

**Entwicklung, Erprobung und Evaluation
eines anwendungsorientierten Lehr-Lernkonzepts für
biomechanische Inhalte im Sportunterricht der gymnasialen Oberstufe**

Zur Erlangung des Akademischen Grades eines
DOKTORS DER PHILOSOPHIE
(Dr. phil.)

Von der Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften
des
Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)
angenommene

DISSERTATION

von

Axel Philipp Schnur

geboren in Karlsruhe

Dekan: Prof. Dr. Klaus Bös

1. Gutachter: Prof. Dr. Hermann Schwameder

2. Gutachter: Prof. Dr. Rudolf Stadler (Paris-Lodron-Universität Salzburg)

Tag der mündlichen Prüfung: 04. November 2010

Für meine Eltern,
Hilde Schnur und Reinhold Schnur

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
Kurzfassung	IX
1 Einleitung	1
2 Allgemeindidaktische Prinzipien und historischer Hintergrund	4
2.1 Allgemeindidaktische Prinzipien und methodische Verfahren.....	4
2.1.1 Problemorientiertes Lernen	7
2.1.2 Ganzheitliches Lernen	9
2.1.3 Entdeckend forschendes Lernen.....	11
2.2 Historischer Hintergrund	13
2.2.1 Schulsport in Deutschland	13
2.2.2 Leistungskurssystem	15
2.2.3 Der gymnasiale Bildungsplan in Baden-Württemberg.....	17
2.2.3.1 Bildungsstandards / Kompetenzen und Inhalte	20
2.2.3.2 Schnittmengen zwischen Sport und Physik	23
2.2.4 Die aktuelle Situation der Sporttheorie	25
2.2.5 Die Rolle der Bildungsinstitutionen.....	27
3 „Vom Tun zum Verstehen“	34
3.1 Die Idee	34
3.2 Die Methodik.....	38
3.3 Das Konzept.....	40
3.3.1 Das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ in Abgrenzung zu anderen Konzepten	42
3.3.2 Das Bedienen der bzw. in der Physik	48
3.3.3 Das Modulsystem.....	48
4 „Praktische Realisierung“	52
4.1 Beschreibung der Module und Stundenverlaufspläne.....	53
4.2 Erprobung und Evaluationen der Module	63
4.2.1 Erprobung der Module in der Praxis	65
4.2.2 Datenerfassung	68

4.2.2.1	Schüler und Schulklassen	68
4.2.2.2	Fragebögen für Schüler.....	70
4.2.2.3	Fragebögen für Lehrer	72
4.2.2.4	Inhaltliche Fragebögen	80
4.2.2.5	Interviews mit Lehrern.....	83
4.2.2.6	Videoanalyse	86
4.3	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse	87
4.3.1	Die Bewertung des Konzepts durch die Schüler	89
4.3.2	Die Auswertung der Testergebnisse der Intervention (Pre- und Posttest).....	95
4.3.3	Die Bewertung des Konzepts durch die Lehrer	99
4.3.4	Der Vergleich der Bewertung des Konzepts von Schülern und Lehrern.....	108
4.3.5	Die Bewertung des Konzepts durch die Schüler (HUP II)	113
4.3.6	Die Auswertung der Testergebnisse der Intervention (Pre- und Posttest) (HUP II).....	115
4.3.7	Bewertung durch die Lehrer (HUP II)	116
5	Zusammenfassung und Ausblick	121
6	Abbildungsverzeichnis.....	127
7	Tabellenverzeichnis.....	130
8	Literaturverzeichnis.....	131
8.1	Zitierte Literatur	131
8.2	Weiterführende Literatur	134
9	Anhang.....	141
10	Eidesstattliche Erklärung.....	237
11	Lebenslauf.....	239

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich all denjenigen meinen Dank aussprechen, die mich während der Bearbeitung der Dissertation begleitet und mir Mut und Kraft gegeben haben.

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung von Herrn Prof. Dr. H. Schwameder. Ihm danke ich ganz besonders für die Möglichkeit zur Bearbeitung des Themas sowie für seine wissenschaftliche Unterstützung und seine konstruktiven Anmerkungen. Unsere Diskussionen haben mir viel Kraft und Motivation bei der Erarbeitung neuer Ideen gegeben.

Herrn Prof. Dr. R. Stadler danke ich für die Bereitschaft, diese Arbeit als Zweitgutachter zu betreuen und die damit verbundenen Verpflichtungen und Anstrengungen auf sich zu nehmen. Jedes Gespräch und die Besuche in Salzburg waren eine Quelle neuer Denkansätze und Freude.

Ebenfalls möchte ich Herrn Prof. Dr. K. Bös für die Unterstützung als Institutsleiter und seine guten Ratschläge danken.

Genauso wichtig war die Unterstützung durch meine Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Sport und Sportwissenschaft, die mich vor allem emotional und durch ihre sportartspezifischen Hilfestellungen unterstützt haben und denen ich dafür meine Dankbarkeit ausdrücken möchte.

Weiterer Dank gebührt allen Studierenden, Lehrerinnen und Lehrern, Schülerinnen und Schülern, die ihren persönlichen Beitrag zur Untersuchung geleistet haben sowie dem Regierungspräsidium Karlsruhe für die Genehmigung und Unterstützung der Untersuchungen an Schulen.

Nicht zuletzt möchte ich Simone meinen besonderen Dank aussprechen für ihre aktive Unterstützung, ihre Geduld und die andauernde Motivation zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Besonders herzlicher Dank gebührt meinen Eltern. Ohne ihre uneingeschränkte Förderung meiner Ausbildung und ihre liebevolle Unterstützung wäre die vorliegende Arbeit nicht möglich gewesen.

Kurzfassung

Seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts gewinnt die Biomechanik als Teildisziplin der Sportwissenschaft zunehmend an Bedeutung. An diese Entwicklung wurde sukzessive auch der Lehrplan für die Schulen angepasst. Im aktuellen Bildungsplan für das allgemeinbildende Gymnasium Baden-Württembergs finden sich für den vierstündigen Sportkurs klare Forderungen nach der Vermittlung biomechanischer Prinzipien im Rahmen der Theorie der Bewegungslehre bzw. der Fachkenntnisse (vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004). Einzig die Ausbildung der Studierenden des Faches Sportpädagogik (auf Lehramt) wurde bezüglich der Biomechanik lange vernachlässigt. So verwundert es nicht, dass den Pädagogen im Berufsalltag vor allem die Umsetzung biomechanischer Inhalte im Rahmen eines anschaulichen Theorie-Praxis-Konzepts im Unterricht schwer fällt.

Bereits Anfang der 1990er Jahre stellten NAUL (1990) und TREBELS (1994) fest, dass eine Umgestaltung des herkömmlichen Sportunterrichts der Oberstufe erforderlich sei; weg vom vorwiegend sportartorientierten Praxisangebot, das auf eine Verbesserung der körperlichen Fähigkeiten ausgerichtet war, hin zu disziplinverbindenden Entwüfen, deren Inhalte themen- und problemorientiert sein sollten. Die dringend notwendige Sammlung praktischer Unterrichtsbeispiele existiere nicht und sei längst überfällig. Auch ein Jahrzehnt später konstatieren SCHWEIHOFFEN & DREILING (2004), dass den Lehrpersonen konkrete, klar strukturierte Unterrichtskonzepte als Möglichkeit, den Theorie-Praxis-Bezug im Unterricht unter Zuhilfenahme von adäquat aufbereiteten biomechanischen Zusatzinformationen zu gestalten, fehlten.

Zwar geben 2010 einzelne Werke einen theoretischen Überblick, die Forderung nach einem Unterrichtskonzept zu einer Theorie-Praxis-Verknüpfung mit dem Schwerpunkt Biomechanik bleibt jedoch bislang unerfüllt.

Auf Grundlage dieser Misstände entstand die vorliegende Arbeit am Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Karlsruhe bzw. des Karlsruher Instituts für Technologie unter dem Leitgedanken „Vom Tun zum Verstehen“, in der die Biomechanik und praktischer Schulsportunterricht miteinander verknüpft wurden.

Um ein Konzept zu erarbeiten, das den oben genannten Forderungen sowohl unter fachwissenschaftlichen, als auch unter methodisch-didaktischen Aspekten gerecht wird, ist eine detaillierte Aufarbeitung der relevanten Inhalte und Zusammenhänge notwendig. So werden im Theorieteil der Arbeit einerseits allgemeindidaktische Prinzipien insbesondere im Bezug auf die Theorie-Praxis-Problematik im Sport beleuchtet, andererseits wird der historische Hintergrund des Schulsports in Deutschland, speziell die Entwicklung der gymnasialen Oberstufe und der aktuelle Bildungsplan von 2004 in Baden-Württemberg dargestellt. Daran anknüpfend werden

bestehende aktuelle Konzepte vorgestellt und diskutiert. Aufbauend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen erfolgen dann die Darstellung der Entwicklung und Inhalte des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“, sowie die Anwendung und Evaluation des Konzepts unter Realbedingungen in der Schule. Mit der Darstellung und Diskussion der Untersuchungsergebnisse schließt diese „praktische Realisierung“.

„Vom Tun zum Verstehen“

Im Zentrum der Arbeit stand die Erarbeitung und Evaluation eines Modulsystems für Sportlehrerinnen und –lehrer, in dem sportbiomechanische Zusammenhänge anhand systematisch ausgewählter, problemorientierter Bewegungserfahrungen erarbeitet werden. Auf den vierstündigen Sportkurs der gymnasialen Oberstufe in Baden-Württemberg ausgerichtet, wurden so ausgewählte physikalische Themen in den Sportunterricht integriert. Damit direkt verknüpft war das Erleben dieser physikalischen Themen und biomechanischen Zusammenhänge durch die Schüler am eigenen Körper. Es wurden Themen eruiert, die sowohl aus methodisch-didaktischer Sicht, als auch als Schnittmenge zwischen den Fächern Sport und Physik für diesen Zweck geeignet sind.

Das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ beruht auf der Idee des ganzheitlichen, fächerübergreifenden Unterrichts. Es beinhaltet 23 Module, die jeweils für zwei Schul-sportdoppelstunden konzipiert und mit den zugehörigen Stundenverlaufsplänen, Dokumenten zum theoretischen Hintergrund und biomechanischen Zusammenhängen, sowie Arbeitsmaterialien für den Unterricht ausgestattet sind. Jedes Modul entspricht einer Sportdisziplin oder sportarttypischen Bewegungen und beinhaltet für die jeweiligen Bewegungsausführungen grundlegende biomechanische Schwerpunkte und Zusammenhänge. Innerhalb der Module werden Schüler über konkrete Bewegungsaufgaben an biomechanische Inhalte herangeführt und sollen so die latente Verknüpfung zwischen den Fächern Sport und Physik erkennen. Einzigartig ist dabei die zeitliche Abfolge der Themenbearbeitung, durch die das Konzept immer zuerst sportlich-physische Erfahrungen greifbar macht und im Anschluss eine theoretische Aufarbeitung erfolgt. Daran anschließend wird durch den Gebrauch des erarbeiteten Wissens, im Rahmen erweiterter Anwendungsfelder, dieses gefestigt und sportpraktisch belegt. Diese induktive Lernmethode schafft demnach die Möglichkeit, die Inhalte der bei Schülern oft unbeliebten Physik am Beispiel spezieller Erfahrungen jedes einzelnen Schülers in der Sportpraxis zu generalisieren. Das so erarbeitete prozedurale Wissen im Kontext der Bewegungserfahrung soll Schülern dabei helfen, sportbiomechanische Zusammenhänge einfacher zu verstehen und darüber hinaus leichter Transferwissen zu produzieren. Basierend auf der Darstellung der in der Praxis gehaltenen Module, befasst sich die Arbeit schwerpunktmäßig mit der Untersuchung der Einstellung zum Konzept und der Bewertung des Konzepts durch Schüler und Lehrer, sowie die Veränderung der kognitiven Leistung der Schüler.

Hierfür wurden die 23 Module zum Teil mehrfach in der Schulpraxis an Gymnasien in Karlsruhe und Umgebung durchgeführt und mittels Fragebögen und Videoanalyse evaluiert. In zwei Hauptuntersuchungsphasen wurden hierbei verschiedene Untersuchungsschwerpunkte gesetzt. In der ersten Hauptuntersuchungsphase wurden die Module von Studierenden der Sportpädagogik im Sportunterricht (zwei aufeinanderfolgende Doppelstunden) unter Beobachtung der Fachlehrer abgehalten. Dabei zeigte sich, dass sich die kognitive Leistung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der biomechanischen Inhalte nach den Interventionen durch die beiden Doppelstunden deutlich verbessert hatte. Ein weiteres Ergebnis war, dass durch das Konzept alle Schüler gleichermaßen ohne Rücksicht auf Geschlecht, sportliche oder physikalische Stärken und Schwächen gefördert wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl Lehrer als auch Schüler dem Konzept aufgeschlossen und positiv gegenüberstanden.

In der zweiten Hauptuntersuchungsphase erhielten Sportlehrer und Sportlehrerinnen die Unterlagen zu jeweils einem ausgewählten Modul und unterrichteten auf dieser Grundlage dann ihre eigenen Klassen (zwei aufeinanderfolgende Doppelstunden). Der Fokus lag hierbei auf der praktischen Umsetzung im Schulalltag, sowie der Beurteilung des Konzepts durch die Lehrer, die bereits damit gearbeitet hatten. Die Untersuchungsergebnisse verdeutlichen, dass das Konzept von den Pädagogen positiv angenommen wurde. Ebenfalls konnte zusammenfassend festgestellt werden, dass die zur Verfügung gestellten Materialien als sinnvoll eingeschätzt wurden und dadurch ein Ökonomisieren der Vor- und Nachbereitung von Sportunterricht mit dem Schwerpunkt der Biomechanik erreicht wurde.

Anmerkung

In dieser Arbeit wurde auf eine Aufzählung beider Geschlechter (die Schülerinnen und Schüler) oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort (LehrerInnen) zugunsten einer möglichst einfachen Leseart des Textes verzichtet. Auf eine Schreibweise, in der nur die weiblichen Begriffe verwendet werden, wurde ebenfalls verzichtet. Aus diesem Grunde soll an dieser Stelle betont werden, dass bei allgemeinen Personenbezügen beide Geschlechter gemeint sind und Frauen nicht benachteiligt werden sollen.

1 Einleitung

Seit der Berufung von Herrn Dr. Friedrich FETZ am 11.02.1965 auf den ersten planmäßigen Lehrstuhl für Theorie der Leibeserziehung in Frankfurt/Main als a. o. Professor gewinnt die Sporttheorie in der Bundesrepublik Deutschland zunehmend strukturiert und durch öffentliche Gelder gefördert an Bedeutung. Eine zu dieser Zeit noch kleine Rolle spielt darin die Bewegungslehre oder spezieller die Biomechanik, die sich im Laufe der Jahrzehnte sukzessive weiterentwickelt. Zwar lassen sich Forschungen, die man heute der Biomechanik zuordnen würde, mehrere hundert Jahre zurückdatieren – man denke nur an große Wissenschaftler, wie DA VINCI¹ oder BORELLI² – international gelang dieser „neuen“ Wissenschaft eine organisierte Vernetzung jedoch erst ab etwa 1960. Die Herausgabe des Journal of Biomechanics erfolgte 1968 und erst fünf Jahre später, 1973, gründete sich die International Society of Biomechanics (ISB). Der Hauptgrund dieser doch recht späten flächendeckenden wissenschaftlichen Entwicklung der Biomechanik war mit Sicherheit die wachsende Verfügbarkeit elektrischer Messtechnik, die in den Folgejahren einsetzte (RÖTHIG et al, 2003, S. 110).

Ende der 1980er Jahre definieren BALLREICH und WILLIMCZIK diese junge Wissenschaft folgendermaßen:

„Die Biomechanik ist eine wissenschaftliche Disziplin, die Bewegungen unter Verwendung von Begriffen, Methoden und Gesetzmäßigkeiten der Mechanik und Biologie unter Zugrundelegung der Bedingungen des betreffenden Systems beschreibt und erklärt“ (BALLREICH, 1988, S. 2; WILLIMCZIK, 1989, S. 15).

Als Teilgebiet der Biomechanik und Teil der Sportwissenschaft beschränkt sich die Sportbiomechanik davon ausgehend auf sportliche Haltungen und Bewegungen des Menschen, gegebenenfalls auch in Verbindung mit äußeren Größen, wie Sportgeräten oder umgebenden Medien, beispielsweise Wasser oder Luft. Das rasante Wachstum des biomechanischen Forschungsmarktes innerhalb der letzten zehn Jahre zeigt sich sehr eindrucksvoll im Vergleich der Statistiken des ECSS (European College of Sport Science) von 2000 und 2010. Waren am jährlich stattfindenden Kongress im Jahr 2000 noch 43 Wissenschaftler im Bereich der Biomechanik aktiv, so sind es 2010 bereits 387. Dies entspricht einer Steigerung von 800%! Zwar sind auch sämtliche andere Wissenschaftsbereiche gewachsen, wenn man die Biomechanik jedoch mit den

¹ DA VINCI, Leonardo (1452 – 1519), italienischer Maler, Bildhauer, Architekt, Anatom, Mechaniker, Ingenieur und Naturphilosoph.

² BORELLI, Giovanni Alfonso (1608 – 1679), italienischer Physiker und Astronom.

anderen, vergleichbaren Top 5 Gebieten der Sportwissenschaft beim ECSS vergleicht, weisen diese im eruierten Zeitraum Wachstumsraten zwischen 400% (Health and Fitness) und 650% (Physiology) auf.

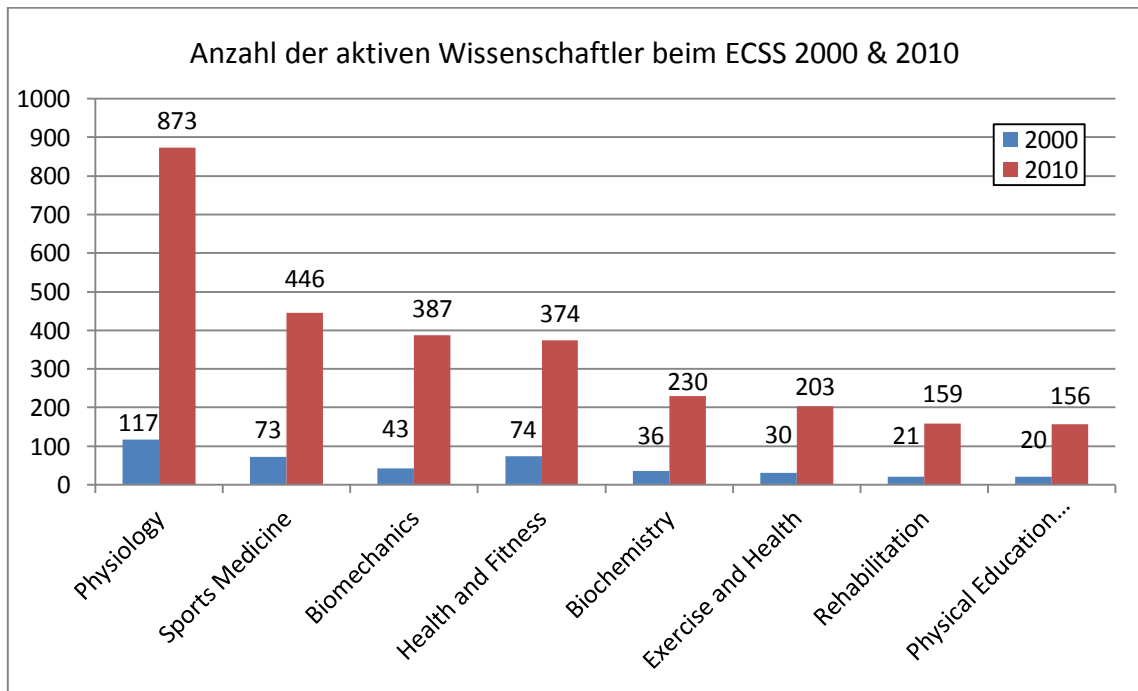


Abb.1.1: Anzahl der aktiven Wissenschaftler beim ECSS 2000 & 2010

An diese ansteigende Entwicklung wurde sinnvollerweise auch der Lehrplan für die Schulen angepasst. Dieser verrichtete bezüglich der biomechanischen Inhalte gewissermaßen Pionierarbeit. Bereits im Sportleistungskurs (später Kursstufe vierstündig) der Gymnasien in Baden-Württemberg des Jahres 1984 sollen die Schüler die „Bedeutung wesentlicher physikalischer und biomechanischer Begriffe und Gesetzmäßigkeiten“ sowie „die Analyse von ausgewählten sportlichen Bewegungen“ beherrschen (Lehrplan Gymnasium, Baden-Württemberg, 1984, S. 1002).

Einzig die Ausbildung der Studierenden des Lehramts – des Magister bzw. Diplomstudiengangs übrigens auch – wurde bezüglich der Biomechanik lange vernachlässigt. Nur vereinzelt wurden Veranstaltungen zur Biomechanik an Universitäten angeboten, häufig im Rahmen freiwilliger Zusatzkurse. So verwundern die Aussagen, stichprobenartig befragter Lehrerinnen und Lehrer nicht, sich schlecht auf diesen im Lehr- bzw. Bildungsplan geforderten Theoriebereich vorbereitet zu fühlen. Seminarfachleiter des Faches Sport, die die Ausbildung der Referendare leiten, bestätigen ebenfalls, dass den Referendaren, die sich nach Abschluss des Hochschulstudiums auf dem aktuellsten Stand der Forschung befinden sollten, vor allem die Umsetzung biomechanischer Inhalte im Rahmen eines anschaulichen Theorie-Praxis-Konzepts im Unterricht äußerst schwer fällt.

Da der Verfasser dieser Arbeit diese Problematik selbst sowohl als Schüler als auch als Student der Fächer Sportpädagogik und Physik und später im Rahmen seiner

Dozententätigkeit am Institut für Sport und Sportwissenschaft (IfSS) der Universität Karlsruhe bei selbst gehaltenen Lehrveranstaltungen zum Thema „Biomechanik“ und „Biomechanik in der Schule“ erfahren hat, sieht er an dieser Stelle dringenden Handlungsbedarf. Einerseits bedarf es eines bildungspolitisch klar strukturierten Konzepts, das die Biomechanik für Studierende, die im Zweifach nicht Physik oder Mathematik studieren, dennoch verständlich über sämtliche Stufen der Lehrerbildung in die Ausbildung integriert. Andererseits sollten denjenigen Lehrpersonen, die bereits, vielleicht seit vielen Jahren, im Schuldienst tätig sind, Hilfen angeboten werden, dieses unnahbare und komplexe, in der eigenen Ausbildung nicht hinreichend erarbeitete Gebiet der Biomechanik aufzuarbeiten. Nur so kann den Forderungen des Bildungsplans nach qualitativ hochwertigem Unterricht flächendeckend Genüge getan werden.

Vor diesem Hintergrund unterteilt sich die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit in drei Bereiche:

1. Die Entwicklung und Optimierung eines anwendungsorientierten Lehr-Lernkonzepts für biomechanische Inhalte im Sportunterricht der gymnasialen Oberstufe.
2. Die Erprobung des Konzepts im Unterricht.
3. Die Evaluation der Unterrichtsbausteine hinsichtlich unterschiedlicher Parameter, wie beispielsweise Lernbereitschaft oder Lerneffizienz.

Ein besonderes Augenmerk der Studie war, die Umsetzbarkeit des Konzepts durch verschiedene Lehrpersonen unter realen Schulalltagsbedingungen und deren Akzeptanz zu überprüfen.

Mit der Arbeit wird angestrebt, dass sich aus den Ergebnissen dieser Untersuchung konkrete Aussagen über die Verwendbarkeit und die Effizienz des Lehr-Lernkonzepts treffen lassen. Dies geschieht allerdings immer unter dem Vorbehalt, dass die Lehrperson als Persönlichkeit eine nicht zu unterschätzende Rolle innerhalb des Lehr-Lern-Prozesses innehat.

2 Allgemeindidaktische Prinzipien und historischer Hintergrund

„Wissen ist Begriff vom Allgemeinen,
und Allgemeines wird zunächst an
Einzelfällen durch Vergleich dieser
Fälle untereinander erkannt.“
(SOKRATES³)

2.1 Allgemeindidaktische Prinzipien und methodische Verfahren

Nicht durch jede Unterrichtsmethode wird jeder Schüler gleichermaßen zum Lernen angeregt. Lernen ist ein subjektiver Prozess, der eine individuelle Vermittlung beansprucht. Im Lernumfeld Schule stoßen sowohl Lehrer als auch Schüler hier auf eine Vielzahl von Schwierigkeiten, bei denen Anspruch und Wirklichkeit oft weit auseinanderklaffen. Zwar liefert die Pädagogik eine Unmenge an Theorien und Möglichkeiten, diese sind in der praktischen Umsetzung jedoch oftmals durch eine Vielzahl von Rahmenbedingungen beschränkt. Auch die Modelle und Prinzipien sind in sich selbst durch Grenzen determiniert. So kann sich beispielsweise Unterricht im Klassenverband nur unzureichend individuell am einzelnen Schüler orientieren. Die Beschäftigung mit einem einzelnen Schüler ist andererseits auf Grund der zeitlichen Strukturen und der Klassengröße nur sehr beschränkt möglich. Der Lehrer muss sich somit bereits bei der Planung von Unterricht mit der Entscheidung für ein bestimmtes methodisch-didaktisches Vorgehen auseinandersetzen. Je konkreter er diese theoretischen Konstrukte in die Praxis umsetzen kann, desto besser.

Philosophisch betrachtet lässt sich Lernen, das durch den Prozess des Verstehens geprägt ist, durch die beiden grundlegenden Methoden der Wissenschaftstheorie unterscheiden: die induktive und die deduktive Methode.

Die induktive Methode zeichnet sich dadurch aus, dass das Finden von Gesetzmäßigkeiten durch die Untersuchung vom Speziellen hin zum Allgemeinen führt. Ausgangspunkt ist hierbei häufig die Erfahrung des Einzelnen, die durch ein Praxisproblem oder Praxisbeispiel eingeleitet wird. Theorien werden so aufgrund der Beobachtung von Phänomenen, dem daran anschließenden Vergleich und einer letztendlichen Generalisierung erarbeitet. Der aufsteigende Verstehensprozess (engl. bottom up) visualisiert diese Entwicklung recht anschaulich: Einzelne Daten, die im Entwicklungsprozess unten angesiedelt sind, dienen als Grundlage, um allgemeine Strukturen und Zusammenhänge, die sich räumlich gesehen darüber befinden, zu erkennen.

³ SOKRATES (469 – 399 v. Chr.), griechischer Philosoph

Die deduktive Methode, bei der von allgemeingültigen Theorien oder Gesetzen auf Einzelerkenntnisse geschlossen wird, wird vom absteigenden (engl. top down) Verstehensprozess begleitet. Aufgrund von gültigen Prämissen werden rein logisch Schlussfolgerungen für spezielle Fälle abgeleitet, die in der Bedeutungshierarchie, wenn man von einer solchen sprechen kann, unterhalb angesiedelt sind. Bereits um 400 v. Chr. war SOKRATES einer der ersten, die das induktive Denken untersucht haben. Seine Mäeutik schloss bereits vor zirka 2.500 Jahren elementare induktive Methoden ein. Im 20. Jahrhundert wurden beide Methoden heftig diskutiert und durch diverse Theorien gestützt bzw. geleugnet.

Mit Problemen wie diesem und der Lehrkunst befasst sich die Didaktik mehr oder weniger seit Anbeginn der Pädagogik.

„Didaktik tritt auf den Plan, wo es darum geht, Lernen entweder aus dem natürlichen Arbeits- und Lebenszusammenhang auszugliedern oder aber es dort zu belassen und zumindest zu pädagogisieren, jeweils mit dem Ziel, es dadurch zu beschleunigen und zu effektivieren. [...] Didaktisches Rasonieren ist seit je mit der Überwindung des Theorie-Praxis-Problems befasst, eines Problems, das Didaktik in der Absicht, Lernprozesse abzukürzen, ganz wesentlich selbst erzeugt“ (NEUWEG, 1999, S. 1).

Inwiefern sich das Bild der Didaktik als allgemeingültige Definition in unterschiedlichen Epochen und durch die Sichtweise verschiedener Pädagogen unterscheidet zeigen die folgenden Aussagen:

- Didaktik sei die Wissenschaft vom Lehren und Lernen (Josef DOLCH, 1899-1971)
- Didaktik sei die Theorie oder Wissenschaft vom Unterricht (Paul HEINEMANN, 1901-1967)
- Didaktik sei die Theorie der Bildungsinhalte (Wolfgang KLAFFKI, geb. 1927)
- Didaktik sei die Theorie der Steuerung von Lernprozessen (Felix VON CUBE, geb. 1927)
- Didaktik sei die Anwendung psychologischer Lehr- und Lerntheorien (Heinrich ROTH, 1906-1983)

Wenn man die verschiedenen Definitionen unter dem Gesichtspunkt von Gegenstandsfeldern betrachtet, stellt man fest, dass sie von unterschiedlichem inhaltlichem Begriffsumfang sind. Von oben (DOLCH) nach unten (ROTH) nimmt der begriffliche Umfang ab und die Spezifizierung der Arbeitsfelder zu. In Abbildung 2.1 wird die Ordnung und Signatur der fünf verbreitetsten Bestimmungen der Didaktik als Wissenschaft dargestellt (KRON, 2004, S. 42).

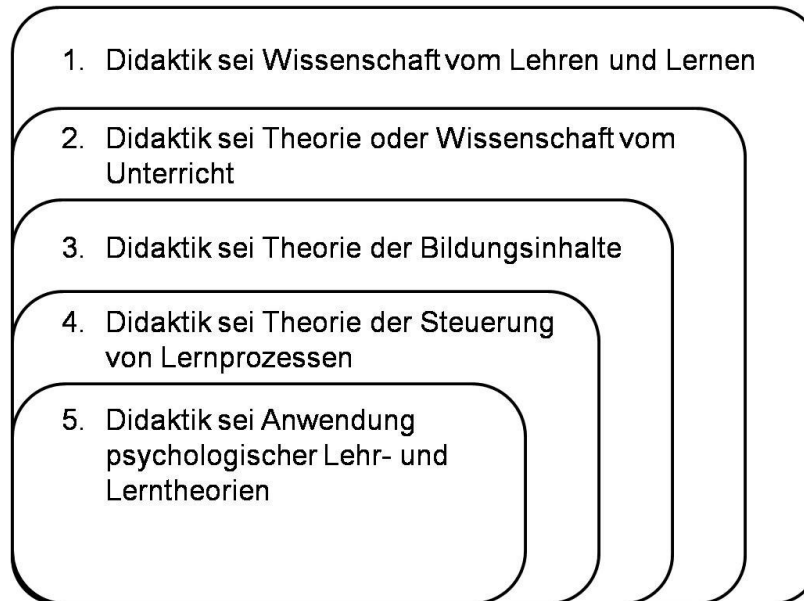


Abb. 2.1: Bestimmung der Didaktik nach Gegenstandsfeldern (nach KRON, 2004)

Wenn man versucht sämtliche theoretische Gegenstandsfelder auf die Praxis anzuwenden, wird man schnell feststellen, dass allesamt zwar ähnliche Anwendungsgebiete, wie beispielsweise Vermittlungsprozesse von Kultur in spezifischen Gesellschaften, inne haben, der Gebrauchswert für die Praxis allerdings nur gering ist, da konkrete Regeln und Ratschläge fehlen. Allgemeindidaktische Prinzipien, die durch verschiedene Didaktiker im Rahmen wissenschaftlicher Forschung teils mehr auf theoretischen Annahmen gestützt, aber immer auch in der Praxis erprobt wurden, sollen diesem Dilemma ein wenig entgegen wirken und praxisnahe Möglichkeiten aufzeigen. Die Forderung nach konkreten allgemeindidaktischen Prinzipien meint nicht, dass diese in jeder Unterrichtseinheit gleichermaßen sinnvoll sind und sozusagen verpflichtend zum Einsatz kommen müssen. Jedes Prinzip stellt eine Art übergeordnete Struktur dar, die Grundsätze für die Unterrichtsplanung und ein Handeln in selbigem ermöglicht oder dies zumindest vereinfacht. Die im Folgenden besprochenen Prinzipien sollen einen theoretischen Überblick darüber geben, was im Rahmen der Erarbeitung und Erprobung des sportdidaktischen Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ als Grundlage erachtet wurde. Gleichzeitig sollen sie auch als sinnvolle Möglichkeit verstanden werden, durch die einzelne Bausteine aus der starr erscheinenden Struktur des Konzepts herausgelöst bearbeitet und verändert werden können und sollen. Dies könnte sich beispielsweise auf einzelne, ausgewählte Teile einer Unterrichtseinheit beziehen.

