergebnisse, dass bei beiden Untersuchungsgruppen fachwissenschaftliche Kenntnisse beider Themen verbessert wurden. Die Projektschüler erzielten zudem einen starken Kenntniszugewinn bezogen auf allgemeinwissenschaftliche Fragen, was auf einen verbesserten Anwendungsbezug schließen lässt. Damit weisen die Projektschüler im Vergleich mit den Kontrollschülern ein besseres Gesamtergebnis auf.

Neben den Fragebögen wurden weitere Daten in Form von Interviews der am Projekt beteiligten Lehrpersonen erhoben, die im nachfolgenden Abschnitt inhaltlich aufgeführt werden.

6.4.4 Auswertung der Interviews

Um die entwickelte Unterrichtskonzeption „Triple F“ rückblickend zu prüfen, wurden die am Projekt beteiligten Lehrpersonen hinsichtlich der gewählten Themen des Bildungsplans und des integrativen Vorgehens interviewt. Die Interviews wurden leitfadengestützt⁵⁵² durchgeführt, wobei die Daten auditiv erfasst und anschließend transkribiert wurden. Die interviewten Lehrkräfte werden als Lehrkraft 1 (L1) und Lehrkraft 2 (L2) aufgeführt. Der Leitfaden für die Fragestellungen findet sich im Anhang (siehe Kap. IV.3).

Die Auswertung der Interviews erfolgte in Form einer zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse. Eine qualitative Auswertung dieser Daten wäre aufgrund der geringen Probandenzahl nicht aussagekräftig. Dennoch bringen die Ergebnisse der Interviews Aspekte hervor, die für die weitere Auseinandersetzung mit fachintegrativer themenbezogener Konzeptionen und der Unterrichtskonzeption „Triple F“ speziell, nützlich sind. Während des Interviews wurden die Fragestellungen anhand des Leitfadens verfolgt, wobei die Reihenfolge der Fragen im Gesprächsverlauf variieren konnte. Aussagen der beiden separat geführten Interviews werden jeweils hinsichtlich einer Fragestellung gemeinsam aufgeführt.

Fragen zu den Themen

(1) Sind nach Ihrer Meinung die Themen Functional Food und Funktionstextilien für Jugendliche relevant?

(2) Wie finden Sie die Themen Functional Food und Funktionstextilien für den MUM-Unterricht?

L1 hält das Thema Functional Food für die Schüler als sehr ansprechend, da die Schüler in vielen Lebensbereichen darauf stoßen. Functional Food sind in jedem Supermarkt und nahezu an jeder Tankstelle erhältlich. Zudem besuchen viele Schüler Fitnessstudios in welchen besonders Sportgetränke und Fitnessriegel angepriesen werden. L1 bemerkt zudem, dass Schüler neue Produkte häufig nicht hinterfragen, sondern diese alleine schon konsumieren, weil sie anders aussehen und dadurch interessant sind. L1 erachtet es als wichtig, diese Themen im Unterricht zu behandeln und auch den Hintergrund

⁵⁵² Gläser, J./Laudel, G. (2004), S. 107ff

aufzuklären. Auch in den neuen Lehrbüchern werden diese „neuen Getränke“ speziell behandelt. „Dass man sozusagen, wie`s der *Bildungsplan ja auch verlangt*, zum mündigen Verbraucher erziehen soll. Und das geht ja nur, indem sie das analysieren und selber mal getestet haben.“⁵⁵³

Bezüglich der Thematik Funktionstextilien ist L1 geteilter Meinung. Für den Sportbereich sieht sie dabei hohe Relevanz besonders der Funktionstextilien, wobei ihrer Meinung nach hier ein geschlechtsspezifischer Unterschied in der Interessenslage vorliegt. Jungen, die aktiv Sport betreiben, wissen zumeist, welche Materialien dafür geeignet sind. Mädchen legen dagegen vorwiegend Wert auf Schnitt, Form und Farbe. Im Bildungsplan der neunten Klasse sind Funktionstextilien vorgesehen und L1 hält es für wichtig, dass alle Jugendlichen über die neuen zukunftssträchtigen Fasern und die innovativen Kombinationen Bescheid wissen. Einen weiteren Bereich sieht L1 in der Militärbekleidung, die für extreme Bedingungen (Wüste, Kälte, etc.) hochfunktionell ausgestattet ist.

Die Bedeutung dieser Themen liegt für L2 besonders in der Erziehung zum „mündigen Verbraucher“. Der Schwerpunkt sollte dabei auf einer kritischen Auseinandersetzung hinsichtlich der Werbung und der Notwendigkeit von Produkten liegen. Hinsichtlich der Funktionsbekleidung stellen für sie neben finanziellen Aspekten besonders die Nachhaltigkeit bzw. Wiederverwertung wichtige Themen dar.

Fragen zum Integrativen Vorgehen

(3) *Wie finden Sie die fachintegrative Konzeption?*

(4) *Welche Vorteile/Stärken sehen Sie darin?*

(5) *Welche Nachteile/Schwächen sehen Sie darin?*

(6) *Wie finden Sie das (projektartige) fachintegrative Vorgehen?*

Im Großen und Ganzen sieht L1 die Unterrichtskonzeption als sehr gelungen an. Man kann ihrer Meinung nach die beiden Themengebiete sehr gut miteinander verbinden. „Die Schüler hatten anfangs ein bisschen Schwierigkeiten, den roten Faden zu finden, bzw. zu überschauen, was das miteinander zu tun hat.“⁵⁵⁴ Ihr scheint es wichtig, einen überschaubaren Zeitrahmen zu wählen. In der Durchführung, über ein halbes Jahr, war der Motivationsfaden bei einigen Schülern womöglich aus diesem Grunde unterbrochen. Günstiger wäre somit ein kürzerer Zeitrahmen.

⁵⁵³ Lehrkraft 1

⁵⁵⁴ Lehrkraft 1

L1 sieht das Konzept als schlüssig an, u.a. weil es in der inhaltlichen Gewichtung gut verteilt ist. Es waren keine Bereiche überbewertet oder überstrapaziert. „Wenn ich mich sportlich betätige, muss ich ja meine Kleidung und mein Essen danach ausrichten.“⁵⁵⁵ Gerade diese Kombination ist ihrer Ansicht nach gelungen und aus diesem Grund hält sie es für ein stimmiges Konzept, dem sie sich vollständig anschließen kann. Für L2 war diese Kombination nicht außergewöhnlich, da es von ihr eigentlich als normal angesehen wird, dem kritischen Umgang mit Alltagssituationen einen hohen Stellenwert zu geben.

Eine Stärke der Vorgehensweise sieht L1 besonders im methodischen Lernen, wobei selbstständiges Arbeiten und Experimentieren besonders gefördert würden. Die Schüler lernen dadurch Bereiche des realen Lebens unter anderen Aspekten neu kennen. Schüler beschäftigen sich mit den wissenschaftlichen Hintergründen, lernen zu dokumentieren, analysieren und experimentieren. Folgende Aussagen von L1 verdeutlichen den Lernzuwachs. „*Gerade bei der Mädchengruppe habe ich das am Ende bemerkt, dass die das wirklich interessiert hat. [...] Die haben wirklich alles versucht, auch nachzuforschen. Das fand ich sehr gut. [...] Sie haben gelernt zu dokumentieren, ein Experiment durchzuführen, das dann nochmal zu analysieren und aufzuschreiben. [...] Sie haben bei diesem Projekt gelernt, die Sachen im Kontext zu sehen. Sonst hat man nur `nen kleinen Ausschnitt, z.B. die Brennprobe und fertig war's. Aber hier hatten sie den ganzen Zusammenhang.*“

Nach Ansicht von L1 lernen die Schüler in der projektartigen Arbeitsweise zudem Personalkompetenz und Sozialkompetenz. Einige Schüler hatten in dem Projekt echte Schwierigkeiten im Team. L1 sieht in dem projektartigen Arbeiten eine sehr geeignete Unterrichtsmethode für den MUM-Unterricht, die bereits zunehmend eingesetzt wird. Einen Lernzuwachs, der dem Projekt zuzuschreiben ist, sieht L1 beispielsweise bei Schüler L. in seinem Präsentationsverhalten. Anfangs wurde er bei Präsentationen rot und fing an zu stottern. Nachdem dieser mehrfach vor der Gruppe sprechen musste, hat er letztlich in seiner Präsentation völlig frei und flüssig gesprochen. Auch Schüler M. sei viel sicherer geworden, Inhalte vor der Gruppe zu präsentieren. L2 sieht Vorteile in der freien Themenwahl der Schüler, die damit ihrem Interesse folgen können. Das methodische Vorgehen und der kritische Umgang sind bei dieser Konzeption ihrer Meinung nach besonders wertvoll.

⁵⁵⁵ Lehrkraft 1

L1 weist darauf hin, dass kontinuierliches Arbeiten bei der Projektarbeit sehr wichtig ist. Zudem bereitet das eigenständige Arbeiten den Schülern ihrer Meinung nach große Schwierigkeiten. Im Gegenzug ist es für die Lehrkräfte mitunter eine schwere Aufgabe, dies aufzufangen. Teilweise waren Schüler nicht in der Lage, ein Ziel zu formulieren.

Weitere Fragen zum Integrativen Vorgehen:

(9) Meinen Sie, dass Schüler bei fachintegrativer Vorgehensweise in Bereichen zusätzlich profitieren? Wenn ja, in welchen Bereichen?

(10) Welche Kompetenzen werden besonders gefördert/gestärkt?

(11) Welche Bereiche/Inhalte werden vernachlässigt?

L2 sieht den Bereich des Fachwissens - ausgenommen bei den „Einserschülern“ - vernachlässigt. Jedoch profitieren Schüler ihrer Meinung nach zusätzlich bei der Selbstkompetenz, die die Lehrkraft letztlich auch wichtiger findet. Sie fühlen sich sicherer und haben das Gefühl, angehört und respektiert zu werden. Für die Schüler bleibt die Aktivität, der Umgang miteinander, das Präsentieren und dass sie fähig waren, dabei zu bleiben. L2 glaubt, dass die Schüler die Inhalte sehr schnell wieder vergessen, jedoch diese Kompetenz erhalten bleibt.

Auch L1 vermisst bei den Schülern das tiefergehende Recherchieren und Hinterfragen, beispielsweise um was für einen Stoff es sich handelt und welche Besonderheiten damit verbunden sind. Sie hält es für eine Problematik, die häufig bei der Projektarbeit vorliegt. Damit die fachlichen Inhalte nicht leiden, müssen die Themenstellungen oder Aufgaben wirklich gezielt gesetzt werden und vom Schüler oder vom begleitenden Lehrer richtig kontrolliert werden. Die Unterschiede, welche Schüler fachliche Inhalte verstanden haben oder nicht, sind für sie beispielsweise in den Projektordnern deutlich sichtbar. Für L2 wäre eine noch kritischere Auseinandersetzung wünschenswert. Zudem sollten die Schüler mit Aufgabenstellungen wie Rollenspielen etc. aktiver eingebunden werden. Dies würde jedoch wiederum auch den Lehrer aktiver einbinden.

L2 äußert, dass die Schüler im Verlauf der Unterrichtskonzeption das Gefühl hatten, sie machen keinen Unterricht, sondern etwas Besonderes. Die Schüler erleben das Miteinander in der Gruppe, die gegenseitige Verlässlichkeit und die gegenseitige Toleranz. Diese Bereiche kommen stärker zur Geltung. Die Schüler haben ihrer Ansicht nach die Komplexität von Haushalt und Leben erlebt bzw. gelernt und diese Vielseitigkeit selbst erlangt. Der rein kausale Zusammenhang von Ursache und Wirkung wird dabei auf

vielseitige, zusammenwirkende Aspekte erweitert. Dies ist für L2 ein persönlicher Zugewinn für die Schüler.

Ob den Schülern die Zusammenhänge wirklich ganz deutlich geworden sind, vermag L2 - ihrer Aussage nach - nicht beurteilen. Ihrer Meinung nach wird den Schülern aber deutlich, dass ein Thema oder eine Sache mehrperspektivisch ist, dass man in verschiedene Richtungen gehen, suchen und sich fit machen kann. L2 bezweifelt jedoch, dass die Schüler die Komplexität wirklich begriffen haben. Dies hält sie im Alter der neunten Klasse für zu früh und die Inhalte des Projektes müssen sorgfältig auf die Schüler abgestimmt sein.

Für die Handlungsfähigkeit sieht es L2 als wichtig an, etwas selbst zu erfahren, damit es anwendbar vorliegt.

Fragen, die Rolle der Lehrkraft betreffend

(12) Welche Veränderungen ergeben sich für die Lehrkraft?

(13) Wie könnte man Lehrkräfte speziell darauf vorbereiten?

L1 sieht die Aufgaben der Lehrkräfte darin, sich fachlich auszukennen und Material verfügbar zu haben, das bei Bedarf eingesetzt wird. Für wichtig hält L1 dabei auch die Art der Arbeitsaufträge. Schüler sollen Materialien tatsächlich bearbeiten und nicht vorwiegend kopieren oder einfach Inhalte übernehmen. Hier muss auf schülergerechte Arbeitsmaterialien geachtet werden. Die Aufgabenstellungen müssen relativ eng und klar formuliert sein. L1 denkt, dass gerade schwache Schüler solche Hilfen benötigen, da sie sonst leicht den Anschluss verlieren.

Als eine weitere Anforderung für die Lehrkräfte empfindet L1, dass sie viel flexibler reagieren müssen und wissen müssen, aus welchen Quellen bzw. woher sie das Expertenwissen schnell beziehen können. Letztlich wird ihrer Meinung nach durch Projektarbeit eine Medienkompetenz für den Schüler und für den Lehrer (weiter) entwickelt. Aufgaben der Lehrkräfte wären beispielsweise, aus der Bibliothek Bücher zusammenzustellen und eventuell eine Markierung zu setzen, damit der Schüler schneller zu einem Suchergebnis kommen kann. Wie eng die Arbeitsaufträge erfolgen, muss von der jeweiligen Schülergruppe abhängig gemacht werden.

Der Grundgedanke des eigenständigen Arbeitens kann nach Einschätzung von L1 jeweils nur eingeschränkt erwartet werden, da die Schüler häufig noch nicht so weit sind. Einige Schüler müssen erst noch lernen, mit den gegebenen Freiheiten umzugehen.

Nach Ansicht von L2 ist es Aufgabe des Lehrers, die Schüler auf die Gruppen- und die Teamarbeit vorzubereiten. L2 hält viele Aufgaben bereits für alltäglich im MUM-Unterricht. Ihrer Ansicht nach ist dies ein Resultat aus der fortbildungsfreudigen Einstellung der MUM-Kollegen.

L1 merkt an, die Lehrkraft müsse erstmal ihre alte Rolle verlassen, loslassen und den Schülern in den möglichen Bereichen Entscheidungen zubilligen. Zudem ist es notwendig, dass sie sich ganz gezielt mit den Methoden auseinandersetzt, die es vor der Projektarbeit zu schulen gilt. Ein entsprechendes Methodenrepertoire ist für eine gelingende Projektarbeit unabdingbar. Die Lehrperson sollte den Rahmen strukturieren, bspw. einen Strukturplan erstellen, in den sich die Schüler selbstständig eintragen. Die Schüler benötigen häufig ein Gerüst, das ihnen als Orientierung dient (Projektphasen, logisches Vorgehen). Zudem können auch methodische Hilfsmittel genutzt werden, z.B. die Zeitschiene, das Zusammenkommen und das Üben einer Moderation oder eines Vortrags im Plenum. Je nach Stärken und Schwächen soll dabei der Schüler entsprechend Aufgaben und Rollen zugeteilt bekommen. Viele Fachlehrer haben das ihrer Meinung nach nie gelernt oder praktiziert.

(7) Gibt es Themen aus dem Fachbereich MUM, die sich Ihrer Meinung nach ebenfalls für ein fachintegratives Vorgehen eignen?

L1 äußert, dass sie sich eine Kombination der Themen Kinder-Spiele-Ernährung gut vorstellen kann. Das beinhaltet die Entwicklung und Aktivitäten bei Spielen und dabei neue Kinderernährung, darunter auch „Functional Food“ und die spezielle Bekleidung. Ein weiteres Thema wäre der Sonnenschutz, der mit vorheriger Grundidee verbunden oder auch eigenständig ein Themengebiet aufzeigen kann. Hier kann der Einfluss der Ernährung auf Sonnenschutz sowie spezielle Sonnenschutzbekleidung untersucht werden. Gleiche Auseinandersetzungen können auf ältere Menschen bezogen betrachtet werden. Ein Thema der zehnten Klasse könnte beispielsweise „das Leben und die Lebensumstellung nach 65“ lauten.

L2 hält besonders die Kombination der Themen Gesundheit und Textil sowie Umwelt und Textil als geeignet.

(14) Möchten Sie zu dem Gesamtprojekt noch etwas sagen/anmerken?

L2: Als Verlaufsvariante könnte erst als Gesamtgruppe ein Produkt untersucht werden und anschließend erfolgt erst die Aufteilung in Schülergruppen. Dies würde den Schülern den Untersuchungsweg erleichtern und Anhaltspunkte geben.

6.5 Diskussion – Beantwortung der Forschungsfragen

In diesem Kapitel sollen die Auseinandersetzungen mit den aktuellen Bildungsentwicklungen, den fachdidaktischen Betrachtungen, den didaktischen und methodischen Überlegungen sowie die Erprobung der schulpraktischen Konzeption damit beenden werden, indem die vorab angeführten Fragestellungen beantwortet bzw. diskutiert werden. Die Forschungsfrage wird jeweils zu Beginn des Absatzes aufgeführt und daraufhin beantwortet.

Gibt es eine fachintegrative Fachdidaktik?

Die Suche nach einer fachintegrativen Didaktik, die für die Fachdisziplinen Haushalt und Textil einsetzbar wäre, führte zu keinem positivem Befund. Der Schweizer Physikdidaktiker LABUDDE verfolgt seit einiger Zeit konstruktivistische Ansätze für den Physikunterricht,⁵⁵⁶ die fächerübergreifende Schwerpunkte beinhalten. Eine direkte Anwendung oder Übertragbarkeit für die Fachdisziplinen Haushalt und Textil liegt hier jedoch nicht vor.

Welche Themenfelder der Fachdisziplinen Haushalt und Textil eignen sich für eine fachintegrative Umsetzung?

Eine fachintegrative Umsetzung kann, aufbauend auf der in Kapitel 3.3 vorgestellten synergierelevanten Themen der Fachdisziplinen Haushalt und Textil durchweg bestärkt werden. Dabei liegen als zentrale Themen die Bildungsbezüge Verbraucherbildung und Gesundheitsbildung, als Disziplinbezüge Psychologie und Soziologie, die Lebens- und Alltagsbezüge Grundbedürfnisse und Lebensgestaltung sowie der Bezug auf den Lebenszyklus von Produkten mit Themen der Wertschöpfungskette und dem Gebrauch/Verbrauch und der Entsorgung vor.

Letztlich wird die weitere Entwicklung der Fachdisziplinen im Rahmen der Bildungsreform die Auswahl der Themen und die Schwerpunktsetzung beeinflussen. Inwieweit neben den Gemeinsamkeiten auch die Spezifika der Fachdisziplinen Haushalt und Textil fachintegrativ umgesetzt werden können, muss letztlich im jeweiligen Themenbereich betrachtet werden. Mit einer gemeinsamen Themenbasis können jeweilige Spezifika meist integriert werden. Die exemplarische Ausgestaltung der eher komplexen Kombination zweier fachwissenschaftlicher Inhalte (Functional Food und Funktionstex-

⁵⁵⁶ Vgl. Labudde, P. (2000)

tilien) hat den weiten Blickwinkel der Möglichkeiten aufgezeigt. Die Inhalte der Fachdisziplinen Haushalt und Textil können somit fachintegrativ realisiert werden.

Erprobung einer fachintegrativen Themenstellung in der Schulpraxis. Gelingt die konkrete Umsetzung einer fachintegrativen Themenstellung?

Die Frage kann mit ja beantwortet werden. Anhand der Ausgestaltung der Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“ wurden mit der Erkundung eines expandierenden Marktes, dem Fitnessmarkt mit seinen Produkten die fachwissenschaftlichen Bereiche Functional Food und Funktionstextilien fachintegrativ bearbeitet.

Durch das Zielvorhaben in der Unterrichtskonzeption - die Durchführung eines sportlichen Events - wurden neben Themen der Verbraucherbildung zudem Themen der Gesundheitsbildung kontextbezogen in der Schule umgesetzt. Damit wurde eine von vielen Möglichkeiten aufgezeigt, wie je nach Rahmen, Interessenslagen und aktuellen Entwicklungen fachintegrativer Unterricht umgesetzt werden kann. Expandierende Märkte bieten dabei allgemein ein geeignetes Handlungsfeld, mit aktuellen Themen in der Schule zu arbeiten. Ferner kann dabei mit einer hohen Motivation der Schüler sehr effektiv gearbeitet werden. Das projektartige, fachintegrative Vorgehen bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten, die gemäß dem Entwicklungsstand der Schüler sowie der gewünschten Schwerpunktsetzung verwirklicht werden können. Zudem wird die Kompetenzentwicklung gefördert, womit den Zielsetzungen in den neuen Bildungsplänen entsprochen wird. Durch die Flexibilität der inhaltlichen Gestaltung kann dabei auf jeweilige Interessenslagen oder besondere Gegebenheiten reagiert werden. So lernen die Schüler kontextbezogen und mit einem Anwendungsbezug der Lerninhalte.

Können durch eine fachintegrative didaktische Konzeption Synergieeffekte zwischen Haushalt und Textil genutzt werden?

Durch eine fachintegrative Vorgehensweise besteht die Möglichkeit, dass die Aufgabenbereiche von zwei Fachdisziplinen gemeinsam bearbeitet werden. Damit geht einher, dass Strategien übertragbar oder vereinheitlichend genutzt werden. Dabei können Variationen den Handlungsspielraum erweitern sowie Transferaspekte bereichernd verfolgt werden.

Im Hinblick auf die Beschaffungssynergie (Input), die operative Synergie (Prozeß) und die Absatzsynergie (Output) werden nun die Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil beleuchtet. Die Fachdisziplinen Haushalt und Textil zeichnen sich durch eine lebensnahe Orientierung in den Lerninhalten aus. Dabei stellen die Grundbedürfnisse,

die Lebensgestaltung, die Verbraucherbildung, die Gesundheitsbildung, etc. zentrale Grundlagen der beiden Fachdisziplinen dar, die darauffolgend in der Bearbeitung durch meist handlungsorientierte Unterrichtsmethoden näher untersucht werden. Hier kann die Beschaffungssynergie zum Aufbau und zur Festigung von Grundlagenwissen als nutzbares Potenzial verzeichnet werden. Bevor Schüler eigenständig agieren können, müssen jeweils entsprechende Grundlagen in den Themenbereichen entwickelt werden.

Die operative Synergie steht im Wirtschaftsprozess für Kostenvorteile durch Koordination der Operationen mehrerer Organisationseinheiten. Als Transfer auf pädagogisch-didaktische Betrachtungen sind darin vordergründig gemeinsame oder vergleichbare Strategien und Handlungsabläufe zu sehen. Beispielsweise verlaufen die allgemeine Markterschließung sowie die gezielte Produktuntersuchung in den meisten Produktparten nach vergleichbaren Mustern. Dieser konzeptionelle Nutzen kann übertragen für den Bildungsbereich als operative Synergie ausgewiesen werden.

In der Unterrichtskonzeption „Triple F“ wurde innerhalb der Auseinandersetzung mit den Themen Gesundheit und Fitness die Fragestellung verfolgt, welche Aspekte für die Fitness (Leistungsfähigkeit) relevant sind. Dabei stellte sich heraus, dass neben dem sportlichen Training besonders die Ernährung und Bekleidung für den Menschen zentrale Einflussbereiche darstellen. Die Vorgehensweise in der Untersuchung, inwieweit Bekleidung oder Ernährung Einfluss auf die körperliche Fitness nehmen, verfolgt gleiche Wege. Hier besteht die Möglichkeit, durch integratives Vorgehen für beide Fachdisziplinen Resultate zu erzielen. Im methodischen Bereich können dahingehend nahezu alle Fächer voneinander profitieren. Dabei liegt der methodische Nutzen umso höher, je ähnlicher die fachlichen Strukturen sind. Für die Fachdisziplinen Haushalt und Textil kann hier auf weite Überschneidungsbereiche der handlungsorientierten Unterrichtspraxis zurückgegriffen werden (fachpraktische Anteile). Hinsichtlich einer gemeinsamen konzeptionellen Vorgehensweise boten sich in dem Projekt u.a. Recherche, Planung, Untersuchung, Zusammenfassung, Auswertung, die Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse an. Die verallgemeinernde Lösungsstrategie für die Markterfassung kann auf weitere neue Märkte übertragen werden. Zudem zeigen die in Kapitel 3.3 vorgestellten synergierlevanten Themen ein breites Spektrum an Möglichkeiten für fachintegrative Konzeptionen auf.

Die Absatzsynergie letztlich sollte sich in den Ergebnissen zeigen. Die Ergebnisse sind in den Schülerleistungen zu sehen, wobei der Fokus gemäß der Bildungspläne 2004

besonders auf die Entwicklung von Kompetenzen gerichtet ist. Die Erfassung des individuellen Kompetenzentwicklungsstandes der Schüler erfordert Kompetenzmodelle. Auf dem Gebiet der empirischen Bildungsforschung wird dahingehend intensiv an Modellen und Konzepten gearbeitet. Seit Juni 2006 wird ein Schwerpunktprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) umgesetzt, in dem Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen untersucht werden.⁵⁵⁷

Mit dem hier umgesetzten Untersuchungsdesign konnten konkrete Kompetenzentwicklungen demnach nicht aussagekräftig erfasst werden. Dafür wäre eine größer angelegte Studie notwendig, die speziell die Kompetenzentwicklung von Schülern über einen längeren Zeitraum verfolgt. Diese Untersuchung liefert jedoch eine Grundlage für weitere Studien zu diesem Themengebiet.

Die Ergebnisse, die in der Evaluation der unterrichtlichen Umsetzung gewonnen wurden, ergaben hinsichtlich des Fachwissens keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen. Damit kann der Vorwurf, in der Projektmethode würde Fachwissen nicht ausreichend transportiert, für diesen Fall entkräftet werden. Die Schüler weisen, unabhängig welcher Gruppe sie angehören, ein vergleichbares Fachwissen auf. Soweit aufgrund der vorab aufgeführten Kriterien die Ergebnisse lediglich als Tendenz interpretiert werden, kann dennoch konstatiert werden, dass ein vergleichbares Resultat vorliegt. Allgemein wird der Projektarbeit zugeschrieben, dass besonders die Kompetenzentwicklung in methodischen, personalen und sozialen Bereichen ausgebildet wird. Zudem sind hier fachwissenschaftlich vergleichbar gute Resultate erzielt worden. Hinsichtlich der Ergebnisse zu Fragestellungen in den Fragebögen zu allgemeinen Bereichen des Themenfeldes konnten die Projektschüler deutlich bessere Ergebnisse vorweisen. Damit lässt sich der Grundgedanke belegen, nach dem durch themenbezogenes Lernen der Gesamtzusammenhang besser erkannt wird. Ein weiterer Aspekt, der die theoretischen Ausführungen unterstützt, ist die Annahme, dass durch kontextbezogenes Lernen das Gelernte anwendbar vorliegt. Die Auseinandersetzung mit innovativen, komplexen Themen wird scheinbar durch projektartiges Vorgehen zudem begünstigt. Letztlich kann als Ergebnis der Studie konstatiert werden, dass fachintegratives Arbeiten für die Fachdisziplinen Haushalt und Textil ein gewinnbringendes Entwicklungsfeld

⁵⁵⁷ http://kompetenzmodelle.dipf.de/images/antrag_spp_kompetenzdiagnostik_ueberarbeitet.pdf
(30.12.07)

darstellt, das neben fachwissenschaftlichen Inhalten mit großer Wahrscheinlichkeit auch die Ausbildung von Kompetenzen unterstützt. Durch eine fachintegrierte didaktische Konzeption können zudem Synergieeffekte zwischen Haushalt und Textil genutzt werden.