Allgemeindidaktische Prinzipien sind nach STADLER (2003, S. 78) als „gleichrangig [...] und miteinander in einer engen Wechselbeziehung stehend“ zu betrachten. STADLER visualisiert dies sehr übersichtlich anhand der folgenden Abbildung:

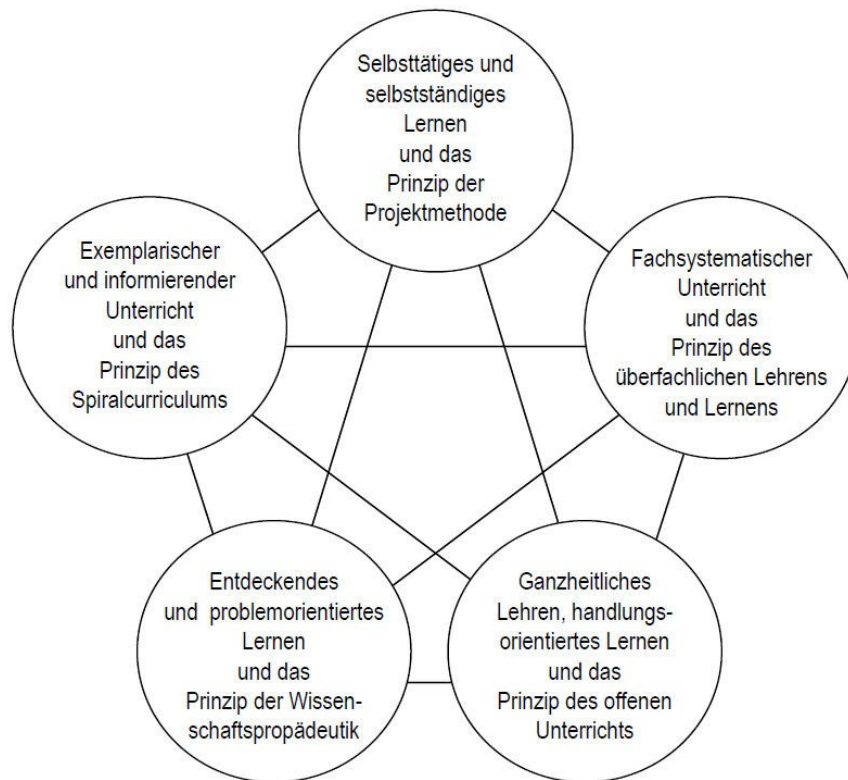


Abb. 2.2: Allgemeindidaktische Prinzipien (STADLER, 2003, S. 78)

Im Idealfall sollte sich der Sportunterricht solche pädagogischen, fächerübergreifenden und denkpsychologischen Überlegungen zu Nutze machen (BRODTMANN, 1984, S. 11).

Als für die vorliegende Arbeit und das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ grundlegend relevant, wird im Folgenden nur das *problemorientierte Lernen*, das *ganzheitliche Lernen* und das *entdeckend forschende Lernen* dargestellt, ohne die Berechtigung der anderen Prinzipien bewerten zu wollen. Bei diesen folgenden Prinzipien spielt das Gewinnen von Einsicht eine entscheidende Rolle. Den mittelfristigen Lernprozess im Fokus ist davon auszugehen, dass Lernen mit und durch Einsicht speziell auf Transferleistungen bezogen, sehr ökonomische sowie auch wirkungsvolle Lerneffekte zu produzieren in der Lage ist. Diese Einsicht kann im Rahmen einer Problemstellung nur absolut individuell durch jeden einzelnen Schüler gewonnen werden. Der Erfolg ist daher nicht zwangsläufig vorhersehbar. Möglichst günstige Rahmenbedingungen für die jeweiligen Lernsituationen, die in den meisten Fällen durch den Lehrer geschaffen werden müssen, können diesen Effekt nicht nur beschleunigen, sie entscheiden oftmals über Lernerfolg oder –misserfolg.

2.1.1 Problemorientiertes Lernen

Nach BRODTMANN (1984, S. 8) soll Schülern durch problemlösenden Unterricht, bezogen auf den Schulsport, gezielt die Möglichkeit gegeben werden, sich mit „kleineren und größeren Problemen“, die bei der Bewegung und beim Spielen auftreten, selbstständig

auseinanderzusetzen. Es muss sich für die Schüler also um wirkliche bzw. reale Probleme handeln, die ihnen den Anreiz geben, sich mit der Suche nach sportwissenschaftlichen Lösungen und der Auseinandersetzung damit zu beschäftigen. Man dürfe ihnen die „Lust am Erproben verschiedener Lösungen nicht durch vorschnelles fachmännisches Eingreifen“ nehmen. So solle durchaus in Kauf genommen werden, dass die Schüler auch falsche Ansätze oder Umwege auf ihrem Weg zur Problemlösung wählen. In der Fortführung besteht einzig die Forderung nach dem Gelingen am Ende des Weges, das sowohl Selbstbewusstsein als auch Erfahrung bzw. Problemlösungskompetenz schafft. Das Erlangen dieser Fähigkeiten ist für den Schüler zwar nicht direkt sichtbar, es ist jedoch von hoher Bedeutung im weiteren Bildungsprozess. Häufig entwickelt sich ein solcher Unterricht unweigerlich geprägt durch eine integrative Komponente. Dies ist der Fall, wenn zum Erschließen und Lösen komplexer Probleme erarbeitete Lösungsansätze einer Teildisziplin nicht mehr ausreichend geeignet sind und durch weitere Disziplinen ergänzt werden müssen.

Betrachten wir zunächst die Rahmenbedingungen, die ein solches Lernen ermöglichen. In erster Linie muss sich der Lehrer von der Vorstellung des üblichen Weitergebens von vorgegebenem und meist didaktisch aufbereitetem Wissen lösen. Der problemorientierte Unterricht verzichtet im Gegensatz zum klassisch geschlossenen Unterricht bewusst auf das vom Experten methodisch auf die Effektivität im Blick auf Zeitressourcen hin entworfene Wissensvermittlungsverfahren. Dies gilt im Sport in gleicher Weise für das möglichst ökonomisierte Vermitteln motorischer Fähigkeiten durch allseits bekannte und bewährte Übungsreihen o.ä. Das gezielte Erlernen problemlösenden Denkens stellt offensichtlich eine durch die Gesellschaft geforderte und in Bildungsplänen formulierte Aufgabe schulischer Bildung dar. Trotzdem lässt das Tagesgeschäft des Schulalltags mit seinen in recht kurzen Intervallen gestellten Prüfungen fest definierten Wissens den Schülern und Lehrern nur wenig zeitlichen Freiraum zu alternativen Unterrichtsformen. Vor dem Hintergrund der zeitlichen Engpässe innerhalb des Unterrichts empfiehlt BRODTMANN (1984, S. 12) „das problemorientierte Vorgehen auf solche Ziele zu begrenzen, die vom Lehrer angesichts der Aufgaben des Sportunterrichts als besonders *lohnend* angesehen [...] werden“. Der Sportunterricht nimmt bezüglich des problemorientierten Lernens eine Sonderstellung ein: Mit dem Sporttreiben verknüpft ist grundsätzlich das Bewältigen von Problemen beziehungsweise das Meistern von Schwierigkeiten, was wiederum für viele Menschen den Reiz und die Attraktivität des Sports ausmacht. So liefert der Sportunterricht eine ideale Ausgangsposition für das Stellen und Lösen von realen Problemen, das im und durch den Sport selbst begründet ist. An diesen Sachverhalt anknüpfend besitzt der problemorientierte Unterricht die Fähigkeit durch grundlegende und möglichst selbsttätige Auseinandersetzung mit Problemstellungen der Sportpraxis, das Begreifen und Verstehen der jeweiligen Zusammenhänge zu unterstützen. Es wird einerseits die sportbezogene und sportübergreifende Handlungsfähigkeit geschult, andererseits wird

durch das sich Befassen mit Bewegungsproblemen gleichzeitig eine motorische Selbstsicherheit entwickelt. Daneben entsteht ein erweitertes Sportverständnis, das auch auf kognitiver Ebene eine intensivere Auseinandersetzung mit sportbezogenen Problemen ermöglicht. Bei sämtlichen positiven Aspekten, die problemorientiertes Lernen initiiert, bleiben der aktive Bewegungsaspekt und das sportliche Handeln bei allen Überlegungen von BRODTMANN und LANDAU (1982, S. 16-17) eindeutig im Vordergrund.

Konträr zum induktiven problemorientierten Modell steht das additive Modell bei dem die Theorie-Praxis-Verknüpfung ebenfalls eine zentrale Rolle einnimmt und das an dieser Stelle nur knapp als Gegenpol beleuchtet werden soll. Beim additiven Modell steht „die Sporttheorie inhaltlich und z. T. auch räumlich neben der Sportpraxis“ (DREILING & SCHWEIHOFFEN, 2004, S. 3). Zwar soll die eigene praktische Sporterfahrung die Theorie innerhalb dieser Verknüpfung veranschaulichen, wenn dies der Bestätigung allgemeiner (sport-)theoretischer Erkenntnisse dient, eine kognitive Transferleistung der Schüler ist jedoch nicht zwingend notwendig. In der zeitlichen Abfolge wird beim additiven Modell zuerst die Theorie vermittelt, dann folgt die praktische Umsetzung. Diese deduktive Methode ermöglicht den Schülern einerseits eine relativ zügige Aufnahme theoretischen Wissens, andererseits geschieht dieser Prozess ohne jegliche kritische Prüfung. Die Kenntnisse „dienen weder dazu, die sportliche Praxis zu reflektieren oder zu gestalten (<<Sport begreifen>>) noch dazu, den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnis oder die Gültigkeit ihrer Aussagen zu überprüfen“ (<<Wissenschaft begreifen>>; BRODTMANN und TREBELS nach SCHULZ 2003, S. 151 f., In: DREILING & SCHWEIHOFFEN, 2004, S. 3).

2.1.2 Ganzheitliches Lernen

Durch den nur schwer zu fassenden Begriff der Ganzheit oder Ganzheitlichkeit divergieren die Vorstellungen der Verfechter des ganzheitlichen Lernens häufig. HOMBERGER (2005, S. 118) weist in einer historischen Auflistung darauf hin, dass sich die Vorstellung der Ganzheitlichkeit über Jahrhunderte fortlaufend weiterentwickelt hat; bereits im Mittelalter existierte die Vorstellung des Menschen als Einheit von Leib, Geist und Seele. PESTALOZZI⁴ forderte die Erziehung des ganzen Menschen durch den Einsatz alternativer Handlungsmuster (Lernen mit Kopf, Herz und Hand) und auch die Reformpädagogen betonten die Verbindung von geistiger und manueller Arbeit. Oft fällt der Begriff im Zusammenhang mit fächerübergreifendem Unterricht, was es nach STADLER (2005, S. 68) besonders schwer macht, ihn von anderen didaktischen Vorstellungen abzugrenzen, „wobei die Überschneidungen mit den Konzepten eines überfachlichen und projektorientierten Unterrichts weit reichen“. Der Schüler, als

⁴ PESTALOZZI, Johann Heinrich (1746 – 1827 v. Chr.), Schweizer Pädagoge, Philanthrop, Schul- und Sozialreformer, Philosoph sowie Politiker.

lernendes Individuum, steht dabei im Zentrum mit dem Ziel der „Erweiterung und Entfaltung möglichst aller Anlagen des Menschen“ (KECK, SANDFUCHS & FEIGE, 2004, S. 162). Nach DUBS (1995, S. 890) muss sich „der Unterricht an komplexen, lebens- und berufsnahen, ganzheitlichen Problembereichen orientieren“. Seiner Ansicht nach sollten sich die Schüler zuerst mit Teilaspekten komplexer Probleme befassen um ihre daraus gewonnenen Erfahrungen anschließend im Gesamtzusammenhang zu realisieren. Durch eine ganzheitliche Betrachtung von Objekten und Phänomenen soll so deren Komplexität durchdrungen werden. Kritiker befürchten, dass durch ein zu schnelles und falsch verstandenes „Herstellen von Ganzheitlichkeit“ die „Thematisierung und Reflexion der Leistungen und Grenzen fachlicher Sichtweisen“ (GOLECKI, 1999, S. 32), die ein überfachlicher Unterricht der gymnasialen Oberstufe geradezu forderte, unterbunden werden. Nach KECK hat sich das ganzheitliche Lernen als Kontrast zu den drastischen Veränderungen der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und der damit verbundenen veränderten Art, sich kulturelle Werte anzueignen, entwickelt. Dem damit einher gehenden Verlust an unmittelbaren Erfahrungen, gepaart mit einer wachsenden Mediatisierung kann durch ganzheitliches Lernen begegnet werden. Unter der Voraussetzung, dass menschliches Lernen einen ganzheitlichen Prozess darstellt und nicht nur als spezifische Reaktionen auf Lernimpulse und passive Rezeption verstanden wird, soll die „ganzheitliche Dimension des Lernens [...] zu einer kritischen Auseinandersetzung mit der Praxis und Theorie der <<verkopften>> Schule“ führen (KECK, SANDFUCHS & FEIGE, 2004, S. 163).

Hinsichtlich der Ganzheitlichkeit als Prinzip für fächerübergreifenden Unterricht heißt es in einer Schrift des Landesinstituts für Schule und Weiterbildung in Nordrhein-Westfalen auf den Sportunterricht bezogen:

„Erst wenn Schülerinnen und Schüler den Gegenstand handelnd, mit allen Sinnen erschließen, wenn andererseits der Gegenstand mehrperspektivisch und interdisziplinär, d. h. mit den Fragestellungen und Methoden unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen bearbeitet wird, kann dieser Doppelbezug hergestellt werden. Damit kann es eher gelingen, den Gegenstand in seiner Komplexität zu erfassen und einen wirksamen Bezug zwischen Lerninhalten und den Lernenden herzustellen. In diesem Sinne versucht fächerübergreifender Unterricht, über die Anhäufung von Kenntnissen hinauszuführen und die Fähigkeit zu entwickeln, die Bedeutung der gewonnenen Kenntnisse einzuschätzen und auf weitere Lern- und Lebensbereiche zu übertragen. Es geht darum, daß [sic] Sachzusammenhänge als Sinn- und Deutungszusammenhänge menschlichen Lebens erkannt werden, daß [sic] die wechselseitige Bezogenheit zwischen Mensch und Sache ernstgenommen wird“ (Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, 1998, S. 10, zitiert nach STADLER, 2005, S. 70).

Eine ganzheitliche Lernkultur im schulischen Bereich ist demnach geprägt durch einen „gemeinsamen Prozess der Arbeit“, der sich selbst mittels entdeckend ganzheitlichen Lernformen entwickelt. Der Lernvorgang soll, aus lerntheoretischer Sicht, durch das Einbeziehen der bis zu diesem Zeitpunkt nicht berücksichtigten Aspekte und Dimensionen zumindest phasenweise optimiert werden. Ganzheitliches Lernen darf somit nicht als Alternative zum kognitiven Lernen gesehen werden, sondern muss sich mit diesem gegenseitig ergänzen.

In enger Verbindung zum ganzheitlichen Lernen steht das handlungsorientierte Lernen - vorwiegend durch MEYER und GUDJONS theoretisch ausgeführt. Dieser Ansatz offeriert ein Gegenmodell zum „kognitiv dominierten Frontalunterricht“ (BÖNSCH, 1998, S. 72). BÖNSCH beschreibt handlungsorientiertes Lernen ausgesprochen aspektorientiert. So beherbergt es kognitive, emotionale und praktische Aspekte, sowie Lebens- und Situationsbezug, Orientierung an den Interessen der Beteiligten, Mit- und Selbstverantwortung, Einbeziehen vieler Sinne und soziales Lernen. Sämtliche Aspekte seien zu Gunsten der Eindeutigkeit und Fassbarkeit der Begriffe nicht miteinander verknüpfbar. Vor allem vom „praktischen Lernen“ sieht BÖNSCH das handlungsorientierte Lernen in Abgrenzung, da handlungsorientiertes Lernen grundsätzlich auch kognitive Merkmale impliziert. Auch JANK & MEYER (1994, S. 338) bekräftigen diese Differenzierung, denn in dem Konzept könne Nachdenken nicht durch praktisches Handeln ersetzt werden. In der Literatur lässt sich keine strikte Trennung der Begriffe finden. Wenn überhaupt geschieht dies anhand von minimalen Abweichungen oder Erweiterungen. BÖNSCH beschreibt die Grenzen zwischen beiden Lernprinzipien als verschwommen, da beide Prinzipien vom Lernenden einen die ganze Person mit all ihren Sinnen betreffenden Lernprozess einforderten.

2.1.3 Entdeckend forschendes Lernen

Beim entdeckend-forschenden Lernen handelt es sich um ein allgemeindidaktisches Prinzip, das in einer Vielzahl von Lehr-Lern-Situationen sinnvoll zum Einsatz kommen kann und soll. Der Zielgedanke ist dabei, dass die Lernenden oder Schüler selbst Wissen aktiv produzieren. BENDER beschreibt diesen Sachverhalt sehr anschaulich anhand eines Beispiels, bei dem Schüler versuchten, während eines Ausflugs eine Milchdose zu öffnen. Als sie ein einziges kleines Loch in die Dose gestochen hatten, stellten sie verwundert fest, dass die Milch trotz des Lochs nicht aus der Dose lief. Ohne jegliches Zutun einer Lehrkraft entwickelten sie „eigene Lösungstheorien und schlugen Methoden vor, wie man dem Problem auf dem Grund gehen könnte“ (BENDER, 2003, S. 1). Die beschriebene Situation zeigt auf sehr triviale Weise, dass das selbstständige Ein- und Erarbeiten von Zusammenhängen zur Lösung von Problemen auf der Grundlage des bereits vorhandenen Wissensschatzes und der eigenen Erfahrungen aufbaut. Wenn man vom Entdeckenden Lernen, so wie es im Alltag jedes Menschen, ähnlich der Schüler mit der Milchdose, vorkommt, absieht und man diese

Lernmethode auf das Handlungsfeld Schule spezifiziert, so wird rasch deutlich, dass der beinahe grenzenlose Aktionsfreiraum, durch den Zeitdruck bedingt, eine veränderte Form annehmen muss. Im Gegensatz zur Freiarbeit bekommt der Schüler das zu entdeckende Unterrichtsthema über Aufgabenstellungen durch den Lehrer vordefiniert. Sowohl die Autonomie des Schülers bezüglich seiner eigenen Arbeitsweise, als auch die Teamfähigkeit und die damit verbundene Sozialkompetenz werden bei der Problemlösung gefordert und gefördert.

Die Aufgabe des Lehrers beschränkt sich darauf, die Schüler beim Entdecken und Forschen zwar zu unterstützen, das Wissen soll jedoch selbstständig erarbeitet und durchdacht werden. Dieser zielführende Entwicklungsprozess wird häufig nicht auf direktem Weg durchlaufen. Wie intensiv sich diese Kursänderungen gestalten, hängt in großem Maße vom Lehrer ab, der bei zu ausschweifenden Umwegen wieder zurück auf die Hauptrichtung verweisen sollte. Bereits 1973 schreibt NEBER (1973 und 1978 (zit. nach BASTIAN, 1991, S. 10)), dass die besten Ergebnisse dann erzielt werden, wenn nicht ohne Vorgabe gearbeitet wird, sondern durch den Lehrer „leicht gelenkt“ wird. Für BRUNER (1981, S. 25), der den Begriff „Entdeckendes Lernen“ nachhaltig geprägt hat, geht mit diesem Sachverhalt zeitgleich auch eine Verschiebung von extrinsischer zur intrinsischen Motivation einher – seines Erachtens stellt sich ein „Zustand der Innengeleitetheit“ ein. Im Idealfall werden im Anschluss an ein erfolgreiches oder auch nicht erfolgreiches Bearbeiten eines Problems, gemeinsam mit dem Lehrer, im Rahmen einer Ergebnissicherung, die von den Schülern gewählten Methoden und Lösungsstrategien diskutiert. CRIBLEZ (1996, S. 65) weist darauf hin, dass den Schülern rückblickend generell veranschaulicht werden sollte, dass die eigene Entdeckung fast immer bereits vorher schon Bestand hatte. So wird das Entdeckende Lernen im Schulalltag vor allem dort sinnvoll eingesetzt, wo das schrittweise Nachentdecken eines bereits vorliegenden Erkenntnisprozesses beabsichtigt wird; zum Einstieg in ein Thema oder zur unbemerkten Überprüfung von Wissensbeständen der Schüler durch den Lehrer. „Der Weg kann sowohl von einer bedeutsamen Fragestellung ausgehend als auch rekonstruierend von einem Ergebnis her beschriftet werden. In beiden Fällen muss aber eine lohnende Aufgabe vorliegen“ (STADLER, 2005, S. 22). Dieser lohnende Gewinn muss für die Schüler ersichtlich sein und kann völlig verschiedene Ausprägungen annehmen. WINTER (1989, S. 2) weist in seiner Einleitung zum Begriff des entdeckenden Lernens bereits 1989 darauf hin, dass Lernen immer nur als „Weiterlernen“ zu sehen sein kann. Die Vorstellung, „etwas funkelnnd Neues würde auf einen vollkommen leeren Platz im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden“ sei „gänzlich inadäquat“. Der Prozess des Lernens wird so beträchtlich von dem bestimmt, was bereits vorrätig ist.

Nicht nur die Gewissheit, dass Entdeckendes Lernen auf dem persönlichen, individuellen Wissensfundament jedes einzelnen Schülers aufbaut und somit regelmäßiges Arbeiten und eigener Einsatz sich lohnen, sondern insbesondere die

Tatsache, dass sich die Methodenkompetenz, als pädagogisches Ziel, hier hervorragend anwenden und verdeutlichen lässt, sprechen für den Einsatz dieses didaktischen Prinzips. Das selbstentwickelte Wissen wird so besser und länger behalten (GUDJONS, 1997, S. 24). Zusätzlich werden dem Lernenden durch diese Arbeitsweise Einblicke in die Gliederung von Wissen und in die damit verknüpften Zusammenhänge ermöglicht. STADLER fordert für die Umsetzung des entdeckenden Lernens ein „Mindestmaß an Selbstständigkeit“, welches wiederum mit einem hohen „Anteil an Selbsttätigkeit“ wechselwirkt und sich somit prozessorientiert vergrößert.

„Die Schüler sollen durch das Suchen, Fragen und Prüfen von Lösungen ein Stück weit zu Konstrukteuren des eigenen Wissens und zu verantwortlichen Mitgestaltern des Unterrichts werden. Die Lehrkräfte wiederum – eher in den Funktionen des Arrangierens, Beratens und Moderierens – werden mit andersartigen Planungs- und Vorbereitungsaufgaben konfrontiert, wenn es darum geht, zu lehren und zugleich bewusst lernen zu lassen, oder wenn sogar das Scheitern von Lernprozessen als notwendige Erfahrung einkalkuliert werden soll. Insofern sind moderne Erkenntnisse der Kognitions- und Motivationspsychologie durchaus in den allgemeindidaktischen Vorstellungen eines entdeckend-forschenden Lernens bereits enthalten“ (STADLER, 2005, S. 22).

Entdeckend-forschendes Lernen muss somit als ein mehr oder weniger theoretisches Konstrukt gesehen werden, das die Idee verfolgt, durch aktives Handeln Erkenntnisfortschritt und Wissenserwerb voranzutreiben, ohne gleichzeitig verstärkt durch Informationen von außen einzuwirken. Diese Forderung nach einer größtmöglichen Aktivierung der Schüler sowohl auf physischer als auch auf kognitiver Ebene lässt sich darüber hinaus lernpsychologisch begründen. Nach SPITZER (2002) überdauert das Wissen am ehesten im Gedächtnis, zu dessen Aneignung der Schüler selbst aktiv beigetragen hat. So besteht die größte Herausforderung für den Lehrer in der Praxis darin, durch geschickte Gestaltung des Unterrichts möglichst viele Schüler zu aktivieren und fortlaufend zu motivieren.

2.2 Historischer Hintergrund

Im Folgenden wird ein kurzer Exkurs bezüglich der historischen Entwicklung des Schulsports gegeben, der im Weiteren Gegenstand der Arbeit sein soll.

2.2.1 Schulsport in Deutschland

Das folgende Kapitel soll einen historischen Abriss über die Entwicklung der Theorie im Sportunterricht, insbesondere der Biomechanik bzw. Bewegungslehre im Schulrahmen, geben. Sowohl politische Einflüsse, verschiedene Ansätze, als auch der

Anspruch nach einer Theorie-Praxis-Verknüpfung werden wiedergegeben und diskutiert.

Über den Begriff der Sporttheorie lässt sich trefflich diskutieren – vom Reproduzieren grundlegenden Sportwissens wie beispielsweise die Kenntnis über Wettkampfregeln, die das institutionalisierte Sporttreiben überhaupt erst ermöglichen, bis hin zu fächerübergreifender Abstraktionsfähigkeit, die Sportinhalte nur streift, erstreckt sich ein sehr breites Spektrum. In der folgenden Arbeit wird Sporttheorie, in Anlehnung an KURZ (1976, S. 272), über das Basiswissen zum Ausüben einer Sportart hinaus, als „Denkprozesse, die in relativer zeitlicher Abgehobenheit von den Handlungen ablaufen, für die sie angestellt werden“ verstanden. Der sich mit der Sporttheorie Befassende sollte so in der Lage sein, sich seiner erarbeiteten Fähigkeiten im Rahmen „der eigenen Sportpraxis auch reflexiv zu vergewissern.“ So stand die Sporttheorie sowohl in mittelbarem, als auch in unmittelbarem Zusammenhang zum sportlichen Handeln. Eine Verknüpfung zur Praxis war damit unerlässlich und wurde einstimmig gefordert.

Seit den 1770er Jahren wird die Verknüpfung zwischen Sportpraxis und –theorie diskutiert. Bereits die Reformpädagogen um Johann Christoph Friedrich GUTSMUTHS⁵ waren sich Ende des 18. Jahrhunderts der Notwendigkeit der Theorie im Rahmen von sogenannten Belehrungen bewusst. Besseres Lernen, auch beziehungsweise auf andere Fächer, und der Motivationsaspekt spielten in ihren Augen eine große Rolle. In der Zeit der Reformpädagogik (1890 – 1933) traten vor allem die „Aspekte der Optimierung technomotorischer Fertigkeiten“ (STIBBE, 1993, S. 198) beim Beobachten und Besprechen von Bewegungen in den Vordergrund. Parallel zu dieser Entwicklung wurden jedoch auch immer wieder Warnungen laut, die befürchteten, durch die zunehmende Theorie von der eigentlichen Bewegung abzukommen. ECKART brachte dies 1913 mit seiner Aussage auf den Punkt: „Bei all dem darf der Turnunterricht kein Redeunterricht werden. Turnen bleibt die Hauptsache.“ Während des Nationalsozialismus wurde die Theorie der Leibesübungen stark politisiert und diente so hauptsächlich als beeinflussendes Medium für nationalsozialistische Ideologien.

Nach 1945 trat vor allem der pädagogische Erziehungsanspruch des Faches Sport in den Vordergrund, der biomechanische Aspekte im Rahmen des Bewegungslernens und –beobachtens nur als Randerscheinung thematisiert. Der theoretische Anspruch an das Fach Sport wurde insgesamt jedoch immens gestärkt.

„Auf innerfachlicher Ebene wurde im Hinblick auf den speziellen Erziehungsanspruch eine verstärkt „kognitive Durchdringung“ verlangt, worunter man vor allem eine „geistige Mitarbeit“, das „Mitdenken“, die „Reflexion über das sportliche Tun“ und „Diskussion über die Leibesübungen“ verstand“ (STIBBE, 1993, S. 272 zitiert nach STADLER, 2003, S. 15).

⁵ GUTSMUTHS (1759 – 1839), deutscher Pädagoge und Begründer des modernen Sportunterrichts

Im Zuge dieser Entwicklung wurden ebenfalls Anregungen zu fächerübergreifendem Lehren und Lernen diskutiert und der Ruf nach eigenen Theoriestunden im Fach Sport wurde laut.

2.2.2 Leistungskurssystem

Im Juli des Jahres 1972 beschloss die Kultusministerkonferenz (KMK) die sogenannten *Bonner Vereinbarungen*. Inhaltlich stellten diese Vereinbarungen eine Neugestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II dar und damit direkt verbunden, die Einführung des Leistungskurssystems in der Bundesrepublik Deutschland. Bereits zwei Jahre zuvor hatte der Deutsche Bildungsrat sich dafür ausgesprochen, dass das reine Erlangen der Studierfähigkeit durch wissenschaftsorientiertes Lernen ersetzt werden sollte. So orientierte sich der neu eingeführte Leistungskurs Sport nicht mehr nur am Hochleistungssportgedanken der vergangenen Jahre, der durch den Schulversuch Sportgymnasium geprägt war. Das neu eingeführte Kurssystem unterteilte sich in einen Pflicht- und Wahlbereich. Ersterer bestand neben den sprachlich-literarisch-künstlerischen, gesellschaftswissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeldern und der Religionslehre auch aus dem Sport. Der Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten sollte im verpflichtenden Bereich im Fokus stehen (STADLER, 2003, S. 29). Der Sportunterricht hatte sich, nach einer ausgiebigen Diskussion über dessen Existenzberechtigung, gegenüber allen anderen Fächern sowohl als Grund- als auch als Leistungskurs in der gymnasialen Oberstufe etabliert und emanzipiert.

Der erste Lehrplan, der noch im Jahr 1972 für das sechsstündige Leistungsfach Sport in Nordrhein-Westfalen erarbeitet worden war, wurde bereits ein Jahr später überarbeitet. Inhaltlich wurde ein Kompromiss aus Leistungsanspruch und gleichzeitiger Vielseitigkeit umgesetzt, der im Rahmen der neu eingeführten zweistündigen Sporttheorie „den Erwerb sportwissenschaftlicher Kenntnisse mit den Schwerpunkten Trainingslehre, Sportmedizin und Sportsoziologie, in der Reflexion über das eigene Sporttreiben und schließlich allgemein in der Auseinandersetzung mit dem Phänomen Sport“ abdecken sollte (NAUL & SCHULZ, 1992, S. 276). Auch sportartübergreifende Inhalte und die Thematisierung des Sports in fächerübergreifender Weise waren ein ausgewiesenes Ziel der Theorieeinheiten. Den gravierenden Unterschied hinsichtlich der Forderung nach Wissenschaftspropädeutik zwischen dem Grund- und dem Leistungskurs sieht SCHLÜTER wie folgt: Beim Grundkurs geht es lediglich „darum, eine bestimmte praktische Fähigkeit durch eine zwischengeschaltete Reflexion auf ein höheres Niveau zu heben.“ Der Grundkurs liefert somit nur ein „Vorstadium zum wissenschaftspropädeutischen Lernen“ (SCHLÜTER, 1992, S. 405). Indes sollen im Leistungskurs die physischen Erfahrungen bei der Bewegungsdurchführung gesammelt werden, die „unter Einbeziehung (sport-)wissenschaftlicher Theorie in problem-lösender Weise zu erarbeiten wären“ (STADLER, 2003, S. 32). In der Umsetzung des 1974

erlassenen Lehrplans in Bayern manifestierten sich in der Sporttheorie binnen kurzer Zeit die Sportbiologie und die Trainingslehre mit großen zeitlichen Umfängen, im Verhältnis zur Bewegungslehre, die zwar den Forderungen nach direkter Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis ebenso eindrucksvoll nachkommen hätte können, zeitlich jedoch eine geringere Rolle einnahm. 1976 wurden bundesweit gültige Prüfungsbestimmungen letztlich im *Normenbuch Sport* festgelegt. Diese Bestimmungen wurden in den darauffolgenden Jahren intensiv diskutiert und kritisiert. Das *Normenbuch Sport* reduzierte den noch 1972 gefeierten Spielraum der Grund- und Leistungskurse drastisch. Für NAUL (1977, S. 187) wurde damit einer „Abbilddidaktik gefolgt, die lediglich die Inhalte des Sportstudiums in die Sekundarstufe II hineinholt, ohne nach deren schulpädagogischer Funktionen und den Interessen der Schüler zu fragen“. Sowohl viele Sportdidaktiker als auch Lehrer kritisierten die ungenügende Einbindung in den Entwicklungsprozess des Normenbuchs Sport.