Neben der Auseinandersetzung mit den zentralen Fragestellungen sollen nun weitere Aspekte der Themenstellung und der Bearbeitung diskutiert werden.

Die inhaltliche Ausgestaltung der Unterrichtskonzeption aus dem Themenbereich Verbraucherbildung lässt sich unter vielseitigen Aspekten und in vielseitiger Verknüpfung ausgestalten. Verknüpfungsmöglichkeiten bieten sich neben den Themen Gesundheit und Bewegung auch zur Werteentwicklung, zum nachhaltigen kritischen Umgang mit Produkten und zu weiteren zentralen Themen.

Die schulpraktische Umsetzung der Unterrichtskonzeption stellt eine Untersuchung unter fachintegrativer Fragestellung dar. In der Ergebnisdiskussion soll differenziert werden, welche Ergebnisse auf welche Einflussfaktoren zurückzuführen sind. Wie bereits angesprochen, stellt die Vereinheitlichung der Variablen einer schulpraktischen Feldstudie eine kaum auszuräumende Problematik dar. Somit bleibt die Frage bestehen, welcher Einfluss auf die Ergebnisse von der jeweiligen Lehrperson ausgeht und auch welcher Einfluss von der Projektmethode isoliert betrachtet stammt. Letztlich wäre die Durchführung einer weiteren Studie unter fachintegrativer Vorgehensweise unter Anwendung einer anderen Methodik ein weiterer Untersuchungsschritt, der dahingehend Differenzierungspotenzial enthält. Für die fachintegrierte Unterrichtskonzeption wurde, wie in Kapitel 3.5 ausgeführt, gezielt die Projektmethodik zur Umsetzung der konstruktivistischen didaktischen Leitgedanken gewählt.

In der Ergebnisdiskussion muss die entstandene Lösungsstrategie im weiteren Verlauf hinsichtlich des Nutzens geprüft werden, inwieweit Schüler sich damit tatsächlich auf neuen Märkten zurecht finden können. Dies kann letztlich erst nach Langzeitstudien verallgemeinernd bestätigt werden. Im Rahmen der Verbraucherbildung bedarf es zudem der kritischen Prüfung weiterer Aspekte. Hier sind mit der Wertebetrachtung, der Psychologie der Werbung, den soziologischen Einflüssen und den Aspekten der Nachhaltigkeit nur einige genannt. Diese Verknüpfungsaspekte stellen wiederum Brücken für eine fachintegrierte Vorgehensweise bzw. fachintegrierte Fragestellung einer Umsetzung dar, die synergetische Potenziale nutzen lässt.

7 Zusammenfassung

Die Frage, was Schüler lernen sollen und was ihnen daraus für das Leben verbleibt, begleitet die Bildungsdiskussion bereits lange Zeit. Die Bewegungen, die durch PISA im Bildungsapparat entstanden sind, gilt es dahingehend zu erhalten, dass weiterhin ein reger und konstruktiver Austausch erfolgt, der unser Bildungssystem lebendig und handlungsfähig macht und erhält.

In der Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Potenzialen zeigte sich, dass bei den fachdidaktischen Entwicklungen der Fachdisziplinen Haushalt und Textil Veränderungen erwünscht sind. Verschiedene Arbeitsgruppen haben dahingehend Vorschläge entwickelt um die neuen Bildungskonzepte mitzugestalten. Inhaltliche Reformen, z.B. die Neugestaltung der baden-württembergischen Bildungspläne 2004 wurden teilweise bereits umgesetzt, wobei die strukturellen Veränderungen nach wie vor in der Umsetzungsphase sind. Somit hat jeder Fachbereich noch die Möglichkeit, auf die Bildungsreform mit eigenen Konzepten und Vorschlägen Einfluss zu nehmen. Der Gegenstand dieser Arbeit, die Beleuchtung fachintegrativer Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil, leistet dahingehend einen Beitrag.

Anhand der Unterrichtskonzeption „Fitness Follows Function?“ wurde eine von vielen Möglichkeiten für die konkrete Umsetzung einer fachintegrativen Unterrichtskonzeption aufgezeigt. Ziel dieser Unterrichtskonzeption war es, am Beispiel der Untersuchung funktioneller Produkte mit dem Attribut Fitness die Entwicklung einer Lösungsstrategie aufzuzeigen, wie sich Jugendliche als Verbraucher in einem Feld sich nicht selbst erklärender Produkte zurechtfinden können. Dabei wurde gezielt ein komplexes fachwissenschaftliches Innovationsfeld ausgewählt, um darzustellen, dass auch anspruchsvolle Themen aufgegriffen werden können. Die Lösungsstrategie ist auf andere Märkte übertragbar und stellt im Sinne der Kompetenzentwicklung ein Werkzeug zur kompetenten und eigenständigen Lebensführung dar.

Die Unterrichtskonzeption wurde in einer Pilotstudie erprobt und in einer wissenschaftlichen Untersuchung wurde eine vergleichende Evaluation einer Projektgruppe (fachintegrativ, projektartiger Unterricht) mit einer Kontrollgruppe (traditioneller Unterricht) vorgenommen. Die Datenerhebung erfolgte über Fragebögen (Schüler) und Interviews (Lehrpersonen).

Die Evaluation des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen der fachintegrativ und der traditionell unterrichteten Gruppe auf. Hinsichtlich der allgemeinen Fragen verzeichneten die Projektschüler einen besseren Kenntnisstand, was darauf zurückgeführt werden kann, dass ein besserer Anwendungsbezug der Lerninhalte vorliegt. Es wird davon ausgegangen, dass die Kompetenzentwicklung bei den fachintegrativ unterrichteten Schülern ebenfalls verstärkt ausgebildet wurde, da die kontext- und themenbezogene Erarbeitung von Inhalten besonders auch die Kompetenzentwicklung fördern. Dazu wurden jedoch keine empirischen Erhebungen vorgenommen.

Inwieweit kann solch eine fachintegrative Bearbeitung gemeinsamer Themenfelder Impulse für konstruktive Veränderungen bieten? Diese Arbeit hat gezeigt, dass in den Fachdisziplinen Haushalt und Textil synergetische Potenziale vorliegen, die vielseitig genutzt werden können. Ausgehend von den synergierelevanten Themenfeldern, die alle auf die „Lebensführungskompetenzen“ ausgerichtet sind, kann nahezu auf alle anderen Fachbereiche Bezug genommen werden. Eine fachintegrative Didaktik würde auch im Hinblick auf andere Fächer hilfreiche Leitgedanken für fachintegrative Unterrichtskonzeptionen bieten. Diese Potenziale werden in der Bildungspraxis noch viel zu wenig genutzt. Ferner hat sich die konstruktivistische Lern- bzw. Erkenntnistheorie - als didaktische Basis für diese Arbeit - als geeignet erwiesen. Dabei zeigte sich, dass in Verbindung mit der Projektmethode, die geforderten Handlungsspielräume von den Schülern zu eigenständigen gedanklichen und praktischen Ergebnissen genutzt wurden. Die Relevanz dieser Sachverhalte unterstreichen die neuesten Reflexionen Hartmut von Hentigs in seinem Buch „Bewährung“. Darin beschreibt er als ein Versäumnis seines pädagogischen Wirkens, dass Schülern kaum die Möglichkeit geboten wird, tatsächlich etwas zu tun und ihr Können damit zu zeigen.⁵⁵⁸ Die hohe Schüleraktivität in der Projektmethode stellt dahingehend eine geeignete Unterrichtsmethode dar.

Die Fachdisziplinen Haushalt und Textil sind grundlegend mit vielen Lebensprozessen eng verbunden und dennoch Bedarf es stetiger Anstrengung, sich im Bildungskanon behaupten zu können. Die Interessen der heutigen Zeit bewegen sich vorwiegend in komplexen technischen, biotechnologischen und multimedialen Bereichen. Da sich nahezu alle hochinnovativen Entwicklungen in unterschiedlicher Ausprägung auch in den traditionellen Fachdisziplinen wieder finden, wäre eine konstruktive Zusammenarbeit

⁵⁵⁸ Hentig, H.v., (2006)

naheliegend. Durch Veränderung der Haushalts- und Textilwissenschaften, beispielsweise zu einem Rahmenfach *Verbraucherbildung* - wie von REVIS vorgeschlagen - könnte den Fachgebieten ein angemessener Platz im allgemeinen Bildungsspektrum gesichert werden. In der Verbraucherbildung würden überdies noch weitere Bereiche integriert.

Die aktuellen Veränderungen bieten die Chance einer Neugestaltung. Das beinhaltet eine strenge Überprüfung der alten und neuen Inhalte. Dabei sollen Kultur und traditionelle Kulturtechniken bewahrt und gleichzeitig neue Entwicklungen in einem sinnvollen Maß integriert werden. Indem Gemeinsamkeiten der Fachdisziplinen durch fachintegrative Konzeptionen vermittelt werden, können womöglich Freiräume für neue Inhalte entstehen. Die Flexibilität kann dabei erhöht und das Handlungsspektrum erweitert werden. Da die Fachdisziplinen Haushalt und Textil handlungsorientiert sind, liegt für sie die Projektarbeit nahe, die entsprechend der Veränderungen in den Bildungsstrukturen eine geeignete Basis für die Ausbildung von Kompetenzen darstellt.

Letztlich ziehen diese Bestrebungen auch eine Veränderung der Lehrerrolle nach sich. Einerseits wird es für die Lehrkräfte zunehmend mühevoller, besonders in innovativen Themenfeldern den aktuellen Entwicklungen Schritt zu halten, andererseits sind Informationen heutzutage schneller überholt. Dadurch wird es in manchen Fächern immer schwieriger, auf dem aktuellen Informationsstand zu sein und den teilweise rasanten Entwicklungen zu folgen (z.B. Informatik). Lehrkräfte können teilweise nicht mehr den üblichen Wissensvorsprung vor den Schülern aufweisen. Die Lehrkräfte müssen sich folglich zunehmend von ihrem Expertentum lösen und dies in speziellen Bereichen ihren Schülern zugestehen. Im multimedialen Informationszeitalter wird sich die Lehrerrolle schrittweise verändern. Die nahezu reine Wissensvermittlung wird zunehmend von der Anleitung zu selbstständigem kompetentem Handeln abgelöst.

Eine schwierige Aufgabe stellt sich in der Leistungsdiagnostik. Durch die Veränderung der Bildungsziele bedarf es auch anderer Bewertungsmethoden. Die Bewertung von Lernprozessen wie auch die Entwicklung von Kompetenzen gilt es letztlich als Noten zu erfassen.

Was sind in der heutigen Zeit die grundlegenden Voraussetzungen, ein qualitativ hochwertiges Leben führen zu können? Es sind die Kompetenzen, mit denen die Schüler in der Lage sind, Konzepte und Strategien zu entwickeln, um ihr Leben selbstbestimmt nach ihren und den allgemeinen Bedürfnissen zu gestalten. Um in der Schule zeitgemä-

ße Inhalte zu vermitteln, bedarf es zeitloser Konzepte und Strategien auch für die Lehrkräfte. Das Unterrichtsfeld Haushalt und Textil bietet einen idealen Handlungsrahmen, diese Bestrebungen zu verfolgen.

Literaturverzeichnis

- ARD-PROGRAMMDIREKTION, Struve, G. (Programmdirektor),
http://www.daserste.de/wwiewissen/thema_dyn~id,y45wugb8qbl374r4~cm.asp (04.06.07)
- ARZNEIMITTELGESETZ: Bundesverband deutscher Industrie- und Handelsunternehmen für Arzneimittel, Reformwaren, Nahrungsergänzungsmittel und Körperpflegemittel e.V., Mannheim:
URL: http://www.preventnetwork.com/pn_basisinfo/bdih-zur-rechtslage.html (03.08.2007)
- ASHWELL, M.: Functional foods: a simple scheme for establishing the scientific basis for all claims. In: Public Health Nutrition, 4/2001, S. 859-863.
- ASTORG, P.: Trends Food. In: Sci.Technol. 8/1997, S. 406-413
- BARTOSCHEK, K./ TORNIEPORTH, G.: Waren- und Dienstleistungstests als Unterrichtsmethode. Schneider Verlag Hohengehren GmbH; Baltmannsweiler 1994
- BAUER, R., KOSLOWSKY, H. J.: Chemiefaserlexikon, Deutscher Fachverlag; 10. Aufl., Frankfurt/Main, 1993
- BAUMERT, J: Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In: KILLIUS, N. (HRSG.)/ KLUGE, J. (HRSG.)/ REISCH, L. (HRSG.): Die Zukunft der Bildung. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 2002, S. 100–150
- BECKER, C.: Alltagsdinge als Bildungsansatz. In: GAUS-HEGENER, E./MÄTZLER, BINDER, R., (HRSG.): Technisches und Textiles Gestalten: Fachdiskurs um Kernkompetenzen. Pestalozzianum, Zürich, 2005
- BECKER, C.: Bildungsziel: Kompetente Alltagsakteure. In: ...textil...Wissenschaft - Forschung - Unterricht , 2/2005, S. 7-16
- BEER, S.: Zum Grundlagenverständnis für Standard- und Curriculum-entwicklung. Paderborner Schriften zur Ernährungs- und Verbraucherbildung, Band 1/2004
- BELLISLE, F. ET AL.: Functional Food Science in Europe: British Journal of Nutrition, 80 (1), 1998, S. 1-193
- BENGEL, J./ STRITTMATTER, R./ WILLMANN, H.: Was erhält Menschen gesund?
BUNDESZENTRALE FÜR GESUNDHEITLICHE AUFKLÄRUNG (HRSG.) Band 6, erweiterte Neuauflage, Köln, 2001
- BIESALSKI, H.K./ GRIMM, K.: Taschenatlas der Ernährung. Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1999
- BIGGA, R./HOLZENDORF, U. (HRSG.): Bildungsstandards - Eine Diskussion um Arbeitslehre-Haushalt-Technik-Textilarbeit-Wirtschaft. Verlag Sonnenbogen, Oberkrämer OT Marwitz, 2005
- BLÖMEKE, S. ET AL (HRSG.): Förderung selbst gesteuerten Lernens, Handbuch Lehrerbildung. Klinkhardt, Kempten, 2004

BOCHMANN, R./ WEISER, M.: Pflanzenfarbstoffe in der Textilveredelung. In: Meliand Textilberichte, 3/2003, S.198-201

BOHNSACK, F.: John Dewey. Ein pädagogisches Portrait. Beltz, Weinheim, 2005

BÜHNER, M: Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. Pearson Studium, München, 2004

BUNDESGESUNDHEITSMINISTERIUM (BMG), Arzneimittelgesetz (AMG):

URL:

http://www.bmg.bund.de/nn_603266/SharedDocs/Gesetzestexte/Arzneimittel/AMG,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/AMG.pdf (03.08.07)

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR), Abschlussbericht der Arbeitsgruppe „Probiotische Mikroorganismenkulturen in Lebensmitteln“ (BgVV),

URL: <http://www.bfr.bund.de/cm/208/probiot.pdf> (03.01.08)

BUNDESINSTITUT FÜR ARZNEIMITTEL UND MEDIZINPRODUKTE (BfArM), URL:

http://www.bfarm.de/clin_030/nn_424790/DE/Pharmakovigilanz/stufenplanverf-alt/betaCarotinStuf.html (03.01.08)

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR), URL: <http://www.bfr.bund.de/cd/7720> (22.04.06)

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ:

URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/nemv/index.html> (03.08.07)

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG FORSCHUNG FÜR NACHHALTIGKEIT; WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT,

URL: <http://www.fona.de/> (02.08.06)

CHEMISCHES UND VETERINÄRUNTERSUCHUNGSAMT FREIBURG:

URL: http://www.untersuchungsaeamter-bw.de/freiburg/fr_fachartikel/fr_functional_food.html (03.01.08)

CHRISTIAN ESCHLER AG

URL: http://www.eschler.com/deutsch/documents/Sportkollektion_Sommer_2006_deutsch.pdf (30.04.06)

COMITE INTERNATIONAL DE LA RAYONNE ET DES FIBRES SYNTHETIQUES, URL: <http://www.cirfs.org/images/world.pdf> (03.01.08)

CLASSEN, H.G./ HAPKE, H.J.: Fremdstoffe in Lebensmitteln; Europäische Akademie für Umweltfragen, Ökologie kompakt Band 3, Leipzig, 1997

COGNIS GMBH, URL:

http://www.cognis.com/framescout.html?/Press/PressReleases2005/ISPO_2005_de.html (10.06.06)

DANNENFELDT, G.: Die Wollfaser. Aulis Verlag Deubner & CoKG, Köln, 1989

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V. (DGE) (HRSG.): Ernährungsbericht 2000, DGE-Medien Service, Frankfurt, 2000 (2000a)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V. (DGE): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt am Main, 2000 (2000b)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V.: DGE - aktuell: Fruchtsaftschorle ist ein ideales Sportlergetränk. 09/2000

URL: <http://www.dge.de/Pages/navigation/presse/index.htm> (14.06.2004) (2000c)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V.: DGE – aktuell: Fitness zum Anbeißen – Was ist dran am Sportlerriegel? 5/2000

URL: <http://www.dge.de/Pages/navigation/presse/index.htm> (14.06.2004) (2004a)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V. (DGE) (HRSG.): Ernährungsbericht 2004, Bonn, 2004 (2004b)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V. (DGE): Ernährungsbericht 2004 URL: <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=496> (03.08.07)

DIEHL, J. F: Chemie in Lebensmitteln, Verlag Wiley VCH, Weinheim, 2000

DIPLOCK, A.T./ AGGET, P.J./ ASHWELL, M./ BORNET, F./ FERN, E.B./ ROBERFROID, R.: Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document. British Journal of Nutrition 1999/81, (suppl 1): S. 1-27

DUBS, R.: Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. Zeitschrift für Pädagogik 41/6, 1995, S. 889-904

DUSTMANN, H.: Strategien und Maßnahmen für den Functional Food Markterfolg und die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food, Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg, 2006

ECKES-GRANINI DEUTSCHLAND GMBH,

URL: <http://www.hohesc.de/v5/introseq.php> (09.04.06)

EG-VERORDNUNG: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften

URL: http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2002/l_031/l_03120020201de00010024.pdf (03.08.07)

ELIZALDE, O./ SCHMITT, M.: Waschpermanente nanostrukturierte Textilausrüstungen. In: Textilveredelung 3 /4, 2007, S. 4-6

ELMADFA, I., ET AL.: Die große Nährwerttabelle. Gräfe und Unzer Verlag, München, 2005

ELMADFA, I./ LEITZMANN, C.: Ernährung des Menschen. 4. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2004

ELMADFA, I.: Ernährungslehre. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2004

EMDER INSTITUT FÜR UMWELTTECHNIK EUTEC,

URL: <http://spot.fho-empden.de/eutec/chitosan.htm> (30.04.06)

EMMI FRISCHPRODUKTE AG, URL: http://www.emmi-evolus.ch/CH/evolus-ch-home/evolus_ch_evolus/evolus_ch_evolus-effekt.htm (07.04.06)

ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Abgrenzung zu Arzneimitteln. In: Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, Grundwerk 12/1999 (1999a)

ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Novel Food. In: Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, Grundwerk 12/1999 (1999b)

ERBERSDOBLER, H. F./MEYER, A. H. (HRSG.): ALS: Lebensmittel oder Arzneimittel – Leitlinien für eine Abgrenzung. In: Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg, 2. Akt-Lfg. 09/2000

ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 2007 (2007a)

ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Verordnung über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben. In: Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 02/2007; (2007b)

EUROPÄISCHES PARLAMENT:

URL: http://www.europarl.europa.eu/news/expert/infopress_page/067-8214-136-05-20-911-20060512IPR08047-16-05-2006-2006-true/default_de.htm (03.08.07)

EUROPEAN COMMISSION COMMUNITY RESEARCH (2000) Project Report: Functional food science in Europe, Volume 1-3. EUR-18591, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ILSI Europe Concise Monograph: Concepts of Functional Foods. 2002.

FALCH-ULTSCH, S./ FALCH, B.: Functional Food: Die Ernährung der Zukunft? In: Chemie in unserer Zeit, 35. Jg Heft 4/2001, Weinheim, S. 220-229

FEIL, W./ WESSINGHAGE, T.: Ernährung und Training. WESSP Verlag, Nürnberg, 2003

FINANZXL, URL: http://www.finanzx1.de/lexikon/Synergieeffekte_Arten.html (03.08.07)

FINCKH, U., LEITNER, E.: URL: http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph09/umwelt_technik/07pcm/pcm_2.htm (12.09.05)

FORSCHUNGSKURATORIUM TEXTIL E.V., URL:

<http://www.textilforschung.de/content2.asp?area=nebenmenue&site=freitextsuche&cls=01> (03.01.08)

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSSTELLE FÜR POLIZEITECHNIK, Münster, Geschäftsführung der technischen Kommission bei der Polizei-Führungsakademie, URL: http://www.pfa.nrw.de/PTI_Internet/pti-intern/WG/Regelungen/Koerperschutz12-95.pdf (02.08.06)

FRANK, J.: Einfluss von Nahrungspolyphenolen auf den Vitamin-E-Status. In: Ernährungs-Umschau 54, Heft 2, 2007, S. 52-59

FRATZKY-GUHR, E.: Konzeptionen der Textildidaktik – ein historischer Abriss. In: ...textil...Wissenschaft - Forschung – Unterricht, Heft 4, 2004, S. 32-35

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN: Handbuch zum Projekt 2004,

URL: http://web.fu-berlin.de/abp/pdf/handbuch_band2.pdf (20.07.07)

- FREY, K.: Die Projektmethode, 9. Aufl., Beltz Verlag. Weinheim und Berlin, 2002
- FRIEDRICH, H. F./ MANDL, H.: Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: WEINERT, F. E./ FRANZ, E./ MANDL, H. (HRSG.): Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D. Serie I. Band 4. Hogrefe, Göttingen u.a., 1997, S. 237-293
- FULLER, R.: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bact.* 66, 1989, S. 365-378
- GEBEL, T.W.: Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2000/1, S. 83-87
- GEDRICH, K./ KARG, G./ OLTERSDORF, U. (BFEL): Functional Food – Forschung, Entwicklung und Verbraucherakzeptanz. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe 2005
URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm> (08.02.2006)
- GERSTENMAIER, J./ MANDL, H.: Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive, In: Zeitschrift für Pädagogik 41, 1995, S. 867-888
- GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN TEXTIL- UND MODEINDUSTRIE E.V. URL: <http://www.gesamttextil.de/deutsch/Konjunktur/Jahrbuch/K126.htm> (10.08.06)
- GIBSON G.R./ ROBERFROID, M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *British Journal of Nutrition* (125), 1995, S. 1401-1412
- GLÄSER, J., LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. VS Verlag für Sozialwissenschaften (UTB), 2004
- GROENEVELD, M.: Gemüse und Obst für eine gesunde Ernährung. Sekundäre Pflanzenstoffe als Wirkstoffe. In: aid-Spezialheft Nr. 3475, 1998 (1998a)
- GROENEVELD, M.: Funktionelle Lebensmittel: Definitionen und lebensmittelrechtliche Situation. *Ernährungsumschau* 45, 1998, S. 156-161 (1998b)
- GROENEVELD, M.: Functional Food: Claims – enrichments – food supplements. In: *Ernährungsumschau* 53, Heft 12, 2006, S. 508f
- GRUBER, H./ MANDL, H./ RENKL, A.: Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: MANDL, H./ GERSTENMAIER, J. (HRSG.): Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Hogrefe, Göttingen u. a., 2000, S. 139-156
- GRUNDMEIER A.-M.: Naturtextilien, Ökokollektionen, schadstoffgeprüfte Bekleidung - eine ökologische Alternative zur konventionellen Bekleidung? In: *Textilarbeit + Unterricht*, Heft 3/1994, S. 173-181
- GRUNDMEIER, A.-M.: Strategien der Sportswearindustrie für recyclingfähige Outdoorbekleidung. In: *Textilarbeit + Unterricht* Heft 2/1995, S. 71-75
- GRUNDMEIER, A.-M.: Mode zwischen Ökologie und Innovation - Was hat die Modebranche mit Systemmanagement zu tun? In: *Textilarbeit + Unterricht* Heft 4/1997, S. 222-227
- GRUNDMEIER, A.-M.: My Performance Outfit. In: *...textile ... Wissenschaft - Forschung - Unterricht*, 1/2005, S. 8-18
- GUDJONS, S. H.: Handlungsorientiert Lehren und Lernen. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 1986

HABER, B.: Health Claims, Entwicklungen in 2005/2006, In: Behr's Jahrbuch für die Lebensmittelwirtschaft 2006, Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 2006

HAGENMEYER, M.: Die Nahrungsergänzung – ein Lebensmittel in der Grauzone. In: Zeitschrift für das gesamte Lebensmittelrecht, Heft 3, 1998, S. 360-369

HAKEN, H.: Synergetik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982

HAHN, A./ WOLTERS, M.: Functional Foods – Lebensmittel der Zukunft? In: Biologie in unserer Zeit, 31. Jg., Heft 6/2001, S. 356-366

HAHN, A./ STRÖHLE, A./ SCHMITT, B./ WATKINSON, B.M.: Wirkstoffe funktioneller Prävention der Arteriosklerose - Teil 1. In: Ernährungs-Umschau 49, Heft 5, 2002, S. 172-177

HALLER, D.: Probiotika: Funktioniert das und warum?

URL: http://www.wzw.tum.de/eem/aktuelles/Haller_Milchtagung_2005.pdf
(27.05.07)

HAMMER, H.F./ AICHBICHLER, B.: Probiotika und Präbiotika: Grundlagen, Einsatz und Wirkungen beim gesunden und kranken Menschen.

In: Journal für Ernährungsmedizin 2003/5 (2), S. 16-24

URL: <http://www.kup.at/kup/pdf/1477.pdf> (07.04.2006)

HEINDL, I: Studienbuch Ernährungsbildung – Ein europäisches Konzept zur schulischen Gesundheitsförderung. Klinkhardt Verlag, Bad Heilbrunn, 2003

HEINDL, I: Ernährung, Gesundheit und institutionelle Verantwortung – eine Bildungsoffensive. In: Ernährungs-Umschau 51, Heft 6, 2004, S. 224-230

HEINDL, I: Gesundheitswissenschaftliche Fundierung der Ernährungsbildung im Forschungsprojekt REVIS. Paderborner Schriften. Band 06/2005

HENTIG, H.v.: Bewährung. Carl Hanser Verlag, München, 2006

HERBERT, V.: Am.Soc.Clin.Nutr. 1994, 60, S. 157-158

HERZOG, A./ DANIEL, H.: Einfluß nicht-nutritiver Inhaltstoffe des Grapefruitsaftes auf Bioverfügbarkeit und Wirkung von Medikamenten. In: Aktuel. Ernaehr. Med. 25, 2000, S. 205-208

HESEKER, H.: Universität Paderborn, Paderborner Schriften,

URL: http://fb6www.uni-paderborn.de/evb/pb_schriften_evb.html (02.08.07)

HIGH-TEX STUTTGART 2000 DOKUMENTATION: Innovationsforum Intelligente Bekleidungstextilien. - Bönningheim : Forschungszentrum Hohensteiner Institute, Denkendorf: Inst. für Textil- und Verfahrenstechnik, 2001

HOFER, A.: Stoffe 1. Rohstoffe: Fasern, Garne und Effekte. (8. Aufl.)

Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 2000

HOFER, A.: Stoffe 2. Gewebe, Bindung, Maschenstoffe. (8. Aufl.)

Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 2004

HOHENSTEINER INSTITUTE: Forschungsinstitut Hohenstein Prof. Dr. Jürgen Mecheels GmbH & Co. KG, Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e.V., Technische Akademie Hohenstein e.V.

URL: <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=31-150-194-0-0#Antimikrobielle> (20.12.07)

URL: <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=31-150-194-0-0#Nanotechnologie> (17.06.05)

URL: <http://www.hohenstein.de/content/content1.asp?hohenstein=33-162-0-397-0-0> (25.04.06)

URL: http://www.hohenstein.de/prescon64_smart-clothes.htm (05.08.05)

HURRELMANN, K.: Gesundheitssoziologie, Juventa Verlag, Weinheim und München, 6. vollst. überarb. Aufl. 2006

INVISTA, URL: <http://coolmax.invista.com/> (08.08.06)

JACOBASCH, G./ DONGOWSKI, G.: Polysaccharide. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 2. Akt.-Lfg. 09/2000

JIRKA, M.: Formel 1 Methoden im Schwimmbad. In: ...textileNetwork 7/8 2004

LOO, J.V.: Präbiotisch wirksame Oligosaccharide. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 2. Akt.-Lfg. 09/2000

KAMMERER, S.: Verbesserter Lichtschutz von Textilien durch Spezialwaschmittel. In: Der Deutsche Dermatologe 5/2001; Urban & Vogel Medien und Medizin Verlagsgesellschaft mbH & Co.KG, München, 2001

KASPER, H.: Ernährungsmedizin und Diätetik, 10. Auflage, Urban & Fischer, München, Jena, 2004

KAUFMANN, F.-X.: Zum Konzept der Familienpolitik, In: JANS, B./ HABISCH, A./ STUTZER, E. (HRSG.): Familienwissenschaftliche und familienpolitische Signale: Festschrift zum 70. Geburtstag von Max Wingen, Graftschaff 2000

KENT, M.: Wörterbuch Sportwissenschaft und Sportmedizin, UTB für Wissenschaft. Wiesbaden, 1998

KERSTING, M./ HANSEN, C./ SCHÖCH, G.Z.: Übersicht der derzeitigen Nährstoffanreicherung von Lebensmitteln in Deutschland. In: Zeitschrift Ernährungswissenschaft 34, 1995, S. 253-260

KESSNER, L.: Health-Claim-Verordnung - Mehr Durchblick für Verbraucher? In: UGB-Forum, Ausgabe 5, 2006, URL: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1200109_11/index.html (20.07.07)

KEUL J./ HAMM M.: Die richtige Fitnessernährung. Umschau Braus, Heidelberg, 1998

KIRCHHOFF, S., KUHN, S., ET AL.: Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung. Stuttgart: UTB (2. Aufl.), 2001

- KLIEME, E./ AVENARIUS, H. ET AL. (HRSG.): Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Bonn 2004
URL: http://www.dipf.de/publikationen/volltexte/zur_entwicklung_nationaler_bildungsstandards.pdf (31.07.07)
- KLIEME, E.: Dt. Institut für internationale pädagogische Forschung, 2006
URL: http://kompetenzmodelle.dipf.de/images/antrag_spp_kompetenzdiagnostik_ueberarbeitet.pdf (30.12.07)
- KLUTHE, R. (HRSG.): Ernährungsmedizin in der Praxis : aktuelles Handbuch zu Prophylaxe und Therapie ernährungsabhängiger Erkrankungen. Spitta-Verlag, Balingen, 2005
- KNECHT, P. (HRSG.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt/Main, 2003
- KNECHT, P. (HRSG.): Technische Textilien. Deutscher Fachverlag GmbH, 1. Aufl., Frankfurt/Main, 2006
- KNECHT, P.: Funktionstextilien-online, URL:
<http://www.funktionstextilien.de/index.php?dir=/apt3fba2e3b66842/apt40d2db8a45278/>
(30.04.06)
- KNELS, J.: Betriebliches Qualitätsmanagement und Öko-Tex Standard 100. In: Jahrbuch der Textil- und Modeindustrie 2005, S. 32-36
- KNITTEL, D./ MOHAMMADI, K./ SCHOLLMAYER, E.: Funktionalisierung von Textilien mit Biopolymeren – Chitosan und Fucoïdan. In: Textilveredelung Ausgabe 3/ 4, 2007, S. 10-14
- KOHLHOFF-KAHL, I: Textildidaktik, Eine Einführung. Auer Verlag. Donauwörth, 2005
- KÖLLER, I. (HRSG.): Textilunterricht und Textile Sachkultur. Ergebnisse aus der Textildidaktischen Erfahrungs- und Forschungswerkstatt. Oldenburger Vordrucke 405, 1999
- KÖLLER, I: Didaktik textiler Sachkultur. In: EL-GEBALI-RÜTER, T. (HRSG.): Textile Sachkultur erschließen. Hohengehren, Baltmannsweiler, 1999
- KÖNIG, D./ BERG, A.: Sport und Ernährung. In: KLUTHE, R. (HRSG.): Ernährungsmedizin in der Praxis. Spitta-Verlag, Balingen, 2005
- KÖNIG, H. (Verbraucherzentrale Hessen): Verbraucherschutz und Verbrauchereinstellung heute. In: Functional Food - Forschung, Entwicklung und Verbraucherakzeptanz, 2005
URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm> (06.07.07)
- KÖNIG, W.: Geschichte der Konsumgesellschaft. Beiheft 154 zur Vierteljahresschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte. Steiner Verlag, Stuttgart, 2000
- KOSLOWSKI, H.-J.: Chemiefaserlexikon. Deutscher Fachverlag, 11.Aufl., Frankfurt/Main, 1997
- KOSLOWSKI, H.-J.: Fasern und Garne für Technische Textilien. In: KNECHT, P. (HRSG.): Technische Textilien. 2005, S. 57-65
- KRAUSS, U.: Gesundheit und Fitness; Entwicklung eines Fitness-Testsystems als Grundlage einer gesundheitserzieherischen Intervention. Köln 1993

- KUNZ, C.: Functional Food - Entwicklung und Hypothesen. In: Functional Food - Forschung, Entwicklung und Verbraucherakzeptanz. 2005
URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm>, S.5
- KURZ, J.: Smart Clothes im Beruf: Einsatz von Identträgern. In: High-Tex Stuttgart 2000 Dokumentation: Innovationsforum Intelligente Bekleidungstextilien. - Bönningheim : Forschungszentrum Hohensteiner Institute; Inst. für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf, 2001
- KWIATKOWSKI, G.: Schülerduden: Der Sport. Bibliographisches Institut, Mannheim, 1987
- LABUDDE, P: Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Schulpädagogik - Fachdidaktik - Lehrerbildung Band 5, Verlag Haupt, Bern-Stuttgart-Wien, 2000
- LACKMANN, J. (Hrsg.): Verbraucherpolitik und Verbraucherbildung, Sozialökonomik und Didaktik Band 4, Weingarten, 2002
- LANDESAKADEMIE FÜR FORTBILDUNG UND PERSONALENTWICKLUNG AN SCHULEN (Baden-Württemberg):
URL: <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/projektkompetenz/htm> (26.05.06)
- LANDOLT, H./FEHLMANN, R./MÜLLER, P./NUSSBAUMER, H./TESCHENETT, A.: Handbuch zum fächerintegrierenden Unterricht Anleitung für Lehrpersonen. Pädagogik bei Sauerländer, Dokumentation und Materialien, Band 7, Verlag Sauerländer, 1. Aufl. Aarau/Schweiz, 1999
- LEE, S.: Neue Techniken und Materialien. In: Textilforum 1/2003 S.18-24
- LEMBERGER, H.: Kraft aus der Flasche. In: Menshealth, 08/2003, S. 75-77
- LOHSE, H.: Zur Entwicklung von Denk- und Handlungsstrukturen für die Lösung von Problemen im Hauswirtschaftsunterricht. In: Haushalt und Bildung, Heft 3/00, Baltmannsweiler, 2000, S. 150-156
- LOY, W.: Die Chemiefasern. Verlag Schiele & Schön, Berlin, 1997
- LOY, W.: Chemiefasern für technische Textilprodukte. Dt. Fachverlag Frankfurt am Main, 2001
- LUCKMANN, U.: Der lange Weg von der Idee zum multifunktionellen Textilprodukt. In: KNECHT, P. (HRSG.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag, Frankfurt 2003, S. 33-41
- LUPPA, D.: Die Rolle von L-Carnitin bei der Regulation des Fett- und Kohlenhydratstoffwechsels. In: CMA-Informationsdienst, Informationsdienst Fleisch aus Deutschland, 2003/ 2, S. 1-12
- MANDL, H./REINMANN-ROTHMEIER, G.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Forschungsbericht Nr. 60 der Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik, München, 1995
- MANNHART, C./ COLOMBANI, P.: Grundlagen der Sporternährung – die elementare Bedeutung der Energie-, Makronährstoff- und Flüssigkeitszufuhr. In: Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 49 (3), 2001, S. 125-130
- MAREES DE, H./ MESTER, J.: Sportphysiologie. Nachdruck der 9. vollst. überarbeiteten und erweiterten Aufl., Sportverlag Strauss, Köln, 2003

- MATIASKE, B.: Die Entwicklung funktioneller Lebensmittel in Japan, Deutschland und den USA. In: Functional Food – Forschung, Entwicklung und Verbraucherakzeptanz. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe, 2005, URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm>, S. 9-16
- MECHEELS, J.: Körper-Klima-Kleidung, Grundzüge der Bekleidungsphysiologie. Schiele & Schön, Berlin, 1998
- MECHEELS, J.: Erforschung der Konstruktionsleitlinien zur Optimierung des Tragekomforts von Outdoor-Sport- und Freizeitbekleidung. AIF-Nr: 11285; Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein, 2000
- MELZER, G.: Zitate-online, URL: <http://www.zitate-online.de/literaturzitate/allgemein/1164/das-ganze-ist-mehr-als-die-summe-seiner-teile.html> (03.08.07)
- MENRAD, K. ET AL: Functional Food. TA 37/2000. Schweizerischer Wissenschafts- und Technologierat, Bern, 2000
- MENRAD, K.: Die Zukunft von Functional Food aus der Perspektive der Wissenschaft. 2003, URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm>, S. 53-80
- METHFESSEL, B.: Ernährungserziehung, Selbst-Bewußtsein und Eigenverantwortlichkeit – Forderungen und Überforderungen. In: Hauswirtschaftliche Bildung Heft 2, 1996, S. 79-87
- METHFESSEL, B.: Soziokulturelle Grundlagen der Ernährung im Projekt REVIS. Paderborner Schriften zur Ernährungs- und Verbraucherbildung. 2005, URL: http://fb6www.uni-paderborn.de/evb/pb_schriften_evb.html
- METHFESSEL, B./RITTERBACH, U.: Lebensführung, Ernährungs- und Verbraucherbildung oder Arbeitslehre? In: Ph-Akzente, 1/2006, S. 23-26
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.): Bildungsplan für die Grundschule, Neckar-Verlag, Stuttgart, 2004 (2004a)
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.): Bildungsplan für die Hauptschule, Neckar-Verlag, Stuttgart, 2004 (2004b)
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.): Bildungsplan für die Realschule, Neckar-Verlag, Stuttgart, 2004 (2004c)
- MITTEX, Organ der Schweizerischen Vereinigung von Textilfachleuten, URL: http://www.mittex.ch/berichte/uebersicht2003/heftartikel.htm?view_heft_OID=27 (29.07.06)
- MÖHLMANN, OLE: URL: <http://www.fashion-base.de/Elastan.htm> (12.04.06)
- MOSCHNER, B.: Wissenserwerbsprozesse und Didaktik. In: Kattmann, U.: (Hrsg.): PISA 2000 als Herausforderung: Perspektiven für Lehren und Lernen. Baltmannsweiler, 2003
- MÜLLER, D.: Substantiierung von Health Claims: Die rechtliche Problematik von Functional Foods. In: Functional Food – Forschung, Entwicklung und Verbraucherakzeptanz. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe, 2005
- MÜLLER, W. DR.: Färben ohne Wasser. In: Maschenindustrie, 3/2003, S. 28-30

- NAROSKA, D./ HILDEN, J.: Funktionelle Sportbekleidung für den Leistungssportler. In: Textilveredlung 7/8, 2006, S. 21f
- NASSER, A.: Körperliche Aktivität, Fitness und Gesundheit im interkulturellen Vergleich. Uni-Karlsruhe, 2000, URL: <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/cgi-bin/psview?document=/2001/geist-soz/5&search=/2001/geist-soz/5> (14.06.2004)
- O'MAHONY M./ BRADDOCK, S.: Sportlook; Mode im Sport, Sport in der Mode, Material, Design, Trends. Stiebener Verlag GmbH, München, 2002
- O'NEILL, URL: <http://www.oneill.com> (12.03.06)
- PETERSEN, T.: Das Feldexperiment in der Umfrageforschung. Campus, Frankfurt, 2002
- PETERSEN, W.: Lehrbuch Allgemeine Didaktik. Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, München, 6. völlig veränd. aktualisierte und stark erw. Aufl., 2001
- PLANK, H.: Die Revolution bei Fasern, Garnen und Konstruktionen. In: KNECHT, P. (HRSG.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag, Frankfurt 2003, S. 57-68
- PLITZKO, U.: Ernährungsstreß – ein mediengesteuertes Phänomen? In: Haushalt und Bildung 1/1999, S. 37-43
- POOL-ZOBEL, B.: Gesundheitsfördernde Eigenschaften von Inulin und Oligofructose - Teil 1. In: Ernährungs-Umschau 54, Heft 1, 2007, S. 8-11 (2007a)
- POOL-ZOBEL, B.: Gesundheitsfördernde Eigenschaften von Inulin und Oligofructose - Teil 2. In: Ernährungs-Umschau 54, Heft 2, 2007, S. 70-79 (2007b)
- PURVIS, C. (General Director); Comité International de la Rayonne et des Fibres Synthétiques (Cirfs). URL : http://www.cirfs.org/frames_04.htm (03.01.08)
- RAGOTZKY, K.: Pflanzensterole In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 12/1999, S. 1-18
- RECHKAMMER, G. (BFE, KARLSRUHE): In: Forschungs-Report, Sonderheft zum Jahr der Lebenswissenschaften 2001 vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 2001
- REED M.: URL: <http://www.natuerlich-gesund.net/html/impressum.html> (03.08.07)
- REINERT, G./ HILFINKER, R./ SCHMIDT, E./ FUSO, F.: Sonnenschutzigenschaften textiler Flächen und deren Verbesserung. In: Textilveredlung 31, Nr.11/12, 1996, S. 227-234
- REINMANN-ROTHMEIER, G./ MANDL, H.: Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: KLIX, F./ SPADA, H. (HRSG.): Wissen. Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich C, Theorie und Forschung: Serie 2, Kognition; Bd. 6. Göttingen u. a.: Hogrefe, 1998a, S. 457-500
- REINMANN-ROTHMEIER, G./ MANDL, H.: Wenn kreative Ansätze versanden: Implementation als verkannte Aufgabe. In: Unterrichtswissenschaft 26, S. 292-311 (1998b)
- REINMANN-ROTHMEIER, G./ MANDL, H.: „Selbstgesteuertes Lernen“ Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Selbstgesteuertes Lernen (1999). Dokumentation zum KAW-Kongress vom 4.-6. Nov. 1998. BMBF: Bonn, 1999, S. 41-48

- REINMANN-ROTHMEIER, G./ MANDL, H.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: KRAPP, A. UND WEIDENMANN, B. (HRSG.): Pädagogische Psychologie, Weinheim, Beltz Verlag, 2001, S. 601-646
- RENKL, A.: Träges Wissen: Die "unerklärliche" Kluft zwischen Wissen und Handeln. Forschungsbericht Nr. 41, München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, ISSN 1614-6336, 1994
- RENKL, A.: Träges Wissen. In: ROST, D. H. (HRSG.): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. 2. überarb. u. erw. Aufl. Weinheim: Beltz, Psychologie Verl.-Union, 2001, S. 717-721
- RENKL, A.: Lehren und Lernen. In: TIPPELT, R. (HRSG.): Handbuch Bildungsforschung. Leske + Budrich, Opladen, 2002, S. 589-602
- RIBBEK, U.V: Verbrauchereinstellung und Nachfrage aus Sicht der Hersteller und des Handels. In: Functional Food – Forschung, Entwicklung und Verbraucherakzeptanz. Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe, 2005, URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm>, 2005, S. 23-33
- RIEKER, J.: Textilien als Schutz gegen UV-Strahlung, In: High-Tex Stuttgart 2000 Dokumentation: Innovationsforum Intelligente Bekleidungstextilien. - Bönningheim : Forschungszentrum Hohensteiner Institute; Denkendorf : Inst. für Textil- und Verfahrenstechnik, 2001
- RITTERBACH, U.: Der Erwerb von Schlüsselqualifikationen in der Haushaltslehre; In: Hauswirtschaftliche Bildung 3/1991, S. 157-160
- ROCKET MEDIEN GMBH & Co. KG, URL: http://www.skipressworld.com/images/daily_news/2003/10/airvantage_sequ.jpg, (17.06.05)
- RÖTHIG, P. / PROHL, R. (HRSG.): Sportwissenschaftliches Lexikon. Hofmann, Schorndorf, 2003
- RUPP, M.: Smart Clothes : Technologie im Bereich Sport und Freizeit. In: High-Tex Stuttgart 2000 Dokumentation: Innovationsforum Intelligente Bekleidungstextilien. - Bönningheim : Forschungszentrum Hohensteiner Institute; Inst. für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf, 2001
- RUEP, M.: Verbraucherpolitik – muss die allgemeinbildende Schule reagieren? In: LACKMANN, J. (HRSG.): Verbraucherpolitik und Verbraucherbildung, Sozialökonomik und Didaktik, Band 4, Weingarten, 2002, S. 127-138
- RUSCH, W.: Standards für den Bereich Textil. In: ...textil...Wissenschaft – Forschung – Unterricht, 4/2003, S. 32f
- SCHEK, A.: Ernährungslehre kompakt. Frankfurt Umschau Zeitschriftenverlag, 1998, S.130-132
- SCHEK, A.: Nahrungsergänzungen für Sportler, UGB-Forum 4/2000, S. 207-210
- SCHLEGEL-MATTHIES, K.: Alltägliche Aufgaben und Probleme im Haushalt. Identifikation und Entwicklung von Qualifikationen als wichtiger Bildungsauftrag für Herausforderungen der Zukunft. In: RICHARZ, I. (HRSG.): Der Haushalt. Neubewertung in der Postmoderne. Göttingen, 1998, S. 157-167

SCHLEGEL-MATTHIES, K.: Verbraucherbildung im Forschungsprojekt REVIS-Grundlagen. In: Paderborner Schriftenreihe zur Ernährungs- und Verbraucherbildung 2/2004

SCHLEGEL-MATTHIES, K.: Ernährungs- und Verbraucherbildung in der Reform. In: „PISA“ in der Verbraucherbildung. Schriftenreihe des Verbraucherzentrale Bundesverbandes zur Verbraucherpolitik, Band 3, BMV Berliner Wissenschafts-Verlag, Berlin, 2005, S. 49-54

SCHLIEPER, C.: Grundfragen der Ernährung, 17. aktual. Aufl., Verlag Dr. Felix Büchner Handwerk und Technik, Hamburg, 2004

SCHLOMSKI, I.: Von der Natur abgeschaut – Wie funktionelle Textilien entstehen. In: KNECHT, P. (HRSG.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag, Frankfurt 2003, S. 25-32

SCHMALZ, C.: Fraunhofer IGB, URL:
http://www.igb.fraunhofer.de/www/Presse/Jahr/2002/dt/PI_HGP02_Chitosan.dt.html (30.04.06)

SCHMIDT, B./ STRÖHLE, A./ WATKINSON, B./ HAHN, A.: Wirkstoffe funktioneller Lebensmittel in der Prävention der Arteriosklerose. In: Ernährungsumschau 49, Heft 6, 2002, S. 223-229

SCHMIDT, D.: Einführung in die Textildidaktik. Schneider Verlag, Hohengehren, 1994

SCHMIDT, D.: Ansatz zu einem Fach Mode und Textil,...textil...Wissenschaft. Forschung. Unterricht, Baltmannsweiler, 3/2000

SCHMIDT, H.G./MOUST, J.H.: Towards a taxonomy of problems used in problem-based learning curricula. Journal on Excellence in College Teaching, 11 (2), 2000, S. 57-72

SCHMIDT, K.: Zur ökologischen Produktbewertung in der Textil- und Bekleidungsindustrie - theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung In: Schriftenreihe Umwelttechnik und Umweltmanagement Band 21, Witten-Herdecke, 1989

SCHNEIDER, R.: Die Bedeutung von Ausrüstungen. In: KNECHT, P. (HRSG.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag, Frankfurt, 2003, S. 69-79

SCHNELL, R.: Interview. Standardisierte Befragungen in der empirischen Sozialforschung, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, 2001

SCHRADER, U.: Effektive Verbraucherinformation durch Öko-Label – Das Beispiel des Bio-Siegels für Lebensmittel. In: LACKMANN, J. (HRSG.): Verbraucherpolitik und Verbraucherbildung, Weingarten, 2002, S. 107-126

SCHREINER, M./ SCHONHOF, I./ KRUMBEIN, A.: Bioaktive Substanzen im Gemüse. In: Forschungs Report vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Sonderheft zum Jahr der Lebenswissenschaften, 2001

SCHREINER, M./ SCHONHOF, I./ KRUMBEIN, A. ET AL.: Glucosinolate in Asia-Gemüse. Kulturmanagement und Modellierung für eine gesunde Ernährung. In: Forschungs Report vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft 2/2004

SCHWEIGERT, F. J.: Carotinoide. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 12. Akt.-Lfg. 09/2003

SCHUBERT, M./ UMBACH, K.H./ BARTELS, V.: Außen puristisch, innen hochfunktionell – ein Kleidungssystem mit inneren Werten. In: Kettenwirk-Praxis 4/2004

SENSATEX, URL: <http://www.sensatex.com> (03.01.08)

SIEGRIST, H./ KAELBLE, H./ KOCKA, J. (HRSG.): Europäische Konsum-geschichte. Zur Gesellschafts- und Kulturgeschichte des Konsums (18. bis 20. Jh.). Campus, Frankfurt/New York, 1997

SILBERNAGEL, S./ DESPOPOULOS, A.: Taschenatlas der Physiologie. Thieme Verlag, Stuttgart, 1991

SPIEKERMANN, U.: Functional Food; zur Vorgeschichte einer „modernen“ Produktgruppe. EU 2002; 49(5), S. 182-188

STAHL, W./ JUNGHANS, A./ DE BOER, B./ DRIOMINA, E./ BRIVIBA, K./ SIES, H.: Carotinoid mixtures protect multilamellar liposomes against oxidativ damage: synergistic effects of lycopene and lutein. In: FEBS Lett. 427, 1998, S. 305-308

STAHL, W.: Lycopin. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 16. Akt.-Lfg. 09/2004

STEGMAIER, T.: Duftfreisetzung und Geruchsbindung. In High-Tex, Stuttgart 2000 Dokumentation: Innovationsforum Intelligente Bekleidungstextilien. - Bönningheim : Forschungszentrum Hohensteiner Institute; Inst. für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf, 2001.

STEGMAIER, T.: Denkendorfer Nano-Forum: Prüfsiegel für selbstreinigende Textilien. In: Textilveredelung Ausgabe 7/8, 2006

STEHLE, P.: Ernährungskonzepte für den Leistungssport. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 7. Akt.-Lfg. 07/2002

STEIGER, M.: Zeitschrift Ganzheitsmedizin 12/ 2000, S. 194-197

STENGLEIN, M.: Volle Energie, Energieriegeltest. In: MENSHEALTH April 2003, S. 84-86

STRÄßER-PANNY, I.: Wider die Enthauptung der Hand, Waxmann, Münster/New York/München/ Berlin, 1996

STROKA, J.: Nahrungsergänzungen. Übersicht, rechtlicher Status, Anwendung. AID- Verbraucherdienst 42, 1997, S. 212-216

SYMPATEX® TECHNOLOGIES GMBH,

URL: <http://www.sympatex.de/glossar/laminate.htm> (12.08.06)

URL: http://www.sympatex.de/news_info/qualitaeten/high2out.htm# (12.04.06)

URL: http://www.sympatex.de/unternehmen/sympatex_history_02.htm (26.04.06)

TASCHAN, H.: Neuartige Getränke. Power-, Energy- und Wellness-Drinks. AID - Verbraucherdienst 42, 1997, S. 104-109

TENSFELDT, J.: Textilien werden zu Hightechprodukten – intelligente Bekleidungstextilien zu Beginn des 21. Jahrhunderts – ein Überblick. In: ...textil... 2/2003

TERHART, E.: Konstruktivismus und Unterricht. (Hrsg.): Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Bönen, 1999

THIELE-WITTIG, M.: Schnittstellen der privaten Haushalte zu Institutionen. Zunehmende Außenbeziehungen der Haushalte im Wandel der Daseinsbewältigung. In: GRÄBE, S. (HRSG.): Der private Haushalt im wissenschaftlichen Diskurs. Frankfurt/M.-New York, 1993, S. 371-388

THIELE-WITTIG, M.: Alltagskompetenzen - Bildungsbedarf in einer komplexeren Welt. Bildung als Voraussetzung für Selbstlernprozesse. In: KETTSCHAU, I./ METHFESSEL, B./ PIORKOWSKY, M.-B. (HRSG.): Familie 2000, Bildung für Familien und Haushalte, Europäische Perspektiven. Baltmannsweiler 2000, S. 83-99

THIELE-WITTIG, M.: Kompetent im Alltag: Bildung für Haushalt und Familie, In: Das Parlament, Aus Politik und Zeitgeschichte; Bundeszentrale für politische Bildung, B9/2003

THIBEN, W.: Dystar Textilfarben GmbH & Co. Deutschland KG. Färben von Polyester/Polyamid-Mischungen, In: Melliand Textilberichte 3/2003, S. 187-190

THÜRINGER MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, TECHNOLOGIE UND ARBEIT,
URL: http://www.th-online.de/_downloads/Innokatalog-2004.pdf (30.04.06)

TORNIEPORTH, G.: Entwicklung und Stand der Haushaltslehre an allgemeinbildenden Schulen. In: Hauswirtschaftliche Bildung, Heft 3/91, S. 147-150

TRAUTWEIN, E.A./ FORGBERT, K./ ERBERSDOBLER, H.F.: Psyllium – ein löslicher Ballaststoff mit cholesterolsenkender Wirkung. Ernährungsumschau 44, 1997, S. 214-218

TRAUTWEIN, E.A.: Fette und Fettbegleitstoffe. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, Grundwerk 12/1999

THÜRINGISCHES INSTITUT FÜR TEXTIL- UND KUNSTSTOFF-FORSCHUNG E.V.,
URL: http://www.titk.de/projekte/transfer_18.htm (30.04.06)

UMBACH, K.H.: Die physiologische Funktion der Bekleidung. In: KNECHT, P. (HRSG.): Funktionstextilien. Deutscher Fachverlag, Frankfurt/Main, 2003, S. 43-56
URL: <http://www.agev.net/tagung2003/dokumentation.htm> (08.02.2006)

UNILEVER DEUTSCHLAND GMBH, URL: <http://www.becelproactiv.de/> (07.04.06)

UNIVERSITÄT KÖLN: URL:
http://www.uni-koeln.de/ew-fak/konstrukt/didaktik/projekt/voll_projekt.html
(27.07.07)

UNIVERSITÄT SIEGEN, DIDAKTIK DER CHEMIE,
URL: <http://www.science-forum.de/download/cyclodex.pdf> (30.04.06)

VAUDE SPORT GMBH & Co. KG
URL: <http://www.vaude.de/hps/client/vaude/public/hxfront/index.hbs> (30.04.06)