„Die Tendenz des *Normenbuches Sport* zur motorischen Leistung wird voll übernommen; der eigentliche Auftrag, Beiträge zu einem wissenschaftspropädeutischen Unterricht zu leisten, tritt in den Hintergrund; der Unterricht in der Sporttheorie reduziert sich auf eine Abbildung der universitären sportwissenschaftlichen Arbeitsbereiche (Abbilddidaktik); es überwiegt die additive Verknüpfung sportwissenschaftlicher Teilgebiete gegenüber einer problemorientierten, interdisziplinären Arbeitsweise; die Bereiche Sportbiologie, Trainings- und Bewegungslehre besitzen ein Übergewicht gegenüber sozialwissenschaftlichen und pädagogischen Theoriebereichen: eine Verbindung zwischen dem Bereich der Theorie und Praxis der Sportarten und dem Bereich der allgemeinen Sporttheorie ist kaum gegeben; die Sportlehrer wurden und werden durch ihre Ausbildung bzw. geeignete Fortbildungsmaßnahmen *nicht* auf die Umgestaltung des Sportunterrichts in der gymnasialen Oberstufe vorbereitet“ (LANGENFELD et al., 1980, S. 110 Hervorhebung im Original).

Diese Situationsbeschreibung des Leistungskurses durch Langenfeld et al. liefert einen komprimierten Überblick der dringlichsten Kritikpunkte, acht Jahre nach dessen Einführung.

Aufgrund dieser prekären Situation reagierte die Kultusministerkonferenz 1983 und legte eine zweite Fassung der Prüfungsanforderungen vor. Grund- und Leistungskurs wurden besser aufeinander abgestimmt und der Unterricht wurde, durch offenere Strukturen und den Wegfall vieler Vorgaben, wieder mit mehr Selbstbestimmung und so mit mehr Möglichkeiten in der Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis durch den Lehrer ausgestattet.

2.2.3 Der gymnasiale Bildungsplan in Baden-Württemberg

Das wesentliche Instrument zur Steuerung von Unterricht sind Lehrpläne. Ihre Aufgabe ist es, sowohl bewährte Inhalte und Strukturen fortzuführen, als auch auf neue Herausforderungen vorzubereiten. So lassen sich Lehrpläne nach PROHL & KRICK ...

„[...] als Teil der Selbstthematisierung einer Gesellschaft verstehen, in der sie ein Bild von sich entwirft, in welchem (bewegungs-) kulturell Gewachsenes und für wichtig Befundenes bewahrt wird. [...] Lehrplanentscheidungen basieren wesentlich auf Überlegungen hinsichtlich der Entwicklung der Kinder und Jugendlichen, des sozio- und bewegungskulturellen Kontextes sowie der Rolle der Schule und der Bedeutung des Fachs in der jeweiligen Gesellschaft. Folglich beeinflussen Gesellschaftskonzepte, Bewegungskultur und Menschenbild das Sportunterrichtskonzept, welches wiederum grundlegend für die Ausrichtung der Lehrpläne ist“ (PROHL & KRICK, 2006, S. 19).

In der historischen Analyse der Lehrpläne zeigt sich, dass die Begeisterung, die durch die Einführung und die bundesweiten Diskussionen Anfang der 1970er Jahre ausgelöst wurde, in den 1980er Jahren regelrecht verebbte. ASCHEBROCK und HÜBNER konstatieren 1989 in diesem Zusammenhang rückblickend den Ausdruck der „Lehrplanabstinenz“ der Sportdidaktik. Erst in den 1990er Jahren wird, durch den Legitimationsdruck des Faches Sports in der Schule, wieder offenkundig an der Weiterentwicklung von Lehrplänen gearbeitet.

Da sich die im Rahmen der Arbeit dargestellten Intervention und Aspekte auf die gymnasiale Oberstufe in Baden-Württemberg beziehen, wird im Folgenden explizit der aktuelle (ab 2004) und in konzentrierter Form der davor (ab 1994) geltende Bildungsplan des Landes Baden-Württembergs beleuchtet. Primär werden die Inhalte des Faches Sport insbesondere bezogen auf die Biomechanik und das physische Erlebnis Sport im Rahmen einer möglichen Theorie-Praxis-Verknüpfung analysiert, um Forderungen und Möglichkeiten sichtbar zu machen. Sekundär werden im gegenwärtig geltenden Bildungsplan von 2004, Leitgedanken zum Kompetenzerwerb sowie die Inhalte der Fächer Physik und Naturwissenschaft und Technik (NWT) konkretisiert. Auf dieser Grundlage aufbauend wird in Kapitel drei dann die Konzeption und Argumentation des Modulsystems vorgestellt.

Der gymnasiale Bildungsplan 1994 (Baden-Württemberg)

„Der Schulsport ist wesentlicher Bestandteil einer ganzheitlichen Bildung und Erziehung“ (Bildungsplan für das Gymnasium, Baden-Württemberg, 1994, S. 33). Mit dieser Aussage eröffnet der Bildungsplan für das Gymnasium von 1994 den Erziehungs- und Bildungsauftrag des Faches Sport. Neben dem Ziel, die Schüler zum Sporttreiben zu befähigen und einen Beitrag zur Gesundheitserziehung zu leisten, stehen auch die

Forderung der Wissensvermittlung und der Vermittlung von unmittelbaren sinnlichen, körperlichen Erfahrungen im Fokus. Der Sportunterricht soll vom Schüler also als eine Art Erlebnis wahrgenommen werden. Außerdem sind Theorie und Praxis „transparent“ miteinander zu verbinden. Mit welchen Mitteln dieser Forderung nach Verknüpfung allerdings nachgekommen werden soll, dazu schweigt der Lehrplan.

Im ehemals geltenden Grund- und Leistungskurssystem sollen im Sportunterricht der Grundkurse im Rahmen der Individualsportarten „Kenntnisse einfacher Zusammenhänge aus den Bereichen der Trainings- und Bewegungslehre“ die Schüler der Klassen 12 und 13 in ihrer Bewegungsausführung unterstützen, sowie das Erlernen „neuer Bewegungsformen leichter und schneller“ machen. Im Detail werden theoretische Fachkenntnisse an dieser Stelle jedoch nicht aufgeführt. Die oben genannte Forderung findet sich im selben Wortlaut im Leistungskurs der Klassen 12 und 13 wieder. Dieser ist allerdings durch die Sporttheorie (eine extra Wochenstunde) erweitert. Hier heißt es: „Praxis und Theorie sollen eng verknüpft werden und sind daher auch von derselben Lehrkraft zu unterrichten“ (Bildungsplan für das Gymnasium, Baden-Württemberg, 1994, S. 784). Die explizit geregelte Notengebung zwischen Praxis und Theorie (Verhältnis 2:1) unterstreicht den Stellenwert der Sporttheorie. Im „Sportbereich 4“ des Leistungskurses finden sich unter Punkt „4.2 Bewegungslehre“ Ziele, die, in der für den Bildungsplan 1994 typischen T-Form, in sehr detaillierte Inhalte und Hinweise aufgeteilt sind. Die Bereiche werden folgendermaßen präzisiert: Mechanische und biomechanische Begriffe und Gesetze mit sportspezifischen Verdeutlichungen:

- Translation, Rotation
- Grundgesetze
- Gleichgewichtsgesetze
- Gesetze über Krafteinwirkung
- Erhaltungsgesetze
- Bewegung im Wasser
 - Statischer und dynamischer Auftrieb, Wasserwiderstand, Vortrieb

Biomechanische Prinzipien:

- Anfangskraft
- Optimaler Beschleunigungsweg
- Koordination von Teilimpulsen
- Bewegung im Wasser
 - Minimaler Wasserwiderstand
 - Optimaler langer Weg der Antriebsflächen
 - Minimale Geschwindigkeitsschwankungen

Beobachten und Beschreiben ausgewählter sportlicher Bewegungen:

- Aktionsskizze und Erweiterungen, Verlaufsbeschreibungen

Gliedern und Analysieren ausgewählter sportlicher Bewegungen:

- Klassische Phasengliederung
- Funktionale Gliederung durch funktionale Belegung von Aktionen: Bewegungsspielräume und Fehler
- Bewegungsvergleich

(Bildungsplan für das Gymnasium, Baden-Württemberg, 1994, S. 789)

Der gymnasiale Bildungsplan 2004 (Baden-Württemberg)

In den vor allem unter Pädagogen und Politikern heftig diskutierten Ergebnissen der Studie TIMSS⁶ aus dem Jahr 1995 und den, durch die Medien getriebenen, schockierenden Ergebnissen der fünf Jahre später durchgeführten PISA-Studie⁷, schnitten deutsche Schüler im internationalen Vergleich erschreckend schlecht ab. Infolgedessen wurden auf bildungspolitischer Ebene einschneidende Initiativen ergriffen. Unter anderem soll die Qualität deutscher Schulbildung durch die Einführung eines „Systems der Qualitätsentwicklung“ für Schulen überprüfbar und nachhaltig gesichert werden (Bildungsplan 2004, Baden-Württemberg, 2004, S. 8). Durch die Evaluation von Unterricht verspricht man sich sowohl Durchschaubarkeit, als auch Hilfe zur Weiterentwicklung der Unterrichts- und Schulkultur. Der Bildungsplan 2004, den das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport des Landes Baden-Württemberg neben Neuerungen wie einer Kontingenztafel, neuen Fächerverbänden, schulartspezifischen Akzenten und außerunterrichtlichen Projekten in Kooperation zwischen verschiedenen Fächern verordnet, soll durch die Einführung der Bildungsstandards einen Teil dazu beitragen. Weitere Ziele sind die „Stärkung der pädagogischen Selbstständigkeit in der Gestaltung der Lernkultur durch die Unterscheidung von Kern- und Schulcurriculum⁸“ sowie damit verbunden, die „Reduzierung detaillierter Vorgaben für Lehrer“ gekoppelt mit mehr „pädagogischem Handlungsfreiraum“. So gebe der Lehrplan an „was „gelehrt“ werden soll. Ein Bildungsplan gibt an, was junge Menschen im weitesten Sinne des Wortes „lernen“ sollen.“

⁶ TIMSS: Third International Mathematics and Science Study (Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie), international vergleichende Schulleistungsuntersuchung

⁷ PISA: Programme for International Student Assessment (Programm zur internationalen Schülerbewertung), international vergleichende Schulleistungsuntersuchung der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

⁸ Das Schulcurriculum stellt die individuelle Gestaltung des schulspezifischen Teils des Bildungsplans dar. Das Kerncurriculum beschreibt die Inhalte der Bildungsstandards des Bildungsplans 2004.

Durch die Formulierung von Bildungsstandards sollen Unterrichtsarrangements entstehen, durch die die Schüler unterschiedliche Kompetenzen⁹ entwickeln:

1. Personale Kompetenz
2. Sozialkompetenz
3. Methodenkompetenz
4. Fach- (oder Sach-)Kompetenz

Für die Entwicklung dieser Kompetenzen eignen sich laut Bildungsplan die folgenden, im Bildungsplan 2004 beispielhaft aufgeführten, didaktischen und methodischen Prinzipien und Verfahren besonders:

1. Lernen durch Handeln (learning by doing)
2. Selbstständiges, eigenverantwortliches und selbstkontrolliertes Lernen
3. Aktiv-entdeckendes Lernen
4. Lernen durch Zuversicht (positive Erfahrungen)
5. Lernen durch Vielfalt (der Weg ist das Ziel)
6. Lernen durch Kooperation
7. Kompetenzübergreifendes Lernen
8. Lernen durch Rhythmisierung
9. Lernen durch (Lern-)Strategien am Beispiel variabler Lernsituationen
10. Lernen durch die Verknüpfung zwischen Schule und Lebenswelt der Schüler

Der Bildungsplan 2004 ist in drei Ebenen unterteilt: An der Spitze stehen staatliche Vorgaben, die für die Schulen verpflichtend sind. Sie erörtern den Bildungsauftrag des entsprechenden Faches und legen didaktische Prinzipien dar. Dann folgen Beispiele zur Konkretisierung der oben genannten Vorgaben. Die Beispiele veranschaulichen ebenfalls ein präzisiertes Anspruchsniveau der Vorgaben. Im dritten Teil schließt sich die Vorstellung von Umsetzungsbeispielen für die Praxis an.

2.2.3.1 Bildungsstandards / Kompetenzen und Inhalte

Bildungsstandards für Physik

Neu beim Kompetenzerwerb des Faches Physik ist, dass die im Fach Physik erarbeiteten Fachmethoden und -inhalte ebenfalls Basis für andere Fächer und Fächerverbünde im Rahmen nutzbarer Denk- und Arbeitshaltungen sein sollen. So kann die Physik bei fächerübergreifenden Problemstellungen dienlich sein. Eine weitere Forderung, die dies untermauert, ist, dass „das im Rahmen der physikalischen Grundbildung an speziellen Beispielen erworbene Wissen über Fakten und begriffliche Strukturen [...] auf neue Fragestellungen anwendbar sein“ muss (Bildungsplan 2004,

⁹ „Eine Kompetenz ist eine komplexe Fähigkeit, die sich aus richtigem Wahrnehmen, Urteilen und Handeln zusammensetzt und darum notwendig das Verstehen der wichtigsten Sachverhalte voraussetzt (Bildungsplan 2004, Baden-Württemberg, 2004, S. 10)“

Baden-Württemberg, 2004, S. 180). Denkbar wäre hier, wie im weiteren Verlauf der „Didaktischen Grundsätze“ beschrieben, eine Anregung der Schüler durch „offene Problemstellungen und entdeckendes Lernen“. Dabei stellen „handlungsorientiertes und entdeckendes Lernen und Arbeiten [...] tragende Säulen des Physikunterrichts“ dar. Ausdrücklich wird innerhalb der Leitgedanken zum Fach Physik auf die gleichberechtigte Ansprache von Schülerinnen und Schülern durch geeignete Lehrinhalte und -methoden hingewiesen. Die geforderten Fachinhalte der Fächer Physik, Sport und Naturwissenschaft und Technik (NWT), werden im nachfolgenden Kapitel (2.2.3.2) dezidiert beleuchtet.

Bildungsstandards für Sport

Aufgabe des Schulsports ist neben der Schulung motorischer Fähigkeiten und Fertigkeiten ebenfalls die Vermittlung von Kenntnissen und Einstellungen. Eine genauere Auflistung dieser Kenntnisse ist jedoch den kursstufenspezifischen Hinweisen vorbehalten. Neben der Trainings- und Bewegungslehre werden auch die Sportpsychologie, die Sportsoziologie und die Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten Fragen des Sports aufgeführt. Außerdem wird auf „die Verknüpfung von praktischen und theoretischen Inhalten“ verwiesen. Der Sport stützt sich – im Gegensatz zur Physik, die sich selbst eher als Stütze sieht – direkt und unverblümt auf andere Fachrichtungen: „Viele Phänomene des Sports können nur mithilfe von Grundlagenwissen aus anderen Fachbereichen erklärt werden. Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten sind deshalb unabdingbare Voraussetzungen für wissenschaftspropädeutische Fragestellungen“ (Bildungsplan 2004, Baden-Württemberg, 2004, S. 302). Dies unterstreicht die elementare Notwendigkeit anderer Basiswissenschaften für den Sport.

Bildungsstandards für Naturwissenschaft und Technik (NWT)

Das Fach NWT vereint die naturwissenschaftlichen Basisfächer Biologie, Chemie, Geographie und Physik. Projektorientiert soll das Fach Bezug nehmen auf „Systeme aus der beobachtbaren Welt; diese gehören zu den Bereichen der belebten und unbelebten Natur und Technik“ (Bildungsplan 2004, Baden-Württemberg, 2004, S. 398). Bei den Schülern soll dadurch ein Verständnis für die Rolle der Basiswissenschaften und deren Bedeutung im Alltag geschaffen werden. Im Abschnitt „Kompetenzerwerb“ der Leitgedanken zum Fach NWT wird darauf hingewiesen, dass dieser Auftrag durch die Betrachtung komplexer Sachverhalte unter naturwissenschaftlichen und technischen Aspekten erreicht werde.

Kompetenzen und Inhalte

Während der gymnasiale Bildungsplan von 1994 im Bereich der Fachinhalte sehr detaillierte Vorgaben macht, offenbart der Bildungsplan 2004 dem Lehrer viele Optionen. Zum Teil geben ausgeprägte Wahlmöglichkeiten den Schulen und Lehrern die Möglichkeit sich sowohl im Rahmen einzelner Unterrichtsthemen zu spezialisieren, als auch hinsichtlich der thematischen Ausrichtung der Schulen Profile zu erarbeiten und zu schärfen. Dies wird durch die Einführung des Kern- und Schulcurriculums deutlich. Während zwei Drittel der Unterrichtszeit durch das vorgegebene Kerncurriculum determiniert sind, bleibt den Schulen ein Drittel der Zeit bzw. des Stoffs für schulintern vereinbarte Inhalte.

Klasse	Physik (Mechanik)	Sport	NWT
9/10	<ul style="list-style-type: none"> - Wahrnehmung: Schwere - Messung: Schwerkraft - Größen: Masse, Massendichte, Kraft, Geschwindigkeit, Impuls, Impulserhaltung, Beschleunigung, (qualitativ: Zentripetalkraft, Drehimpuls, Drehimpulserhaltung), Energie (Energieerhaltung) - Strukturen: Energiespeicherung und -transport - physikalische Abläufe im menschlichen Körper 	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung leichtathletischer Techniken aus Klasse 7/8 - Erlernen einer weiteren Wurf-/Stoßdisziplin - Kurzstrecke, Sprung absolvieren - Akrobatik und normfreie Bewegungen turnen - zwei Schwimmtechniken beherrschen - Mannschaftssportarten 	<ul style="list-style-type: none"> - Energie (-träger, -speicher, -umwandlung) - Körperfunktionen auf physikalische Vorgänge zurückführen - den Bewegungsapparat unter biomechanischen Aspekten beschreiben - Analogien zwischen technischen und natürlichen Systemen erkennen und beschreiben
11/12	<p>Wissenschaftspropädeutisch orientierte Grundbildung der in Klasse 9/10 erlernten Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wahrnehmung: Schwere - Messung: Schwerkraft - Größen: Masse, Massendichte, Kraft, Geschwindigkeit, Impuls, Impulserhaltung, Beschleunigung, (qualitativ: Zentripetalkraft, Drehimpuls, Drehimpulserhaltung), Energie (Energieerhaltung), Frequenz, Periodendauer, Amplitude, Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit - Strukturen: Energiespeicherung und -transport - physikalische Abläufe im menschlichen Körper 	<ul style="list-style-type: none"> - jeder Schüler wählt zwei Individualsportarten, eine Mannschaftssportart - <i>Fachkenntnisse:</i> <ul style="list-style-type: none"> - die Bedeutung physischer Leistungsfaktoren - sportartspezifisches Grundwissen wiedergeben - biomechanische Prinzipien an ausgewählten Bewegungsabläufen anwenden [nur im 4-stündigen Kurs] 	

Tab. 2.1: Standards und Inhalte des Bildungsplans 2004 der Klassenstufen 9 bis 12 für die Fächer Physik (Mechanik), Sport und NWT

Da diese jedoch zwischen Schulen differieren können, vergleicht Tabelle 2.1 einzig die aus Sicht des Ministeriums relevanten Inhalte der Kerncurricula der Fächer Physik, Sport und NWT. Während die Schüler im Fach Sport in Klasse 11/12 bereits in vorangegangenen Klassen erarbeitete Mannschafts- sowie Individualsportarten wählen können und Fachkenntnisse (v.a. im 4-stündigen Kurs) neu erarbeitet werden, wird im Fach Physik – durch die biomechanische Thematik hier einzig auf den Teilbereich der Mechanik beschränkt – der gesamte Inhalt aus Klasse 9/10 wiederholt und lediglich um die in Tabelle 2.1 kursiv gedruckten Größen: Frequenz, Periodendauer, Amplitude, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit erweitert. Der Schwerpunkt im Bereich der Mechanik liegt demnach auf einer wissenschaftspropädeutisch orientierten Vertiefung der vorher eher auf qualitativer Ebene behandelten Inhalte. Das Fach NWT fördert bereits in Klasse 9/10 biomechanische Themen, wie das Zurückführen von Körperfunktionen auf physikalische Aspekte oder die Beschreibung des menschlichen Bewegungsapparates unter biomechanischen Aspekten. Dem übergeordnet steht das Verständnis der Schüler für Analogien zwischen technischen und natürlichen Systemen, wie dem Menschen. Die Energie sowie Speicher- und Transportmöglichkeiten werden im Fach NWT, obwohl in der Physik bereits vorhanden, zusätzlich ausdrücklich aufgeführt. Inwiefern sich die durch den Bildungsplan geforderten Inhalte aus Tabelle 2.1 ergänzen lassen bzw. inwiefern eine Ergänzung zwangsläufig notwendig ist, wird im folgenden Kapitel erörtert.

2.2.3.2 Schnittmengen zwischen Sport und Physik

Aus Sicht des Sports erscheint eine Verknüpfung mit der Physik eher ungewöhnlich und fremd. Deutlich häufiger trifft man Verbindungen zu anderen Fächern wie Biologie, Kunst oder Musik an. Wechselt man jedoch die Perspektive und untersucht die Kombination aus Sicht der Physik, so zeigt sich, dass der Bezugsrahmen Sport hier vollkommen alltäglich ist. Allein die Betrachtung von Bildern auf oder in Schulbüchern des Faches Physik zeigt, dass der Sport und vor allem die sportliche Bewegung hier allgegenwärtig zu sein scheint, was sich durch Bilder von Leichtathleten, Kampf- oder Radsportlern zeigt. Dies hat zwei Ursachen: Einerseits versucht die Physik durch den bei Schülern beliebten Sport (vgl. Kap. 2.2.5), ihre Attraktivität zu steigern und ihr oftmals nüchternes Image somit dynamischer zu präsentieren. Es wird versucht einen Bezug zur Lebenswelt der Schüler und deren Sportaktivitäten zu schaffen, um sowohl die Motivation und damit auch die emotionale Bindung bei der Arbeit mit den jeweiligen Inhalten zu stärken, als auch die Nachhaltigkeit des Erarbeiteten zu steigern. Der zweite Grund ist ein völlig pragmatischer: Die Physik ist eine Wissenschaft, die sich – ähnlich wie der Sport – sowohl auf Theorie als auch auf Praxis (hier Experimente und Versuche) stützt und von der Kombination lebt. Der Gegenstand des ältesten Teilgebiets, der Mechanik, ist die Untersuchung und Beschreibung von bewegten Körpern und den entsprechend wirkenden Kräften. Bezogen auf den Menschen und

dessen Leben (vgl. Inhalte des Physik- und NWT-Unterrichts des Bildungsplans 2004), das durch Bewegung geprägt ist, liegt so eine Verknüpfung mit dem Sport äußerst nahe.

Vor allem in Fachzeitschriften zum Physikunterricht finden sich zahlreiche Artikel zu fächerübergreifenden Themen, welche die Schnittmenge aus Sport und Physik geschickt zur eigenen Attraktivitätssteigerung nutzen. Diese lassen sich grundsätzlich in zwei Typen unterteilen: Übersichtsartikel und themenspezifische Artikel. Übersichtsartikel liefern dem Leser eine Vielzahl schemenhafter Anregungen und Vorschläge hinsichtlich physikalischer Inhalte und passender authentischer Probleme. So offeriert beispielsweise Hartmut WIESNER¹⁰ in seinem Artikel „Lebendige Physik“ der Zeitschrift „Unterricht Physik“ dem Leser neben einer teilweise kommentierten Literaturliste eine Übersichtstabelle, in der sich Beispiele für lebendige Physik im Physiklehrplan finden lassen (WIESNER, 2005). Einen Auszug daraus zeigt Tabelle 2.2.

Optik	
Bildentstehung	Auge, Tieraugen, Sehen in Luft und Wasser (Bsp. „Sehen unter Wasser“), Fehlsichtigkeiten, erweiterter Wahrnehmungsbereich (Infrarotstrahlung bei der Grubenotter)
Reflexion/Streuung	Leuchtende Tieraugen (Katzen), Leuchtmoose
Transmission	Selektive Strahlungsdurchlässigkeit in Tierfellen (Bsp. „Fell des Eisbären“)
...	...
Mechanik	
Hebel	Ellbogen (Bsp. „Erarbeitung des Hebelgesetzes, Belastung der Wirbelsäule (Bsp. „Wirbelsäule), Kniegelenk
Pendel	Gehen und Laufen (Bsp. „Physik des Gehens“)
Rückstoß	Fortbewegung von Quallen (Bsp. „Vortrieb von Wassertieren“), Start beim Sprint
Kraft	Fortbewegung durch Rudern und Oszillation (Bsp. „Vortrieb von Wassertieren“)
Adhäsion/Kohäsion	Selbstreinigung von Pflanzen (Bsp. „Lotuseffekt“)
Energie	Wärmehaushalt, Temperaturregelmechanismen
Druck	Atmung (Bsp. „Atemzugvolumen“), Tauchen, Schnorchel
Auftrieb	Schwimmlase
Akustik	
...	...

Tab. 2.2: Beispiele für „Lebendige Physik“ im Physiklehrplan (nach WIESNER, 2005)

Das übergeordnete Themenheft beschreibt, für den Physikunterricht aufbereitet, vereinzelt Themen einer Kombination aus Physik und Biologie. Als Lebewesen der Natur findet man den Menschen hier entsprechend aus mechanischer Sicht

¹⁰ Hartmut WIESNER: Professor und Lehrstuhlinhaber für Didaktik der Physik der Ludwig-Maximilians-Universität München

beschrieben; so auch auf den Sport bezogen. Die aufbereiteten Themen sind in der Tabelle in Klammern als Beispiele mit den zugehörigen Arbeitstiteln versehen. Auch in der Zeitschrift „Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule“ finden sich dementsprechende Übersichtsartikel wie der von Lars-Patrick MAY, „Physik und Sport in der Literatur“ aus dem Jahr 2003. MAY (2003, S. 13) veröffentlicht darin eine seit Mitte der 90er Jahre recherchierte Liste bestehend aus Themen und zugehöriger Quellen, mit der Intension, „einem Lehrer [...] Ideenmaterial zur Verfügung zu stellen. Außerdem können selbst gemessene Werte mit bereits durchgeführten Messungen bzw. Messverfahren verglichen werden“. Der eröffnete Vergleich bezieht sich dabei auf die Primärliteratur.

Betrachtet man nun solche Literaturempfehlungen, also themenspezifische Artikel genauer, so lassen sich diese wiederum in zwei Unterkategorien einteilen: Einerseits finden sich Artikel, die rein theoriegestützte Projekte mit Schulklassen schildern und Hintergrundinformationen liefern. Beispiele dafür sind die Berechnung von Skisprungweiten anhand von Originaldaten eines Skisprungschanzentisches oder die kinematische Untersuchung von Wasserspringern mittels Videoauswertesystem und bereits zur Verfügung stehender Videoaufnahmen im Physiksaal und EDV-Raum der Schule (MAY & KAYSER, 2003 und MARTIN, 2003).

Andererseits existieren Arbeiten, die unterrichtsspezifischer und mit Zusatzmaterialien wie Arbeitsblättern oder konkreten Fragestellungen ergänzt sind. Der vorgestellte Unterricht wird häufig in Projektform durchgeführt, da nicht zuletzt die räumliche Situation des Physiksaales der Schule nur wenig Raum für sportliche Bewegungsausführungen lässt. Die vom Schüler zu bearbeitenden Aufgaben sind überwiegend unmittelbar auf physikalische Sachverhalte bezogen formuliert. Häufig werden Fragen durch Rechnungen und daran anknüpfende theorielastige Gedankenexperimente ergänzt (MÜLLER, 2002 und MAYR, 2002).

Auffällig ist die Tatsache, dass die Sportart Turnen, die durch ihren schulrelevanten Physikgehalt eine relativ große Schnittmenge bietet, in der Literatur äußerst wenig Beachtung findet. Den Hauptanteil an Themen machen Wurf- und Sprungbewegungen, Schwimmen, Laufen und vereinzelt Ballspiele aus. Die Themen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit in Modulform aufbereitet wurden, werden in Tabelle 3.2 (Kap. 3.3.3) dargestellt.

2.2.4 Die aktuelle Situation der Sporttheorie

Bereits Anfang der 1990er Jahre stellten NAUL (1990) und TREBELS (1994) fest, dass eine Umgestaltung des herkömmlichen Sportunterrichts der Oberstufe erforderlich sei; weg vom vorwiegend sportartorientierten Praxisangebot, das auf eine Verbesserung der körperlichen Fähigkeiten ausgerichtet war, hin zu disziplinverbindenden Entwüfen, deren Inhalte themen- und problemorientiert sein sollten. Der Sportunterricht könne

somit enge wechselseitige Zusammenhänge wissenschaftlicher Erkenntnisse und Bedeutungen untereinander erfahrbar machen und Anwendungen hinsichtlich der eigenen Praxis ermöglichen. TREBELS, der mit der von ihm geleiteten „Projektgruppe Leistungskurs Sport“ bereits 1987 und 1988 einzelne, sehr umfangreiche Beispielübersichtsmaterialien erarbeitete, weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass eine dringend notwendige Sammlung praktischer Unterrichtsbeispiele schlichtweg nicht existiere und längst überfällig sei.

„Gerade in einem sehr an Praxis orientierten Fach, das sich traditionell als Anwalt des Körpers versteht, liegt es nahe, dass sich eine Spannung zwischen dem ganzheitlichen Erziehungsanspruch des Faches Sport und dem vor allem an kognitiven Fähigkeiten orientierten Qualifikationsauftrag der gymnasialen Oberstufe entwickelt. Während der ganzheitliche Erziehungsanspruch besonders äußerlich aktive körperliche Tätigkeit bei Bewegung, Spiel und Sport erfordert, die auch den Geist berühren soll, setzt der Qualifikationsauftrag der Oberstufe auf innere geistige Tätigkeiten, die auch einmal körperliche Tätigkeiten zulassen können. Auf der einen Seite geht es also im Wesentlichen um Praxis, auf der anderen um Theorie“ (SCHWEIHOFFEN & DREILING, 2004, S. 2).

Da der Forderung der Kultusministerkonferenz (KMK), den praktischen Unterricht durch theoretische Inhalte zu erweitern, um so die Abiturfähigkeit des Faches Sport zu gewährleisten, nur unbefriedigend entsprochen werden konnte, wurde Sport als viertes Prüfungsfach in Nordrhein-Westfalen (NRW) 1999 ausgesetzt. Argumente, dass die Menge an vermittelten Kenntnissen und Methoden für eine anspruchsvolle Abiturprüfung zu gering und die Tiefe des Wissens für die gymnasiale Abiturprüfung unzureichend sei, waren dabei Diskussionsgrundlage (SCHWEIHOFFEN & DREILING, 2004, S. 3). Erst seit Mitte des Jahres 2009 besteht, nach mehrjähriger Prüfung der Vergleichbarkeit des Faches Sport als Abiturfach durch das Ministerium für Schule und Weiterbildung sowie der Schulaufsichtsbehörden, für die Gymnasien von NRW wieder die Möglichkeit, Sport nach Antragstellung als viertes Abiturfach anzubieten.

Nicht nur im Hinblick auf die Legitimation des Faches Sport in der Schule, die seit Mitte des letzten Jahrhunderts immer wieder aufs Neue diskutiert wird, wie das aktuelle Beispiel aus NRW zeigt, spielt die Sporttheorie eine immer größer werdende Rolle. Vor allem die Forderungen der neuen Lehr- bzw. Bildungspläne ergeben eine klare Tendenz zur Unverzichtbarkeit der Sporttheorie. Einerseits bieten die Pläne durch offene Themen- und Inhaltsangebote neue Möglichkeiten für eine Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis, andererseits fordern sie, durch den Ruf nach Handlungskompetenz und selbstständigem Problemlösungsverhalten, die auf der Theorie basieren, die notwendige Vermittlung unterstützender Kenntnisse.

2.2.5 Die Rolle der Bildungsinstitutionen

Seit vielen Jahren ertönt der Ruf der Wirtschaft und der Hochschulen nach qualifizierten Abiturienten, um dem Fachkräftemangel in der Bundesrepublik Deutschland entgegen zu wirken. Qualifizierte Abiturienten – was verbirgt sich hinter dieser geforderten Spezies?

„2008 erwarben 442.100 Schulabgängerinnen und -abgänger eine Studienberechtigung. Damit lag die Studienberechtigtenquote bei 45%. Das bedeutet, dass 2008 fast jeder Zweite gemessen an den Gleichaltrigen in der Bevölkerung die schulischen Voraussetzungen erfüllte, ein Hochschulstudium in Deutschland aufzunehmen.

Zwischen 2000 und 2008 ist die Studienberechtigtenquote um acht Prozentpunkte gestiegen“ (Statistisches Bundesamt, 2010, S. 6).

Obwohl sich die Anzahl der jungen Menschen, die studieren dürfen, seit Beginn der gesamtdeutschen Aufzeichnung des Jahres 1992 auf einem Allzeithoch befindet, beklagen sowohl Lehrer als auch Hochschullehrer mangelndes Interesse und fehlende Motivation seitens ihrer Zöglinge. Vor allem die Naturwissenschaften, auf die sich der Forschungs- und Industriestandort Deutschland stützt, sind im Vergleich zu anderen Studienfächern hinsichtlich ihrer Studienanfängerzahlen und des zukünftigen Bedarfs deutlich unterdurchschnittlich. So muss die Ursache dieses Problems folglich noch vor dem Abitur und dem Erlangen der Hochschulreife unserer Schüler liegen.

Das Interesse an einem Studienfach oder einer Fachrichtung wird in der Regel sowohl durch potentielle Zukunftsaussichten im anschließenden Berufsfeld, als auch durch das Bild des jeweiligen Fachunterrichts in der Schule, mit dem der Schüler das Studienfach verknüpft, geschaffen und geprägt. Nach Auffassung von GOTTFRIED MERZYN, Professor für Physikdidaktik i. R. der Universität Göttingen, sind Schüler mühelos in der Lage, die jeweiligen Schulfächer als Fachdisziplinen trotz aller Gemeinsamkeiten voneinander abzugrenzen, da diese in direkter Konkurrenz zueinander stehen. Es läge für einen Schüler nichts näher, „als am Ende eines Schultages zu vergleichen: Lehrer A mit Lehrerin B, Inhalt C mit D, Fach E mit Fach F. Das habe ich gerne gemocht, das hat mich interessiert, das war öde“ (MERZYN, 2008, S. 6). Auf das so geschaffene Bild jedes Faches gibt die Beliebtheit der Schulfächer sehr anschaulich Aufschluss. Abbildung 2.3 zeigt die Ergebnisse einer Repräsentativbefragung, an der 1032 Personen beteiligt waren (10-stufige Skala, 1 „mag ich überhaupt nicht“ bis 10 „mag ich ganz besonders“) (Institut für Jugendforschung, 2004, S. 9). Vor allem die Fächer Physik und Sport unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Beliebtheit bei 13- bis 19-jährigen Deutschen gravierend.

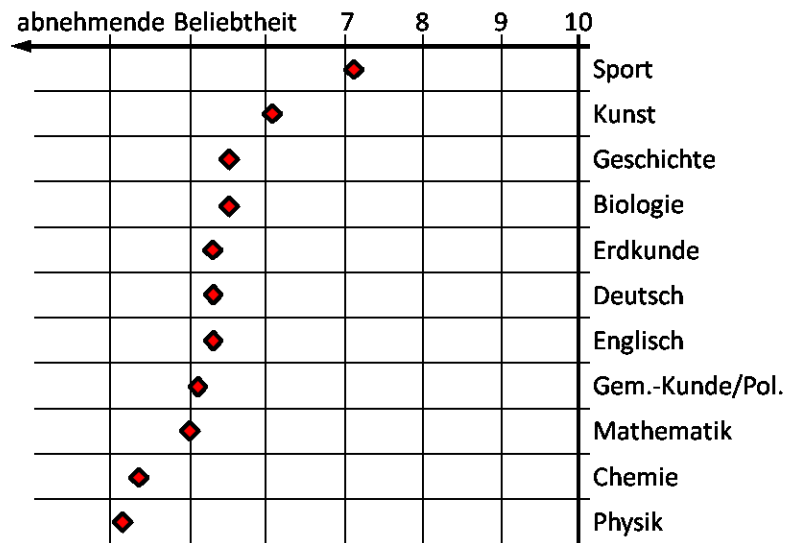


Abb. 2.3: Beliebtheit von Schulfächern bei 13- bis 19-jährigen Deutschen (Institut für Jugendforschung 2004, S. 9). Zehnstufige Skala mit „10“ als Bestwert

Während sich der Sportunterricht großer Beliebtheit erfreut und die Schüler dieses Schulfach gerne besuchen, rangiert der Physikunterricht, als unbeliebtestes Fach, auf dem letzten Rang. Auch internationale Studien aus anderen europäischen Ländern bestätigen diese Befundlage.

„Aus Schweden hört man, dass bei der Fachbeliebtheit Physik und Chemie ganz unten rangieren (LINDAHL 2003, S. 258). Die Daten aus England, Ungarn, Italien und Schweden bestätigen damit exakt das Bild aus dem deutschsprachigen Raum“ (MERZYN, 2008, S. 14).

Das Fach Sport findet sich, wenn in der jeweiligen Untersuchung abgefragt, grundsätzlich mit klarem Abstand zum Mittelfeld im oberen Drittel der beliebtesten Fächer. Die Fächer Chemie und Physik polarisieren laut MERZYN in besonderer Weise, wenn man bipolar, also nach dem beliebtesten und dem unbeliebtesten Fach fragte. Die Wahl der ehemals wählbaren Leistungskurse der gymnasialen Oberstufe unterstreiche dies ebenfalls deutlich: Schüler, die sich für einen solchen Leistungskurs entschieden hatten, zeichneten sich durch sehr starke „Kompetenzenüberzeugung“ aus und seien bereits in dieser Phase an Berufen in Natur- und Ingenieurwissenschaften interessiert. Sowohl Physik als auch Chemie wurden aus Sicht der Schüler einhellig als schwierige Fächer beschrieben.

„Wenn das bewusste Erleben von Erfolgen beim Verstehen von Chemie und Physik und bei ihrer Anwendung auf subjektiv bedeutsame Phänomene der zentrale Faktor für Interesse und Leistungsbereitschaft ist, dann kann es kaum verwundern, dass so viele Schüler sich von den Fächern abwenden“ (SCHECKER, 2009, S. 85).

Demzufolge ist nach MERZYN „ein vorrangig auf die Mehrheit abgestellter Unterricht [...] unabdingbar, wenn man die beiden Fächer aus ihrer derzeitigen Nischenposition herausbringen will“.

Sämtlichen Untersuchungen gemeinsam ist der Unterschied der Beurteilungen hinsichtlich des Geschlechts der Schüler. Vor allem in den Naturwissenschaften zeigt sich in der 1985 von HOFFMANN und LEHRKE erhobenen großen Interessensstudie eine klare Männerdomäne, wie Abbildung 2.4 verdeutlicht. Beim Fach Sport tritt hingegen nur eine leichte Differenz (<10%) zugunsten der Jungen in Erscheinung.

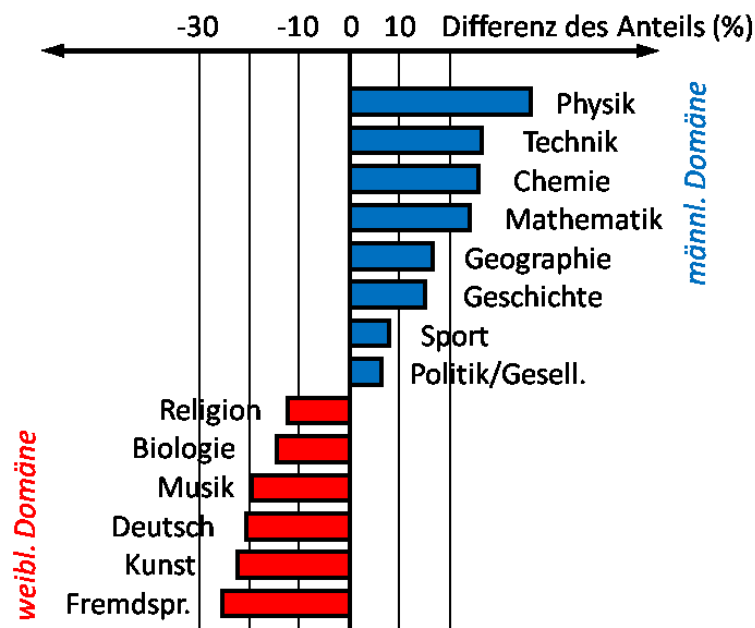


Abb. 2.4: Interessenunterschiede zwischen Mädchen und Jungen, 9. Schuljahr. Aufgetragen ist für jedes Fach die Differenz des Anteils der Jungen (in Prozent aller Jungen), die das Fach als „interessant“ oder „sehr interessant“ bewerteten (5-stufige Skala), und des entsprechenden Anteils der Mädchen (nach Daten von HOFFMANN, LEHRKE 1985, S. 38)

Ein ähnlich gravierendes aktuelles Ergebnis bezüglich der Beliebtheit der Physik liefert die Statistik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft über die Neueinschreibungen der Studierenden des Faches Physik im Wintersemester 2008/09 und im Sommersemesters 2009 an sämtlichen deutschen Universitäten (NIENHAUS, 2009, S. 30). In Tabelle 2.3 zeigt sich ein Frauenanteil über sämtliche Kategorien/Studiengänge von lediglich 28%.

Kategorie/Studiengang	M + W	M	W
1. Bachelor (Fachstudiengang Physik)	5133	3949	1184
2. Bachelor (Studiengang mit Schwerpunkt Physik)	472	321	151
3. Bachelor (Lehramt ohne Spezialisierung auf Schultyp)	168	78	90
4. Bachelor (Lehramt Sekundarstufe I)	0	0	0
5. Bachelor (Lehramt Sekundarstufe II)	320	202	118
6. Bachelor (Lehramt Berufsschule)	3	2	1
7. Master (Fachstudiengang Physik)	304	201	103
8. Master (Studiengang mit Schwerpunkt Physik)	177	131	46
9. Master (Lehramt Sekundarstufe I)	5	0	5
10. Master (Lehramt Sekundarstufe II)	59	27	32
11. Master (Lehramt Berufsschule)	0	0	0
12. Diplomstudiengang Physik	410	284	126
13. Diplomstudiengang mit Schwerpunkt Physik	56	47	9
14. Lehramt Sekundarstufe I	222	129	93
15. Lehramt Sekundarstufe II	792	503	289
16. Lehramt Berufsschule	3	3	0
Summe	8124	5877	2247

Tab. 2.3: Neueinschreibungen im Fach Physik im WS 08/09 und SS09 (NIENHAUS, 2009, S. 30)

Ein Ziel der Schule, als gesellschaftsbildende Institution, sollte demnach die verstärkte Förderung beider Geschlechter in sämtlichen Fächern und Themen sein.

Weiter beobachtet MERZYN (2008, S. 18) hinsichtlich der Entwicklung dieser Unbeliebtheit eine klare Tendenz über die Schullaufbahn. Während 10-jährige Schüler dem Physikunterricht noch einheitlich positiv gegenüberstünden, sinke diese Einstellung kontinuierlich. Von Jahr zu Jahr verliere das Fach 10% des Altersjahrgangs als Sympathisanten. Diesen Einstellungswechsel beobachtet auch LANDWEHR (2002), der bei seinen Untersuchungen zur Distanzierung zur Physik Interviews mit Erwachsenen über ihr Verhältnis zur Physik geführt hat.

Ein Lehrer (männlich) erinnert sich

„Ich hab` gut vor Augen diese vorgefertigten Waagen, für die wir immer Formeln aufschreiben sollten. Oder, ja diese, die Flaschen, die Flaschenzüge, die aufgebaut wurden mit den verschiedenen Scheiben. Aber es war alles, es war so steril, es war da alles irgendwie aufgebaut, und eigentlich wollte man ja damit spielen. ... Fand das irgendwie schon interessant, aber ich fand das nicht interessant unter dem Gesichtspunkt, jetzt sagen zu sollen, durch wieviel ich das teilen muss oder multiplizieren muss, um rauszukriegen, welche Erleichterung da Weg mal Kraft oder was ist. In diesem Bereich lagen meine Schädigungen vielleicht“ (LANDWEHR, 2002, S. 185).

Der hier beschriebene Drang nach selbstständigem Spiel, nach Ausprobieren und Erleben, findet sich – auf die Organisations- und Unterrichtsstruktur des Physikunterrichts angepasst – gleichermaßen auf Platz eins der beliebtesten Tätigkeiten von Schülern im Physikunterricht (vgl. Abb. 2.5) wieder.

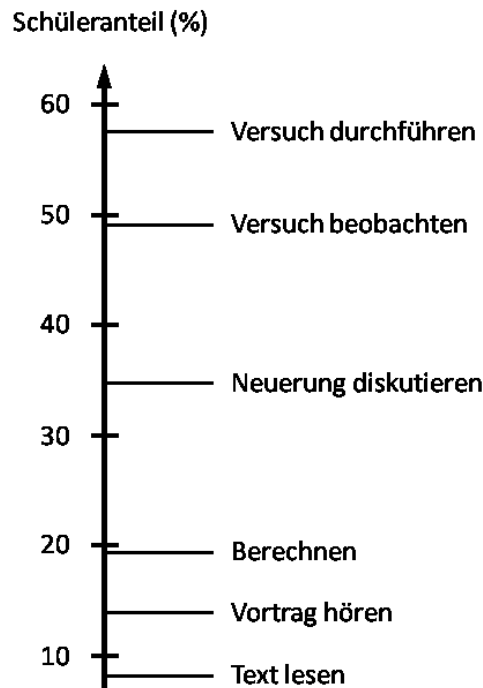


Abb. 2.5: Interesse an Tätigkeiten im Physikunterricht, Schüler (n=4034) der Klasse 9. Aufgetragen ist der Anteil der Schüler (%) mit „sehr großem“ oder „großem“ Interesse für eine Tätigkeit (nach HOFFMANN & LEHRKE, 1985)

Die eigenständige experimentelle Aktivität durch den Schüler, die grundsätzlich mit eigenem Erleben, Ausprobieren und Nachvollziehen verknüpft ist, liegt deutlich vor dem Lehrerexperiment. Beide, für Schüler attraktiven Tätigkeiten, haben jedoch eines gemeinsam: Es besteht ein direkter Bezug zwischen praktischer Anwendung und theoretischem Sachverhalt. Um eine nachhaltige Attraktivitätssteigerung des Unterrichts und folglich auch der Schülerergebnisse zu erzielen, sollte der Fokus stärker auf die Interessen der Schüler gerichtet werden. „Dem Fisch muss der Wurm schmecken, nicht dem Angler“ (MERZYN, 2008, S. 147).

Die Forderung nach selbstständigem und eigenverantwortlichem Handeln ist nicht mehr nur in den Köpfen der Schüler zu finden, sondern ebenfalls auf der Homepage des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württembergs (Stand: September 2010).

Betrachtet man die Aufgaben und Ziele des allgemein bildenden Gymnasiums in Baden-Württemberg, so wie sie durch das Ministerium verfasst sind, genauer, stellt man fest, dass die Schüler eine Fülle an vernetzten Anforderungen erfüllen sollen, die in vielfältiger Beziehung zueinander stehen. Abbildung 2.6 liefert hierzu eine Übersicht. Bezüglich der Unterrichtsgestaltung durch den Lehrer werden folgende drei Ziele genannt:

Der Schüler soll...

- eigenverantwortlich,
- selbstständig und
- zielorientiert handeln.

Des Weiteren kommt den folgenden neuen Unterrichtsformen besondere Bedeutung zu:

- fächerverbindendes Denken und Arbeiten,
- Gruppen- und Partnerarbeit,
- Umgang mit neuen Medien.

Diese nachdrückliche Forderung nach fächerverbindendem Denken und Arbeiten findet sich auch im Zentrum von Abbildung 2.6 wieder. Fächerübergreifendes Arbeiten soll so, gestützt durch fächerübergreifende Themen, selbst ansonsten getrennte Aufgabenfelder, wie im Rahmen der vorliegenden Arbeit Physik und Sport, sinnvoll miteinander vernetzen. Die Bildung des Schülers beschränkt sich offensichtlich nicht mehr auf einzelne, voneinander getrennte und in direkter Konkurrenz zueinander stehende Fächer, sondern beruht auf einer Arbeitsteilung und gegenseitigen Ergänzung der Fächer.

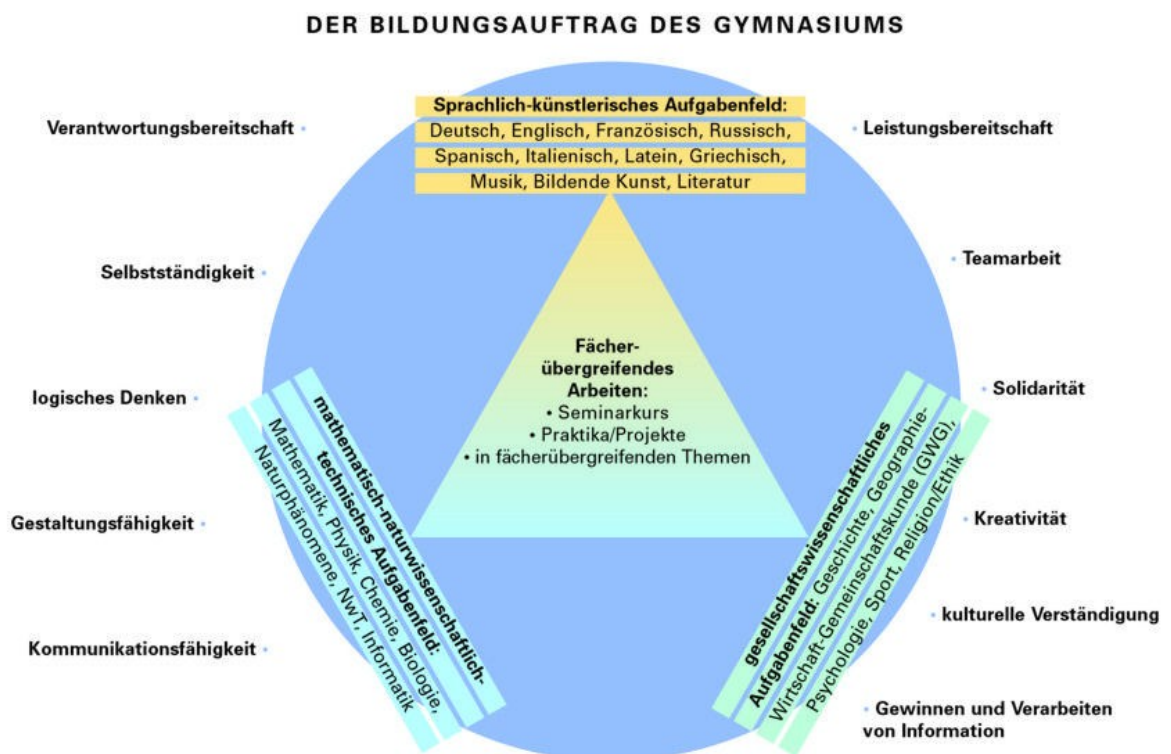


Abb. 2.6: Der Bildungsauftrag des Gymnasiums (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2010, Homepage)

Die Aufgaben und Zielsetzungen der Schule haben sich somit elementar verändert. Nicht mehr die rein fachspezifischen Inhalte, die dem passiven Schüler mittels Nürnberger Trichter eingeträufelt werden sollen, stehen im Zentrum, sondern die individuellen Vermittlungsmöglichkeiten eines geöffneten Curriculums mit stärker kompetenzorientierten Bildungs- oder Leistungsstandards. Die Rolle des Schülers soll, nicht zuletzt durch die geforderte Methodenvielfalt, eine aktive, kompetenzorientierte Position einnehmen. Dass diese Erwartungen in die Umsetzung vielerorts noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung stecken, ist unumstritten.

Auf der Homepage des Ministeriums finden sich, im Rahmen der Beschreibung des Gymnasiums, besondere Anforderungen an Gymnasiasten:

„Besonders wichtige Eigenschaften für Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums sind Neugierde und Aufgeschlossenheit für abstrakte und theoretische Zusammenhänge, überdurchschnittlich hohe Konzentrationsfähigkeit, Ausdauer und geistige Belastbarkeit. Außerdem erforderlich sind Freude am Lernen, Experimentieren, Beobachten, Finden von Lösungen und Gesetzmäßigkeiten und Interesse an literarischen, musischen und künstlerischen Themen“ (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, Baden-Württemberg¹¹).

Vor allem die Forderungen zu Beginn des zweiten Satzes, „Freude am Lernen, Experimentieren, Beobachten und Finden von Lösungen und Gesetzmäßigkeiten“, sind in nahezu jedem Kind angelegt und müssen durch entsprechend gestalteten Unterricht gefordert und gefördert werden. Anders kann die oben beschriebene durchweg positive Einstellung sehr junger Gymnasialschüler gegenüber der Physik kaum begründet werden.

Um die Bildungsinstitution Schule praktisch in die theoretisch bereits entwickelte Situation zu versetzen, muss einerseits die Aus- und Weiterbildung der Lehrer ebenfalls inhaltlich angepasst werden, was bereits teilweise geschehen ist. Andererseits besteht ein akuter Mangel an Lehr- und Lernmaterialien, die die Arbeit des Lehrers unter aktuellen methodischen und didaktischen Gesichtspunkten ökonomisch und klar nachvollziehbar unterstützt. Ein fächerübergreifendes professionelles Unterrichten wird nur dann möglich sein, wenn bereits im Rahmen der Lehrerbildung über die eigene Fachwissenschaft hinaus im Rahmen der didaktischen Reduktion gearbeitet wird, d.h. Fachinhalte angrenzender Themen einerseits gewahrt und überwacht, andererseits Alter, Interessen und Intellekt der Schüler beim Wissenstransfer angemessen berücksichtigt werden. Eine Reduktion der wissenschaftlichen Exaktheit ist beim Informationstransport unumgänglich. Diese sollte aber bewusst und damit vertretbar bemessen werden.

¹¹ <http://www.km-bw.de/servlet/PB/menu/1075926/index.html?ROOT=1075594> (September 2010)

3 „Vom Tun zum Verstehen“

"Sage es mir - Ich werde es vergessen!
Erkläre es mir - Ich werde mich erinnern!
Lass es mich selber tun - Ich werde verstehen!"
(KONFUZIUS¹²)

3.1 Die Idee

Die Idee des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ ist die Verknüpfung von Biomechanik und praktischem Sportunterricht. Im Zentrum des Konzepts steht die Erarbeitung sportbiomechanischer Zusammenhänge anhand systematisch ausgewählter, problemorientierter Bewegungserfahrungen. Prädestiniert für den vierstündigen Sportkurs der gymnasialen Oberstufe in Baden-Württemberg werden so ausgewählte physikalische Themen in den Sportunterricht integriert. Diese physikalischen Inhalte sollen von den Schülern am eigenen Körper erfahren werden. Die Forderung von SCHNUR, SCHWAMEDER & STADLER (2010) nach ganzheitlichem, fächerübergreifendem Unterricht aufgreifend, sollen die Schüler über konkrete Bewegungsaufgaben an biomechanische Inhalte herangeführt werden und so die latente Verknüpfung zwischen den Fächern Sport und Physik (vgl. Kap. 2.2.3.2) erkennen. Einzigartig ist dabei die zeitliche Abfolge der Themenbearbeitung, durch die das Konzept immer zuerst sportlich-physische Erfahrungen greifbar macht und im Anschluss eine theoretische Aufarbeitung erfolgt. Im Anschluss daran wird durch den Gebrauch des erarbeiteten Wissens, im Rahmen erweiterter Anwendungsfelder, dieses gefestigt und sportpraktisch belegt. Diese induktive Lernmethode ermöglicht es, die bei Schülern oft unbeliebten Inhalte der Physik am Beispiel spezieller Erfahrungen jedes einzelnen Schülers in der Sportpraxis zu generalisieren. Die so erarbeiteten biomechanischen Zusammenhänge sollen sowohl bei der Lösung sporttheoretischer Fragestellungen im Unterricht, als auch bei der Verbesserung der persönlichen sportlichen Leistung hilfreich sein. Da die Module sich auf zwei Doppelstunden beschränken, kann die motorische Leistungsverbesserung dabei nur ein Nebenprodukt darstellen. Das prozedurale Wissen im Kontext der Bewegungserfahrung soll es, auch im Fach Physik schwachen Schülern ermöglichen, sportbiomechanische Zusammenhänge einfacher zu verstehen und darüber hinaus leichter Transferwissen zu produzieren. Die Kernaussage, die im Rahmen des Konzepts vertreten wird, lautet:

¹² KONFUZIUS (551 – 479 v. Chr.), chinesischer Philosoph

Das Lernen von Biomechanik ist umso effektiver – sowohl Leistungen, insbesondere Transferleistungen, als auch problematischer nachvollziehbare Zusammenhänge betreffend – je mehr es im Bezug zur eigenen, aktiven Erfahrung betrieben wird.

Diese These stellt somit eine bedeutende Erweiterung der folgenden Aussage von SCHEWE (2000, S. 4) dar: „In der Sportpädagogik helfen Kenntnisse der Biomechanik sowohl den Lehrern als auch den Schülern, die Gesetzmäßigkeiten von Körperbewegungen zu verstehen. Sie fördern dadurch die Lernprozesse beim Erwerb neuer Bewegungsabläufe.“ Das Konzept besitzt nicht die Absicht, die pädagogische Praxis zu normieren. Respektive soll die Neuakzentuierung einen Beitrag dazu leisten, die beklagte Diskrepanz zwischen Sportpraxis und Theorie zu reduzieren und dem Praktiker die Möglichkeit eröffnen, sein pädagogisches Handeln reflektiert umzusetzen. Ein wichtiger Gesichtspunkt, unter dem das Konzept erarbeitet wurde, ist, dass Lernen nicht als passiver Vorgang gesehen wird, sondern einen aktiven Prozess darstellt, der nach Möglichkeit systematisch strukturiert wird. Wie interessant dieser Prozess dann tatsächlich in der Anwendung verschiedener Module gestaltet wird, hängt, wie bei jedem anderen Unterricht, nicht zuletzt von der Lehrperson sowie deren Erfahrungen und Geschick im Umgang mit den Lernenden ab. Nicht die Quantität der Lerninhalte, an der es gewiss nicht fehlt, ist der Schlüssel zum Erfolg, sondern die qualitative Aufbereitung und Kopplung mit der Bewegung. Eine sehr passende Beschreibung im metaphorischen Sinne hierfür liefert SPITZER, der das angebotene Wissen aus dem Internet mit einem Supermarkt vergleicht:

„Das Internet verhält sich zum Lernen wie ein Supermarkt zu einem guten Essen (vgl. SPITZER 2001a): Im Supermarkt gibt es zwar alles in – verglichen mit den Mengen, die wir essen können – praktisch unbegrenzter Menge. Ein gutes Essen ist jedoch weit mehr als die Zutaten. Erst durch geschickte Zusammenstellung und Zubereitung werden aus Zutaten Speisen und erst deren wiederum geschickte Zusammenstellung und Reihenfolge macht ein gutes Essen aus“ (SPITZER, 2002, S. 3).

Die meisten Schüler haben ein sehr gutes „Gespür“ für physikalische Phänomene, die sie aus dem Alltag kennen. Wer kennt nicht das Gefühl, gegen eine Kraft ankämpfen zu müssen, die einen, wenn man sich auf einem drehenden Kinderkarussell befindet, von der Drehachse nach außen weg drückt: die Zentrifugalkraft. Ein anderes Beispiel wäre das Schaukeln. Die Mehrheit der Kinder und Erwachsenen kann das, ohne sich je Gedanken darüber gemacht zu haben, wie oder warum es überhaupt funktioniert. Wir bewerkstelligen den Vorgang des Schaukelns ganz automatisch, ohne darüber Bescheid zu wissen. Sollten wir die Funktionsweise jedoch genau beschreiben müssen, tun wir uns sehr schwer. Genau das ist der Grund dafür, dass Wissen, das auf Schulbasis abgeprüft wird, zwar im Rahmen prozeduraler Informationen oftmals in den Gehirnen der Schüler gespeichert ist, aber nicht als in Klassenarbeiten geprüftes Wissen wiedergegeben werden kann. Im Gegensatz dazu findet sich unglaublich viel

Wissen in den Köpfen unserer Schüler, das zwar bis ins Detail auswendig reproduziert werden kann, der Zusammenhang zur Anwendung ist den Schülern jedoch völlig fremd und man ist in vielen Fällen sichtlich erstaunt, dass das Eine etwas mit dem Anderen zu tun hat. Die lebensnahe anwendungsbezogene Physik, explizit im Rahmen der Biomechanik, wird nicht allzu selten durch den Schulunterricht separiert und so wirklichkeitsfremd und damit für die Schüler unvorstellbar arrangiert. Vor allem für Kinder und Jugendliche hat Information, die bildhaft - besser als Erlebnis - gespeichert wurde, den ungemeinen Vorteil, dass sie gegenüber rein theoretischen Prozeduren deutlich leichter versprachlicht werden kann und so das Erkennen von Zusammenhängen leichter fällt. Dieser Sachverhalt wird bei den Modulen immer dann besonders bekräftigt, wenn im Anschluss an erlebte Praxis, beim Versuch allgemeine Prinzipien zu finden, die Frage diskutiert wird „Was habt Ihr denn gespürt?“. Die Videoanalyse der Theorieblöcke (vgl. Kap. 4.2.2.6) zeigt, dass diese in der Regel durch eine überdurchschnittlich hohe Mitarbeit der Schüler geprägt sind.

NEUWEG unterteilt Wissen in seinem Buch „Könnerschaft und implizites Wissen“ nach der bereits 1958 von Michael POLANYI¹³ beschriebenen Theorie in die beiden Bereiche implizites und explizites Wissen. Unter implizitem Wissen versteht man vereinfacht „wissen, wie etwas geht“ ohne es genau beschreiben zu können. POLANYI beschreibt Explizites Wissen als Wissen, das exakt kodiert ist und somit mittels Sprache und Schrift eindeutig kommunizierbar ist. Man könnte auch von „Faktenwissen“ sprechen. DÖRNER konzentriert diesen Zustand geradezu provokant im sogenannten Eunuchwissen. „Sie wissen, wie es geht, können es aber nicht“ (DÖRNER, 1989, S. 304). Eine Idee des vorliegenden Konzepts ist es, implizites Wissen in explizites Wissen umzuformen und umgekehrt. Schülern, die keine Ahnung vom Körperschwerpunkt haben, soll dieser anhand des Wissens darüber, wie man über einen Schwebebalken balanciert, implizit vergegenwärtigt werden. Jene Schüler, die den Schwerpunkt eines Körpers zwar aus dem Mathematik- bzw. Physikunterricht kennen, sollen innerhalb des Konzepts im Sportunterricht bewusst die Möglichkeit bekommen, dessen Lage bei der Durchführung von unterschiedlichen Bewegungsaufgaben explizit zu erleben. Im Rahmen von kurzen Theorieblöcken wird das Erlebte zuerst verbalisiert, dann abstrahiert. Es werden allgemeingültige Zusammenhänge gesucht und gemeinsam erarbeitet. In vielen Fällen geschieht dies auf dem Fundament des bereits vorhandenen expliziten Wissens der Schüler.