VERBRAUCHERZENTRALE BADEN-WÜRTTEMBERG E.V.: Moderne Getränke, 1999

VERBRAUCHERZENTRALE BUNDESVERBAND: Funktionelle Lebensmittel, 2005, S. 44

VERBRAUCHERZENTRALE BUNDESVERBAND: Schriftenreihe zur Verbraucherpolitik, Band 3: „PISA“ in der Verbraucherbildung. Sind wir alle Konsum-Analphabeten? BMV Berliner Wissenschafts-Verlag, Berlin, 2005

VERORDNUNG (EG) NR.1924/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006; 7.1.4. Verordnung über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel, S. 1-36 In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 04/2007

VRESE, M. DE/SCHREZENMEIR, J: Probiotika. In: ERBERSDOBLER, A. F./ MEYER, A. H. (HRSG.): Praxishandbuch Functional Food. Behr's Verlag GmbH & CoKG, Hamburg, 1. Akt.-Lfg. 03/2000

WAHL, D.: Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn, Klinkhardt Verlag, 2005

WAGNER, G./ PEIL, J./ SCHRÖDER U.: Trink Dich Fit. Handbuch für das richtige Trinken. Pala Verlag, Darmstadt 2003

WATZL, B./ LEITZMANN, C.: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln, 2. Auflage, Hippokrates Verlag Stuttgart, 1999

WEINERT, F. E.: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: WEINERT, F. E.: Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel, 2002

W.L.GORE & ASSOCIATES GMBH,

URL: http://www.gore.com/de_de/aboutus/timeline/timeline.html (25.04.06)

URL: http://www.gore-tex.de/published/gfe_link/environment_de.pdf (30.04.06)

ZÖFEL, P.: Statistik für Psychologen. Pearson Studium, München, 2003

ZWEITES DEUTSCHES FERNSEHEN, Herrmann, I. (Leitung der Redaktion),

URL: <http://www.3sat.de/nano/glossar/cyclodextrine.html> (30.04.06)

URL: <http://www.3sat.de/3sat.php?http://www.3sat.de/nano/astuecke/25988/> 05.08.05)

Bildquellen:

URL: http://www.royal-canin.de/Gesundheit_Ernaehrung/Fette/Omega-3-Fettsaeuren.htm (09.04.06)

URL: <http://www.cyberlipid.org/simple/simp0002.htm> (05.07.06)

URL: <http://www.dr-gumpert.de/html/1-carnitin.html> (09.04.06)

URL: http://www.hohenstein.de/ximages/28617_qualilabel.jpg (17.04.06)

URL: <http://www.dfv-fachmedien.com/cfl/lexicon.php> (22.04.06)

URL: <http://www.crashtest.ch/031213/> (20.06.05)

URL: <http://www.bastgen.de/low-cost/images/eisbaerhaar.jpg> (02.08.06)

URL: <http://www.funktionstextilien.de/index.php?dir=/apt3fb63676bc445/apt3fb63aff4231f/> (12.04.06)

URL: http://www.gorebikewear.com/de/published/gfe_navnode/degbw.tech.mem.water.html (20.04.06)

URL: http://www.gorebikewear.com/de/published/gfe_navnode/degbw.tech.mem.water.html (20.04.06)

URL: http://www.gorebikewear.com/de/published/gfe_navnode/degbw.tech.mem.water.html (20.04.06)

URL: <http://www.funktionstextilien.de/index.php?dir=/apt3fb63676bc445/apt3fb63aff4231f/> (10.04.06)

URL: <http://www.funktionstextilien.de/index.php?dir=/apt3fb63676bc445/apt3fb63aff4231f/> (12.04.06)
URL: <http://www.sympatex.de/glossar/laminate.htm> (12.04.06)
URL: http://www.gore-tex.de/published/gfe_navnode/de.prod.airv.care.html (01.08.06)
URL: <http://www.skipressworld.com/.../2004/10/Airvantage.jpg> (20.06.05)
URL: http://www.skipressworld.com/images/daily_news/2003/10/Airvantage_logo.jpg
URL: http://www.skipressworld.com/images/daily_news/2003/10/AIRKOMPLETT.jpg (17.06.05)
URL: <http://www.titv-greiz.de/deu/dfraset3aa.htm> (11.04.06)
URL: <http://www.ceha5.ch/downloads.html> (15.06.05)
URL: <http://www.outlast.com/index.php?id=155&L=1> (01.08.06)
URL: http://www.thoenig.ch/clips/images/bss/kugelgrafik_350.jpg (20.07.07)
URL: http://www.fitr.de/site/innovationen/bilder_leitungsbionik/abb1_leitungsbionik.jpg (10.05.05)
URL: <http://www.fluent.com/about/news/newsletters/04v13i1/a1.htm> (01.08.06)
URL: https://www.bonn.de/imperia/md/images/wirtsch-wissensch-internation/wissenschaft/lotuseffekt-uni-bonn_204x306.jpg (10.05.05)
URL: <http://www.stuck-spurk.de/Grafiken/Lotuseffekt.jpg> (10.05.06)
URL: http://www.texbac.de/html/silberdotierte_fasern.html (01.08.06)
URL: <http://www.textile-warenkunde.de/Antibakt-Fasern01-Dateien/image003.jpg> (16.05.05)
URL: <http://www.bmt.tue.nl/opleiding/ogo/0304/3ejaar/3.html5.gif> (15.05.05)
URL: <http://crpp0001.uqtr.quebec.ca/COR/NotesCours/Chap04/Image187.gif> (14.05.05)
URL: http://www.wacker.com/internet/noc/Products/PT_Bio/P_Bio_Cy/P_CycCom/ (18.04.06)
URL: http://www.mittex.ch/berichte/uebersicht2003/heftartikel.htm?view_heft_OID=27 (29.07.06)
URL: <http://www.vollbrennwerttechnik.de/pics/phasen.gif> (05.06.07)
URL: <http://www.limmatsharks.com/Bodysuits/SuppressionSurfaceFriction.gif> (01.08.06)
URL: http://www.agrocourier.com/medien/pages/1788/nt_lotus.jpg (17.05.05)

Anhang

I Abkürzungen

BFEL	Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (Karlsruhe)
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz, seit 01. 11. 2002 Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
DHA	Docosahexaensäure, mehrfach ungesättigte Fettsäure (22:6; ω -3)
DACH	Im deutschsprachigen Raum sind die DACH-Referenzwerte das Standardwerk für Nährstoffempfehlungen. Sie erschienen im Jahr 2000 erstmals gemeinsam durch die Gesellschaften für Ernährung in Deutschland (DGE), Österreich (ÖGE) und der Schweiz (SGE und SVE). In Anlehnung an die internationalen Länderkennzeichen D (Deutschland), A (Österreich) und CH (Schweiz) wurden sie "DACH"-Referenzwerte genannt.
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
EC	Europäische Commission
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EPA	Eicosapentaensäure, mehrfach ungesättigte Fettsäure (20:5; ω -3)
ePTFE	expandiertes Polytetrafluorethylen, auch Teflon genannt
EU	Europäische Union
FDA	Food and Drug Administration (Zulassung von Health Claims)
FOSHU	Foods for Specific Health Use (Japanische Richtlinien für Functional Foods)
FS	Fettsäuren
FUFOSE	Functional Food Science in Europe (EU-Projekt 1995-98)

GATWU	Gesellschaft für Arbeit, Technik und Wirtschaft im Unterricht e.V.
HABIFO	Haushalt in Bildung und Forschung e.V., eine bundesweite fachdidaktische Gesellschaft, die sich mit Themen rund um die haushaltsbezogene Bildung beschäftigt
HDL	high density lipoprotein (Blutfette mit hoher Dichte, "gutes" Cholesterin)
IGLU	Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung
ILSI	International Life Science Institut, ein weltweites Non-Profit Unternehmen
LDL	low density lipoprotein (Blutfette mit niedriger Dichte, "schlechtes" Cholesterin)
LFBG	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände-, und Futtermittel-gesetzbuch (EG-Verordnung Nr. 178/2002)
MUFA	Monounsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren
NVS	Nationale Verzehrsstudie, - wird im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz von der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel durchgeführt.
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PISA	Programme for International Student Assessment
PTFE	Polytetrafluorethylen, auch Teflon genannt
PUFA	Polyunsaturated fatty acid, mehrfach ungesättigte Fettsäuren
RDA	Recommended Dietary Allowances; die empfohlene Tagesdosis laut NKV (Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln und die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln)
REVIS	Reform der Ernährungs- und Verbraucherbildung an Schulen
RIVM	Nationales Institut für öffentliche Gesundheit der Niederlande
ROS	Reaktive Sauerstoffspezies; darunter werden Sauerstoffatome bzw. Sauerstoffverbindungen verstanden, die ungepaarte Elektronen besitzen und damit sehr reaktionsfreudig sind. Diese Teilchen werden auch als Radikale bezeichnet.
SPS	Sekundäre Pflanzenstoffe
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study

Abkürzungen

VERA	Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik
VO	Verordnung

II Fachdidaktische Materialien

II.1 Fachdidaktische Grundlagen der synergierlevanten Themenbereiche

Für die Zuordnung der Inhalte in einer nachfolgenden Zusammenstellung werden den jeweiligen Quellen Symboliken zugeordnet. Folgende Symboliken werden hierfür verwendet:

- Europäisches Kerncurriculum der Ernährungsbildung
- REVIS Bildungsziele der Ernährungs- und Verbraucherbildung
- ▲ Standards für den Bereich Textil
- Übergeordnete Bildungsziele nach HaBiFo

Europäisches Kerncurriculum der Ernährungsbildung⁵⁵⁹ (■)

Es weist folgende sieben Themenfelder auf:

- Essen und emotionale Entwicklung: Körper, Identität und Selbstkonzept
- Essgewohnheiten, kulturelle und soziale Einflüsse: Ernährungsweisen, Ess- und Nahrungsstile, Essen in sozialer Gemeinschaft
- Ernährung und persönliche Gesundheit: Ernährungsempfehlungen und Richtlinien, alte und neue Konzepte
- Prozesse der Erzeugung, Verarbeitung und Verteilung von Nahrung: Lebensmittelqualität und globaler Handel
- Lebensmittel, Märkte, Verbraucher und Konsum: Marketing, Werbung und Einkauf
- Konservierung und Lagerung von Nahrung: Lebensmittelverderb, Hygiene, europäische Bestimmungen
- Kultur und Technik der Nahrungsmittelzubereitung: Ästhetisch-kulinarischer Umgang mit Nahrungsmitteln, (inter)kulturelle, historische, soziale, religiöse Bezüge

⁵⁵⁹ Heindl, I: (2003), siehe auch http://www.ernaehrung-und-verbraucherbildung.de/docs/Poster_EU-Kerncurr.pdf (30.12.07)

REVIS Bildungsziele (■)

Schülerinnen und Schüler:

- gestalten ihre Essbiographie selbstbestimmt und reflektiert
- gestalten Ernährung gesundheitsförderlich
- handeln sicher bei der Kultur und Technik der Nahrungszubereitung und Mahlzeitengestaltung
- entwickeln ein positives Selbstkonzept durch Essen und Ernährung
- entwickeln ein persönliches Ressourcenmanagement und sind in der Lage für sich und andere Verantwortung zu übernehmen
- treffen Konsumententscheidungen reflektiert und selbstbestimmt
- gestalten die eigenen Konsumentenrolle reflektiert und selbstbestimmt
- treffen Konsumententscheidungen qualitätsorientiert
- entwickeln einen nachhaltigen Lebensstil

Standards für den Bereich Textil:⁵⁶⁰ (▲)

Die Standards für den Bereich Textil umfassen folgende Themenfelder:

- Wohnen und Kleiden als Grundbedürfnisse (Anthropologie)
- Kleidungsverhalten (Psychologie und Soziologie)
- Kleidung und Gesundheit (Bekleidungsphysiologie)
- Textile Kette (Produktion, Ökologie)
- Konsumerziehung (Markt, Mode, Werbung, Angebot und Nachfrage, Ökonomie)
- Textilpflege und –erhaltung
- Gestaltung (Material, Werkzeuge, Kulturtechniken, Gestalttheorien, Ästhetik des Alltags)

⁵⁶⁰ Vgl. Rusch, W: (2003), S. 32f

Übergeordnete Bildungsziele nach HaBiFo:⁵⁶¹ (●)

- eigen- und sozialverantwortliche Lebenserhaltung, -führung und -gestaltung
- bedürfnis- und bedarfsorientierter nachhaltiger Umgang mit Ressourcen
- Sicherung der Lebensqualität und Förderung der Alltagskultur
- eigen- und sozialverantwortlicher Umgang mit Gesundheit und Krankheit
- individuell förderliche und sozialverträgliche Kultur des Zusammenlebens in Haushalt, Familie, Gemeinschaft und Gesellschaft
- Entwicklung und Erhalt von Humanvermögen (bzw. humaner Ressourcen) im generationsübergreifendem Kontext

Zukunftsgerechte Gestaltung von Wirtschaft, Sozialleben und natürlicher Umwelt

⁵⁶¹ Methfessel, B./Ritterbach, U. (2005), S. 24

II.2 Zusammenstellung synergierelevanter Themen - Potenziale fachintegrativen Vorgehens

Die Zusammenstellung basiert auf den Standards für den Bereich Textil, den Themenfeldern des europäischen Kerncurriculums zur Ernährungsbildung, den Bildungszielen der Ernährungsbildung von REVIS, übergeordneten Bildungszielen nach HaBiFo, den Bildungszielen nach GATWU sowie eigenen Aspekten, die bei der Auseinandersetzung mit den beiden Fachdidaktiken entstanden sind. Die jeweiligen Quellen sind soweit als möglich symbolisch gekennzeichnet.

- ▣ Themenfelder des Europäischen Kerncurriculums der Ernährungsbildung
- REVIS Bildungsziele Ernährungsbildung
- ▲ Standards für den Bereich Textil
- Übergeordnete Bildungsziele nach HaBiFo
- Bildungsziele nach GATWU

Inhalte Haushalt	Synergetische Potenziale	Inhalte Textil
	Gesundheitsbildung (Health Literacy)	
<ul style="list-style-type: none"> ▣ Ernährung und Gesundheit ■ Ernährungsphysiologie, Ernährungsökologie, Empfehlungen und Richtlinien 	Perspektiven: Gesundheitsförderung, Fitness, Wohlbefinden, Leistungsfähigkeit, Selbstbild, Schönheit, Humanökologie, funktionelle Produkte, funktionelle Potenziale	Bekleidung und Gesundheit, ▲ Bekleidungsphysiologie, Bekleidungsökologie, Schutz, Sicherheit

Inhalte Haushalt	Synergetische Potenziale	Inhalte Textil
	Verbraucherbildung	Textilrecht Mode und Modemarkt
Lebensmittelrecht, ■ Lebensmittelmarkt	Perspektiven: Märkte, Verbraucherecht, -information, -schutz, nachhaltiger Lebensstil, LMFG ■ ▲ (Konsumerziehung), Verbraucherbildung Marktentwicklung, Verbraucher und Konsum, Werbung, Bedarf/Bedürfnis, Angebot/Nachfrage, Möglichkeiten der Einflussnahme	
■ REVIS Bildungsziele Ernährungs- und Verbraucherbildung; Schüler... - treffen Konsumentscheidungen qualitätsorientiert - treffen Konsumentscheidungen reflektiert und selbstbestimmt - gestalten die eigene Konsumentenrolle reflektiert und selbstbestimmt - entwickeln einen nachhaltigen Lebensstil - entwickeln ein persönliches Ressourcenmanagement und sind in der Lage für sich und andere Verantwortung zu übernehmen		
	Psychologie	▲ Modepsychologie
Ernährungspsychologie, Essverhalten, Essstörungen, ■ Essen und emotionale Entwicklung	Perspektiven: Emotionale Entwicklung, Bekleidung und Ernährung für verschiedene Situationen und Anlässe ■ Körper, Identität und Selbstkonzept	
Ernährungssoziologie, ■ Essgewohnheiten, kulturelle und soziale Einflüsse	Soziologie Perspektiven: Gesellschaftsentwicklung, Mode- und Ernährungstrends, Kulturgeschichte der Bekleidung und Ernährung, Interkulturalität ■ S. entwickeln ein persönliches Ressourcenmanagement und sind in der Lage für sich und andere Verantwortung zu übernehmen	Modesoziologie, situationsbezogene Kleidung, Zugehörigkeit bzw. Abgrenzung durch Bekleidung, (Kostümgeschichte)

	Inhalte Haushalt	Synergetische Potenziale	Inhalte Textil
		Grundbedürfnisse	
	Ernährung	Drittes Grundbedürfnis: ▲ Wohnen Perspektiven: Motive und Funktionen	Bekleidung
		Lebensgestaltung	
	<p>Esskultur, Kulturelle Spezialitäten</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Kultur und Technik der Nahrungsmittelzubereitung: Ästhetisch-kulinarischer Umgang mit Nahrungsmitteln, (inter) kulturelle, historische, soziale, religiöse Bezüge ■ S. handeln sicher bei der Kultur und Technik der Nahrungszubereitung und Mahlzeitengestaltung ■ Essgewohnheiten, kulturelle und soziale Einflüsse: Ernährungsweisen, Ess- und Nahrungsstile, Essen in Gemeinschaft 	<p>Perspektiven: Materialität, Ästhetik, Trans- und Interkulturalität, Religiosität, Soziokulturalität, Kulturgeschichte, Traditionen</p>	<p>Textile Kulturtechniken, Mode- und Textildesign, Textilgestaltung</p>

	Inhalte Haushalt	Synergetische Potenziale	Inhalte Textil
		Wertschöpfungskette	
	<p>Lebensmittelkette, Dimensionen der Lebensmittelqualität,</p> <ul style="list-style-type: none"> ▣ Lebensmittelqualität und globaler Handel 	<p>Perspektiven: Technologien, Nachhaltigkeit, Globalisierung, Prozesse der Erzeugung, Verarbeitung und Verteilung, Einflussfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ▣ Globaler Handel 	<p>▲ Textile Kette; Qualitätsdimensionen von Textilien und Bekleidung</p>
		Gebrauch/ Verbrauch und Entsorgung	
	<ul style="list-style-type: none"> ▣ Konservierung und Lagerung von Nahrung: Lebensmittelverderb, europäische Bestimmungen, Lebensmittelzubereitung und –verbrauch 	<p>Perspektiven: Hygiene: Zusatzstoffe bzw. Additive, Nachhaltigkeit, Kennzeichnung, Information, Rechtliches</p> <p>fächerübergreifend naturwissenschaftliche Aspekte</p>	<p>▲ Textilpflege und Gebrauchswertehaltung Textilrecycling und Entsorgung</p>

III Unterrichtsmaterialien

III.1 Traumreise

„Hund überwindet Schwein“

von Kerstin Schmitz⁵⁶²

Jan hatte allmählich echt die Schnauze voll. Seit einem Monat ging das jetzt schon so und ein Ende war nicht in Sicht, schließlich waren sie froh, endlich eine neue Wohnung gefunden zu haben, die war ja auch super und noch mal mehr super fand er's, dass er nun ein Zimmer ganz für sich alleine hatte, die kleine Nervensäge von Schwester schwirrte also nicht mehr ständig um ihn rum.

Doch das hier ging ihm echt auf den Keks. Während er sich auf dem Fahrrad einen abstrampelte und wusste, dass sich bald schon die eigentliche, schier unüberwindbare Herausforderung vor ihm auftürmen würde, erinnerte er sich wehmütig an die alten Zeiten.

Nur fünf Minuten bis zur Schule, man bedenke, ZU FUß! – und Kai gleich um die Ecke, den er immer auf dem Schulweg aufgabelte. Dann ging erst mal das Lästern los, meist über die strenge Biologielehrerin, bei der sie drei Mal in der Woche zur ersten Stunde hatten und die peinlichst genau auf die Pünktlichkeit achtete, wenn nicht, dann warste dran, die machte dich fertig, und das vor der ganzen Klasse.

Nicht selten legten sie auf den letzten 100m einen Sprint hin, um auf den Gongschlag genau noch gerade ins Klassenzimmer zu preschen. Einmal hatte es Jan nicht mehr geschafft, Kai natürlich schon, Kai, der Düsenflitzer, ne echte Sportskanone, ließ ihn bei solchen Aktionen mit links liegen.

Wou, der kam an bei den Mädels, wenn er über die Schwelle flitzte, sich lässig sein Haar zurück strich und der Biolehrerin allen Wind aus den Segeln nahm, indem er ihr einen wunderschönen „Guten Morgen“ wünschte, der für ihn persönlich schöner nicht sein könnte, da er ja mit ihrem Unterricht beginnen würde.

⁵⁶² Diese Geschichte wurde nicht anderweitig veröffentlicht.

Allen war klar, dass Kai sich einen Spaß machte, doch was bitte sehr kann Frau schon dagegen einwenden? – Autoritätsperson hin oder her.

Umso mehr bekam Jan es ab, auch wenn er direkt nach dem Klingeln eintraf, - wer kann da schon von zu spät reden? Er selbst konnte nur mühsam nach Luft schnappen, und wurde vor der ganzen Klasse aufgrund seiner roten Gesichtsfarbe von dem vorlauten Felix peinlich kommentiert. „Hier seht ihr meinen Favoriten, wer am Sportfest als letzter ins Ziel kommt“

Doch sein Freund Kai reagierte astrein und klopfte ihm beim Vorbeigehen auf die Schulter: „Hey, mach´ dir nichts draus, der hat bloß ein großes Mundwerk, aber in den Beinen hat er nicht viel Power.“

Jan wurde aus seinen Erinnerungen herausgerissen, denn nun stand er vor der Herausforderung auf seinem Schulweg. Er war mit seinem Fahrrad am Fuße des Berges angelangt, den er nun über 500m erklimmen sollte, „Einmal so fit sein wie Kai“, dachte er nur. Nach 50m, als er abstieg und sein Stahlross weiterschob, schalt er sich einen elenden Träumer.

2 Wochen später

Jan gehörte nicht zu den Typen, die so schnell aufgaben. Während Kai bei den Matheaufgaben schon nach fünf Minuten den Löffel abgab, biss er sich durch. „Wenn es sich da lohnt, geht es dann nicht auch beim Sport?“, fragte er sich.

„Nur wie?“

Wuschel, der Nachbarshund, den er seit Neustem ausführen durfte, fegte durch die Wiesen, so dass man manchmal in der Ferne seine Schwanzspitze, einer Klobürste übrigens nicht unähnlich, auf und ab wippen sah. Wenn er nicht im Jugendzentrum war, um mit seinen Freunden Billard oder Darts zu spielen, ging er gern mit Wuschel raus.

Plötzlich kam Wuschel zurück, umkreiste ihn laut bellend wie eine durchgedrehte Knalltüte, sprang vor Freude jaulend an ihm hoch und jagte wieder davon, als ob er von der Tarantel gestochen sei.

Jan hinterher, in einem Affentempo. Halt durch, halt durch, ich krieg dich, du Hund. Da bist du ja, gleich hab´ ich dich. Oh weh, ich glaub´, ich kann nicht mehr. Da vorne kommt der Feger. Halt durch, okay, einen Gang zurück, aber bleib dran.

Jan war völlig außer Atem und krächzte aus jedem Loch, als Wuschel wieder an ihm hochsprang und ihn aufmunternd mit seiner feuchtkalten Schnauze ins Gesicht stupste, als wollte er ihm sagen, ich bin stolz auf dich.

Tatsächlich, Jan schaute sich um, ich habe gute 200m zurückgelegt, er staunte über sich selbst und tätschelte dabei abwesend den Wuschel.

Auf dem Rückweg dann, auf dem Nachhauseweg, packte ihn der Ehrgeiz, oder sollen wir sagen der Sportsgeist, und er sagte seinem Schweinehund den Kampf an, pass auf, dich werde ich an die Wand stellen und von Mal zu Mal wirst du mehr erblassen, dich krieg ich klein.

Na klar mit Hilfe von Wuschel, (der bellt dich nieder, dass du selbst mit Stöckelschuhen nur noch so hoch wie ein Kuhfladen bist.)

Jan rennt,

nicht nur in seinen Träumen,

am ersten Tag 10 min

am nächsten ebenso

am darauffolgenden schon 12 min

und rennt

mit Wuschel, springend, jauchzend, jaulend...

Anfangs spürt er nur, wie es ihm den Schweiß aus den Poren treibt,

Bachstürze schweißtreibender Anstrengungen seine Kleidung durchnässen,

egal, kann man waschen,

er rennt,

mit der Zeit immer gleichmäßiger,

ein-

ausatmend

ein-

ausatmend

und dann öffnet er sogar beim Laufen seine Augen

Wuschel in der Ferne

und riecht die Luft sogar trotz Laufen

erdig feuchte Luft im Herbst

Jan rennt

Jan fährt bergauf

morgens

oder wollen wir lieber sagen nächstens?

gemessen an den frühen Morgenstunden?

Jan fährt

den Berg hoch

wie war's doch noch?

50m

„Verdammt, tret in die Pedale“

100m

„Nicht aufgeben“

„Weiter“

Da, plötzlich, macht er riesige Fortschritte.

350m ohne Absteigen

„Na Jan, hättest du das gedacht?“ Er merkt wie er gedanklich zu sich selber spricht, was ihm dabei aber gefällt, - er ist richtig stolz auf sich.

Das Sportfest naht und Jan hat weniger Sorge sich vollends zu blamieren, als dass er inzwischen richtig Ehrgeiz entwickelt hat, ein gutes Ergebnis zu zeigen. Seit einiger Zeit grüßen er und Anna aus der Parallelklasse sich in der Pause. Er merkt, wie er für sich und aber auch für Anna einen guten Lauf machen will. Vielleicht ergibt sich anschließend ein Gespräch.

In der Nacht vor dem Sportfest hat Jan einen unglaublichen Traum. Natürlich träumt er davon, wie er als erster über die Ziellinie läuft, dabei sogar noch Anna kurz zuzwinkert. Aber - in Jans Traum geht die Geschichte noch weiter. Zufällig war an diesem Tag der Vater von seinem Klassenkameraden Daniel Funke unter den Zuschauern. Herr Funke organisiert den alljährlichen Stadtlauf und kam nach dem Rennen gleich auf Jan zu, ob er sich nicht als Teilnehmer melden möchte. Er gäbe auch ganz interessante Preise zu gewinnen. Jan erwiderte, er wird es sich überlegen und melde sich in den nächsten Tagen. Die Preise reizten Jan natürlich, aber noch mehr war Jan stolz darauf, dass er auf-

grund seines guten Laufes angesprochen wurde. Es ehrte ihn sozusagen. Dies war ein Gefühl, was Jan sehr gefiel.

Der Traum ging natürlich weiter. Nach dem erfolgreichen Stadtlauf, seine Freundin Anna erwartete ihn selbstverständlich jubelnd im Ziel, suchte sich Jan die nächste Herausforderung. Zufällig erfuhr er von

----- offenes Ende -----

(mögliches Ende)

Tröööööööööt

Der Wecker riss Jan aus seinen euphorischen Träumen. Der Tag der ersten tatsächlichen Herausforderung stand bevor. In zwei Stunden würde Jan an der Startlinie stehen und war selber ganz schön gespannt, wie es ihm ergehen würde.

III.2 Fitnessdefinitionen

Fitnessdefinitionen

Was bedeutet Fitness?

Aufgabe 1: Diskutiert in der Gruppe zwei der aufgeführten Fitnessdefinitionen. Formuliert eine eigene Fitnessdefinition, die für unser Projekt gelten soll.

1 Kent, M.: Wörterbuch Sportwissenschaft und Sportmedizin, 1998

Fitness ist die globale Leistungsfähigkeit oder auch die Fähigkeit eines Individuums, ein glückliches und ausgewogenes Leben zu führen.

In diesen Fitnessbegriff werden nicht nur körperliche, sondern auch intellektuelle, emotionale, soziale und spirituelle Aspekte einbezogen.

2 Schülerduden: Der Sport, 1987, S. 161f

Fitness ist die Bezeichnung für einen guten körperlichen (und geistigen) Gesamtzustand, welcher durch sportliches Training erreicht wird. Fitness hat physische, geistige, soziale und emotionale Komponenten, welche eng verknüpft sind. Fitness wird meist im Sinne als körperliche Fitness verstanden.

„Körperliche Fitness wird zudem gleichgesetzt mit Begriffen wie Gesundheit, Wohlbefinden, Ausgeglichenheit u.a., sodass für das Streben nach Fitness v.a. folgende Zielsetzungen zu finden sind: Vorbeugung gegen Krankheiten, Verlangsamung des Alterungsprozesses, Verbesserung der beruflichen Leistungen, Optimierung der Motorik, Vermittlung von Wohlbefinden, Selbstverwirklichung und Kontakt mit der Umgebung.“

3 Net-Lexikon¹

„Unter **Fitness** wird im Allgemeinen körperliches und oft auch geistiges Wohlbefinden verstanden. Fitness drückt das Vermögen aus, im Alltag leistungsfähig zu sein und bei Belastungen standzuhalten.“

„Zur Fitness von Körper und Geist gehört nicht nur eine regelmäßige körperliche Betätigung. Sehr wichtig ist auch eine gesunde und nähr- und ballaststoffreiche Ernährung.“

Unsere Fitnessdefinition lautet:

¹ <http://www.net-lexikon.de/Fitness.html>

Aufgabe 2: Diskutiert in der Gruppe zwei der aufgeführten Gesundheitsdefinitionen. Formuliert eine Gesundheitsdefinition, die für unser Projekt gelten soll.

5 Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Gesundheit folgendermaßen:

"Gesundheit ist ein Zustand vollständigen körperlichen, psychischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Beschwerden und Krankheit."

6 Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2002

Unter dem Begriff *Gesundheit* wird gemäß Brockhaus „das »normale« (beziehungsweise nicht »krankhafte«) Befinden, Aussehen und Verhalten sowie das Fehlen von der Norm abweichender ärztlicher Befunde" verstanden. Des Weiteren wird an die Interpretation der WHO angeknüpft.

7 Salutogentischer Ansatz

Salutogenese meint, alle Menschen sind mehr oder weniger gesund und gleichzeitig mehr oder weniger krank.

Der traditionelle Ansatz "**Was macht Menschen krank?**" muss ergänzt werden durch den salutogenetischen Ansatz "**Was hält Menschen gesund?**"

Wie wird ein Mensch gesünder und ist weniger krank?

Gesundheit wird mehrdimensional betrachtet

- 1 neben körperlichen Wohlbefinden (positives Körpergefühl, Fehlen von Beschwerden und Krankheitsanzeichen) und
- 2 psychischem Wohlbefinden (Freude, Glück, Lebenszufriedenheit,...) sind
- 3 Leistungsfähigkeit, Selbstverwirklichung und Sinnfindung bedeutsam

„Der menschliche Organismus ist ein System und wie alle Systeme der Kraft der Entropie (Unordnung) ausgeliefert“ (A, 1993a S.7)

Gesundheit ist wie Ordnung. Gesundheit muss immer wieder aufgebaut werden, gleichzeitig ist der Verlust der Gesundheit ein allgegenwärtiger Prozess. Betrachtung von gesund - krank nicht **dichotom** (*entweder krank oder gesund*) sondern **als Kontinuum** betrachtet (*mehr und weniger krank bzw. gesund*).

Abgrenzung der Begriffe Fitness und Gesundheit

„Ein gesunder Mensch braucht nicht unbedingt fit zu sein, ein fitter Mensch nicht unbedingt gesund.“

Aufgabe 3: Klärt innerhalb der Gruppe, die Grenzen, Überschneidungen und Gemeinsamkeiten der Begriffe Gesundheit und Fitness.

III.3 Versuchsanleitungen

III.3.1 Textilwissenschaftliche Versuche

INFO

Die Outdoorbekleidung baut auf einem Schichten- auch *Zwiebelprinzip* genannt auf. Das heißt, es werden in der Regel **drei Schichten** verwendet, die verschiedene Funktionen erfüllen:

Die **erste** und unterste Schicht, die der Haut zugewandt ist, ist eine **Funktionsschicht**, die die Aufgabe zu erfüllen hat, den Schweiß von der Haut möglichst schnell weiterzuleiten, um der Auskühlung entgegenzuwirken. Meistens besteht diese Schicht aus *Synthesefasern*.

Die darauf folgende **zweite** Schicht ist eine **Wärmeisolationsschicht**, die durch ihre Faserkonstruktionen und ihren Einschluss von Luft die Wärme lange am Körper hält. Sie besteht meist aus *Vlies*, einem Strick aus *Synthesefasern*.

Die **dritte** Schicht ist die dem Wetter zugewandte **Wetterschutzschicht**. Sie hält den Wind und den Regen ab, muss also wasserdicht, oder zumindest Wasser abweisend ausgerüstet sein. Das erreicht man entweder über das Einarbeiten von Membranen oder über eine entsprechende Beschichtung des Materials.

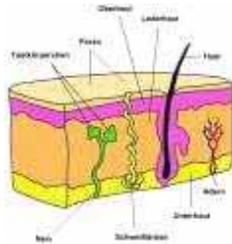
Die dritte Schicht ist außerdem atmungsaktiv, d.h. sie verhindert, dass Wasser nach innen dringt, lässt aber den molekularen Wasserdampf nach außen diffundieren (sich verteilen).

Für die Oberstoffe wird meist *Polyester* oder *Polyamid* verwendet.

Übung

Outdoorbekleidung ist nach einem Schichten- oder *Zwiebelprinzip* aufgebaut.

Der Aufbau der Hautschichten ist dem der Outdoorbekleidung sehr ähnlich
Beide weisen einen Grundaufbau von drei Schichten auf.



Haut

Outdoorbekleidung

1. Schicht	Epidermis/ Oberhaut wasserdicht, wasserdampfdurchlässig	Wetterschutzschicht wasserdicht, wasserdampfdurchlässig, winddicht
2. Schicht	Dermis / Lederhaut Schweißdrüsen, Haarwurzeln, Sensoren für kalt/warm und Regulation	Wärmeisolationsschicht Wärmeisolation
3. Schicht	Fettschicht/ Subkutis Wärmeisolation	Funktionsschicht Feuchtigkeitstransport

Dadurch wird sichtbar, dass das *Zwiebel - oder Mehrschichtenprinzip* einem natürlichen Prinzip folgt.

Versuch 1 Wärmeisolation

- 1 Überlege welche Funktionen und Eigenschaften Outdoorbekleidung erfüllen soll?

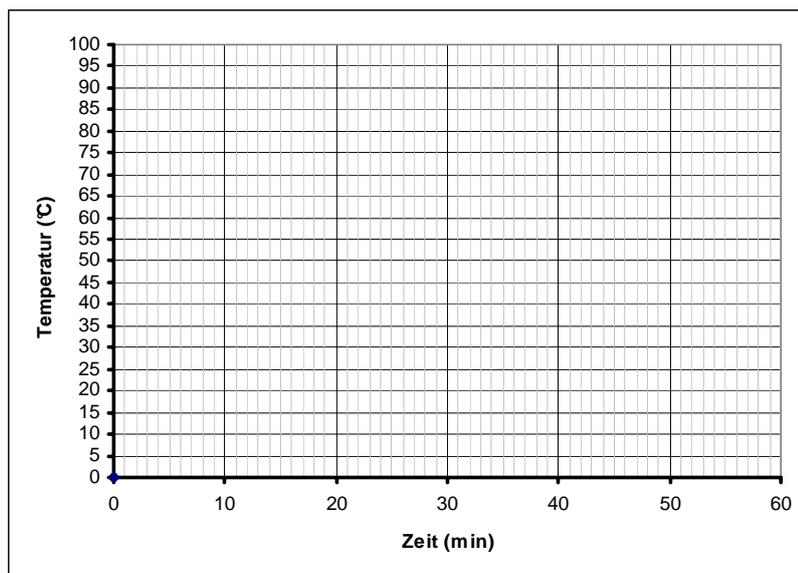
- 2 Welche Einflüsse fallen dir ein, die sich auf die Bekleidung auswirken?

- 3 Überlege dir Gelegenheiten bei denen du eine Wärmeisolation in deiner Bekleidung benötigst.

- 4 Führe den Versuch zur Wärmeisolation durch:
 - 1 Suche Dir eine Stoffprobe aus und führe den Versuch wie beschrieben durch. Zum Vergleich soll ein Gefäß **ohne Isolation** bleiben.
 - 2 Überlege dir im Vorhinein, ob deine Stoffprobe zur Wärmeisolation geeignet ist.

Trage deine Messergebnisse in das Diagramm ein:

Bezeichnung der Stoffprobe _____



Versuch 1 **Wärmeisolation**

Material: Wasserkocher, 2 Trichter, 4 Rundkolben, 4 durchbohrte Gummistopfen, 4 Korkuntersetzer, 4 Thermometer, 1 Stoppuhr, Verschiedene Stoffproben, Kordel

Durchführung

- 1 Erhitze ca 1,5 l Wasser mit dem Wasserkocher.
- 2 Verfahre mit jeder Stoffprobe, wie jetzt folgend beschrieben wird. Bei mehreren Personen könnt ihr auch gleichzeitig arbeiten.
- 3 Wähle eine Stoffprobe und stelle den Korkuntersetzer in die Mitte des Stoffes.
- 4 Stelle den Rundkolben auf den Korkuntersetzer.
- 5 Fülle das heiße Wasser mit Hilfe eines Trichters bis zur Markierung in den Kolben.
- 6 Verschließe den Kolben mit einem Gummistopfen und stecke **vorsichtig (!)** ein Thermometer in die Bohrung. Das Thermometer soll bis in die Mitte des Kolbens reichen.
- 7 Halte die vier Ecken des Stoffes mit den Fingern über dem Kolben zusammen und fixiere den Stoff mit einer Kordel über dem Gummistopfen.
- 8 Notiere die Anfangstemperatur in die Tabelle und starte die Stoppuhr.
- 9 Alle 10 Minuten wird die Temperatur auf dem Thermometer abgelesen und in die Tabelle übertragen.
- 10 Insgesamt sollen ca. fünf Messungen durchgeführt werden.
- 11 Fülle nach dem gleichen Prinzip einen Kolben, der nicht mit Stoff umwickelt wird, und notiere ebenfalls den Temperaturverlauf.
- 12 Vergleiche anschließend deine Messergebnisse mit denen deiner Mitschüler.

Ohne Isolation



Mit Isolation



V 1



Ergebnisse:

Trage auch die Messergebnisse deiner Mitschüler in die Tabellen ein.

A Ohne Isolation

Zeit						
Temperatur						

B Stoffprobe _____

Zeit						
Temperatur						

C Stoffprobe _____

Zeit						
Temperatur						

D Stoffprobe _____

Zeit						
Temperatur						

Diskutiere mit deinen Mitschülern, welche Stoffe du für Outdoor-Bekleidung verwenden würdest.

Versuch 2

Versuch zur Wasserdichte

Die Wassersäule

Material: Plexiglasrohr (ca. 1,40m), 2 Halterungen, Ständer, Spannring, Untersuchungsmaterial, 2 Wannen (ca. 3l), Becher, Trichter, Wasser

Durchführung:

- 1 Spanne den Stoff unter das Rohr ein,
- 2 Stelle das Rohr auf den Träger und fixiere es oben mit der Klemme,
- 3 Stelle unter den Aufbau eine Wanne.
- 4 Fülle mit Hilfe des Trichters Wasser von oben in die Säule bis zur 1-Meter-Skala.
- 5 Stoppe die Zeit vom Einfüllbeginn bis 5 Minuten.
- 6 Beobachte, ob das Material unten feucht wird.
- 7 Notiere Deine Beobachtungen.
- 8 Spanne anschließend das Glasrohr vorsichtig aus, entleere es.
- 9 Prüfe nun den nächsten Stoff.

Werte abschließend Deine Ergebnisse aus und gib eine Erklärung für die Versuchsergebnisse.

Definition: wasserdichte Stoffe

Die Dichtigkeit von wasserdichten Stoffen wird oft in Millibar (mbar) angegeben. Der Wert gibt den Wasserdruck an, der auf dem Gewebe lasten kann, bevor es Feuchtigkeit durchlässt.

Die Höhe der Wassersäule in Metern (mWS), die auf dem Gewebe lasten kann, bevor es undicht wird, ist eine weitere Maßeinheit.

Nach DIN darf Regenkleidung ab einer Dichtigkeit von 130 mbar, bzw. 1,3 mWS, als wasserdicht bezeichnet werden. Bei Werten darunter sind die Stoffe lediglich Wasser abweisend.

100 Millibar (mbar) = 1 Meter Wassersäule (mWS)

Zusammensetzung der äußersten Schicht

Z-Liner: Die Membran ist auf sehr dünnem Trägermaterial zwischen Innenfutter und Obermaterial eingehängt. Diese Art ist mechanisch am instabilsten, man kann damit jedoch sehr leichte Jacken herstellen. Für Rucksackträger nicht zu empfehlen. Kostengünstig. Liner werden vor allem da eingesetzt, wo es komplizierte Nahtführungen gibt, also bei modischen Bekleidungsstücken.

2-Lagen laminiert: Die Membran ist fest mit dem Außenstoff verbunden, das Innenfutter ist ein Extrastoff.

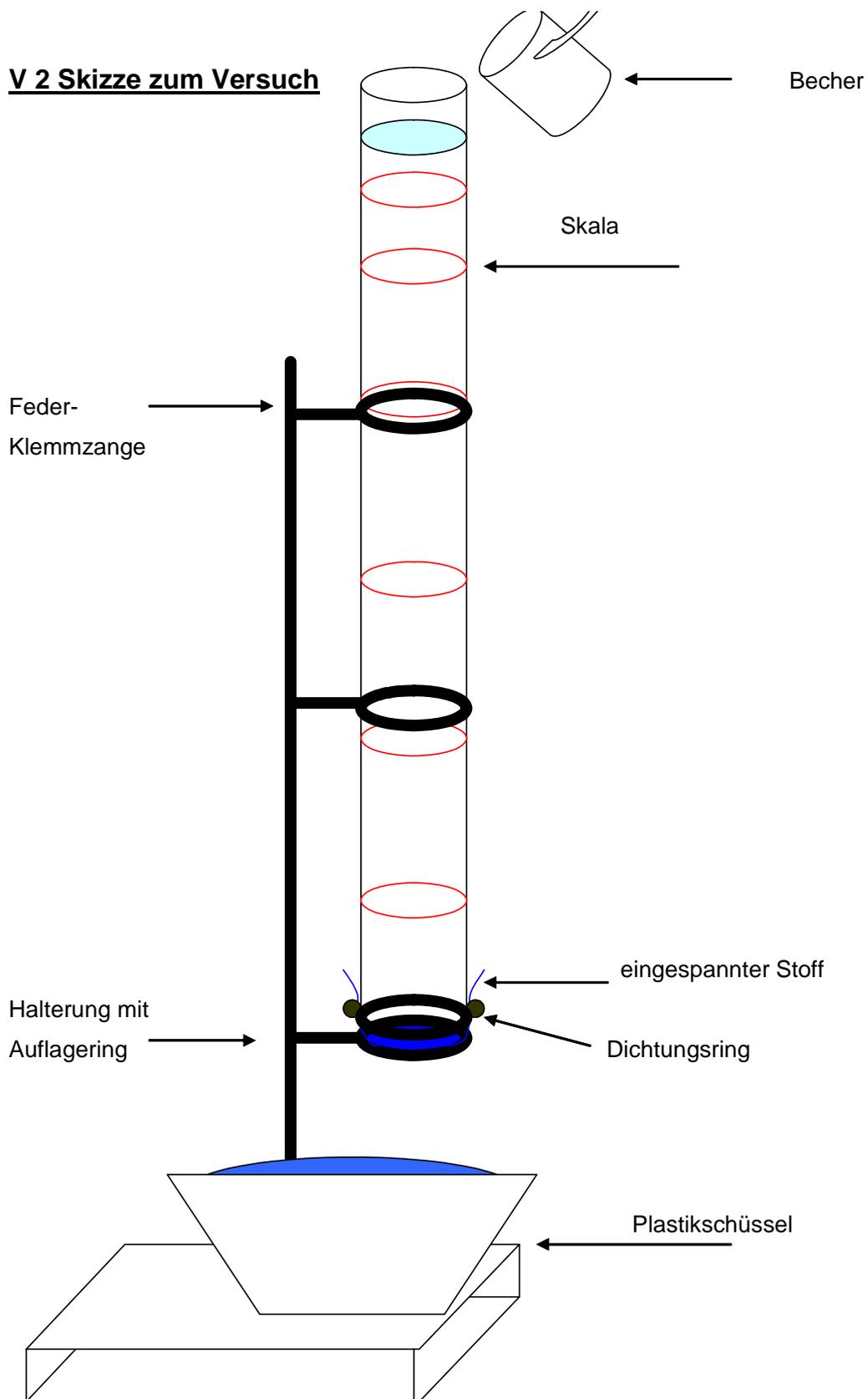
3-Lagen laminiert: Membran ist fest zwischen Außen- und Innenstoff eingeschweißt, man kann einzelne Schichten der Jacke nicht mehr gegeneinander verschieben.

V 2 Ergebnisse der Versuche zur Wasserdichte

Textilfaser	Höhe Wassersäule in mbar / mWS	wasserdicht	Wasser abweisend

Auswertung/Erklärung:

V 2 Skizze zum Versuch



Zum Versuchsablauf

Das Plexiglasrohr wird aus der Klemmzange genommen. Die Rohrschelle wird mit Hilfe des Sechskantschlüssels bis auf circa 8,5 cm Durchmesser geweitet, dann wird ein Stück Stoff mit einer Mindestgröße von 15x15 cm mit seiner Außenseite (!) auf die Unterseite des Rohres gelegt. Die Rohrschelle umfasst dicht hinter dem Dichtungsgummi den Stoff. Dabei muss genauestens darauf geachtet werden, dass die Schelle rundherum gerade sitzt, da sonst die Dichtigkeit des Rohres/Stoffes nicht gewährleistet ist - was sich jedoch erst nach dem Einfüllen einer gewissen Wassermenge bemerkbar macht. Die Schelle sollte stark angezogen werden; eventuell kann bei einem sehr dünnen Stoff ein selbstklebendes Dichtungsband am Rohr angebracht werden, damit man das Rohr auch mit dünnem Stoff „wirklich dicht bekommt“. Wenn der Stoff gut eingespannt ist, stellt man das Rohr auf den Auflagering und klemmt es in die beiden Zangen, stellt eine leere Plastschüssel unter das Rohr und den Trichter von oben in das Rohr und beginnt nun das Rohr zu füllen. Beim Einfüllen muss man immer wieder überprüfen, ob der Stoff noch wasserdicht ist, indem man ohne Druck mit der Hand an der Unterseite des Stoffes entlangfährt. Sobald der Stoff sich feucht anfühlt, ist er nicht mehr wasserdicht. An der Skala lässt sich die Höhe der Wassersäule ablesen, die sich dann in Millibar, die Einheit des Druckes auf eine Masse, umwandeln lässt. Außerdem lässt sich je nach Höhe der Wassersäule der Stoff in „wasserdicht“ oder „wasserabweisend“ einteilen.

Um nun den Stoff auszuspannen und einen neuen Stoff einzuspannen, muss das Wasser aus dem Rohr herausgelassen werden, indem man die Schelle mit dem Sechskantschlüssel langsam öffnet. So kann das Wasser langsam in die darunter stehende Schüssel abfließen.

Möchte man den Versuch entweder Schülern demonstrieren oder sie den Versuch selbst erfahren lassen, so ist es unbedingt erforderlich, den Versuch schon einmal mit verschiedenen Materialien in Probe durchgeführt zu haben, um den Versuchsablauf und die Handhabung mit dem Apparat eingeübt zu haben. So beugt man etwaigen unangenehmen Überraschungen vor. Es stellte sich erst nach Erproben mit unterschiedlich dicken Stoffen heraus, dass es bei dünnen Stoffen von Vorteil ist, wenn man ein Dichtungsband zwischen Rohr und Stoff/Schelle klebt, um dort das Austreten von Wasser zu vermeiden.

Informationen zu V3

Wasserdampfdurchlässigkeit/ Wasserdampfdurchgangswiderstand
Umgangssprachlich wird dies auch **Atmungsaktivität** genannt

Wichtige Eigenschaften von Outdoorbekleidung sind die Wasserdampfdurchlässigkeit und der Wasserdampfdurchgangswiderstand, im alltäglichen Sprachgebrauch meist **Atmungsaktivität** genannt. Für beide Eigenschaften gibt es genaue Prüf- und Messmethoden.

Der Wasserdampfdurchgangswiderstand (R_{ef}) wird von zahlreichen Faktoren, wie Dicke, Porenvolumen, Faserart, Faserorientierung, Ausrüstung und Feuchtegehalt beeinflusst.

Da Outdoorbekleidung nicht nur dampfdurchlässig, sondern nach Möglichkeit auch lang anhaltend bzw. dauerhaft wasserundurchlässig sein soll, gibt es vier unterschiedliche Systeme, um dies zu erreichen. Zwei der Systeme sollen hier näher erläutert werden, da sie für die Versuchsreihe wichtig sind.

Zum einen ist das die „mikroporöse Membran“, welche bei GORE-TEX[®] verwendet wird. „Die Struktur der GORE-TEX[®] Membran (ePTFE = gerecktes Polytetrafluorethylen) besteht aus miteinander verbundenen Knoten, die zahllose Poren bilden. Diese Poren sind etwa 20.000mal kleiner als ein Wassertropfen deshalb kann Wasser nicht eindringen.

Gleichzeitig jedoch sind diese Poren ca. 700mal größer als ein Wasserdampfmolekül, deshalb kann Wasserdampf (Schweiß) problemlos entweichen.

Zum andern gibt es auch eine „hydrophile (wasserliebende) Membrane“, welche bei Sympatex verwendet wird. Die Sympatex-Membran ist eine *geschlossene hydrophile Polyester-Membran*, die keine Poren aufweist. Von außen kann kein Wasser eindringen, Wasserdampfmoleküle werden jedoch auf physikalisch-chemischem Weg durch die Membran von innen nach außen geleitet.

Der Vorteil: Da keine Poren vorhanden sind, können sie nicht durch Waschmittelrückstände oder Salzkristalle zugesetzt werden. Demnach bleibt die Atmungsaktivität bei geschlossenen Membranen langfristig erhalten.

Sympatex besteht aus einer Kombination von zwei Kunststoffarten: Polyester (wasserabweisende Wirkung), und Polyether (Wasserdampf durchlassende Wirkung).

Das Gewicht beträgt ca. 30 g pro Jacke bzw. 2 g pro Schuh. Die Membran ist nur 1/100 mm dünn, transparent und leicht opak, 100% wasserdicht, 100% winddicht und optimal atmungsaktiv. Die Sympatex-Membran ist voll recyclebar und umweltfreundlich.

Nun stellt sich die Frage, wo sich die Membran eigentlich in einem Kleidungsstück befindet.

„Da Membranen hauchzart und empfindlich sind, werden sie nicht allein in einem Bekleidungsteil verarbeitet, sondern immer mit einem Trägermaterial kombiniert. In der Regel sind dies Gewebe, Maschenwaren oder Vlies.

Die Membran wird auf den jeweiligen Trägerstoff aufgebracht (**laminiert**), das Trägermaterial und die Membran ergeben dann zusammen das **Laminat**.

Bei Laminaten gibt es wiederum vier verschiedene Typen, die im folgenden Schaubild dargestellt sind:

Versuch 3 Handschuhstest

Material: Membran- und Plastik-Handschuhe von GORE-TEX®, Eimer mit Wasser , Stoppuhr, Handtuch

Durchführung:

- 1 Ziehe an der einen Hand den Membran-Handschuh und an der anderen Hand den Plastik-Handschuh an.
Öffne und schließe mehrmals deine Hände.



Notiere, was Du fühlst.

Membranhandschuh	Plastikhandschuh

Erkläre, was das für das Material bedeutet. Welche Eigenschaften hat es?

- 2 Befeuchte Deine Hand (nass) und ziehe den Membran-Handschuh an.
Nun tauche deine Hand für ca. 3 min in den Wassereimer. Ein/e Mitschüler/in stoppt die Zeit. Achte darauf, dass von oben kein Wasser in den Handschuh läuft. Lege den Handschuh danach auf das Handtuch.



Notiere, was passiert.

Erkläre, welche Materialeigenschaften die Membran hat.

Versuch 4 Sympatex-Membran-Versuch

Material: Sympatex-Membran-Karte, Tasse, Wasserkocher / heißes Wasser

Durchführung

- 1 Fülle heißes Wasser in die Tasse und lege die geschlossene Sympatex-Karte mit der Unterseite auf die Tasse.



- 2 Öffne die Karte nach ein paar Sekunden.



Notiere, was passiert ist.

Erkläre, welche Eigenschaft die Membran hat.

Erweiterung Versuch 4

Material: Stickrahmen mit 7cm Durchmesser, zugeschnittene Stoffproben, Tasse mit Durchmesser der Stickrahmen, Wasserkocher / heißes Wasser, Spiegel, Tuch

Versuchsbeschreibung

- Spanne in den Stickrahmen die zu untersuchende Stoffprobe
- Fülle die Tasse mit heißem Wasser und lege den Stickrahmen mit der Oberseite auf die Tasse.
- Halte den Spiegel dicht über den Stoff und nehme ihn nach ein paar Sekunden wieder weg.

Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein.

Führe den Versuch noch mit weiteren Stoffproben durch und notiere anschließend deine Beobachtungen.



	Oberstofflaminat	Baumwollstoff
Beobachtungen			

Diskutiere in der Gruppe, welche Vorteile oder Nachteile die einzelnen Stoffproben mit ihren Eigenschaften haben.