¹³ POLANYI, Michael (1891 – 1976), ungarisch-britischer Chemiker und Philosoph, Studium der Chemie an der TH Karlsruhe

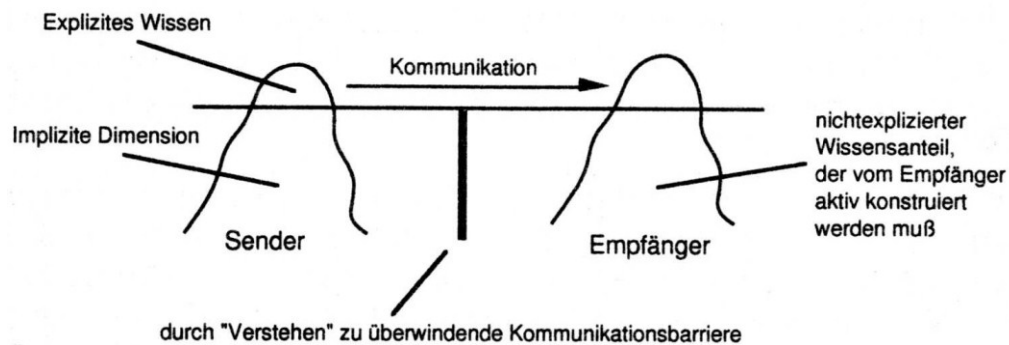


Abb. 3.1: Kommunikation und implizites Wissen (NEUWEG, 1999, S. 10)

Abbildung 3.1 veranschaulicht den Lernprozess bezogen auf Kommunikation und implizites Wissen. Der Sender, stellvertretend für die Lehrperson, die sowohl die Expertisen der impliziten Dimension, als auch das Explizite Wissen um einen Sachverhalt besitzt, muss mittels Kommunikation versuchen, die Kommunikationsbarriere des Verstehens zu überwinden. Nur wenn dieser Vorgang gelingt, kann gemeinsam mit dem Empfänger, hier dem Lernenden, Wissen aktiv konstruiert werden. Voraussetzung für einen positiven Verlauf ist die Vermehrung eines bereits bestehenden nichtexpliziten Wissensanteils, der vom Empfänger als bereits vorhandenes Fachwissen beherrscht wird. Die Problematik dieses Prozesses besteht in der Organisation des Wechselspiels zwischen Erfahrung und der Versprachlichung bzw. der Vergegenwärtigung dieser. NEUWEG weist darauf hin, dass es „selbst bei ausgeprägter Analyse- und Sprechfertigkeit [...] vielfach einen sprachlich nicht kommunizierbaren Restanteil zu geben“ scheint, „für den sich der Lehrende darauf verlassen muß [sic], daß [sic] der Lernende schließlich „versteht“, was er ihm nicht explizit mitteilen konnte“ (NEUWEG, 1999, S. 9). Um den Vorgang des Verstehens erfolgreich durchzuführen, muss der Lernende das Pensum von Wissen, das bei der sprachlichen Kodierung verloren geht, durch eigene „Dekodierung“ wieder ergänzen.

In dieser Phase nimmt der Lehrer, in Abhängigkeit des Diskussionsverlaufs, im bestmöglichen Fall die Rolle des Coachs ein. Die Betitelung Coach grenzt sich vor allem im nordamerikanischen Raum deutlich von unserem bekannten Trainerbegriff, der vor allem im Sport Verwendung findet, ab. Coaching hat sich in vielen Lebensbereichen wie beispielsweise im Beruf, der Karriere, der Partnerschaft und auch im Sport etabliert. MIGGE definiert Coaching wie folgt:

„*Coaching* ist eine gleichberechtigte, partnerschaftliche Zusammenarbeit eines Prozessberaters mit einem Klienten. Coaching bedeutet, dem Klienten in seiner Arbeitswelt (wieder) einen »ökologischen« Zugang zu seinen Ressourcen und Wahlmöglichkeiten zu eröffnen. Der Klient soll durch die gemeinsame Arbeit an Klarheit, Handlungs- und Bewältigungskompetenz gewinnen. Coaching ist eine handlungs-

orientierte hilfreiche Interaktion. Ein Coach gibt Feedback und eröffnet dem Klienten neue Perspektiven“ (MIGGE, 2007, S. 22).

Wenn wir im oben genannten Prozessberater den Lehrer und im Klienten den Schüler sehen, gibt diese Definition sehr passend Aufschluss darüber, wie im folgenden Verlauf der Begriff des Coaching verwendet wird.

Der Lehrer versucht die Schüler lösungs- und zielorientiert zu unterstützen, ohne vorab restriktive Vorgaben zu liefern. Die Idee des Problemorientierten Lernens (vgl. Kap. 2.1.1) muss in dieser Phase im Vordergrund stehen. So stellt das Ziel des Lehrers in diesem Abschnitt, unter Zurücknahme seiner selbst, vor allem die Verbesserung der Lern- und Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Ressourcen seiner Schüler dar. Die Verbesserung der Reflexionsfähigkeit und der Wahrnehmung der Schüler sind weitere Arbeitsfelder, die hierbei indirekt geschult werden. Das Verstehen des vorher Erlebten wird zum aktiven Prozess.

Der „klassische“ Schulunterricht, der vor allem durch die Reduzierung zeitlicher Ressourcen parallel zu immer komplexer werdenden Teildisziplinen geprägt ist (vgl. Kap. 2.2.3), spielt sich immer noch in vielen Fällen unter dem pädagogischen Motto „Vormachen, Nachmachen, Üben“ ab. Auch im Fach Sport dominiert diese Lehrmethode, die im krassen Gegensatz zu modernen Unterrichtsmodellen steht. So ist die Idee, die hinter dem Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ steht, gewiss nicht neu (vgl. KONFUZIUS). Die fest definierte Abfolge von zuerst Tun und dann Verstehen ohne eine vorausgegangene Aussage oder Erklärung des Folgenden ist in diesem Rahmen aber einzigartig.

3.2 Die Methodik

Gespräche mit Vertretern des Regierungspräsidiums Karlsruhe, des Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien) Karlsruhe sowie vielen Fachlehrern zeigen eindeutig, dass die Biomechanik in der Schule sowohl für Schüler als auch unterrichtende Lehrpersonen enorme Schwierigkeiten bereitet. Bei der Recherche der diesbezüglichen Literatur wird schnell klar, dass die Thematik durchaus aktuell und im Schulalltag zugegen ist (SCHWEIHOFFEN & DREILING, 2004), Hilfestellungen für Lehrer jedoch nur in sehr begrenztem Umfang vorliegen (vgl. Kap. 3.3.1). Das Hauptproblem liegt hierbei nur bedingt in der Aufarbeitung relevanter Theorie – hierzu existieren beispielsweise Medien wie die DVD „Bewegungslehre und Biomechanik des Sports - Teil II: Biomechanische Prinzipien“ von Prof. Ulrich GÖHNER oder die Homepage „www.sportunterricht.de“. Diese Homepage versucht ebenso wie die DVD im Bereich der Bewegungslehre vor allem die Biomechanischen Prinzipien nach HOCHMUTH zu veranschaulichen. Vielmehr stoßen sowohl Print- als auch elektronische Medien an ihre Grenzen, wenn es um Möglichkeiten einer Vermittlung der Theorie im Sportunterricht geht. Vereinzelt berichten Sportlehrer in Fachzeitschriften von

eigenem Unterricht, in dem Versuche einer Fächerverknüpfung zwischen Sport und Physik unternommen wurden (FROMMEL, GÖDDE, STYPEREK & WEIß, 2006a, S. 10-14 & 2006b, S. 15-18). Für gewöhnlich handelt es sich dabei um ein einzelnes Unterrichtsprojekt zu einem spezifischen Thema.

Um die Konzeptidee „Vom Tun zum Verstehen“ an die Bedürfnisse des Schulalltags anzupassen, entstanden folgende Schritte sowohl in kausaler als auch temporärer Reihenfolge:

- Unterricht/Inhalte (Sport und Biomechanik/Physik) ggf. modifizieren und abstimmen
- Erarbeitung eines Unterrichtskonzepts mit konkreten möglichen Stundenverlaufsbildern
- Erprobung und sukzessive Umsetzung
- Ergebnissicherung (Schleife durch Überarbeitung der Unterrichtsinhalte)
- Wissenschaftliche Begleitung (Fortbildungen, etc.)

Nach dem Ermitteln der Schnittmenge zwischen den Fächern Sport und Physik (vgl. Kap. 2.2.3.2) wurden Modulthemen aus der Sicht des Sports definiert, die in der Lage sind, die jeweiligen Inhalte beider Fächer sowohl logisch als auch sinnvoll miteinander zu kombinieren. Im Anschluss daran wurden konkrete kombinierte Unterrichtsinhalte erarbeitet und nach kritischer Diskussion bezüglich deren Anzahl und der äußeren Umstände des Sportunterrichts gefiltert. Auf der Basis dieser komplexen Inhalte fand daraufhin die Konkretisierung der Stundenverlaufspläne statt, die ebenso fachlich mit Biomechanikern und Physikern diskutiert als auch auf ihre Umsetzung hinsichtlich der Rahmenbedingungen des Schulsports geprüft wurden. Der Aufbau aller Module folgt der wörtlich zu nehmenden Grundidee „Vom Tun zum Verstehen“: Einer Aufwärmphase folgt, den Forderungen des problemorientierten Lernens entsprechend, eine Phase, in der die Schüler Bewegungsaufgaben erfüllen und Probleme lösen sollen. Die Beschäftigung mit dieser pragmatischen Thematik knüpft, abhängig vom jeweiligen Thema, an Alltagserfahrungen der Lernenden an und versucht diskret Grundlagenwissen des Schulfachs Physik einfließen zu lassen. Diese physisch aktive Phase stellt gleichzeitig den Bezug zum eigenen Körper her und schafft durch authentische Probleme eine emotionale Verbundenheit zum Thema. Die bildhafte Vorstellung der Schüler wird durch das eigene Erleben zusätzlich verstärkt – im Idealfall bildet sich eine sachinteressierte Lernstrategie aus. Im zeitlichen Verlauf erfolgt nun eine Reflexionsphase, die den Schülern einerseits die Möglichkeit einräumt, kurz über das Erlebte zu referieren und sich auszutauschen, andererseits beinhaltet diese verhältnismäßig kurze Periode auch das lehrergestützte Erarbeiten der relevanten Theorieinhalte. In dieser Phase haben die Schüler zudem die Möglichkeit, ihre durch eigene Sporterfahrungen erworbenen Kompetenzen in den Lernprozess einfließen zu lassen. Dieses Vernetzen von neuen Erkenntnissen mit bekannten Erfahrungen dient der Kreativität

und dem Entstehen neuer Ideen und bietet daher die Möglichkeit, Aufgaben auf gänzlich andere Art und Weise zu lösen.

Diese Phase dient darüber hinaus der Ergebnissicherung. Die Schüler sollen nach der Verknüpfung zwischen Praxis und Theorie auf Grundlage der erarbeiteten physikalischen Betrachtungen eigene Schlussfolgerungen ziehen und Querverbindungen herstellen können. Innerhalb eines Moduls kann dieser Wechsel zwischen vorangestellter Praxis und folgender Theorie mehrfach den Unterrichtsprozess bestimmen. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht stellen die konzentrierten Theorieblöcke Entspannungs- und Regenerationsphasen dar.

Die fertiggestellten Module wurden im Rahmen von Hauptseminaren in der Zeit von Mai 2008 bis Juli 2009 von Studierenden des Lehramts Sport an Schulen durchgeführt. Diese Kooperation ergab sich vorwiegend durch persönliche Kontakte und wurde zusätzlich durch das Regierungspräsidium Karlsruhe unterstützt. Sämtliche durch Studierende gehaltene Stunden wurden per Video aufgenommen und anschließend analysiert. Parallel hierzu wurden im Sommer 2009 im Rahmen einer Examensarbeit einzelne Module von Fachlehrern ausgewählt, ihnen die entsprechenden Materialien zur Verfügung gestellt und die Module letztlich von den Lehrpersonen ohne gesonderte fachliche Betreuung durch das IfSS abgehalten. Das Ziel war die Erprobung der Module unter realen „Schulalltags“-Bedingungen. Alle in der Praxis durchgeführte Module, auch die durch Fachlehrer gehaltenen Module, wurden durch verschiedene Fragebögen begleitet und evaluiert (vgl. Kap. 4.2). Nach jeder Durchführung eines Moduls wurde dieses erneut hinsichtlich folgender Kriterien, die an dem Angebots-Nutzen-Modell (LIPOWSKY, 2006 und HELMKE, 2003) orientiert sind, überprüft und redigiert:

- War der Unterricht ökonomisch im Hinblick auf die schulischen Bedingungen und die fachlichen Inhalte?
- Wurden die Voraussetzungen des Lernenden (motorische, kognitive und emotionale) adäquat einbezogen?
- Welche Fachkompetenz (Wissen, Können) wurde der Lehrperson abverlangt?
- War ein Schulerfolg hinsichtlich des Interesses, der Lernfreude und der fachlichen Leistungen der Schüler erkennbar?

Die so eingearbeitete Schleife dient der Qualitätsverbesserung und ermöglicht eine objektiv kritische Reflektion jedes einzelnen Moduls.

3.3 Das Konzept

Die Aufgabe der Didaktik besteht darin, die in Theorien zusammengefassten Forschungsergebnisse, auf die praktische Vermittlung hin zu reflektieren. Nach KRON (2004, S. 59) ist diese Reflexionsarbeit als Transformationsprozess zu verstehen. Von

der Theorie zur Praxis hin müssten dabei mindestens zwei Stationen herausgearbeitet werden: Das Modell und das Konzept. Beide stehen zwischen Theorie und Praxis, wie in Abbildung 3.2 veranschaulicht wird.

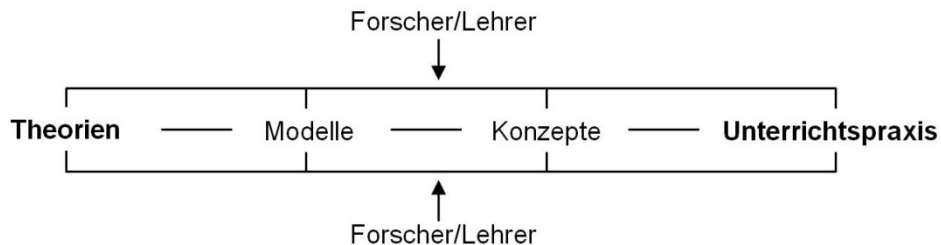


Abb. 3.2: Der Zusammenhang von Theorie, Modellen und Konzepten (mod. nach KRON, 2004, S. 59)

Sowohl bei der Erstellung von Modellen als auch der von Konzepten sind nach KRON mindestens zwei Personengruppen beteiligt: die Wissenschaftler und die Praktiker. Die Begriffe Modelle und Konzepte werden im Rahmen der Erziehungstheorien häufig unterschiedlich gebraucht. Alleine für den Modellbegriff führt BRENZIKA (1984) 15 verschiedene Definitionen auf, die hier jedoch nicht explizit besprochen werden sollen. Im Folgenden wird der Modellbegriff als Unterrichtsmodell verstanden und verwendet. Diese Modelle zur Unterrichtsvorbereitung sollen als Orientierung und Planungsschemata für die praktische Umsetzung dienen. Entscheidend ist hierbei der Verlauf des Modells, durch den der Grundgedanke „Vom Tun zum Verstehen“ bezüglich seiner zeitlichen Abläufe eindeutig bestimmt ist. Nur die planmäßige Verwendung von Modellen und Konzepten kann eine sinnvolle Unterrichtsentwicklung vorantreiben.

„Wenn didaktische Forschung – und Theoriebildung! – in didaktisch relevanter Wirklichkeit, z.B. in Kindergarten, Schule, Fort- und Weiterbildung eine Chance haben sollen, auf Akzeptanz zu stoßen und wenn Forschungsergebnisse aufgegriffen und in didaktische Praxis umgesetzt werden sollen, dann sind Modelle hierzu eine große Hilfe. Insofern kann didaktische Forschung auch einen Beitrag zur Veränderung von Schulwirklichkeit leisten“ (KLAFFKI, 1983, S. 281ff, zitiert nach KRON, 2004, S. 60).

Auch der Konzeptbegriff findet in der Literatur uneinheitliche Verwendung. Entgegen dem in der Psychologie üblichen Gebrauch, der sich vorrangig auf unsere geistige Vorstellung als Art „gedankliche Werkzeuge“ (ATKINSON, 1990, S. 321) bezieht, wird die Bezeichnung in der vorliegenden Arbeit synonym für Plan oder Entwurf analog zum allgemeinen Sprachgebrauch verwendet (WAHRIG, 1986, S. 778). So beinhaltet der Ausdruck des Konzepts eine ideellere, mehr die Struktur betreffende Form. Strukturelle, übergreifende Zusammenhänge sollen darin ersichtlich werden, auf

denen Unterrichtsprozesse gründen, wie beispielsweise allgemeine Ziele oder Methoden.

3.3.1 Das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ in Abgrenzung zu anderen Konzepten

Wenn man Schulbücher im Fach Sport untersucht, stellt man schnell fest, dass der Bereich der Biomechanik einen relativ geringen Anteil gegenüber schwergewichtigen Themen wie Trainingslehre oder Gesundheitssport einnimmt. Stellvertretend für viele Schulsportbücher wird am Beispiel des 2003 erschienenen Schulbuchs „Schulbuch Sport“ von Klaus BRUCKMANN und Heinz-Dieter RECKTENWALD diese Relation veranschaulicht. Laut Vorwort soll das Werk einen ständigen Begleiter des Sportunterrichts für Lehrer und Schüler der Jahrgangsstufen 7-13 darstellen. Auf 244 Seiten werden unterschiedliche Themen aufgegriffen – dem Bereich der Biomechanik sind davon 6 Seiten gewidmet. Dies entspricht einem Anteil von weniger als 3%. Wenn man berücksichtigt, dass die Biomechanik als eigenständiger Schwerpunkt erst in der Oberstufe vorgesehen wird und sich das Buch noch auf das 9jährige Gymnasium bezieht, bleiben von den für die Oberstufe relevanten 104 Seiten dann immerhin knappe 6% für die Erörterung der biomechanischen Erkenntnisse. In den meisten Schulbüchern im Fach Sport ist dieser Anteil ähnlich hoch. Die Erarbeitung der vom Bildungsplan geforderten und abiturrelevanten biomechanischen Standards und Inhalte ist ausschließlich beschränkt auf den sich in allgemeiner Literatur befindlichen Biomechanik-Anteil somit schlichtweg unmöglich. Folglich sind die Sportlehrer dazu gezwungen, weitere speziellere Literatur hinzuzuziehen. In Baden-Württemberg soll das Buch „Bewegungslehre und Biomechanik des Sports“ von Ulrich GÖHNER diese Lücke in den meisten Fällen schließen. Um einen Vergleich beziehungsweise eine Abgrenzung von bereits bestehender Literatur zum Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ zu ermöglichen, werden im Folgenden die drei auf das Thema Biomechanik in der Schule spezialisierten Werke untersucht:

- a) HASENBUSCH, W. (1991). *Biomechanik für den Sportunterricht in der Schule: didaktisch-methodische Hilfen bei der Planung und Durchführung von Unterricht zur Fertigkeitsvermittlung im Sport*. Bonn: Eigenverlag Walter Hasenbusch.
- b) GÖHNER, U. (2004). *Bewegungslehre und Biomechanik des Sports: Fundamentum mit Überslagbewegungen*. Tübingen : Göhner.
- c) MATHELITSCH, L. & THALLER, S. (2008). *Sport und Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

Alle drei Werke wurden annähernd im Din-A-5-Format gestaltet. a) und b) bestehen aus insgesamt 112 Seiten, c) aus 172 Seiten plus CD.

Adressaten

Im Vorwort und der Einführung schreibt Walter HASENBUSCH, selbst Sportlehrer und 15 Jahre Fachleiter am Seminar für das Fach Sport und die Ausbildung von Referendaren zuständig, dass er mit seinem Buch auf die bereits 1991 bestehenden Forderungen des Bildungsplans im Bereich der „Analyse sportlicher Bewegungen“ reagieren möchte, und dass das Buch gleichermaßen an Fachlehrer, Referendare als auch Schüler gerichtet ist. Ulrich GÖHNER, em. Professor für „Bewegungslehre, Biomechanik und Trainingslehre“ am Institut für Sportwissenschaft der Universität Tübingen, wendet sich nicht direkt an eine Adressatengruppe. Es ist allerdings davon auszugehen, dass sich das Buch aufgrund eines fehlenden Lehrerbandes sowohl an Schüler als auch an Fachlehrer wendet. Leopold MATHELITSCH, Professor für theoretische Physik an der Universität Graz und Sigrid THALLER, Professorin am Institut für Sportwissenschaft der Universität Graz mit dem Tätigkeitsfeld der Biomechanik wenden sich im Vorwort ihres Buchs vorrangig an Lehrer (auch an jene ohne Physik als Fachrichtung) und ebenfalls an Schüler. Das entworfene Konzept „Vom Tun zum Verstehen“, im Folgenden als d) bezeichnet, richtet sich ausschließlich an Fachlehrer, jedoch ähnlich wie bei c) vorrangig an jene Lehrer ohne Physik als Zweitfach.

Konzeption für den Sport- oder den Physikunterricht

Bis auf c) sind alle Abhandlungen für den Sportunterricht konzipiert. Bei c) wird der Einsatz im Physikunterricht präferiert. Dies wird vor allem durch die in Form einer Extrabroschüre zu erwerbenden 51 Arbeitsblätter deutlich.

Aufbau & Inhalte

HASENBUSCH führt zuerst, völlig unabhängig von Sportinhalten, in die Physik ein (Physikalische Axiome, Physikalische Größen und Gesetze, Physikalische Leitsätze). Er verwendet hierzu auf 29 Seiten für den Physikunterricht typische Versuchsbeschreibungen und Rechnungen. Im zweiten Kapitel werden dann auf 18 Seiten 18 biomechanische Prinzipien beschrieben und im Anschluss auf weiteren 18 Seiten werden anhand spezieller Bereiche „biomechanische Überlegungen“ diskutiert. Im Inhaltsverzeichnis werden zwar einzelne Disziplinen wie beispielsweise Hochsprung oder Kugelstoßen aufgeführt, diese werden dann im Buch allerdings nur über maximal eine halbe Seite Fließtext bezüglich des Prinzips der optimalen Stemmreaktion diskutiert. Im vierten Kapitel greift HASENBUSCH das Funktionsphasenmodell nach GÖHNER auf und so bleibt auf den übrigen 4 Seiten nur sehr wenig Raum für allgemeine

methodische Hinweise ohne direkten Unterrichtsbezug. Im Anhang findet der Leser eine Zusammenstellung physikalischer Grundlagen und Größen in einer Übersichtstabelle. Sehr interessant ist dabei die Tabelle auf Seite 107, in der die sogenannten Biomechanischen Prinzipien physikalischen Grundlagen und Inhalten zugeordnet werden. HASENBUSCH gibt so, wenn auch fast überreduziert, eine scheinbar erklärende Übersicht der aus der Sportbiomechanik gewachsenen Prinzipien und deren eigentlichen Inhalten aus der klassischen Physik. Zur Illustration der Sachverhalte und Bewegungssituationen werden ausschließlich Zeichnungen und Strichmännchen verwendet.

Obwohl auch bei GÖHNER ein ähnlicher Aufbau, beginnend mit der Vorstellung der biomechanischen Größen, vorliegt, wird zu jedem physikalischen Gesetz und biomechanischen Prinzip qualitativ ein Beispiel aus dem Sport aufgeführt. Dieser Abschnitt nimmt fast ein Drittel des Werks ein, das insgesamt 112 Seiten umfasst. Es wird zu keinem Zeitpunkt gerechnet oder etwas hergeleitet. An die Prinzipien anknüpfend nimmt bei GÖHNER die Beobachtung von sportlichen Bewegungen einen relativ großen Teil mit über 13 Seiten ein. Im dritten Teil findet dann die theoretische allgemeine Bewegungsanalyse ohne genauere Beispielbewegungen auf Basis des bekannten Funktionsphasenmodells von GÖHNER selbst statt. Wenn man die Teile 1-3 als einen großen allgemeinen Teil ansieht, beschreibt GÖHNER im daran anknüpfenden speziellen Teil über 47 Seiten ausschließlich die bereits im Titel beschriebenen Überschlagbewegungen. Den Hauptteil macht hierbei wiederum die Beschreibung von Bewegungsphasen aus, die durch Bewegungsskizzen unterstützt werden. Qualitativ werden Funktionen der Aktionsmodalitäten beobachtet und beschrieben. Vereinzelt findet der Leser Kraft-Zeit-Verläufe von Absprüngen - die Suche nach physikalischen Formeln oder Größen bleibt vergebens. In Abhängigkeit der Schwerpunktthemen des Abiturs in Baden-Württemberg variiert GÖHNER den speziellen Teil. So wird für jedes neue Thema ein eigener Band benötigt, der im ersten, allgemeinen Teil mit allen anderen Bänden absolut identisch ist. Im Anschluss an jedes Kapitel erhält der Leser, hier mit hoher Wahrscheinlichkeit an den Schüler adressiert, Übungsaufgaben ohne Lösungen.

Bei dem für den Physikunterricht konzipierten Buch „Sport und Physik“ wird vor allem der Aspekt der fächerübergreifenden Inhalte betont. Auch schlagen die Autoren in ihrem Vorwort vor, den Physikunterricht in die Sporthalle oder das Schwimmbad zu verlagern, was in der Schulrealität doch nur schwer möglich sein wird. MATHELITSCH & THALLER geben im ersten Kapitel „Biomechanische Grundlagen“ einen Überblick, der sich deutlich von den vorangegangenen Autoren unterscheidet. Sie versuchen dabei auf 28 Seiten physikalische Grundlagen im Fließtext unter Verwendung von physikalischen Formeln zu erläutern, erörtern dennoch auch sportwissenschaftliche Anwendungsbeispiele wie die Muskelkraft und die damit zusammenhängende Hill'sche Kraft-Geschwindigkeitsrelation – im Wesentlichen orientiert an den Muskel-

modellierungsarbeiten von SUST (1996) - oder physiologische Themen wie die Energiebereitstellung im Muskel. Im zweiten Kapitel rückt über 30 Seiten die Leichtathletik in den Fokus und wird sowohl physikalisch, beispielsweise bei der Betrachtung von Reaktivkräften, als auch unter sportlichen Gesichtspunkten wie der anaeroben Schwellenbestimmung durch den Conconi-Test diskutiert. In den folgenden Kapiteln 3 bis 7, die in die Kategorien Ballspiele, Wassersport, Alpinsport, Radsport und Sportmix unterteilt sind, liefern die Autoren physikalische Beschreibungen - durch Skizzen, Fotos und Diagramme illustriert - der Einzeldisziplinen und deren Randfelder, wie zum Beispiel der Carvingskitailierung beim Abfahrtslauf. Die Unterkapitel sind dabei weder unter sportlichen noch unter physikalischen Gesichtspunkten stringent geordnet. Jedem Thema werden zwischen zwei und drei Seiten zur Beschreibung der Sportart oder Bewegung eingeräumt. Auf der mitgelieferten CD-Rom finden sich zum Teil Kurzfilme zur Verdeutlichung der im Buch beschriebenen Bewegungen.

Das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ beschränkt sich auf eine kurze Einführung zur Arbeit mit dem Baukastenkonzept. Der Leser bekommt dann anhand der Sport-Physik-Matrix (vgl. Kap. 3.3.3) einen Themenüberblick und kann nun die einzelnen, voneinander unabhängigen Sportthemen auswählen. Die „Zusammenfassungen des physikalischen Hintergrundwissens“ geben in kurzer Form Aufschluss über die in den Stundenverlaufsplänen inhaltlich behandelte Biomechanik, die zum Teil durch sportartspezifische Informationen ergänzt wird.

Spezifische Themenanzahl

Bei a) werden folgende fünf Themen sowohl aus sportlicher als auch aus biomechanischer Sicht länger als eine Seite pro Thema diskutiert:

Turnen: Flick-Flack, Nackenüberschlag am Querkasten, Felgaufschwung
Leichtathletik: Weitsprung, Schlagballweitwurf

b) thematisiert im Rahmen der Überschlagbewegungen die folgenden vier Themen:

Turnen: Handstütz-Überschlag vorwärts am Boden, Flick-Flack, Salto vorwärts, Salto rückwärts

c) beschreibt, allerdings ohne Bewegungshilfen für den Sport, physikalische Aspekte der folgenden 23 Themen:

Leichtathletik: Sprint, Hochsprung, Stabhochsprung, Weitsprung, Kugelstoßen
Ballspiele: Fußball (Flanken, Schuss), Tennis, Basketball, Volleyball, Billard
Wassersport: Schwimmen, Wasserspringen
Alpinsport: Skifahren, Eislaufen, Klettern
Radsport: Radfahren
Sportmix: Schwebebalken, Schießen, Frisbee, Skateboard, Judo, Ballett

d) liefert Stundenverlaufspläne und Hintergrundinformationen zur darin behandelten Physik zu 23 Sportarten und –disziplinen:

Ballspiele: Spielen mit Bällen, Basketball, Fußball (Schusstechniken, Abschlag), Volleyball, Handball

Leichtathletik: Hochsprung, Kugelstoßen, Schleuderball, Speerwurf, Sprint, Weitsprung

Gymnastik: Ball und Seil, Reifen und Band

Turnen: Akrobatik, Boden (Salto vorwärts), Reck, Ringe, Rope Skipping, Trampolin (Minitrampolin), Sprung

Weitere: Schwimmen, Badminton

Tabelle 3.1 gibt eine Übersicht über die oben aufgeführten Kategorien der vier Produkte.

Produktvergleich				
Titel	Biomechanik für den Sportunterricht in der Schule	Bewegungslehre und Biomechanik des Sports	Sport und Physik	Vom Tun zum Verstehen
Autoren	Hasenbusch	Göhner	Mathelitsch & Thaller	Schnur
angesprochene Adressaten	Fachlehrer, Referendare, Schüler	Fachlehrer, Schüler	Fachlehrer (auch Nichtphysiker), Schüler	Fachlehrer (vorrangig Nichtphysiker)
für Schulfach konzipiert	Sport	Sport	Physik	Sport
Aufbau & Inhalte	1. klassische Physik (Axiome, Größen und Gesetze, Leitsätze)	1. biomech. Größen, Gesetze (immer Beispiele aus dem Sport)	1. biomech. Grundlagen (mit sportwissenschaftl. Themen + Anwendung) [Einzig Prinzip der Anfangskraft]	1. Arbeitshinweise für den Umgang mit dem Baukastenkonzept, Physik-Sport-Matrix
	2. biomech. Prinzipien	2. Sportliche Bewegungen beobachten und beschreiben	2. Leichtathletik (Test, Exkurse in andere Bereiche, Disziplinen)	2. physikalisches Hintergrundwissen, Themenspezifisch (für Lehrer)
	3. biomech. Überlegungen (z.T. Beispiele aus dem Sport)	3. Bewegungsanalyse auf Basis der Funktionsphasen	3. versch. Sportarten (physikal. Beschreibungen der Einzeldisziplinen + Randfelder)	3. Stundenverlaufspläne (mit Arbeitsmaterialien)
	4. Funktionsphasen (nach Göhner)	4. spezieller Teil (hier Überschlagbewegungen) Beschreibung der Bew.		
	5. methodische Hinweise			
	6. Physik-Übersicht			
Übungsaufgaben (Schüler)	nein	Übungsaufgaben (ohne Lsg.)	Arbeitsblätter (Extrabroschüre)	nein
Unterrichtsmaterial (Lehrer)	nein	nein	nein	ja
Anzahl der Sportpraxisthemen	5	4	23	23
Praxisbezug (in Sportpraxis umsetzbar)	teilweise (da unübersichtlich strukturiert)	teilweise (da ohne methodischen Aufbau)	nein (da nur reine Bew.-beschreibung)	ja (Stundenverlaufspläne)

Tab. 3.1: Vergleich verschiedener Konzepte für Schüler und Lehrer mit biomechanischer Relevanz

3.3.2 Das Bedienen der bzw. in der Physik

Durch die charakteristische Wissensstruktur der physikalischen Inhalte der Biomechanik, die eine sehr starke innere logische Vernetzung besitzen, wird es möglich, Lernen anhand von Bewegungsbeispielen anzuschließen und auszuweiten. Dies wird durch das Alltagswissen der Schüler und das bereits erarbeitete Wissen aus dem Physikunterricht unterstützt. So wird der Forderung des Bildungsplanes nach der Herstellung des Bezugs zur Lebenswelt der Schüler direkt nachgekommen. Ein Schüler, der einen abstrakten physikalischen Zusammenhang, wie beispielsweise die Zentripetalkraft anhand einer selbständig durchgeführten Schleuderbewegung, wie sie beim Schleuderball durchgeführt wird, verinnerlicht hat, wird analoge Beziehungen auch bei anderen Bewegungen, wie zum Beispiel beim Rope Skipping einfacher und schneller erkennen und verstehen. Das körperliche Erleben von sportlichen Bewegungen, die auf der Mechanik beruhen, verknüpft mit kognitiven Kenntnissen darüber, bietet dem Schüler die Grundlage zu intellektueller und emotionaler Identifikation im und auch außerhalb des Sports. Physikalische Inhalte werden beim Schüler verwurzelt. In der Pädagogik wird in diesem Zusammenhang häufig von originärer Begegnung oder authentischer Sachbegegnung gesprochen. Diese emotionale Bindung kann im Bezug auf die damit einhergehende Motivation sowohl durch Erfolgs-, Teilerfolgs- oder sogar Misserfolgserlebnisse hergestellt werden. Zwar kann davon ausgegangen werden, dass Persönlichkeitsmerkmale wie Angst oder Vertrauen von Schülern sowie von Lehrern einen diese Bindung limitierenden Faktor darstellen, die Identifikation mit der Materie ist jedoch in den meisten Fällen erheblich höher, als dies im konservativen Physikunterricht der Fall ist, der sehr häufig durch enormen Zeitdruck verursacht als Frontalunterricht abgehalten wird. Insofern ermöglicht das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ dem Physikunterricht, genauer den Mechanikinhalten der Physik, einerseits eine Art Nachbereitung des Stoffes im Rahmen von *Praktika am eigenen Körper*, andererseits bietet der Physikunterricht in vielerlei Hinsicht die Basis für das Konzept, dessen es sich bedienen kann und muss. Die im Konzept aufgegriffene Physik ist nicht grundsätzlich deckungsgleich mit der Physik, die in den Bildungsstandards verpflichtend gefordert wird und darf nicht als Möglichkeit verstanden werden, aus welchen Gründen auch immer fehlendes Wissen dieser Naturwissenschaft in einer Art *Nachhilfeunterricht* aufzuarbeiten. Vielmehr bieten die vielfältigen Module Möglichkeiten, Inhalte, wie beispielsweise den nicht zwangsläufig durch den Lehrplan geforderten *Magnuseffekt* anhand von praxisnahen Anwendungen qualitativ auszuarbeiten und so den Physikunterricht aufzuwerten und zu ergänzen.

3.3.3 Das Modulsystem

Die erarbeiteten Module sind einheitlich strukturiert, so dass der jeweilige Aufbau leicht nachvollziehbar ist. Jedes Modul beinhaltet zwei Modellstunden, die im Rahmen

von Hauptseminaren am Institut für Sport und Sportwissenschaft von Lehramtstudierenden in der Praxis erprobt wurden. Im Anschluss an die praktische Durchführung, die mittels Videokamera aufgezeichnet und durch den jeweiligen Fachlehrer mittels Fragebogen bewertet wurden, konnten die Unterrichtseinheiten besprochen und überarbeitet werden. Einige Module wurden sogar mehrfach im Rahmen dieser Qualitätskontrolle überarbeitet - allerdings immer unter dem sportanwendungsspezifischen Umsetzungsaspekt. Das bedeutet, dass physikalische Inhalte, die zu Beginn der Erarbeitung eines jeden Moduls definiert wurden, möglichst unverändert blieben, während der methodisch-didaktische Zugang stets redigiert wurde.

Auf der Basis des im baden-württembergischen Bildungsplans für die Oberstufe verankerten Sportartenkonzepts nach SÖLL wurden die Module anhand von Sportarten wie zum Beispiel dem Turnen oder der Leichtathletik entweder in Geräte oder Disziplinen unterteilt, in Klammern dann spezieller in typische Bewegungen oder Thematiken. Diese Subkategorien werden als Module bezeichnet und beinhalten für die jeweiligen Bewegungsausführungen grundlegende biomechanische Schwerpunkte und Zusammenhänge. Die vorgenommene Einteilung der Sportarten wurde bewusst nicht nach Bewegungskompetenzen oder auf Grundlage von methodisch-didaktisch orientierten Lehrmethoden strukturiert - es wurde eine möglichst praxisnahe alphabetisch sortierte Struktur auf Basis des Sportartenkonzepts gewählt, die sich beispielsweise auch im Bildungsplan des Landes Baden-Württembergs von 2004, trotz stringenter Kompetenzen-Orientierung, bei der Auflistung der Sportarten (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004, S. 301) findet und die ebenso in den meisten Schulcurricula vorzufinden ist. Diese Formation soll dem Lehrer eine schnelle und praxistaugliche Übersicht der Sportinhalte liefern. Im direkten Zusammenhang zu den Sportinhalten stehen die physikalisch-biomechanischen Inhalte, die Bestandteil eines jeweiligen Moduls sind. Die Gliederung dieser naturwissenschaftlichen Inhalte erfolgte in der folgenden Struktur (vgl. Tab. 3.2 von oben nach unten):

1. Bewegungen
2. Kräfte
3. Impuls
4. Energie

Die Kategorie 3. *Impuls* beinhaltet dabei sowohl den Impuls \vec{p} als auch den Drehimpuls \vec{L} .

Die Einteilung ist bewusst auf vier Bereiche beschränkt, um dem Leser durch diese einfache und klare Konstruktion einen schnellen Überblick zu verschaffen. Sicher kann trefflich über eine solche Kategorisierung diskutiert werden und jeder Anwender wird persönliche Präferenzen für die Einordnung eines Inhalts in eine andere, vielleicht gar

nicht aufgeführte Kategorie hegen. Nach diversen Diskussionen mit Experten, die sowohl für die Physik- bzw. Sportlehrerausbildung als auch die universitäre Sporttheorieausbildung verantwortlich sind, hat sich die anfängliche Aufteilung von sieben auf vier grundlegende Bereiche verschlankt.

Diffizil einzuteilende Inhalte wie die *Frequenz* oder *Wellen und Schwingungen* lassen sich wohl am besten unter dem Aspekt der Ursache oder Grundlage einer (zyklischen) Bewegung im gleichnamigen Bereich *Bewegungen* integrieren. Im Bereich der Energie wird bewusst an den drei für die Schule relevanten Energieformen kinetische Energie/Bewegungsenergie, potentielle Energie/Lageenergie sowie Spannenergie/Federenergie festgehalten. Der Magnuseffekt findet sich durch die Tatsache, dass er im Rahmen des physikalischen Hintergrundwissens über Druckunterschiede und wirkende Kräfte diskutiert wird, nicht in der Kategorie *Bewegungen*, sondern unter *Kräfte*.

Tabelle 3.2 zeigt die auf Grundlage der oben beschriebenen Normen entwickelte Sport-Physik-Matrix, die Schnittmengen aus sportlichen und physikalischen Inhalten veranschaulicht: In den Spalten befinden sich die physikalischen Inhalte, in den Zeilen sind die Sportinhalte mit jeweiliger Unterteilung zu finden. Wenn man sich beispielsweise darüber informieren möchte, welche Physikthemen im Sportthema Fußball (Abschlag, Abstoß) behandelt werden, sucht man in der obersten, von links nach rechts alphabetisch sortierten Zeile nach dem Thema und findet, wenn man in der zugehörigen Spalte nach unten geht, grüne Markierungen. Fährt man nun in der mit grün markierten Zeile nach links, findet man die behandelten Themen:

- Schiefer Wurf
- Luft-/Strömungswiderstand
- Magnuseffekt
- Impuls ($p = m \cdot v$)

Umgekehrt kann ausgehend von den physikalischen Themen in der linken Spalte, auch nach Sportthemen gesucht werden.

Physik	Allgemein: Spielen mit Bällen	Badminton (Einführung)	Basketball (Wurf und Pass)	Fußball (Abschlag, Abstoß)	Fußball (Schusstechniken)	Gymnastik: Ball und Seil	Gymnastik: Reifen und Band	Handball (Wurf und Pass)	Leichtathletik: Hochsprung	Leichtathletik: Kugelstoßen	Leichtathletik: Schleuderball	Leichtathletik: Speerwurf	Leichtathletik: Sprint	Leichtathletik: Weitsprung	Schwimmen	Turnen: Akrobatik	Turnen: Boden (Salto vorwärts)	Turnen: Minitrampolin	Turnen: Reck	Turnen: Ringe	Turnen: Rope Skipping	Turnen: Sprung	Volleyball (Angriffsschlag)	
Translation																								
Rotation																								
Körperschwerpunkt (KPS)																								
Geschwindigkeit/Beschleunigung																								
Winkelgeschwindigkeit (omega)																								
Frequenz (f)																								
Wellen/Schwingung																								
Schiefer Wurf																								
Zentripetal- & Zentrifugalkraft																								
Auftrieb (hydrostatisch, -dynamisch)																								
Auftrieb (aerodynamisch)																								
Luft-/Strömungswiderstand																								
Reibung (Haft-, Gleit- oder Roll-)																								
Druck ($p = F / A$)																								
Magnuseffekt																								
Impuls ($p = m \cdot v$)																								
Drehimpuls ($L = \text{theta} \cdot \text{omega}$)																								
(Dreh-) Impulserhaltung																								
Kraftstoß (Impulsübertragung)																								
Kraftstoß (Sprünge: CMJ, SJ,...)																								
Koordination von Teilimpulsen																								
zentrischer und exzentrischer Stoß																								
elastischer und unelastischer Stoß																								
Reflexionsgesetz																								
Kinetische Energie (Bewegungsenergie)																								
Potentielle Energie (Lageenergie)																								
Spannenergie (Federenergie)																								
Energieerhaltung																								

nicht im Thema enthalten
 im Thema enthalten

Tab. 3.2: Sport-Physik-Matrix

Mit Hilfe der Sport-Physik-Matrix kann der Lehrer so, in Abhängigkeit seines Unterrichts und der durch den Lehrplan geforderten Sportinhalte, schnell feststellen, ob relevante Module existieren. Welche physikalischen Inhalte im jeweiligen Modul enthalten sind, lässt sich einfach und direkt ablesen.

Jedes Modul ist hinsichtlich folgender Punkte standardisiert:

- Zwei Doppelstundenverlaufspläne
- Theoretisches Hintergrundwissen für den Lehrer

Die Stundenverlaufspläne sind auf 80min ausgelegt, da Voruntersuchungen zur eigentlichen Evaluation gezeigt haben, dass dies der real zur Verfügung stehenden Zeit einer Doppelstunde (90min) im Schulfach Sport entspricht. Außerdem basieren die Stundenverlaufspläne auf der Annahme, dass die zweite Doppelstunde in der darauffolgenden Sportstunde durchgeführt wird.

Das „Theoretische Hintergrundwissen“ soll dem Lehrer innerhalb kurzer Zeit die Möglichkeit geben, die physikalisch-biomechanische Modulthematik kurz zusammengefasst und auf wesentliche Kernaussagen reduziert zu erfassen und Zusatzinformationen, die über die eigentlichen Themenschwerpunkte hinaus gehen, zu erhalten.

Viele Module beinhalten weiter:

- Unterrichtsmaterialien:
 - o Übungs- Aufgabenblätter
 - o Anleitungen zu Übungen oder Stationen
 - o Bildreihen
 - o Druckvorlagen

Die modulabhängigen Unterrichtsmaterialien sollen dem Lehrer die Umsetzung sowohl im praktischen Bereich erleichtern, als auch bei der Illustration und Diskussion der Biomechanik in der Theorie eine Hilfe darstellen.

4 „Praktische Realisierung“

Nach der überwiegend theoretischen Auseinandersetzung mit dem Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ im vorangegangenen Kapitel sollen im weiteren Verlauf die einzelnen Module, deren Inhalte sowie die praktische Realisierung des Konzepts vorgestellt werden. Anschließend steht die Evaluation der Module im Schulalltag im Mittelpunkt, an die sich die Präsentation der Ergebnisse anknüpft.

4.1 Beschreibung der Module und Stundenverlaufspläne

Das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ besteht aus 23 Modulen, die sich jeweils aus zwei Schulsportdoppelstunden à 90 Minuten und einer ergänzenden Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens des jeweiligen Themas zusammensetzen. Die Auswahl der Sportarten basiert auf dem in Baden-Württemberg verwendeten Sportartenkonzept, bei dem der Bildungsplan für das Gymnasium von Klasse 8 aufsteigend mindestens drei der folgenden Sportarten pro Sportbereich vorsieht (der Bildungsplan unterteilt hier in Individual- und Mannschaftssportarten):

- *Sportbereich II*: Gerätturnen, Gymnastik/Tanz, Leichtathletik, Schwimmen
- *Sportbereich III*: Basketball, Fußball, Handball, Volleyball

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der *Sportbereich I* Fachkenntnisse, also Sporttheorie, beinhaltet und der *Sportbereich IV* Sportarten aus dem offiziellen Schulsportwettkampfprogramm umfasst. Aus Sportarten des *Sportbereichs IV* sollen „eine oder zwei Sportarten“ angeboten werden (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004, S. 301). Im zweistündigen Kurs der Oberstufe müssen die Schüler aus *Sportbereich II* und *Sportbereich III* jeweils mindestens eine Sportart wählen. Im vierstündigen Kurs müssen mindestens zwei Sportarten aus diesen Bereichen gewählt werden. Sowohl der zweistündige als auch der vierstündige Kurs verpflichten die Schüler zu ein bis zwei Sportarten des *Sportbereichs IV*.

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie sich die Module des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ in die oben beschriebenen Bereiche des Bildungsplanes gliedern lassen.

Als Kategorien wurden bei dieser Einteilung die Begriffe *Individualsportarten*, *Mannschaftssportarten* und *weitere Sportarten und übergeordnete Themen* gewählt. Die Kategorie *weitere Sportarten und übergeordnete Themen* steht in Analogie zum *Sportbereich IV* des Bildungsplans und erweitert diesen um das sportartenübergreifende Thema „Spielen mit Bällen“.

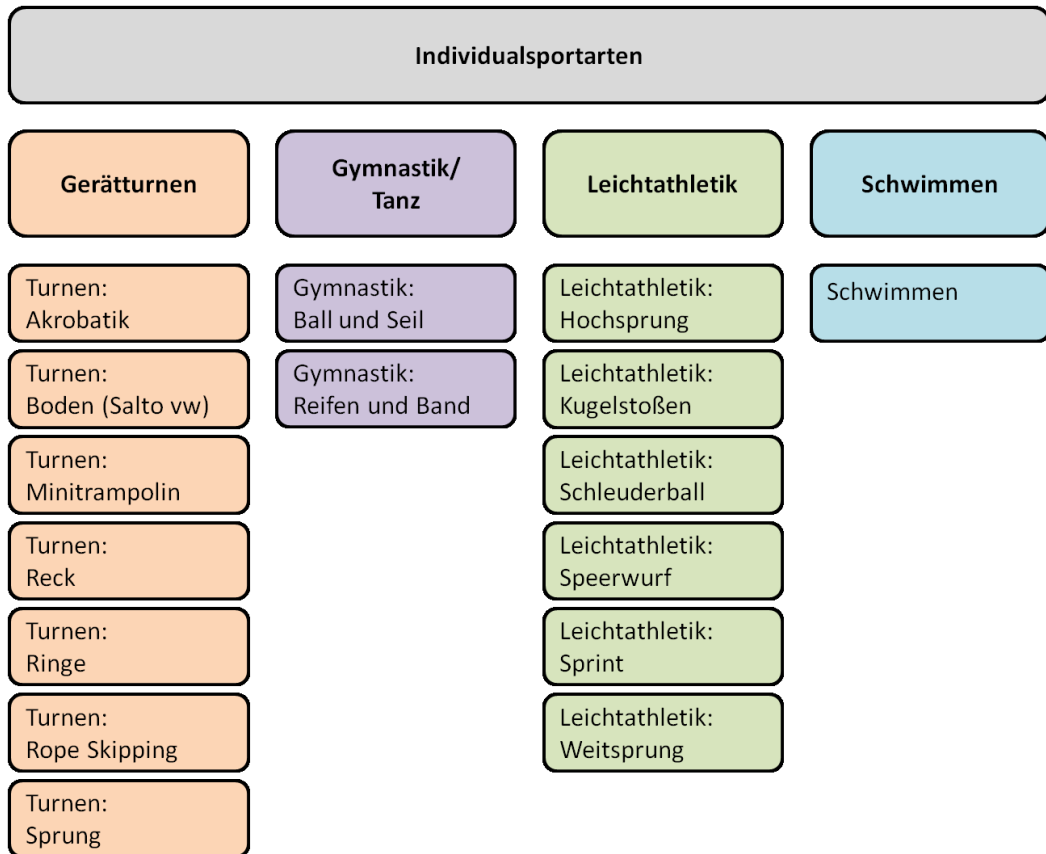


Abb. 4.1: Individualsportarten des Konzepts

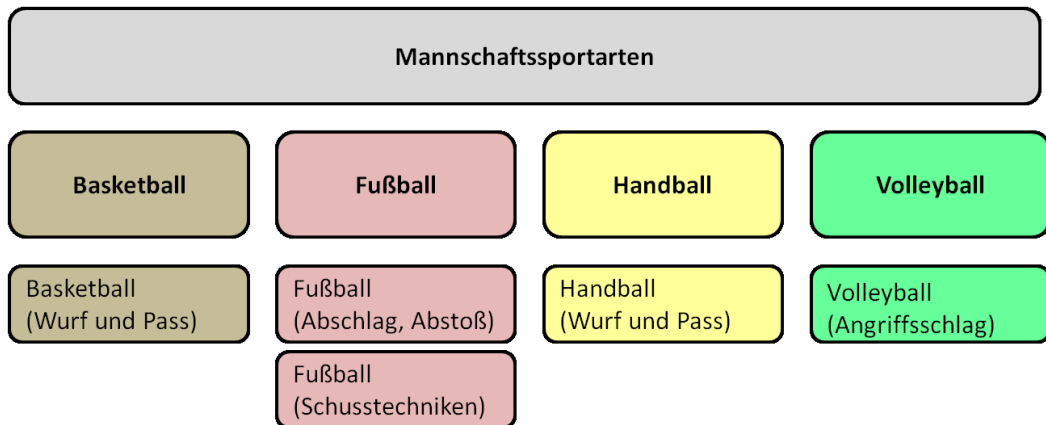


Abb. 4.2: Mannschaftssportarten des Konzepts

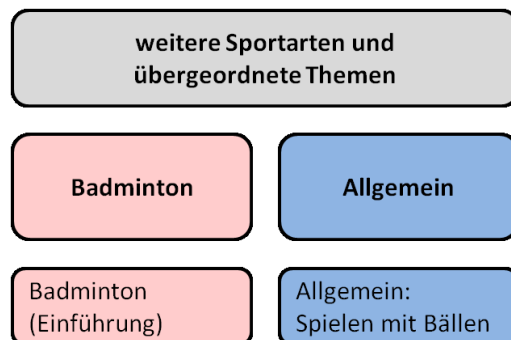


Abb. 4.3: Weitere Sportarten und übergeordnete Themen

In den Abbildungen 4.1, 4.2 und 4.3 wurden für die Module jene Titel verwendet, die sich auch in der Sport-Physik-Matrix wiederfinden und die Themen eindeutig definieren. Die entsprechende Nomenklatur wurde nach folgenden Kriterien vorgenommen. Die Sportart steht jeweils an erster Stelle. Wird diese in mehrere Disziplinen oder Geräte unterteilt, folgen diese durch einen Doppelpunkt getrennt. Spezifische Bewegungen oder zeitlich relevante Hinweise sind hinten angesetzt und stehen in Klammern. Einzig das Thema „Allgemein: Spielen mit Bällen“ nimmt durch seine übergeordnete Position eine Sonderstellung ein. Es ist inhaltlich jedoch analog zu allen anderen Modulen aufgebaut.

Das Konzept versucht anhand der Module einem möglichst breitgestreuten Auszug an Disziplinen und Geräten, die für den Schulsport relevant sind, gerecht zu werden. Grundsätzlich lässt sich Biomechanik in jeder sportlichen Bewegung entdecken, erfahren und beschreiben. Häufig ist jedoch das voraussetzende Fachwissen nicht schulrelevant und das wissenschaftliche Niveau, auf dem eine entsprechende Aufarbeitung der Themen stattfinden müsste, für den Schulsport ungeeignet. Um diese Problematik zu berücksichtigen, mussten sportliche Disziplinen und zugehörige Bewegungen mindestens den folgenden Kriterien entsprechen, um als Thema und somit auch in Form eines Moduls in das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ aufgenommen zu werden:

1. Im Schulsport muss, unter normalen Rahmenbedingungen, eine umsetzbare Möglichkeit bestehen, den Schülern relevante physikalische Größen und biomechanische Zusammenhänge bei der eigenen Bewegungsausführung spüren, erkennen und verstehen zu lassen.
2. Auf Grundlage der didaktischen Reduktion der für die Bewegung relevanten Biomechanik muss für die Schüler ein Mehrwert geschaffen werden. Dieser Mehrwert soll auf Grundlage der physikalischen Kenntnisse der Schüler sowohl im Rahmen der Sporttheorie als auch der Sportpraxis Bestand haben.
3. Sowohl sportpraktische als auch physikalische Inhalte müssen den Forderungen des Bildungsplans entsprechen, sich thematisch sinnvoll miteinander verknüpfen lassen und zusätzlich sowohl an das Alter als auch den kognitiven Entwicklungsstand der Schüler angepasst sein.

Die Anzahl der Module in den jeweiligen Kategorien kann sich somit nicht auf Vollkommenheit berufen, sondern nur einen Auszug an Möglichkeiten darstellen. Trotz der teilweise identischen physikalischen Inhalte einiger Module (vgl. Tab. 3.2) werden in jedem Modul die individuellen Unterschiede und für die Sportart typischen Anforderungen der jeweiligen Disziplin beleuchtet.

Jedes Modul umfasst eine Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens im DIN-A4-Hochformat und zwei Stundenverlaufspläne im DIN-A4-Querformat. Diese sind auf jeweils 80 Minuten Sportunterricht normiert, da sich dieser Wert in Voruntersuchungen als realistisch erwiesen hat. Eine Ausnahme stellt dabei das Modul „Schwimmen“ dar. Es ist auf Grund der besonderen Rahmenbedingungen auf 65 Minuten konzipiert.

Die Stundenverlaufspläne enthalten einen tabellarischen Teil und wenn relevant, zugehörige Ergänzungen und Erläuterungen. Die Spalten des tabellarischen Teils gliedern sich in folgende Kategorien:

- Fortlaufende Nummer
- Zeit in Minuten
- Inhalt
- Organisationsform
- Übung/Spielform
- Material
- Bemerkung/Nachbereitung

Abbildung 4.4 zeigt am Beispiel des Themas „Allgemein: Spielen mit Bällen“ die erste Seite eines Stundenverlaufsplans der ersten Unterrichtseinheit.


Nr.	Zeit [min]	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	4	Aufbau	Alle	Tischtennisplatten	3-4 TT-Platten	
3	10	Aufwärmen	Alle	Tischtennis-Rundlauf: Jeder Schüler hat zwei Leben, sind diese verbraucht, so muss er eine Strafrunde laufen. Danach darf er wieder einsteigen und hat erneut zwei Leben.	je 1 TT-Schläger TT-Bälle	
4	23	Stationsbetrieb mit Feedback	3 Gruppen	1. Station: Tischtennis 2. Station: Torwurf knock-out 3. Station: knock-out (Basketball)	s.o. Tor Pylonen je 2 Basketballbälle Fußbälle (alternativ: Volleybälle, Medizinbälle, etc.) 2 Basketballbälle Basketballkorb	
5	7	TT-Demonstration Technikeinführung	Partnerarbeit	Demonstration: Ein guter TT-Spieler serviert Topspin- oder Slice-Bälle, ein anderer Schüler versucht diesen (durch bloßes Hinhalten des Schlägers) anzunehmen. Der Ball wird nach unten (Slice) bzw. nach oben (Topspin) wegspringen.	je 1 TT-Schläger TT-Bälle	
6	10	Theorie: Zentraler und dezentraler Stoß, Backspin und Reflexion	Plenum	Erarbeitung der Ergebnisse an den Stationen. <u>Allgemein:</u> - Wie muss ein Ball getroffen werden, damit er rotiert? (Unterscheidung zentraler & dezentraler Stoß)	Flipchart	Skizzieren der Bilder aus dem Physikblatt

Abb. 4.4: Stundenverlaufsplan am Beispiel der ersten Unterrichtseinheit zum Thema „Allgemein: Spielen mit Bällen“

In der Spalte *Bemerkung/Nachbereitung* finden sich, wie im Beispiel abgebildet, häufig Skizzen zu den jeweiligen Übungen. Diese Spalte liefert ebenfalls Fachinhalte sowie

Tipps zur Unterrichtsgestaltung. Der *Anhang* liefert genauere Informationen zu Stationen, Übungen oder Theoriewissen (vgl. Abb. 4.5).

Anhang

Zu Nr.3
Station 1: (Material: Tischtennisplatten, Tischtennisbälle, Tischtennisschläger)

Schüler lernen Seitschnitt-Bälle und Slice-Bälle zu spielen.


Übungen:

- Spielen von Seitschnitt-Bällen über das Netz so, dass er die Platte seitlich verlässt.
- Spielen von Bällen so, dass er auf der anderen Seite des Netzes möglichst lange hüpfet bzw. liegen bleibt.
- Versuch Slice-Bälle zu spielen, die wieder auf die eigene Plattenhälfte zurückkommen.

Bemerkung:
Evtl. auch Üben von Topspin-Bällen

Station 2: (Material: Tor, Pylonen, je 2 Basketballbälle und Fußballbälle (alternativ: Volleybälle, Medizinbälle, etc.))

Die Schüler stehen in einer Reihe seitlich hinter der Torauslinie. Der erste Schüler (1) versucht mit einem Ball das Tor zu treffen (Wurf mit Backspin). Gelingt dies, so darf er einen Ball holen und dem dritten Schüler (3) zupassen, sich wieder hinten anstellen und warten, bis er erneut an der Reihe ist. Gelingt es nicht, so darf er seinen geworfenen Ball holen, sich nochmals an der Startlinie postieren und erneut werfen. Nach dem ersten Wurf des ersten Schülers (1) darf der Zweite in der Reihe (2) werfen. Trifft der Zweite (2) vor dem Ersten (1), so muss (1) auf eine Strafrunde und sich danach wieder hinten anstellen. Ziel ist also vor dem Vordermann das Tor zu treffen und diesen somit auf eine Strafrunde zu schicken. Es sind immer 2 Bälle im Spiel. Nach gewisser Zeit werden andere Bälle verwendet.



Bemerkung:
Die Aufgabe ist nur mit einem stark rückwärts rotierend abgeworfenen Ball, der vor dem Tor aufprallt und nach hinten abgelenkt wird, zu erfüllen. Basketballbälle oder Medizinbälle (Gummioberfläche) eignen sich, aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit am ehesten dazu.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3

Abb. 4.5: Beispiel eines Anhangs eines Stundenverlaufsplans

Auch Skizzen im DIN-A4-Format und durch Bildserien ergänzte Bewegungsbeschreibungen, die bei Diskussionen zur Theorie als Anschauungsmaterial dienen sollen, sind hier angeführt. Die praktische Durchführung der Module hat ergeben, dass diese Skizzen auf DIN-A3 bzw. DIN-A2 (je nach Klassengröße) gedruckt oder vergrößert für die Arbeit im Unterricht ausreichend sind. Auch die Verwendung mehrerer gleicher Skizzen kleineren Formats ist hier vorstellbar.

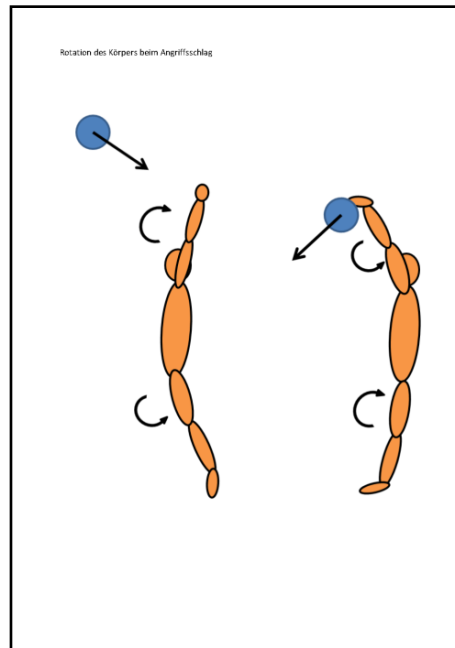


Abb. 4.6: Skizze zur Rotation des Körpers beim Angriffsschlag im Volleyball

Sämtliche Einträge in den tabellarischen Teil des Stundenverlaufsplans sind relativ kurz gehalten, um einerseits Übersicht als auch Praxistauglichkeit durch die Verwendung weniger DIN-A4 Seiten im Unterricht zu ermöglichen.

Inhaltlich sind alle Module folgendermaßen gegliedert: Einer kurzen Begrüßung folgt eine Aufwärmphase mit dem Ziel der Erwärmung des Herz-Kreislaufsystems bzw. spezifischer Muskelgruppen. Je nach zeitlichem Aufwand für den Aufbau der im weiteren Verlauf der Einheit benötigten Geräte erfolgt deren Aufbau vor oder nach dem Aufwärmen. Im weiteren Verlauf wechseln sich Praxis und Theorie derart ab, dass die Praxis grundsätzlich theoretischen Phasen zeitlich vorangestellt ist. Die Theoriephasen dienen sowohl der Bearbeitung und Diskussion biomechanischer Zusammenhänge als auch der Regeneration der Schüler. Dies ermöglicht eine sinnvolle Nutzung der Erholungsphasen in doppelter Hinsicht. Grundsätzlich bildet das Erleben auf taktile Ebene gekoppelt an Beobachtungen der Schüler die Grundlage jeder Theoriephase; sportpraktische Bewegungsprobleme der Schüler bilden dabei den Anknüpfungspunkt des Theorieunterrichts an die Praxis. Ebenfalls soll in den Theoriephasen diskutiert werden, wie sich allgemeine Bewegungsaussagen und individuelle Bewegungserfahrungen zueinander verhalten. Der Stundenausklang ist unterschiedlich gestaltet. Es finden sich darunter sowohl Spielformen als auch Übungen, die entweder das in der Einheit Erarbeitete festigen oder als motorischer Ausgleich hinsichtlich des Stundenschwerpunkts, beispielsweise im Ausdauerbereich, dienen. Tabelle 4.1 zeigt die jeweiligen Theorieanteile innerhalb der Module. Durchschnittlich beträgt der Anteil der Theorie an einer Unterrichtseinheit 17% der Gesamtdauer. Dies entspricht 13,5 Minuten pro Doppelstunde.