Versuch 5

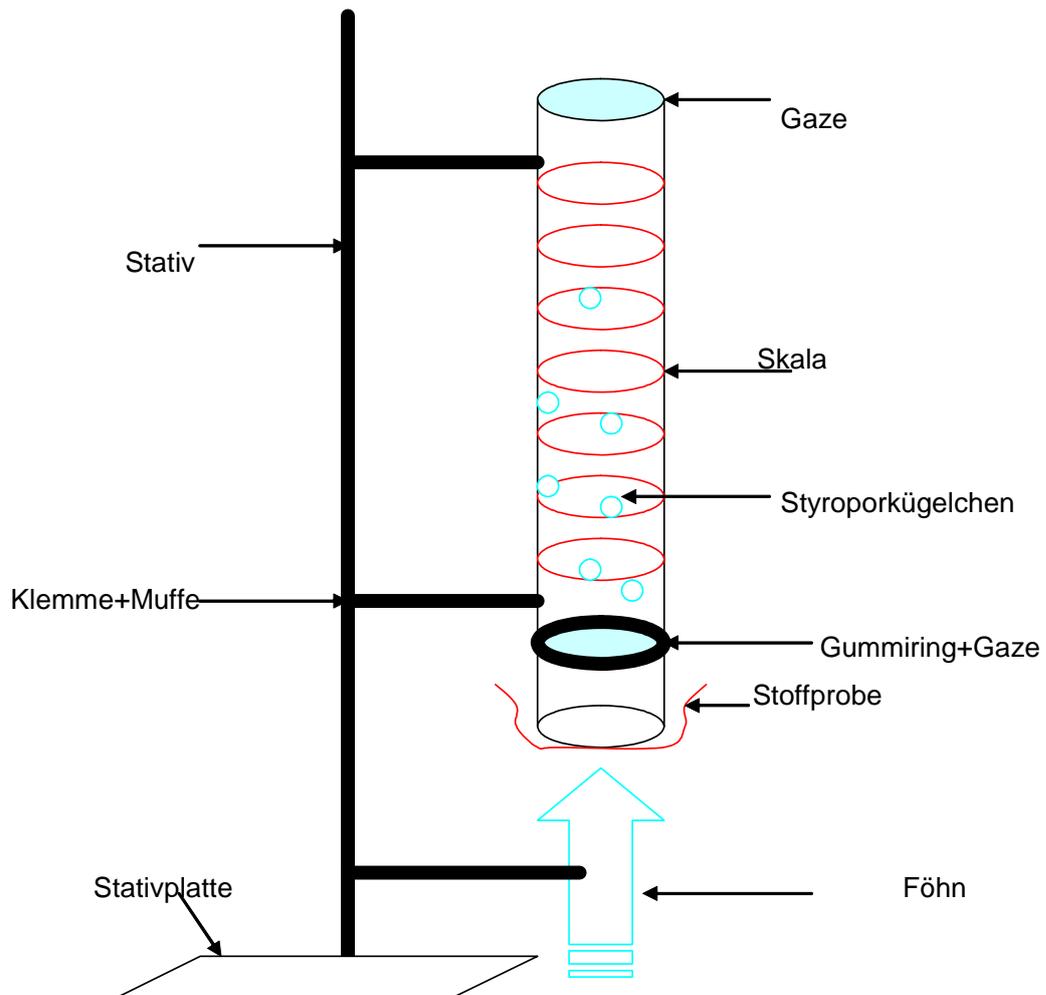
Versuchsbeschreibung

1. Lies zuerst die ganze Beschreibung.
2. Suche dir eine Stoffprobe aus und notiere die Nummer der Probe in der Tabelle zur Versuchsbeschreibung.
3. Stülpe eine Stoffprobe über das untere Ende des Plexiglasrohres (die Außenseite des Stoffes nach außen!) und fixiere es mit einem Gummi.
4. Schalte den Föhn auf die Kalteinstellung und schalte ihn dann auf Stufe drei ein.
5. In der Plexiglasröhre befinden sich Styroporkügelchen. Beobachte, ob sie sich bewegen und wie hoch sie steigen.
6. Notiere das Ergebnis in die Tabelle zur Versuchsbeschreibung.
7. Neben dem Versuchsaufbau findest du eine Beschreibung der verschiedenen Stoffproben. Übertrage die genaue Bezeichnung in die Tabelle zur entsprechenden Nummer.

Beispiele für Stoffproben sind auf dem Arbeitsblatt unten aufgeführt.

Versuch 5 Die Winddichtigkeit

Aufbau:



V5 Die Winddichtheit testen

	Bewegung der K�ugelchen bis ...	Keine Markierung Nr.
1	Probe	
2	Probe	
3	Probe	
4	Probe	
5	Probe	
6	Probe	

Zusatzversuch

Der Windchilleffekt

Wenn der Wind durch ein nicht winddichtes Kleidungsstück bläst, fangen wir an zu frieren, auch wenn die Temperatur gleich bleibt. Dies nennt man den **Windchill-Effekt**. → Die Gefühlte Temperatur ist niedriger als die tatsächliche Temperatur.

Mit Hilfe eines Versuchs kannst du diesen Effekt nachempfinden.

- 1 Halte deinen Unterarm unter kaltes Wasser, bis es dich leicht fröstelt.
- 2 Trockne den Arm ab und halte einen Fön, der auf „kalt“ gestellt ist auf den Arm gerichtet.
- 3 Spüre, wie sich die gefühlte Temperatur mit und ohne Fön verändert.

→ Mit dem beiliegenden „Windchill-Calculator“ kannst du die tatsächliche und die gefühlte Temperatur bei verschiedenen Windstärken vergleichen!

Mit dem Rad stellst du eine Temperatur ein, z.B. 4°. Im Fenster der Scheibe kannst du nun die gefühlte Temperatur ablesen.

Bei 4° Ausgangstemperatur

WINDSTÄRKE	GEFÜHLTE TEMPERATUR
10 km/h	1°
20 km/h	- 5°
30 km/h	- 8°
40 km/h	- 10°



Zu Versuch 5

Stoffproben

1 POLARTEC® Wind Pro®

→ eine Kombination aus speziellen Garnen und dichter Strickkonstruktion.

- Hält viermal mehr Wind ab als traditionelles Fleece. Verringerung des Windchill-Effekt.
 - Wärme mit weniger Gewicht und Dicke.
 - Wasserabweisende Oberfläche.
 - hohe Atmungsaktivität. Schränkt weder die Bewegungsfreiheit noch die Dampfdurchlässigkeit ein.
 - Maschinenwaschbar.
- (vgl. auch weitere Polartec Produkte unter: <http://www.maldenmills.com>)

2 Laminat mit einer WINDSTOPPER® -Membran von W.L. Gore

→ ein Zweilagigen-Laminat mit wasserabweisendem Außenstoff und einer laminierten ePTFE-Membran.

- Bei der ePTFE-Membran handelt es sich um eine ultraleichte Membran, die durch eine besondere Form der Verarbeitung von Polytetrafluorethylen (PTFE) entsteht.
- Die Membran wurde erst gesondert hergestellt und dann flächig auf den Oberstoff geklebt.
- Guter Wasserdampfdurchgang und Atmungsaktivität
- Absolute Winddichtheit.

3 Dreilagigen-Laminat

4 Herkömmlicher Fleece (Fleecepulli)

5 Wollstoff (Strickjacke)

6 Leder (Lederjacke)

7 Baumwolle (Jeansjacke)

III.3.2 Ernährungswissenschaftliche Versuche

V 10 Bestimmung des Calciumgehaltes von Lebensmitteln

A) Bestimmung des Calciumgehaltes von Getränken



Zeitbedarf: 5-10 Minuten

Materialien:



Geräte:

- Quantofix Ca-Teststäbchen Set mit:
 - Teststäbchen
 - 1 Messgefäß (mit 5 ml Markierung)
 - 1 kleiner Messlöffel
- 5 ml Messzylinder
- Schutzbrille
- Schutzhandschuhe



Chemikalien:

- Quantofix Ca-Teststäbchen Set mit:
 - 1 Flasche Calcium 1 (Wasserstoffperoxid-Harnstoff)
 - 1 Flasche Calcium 2 (32%-ige Natronlauge)
- Bad Dürheimer Mineralwasser
- destilliertes Wasser
- Hohes C, Orangensaft



Beachte:



Natronlauge ist ätzend.

Natronlauge verursacht schwere Verätzungen. Bei der Arbeit mit Natronlauge musst du geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille tragen.



Wasserstoffperoxid-Harnstoff ist brandfördernd und ätzend.

Bei Berührung mit brennbaren Stoffen besteht Feuergefahr. Außerdem verursacht Wasserstoffperoxid-Harnstoff Verätzungen. Bei der Arbeit mit Wasserstoffperoxid-Harnstoff musst du geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille tragen.



Durchführung:

a) Orangensaft

- Fülle das Messgefäß bis zur 5 ml Markierung mit Orangensaft.
- Nimm ein Teststäbchen aus der Aluminiumdose, welche Du nach Entnahme des Teststäbchens sofort wieder verschließt. Das Testfeld darf nicht mit den Fingern berührt werden.
- Tauche das Teststäbchen für eine Sekunde in die Prüflösung ein, schüttele den Flüssigkeitsüberschuss ab und lege das Teststäbchen mit dem Testfeld nach oben zur Seite.
- Gib einen Messlöffel Calcium-1 zur Prüflösung (Orangensaft) und löse es unter vorsichtigem Schwenken auf.
- Gib 10 Tropfen Calcium-2 zu und schwenke kurz um.
- Stelle das Teststäbchen nun erneut für 45 Sekunden in die Prüflösung.
- Entnimm das Teststäbchen, schüttele den Flüssigkeitsüberschuss ab und vergleiche das Teststäbchen mit der Farbskala.

b) Mineralwasser

- Auf Grund des hohen Calciumgehaltes des Mineralwassers ($340 \text{ mg Ca}^{2+}/\text{l}$) musst du das Mineralwasser vor Bestimmung des Calciumgehaltes verdünnen. Hierzu misst du in dem Messzylinder 1 ml Mineralwasser ab, gießt es in das Messgefäß und füllst das Messgefäß anschließend mit destilliertem Wasser bis zur Markierung auf.
- Verfahre nun weiter wie in Teil a).



Beobachtung:



Auswertung:

B) Bestimmung des Calciumgehaltes von Gummibärchen



Zeitbedarf: 10 Minuten

Materialien:



Geräte:

- Quantofix Calcium-Teststäbchen Set mit:
 - Teststäbchen
 - 1 Messgefäß (mit 5 ml Markierung)
 - 1 kleiner Messlöffel
- 100 ml Messzylinder
- Waage
- 1 großes Reagenzglas
- 1 Reagenzglasklammer
- Bunsenbrenner
- Schutzbrille
- Schutzhandschuhe



Chemikalien:

- Quantofix Calcium-Teststäbchen Set mit:
 - 1 Flasche Calcium 1 (Wasserstoffperoxid-Harnstoff)
 - 1 Flasche Calcium 2 (32%-ige Natronlauge)
- Gummibärchen (Haribo Vitamin und Mineral Fruchtgummis)
- destilliertes Wasser



Beachte:

Es gelten dieselben Gefahrenhinweise wie in Versuch 1.



Durchführung:

- Wiege 3 Fruchtgummis ab und notiere ihr genaues Gewicht.
 - Gib die 3 Fruchtgummis in ein großes Reagenzglas, miss in einem Messzylinder 50 ml destilliertes Wasser ab und gieße das Wasser zu den Fruchtgummis.
 - Nun erhitzt du den Ansatz unter kräftigem Schütteln so lange über dem Bunsenbrenner, bis sich die Fruchtgummis vollständig aufgelöst haben. Dabei solltest du darauf achten, dass die Fruchtgummis nicht anbrennen. Anschließend solltest du die Lösung abkühlen lassen.
1. Anschließend füllst du die Fruchtgummilösung in den Messzylinder und füllst das gemessene Volumen mit destilliertem Wasser bis zu der 100ml-Markierung auf.

- Fülle das Messgefäß bis zur 5 ml Markierung mit der Fruchtgummilösung.
- Nimm ein Teststäbchen aus der Aluminiumdose. Schließe die Aluminiumdose nach Entnahme des Teststäbchens sofort wieder. Das Testfeld solltest du nicht mit den Fingern berühren.
- Tauche das Teststäbchen für eine Sekunde in die Prüflösung ein, schüttele den Flüssigkeitsüberschuss ab und lege das Teststäbchen mit dem Testfeld nach oben zur Seite.
- Gib einen Messlöffel Calcium-1 zur Prüflösung und löse es unter vorsichtigem Schwenken auf.
- Gib 10 Tropfen Calcium-2 zu und schwenke kurz um.
- Stelle das Teststäbchen nun erneut für 45 Sekunden in die Prüflösung.
- Entnimm das Teststäbchen, schüttele den Flüssigkeitsüberschuss ab und vergleiche das Teststäbchen mit der Farbskala.
- Mit Hilfe des gemessenen Gewichtes der Fruchtgummis und des eingesetzten Volumens der Fruchtgummilösung solltest du zum Schluss den tatsächlichen Calciumgehalt der Probelösung berechnen.



Beobachtung:



Auswertung:

Beispielberechnung:

100 g Fruchtgummis enthalten 120 mg Calcium.

Daraus folgt: 1 g Fruchtgummi enthält 1,2 mg Calcium.

In unserem Beispielversuch wurden 10,28 g Fruchtgummi eingesetzt – dies bedeutet:

$10,28 \times 1,2 = 12,336$. Also sind in dem von uns eingesetzten Gewicht 12,336 mg Calcium enthalten.

Die Fruchtgummis wurden in 100 ml Wasser gelöst: Folglich enthalten 100 ml Wasser 12,336 mg Calcium. Von der 100 ml Fruchtgummilösung werden 5 ml abgenommen. Die Konzentration an Calcium ist in den 5 ml die gleiche wie in den ursprünglich 100 ml.

C) Bestimmung des Calciumgehaltes von Fruchtriegeln



Zeitbedarf: 15 Minuten

Materialien:



Geräte:

- Quantofix Calcium-Teststäbchen Set mit:
 - Teststäbchen
 - 1 Messgefäß (mit 5 ml Markierung)
 - 1 kleiner Messlöffel
- 10 ml Messzylinder
- Waage
- 1 Mörser mit Pistill
- 1 Trichter
- Schutzbrille
- Schutzhandschuhe



Chemikalien:

- Quantofix Calcium-Teststäbchen Set mit:
 - 1 Flasche Calcium 1 (Wasserstoffperoxid-Harnstoff)
 - 1 Flasche Calcium 2 (32%-ige Natron-lauge)
- Fruchtriegel (z.B. Schneekappe Fruchtschnitte Cranberry-Kirsche und Dr. Munzinger Sport energy-plus Fruchtschnitten)
- destilliertes Wasser



Beachte:

Es gelten dieselben Gefahrenhinweise wie in Versuch 1.



Durchführung:

- Wiege jeweils 1 g Fruchtriegel ab.
 - Miss in einem Messzylinder 10 ml Wasser ab.
 - Gib das Stück Fruchtriegel und das Wasser in einen Mörser und zermörsere beides mit dem Pistill so lange, bis ein dünnflüssiger Brei entstanden ist.
 - Fülle die entstandene breiige Lösung mit einem Trichter in einen Messzylinder ein. Nun füllst du die Lösung mit destilliertem Wasser bis zur 10 ml Markierung auf.
- 1 1 ml dieser Lösung gießt du in das Messgefäß und füllst sie mit destilliertem Wasser bis zu der Markierung auf.

- Nimm ein Teststäbchen aus der Aluminiumdose. Schließe die Aluminiumdose nach Entnahme des Teststäbchens sofort wieder. Das Testfeld solltest du nicht mit den Fingern berühren.
- Tauche das Teststäbchen für eine Sekunde in die Prüflösung ein, schüttele den Flüssigkeitsüberschuss ab und lege das Teststäbchen mit dem Testfeld nach oben zur Seite.
- Gib einen Messlöffel Calcium-1 zur Prüflösung (Orangensaft) und löse es unter vorsichtigem Schwenken auf.
- Gib 10 Tropfen Calcium-2 zu und schwenke kurz um.
- Stelle das Teststäbchen nun erneut für 45 Sekunden in die Prüflösung.
- Entnimm das Teststäbchen, schüttele den Flüssigkeitsüberschuss ab und vergleiche das Teststäbchen mit der Farbskala.
- Berechne zum Schluss den tatsächlichen Calciumgehalt der Prüflösung.



Beobachtung:



Auswertung:

V 11 Dichtebestimmung von Getränken



Zeitbedarf:

Etwa 10-15 Minuten für das Testen von 3 Getränken

Materialien:



Geräte:



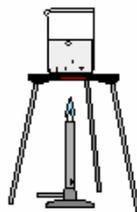
Chemikalien:

-
- verschiedene Dichtespindeln
 - 100 ml Messzylinder
 - mehrere 100 ml Bechergläser
 - Bunsenbrenner
 - Dreifuß, Keramikdrahtnetz
 - Kristallisierschale
 - Schutzbrille
 - verschiedene Getränke



Beachte:

- Bei kohlenstoffhaltigen Getränken muss die Kohlensäure vor der Versuchsdurchführung durch Erhitzen ausgetrieben werden, da die enthaltene Kohlensäure das Messergebnis verfälschen würde.
- Hierzu misst du in einem Messzylinder 90 ml des Getränkes ab, füllst es in ein Becherglas um und erhitzt es anschließend über dem Bunsenbrenner bis zum Sieden.



- Danach solltest du die Lösung etwa auf Zimmertemperatur abkühlen lassen.
Zum schnelleren Abkühlen kannst du das Becherglas in ein kaltes Wasserbad stellen.



Durchführung:

1. Fülle 90 ml des zu testenden Getränkes in den Messzylinder.
2. Stelle die Dichtespindel vorsichtig in den Messzylinder hinein. Nach dem Loslassen der Dichtespindel sollte diese frei schwimmen.
3. Nachdem sich die Spindel auf einen Messwert eingependelt hat, kannst du die Dichte auf der Messskala ablesen.



Dichtespindel



Dichtebestimmung eines Getränkes



Beobachtung:



Auswertung:

Produktname des Getränks	Gemessene Dichte in g/cm^3



Nr.12



10 min

Stärkenachweis

Mit diesem Versuch kann Stärke (Amylose) nachgewiesen werden.

Materialien:

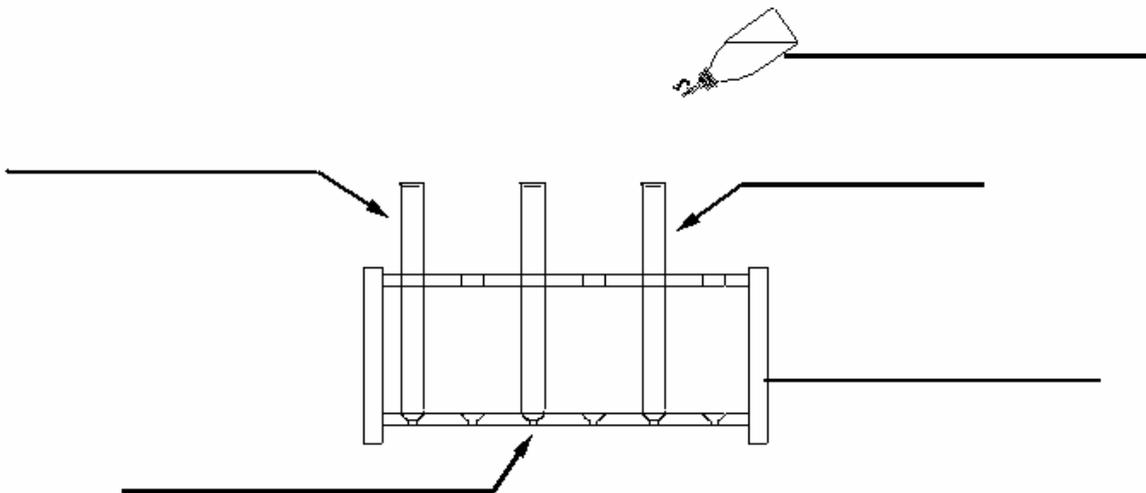
Geräte:

Chemikalien:

- | | |
|------------------------|--------------------|
| ✱ 3 Reagenzgläser | ✱ 100 ml Wasser |
| ✱ 1 Reagenzglasständer | ✱ Stärke |
| ✱ 1 Becherglas (150ml) | ✱ Lugolsche Lösung |
| ✱ 1 Glasstab | |
| ✱ 1 Spatel | |
| ✱ 1 Teelöffel | |

- Tipp:** - Stärke löst sich in warmen Wasser besser
- Mit kleinen Mengen erhält man ein besseres Ergebnis

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

- 1.) Stelle eine Stärkelösung her:
Gib in das Becherglas eine kleine Spatelspitze Stärke. Rühre diese mit ein bisschen Wasser an und fülle anschließend auf 100ml mit Wasser auf.
- 2.) Fülle die Stärkelösung in das 1. und 2. Reagenzglas bis zur angegebenen Markierung (ca. 1 cm). Fülle das 3. Reagenzglas ebenfalls bis Markierung (ca. 1 cm) mit Wasser.
- 3.) Gib in das 1. Reagenzglas etwas Speichel (mit dem Teelöffel) und rühre zur besseren Vermengung der beiden Substanzen mit dem Glasstab gut um.
- 4.) Gib in jedes Reagenzglas 3 Tropfen Lugolsche-Lösung.

Beobachtung:

Erklärung:

- 1.) Notiere, was die Lugolsche - Lösung anzeigt.
- 2.) Erkläre, was durch den Speichel im 2. Reagenzglas verursacht wird.

V 13



Fehlingsche Probe

Dieser Versuch dient dazu, reduzierende Zucker (Glucose, Fructose,...), mit Hilfe der Fehlingschen Probe nachzuweisen.



Darauf sollte geachtet werden:

- Brandgefahr durch Kartuschenbrenner
- Beim Erhitzen der Proben kann es zu einem Siedeverzug kommen!
- Beim Erhitzen von Proben immer eine Schutzbrille tragen!!!
- Reagenzgläser nur mit Reagenzglasklammer erwärmen!

Materialien:

Geräte:

- 4 Reagenzgläser
- 1 Reagenzglasklammer
- 1 Reagenzglasständer
- 1 Kartuschenbrenner
- 1 Schutzbrille
- 1 Feuerzeug
- 1 Spatel
- Siedesteinchen
- 1 Becherglas (50ml)

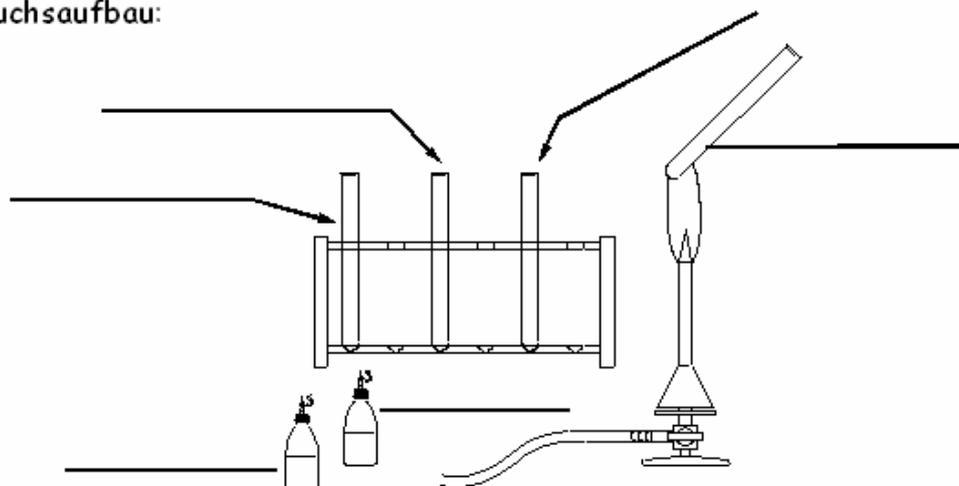
Chemikalien:

- Traubenzucker (Glucose)
- Haushaltszucker (Saccharose)
- Fruchtzucker (Fructose)
- Vitamin C
- Fehling-Reagenz I
- Fehling-Reagenz II
- Wasser

Tipps:

- Fehling - Reagenzien genau dosieren
- Eine kleine Menge der einzelnen Zuckersorten reicht schon aus.

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

- 1.) Gib in alle Reagenzgläser jeweils 5 Tropfen der Fehling-Reagenz I und der Fehling-Reagenz II.

Beobachtung: _____

- 2.) Fülle alle Reagenzgläser bis zur Markierung mit Wasser.
Gib nun in das
1. Reagenzglas eine Spatelspitze Traubenzucker (Glucose)
 2. Reagenzglas eine Spatelspitze Haushaltszucker (Saccharose)
 3. Reagenzglas eine Spatelspitze Fruchtzucker (Fructose)
 4. Reagenzglas eine Spatelspitze Vitamin C

Schüttle alle Reagenzgläser vorsichtig, bis sich der Zucker bzw. das Vitamin C aufgelöst haben und du in allen Gläsern eine gleichmäßige blaue Lösung hast.

- 3.) Erhitze die Probe vorsichtig über dem Kartuschenbrenner.
4.) Verfahre ebenso mit den anderen Proben.

Beobachtung:

Erklärung:

V 14



Benedict - Nachweis

Dieser Versuch dient dazu, reduzierende Zucker (Glucose, Fructose,...) mit Hilfe der Benedict - Reagenz nachzuweisen.



Darauf sollte geachtet werden:

- Brandgefahr durch Kartuschenbrenner
- Beim Erhitzen der Proben, kann es zu einem Siedeverzug kommen!
- Beim Erhitzen von Proben immer eine Schutzbrille tragen!!!
- Reagenzgläser nur mit Reagenzglasklammer erwärmen!

Materialien:

Geräte:

- 1 Becherglas (50ml)
- 4 Reagenzgläser
- 1 Reagenzglasständer
- 1 Reagenzglasklammer
- 1 Kartuschenbrenner
- 1 Schutzbrille
- 1 Feuerzeug
- 1 Spatel
- Siedesteinchen

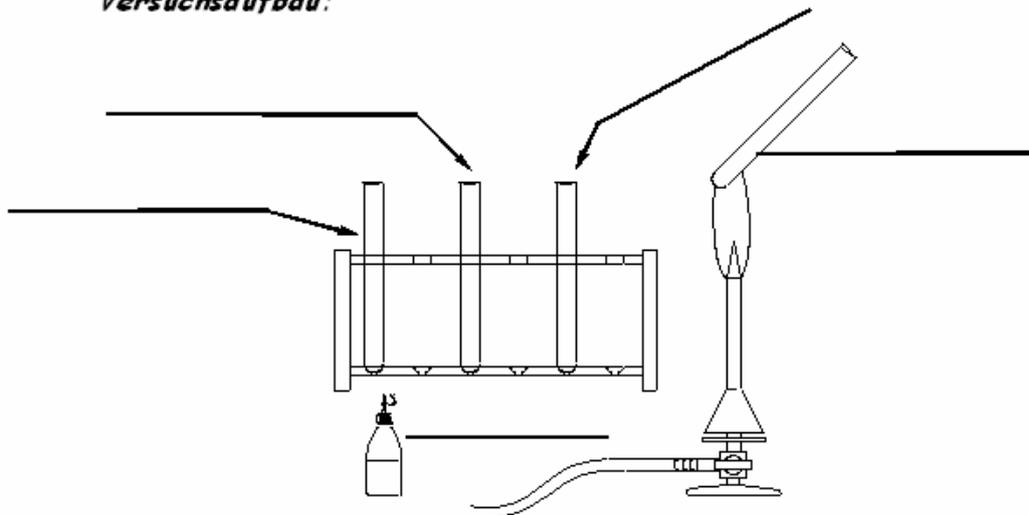
Chemikalien:

- Traubenzucker (Glucose)
- Haushaltszucker (Saccharose)
- Fruchtzucker (Fructose)
- Vitamin C
- Benedict - Reagenz
- Wasser

Tipps:

- Eine kleine Menge der einzelnen Zuckersorten reicht schon aus!

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

- 1.) Fülle in alle Reagenzgläser bis zur Markierung (ca. 1 cm) Wasser.
Gib nun in das
 1. Reagenzglas eine Spatelspitze Traubenzucker (Glucose)
 2. Reagenzglas eine Spatelspitze Haushaltszucker (Saccharose)
 3. Reagenzglas eine Spatelspitze Fruchtzucker (Fructose)
 4. Reagenzglas eine Spatelspitze Vitamin CSchüttle alle Reagenzgläser vorsichtig, bis sich der Zucker bzw. das Vitamin C aufgelöst hat.
- 2.) Gib zur ersten Probe 5 Tropfen Benedict-Reagenz. Schüttle das Reagenzglas, bis sich die Lösung gleichmäßig blau gefärbt hat. Nun erhitze die Probe vorsichtig über dem Bunsenbrenner bis zum Sieden.
- 3.) Verfahre ebenso mit den anderen Proben.

Beobachtung:

Erklärung:

Herstellung einer Eiklarlösung

Materialien:

Geräte:

- ✚ 2 Bechergläser (200ml)
- ✚ 1 Trichter
- ✚ Watte
- ✚ 1 Glasstab

Chemikalien:

- ✚ 1 Ei
- ✚ 100ml Wasser



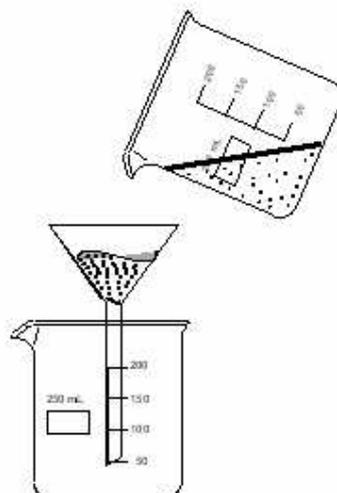
1.) Trenne über einem der beiden Bechergläser das Eigelb vom Eiklar.