Modul	Theorie [in Minuten]		
	1. U-Einheit	2. U-Einheit	gesamt
Allgemein: Spielen mit Bällen	10	17	27
Badminton (Einführung)	10	10	20
Basketball (Wurf und Pass)	16	8	24
Fußball (Abschlag, Abstoß)	17	17	34
Fußball (Schusstechniken)	12	10	22
Gymnastik: Ball und Seil	15	17	32
Gymnastik: Reifen und Band	10	17	27
Handball (Wurf und Pass)	15	12	27
Leichtathletik: Hochsprung	17	12	29
Leichtathletik: Kugelstoßen	15	17	32
Leichtathletik: Schleuderball	18	10	28
Leichtathletik: Speerwurf	10	18	28
Leichtathletik: Sprint	20	15	35
Leichtathletik: Weitsprung	19	19	38
Schwimmen	12	8	20
Turnen: Akrobatik	15	10	25
Turnen: Boden (Salto vorwärts)	18	10	28
Turnen: Minitrampolin	15	14	29
Turnen: Reck	11	10	21
Turnen: Ringe	17	12	29
Turnen: Rope Skipping	14	10	24
Turnen: Sprung	11	8	19
Volleyball (Angriffsschlag)	12	12	24
Mittelwert [in Minuten]	14,3	12,7	27,0
Theorieanteil der U-Einheit	17,9%	15,9%	16,9%

Tab. 4.1: Theorieanteil der einzelnen Module

Die theoretischen Ergänzungen mit dem Titel „Theoretische Grundlagen – Physikalisches Hintergrundwissen zum Thema“, sind auf jedes Thema angepasst und sollen dem Fachlehrer einen kurzen Einblick in das erforderliche Fachwissen geben. Ein Hauptanliegen spielt dabei die Minimierung der Erarbeitungsdauer für den Fachlehrer. So werden die physikalischen Inhalte in kurzen Kapiteln aufgearbeitet und durch Skizzen und Diagramme veranschaulicht. Die Inhalte sind dabei häufig in einen allgemeinen Teil und einen sportartspezifischen Teil aufgeteilt. Die sportartspezifischen Aspekte dienen hierbei der Beantwortung von Anwendungsfragen und füllen die theorielastigen Inhalte mit Praxisbezug. Im Zentrum der Kapitel steht, analog zu den Stundenverlaufsplänen, das qualitative Verständnis komprimierter biomechanischer Inhalte. Mathematische oder physikalische Formeln dienen dabei ausschließlich der qualitativen Übersicht und werden nur in Passagen verwendet, in denen sie inhaltliche Zusammenhänge verdeutlichen. Vektorielle Größen sind an jenen Stellen durch Vektorpfeile gekennzeichnet, an denen dadurch das Verständnis unterstützt wird. Dort wird unverkennbar deutlich, dass es sich um Größen handelt,

die einen Betrag und eine Richtung besitzen. Vor allem bei Skizzen und Übersichtsformeln ist dies der Fall. Bei komplizierteren Gleichungen oder Rechnungen wird bewusst darauf verzichtet. Von quantitativen Rechnungen wird gänzlich abgesehen, da diese auch in den Stundenverlaufsplänen nicht diskutiert werden.

Beschreibung der Module

Jedes Modul hat sowohl aus sportpraktischer Sicht als auch aus Sicht der Biomechanik Schwerpunkte, die detailliert anhand des Beispiels „Basketball (Wurf und Pass)“ dargestellt werden. Das Werfen und Passen beim Basketball steht im Zentrum des Moduls und wird in beiden Unterrichtseinheiten von den Schülern in der Praxis durchgeführt und dazwischen, jeweils im Wechsel mit der körperlichen Aktivität, in portionierten Theorieblöcken kognitiv aufgearbeitet.

Modul: Basketball (Wurf und Pass), Unterrichtseinheit 1

Nach einer dreiminütigen Begrüßung im Plenum erfolgt das Spiel „Reboundball“ zum Aufwärmen. Dabei muss der Basketball an das Brett geworfen und von einem Mitspieler vor einem Bodenkontakt gefangen werden, um einen Punkt zu erzielen. Als mögliche Variationen bietet sich das Fangen nach Wand- und anschließendem Bodenkontakt an. Eine weitere Variation stellt die Reihenfolge Wand, Boden, Wand und erst dann Fangen dar. Diese Variation muss über Eck gespielt werden. Da die Flugparabel des Balls durch den Abwurf determiniert ist, sind die Schüler bereits im Aufwärmenspiel gezwungen, die den Wurf beeinflussenden Faktoren (Abwurfhöhe, Abwurfwinkel und Abwurfgeschwindigkeit) zu nutzen, um erfolgreich zu sein. Zusätzlich spielt die Aufprallsituation hinsichtlich der Reflexion des Balles eine entscheidende Rolle. Die Schüler müssen somit ohne explizite Vorgabe seitens des Lehrers im eigenen Handeln lernen, die Flugeigenschaften sowie das Absprungsverhalten des Balles abzuschätzen. Das laufintensive Spiel beinhaltet zusätzlich direkten Spielbezug, da bis auf das Erzielen der Punkte nach Basketballregeln gespielt wird. Daran anknüpfend erarbeiten die Schüler paarweise den Wurf aus dem Stand. Bei den Einhandwürfen liegt der Fokus hierbei auf der ungestörten stabilen Körperposition mit Wurfauslage. Die Wurfparabel des Balles kann somit ungehindert von beiden Partnern beobachtet werden. Nun folgen die ersten Aufgaben mit direktem Bezug zur Wurfparabel. Die Schüler sollen beobachten, wie sich die Wurfbahn des Balles verändert, wenn ein Pass über kleine, mittlere und große Distanzen zwischen den Partnern erfolgt und welche Kraft unter welchem Abwurfwinkel nötig ist. Unter dieser Vorgabe sollen ebenfalls ein flacher sowie ein hoher bogenförmiger Pass unter Berücksichtigung der Armstreckung erfolgen.

Nach der 13 Minuten dauernden Partnerarbeit wird die Theorie des „Schiefen Wurfes“ diskutiert. Dabei sollen die Schüler über die Bewegungsbeschreibung des Setshot

erkennen, welche Parameter den Schiefen Wurf determinieren. Außerdem soll durch die Fragestellung: „Wie sieht die Flugkurve eines Balles aus?“ der Bezug zur Wurfparabell hergestellt werden. Zur Unterstützung bieten sich dazu die Bildserien zum Stand- und Sprungwurf (vgl. Abb. 4.7) sowie die Skizze zur Wurfparabel aus dem Anhang an.

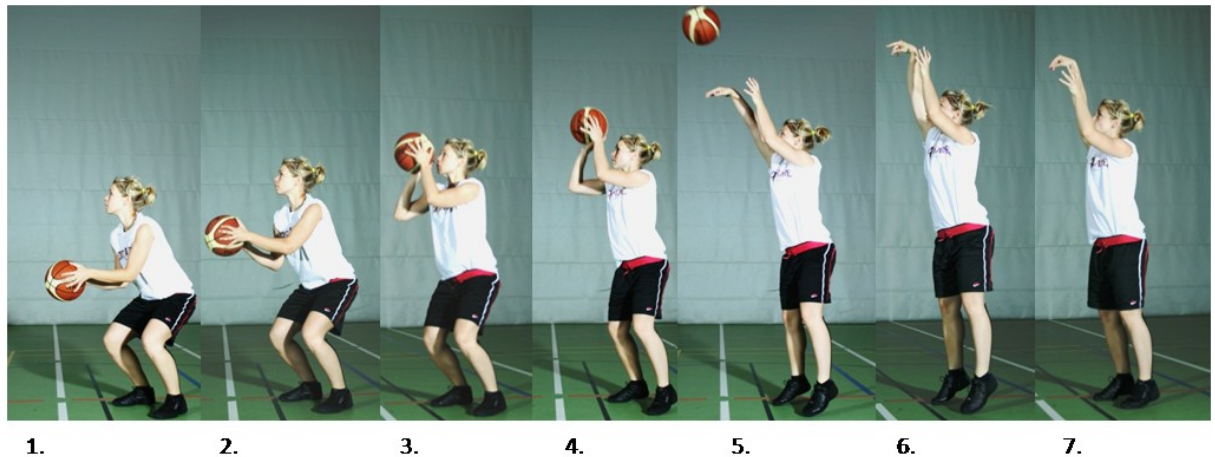


Abb. 4.7: Bildserie zum Standwurf

Der siebenminütige Theorieeinschub kommt vollständig ohne die Verwendung von physikalischen Formeln aus und bleibt so auf der qualitativen Ebene von je-desto-Beziehungen. Um das kognitive Wissen zu rekapitulieren und in der Praxis umzusetzen folgt ein Wurfspiel, bei dem die Schüler nach Möglichkeit direkte Körbe ohne Ringberührung erzielen sollen. So werden die Schüler – ohne konkrete Beobachtungsaufgabe – auf das Thema des Eintrittswinkels des Balles hingelenkt, das im Anschluss Bestandteil des sechsminütigen Theorieeinschubs ist. Anhand der Skizzen, die im Anhang zu finden sind, wird sehr anschaulich demonstriert, wie sich die Wahrscheinlichkeit für einen Korberfolg mit dem Eintrittswinkeln ändert (vgl. Abb. 4.8).

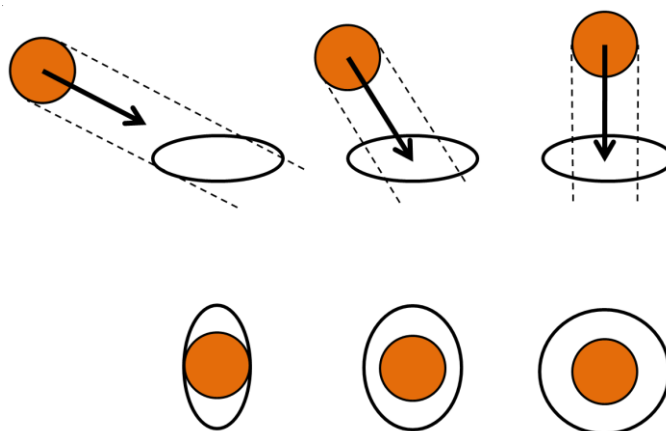


Abb. 4.8: Verschiedene Eintreffwinkel des Basketballs in den Korb

Es soll dabei kurz der Zusammenhang zwischen einer möglichst hohen Flugkurve und der zugehörigen Präzision des Abwurfes diskutiert werden. Als Möglichkeit der Verbesserung des Eintrittswinkels sollte letztlich die Möglichkeit aufgezeigt werden, den Ball mit Backspin über das Brett in den Korb zu werfen. Sowohl beim lauffintensiven „Parteiball“-Spiel als auch bei den anschließenden Passübungen in Partnerarbeit wird der kürzeste Theorieeinschub der Doppelstunde vorbereitet. In ihm sollen die Schüler erfahren, dass jeder Pass, zumindest aus physikalischer Sicht, ebenfalls einen vollständigen Wurf mit sämtlichen relevanten Größen darstellt. Zum Stundenabschluss wird in den letzten zehn Minuten in Dreier-Teams jeweils auf einen Korb gespielt.

Modul: Basketball (Wurf und Pass), Unterrichtseinheit 2

Die zweite Unterrichtseinheit wird mit einem Aufwärmspiel eröffnet, bei dem ein Punkt erzielt wird, wenn der Basketball über ein Band geworfen wird, das sich in einem Abstand von einem Meter von der Wand befindet. Der Ball darf bei diesem Vorgang die Wand nicht berühren. So wird eine möglichst hohe Wurfparabel provoziert. Um beim Abwurf einen Backspin anzuregen, kann die Variante eingeführt werden, bei der der Ball nach dem Wurf über das Band nach einem Bodenkontakt von einem Mitspieler gefangen werden muss. Wieder darf dabei die Wand nicht berührt werden. In dem dreiminütigen Theorieeinschub werden die Wurfparabeln der letzten Doppelstunde reflektiert und in komprimierter Form auf die Richtung der Armstreckung und das Abklappen des Handgelenks beim Abwurf eingegangen. Der sich daraus ergebende Backspin wird in den folgenden Übungen in der Praxis paarweise angewandt und durch Verwendung der Kontrastmethode variiert und veranschaulicht. Nachdem die Schüler Erfahrungen mit der Rotation des Balles gesammelt haben, werden diese im nächsten Theorieblock, der fünf Minuten umfasst, erläutert. Verschiedene Aufprallsituationen des Balles mit und ohne Rotation und unter verschiedenen Auftreffwinkeln können mittels Skizzen aus dem Anhang visualisiert und qualitativ diskutiert werden. Die Auswirkungen des Backspins beim Korbwurf zeigt die Skizze „Basketballwurf mit Rückwärtsrotation“ aus Abbildung 4.9.

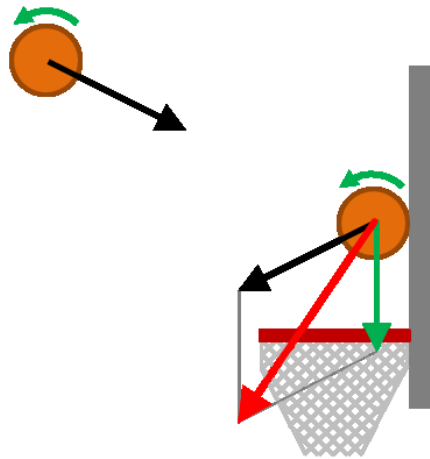


Abb. 4.9: Basketball mit Rückwärtsrotation
(unter Vernachlässigung der Gewichtskraft)

Die beiden Stundenziele aus Sicht der Praxis – Werfen und Passen – werden in den verbleibenden 40 Minuten anhand verschiedener Übungen und spielnaher Situationen unterschiedlicher Gruppengröße variiert und gefestigt.

Im Anhang befinden sich die Unterlagen sämtlicher Module auf dem Stand nach der letzten Überarbeitung.

4.2 Erprobung und Evaluationen der Module

Die Evaluationsphase lässt sich in vier Phasen untergliedern:

- *Die Voruntersuchungsphase I,*
- *Die Voruntersuchungsphase II,*
- *die Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende (HUP I),*
- *die Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer (HUP II).*

Ziel der *Voruntersuchungsphasen* war es, Informationen hinsichtlich der Rahmenbedingungen und der Möglichkeiten einer Theorie-Praxis-Verknüpfung unter realen Bedingungen zu ermitteln. Auf Grundlage dieser Informationen wurden detaillierte Fragestellungen und Themenschwerpunkte erarbeitet, die sich in den 23 Modulen wiederfinden.

Die Zeitleiste in Abbildung 4.10 gibt eine Übersicht über die einzelnen Untersuchungsphasen.

Untersuchungsphasen

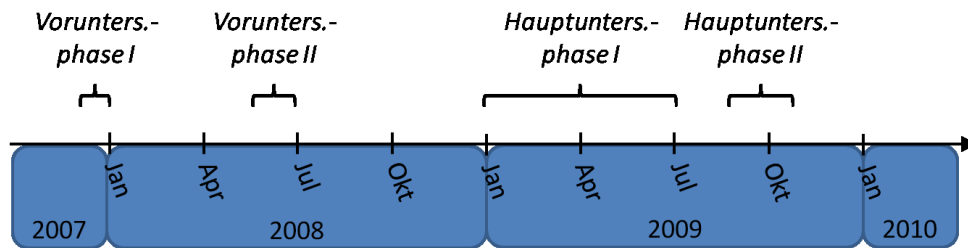


Abb. 4.10: Übersicht der Untersuchungsphasen im zeitlichen Verlauf

Drei in der *Voruntersuchungsphase I* durchgeführte Beispieleinheiten an Schulen hatten Ende 2007 gezeigt, dass es für den Sportunterricht sinnvoll ist, Modulinhalte nach dem Sportartenkonzept und nicht nach ähnlichen sportlichen Bewegungsmustern oder biomechanischen Zusammenhängen und Strukturen zu gliedern. Zwar mag eine Bearbeitung biomechanischer Zusammenhänge über verschiedene Sportarten und Bewegungen, in denen sich gleiche oder ähnliche physikalische Themen finden, in der Theorie sinnvoll sein, in der Schulpraxis ist dies auf Grund der Organisationsformen und der sportpraktischen Anforderungen durch den Bildungsplan nicht umsetzbar.

Im Zeitraum von Juni bis Juli 2008 wurden auf dieser Erkenntnis aufbauend im Rahmen der *Voruntersuchungsphase II* die folgenden Themen im Sportunterricht der gymnasialen Oberstufe abgehalten:

- Saltobewegungen
- Fußball
- Überschlagbewegungen
- Volleyball
- Wurf- und Stoßbewegungen

Die Themen waren zu diesem Zeitpunkt sehr allgemein formuliert und sollten so zeigen, welche Inhalte sich für eine detailliertere Aufarbeitung im Rahmen des Schulsports eignen würden und welche Fragestellungen Schülern Probleme bereiten. Auf der Basis der Rückmeldungen dieser Untersuchungsphase wurden die Themen geschärft und weitere Module entwickelt (vgl. Kap. 4.1). Bezüglich der Rahmenbedingungen zeigte die *Voruntersuchungsphase*, dass die durchschnittlich zur Verfügung stehende Zeit einer Schulsportdoppelstunde 80 Minuten beträgt. Auch zeigte sich, dass der Theorieanteil einer Doppelstunde möglichst maximal 25% also 20 Minuten – besser weniger Zeit – umfassen darf, da sonst der Bewegungsanteil zu sehr eingeschränkt wird. Das Konzept zweier aufeinanderfolgender Doppelstunden erwies sich als sinnvoll, da der Interventionsrahmen durch seine Kompaktheit sowohl für Lehrer als auch für Schüler die nötige Übersicht gewährleisten konnte. Auch boten sich zwei aufeinanderfolgende Doppelstunden für das Baukastensystem an, da Lehrer so aus einer Vielzahl themenspezifischer Module aussuchen konnten, die hinsichtlich der

benötigten Einarbeitungszeit überschaubar waren. Die Aufarbeitung biomechanischer Inhalte konnte in diesem Rahmen ebenfalls gewährleistet werden.

Der Schwerpunkt der hier vorliegenden Arbeit liegt auf der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende*, da diese Phase alle 23 Module zum Teil sogar mehrfach untersucht. Diese Phase wurde zwischen Januar und Juli 2009 in der Praxis evaluiert. Alle Module dieser Phase wurden von Studierenden abgehalten, per Videokamera aufgezeichnet und sowohl durch Lehrer, Studierende als auch Sportwissenschaftler des KIT¹⁴ begutachtet und bewertet.

In der daran anknüpfenden *Hauptphase II mit Durchführung durch den Lehrer*, die im Zeitraum von September bis Oktober 2009 stattfand, wurden elf verschiedene der 23 Module von vierzehn Lehrern im eigenen Unterricht durchgeführt und anschließend evaluiert. Dabei sollte überprüft werden, inwiefern das Konzept alltagstauglich ist. Dazu wählten Lehrer Module aus, arbeiteten sich in die ihnen zur Verfügung gestellten Materialien ein und setzten diese im eigenen Sportunterricht um. Die Evaluationen aller vier Phasen fanden an Gymnasien in Karlsruhe und Umgebung statt.

4.2.1 Erprobung der Module in der Praxis

Um die Module an Schulen durchzuführen, wurden sowohl persönliche Kontakte zu ehemaligen Sportlehrern von Sportstudierenden des Lehramtes genutzt, als auch Kontakte geknüpft, die sich durch eine offizielle Anfrage des Regierungspräsidiums Karlsruhe an sämtliche Gymnasien im Raum Karlsruhe ergaben. Die Module wurden, wenn organisatorisch möglich, an zwei aufeinanderfolgenden Doppelstunden in Oberstufenklassen von Lehramtstudierenden des IfSS, die sich in die Biomechanik eingearbeitet hatten, durchgeführt. Beide Doppelstunden der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* wurden mittels Videokamera erfasst. Einzig beim Modul „Turnen: Ringe“ liegen keine Videoaufnahmen vor, da einige Schüler hier nicht bereit waren, ihr Einverständnis für die Aufnahmen zu geben. Ebenfalls wurden die Stunden sowohl durch den Fachlehrer als auch einen weiteren Studierenden beobachtet und analysiert. Die Analyse des Lehrers wurde mittels Fragebogen durchgeführt. Auffälligkeiten innerhalb des Unterrichts wurden von dem beobachtenden Studierenden notiert und bei der anschließenden Analyse diskutiert. Mit fünf Lehrern, die jeweils unterschiedliche Module beobachtet hatten, wurde nach der zweiten Doppelstunde ein 20minütiges Interview geführt, das den Lehrern die Möglichkeit gab, Hinweise zu äußern und Kritik zu üben. Die Schüler erhielten vor der ersten Doppelstunde und nach der zweiten Doppelstunde jeweils einen inhaltlichen Fragebogen, für dessen Bearbeitung sie fünf Minuten Zeit hatten. Sie wussten dabei weder vom ersten Fragebogen noch dass dieser Fragebogen ein zweites Mal, nach der

¹⁴ KIT (Karlsruher Institut für Technologie), gegründet am 1. Oktober 2009 durch den Zusammenschluss der Universität Karlsruhe (TH) mit dem Forschungszentrum Karlsruhe.

Intervention, zu bearbeiten sei. So sollten mögliche zielgerichtete selbstständige Recherchen zum Thema durch die Schüler vermieden werden. Ebenfalls am Ende der zweiten Doppelstunde beantworteten die Schüler einen zusätzlichen Fragebogen zum Konzept. Sämtliche Fragebögen wurden unter Aufsicht des Fachlehrers und der beiden Studierenden in den jeweiligen Sportstätten ausgefüllt, um ein Abschreiben voneinander zu unterbinden.

In der *Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer* wurden von Sportlehrern Module ausgesucht, die sich für den eigenen Unterricht anboten. Einzige Einschränkung dabei war, dass es sich nicht um Module handeln durfte, die die Schüler bereits kannten. Die Fachlehrer erhielten sämtliche Unterrichtsmaterialien (beide Stundenverlaufspläne, die Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens und wenn vorhanden zusätzliche Arbeitsmaterialien) des gewählten Moduls und spezielle Fragebögen, in denen sie Informationen zur Unterrichtsvorbereitung und zur Unterrichtsdurchführung festhalten sollten. Die Einteilung der Vorbereitung wurde durch die Lehrer frei bestimmt und war zeitlich nicht beschränkt.

Die dann durch den Fachlehrer abgehaltenen beiden Doppelstunden des Moduls wurden ebenfalls durch einen Studierenden beobachtet. Die Fragebögen für die betroffenen Schüler blieben identisch zur vorherigen Untersuchungsphase, um einen direkten Vergleich anstellen zu können. Auch hier wurden die Schülerfragebogen unter Aufsicht des Fachlehrers und des Studierenden in den jeweiligen Sportstätten ausgefüllt.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Module in welcher Hauptuntersuchungsphase evaluiert wurden.

Modul	HUP I	HUP II
Allgemein: Spielen mit Bällen	2	
Badminton (Einführung)	1	1
Basketball (Wurf und Pass)	1	2
Fußball (Abschlag, Abstoß)	2	
Fußball (Schusstechniken)	1	
Gymnastik: Ball und Seil	1	
Gymnastik: Reifen und Band	1	
Handball (Wurf und Pass)	1	1
Leichtathletik: Hochsprung	2	3
Leichtathletik: Kugelstoßen	2	
Leichtathletik: Schleuderball	1	
Leichtathletik: Speerwurf	1	1
Leichtathletik: Sprint	2	
Leichtathletik: Weitsprung	4	
Schwimmen	2	1
Turnen: Akrobatik	1	1
Turnen: Boden (Salto)	2	1
Turnen: Minitrampolin	2	
Turnen: Reck	1	
Turnen: Ringe	1	1
Turnen: Rope Skipping	1	1
Turnen: Sprung	1	
Volleyball (Angriffsschlag)	1	1
Summe	34	14

Tab. 4.2: Übersicht der evaluierten Module in Hauptuntersuchungsphase (HUP) I & II

Tabelle 4.2 zeigt, dass in der *Hauptuntersuchungsphase I* mit Durchführung durch Studierende sämtliche Module mindestens ein Mal, zum Teil auch häufiger, evaluiert werden konnten. Wenn Module häufiger als einmal evaluiert wurden, fand zwischen den Evaluationen immer eine Verbesserung der Inhalte auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse der vorangegangenen Evaluation des Moduls statt. Bei dieser Qualitätsverbesserung wurden teilweise Übungen überarbeitet oder didaktisch reduzierte biomechanische Inhalte hinsichtlich der Probleme der Schüler angepasst. Trotz des für die Lehrer höheren Arbeitsaufwands im Vergleich zur *Hauptuntersuchungsphase I* konnten in *Hauptuntersuchungsphase II* mit Durchführung durch Lehrer alle drei Sportbereiche (Mannschaftssportarten, Individualsportarten sowie weitere Sportarten und übergeordnete Themen, vgl. Kap. 4.1) abgedeckt werden. Die Häufung des Themas „Leichtathletik: Hochsprung“ rührt aus der Tatsache, dass das Thema „Sprünge und Abspringen“ für die untersuchten Schüler in Klassenstufe 13 ein Schwerpunktthema im Abitur darstellte. Für eine Vorbereitung schien es den Lehrer

demnach besonders geeignet. Gespräche mit den Lehrern zeigten, dass die Auswahl der Module, wie bei der Konzeptentwicklung erwartet, fast ausschließlich nach Sportarten ausgewählt wurden. Die physikalischen Inhalte nahmen bei der Modulentscheidung eine Nebenrolle ein.

Eine Evaluation aller Module durch Lehrer war durch den organisatorischen und zeitlichen Mehraufwand für alle Beteiligten nicht möglich, wie die Diskussion der Evaluationsergebnisse später zeigen werden, jedoch auch nicht zwangsläufig notwendig. Nach Auflagen des Regierungspräsidiums, das dem Konzept offen gegenüber stand und die Evaluationen unterstützte, mussten die Belastungen für die Schulen, Schüler und Lehrer durch die Evaluationen in zumutbaren Grenzen gehalten werden. Die Teilnahme der Schulen sowie Schüler und Lehrer musste auf Freiwilligkeit beruhen und eine Nichtteilnahme durfte nach Vorgaben der Schulaufsichtsbehörde zu keinerlei Nachteilen führen.

4.2.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung fand durch verschiedene Fragebögen, Interviews und per Videoanalyse statt. Im Folgenden werden die einzelnen Fragebögen sowie der Interviewleitfaden kurz bezüglich Inhalten und Strukturen vorgestellt. Ebenfalls wird eine kurze Übersicht über die untersuchten Schüler und Schulklassen gegeben. Sie stehen schließlich im Mittelpunkt des Konzeptes „Vom Tun zum Verstehen“ und sind ein wesentlicher Bestandteil eines gut funktionierenden Unterrichts. In diesem Rahmen wird die Problematik, die sich durch die Umstellung des Gymnasiums von neun auf acht Jahre ergibt, beleuchtet und der für das Konzept gewählte Lösungsansatz diskutiert.

Anmerkung

Um eine übersichtlichere und schnellere Leseart zu gewährleisten, werden die Zahlen der Schulklassen und Schuljahre im folgenden Unterkapitel „Schüler und Schulklassen“ nicht ausgeschrieben.

4.2.2.1 Schüler und Schulklassen

Nahezu in allen Bundesländern der BRD wurde in den vergangenen Jahren begonnen, die Schulzeit am Gymnasium von 9 auf 8 Jahre (G8) zu verkürzen. Dies führt zwangsläufig zu einem doppelten Abiturjahrgang. Den aktuellen Stand der Umsetzung illustriert Tabelle 4.3.

Land	Einführung G8 (Schuljahr)	Doppelter Abiturjahrgang
Baden-Württemberg	2004/2005	2012
Bayern	2004/2005 (Jahrgangsstufen 5 und 6)	2011
Berlin	2006/2007 (Jahrgangsstufe 7)	2012
Brandenburg	2006/2007 (Jahrgangsstufe 7)	2012
Bremen	2004/2005	2012
Hamburg	2002/2003	2010
Hessen	2004/2005: ca. 10% der Schulen 2005/2006: ca. 60% der Schulen 2006/2007: ca. 30% der Schulen	2012, 2013, 2014 verstärkte Abiturjahrgänge
Mecklenburg-Vorpommern	2004/2005 (Jahrgangsstufen 5-9)	2008
Niedersachsen	2004/2005 (Jahrgangsstufen 5 und 6)	2011
Nordrhein-Westfalen	2005/2006	2013
Rheinland-Pfalz	2008/2009	2016
Saarland	2001/2002	2009
Sachsen	Seit 1992	---
Sachsen-Anhalt	2003/2004 (Jahrgangsstufen 5-8)	2007
Schleswig-Holstein	2008/2009	2016
Thüringen	Seit 1992	---

Tab. 4.3: Übersicht der G8-Einführung und doppelter Abiturjahrgänge nach Bundesländern sortiert (Kultusministerkonferenz: www.kmk.de)

Im neunjährigen Gymnasium (G9) umfasst die gymnasiale Oberstufe die Jahrgangsstufen 11 bis 13, im achtjährigen Gymnasium (G8) die Jahrgangsstufen 10 bis 12. Da das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ für die gymnasiale Oberstufe (also zukünftig nach G8 Jahrgangsstufen 10 bis 12) ausgerichtet ist, ergeben sich Probleme hinsichtlich der Evaluation von Schulklassen des G9. Durch den Wegfall eines Schuljahres und der dadurch erhöhten relativen Stoffdichte sind G8-Schüler der gymnasialen Oberstufe im Durchschnitt um ein Jahr jünger. Dies hat zur Folge, dass sie sich sowohl körperlich als auch intellektuell auf einem anderen Stand befinden als Oberstufenschüler des G9. Um dieser Problematik entgegenzutreten wurde die Evaluation auf Schüler der Klassenstufen 10 bis 13 (nach G9) ausgeweitet und in den *Hauptuntersuchungsphasen I & II* wurden insgesamt drei Klassen der Klassenstufe 10 untersucht. Schwerpunktmäßig wurden die Klassenstufen 11 und 12 (G9) untersucht. Die Verteilung der untersuchten Schulklassen zeigt Tabelle 4.4.

Klassenstufe	10	11	12	13
Anzahl der untersuchten Klassen	3	19	22	4

Tab. 4.4: Übersicht der evaluierten Klassenstufen und Klassen

Da die Module hinsichtlich des relevanten Schulstoffs der Fächer Sport, Physik und NWT bereits an den aktuellen Bildungsplan angepasst sind, sollten hier keine Schwierigkeiten auftreten.

4.2.2.2 Fragebögen für Schüler

Am Ende der zweiten Doppelstunde bearbeiteten die Schüler einen Fragebogen der sowohl persönliche Fragen als auch Fragen beinhaltet, die sich auf das durchgeführte Modul bzw. das Konzept beziehen. Der Fragebogen unterteilt sich in zwei Blöcke, Block E und Block F. Block E umfasst sowohl Fragen zur anonymen Identifikation der Personen durch die Abfrage von Geschlecht, Geburtsdatum, sowie den Initialen des Vor- und Nachnamens, als auch Fragen, die nicht direkt mit dem Sportunterricht des aktuellen Schuljahrs in Verbindung stehen, wie Fachnoten in den Fächern Sport und Physik des Vorjahres, oder die sportliche Aktivität der Schüler. Die Doppelbelegung von Frage E4 ist bewusst so gewählt, da diese Daten einzig der Identifikation und dem Abgleich der Daten aus den inhaltlichen Fragebögen dienen und eine Zusammenfassung somit als sinnvoll erschien. Frage F1 („Ich nehme gerne am Sportunterricht teil.“) nimmt hier eine Sonderstellung ein, da hier keine Verbindung zum Konzept besteht.

Als Ratingskala wurde die verbale Charakterisierung einer numerischen Skalenbezeichnung, aus Gründen der besseren Verständlichkeit durch die Probanden, vorgezogen. Die vier Bewertungsstufen wurden wie folgt betitelt:

- trifft voll und ganz zu
- trifft eher zu
- trifft eher nicht zu
- trifft gar nicht zu

Beide Extremformulierungen sind eindeutig als 100% und 0% zu identifizieren. Die beiden sich dazwischen befindenden Kategorien nehmen durch die Bezeichnung „eher“, äquidistante Positionen in unterschiedliche Richtung von der 50%-Marke hin zu den Extremwerten ein. Im Rahmen der Auswertung wird von annähernd äquidistanten Ausprägungen des Merkmalkontinuums ausgegangen. Die Distanz zwischen den Kategorien entspricht somit rechnerisch 33,3%. Die Verwendung einer geradzahligem Ratingskala sollte „ein zumindest tendenziell in eine Richtung weisendes Urteil“ des Urteilers erzwingen (BORTZ & DÖRING, 2006, S. 180). Es musste vermutet werden, dass sich durch den Unterricht einer Fremdperson und der gleichzeitigen Anwesenheit des

Fachlehrers eine Verfälschung der Urteile aufgrund einer übermäßig neutralen Tendenz ausgeprägt hätte.

Der Schülerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des Instituts für Sport und Sportwissenschaft ist in Abbildung 4.11 dargestellt.