2.) Gib zum Eiklar 100ml Wasser und rühre mit dem Glasstab gut um.

3.) Filtriere die Eiklarlösung:

Dazu gibst du in den Trichter etwas Watte und stellst diesen in das zweite Becherglas.

Vorsicht! Die Lösung läuft nur sehr langsam durch den Filter.



V 15



15 min

Die Xanthoprotein - Reaktion

Dieser Versuch dient zum Nachweis von Proteinen.



Darauf sollte geachtet werden:

- Brandgefahr durch Kartuschenbrenner
- Beim Erhitzen der Proben, kann es zu einem Siedeverzug kommen!
- Beim Erhitzen von Proben immer eine Schutzbrille tragen!!!
- Reagenzgläser nur mit Reagenzglasklammer erwärmen!
- Salpetersäure wirkt auf die Haut ätzend, falls es doch zu Hautkontakt kommen sollte, sofort unter fließendem Wasser abspülen und der Lehrkraft melden.

Materialien:

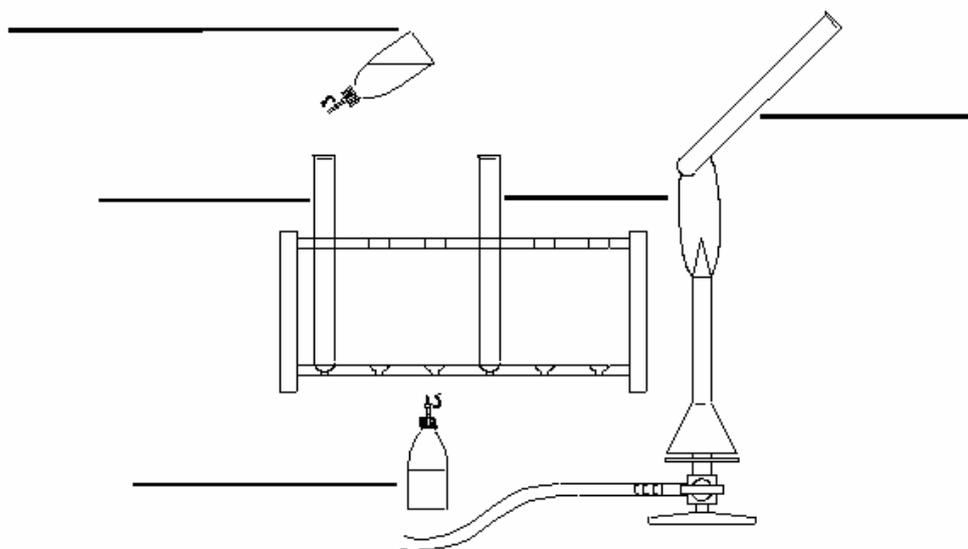
Geräte:

- 3 Reagenzgläser
- 1 Reagenzglasklammer
- 1 Reagenzglasständer
- 1 Glasstab
- 3 Pipetten
- 1 Kartuschenbrenner
- 1 Feuerzeug
- 1 Schutzbrille
- Siedesteinchen
- 2 Bechergläser (25ml)

Chemikalien:

- Eiklarlösung (ca. 10ml)
- Milch (ca.10ml)
- Salpetersäure (w=65%)
- Natronlauge (1mol/L)

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

- 1.) Gib in das
 1. Reagenzglas 3 ml Eiklarlösung
 2. Reagenzglas 3 ml Wasser
 3. Reagenzglas 3 ml Milch

- 2.) Versetze alle drei Proben mit 5 Tropfen konzentrierter Salpetersäure und erhitze die Lösung vorsichtig!

- 3.) Lasse das Reaktionsgemisch abkühlen. Dann ziehe mit dem Glasstab das Reaktionsgemisch an der Reagenzglaswand hoch. Gib nun 3-5 Tropfen konzentrierte Natronlauge vorsichtig darüber.

Beobachtung:

Erklärung:

V 16



Die Biuret - Reaktion

Mit diesem Versuch können Peptide und Proteine nachgewiesen werden.



Darauf sollte geachtet werden:

- Brandgefahr durch Kartuschenbrenner
- Beim Erhitzen der Proben, kann es zu einem Siedeverzug kommen!
- Beim Erhitzen von Proben immer eine Schutzbrille tragen!!!
- Reagenzgläser nur mit Reagenzglasklammer erwärmen!

Materialien:

Geräte:

- 3 Reagenzgläser
- 1 Reagenzglasklammer
- 1 Reagenzglasständer
- 3 Pipetten
- 1 Kartuschenbrenner
- 1 Schutzbrille
- 1 Feuerzeug
- Siedesteinchen
- 2 Becherglas (25ml)

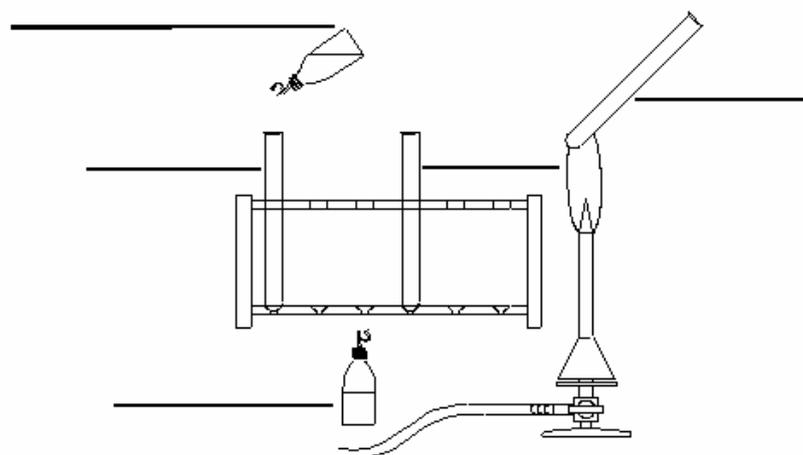
Chemikalien:

- Milch (ca.10ml)
- Eiklarlösung (ca.10ml)
- Natronlauge (1mol/L)
- Kupfer(II)-Sulfat-Lösung (w=1-2%)

Tipps:

- Dieser Versuch ist sehr empfindlich, es kommt auf eine genaue Dosierung an.
- Das Ergebnis (Farbänderung) ist deutlicher, wenn man das Reagenzglas nach Zugabe von Natronlauge und Kupfersulfatlösung nicht schüttelt.

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

1.) Gib in das

1. Reagenzglas 3 ml der Eiklarlösung,
2. Reagenzglas 3 ml Wasser
3. Reagenzglas 3 ml Milch

2.) Versetze alle drei Proben mit je 5 Tropfen Natronlauge und je 5 Tropfen Kupfer(II)-Sulfat-Lösung.

3.) Zur Beschleunigung der Reaktion kannst du die Proben über dem Kartuschenbrenner vorsichtig erhitzen.

Beobachtung:

Erklärung:

V 17 Nachweis von Calcium in Gummibärchen



Zeitbedarf: 10 Minuten

Materialien:



Geräte:

- 3 große Reagenzgläser
- 1 Reagenzglashalter
- 10 ml und 50 ml Messzylinder
- 50 ml Becherglas
- Spatel
- Glasstab
- Bunsenbrenner
- Schutzbrille



Chemikalien:

- Gummibärchen (Haribo Vitamin und Mineral Fruchtgummis und Haribo Gummibärchen)
- Ammonium-Oxalat
- Calciumchlorid
- destilliertes Wasser



Beachte:



Ammonium-Oxalat ist gesundheitsschädlich.

Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden. Deshalb muss eine Schutzbrille getragen werden.



Calciumchlorid ist reizend.

Calciumchlorid reizt die Augen. Staub sollte nicht eingeatmet werden. Berührung mit der Haut sollte vermieden werden.

Beim Arbeiten mit dem Bunsenbrenner besteht Brandgefahr!



Durchführung:

- Gib je ein Fruchtgummi bzw. ein Gummibärchen mit derselben Farbe in ein großes Reagenzglas. In das dritte Reagenzglas gibst du eine Spatelspitze Calciumchlorid.
- 1 Anschließend füllst du in beide Reagenzgläser 20 ml Wasser.



- Nun erhitzt du beide Ansätze unter kräftigem Schütteln so lange über dem Bunsenbrenner, bis sich das Fruchtgummi bzw. das Gummibärchen vollständig aufgelöst hat. Vorsicht: Das Fruchtgummi bzw. das Gummibärchen nicht anbrennen lassen.

Die beiden Gummibärchenlösungen solltest du etwas abkühlen lassen.

- Das dritte Reagenzglas etwas schütteln, bis sich das Calciumchlorid gelöst hat.
- In der Zwischenzeit kannst du schon einmal das Nachweis-Reagenz herstellen: Hierzu füllst du 30 ml Wasser in das Becherglas, gibst 2 Spatelspitzen Ammonium-Oxalat dazu und rührst mit dem Glasstab um, bis sich das Salz gelöst hat.
- Gib in jedes der drei Reagenzgläser 10 ml Ammonium-Oxalatlösung, welche du jeweils mit dem Messzylinder (10 ml) abmisst. Schüttle die Reagenzgläser gut durch und beobachte, was passiert.
- Das Reagenzglas mit dem Calciumchlorid dient als Kontrolle um zu sehen, was passiert, wenn Calcium in der Lösung vorhanden ist.



Beobachtung:



Auswertung:

P_01 Herstellung eines isotonischen Getränkes



Zeitbedarf: etwa 10-15 Minuten

Materialien:



Geräte:

- 1 große Kanne (1 l Fassungsvermögen)
- 1 Schneebesen
- Küchenwaage
- 1 Teelöffel
- eine kleine Schüssel



Chemikalien:

- Frubiase Sport Brausetabletten
- Kaiser Natron Tabletten
- Vitamin C (Ascorbinsäure)
- Maltodextrin



Durchführung:

- Löse eine halbe Frubiase Sport Tablette in 1 Liter Wasser auf.
- Anschließend gibst du 2 Kaiser Natron Tabletten hinzu.
- Wiege auf der Küchenwaage 80 g Maltodextrin ab und gib es ebenfalls zu der Lösung hinzu.
- Rühre nun alles gut mit dem Schneebesen um.
- Gib ca. 1 Teelöffel Vitamin C hinzu. Dies verbessert den Vitamingehalt und den Geschmack.



Auswertung:

Das hergestellte isotonische Getränk enthält folgende Mineralien:

Natrium: etwa 540 mg/l

Kalium: 250 mg/l

Calcium: 250 mg/l

Magnesium: 175 mg/l

Die gemessene Dichte dieses isotonischen Getränkes beträgt $1,023 \text{ g/cm}^3$.

III.4 Warentests

Waren- und Dienstleistungstests als Unterrichtsmethode⁵⁶³

Verlauf:

- Begründung der Themenwahl und Festlegen von Fragestellungen und Zielsetzungen
 - Erfahrungen aus Hobby/Freizeit
 - Persönliche Betroffenheit
 - Feststellen von Qualität/ Preis-Leistungsverhältnis
 - Testgut gehört zu den täglichen Gebrauchsgegenständen
 - Thema entstammt schulischen Unterrichtsinhalten
 - Gesundheit des Menschen

- Theoretische/ fachliche Beschäftigung mit dem gewählten Themenbereich
 - Expertenbefragung/Erkundung
 - Sammeln von Informationsmaterial
 - Lesen von Fachliteratur
 - Vorbereitung im Rahmen des Schulunterrichts

- Auswahl der zu testenden Produkte
 - Meistgekaufte/verwendete Produkte (ermittelt durch Umfrage)
 - Auswahl nach bestimmten Charakteristika des Produktes
 - Sämtliche im Testgebiet erhältliche Produkte
 - Willkürliche Auswahl aus der Angebotspalette
 - Mögl. Je ein Produkt von jedem (großen) Hersteller

- Auswahl der zu testenden Dienstleistungen aus der Gesamtheit dieses Dienstleistungsbereichs
 - Eingrenzen nach bestimmten Merkmalen (bestimmte formale/inhaltliche Aspekte)
 - Regionales Eingrenzen
 - Beschränken auf Teilgebiete der Produkte

⁵⁶³ Zusammengestellt aus Bartoschek, K./ Tornieporth, G. (1994)

- Festlegen der Beurteilungskriterien, des Bewertungsmaßstabs und der Gewichtung der Warentests
 - Aufbau/Zusammensetzung/Handhabung des Produkts⁵⁶⁴
 - Erfassen und Bewerten von Herstellerangaben
 - Prüfen der Verpackung
 - Prüfen der Umweltbelastung
 - Beurteilen von Preis-Leistungsverhältnis

- Entwicklung von Testmethoden und Festlegen der Vorgehensweise bei Warentests
 - Entwicklung spezieller Testverfahren/Konstruktionen und spezieller Testgeräte für technische/praktische Prüfungen
 - Chemische/biologische Tests als Bestandteil technischer Prüfungen
 - Sensorische Prüfungen
 - Anwendung der Testprodukte unter Versuchsbedingungen (praktische Prüfungen)
 - Test mit Versuchspersonen
 - Vergleichende Markterkundung
 - Beurteilen von Gebrauchsanweisungen/produktbegleitende Informationen

- Zusammenfassung der Einzelergebnisse zum Gesamturteil und die Auswertung des Resultats
 - Darstellen der Ergebnisse
 - Hinweise auf mögliche Fehlerquellen/Einschränkungen der Tests
 - Verbrauchertipps
 - Verbesserungsvorschläge
 - Schwierigkeiten während des Tests

- Veröffentlichung der Ergebnisse
 - Schülerzeitung
 - Infoveranstaltung
 - Ausstellung

⁵⁶⁴ Z.B. rein praktische Prüfkriterien; z.B. chemischer Schwerpunkt; Zusammensetzung/Eigenschaften

III.5 Bewertungsbögen

III.5.1 Schülerjury für die Präsentationsbewertung⁵⁶⁵

Schülerjury

Name des Vortragenden:

Thema des Vortrags:

Bewertungskriterien	1	2	3	4	5
Vortrag	☺☺	☺	☹	☹☹	☹☹☹
frei gesprochen					
laut und deutlich, langsam					
Blickkontakt zu den Zuhörern					
Mimik und Gestik					
Inhalt des Vortrags	☺☺	☺	☹	☹☹	☹☹☹
Inhalt verständlich dargestellt					
klar strukturierter Aufbau					
vollständig					
Medien (Tafel, Folie, Plakat...)	☺☺	☺	☹	☹☹	☹☹☹
übersichtlich, anschaulich					
lesbare Handschrift/ Größe					
	1	2	3	4	5
Gesamtnote					

Datum:

Namen der Jurymitglieder:

Notenvorschlag :

⁵⁶⁵ Die Grundlage des Bewertungsbogens stammt von Doris Jöhle-Gutmacher.

III.5.2 Selbst- und Gruppenbeurteilung⁵⁶⁶

Beurteilungsbogen Projekt 9abd

Fitnessprodukte

Name:

Gruppe:

SB:	GB:	LB:
-----	-----	-----

Fachkompetenz		1	2	3	4	5	6	
	Informationen beschaffen							
	Informationen zusammenstellen							
	Auswertung der Experimente							
	Umgang mit Medien							
	Inhalte strukturieren							
Note								
Methodenkompetenz								
	Ideen sammeln/ordnen							
	Ergebnisse präsentieren/freies Sprechen							
	Zeitplan erstellen/einhalten							
	Diskussionsleitung							
	Einen Vorschlag zur Abstimmung führen							
	Eine Abstimmung herbeiführen							
Note								
Soziale Kompetenz								
	Gruppenregeln einhalten: ausreden lassen, zuhören,..							
	Ideen austauschen, sich beraten, helfen							
	Aufgaben/Funktionen in der Gruppe übernehmen							
	Angemessener Umgangston							
Note								
Personale Kompetenz								
	Pünktlichkeit							
	Einhalten von Vereinbarungen							
	Höflichkeit							
	Selbständiges Arbeiten/Leistungsbereitschaft							
	Entscheidungen treffen/mittragen							
	Probleme erkennen, darüber reden, Lösungen finden							
Note								
Gesamtnote:		SB	GB	LB				PM

SB = Selbstbeurteilung, GB = Gruppenbeurteilung, LB = Lehrerbeurteilung, PM = Projektmappe

⁵⁶⁶ Die Grundlage des Bewertungsbogens stammt von Doris Jöhle-Gutmacher

IV Materialien der wissenschaftlichen Untersuchung

IV.1 Fragebögen

Fragebogen 1 **Pädagogische Hochschule Freiburg**
Institut für Technik, Haushalt und Textil, Abteilung Haushalt und Textil

Code

Liebe Schülerinnen und Schüler,
für eine Studie an der Pädagogischen Hochschule möchten wir Euch zu einigen Themen befragen. Wir bitten Euch, den Fragebogen umfassend und ehrlich zu beantworten. Die Befragung ist anonym.

1. Angaben zur Person



- 1.1 Weiblich Männlich Alter
- 1.2 Ordne zu, wie sportlich Du bist
sehr nicht
- 1.3 Welche Sportarten betreibst Du?
Fußball Handball Volleyball Basketball Ski/Snowboard Schwimmen
Badminton Tanzen Hockey Inline Skaten Leichtathletik Radfahren
Weitere:
- 1.4 In welcher Art betreibst Du Sport? (Mehrfachnennungen sind möglich)
Freizeitsport Ausdauersport
Wettkampfsport Kraftsport
- 1.5 An wie vielen Tagen pro Woche treibst Du Sport?
7 6 5 4 3 2 1 kein Tag

2. Fragen zur Bekleidung

- 2.1 Erkläre, was man unter Funktionsbekleidung versteht.
.....
.....
 weiß ich nicht
- 2.2 Nenne mindestens drei Kriterien, welche besonders für Sportbekleidung wichtig sind.
.....
.....
 weiß ich nicht
- 2.3 Erkläre den Begriff „Bekleidungsphysiologie“.
.....
.....
 weiß ich nicht

2.4 Nenne drei Veredlungsverfahren, welche zur Verbesserung des Tragekomforts eingesetzt werden.

.....
.....
 weiß ich nicht

2.5 Erkläre, was man unter „intelligenten Textilien“ bzw. „Smart Clothes“ versteht.

.....
.....
 weiß ich nicht

2.6 Nenne drei Beispiele für intelligente Textilien.

.....
.....
 weiß ich nicht

3. Fragen zur Ernährung

3.1 Was ist Deine übliche Zwischenmahlzeit ?

- Belegtes Brot/Brötchen Seele Schokoriegel Energieriegel
Laugengebäck Obst gar nichts

Sonstiges:

3.2 Eine gesunde Ernährung ist für Dich

- sehr wichtig unwichtig

3.3 Welchen Einfluss hat die Ernährung (Essen, Getränke) auf die Leistungsfähigkeit eines Sportlers?

- sehr großen keinen

3.4 Erkläre **stichpunktartig**, was eine gesunde Ernährung ist.

.....
.....
 weiß ich nicht

3.5 Beschreibe, worauf ein **Sportler** bei seiner Ernährung achten sollte.

.....
.....
 weiß ich nicht

3.6 Wie viel Flüssigkeit soll der erwachsene Mensch bei normalem Klima und normaler Belastung täglich zu sich nehmen?

..... weiß ich nicht

3.7 Bei Sportgetränken findet man häufig die Bezeichnung: isotonisches Getränk. Erkläre den Begriff „isotonisch“.

.....
.....
 weiß ich nicht

3.8 Nenne je zwei Getränke, die für die Flüssigkeitsversorgung des Körpers geeignet bzw. ungeeignet sind.

Geeignet:

Ungeeignet:

3.9 Um die Funktionalität von Nahrungsmitteln (Essen und Getränke) zu steigern, werden Stoffe zugesetzt. Welche Zusatzstoffe, die zur Steigerung der Funktionalität eingesetzt werden, kennst Du?

Vitamine Mineralstoffe L-Carnithin Creatin Glucose

Weitere:

3.10 Beschreibe die jeweilige Wirkung dieser Zusatzstoffe.

.....
.....
 weiß ich nicht

3.12 Erkläre den Begriff „Functional Food“ (= funktionelle Lebensmittel).

.....
.....
 weiß ich nicht

3.13 Nenne Beispiele für Functional Food.

.....
.....
 weiß ich nicht

4 Allgemeine Fragen

4.1 Erkläre den Begriff Fitness.

Fitness bedeutet.....

.....
 weiß ich nicht

4.2 Nenne stichpunktartig, wie man eine gute Fitness erreicht?

.....

.....
 weiß ich nicht

4.3 Erkläre den Begriff Gesundheit.

Gesundheit bedeutet.....

.....
 weiß ich nicht

4.4 Nenne stichpunktartig, wie man eine gute Gesundheit erreicht?

.....

.....
 weiß ich nicht

4.5 „Viele Sachen die ich in der Schule lerne, kann ich für mein Leben gebrauchen.“
Trifft diese Aussage für Dich zu?

trifft zu trifft nicht zu

4.6 „Fitnessprodukte sind für mich sehr wichtig“
Trifft diese Aussage für Dich zu?

trifft zu trifft nicht zu

4.7 „Werbeversprechen sind geprüfte, fachlich richtige Aussagen“
Trifft diese Aussage zu?

trifft zu trifft nicht zu

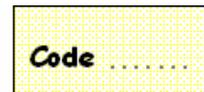
5 ... und was ich sonst noch zu sagen hätte:

.....
.....

Geschafft! Vielen Dank für's Ausfüllen!



Fragebogen 2 **Pädagogische Hochschule Freiburg**
Institut für Technik, Haushalt und Textil, Abteilung Haushalt und Textil



Liebe Schülerinnen und Schüler,
für eine Studie an der Pädagogischen Hochschule möchten wir Euch zu einigen Themen befragen. Wir bitten Euch den Fragebogen umfassend und ehrlich zu beantworten. Die Befragung ist anonym.

1 Angaben zur Person



- 1.1 Weiblich Männlich Alter
- 1.2 Ordne zu, wie sportlich Du bist.
sehr nicht
- 1.3 An wie vielen Tagen pro Woche treibst Du Sport?
7 6 5 4 3 2 1 kein Tag

2 Fragen zur Ernährung

- 2.1 Was ist Deine übliche Zwischenmahlzeit?
Belegtes Brot/Brötchen Seele Schokoriegel Energieriegel
Laugengebäck Obst gar nichts
- Sonstiges:
- 2.2 Eine gesunde Ernährung ist für Dich
sehr wichtig unwichtig
- 2.3 Welchen Einfluss hat die Ernährung (Essen, Getränke) auf die Leistungsfähigkeit eines Sportlers?
sehr großen keinen
- 2.4 Erkläre **stichpunktartig**, was eine gesunde Ernährung ist.
.....
.....
 weiß ich nicht
- 2.5 Beschreibe, worauf ein **Sportler** bei seiner Ernährung achten sollte.
.....
.....
 weiß ich nicht

2.6 Wie viel Flüssigkeit soll der erwachsene Mensch bei normalem Klima und normaler Belastung täglich zu sich nehmen?

..... weiß ich nicht

2.7 Bei Sportgetränken findet man häufig die Bezeichnung: isotonisches Getränk. Erkläre den Begriff isotonisch.

.....
.....
 weiß ich nicht

2.8 Nenne je zwei Getränke, die für die Flüssigkeitsversorgung des Körpers geeignet bzw. ungeeignet sind.

Geeignet:

Ungeeignet:

2.9 Um die Funktionalität von Nahrungsmitteln (Essen und Getränke) zu steigern, werden Stoffe zugesetzt. Welche Zusatzstoffe, die zur Steigerung der Funktionalität eingesetzt werden, kennst Du?

Vitamine Mineralstoffe L-Carnithin Creatin Glucose

Weitere:

2.10 Erkläre den Begriff „Functional Food“ (= funktionelle Lebensmittel).

.....
.....
 weiß ich nicht

2.11 Nenne drei Beispiele für Functional Food

.....
.....
 weiß ich nicht

2.12 Probiotische Joghurts sind auf dem Lebensmittelmarkt weit verbreitet. Erkläre, wofür diese gut sind.

.....
.....
 weiß ich nicht

3 Allgemeine Fragen

3.1 Erkläre möglichst genau, was für Dich Fitness ist.

Fitness bedeutet.....
.....
.....
 weiß ich nicht

3.2 Erkläre möglichst genau, was es für Dich heißt, **gesund** zu sein.

Gesundheit bedeutet.....
.....
.....
 weiß ich nicht

4 ... und was ich sonst noch zu sagen hätte:

.....
.....

Geschafft! Vielen Dank für's Ausfüllen!



Fragebogen 3 **Pädagogische Hochschule Freiburg**
Institut für Technik, Haushalt und Textil, Abteilung Haushalt und Textil

Code

Liebe Schülerinnen und Schüler,
für eine Studie an der Pädagogischen Hochschule möchten wir Euch zu einigen Themen befragen. Wir bitten Euch den Fragebogen umfassend und ehrlich zu beantworten. Die Befragung ist anonym.

1. Angaben zur Person



- 1.1 Weiblich Männlich Alter
- 1.2 Ordne zu, wie sportlich Du bist.
 sehr nicht
- 1.3 An wie vielen Tagen pro Woche treibst Du Sport?
 7 6 5 4 3 2 1 kein Tag

2. Fragen zur Bekleidung

Bekleidung soll vor dem Wetter schützen und je nach Geschmack der Mode entsprechen.

- 2.1 Erkläre den Begriff „Funktionsbekleidung“.
-
-
- weiß ich nicht
- 2.2 Nenne drei Aspekte, die bei Sportbekleidung besonders wichtig sind.
-
-
- weiß ich nicht
- 2.3 Nenne drei Eigenschaften von Bekleidung, die den Tragekomfort verbessern.
-
-
- weiß ich nicht
- 2.4 Erkläre, was man unter „intelligenten Textilien“ bzw. Smart Clothes versteht.
-
-
- weiß ich nicht
- 2.5 Nenne zwei Beispiele für intelligente Textilien.
-
-
- weiß ich nicht

2.6 Vervollständige den Satz: Die Bekleidungsphysiologie beschäftigt sich mit.....

.....
.....
 weiß ich nicht

2.7 Um den Tragekomfort von Bekleidung zu verbessern, werden Veredlungsverfahren eingesetzt. Nenne drei Veredlungsverfahren.

.....
.....
 weiß ich nicht

2.8 Wie wichtig sind für Dich folgende Kriterien beim Einkauf von Sportbekleidung?

Marke	sehr wichtig	<input type="radio"/>	unwichtig					
Material	sehr wichtig	<input type="radio"/>	unwichtig					
Funktionalität	sehr wichtig	<input type="radio"/>	unwichtig					
Preis	sehr wichtig	<input type="radio"/>	unwichtig					
Farbe	sehr wichtig	<input type="radio"/>	unwichtig					
Schnitt	sehr wichtig	<input type="radio"/>	unwichtig					

2.9 Erkläre, welche Eigenschaften ein Kleidungsstück hat, wenn A, es ein Etikett mit der Aufschrift „Windstopper“ hat

.....
B, eine Gore-Tex Membrane eingearbeitet ist

3. Allgemeine Fragen

3.1 Erkläre möglichst genau, was für Dich Fitness ist.

Fitness bedeutet.....
.....
 weiß ich nicht

3.2 Erkläre möglichst genau, was es für Dich heißt, **gesund** zu sein.

Gesundheit bedeutet.....
.....
 weiß ich nicht

4 ... und was ich sonst noch zu sagen hätte:

.....

Geschafft! Vielen Dank für's Ausfüllen!



Fragebogen 4 **Pädagogische Hochschule Freiburg**
Institut für Technik, Haushalt und Textil, Abteilung Haushalt und Textil

Code

Liebe Schülerinnen und Schüler,
für eine Studie an der Pädagogischen Hochschule möchten wir Dich zu einigen Themen befragen. Wir bitten Dich den Fragebogen umfassend und ehrlich zu beantworten. Die Befragung ist anonym.

1 Angaben zur Person



1.1 Weiblich Männlich Alter

2 Du hast in der letzten Zeit das Thema **Functional Food** in der Schule behandelt. Gibt es Produkte, die zu diesem Thema passen, die Du in letzter Zeit gekauft oder konsumiert oder im Handel gesehen hast bzw. die Dir aufgefallen sind?

Gekauft:

Konsumiert:

Gesehen:

weiß ich nicht

2.1 Nenne mindestens **je zwei** Argumente, warum Du Functional Food konsumieren sollst und **zwei** dagegen.

.....

.....

weiß ich nicht

3 Du hast ebenfalls das Thema **Funktionstextilien** in der Schule behandelt. Gibt es Produkte, die zu diesem Thema passen, die Du in letzter Zeit gekauft oder getragen hast bzw. die Dir aufgefallen sind?

Gekauft:

Konsumiert:

Aufgefallen:

weiß ich nicht

3.1 Nenne **je zwei** Argumente für den Gebrauch von Funktionstextilien und **zwei** dagegen:

.....

.....

weiß ich nicht

4. Kreuze bitte folgende Aussagen entsprechend an:

4.1 „Viele Sachen die ich in der Schule lerne, kann ich für mein Leben gebrauchen“
Trifft diese Aussage für Dich zu?
trifft zu trifft nicht zu

4.2 „Werbeversprechen sind geprüfte, fachlich richtige Aussagen“
Trifft diese Aussage zu?
trifft zu trifft nicht zu

4.3 „In der Schule lerne ich, wie ich mich als Verbraucher richtig verhalte“
Trifft diese Aussage zu?
trifft zu trifft nicht zu

5. Auf dem Weg zu einer Klassenarbeit fällt Dir in einem Geschäft folgende Werbung ins Auge: **„Spezial-Schokoriegel - steigert die Lernleistung“**.

Der Verkäufer sagt, sie wären besonders vor Klassenarbeiten zu empfehlen.

Schüler berichten sie wären um 1-2 Noten dadurch besser geworden.

Preis: 1,89,- €/Riegel à 50g

Nährwerte pro 100g: Eiweiß: 6,5 g (6%), Kohlenhydrate: 58 g (54%), Fett 19 g (40%)

Der Wert in der Klammer ist der prozentuale Anteil des Gesamtenergiegehaltes des Riegels.

5.1 **Wirst Du diesen Riegel kaufen?** **Ja** **Nein**

Beurteile folgende Bereiche?

5.2 **Preis?**
sehr teuer sehr günstig

5.3 **Nährwerte?**
sehr gut ungünstig

5.4 **Stimmt das Werbeversprechen?**
ja nein
vielleicht

5.5 Begründe Deine Kaufentscheidung **ausführlich**:

.....
.....
.....

weiß ich nicht

6. In dem neuen „In-Getränk“ ist die Substanz „*Energistin*“ zugesetzt.
Nenne zwei Möglichkeiten, wie Du Informationen darüber beschaffen kannst.

.....
.....

weiß ich nicht

7. Ein guter Freund aus der Clique feiert seinen 18. Geburtstag und macht ein großes Fest. Ihr wollt ihn mit einem besonderen Geschenk überraschen.

Die Entscheidung in der Clique fällt auf ein **Multifunktionscappy**. Dies ist brandneu auf dem Markt. (z.B. Leuchtfunktion, kann seine Farbe wechseln, MP3-Player kann eingebaut werden, kühlende oder wärmende Funktion,...).

Es wird von verschiedenen Herstellern angeboten.

z.B. Tschibo 30,- €, Sportarena 45,- €, Sport Müller 75,- €, Sport Spezial 99,-€

Wie geht ihr in der Clique vor, um ihm ein möglichst gutes Cappy zu schenken?

Beschreibe stichpunktartig, aber **ausführlich** die **Vorgehensweise** bis zum Kauf des Cappys.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

weiß ich nicht

8. Wenn Du Lehrer/in wärst, welche Produkte zu den Themen Functional Food und Funktionstextilien würdest Du mit Deinen Schülern untersuchen lassen?

.....

.....

weiß ich nicht

9 ... und was ich sonst noch zu sagen hätte:

.....

.....

.....



Geschafft! Vielen Dank für's Ausfüllen!

IV.2 Auswertung der Fragebögen

Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Functional Food

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,081.

($F= 3.2$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p > 0.05$)

Tabelle 18: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Functional Food. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Fachwissen FF vorher	1,870	1	1,870	20,534	,000
Gruppe	,292	1	,292	3,206	,081
Fehler	3,733	41	,091		
Gesamt	121,931	44			

Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Funktionstextilien

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,320.

($F= 1.014$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p > 0.05$)

Tabelle 19: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zum Thema Funktionstextilien. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Fachwissen FT vorher	,665	1	,665	2,735	,106
Gruppe	,246	1	,246	1,014	,320
Fehler	9,966	41	,243		
Gesamt	44,320	44			

Vergleich des Kenntnisstandes der Schüler zu allgemeinen themenbezogenen Fragen

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,008.

($F= 7.8$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p < 0.05$)

Tabelle 20: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zu allgemeinen themenbezogenen Fragen. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Allgemeinwissen vorher	,016	1	,016	,028	,867
Gruppe	4,308	1	4,308	7,823	,008
Fehler	22,581	41	,551		
Gesamt	141,500	44			

Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler (Functional Food und Funktionstextilien)

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,959.

($F= 0.003$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p > 0.05$)

Tabelle 21: Vergleich des fachwissenschaftlichen Kenntnisstandes der Schüler zu den Themen Functional Food und Funktionstextilien. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Fachwissen gesamt vorher	1,169	1	1,169	9,391	,004
Gruppe	,000	1	,000	,003	,959
Fehler	5,104	41	,124		
Gesamt	74,898	44			

Vergleich des Kenntnisstandes der Schüler (Fachwissen und Allgemeinwissen)

Die univariate Varianzanalyse ergab eine Signifikanz von 0,008.

($F= 4.075$; $df_{\text{Gruppe}}= 1$; $df_F= 41$; $p= 0.50$)

Tabelle 22: Vergleich des Kenntnisstandes der Schüler zu den Themen Functional Food, Funktionstextilien und zu allgemeinen themenbezogenen Fragen. Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Wissen gesamt vorher	,950	1	,950	5,932	,019
Gruppe	,653	1	,653	4,075	,050
Fehler	6,567	41	,160		
Gesamt	90,616	44			

IV.3 Leitfadengestütztes Interview

Der Interviewleitfaden

Themen

1. Sind nach ihrer Meinung die Themen Functional Food und Funktionstextilien für Jugendliche relevant?
2. Was halten Sie von den Themen Functional Food und Funktionstextilien für den MUM Unterricht?

Integratives Vorgehen

3. Wie finden Sie das fachintegrative Konzept?
4. Welche Vorteile/Stärken sehen Sie darin?
5. Welche Nachteile/Schwächen sehen Sie darin?
6. Wie fanden Sie das (projektartige) fachintegrative Vorgehen?
7. Gibt es Themen aus dem Fachbereich MUM, die sich Ihrer Meinung nach ebenfalls für ein fachintegratives Vorgehen eignen?
8. Meinen Sie, dass Schüler bei fachintegrativer Vorgehensweise in Bereichen zusätzlich profitieren?
9. Wenn ja, in welchen Bereichen profitieren Schüler zusätzlich bei fachintegrativer Vorgehensweise?
10. Welche Kompetenzen werden besonders gefördert/gestärkt?
11. Welche Bereiche/Inhalte werden vernachlässigt?
12. Welche Veränderungen ergeben sich für die Lehrkraft?
13. Wie könnte man Lehrkräfte speziell darauf vorbereiten?

Sonstiges

14. Möchten Sie zu dem Gesamtprojekt noch etwas anmerken?

V Glossar

Antibakteriell

Die antibakterielle Wirkung wird unterteilt in die bakteriostatische und bakterizide Wirkung. Bei einer bakteriostatischen Wirkungsweise wird insbesondere die Vermehrung von Bakterien gehemmt, wobei die Abtötung der Bakterien in diesem Fall durch das menschliche Immunsystem erfolgt. Bei einer bakteriziden Wirkung tötet das Material direkt Bakterien ab.⁵⁶⁷

Antimikrobiell

Sammelbegriff für alle Wirkprinzipien, die das Wachstum von Keimen hemmen, einer mikrobiellen Besiedelung entgegenwirken, bis hin zur Abtötung von Mikroorganismen.

Arbeitsdefinition FUFÖSE-Projekt (1995-98)

Es wurde eine Arbeitsdefinition entwickelt, nach der alle die Lebensmittel als funktionell angesehen werden können, die eine oder mehrere Körperfunktionen so beeinflussen, dass positive Auswirkungen auf den Gesundheitszustand und das Wohlbefinden resultieren und/oder eine Verringerung des Risikos zu erkranken erreicht wird. Es müssen weiterhin „echte“ Lebensmittel sein (s. FOSHU-Definition) und ihre Wirkungen müssen bei normalem, täglichen Verzehr entfaltet werden. Sie enthalten Inhaltsstoffe, die Körperfunktionen positiv beeinflussen und/oder psychologische oder physiologische Effekte aufweisen, die über die normale Nährstoffzufuhr hinausgehen. Es werden auch Lebensmittel zu diesem Bereich gezählt, in denen der Anteil von ein oder mehreren potentiell schädlichen Bestandteilen auf technologischem Weg reduziert oder gänzlich entfernt wurde.

Bekleidungsphysiologie

Die Bekleidungsphysiologie umfasst das Wissen um die planmäßige Konstruktion funktioneller Bekleidung. Die Bekleidungsphysiologie befasst sich mit dem Zusammenwirken von Körper, Klima und Bekleidung, dem Tragekomfort (Wohlbefinden in Beklei-

⁵⁶⁷ <http://www.pharmakobotanik.de/systematik/ergaenz/antibakt.htm> (22.04.06)

dung) und der Humanverträglichkeit von Textilien. In Deutschland führend ist in diesem Bereich das Textilforschungsinstitut Hohenstein.

Bioaktive Substanzen

sind Inhaltsstoffe in Lebensmitteln, die keinen Nährstoffcharakter im engeren Sinne besitzen, jedoch gesundheitsfördernde Eigenschaften aufweisen. Zu den bioaktiven Substanzen zählen auch die Ballaststoffe und Inhaltsstoffe milchsauer vergorener Lebensmittel.

Designer Food

Diese Bezeichnung wurde bereits 1989 geprägt und bezeichnet Lebensmittel, die auf bestimmte Bedürfnisse abgestimmt sind, so z.B. Elektrolytgetränke für Sportler. Synonym wird auch der gängigere Begriff "Functional Food" verwendet.

EU-Projekt FUFOSE (1995-98) (Functional Food Science in Europe)

Im Rahmen des EU DG XII FAIR Programms wurde das EU-Projekt FUFOSE finanziert und vom International Life Science Institut (ILSI) koordiniert.

Das Ziel dieses Projektes bestand darin, einen wissenschaftlichen Ansatz zur Entwicklung von Lebensmitteln für die Unterstützung von Gesundheit und Wohlbefinden zu entwerfen und zu etablieren.

Das Ergebnis dieses Projektes ist folgendes Vorhaben:

Die Entwicklung von zwei Arten von Functional Food sollen anvisiert werden:

- 1 *Enhanced function*: (Funktionsverbesserung; Produkte, die zur Steigerung der Gesundheit und des Wohlbefindens führen)
- 2 *Reduction of disease risk*: (Risikoreduktion; Produkte, die das Krankheitsrisiko senken)

Die Produkte sollen im Kontext der täglichen Ernährung angeboten werden und sich auf normalerweise konsumierte Lebensmittelmengen beziehen. Zudem sollen die Aussagen auf soliden Studien - unter Verwendung von sachgemäß identifizierten, präzise charakterisierten und validierten Biomarkern- basieren.

Weitere Informationen siehe:

URL: http://www.eufic.org/de/quickfacts/functional_foods.htm#51 (06.09.05)

FOSHU - Japan

Die erste rechtsverbindliche Definition zur Erfassung und Abgrenzung des Bereiches Functional Food wurde in Japan gesetzlich verankert. Unter dem Begriff FOSHU (food of specific health use) fasst das japanische Ministry of Health and Welfare funktionelle Lebensmittel zusammen. Als solche gelten alle verarbeiteten Lebensmittel mit Zutaten, die in Ergänzung zu den ernährungsphysiologischen Eigenschaften spezifische Körperfunktionen anregen. Diese müssen zudem „echte“ Lebensmittel sein, d.h. keine Kapseln, Tabletten oder Pulver, und sie müssen aus natürlich vorkommenden Zutaten stammen. Weiterhin sollen sie als Teil der täglichen Nahrung verzehrt werden und in dieser Zuführung ihre positiven Effekte entfalten.⁵⁶⁸

Functional Foods müssen folgende definierte Funktionen auf den Organismus haben:

- Verbesserung der Immunabwehrfunktionen
- Vorbeugung spezifischer Krankheiten
- Unterstützung bei der Genesung bestimmter Krankheiten
- Kontrolle von physischen und psychischen Beschwerden
- Verlangsamung des Alterungsprozesses.

Funktionstextilien

Darunter versteht man Bekleidung, welche neben den herkömmlichen Funktionen einen gewissen Zusatznutzen leistet.

Ferner umfasst der Begriff auch Bekleidung mit Mehrwert, welcher häufig erklärungsbedürftig ist.

Hard Shell

Die äußere Schicht beim so genannten „Zwiebelprinzip“ wird als Hard Shell bezeichnet. Hierbei handelt es sich um eine wasserdichte, wasserdampfdurchlässige, robuste Jacke zum Schutz gegen extreme Wetterbedingungen. Es werden meist Materialien mit Membran und zusätzlichem Fleece eingesetzt.

⁵⁶⁸ Vgl. <http://www.functional-food.org/kpz-ff06.htm> (18.11.04)

hydrophil

Das Wort „hydrophil“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet Wasser liebend, was besagt, dass ein Stoff Wasser anziehend ist. Das Gegenteil von hydrophil ist hydrophob. Hydrophile Substanzen sind wasserlösliche Stoffe, meist mit einer polaren Molekülstruktur. Auch Oberflächen können hydrophil sein. Diese sind immer von einem (meist) nicht sichtbaren Wasserfilm bedeckt.

hygroskopisch⁵⁶⁹

Darunter versteht man die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Umgebung (meist in Form von Wasserdampf aus der Luft) aufzunehmen bzw. zu binden.

Stoffe sind dann hygroskopisch, wenn sie Feuchtigkeit aufsaugen und diese wieder abgeben können, wie beispielsweise viele Salze (Calciumchlorid), Holz und Gips.

Konduktion

Wärmeleitung oder auch Wärmediffusion. Darunter versteht man den Wärmefluss in einem Kontinuum (Feststoff oder ruhendes Fluid) infolge eines Temperaturunterschieds.

Konvektion

Unter Konvektion versteht man das Umrühren von Luft in der Kleidung und dadurch einen erhöhten Wärme- und Wasserdampftransport.

Mikrofaser

Als Mikrofasern werden Filamente und Spinnfasern mit einem Einzeltiter von max. 1 dtex⁵⁷⁰ bezeichnet (Spinnfasern bis max. 1,2 dtex). 1 dtex bedeutet, dass 10.000 m dieses Materials ein Gewicht von 1 g hat. Eine Polyesterfaser dieser Feinheit wäre ca 12 µ und eine mit 0,5 dtex ca 7,5 µ. Je niedriger der Titer, desto feiner ist also das Garn.

⁵⁶⁹ Griech.: hydrós = feucht, nass + skopein = anschauen

⁵⁷⁰ Der Titer, der eine Angabe über die Feinheit der Faser macht, wird in der SI-Einheit tex oder auch dtex angegeben. 1 dtex bedeutet, dass 10.000 m dieses Materials ein Gewicht von 1 g hat. Unterschieden werden Einzeltiter und Gesamttiter, da ein Garn häufig aus mehreren Einzelfilamenten zusammengesetzt ist. Je niedriger der Titer, desto feiner ist also das Garn. Vgl. <http://www.dfv-fachmedien.com/cfl/lexicon.php> (22.04.06)

Novel Food⁵⁷¹

Lebensmittel und –zutaten, die in der EG noch nicht in nennenswertem Umfang in die menschliche Ernährung eingegangen sind, und außerdem zu bestimmten Lebensmittelgruppen gehören:

- gentechnisch veränderte Lebensmittel
- gentechnisch hergestellte Lebensmittelzutaten
- aus Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen isolierte Substanzen oder neuartige Bearbeitungsverfahren

Für diese Lebensmittel besteht eine am 15. Mai 1997 in Kraft getretene rechtliche Grundlage innerhalb der EU, die auf der Novel-Food-Verordnung (EU-Verordnung über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten) basiert⁵⁷².

Probiotika

Darunter versteht man Kulturen lebender Mikroorganismen - meist Milchsäurebakterien - welche die Mikroflora des Magen-Darm-Traktes so verändern, dass positive Wirkungen für den Organismus resultieren. Besonders verbreitete Probiotika sind Milchsäurebakterien (Lactobazillen) oder Bifidobakterien. Weniger verbreitet sind Enterokokken, Propionibakterien und Hefestämme,⁵⁷³ z.B. Yakult mit *Lactobacillus casei shirota*)

Prebiotika

Darunter versteht man unverdauliche Lebensmittelbestandteile, die das Wachstum und die Aktivität bestimmter (probiotischer) Bakterien im Darm selektiv fördern, so dass der Wirtsorganismus positiv beeinflusst wird.

Beispiele hierfür sind Inulin oder Fructo-Oligosaccharide, welche durch Partialhydrolyse von Inulin⁵⁷⁴ gewonnen werden.

⁵⁷¹ Vgl. <http://www.dge.de/Pages/navigation/presse/spez0396.htm>

⁵⁷² Vgl. <http://www.preventnetwork.com/orthomolekular/naehrst%20bdih.html>

⁵⁷³ Vgl. Falch-Ultsch, S./ Falch, B. (2001), S. 222

⁵⁷⁴ Inulin ist ein Glucose und Fructose enthaltendes Speicher-Kohlenhydrat, welches in vielen Pflanzen vorkommt und meist aus der Zichorienwurzel gewonnen wird.

Soft Shell

Die Definition und Zuordnung der Eigenschaften dieses neuen Bekleidungssystems variiert je nach Hersteller. Wegen ihrer Artverwandtheit zum „Zwiebelsystem“ werden Soft Shells als Kombination von zweiter und dritter Schicht betrachtet. Kennzeichen der Soft Shells sind ihre gute Wetterschutzfunktion in Verbindung mit einem guten Feuchtemanagement. Solche High-Tech-Jacken bieten sehr guten Tragekomfort. Sie trocknen schnell und sind je nach Hersteller winddicht oder Wind abweisend, wasserdicht oder Wasser abweisend und aus elastischem Material. Soft Shells sind viel atmungsaktiver als die äußerste Schicht der Hard Shells.

Synbiotika

Lebensmittel, die eine Kombination aus pro- und prebiotischen Bestandteilen enthalten, werden auch als Synbiotika bezeichnet. Sie begünstigen das Überleben und die Ansiedlung von Probiotika im Magen-Darm-Trakt.

USA

Definition von Functional Food:

Funktionelle Lebensmittel sind hier solche, bei denen die Konzentrationen von einem oder mehreren Inhaltsstoffen dahingehend modifiziert sind, dass sie einen Beitrag zur gesunden Ernährung leisten. Diese Definition umfasst keine Lebensmittel mit natürlich erhöhten Konzentrationen an gesundheitlich bedeutsamen Inhaltsstoffen, dafür aber so genanntes designer food, etwa mit Fettersatzstoffen, wie Olestra. Als erste auf dem Markt etablierte Functional Food-Produkte werden in den USA isotonische Sportgetränke gesehen.⁵⁷⁵

UV-Schutz

Die UV-Durchlässigkeit verschiedener Materialien ist sehr unterschiedlich. Je dichter eine textile Fläche verarbeitet ist und je dunkler seine Farbe, desto größer ist der gebotene UV-Schutz. Zellulosefasern und Seide bieten einen geringeren UV-Schutz als Wollmaterialien. Polyester bietet aufgrund der starken Eigenabsorption durch seine aromatischen Bausteine einen gewissen UV-Schutz. Die UV-Schutzausrüstungen erzie-

⁵⁷⁵ Vgl. <http://www.functional-food.org/kpz-ff06.htm> (18.11.04)

len einen textilen UV-Schutz von bis zu UVP 50 (Ultraviolet Protection Factor), welcher einen 50fach längeren Sonnenaufenthalt ermöglicht.

Der UV-Schutz wird durch Einlagerung von Pigmenten (v.a. Titandioxid) in die Fasern erreicht. Die UV-Strahlen werden von den Pigmenten absorbiert bzw. reflektiert und dringen somit nicht durch das Textil auf den Träger. Gewisse UV-Absorber (z.B. Alkyl-p-Aminobenzoate, Cinoxate, u.a.) absorbieren UV-Strahlung und wandeln diese in Wärme um. Auf dem Markt finden sie sich unter den Warenzeichen „Solar-tex“, „Tinfoast“ und „Rayosan“.⁵⁷⁶

Ventilation

Unter Ventilation versteht man den Wärmeaustausch mit der Umgebung über Bekleidungsöffnungen.

Zwiebelprinzip

Damit Funktionsbekleidung optimalen Tragekomfort bietet, müssen die einzelnen Bekleidungsschichten aufeinander abgestimmt werden. Allgemein wird empfohlen, lieber viele dünne Schichten, als wenige dicke Schichten zu tragen.

Als **1. Schicht**, die direkt auf der Haut getragen wird, empfiehlt sich eine dünne Schicht (Unterwäsche, Shirts, etc.), die eine wärmende Funktion erfüllen soll. Die Kleidungsstücke sollten aus Chemiefasern (z.B. Polyamide, Polyester), Naturfasern (z.B. Wolle oder Mischungen mit Baumwolle) oder in Kombinationen dieser Materialien sein. Verwendete Materialien sollten schnell trocknen, eine gute Passform haben, leicht und anschmiegsam sowie atmungsaktiv sein.

Für die **2. Schicht** eignen sich leichte Hemden, leichte Fleece-Bekleidung oder warme Fleece-Bekleidung, die ebenfalls vorwiegend eine wärmende Funktion erfüllen. Verwendete Materialien sollten schnell trocknen, ein geringes Gewicht haben, Isolation auch noch im feuchten Zustand bieten, atmungsaktiv, angenehm weich, sehr pflegeleicht und dennoch robust sein.

Strapazierfähige Soft Shells bilden eine **3. Schicht**, die besonders Wind abweisende Funktion erfüllen soll. Bei trockenem Wetter ersetzt diese die 4. Schicht.

Verwendete Materialien sollten Wind abweisend oder Wind dicht sein, Wasser abweisend, aber nicht 100 prozentig wasserdicht sein, elastisch (gute Passform und Bewe-

⁵⁷⁶ Vgl. Schneider, R. (2003), S. 78

gungsfreiheit), abriebfest und schnell trocknend sein und zudem ein gutes Feuchtigkeitsmanagement bieten.

Die **4. Schicht** stellt die äußerste und damit dem Wetter am meisten ausgesetzte Bekleidung dar. Die äußere Schicht übernimmt den mechanischen Schutz und dient zudem als Schutz gegen Wind und Regen. Hier kommen besonders Hard Shells zum Einsatz. Verwendete Materialien sollten winddicht, wasserdicht und atmungsaktiv (wasserdampfdurchlässig) sein.

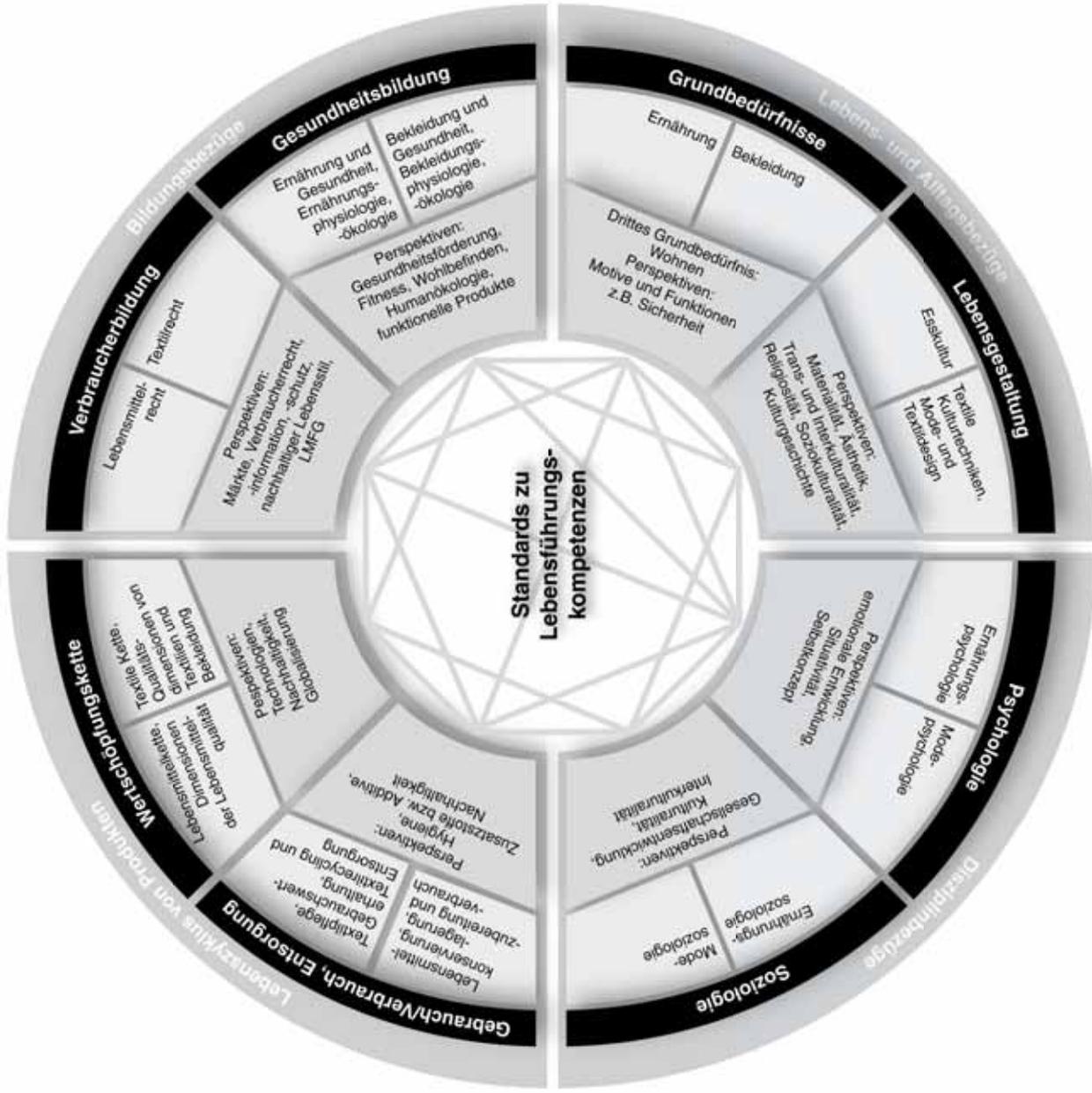


Abb. 1: Synergetische Potenziale der Fachdisziplinen Haushalt und Textil (Eigene Darstellung)