 																																																								
 Universität Karlsruhe (TH) Forschungsuniversität • gegründet 1825																																																								
Forschungszentrum für den Schulsport und den Sport von Kindern und Jugendlichen																																																								
Fragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des Instituts für Sport und Sportwissenschaft																																																								
E1	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <i>Thema</i> <i>Datum, Uhrzeit der Intervention</i> </div>																																																							
E2	<i>Schule, Klasse</i>																																																							
E3	Geschlecht: <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich																																																							
E4	Initialien des Vor- und Nachnamens:																																																							
E4	Tag und Monat des Geburtstags:																																																							
E5	Fachnote Sport vom Vorjahr:																																																							
E6	Fachnote Physik vom Vorjahr:																																																							
E7	Wie oft waren Sie in den letzten zwei Wochen sportlich aktiv? <input type="checkbox"/> 1x <input type="checkbox"/> 2x <input type="checkbox"/> 3x <input type="checkbox"/> 4x <input type="checkbox"/> 5x <input type="checkbox"/> 6x <input type="checkbox"/> 7x <input type="checkbox"/> mehr als 7x <input type="checkbox"/> nie																																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>trifft voll und ganz zu</th> <th>trifft eher zu</th> <th>trifft eher nicht zu</th> <th>trifft gar nicht zu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F1</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F2</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F4</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F5</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F6</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F7</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F8</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F9</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>F10</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	F1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu																																																				
F1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
F10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																				
	1/1																																																							


Abb. 4.11: Schülerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS

4.2.2.3 Fragebögen für Lehrer


Den Fragebogen für Lehrer der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* zeigen Abbildung 4.12 bis 4.15.



KIT
Karlsruhe Institute of Technology



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825



FoSS
Forschungszentrum für den Schulsport und
den Sport von Kindern und Jugendlichen

Fragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen
des Theorie-Praxis-Konzepts des Instituts für Sport und
Sportwissenschaft

A1	<i>Thema</i>	<i>Datum, Uhrzeit der Intervention</i>
A2	<i>Schule, Klasse</i>	
A2	Wie lange unterrichten Sie schon?	
A3	Welche weiteren Fächer unterrichten Sie?	
A4	Wie viele Sportklassen unterrichten Sie in diesem Schuljahr?	
A5	Wie kam es dazu, an diesem Projekt teilzunehmen?	
A6	Der durchschnittliche motorische Leistungsstand der Schüler ist ihrer Meinung nach...	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> befriedigend <input type="checkbox"/> ausr. <input type="checkbox"/> mangelhaft <input type="checkbox"/> ungenügend

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
B1	Ich habe das Gefühl, dass die Schüler gerne an meinem Unterricht teilnehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2	Es bereitet mir Freude in dieser Klasse zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3	Die Klasse ist als sportlich begabt einzustufen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4	Die Klasse ist sportlich interessiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5	Die Klasse ist leicht zu begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B6	Der Umgang mit diesen Schülern fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1/4

Abb. 4.12: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 1 von 4 der HUP I

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
C1	Die Schüler waren dem Unterrichtskonzept gegenüber offen eingestellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2	Die Schüler haben sich engagiert am Unterrichtsgeschehen beteiligt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3	Die Schüler zeigten sich der Thematik gegenüber aufgeschlossen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4	Die Schüler konnten die Thematik schnell erfassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C5	Die Schüler haben den Zusammenhang zwischen Sport und Physik erkannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C6	Es ist wichtig, dass Schüler die theoretischen Hintergründe des Sports kennen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C7	Das Interesse der Schüler an biomechanischem Hintergrundwissen wurde geweckt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C8	Das Unterrichtskonzept macht die biomechanischen Hintergründe des Sports für Schüler greifbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C9	Es bereitet Schülern Freude, Physik im Sportunterricht am eigenen Körper zu erfahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C10	Das Interesse an der durchgeführten Sportart wurde geweckt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C11	Durch dieses Unterrichtskonzept wird "Sportart-fremden" der Zugang zu dieser Sportart erleichtert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C12	Es wurden Schüler am Unterrichtsgeschehen beteiligt, die sich bisher weniger integrierten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C13	Das Unterrichtskonzept begünstigt die Nachhaltigkeit des Gelernten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C14	Die Unterrichtsform bietet Schülern die Möglichkeit eigene Ideen einzubringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C15	Die Unterrichtsform bietet Schülern eine neue Möglichkeit der Körperwahrnehmung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C16	Bei dieser Unterrichtsform ist es möglich, Schüler differenziert zu fordern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C17	Bei dieser Unterrichtsform ist es möglich, Schüler differenziert zu fördern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C18	Durch das angeeignete Wissen kann es zu einer Leistungssteigerung im Sport kommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C19	Die Schüler werden ein solches Unterrichtskonzept zukünftig begrüßen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C20	Das Unterrichtskonzept ist schülergerecht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C21	Das Konzept entspricht den Erwartungen der Schüler an den Schulsport.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C22	Diese Unterrichtsform bereitet den Schülern mehr Spaß als herkömmliche Unterrichtsformen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C23	Durch diese Unterrichtsform werden Kompetenzen entwickelt, die für das spätere Leben wichtig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C24	Durch dieses Unterrichtskonzept wird der Sportunterricht zusätzlich belebt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2/4

Abb. 4.13: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 2 von 4 der HUP I

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
C25	Der Sportunterricht kann durch dieses Konzept qualitativ aufgewertet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C26	Das Unterrichtskonzept bietet vielseitige Möglichkeiten fächerübergreifend zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C27	Es bietet sich an, dieses Unterrichtskonzept auf andere Sportarten anzuwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C28	Diese Unterrichtsform wird den Forderungen des neuen Bildungsplanes gerecht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C29	Dieses Unterrichtsprojekt sollte zukünftig flächendeckend durchgeführt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C30	Dieses Unterrichtskonzept bietet eine neue sinnvolle Dimension der Leistungsbewertung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C31	Diese Form der Themenvermittlung halte ich für sinnvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C32	Das Unterrichtskonzept sollte auf weitere Jahrgangsstufen ausgeweitet werden. Auf die folgenden:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
D1	Die Lehrperson informierte eingehend über die Ziele des nachfolgenden Unterrichts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D2	Die Unterrichtsstunde war gut organisiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D3	Der methodische Aufbau der Unterrichtseinheit war nachvollziehbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D4	Die Lehrperson ging auf Fragen der Schüler ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D5	Die Lehrperson konnte Fragen angemessen beantworten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D6	Die Lehrperson vermittelte den Eindruck, sich vor der Klasse wohl zu fühlen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D7	Die Lehrperson konnte die Schüler für das Thema begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D8	Die Lehrperson trat selbstbewußt vor der Klasse auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D9	Die Unterrichtsinhalte waren dem Leistungsstand der Klasse angepasst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D10	Die Sprache der Lehrperson war verständlich und klar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D11	Der Unterricht wurde durch Anwendungsbeispiele ergänzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D12	Die Lehrperson konnte alle Schüler in das Unterrichtsgeschehen einbinden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3/4

Abb. 4.14: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 3 von 4 der HUP I

Beobachtungen

speziell positive Beobachtungen

speziell negative Beobachtungen

Bewertungen

speziell positive Bewertungen

speziell negative Bewertungen

4/4

Abb. 4.15: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 4 von 4 der HUP I

Die Fragen des Lehrerfragebogens sind in folgende Kategorien unterteilt. Block A erfasst schulspezifische Angaben zur Person des Lehrers, registriert wie der Kontakt zum Theorie-Praxis-Konzept zustande gekommen ist und lässt den Lehrer den Leistungsstand seiner Schüler in Schulnoten ausdrücken. Im Block B gibt der Lehrer einen Überblick über das Verhältnis zur Klasse sowie über das Motivationsverhalten der Schüler im Schulsport. Fragen, die das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ betreffen, beinhaltet Block C. Diese werden im Kapitel 4.3 „Darstellung und Diskussion der Ergebnisse“ genauer erörtert. Die Lehrperson, im Falle der *Hauptuntersuchungsphase I* ein Studierender, und ihr Handeln im Unterricht werden im Fragenblock D bewertet. Die letzte Seite des Fragebogens gibt dem Lehrer die Möglichkeit, spezielle Beobachtungen und Bewertungen zu äußern.

In der *Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer* wurde der Fragebogen für Lehrer, die die Module in dieser eigenständig durchgeführten Phase abhielten, angepasst. Während Block A und B unverändert blieben, sollten die Lehrer in Block C Angaben zur Vorbereitung der Doppelstunden machen. Ebenso sollte in diesem Abschnitt des Fragebogens ermittelt werden, ob die Lehrer der Ansicht waren, dass sich der Aufwand gelohnt hätte. In Block D wurden Fragen zum durchgeführten Modul und zum Konzept gestellt. In Block E sollen die Lehrer beurteilen, wie zukunftstauglich das Konzept ihrer Meinung nach ist und inwiefern Änderungen vorgenommen werden müssten. Auch am Ende dieses Fragebogens haben die Lehrer die Möglichkeit in offener Form Veränderungen hinsichtlich des Konzepts zu äußern. Die Abbildungen 4.16 bis 4.18 zeigen den Fragebogen für Lehrer der *Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer*.



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825



Forschungszentrum für den Schulsport und
den Sport von Kindern und Jugendlichen

Fragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen
des Theorie-Praxis-Konzepts des Instituts für Sport und
Sportwissenschaft

A1	<i>Thema</i>	<i>Datum, Uhrzeit der Intervention</i>
A2	<i>Schule, Klasse</i>	
A2	Wie lange unterrichten Sie schon?	
A3	Welche weiteren Fächer unterrichten Sie?	
A4	Wie viele Sportklassen unterrichten Sie in diesem Schuljahr?	
A5	Wie kamen Sie dazu an diesem Projekt teilzunehmen?	
A6	Der durchschnittliche motorische Leistungsstand der SchülerInnen ist ihrer Meinung nach...	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> befriedigend <input type="checkbox"/> ausr. <input type="checkbox"/> mangelhaft <input type="checkbox"/> ungenügend

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
B1	Ich habe das Gefühl, dass die SchülerInnen gerne an meinem Unterricht teilnehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2	Es bereitet mir Freude in dieser Klasse zu unterrichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3	Die Klasse ist als sportlich begabt einzustufen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4	Die Klasse ist sportlich interessiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5	Die Klasse ist leicht zu begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B6	Der Umgang mit diesen SchülerInnen fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 4.16: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 1 von 3 der HUP II

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
C1	Die Vorbereitung meiner regulären Stunden im Vergleich zu diesen Stunden empfand ich als intensiver.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2	Ich verbrachte die meiste Vorbereitung mit dem Einarbeiten in die Physik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3	Ich verbrachte die meiste Vorbereitung mit dem Einarbeiten in die sportlichen Übungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4	Das "Physikbeiblatt" hat mir das Vorbereiten erleichtert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C5	Ich benötigte wenig Eigenrecherche um mich einzuarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C6	Ich war vom Erfolg der Stunde überzeugt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C7	Gemessen am Lernerfolg der SchülerInnen hat sich der eigene Arbeitsaufwand gelohnt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C8	Wie viel Zeit benötigten Sie insgesamt zur Vorbereitung der beiden Doppelstunden?				
C9	Wie viel Zeit haben Sie für zusätzliche eigene Recherchen benötigt?				
C10	Wie viel reine Bearbeitungszeit der von der Uni gelieferten Materialien haben Sie benötigt?				
C11	Wie viel Zeit haben Sie für den Auf- und Abbau (vor und nach dem Unterricht) am Sportgelände benötigt?				

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
D1	Die SchülerInnen konnten der Thematik gut folgen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D2	Die theoretischen Anforderungen an die SchülerInnen waren hoch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D3	Die SchülerInnen waren während der Durchführung motiviert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D4	Die SchülerInnen haben die Kernaussagen der Stunden verstanden und verinnerlicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D5	Das Verhältnis zwischen Theorie und Praxis war angemessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D6	Die SchülerInnen haben sich ausreichend bewegt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D7	Das Konzept konnte ich ohne Weiteres in der Praxis umsetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D8	Die Übungsaufbauten konnten problemlos durchgeführt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D9	Die Unterrichtsstunden verliefen nach Zeitplan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 4.17: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 2 von 3 der HUP II

		trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
E1	Ich bekam durch das Konzept Anregungen weitere solcher Stunden durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E2	Dieses Stundenkonzept kann ohne Änderungen übernommen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E3	Falls nicht, warum?				
E4	Die Durchführung des Stundenkonzeptes bereitete mir Freude.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E5	Die Theorie wird zukünftig in meinem Unterricht stärker in den praktischen Teil mit einfließen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E6	Diese Stundenkonzepte werden Anklang im Lehrerkollegium finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E7	Mit diesen Konzepten wird die Aufnahmebereitschaft der SchülerInnen erhöht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E8	Einen solchen oder ähnlichen Unterricht hatte ich bereits vorher schon einmal durchgeführt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Veränderungen

Konkrete Veränderung an diesem Stundenkonzept

Veränderungen

Allgemeine Veränderungen am Konzept

Abb. 4.18: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 3 von 3 der HUP II

4.2.2.4 Inhaltliche Fragebögen

Die Schüler bearbeiteten vor der ersten Doppelstunde und nach der Doppelstunde jeweils einen Inhaltlichen Fragebogen, der qualitative Fragen zur relevanten Biomechanik des jeweiligen Moduls abprüfte. So ergaben sich insgesamt 23 unterschiedliche Fragebögen zu den Fachinhalten jedes Moduls. Die Schüler hatten zur Beantwortung jeweils fünf Minuten Zeit. Sämtliche Fragebögen wurden unter der Aufsicht des Fachlehrers als auch mindestens eines Studierenden des IfSS ausgefüllt.

Abbildung 4.19 und 4.20 zeigen beispielhaft den inhaltlichen Fragebogen zum Modul „Leichtathletik: Speerwurf“. Bei den Fragen fanden unterschiedliche Fragetypen Verwendung. Es existieren sowohl multiple-choice-Fragen, bei denen zu einer Frage mehrere vorformulierte Antworten zur Auswahl stehen, als auch offene Fragen bzw. Aufgaben, wie Aufgabe 1) und Aufgabe 2) in Abbildung 4.19 zeigen. Dabei steht einerseits der konkrete sportliche Anwendungsaspekt wie in Aufgabe 3) und 4) formuliert, im Vordergrund, als auch allgemeine physikalisch-biomechanische Gesichtspunkte wie in Aufgabe 2) und 5). Um die Ergebnisse eindeutig, jedoch anonym zu erfassen, wurden Geschlecht, Geburtsdatum, sowie die Initialen des Vor- und Nachnamens abgefragt. Auf diese Weise können sämtliche Fragebögen einer bestimmten Person zugeordnet werden.



Universität Karlsruhe (TH) |
Forschungsuniversität · gegründet 1825



Forschungszentrum für den Schulsport und
den Sport von Kindern und Jugendlichen

Fragebogen

THEMA: Speerwurf

Geschlecht: weiblich männlich

Geburtsdatum: _____

Initialen des Vor- und Nachnamens: _____

1) Skizziere die Flugkurve eines Speerwurfs.



2) Mit Hilfe welches physikalischen Modells kann ein Speerwurf beschrieben werden?

Seite | 1

Abb. 4.19: Inhaltlicher Schülerfragebogen am Beispiel „Leichtathletik: Speerwurf“ Seite 1



 Universität Karlsruhe (TH) Forschungsuniversität · gegründet 1825	 Forschungszentrum für den Schulsport und den Sport von Kindern und Jugendlichen
3) Wovon hängt die Flugweite eines Speers im Wesentlichen ab? (mehrere Antworten können richtig sein)	
<input type="checkbox"/> Abwurfwinkel	<input type="checkbox"/> Länge des Wurfarms
<input type="checkbox"/> Gewicht des Speers	<input type="checkbox"/> Abwurfgeschwindigkeit
4) In welchem Winkel wird ein Speer idealerweise abgeworfen? (mehrere Antworten können richtig sein)	
<input type="checkbox"/> der Winkel spielt keine Rolle	<input type="checkbox"/> genau 45°
<input type="checkbox"/> zwischen 30° und 40°	<input type="checkbox"/> zwischen 50 und 60°
5) Wovon hängt der Luftwiderstand eines Wurfgerätes im Wesentlichen ab? (mehrere Antworten können richtig sein)	
<input type="checkbox"/> Fluggeschwindigkeit	<input type="checkbox"/> ob das Wurfgerät hohl oder ausgefüllt ist
<input type="checkbox"/> Gewicht	<input type="checkbox"/> Luftangriffsfläche
Seite 2	

Abb. 4.20: Inhaltlicher Schülerfragebogen am Beispiel „Leichtathletik: Speerwurf“ Seite 2

Die Auswertung der Fragebögen wird in Kapitel 4.3 „Darstellung und Diskussion der Ergebnisse“ erörtert.

Probleme und Lösungsstrategien

Jedes Modul des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ widmet sich bestimmten biomechanischen Zusammenhängen, die speziell auf die Bewegungsausführung des sportpraktischen Inhaltes jeweils eines Moduls angepasst wurden. Grundsätzlich ist die Forderung nach einem übergreifenden biomechanischen Wissen in der Sporttheorie zu unterstützen. In der Schulpraxis kann eine solche Stoffmenge jedoch nur über den Zeitraum der gesamten gymnasialen Oberstufe behandelt und abgedeckt werden. So wäre es – aus statistischer Sicht – hinsichtlich der Evaluation ideal gewesen, biomechanische Inhalte anhand einer Versuchsgruppe, die sämtliche Module des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ durchlaufen wäre, mit einer Kontrollgruppe, die parallel „normalen“ Sportunterricht genossen hätte, zu vergleichen. Ein solcher Vergleich hätte beispielsweise im Rahmen der theoretischen Abiturprüfung des Neigungsfaches Sport stattfinden können. Allerdings wäre eine solche Untersuchung zum einen in deutlichem Kontrast zur verbindlichen Forderung des Regierungspräsidiums gestanden, dass sich die Belastung durch die Intervention in zumutbaren Grenzen für sämtliche Beteiligte halten müsse. Zum anderen basiert die Evaluation des Konzepts auf der Freiwilligkeit der beteiligten Lehrer und Schüler. Da vor der Studie keine Untersuchungsergebnisse zur Wirksamkeit des Konzepts vorlagen, wäre es utopisch gewesen, Schüler zu finden, die durch das Konzept über die Dauer eines Schuljahres ungewissen Einfluss auf ihre Abiturnote in Kauf genommen hätten.

So war die gewählte Möglichkeit, jeweils einzelne Module in der Praxis durchzuführen und diese jeweils durch individuelle inhaltliche Fragebögen zu evaluieren, im Schulrahmen vermutlich die zweckmäßigste. Das Ziel einer Überprüfung des Gesamtkonzepts hat auch unter diesen Umständen Bestand.

4.2.2.5 Interviews mit Lehrern

Nach der zweiten Doppelstunde wurde im Rahmen der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* mit fünf Fachlehrern, die beide Doppelstunden eines Moduls beobachtet hatten, ein Interview geführt. Die persönlichen Interviews wurden mittels Interviewleitfaden durch einen Sportwissenschaftler und eine Sportstudierende des IfSS geführt und per Aufnahmegerät aufgezeichnet. Ziel dieser teilstandardisierten Einzelinterviews war es, ein Meinungsbild der Lehrer, als Fachexperten, hinsichtlich verschiedener Schwerpunkte, die im Zusammenhang mit dem Konzept stehen und über den Fragebogen hinaus gehen, zu erlangen. Die Interviews wurden nach der von BOUCHARD (1976) entwickelten Checkliste erarbeitet und formal mittels Probeinterviews überprüft.

Der folgende Interviewleitfaden macht die Struktur des Gesprächs klar und gibt Aufschluss bezüglich der Inhalte. Vertiefende Fragen sind dabei kursiv gedruckt.

Interviewleitfaden

Quantität von Biomechanik in der Schule

- Die Vermittlung von Sporttheoretischen Inhalten ist im Bildungsplan vorgesehen und spielt vor allem dann auch im Abitur eine wesentliche Rolle. In welcher Form haben Sie bisher Sporttheorie vermittelt?
- Über welche biomechanischen Kenntnisse sollte ein Sportabiturient verfügen?
- Haben die Schüler eine solche oder ähnliche Unterrichtsform bereits erlebt?
 - *Wie, wann, wo?*
- Entspricht die durchgeführte Unterrichtseinheit dem Lerninhalt des
 - Bildungsplanes
 - Anforderungen im Abitur?
- Welchen Anteil sollte die Sporttheorie, verglichen mit der Sportpraxis, einnehmen?
- Würden die Eltern und Ihre Schule eine solche Unterrichtsform unterstützen?
 - *Warum?*
 - *Warum nicht?*

Qualität von Biomechanik in der Schule

- Finden Sie die Inhalte, die thematisiert wurden, relevant?
- Worin sehen Sie die wesentlichen Unterschiede eines solchen Unterrichts und eines herkömmlichen Unterrichts?
- Welche Erwartungen haben die Schüler an den Sportunterricht?
- Denken Sie, dass Schüler grundsätzlich an Sporttheorie interessiert sind, oder empfinden sie es meist als Last?
 - *Haben Sie mit Schülern über solche Inhalte bereits gesprochen?*
 - *Haben Schüler bereits Desinteresse an Sporttheorie geäußert?*
 - *Wie haben Schüler bisher auf Sporttheorie reagiert?*
- Denken Sie, dass der Zugang über die Praxis die Schüler dazu motiviert Hintergründe zu erfragen?
- Welche Unterschiede zeigten sich in der Reaktion der Schüler auf die durchgeführte Vermittlung der Sporttheorie?
- Denken Sie, dass die Schüler durch dieses Unterrichtskonzept Sport unter einem neuen Gesichtspunkt sehen?
 - *Spricht dieser Gesichtspunkt den Schüler an?*
 - *Welche Ergänzungen hinsichtlich des Sportverständnisses ergeben sich für den Schüler?*
- Welche inhaltlichen Vorteile bietet ein solcher Unterricht?
 - *Für den Schüler?*
 - *Für den Lehrer?*
- Welche Probleme könnten auftreten?
 - *Durchführung & Organisation*
 - *Inhalt*

Resultate der Intervention

- Welche Ergebnisse erwarten Sie von diesem Projekt?
 - *Leistungsverbesserung der Schüler in der Theorie*
 - *Leistungsverbesserung der Schüler in der Praxis*
- Sollten solche Projekte zukünftig für weitere Klassenstufen zur Verfügung stehen?
- Sollten Lehrer dieses Unterrichtskonzept zukünftig in ihren Unterricht eingliedern?

Transferwissen

- Wird es den Schülern gelingen die Brücke zwischen Sport- und Physikunterricht zu schlagen?
 - *Wie könnte ein solcher Transfer aussehen?*
- In welchen Bereichen werden die Schüler das Erlernte auf ihr Leben beziehen können?

Motivation

- Welche Motivation sollte der Lehrer haben, um diese Unterrichtsform durchzuführen?
- Wie kann das Unterrichtskonzept dazu beitragen, den Sportunterricht zu beleben?
- Wie trägt das Unterrichtskonzept dazu bei, Theorieinhalte für Schüler interessant zu gestalten?
- Kann das Konzept Motivation zum Sporttreiben sein?
- Kann das Konzept dazu beitragen, Schüler zum Schulsport zu motivieren?
- Würde es Ihnen Freude bereiten, einen solchen Unterricht selbst zu gestalten?

Lerneffekt

- Sehen Sie Erfolgchancen im Sinne von Leistungsverbesserung für den Schüler?
 - *In welchem Schulfach?*
 - *In welchem Themengebiet sonst noch?*

Soziale Lerneffekte

- Hat diese Art des Unterrichts das soziale Miteinander der Schüler verändert?
 - *Könnte es sein, dass weniger sportbegeisterte Schüler einen Zugang zum Sport finden?*
 - *Warum?*
 - *Warum nicht?*

Methoden

- Sollte eine Zusammenarbeit mit den Physiklehrern entstehen?
 - *Wie sollte diese aussehen?*
- Sehen Sie sich in der Lage, ohne Hilfe einen solchen Unterricht zu gestalten?
 - *Warum?*
 - *Warum nicht?*
- Würde es Ihnen schwer oder leicht fallen, einen solchen Unterricht zu gestalten?
- Würden Sie sich außerschulische Unterstützung wünschen?
 - *Ich welcher Form?*
 - *Fortbildung*
 - *Bücher*
 - *Uni*
 - *Experten*
- *Könnten Sie ein Fazit dieser Unterrichtseinheiten formulieren?*

Im Anhang finden sich zwei repräsentative geführte Interviews in schriftlicher Form.

4.2.2.6 Videoanalyse

„Unterricht ist in erster Linie ein Unternehmen, in dem Lehrer(innen) und Schüler(innen) handeln, denken, argumentieren und dabei auf vielfältige Weise miteinander kommunizieren“ (VON AUFSCHNAITER, S. & WELZEL, M., 2001, S. 7). Für die Untersuchung von Unterrichtsergebnissen ist eine Analyse mittels Fragebogen gewiss sinnvoll, um jedoch die Ursachen für einen gelungenen oder misslungenen hochkomplexen Lehr-Lern-Prozess zu analysieren, beileibe nicht ausreichend. Im Rahmen der Weiterentwicklung und Verbesserung der Unterrichtsorganisation und der Unterrichtsinhalte des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ wurde für diesen Zweck die Videoanalyse eingesetzt. Dieses Beobachtungsinstrument soll dabei hilfreich sein, den Wirkungszusammenhang zwischen Lernarrangement und darauf bezogene Handlungen und Diskurse sowie den Einfluss verschiedener Prozesse auf das Lernen der Schüler aufzuklären. Die intuitiven Bemühungen der Lehrperson, die Wirkungen ihres Unterrichts zu erfassen, werden mittels Videoanalyse ergänzt und durch die so ermöglichten Unterrichtsbeobachtungen von Dritten objektiviert. Dieses preiswerte und unauffällige Verfahren eröffnet die Möglichkeit sämtliche, einer direkten Beobachtung zugänglichen Aspekte von Lehr-Lern-Situationen zu konservieren. Für die Auswertung der praktisch durchgeführten Module war eine strukturierte Analyse des Videomaterials unter folgenden Fragestellungen entscheidend:

- Wurden Arbeitsaufträge durch die Lehrperson eindeutig und für die Schüler verständlich kommuniziert?
- Deckte sich der Stundenverlauf organisatorisch und inhaltlich mit dem des Stundenverlaufsplans?

- Waren die Handlungen innerhalb der gestellten Übungen/Aufgaben für die Schüler lohnend?
- Wurde die Theorie ansprechend und verständlich vermittelt?
- War das Verhältniss zwischen Schülern und Lehrperson angespannt?
- Arbeiteten die Schüler motiviert und konzentriert mit? Wann und warum gab es Konzentrations- und Motivationseinbrüche?

Parallel zur Sichtung des Videomaterials wurde eine Übereinstimmung der vorgegebenen Stundeninhalte und des Stundenablaufs mittels der Stundenverlaufspläne kontrolliert. Bei Bedarf wurden die Stundenverlaufspläne und deren Inhalte auf Grundlage der aus der Videoanalyse gewonnenen Ergebnisse überarbeitet und angepasst.

Für die Videoaufzeichnung des Unterrichts wurde das Einverständnis der Schüler vor Beginn der ersten Doppelstunde eingeholt. So konnten 33 der 34 evaluierten Module der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* per Videokamera aufgezeichnet und analysiert werden.

4.3 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Das folgende Kapitel gliedert sich in einen ersten Teil, der die Ergebnisse der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* darstellt und diskutiert, und einen daran anschließenden zweiten Teil, der die Ergebnisse der *Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer* erörtert.

Aus den vorliegenden Unterrichtsinterventionen der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* konnte eine Datenmaske bestehend aus 525 Fällen (Schülern) und 94 Variablen erstellt werden. Der Themenpool dieser Datenmaske umfasst 23 Module, die jeweils aus zwei Unterrichtseinheiten zu je 90 Minuten bestehen. Neun der 23 Module wurden nach einer erstmaligen Durchführung überarbeitet und im darauf folgenden Schuljahr erneut durchgeführt. Die Datenmaske enthält die Ergebnisse des Pre- und Posttests, sowie die Auswertungen des Schülerfragebogens bezüglich des Konzepts. Die Auswertung des Lehrerfragebogens wurde in einer separaten Datenmaske verarbeitet, da unterschiedlich vielen Fällen je ein Lehrer zugeordnet war (je nach Klassengröße). Ein Vergleich der Auswertung zum Konzept zwischen Schüler und Lehrer ist auf Grund inhaltlich gleicher Fragen möglich.

Die fünf Fragen jedes inhaltlichen Fragebogens der Schüler vor und nach den beiden Unterrichtsinterventionen eines Moduls (Pre- und Posttest) wurden zunächst standardisiert bewertet, so dass je Aufgabe maximal vier Punkte erreicht werden konnten. Dadurch war pro Test eine Gesamtpunktzahl von 20 Punkten möglich.

Für die endgültige Auswertung konnten nur jene Schüler eingebunden werden, die vollständig an beiden Unterrichtsinterventionen teilnahmen. Es zeigte sich, dass 173

Fälle sich nicht für eine Analyse eigneten. Dadurch wurde der Datensatz auf 352 Fälle reduziert, wovon 139 weibliche und 213 männliche Schüler waren (Tabelle 4.5).

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
männlich	213	60,5	60,5	60,5
weiblich	139	39,5	39,5	100
Gesamt	352	100	100	

Tab. 4.5: Verteilung Schülerinnen und Schüler der Hauptuntersuchungsphase I

Der Übersicht wegen wird die deskriptive Auswertung der Datenmaske der *Hauptuntersuchungsphase I* in vier Unterkapitel gegliedert:

- 4.3.1. Die Bewertung des Konzepts durch die Schüler
- 4.3.2. Die Auswertung der Testergebnisse der Intervention (Pre- und Posttest)
- 4.3.3. Die Bewertung des Konzepts durch die Lehrer
- 4.3.4. Der Vergleich der Bewertung des Konzepts von Schülern und Lehrern

Die Daten der *Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer* umfasst eine Datenmaske aus 227 Schülern und 15 Lehrern, die im Durchschnitt seit 7,5 Jahren an Gymnasien unterrichten. Diese zweite Hauptuntersuchungsphase wurde mit Hilfe der bereits vorhandenen inhaltlichen Fragebögen für Schüler, den unveränderten Fragebögen für Schüler zum Konzept und angepassten Lehrerfragebögen evaluiert. Mit Hilfe der Sport-Physik-Matrix wählten die Pädagogen ein passendes Modul für ihren Unterricht aus. Die Unterrichtsmaterialien (Stundenverlaufspläne und die Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens) gingen in digitaler oder ausgedruckter Form zu. Den Pädagogen wurde im Rahmen der pädagogischen Freiheit freigestellt, die beiden aufeinanderfolgenden Doppelstunden (innerhalb von einer Schulwoche) im vorgegebenen Rahmen abzuhalten, oder diese anzupassen. Diese Möglichkeit wurde nur in wenigen Fällen genutzt. Ebenso verwendete die Mehrzahl der Lehrkräfte die zur Verfügung gestellten Materialien wie Skizzen oder Aufgabenblätter. Die folgende Tabelle zeigt, dass bei der *Hauptuntersuchungsphase II* an beiden Doppelstunden 145 Schüler und 71 Schülerinnen teilnahmen.

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
männlich	145	67,1	67,1	67,1
weiblich	71	32,9	32,9	100
Gesamt	216	100	100	

Tab. 4.6: Verteilung Schülerinnen und Schüler der Hauptuntersuchungsphase II

Die deskriptive Auswertung der Datenmaske der *Hauptuntersuchungsphase II* wird in folgende drei Unterkapitel gegliedert:

- 4.3.5. Die Bewertung des Konzepts durch die Schüler (HUP II)
- 4.3.6. Die Auswertung der Testergebnisse der Intervention (Pre- und Posttest) (HUP II)
- 4.3.7. Bewertung durch die Lehrer (HUP II)

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 11 ausgewertet und mit Microsoft Excel 2007 in Tabellen und Diagramme verarbeitet.

4.3.1 Die Bewertung des Konzepts durch die Schüler

Der Fragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS erfasste neben den Fragen zum Konzept auch die sportliche Aktivität der Schüler, um einen Überblick über die sportliche Aktivität der Klassen, die an der Intervention teilnahmen, geben zu können. Hierbei sollten die Schüler Angaben darüber machen, wie oft sie in den letzten zwei Wochen sportlich aktiv waren. Dieser Zeitraum wurde gewählt, um vor allem regelmäßiges Sporttreiben zu ermitteln. Die Antwortmöglichkeiten konnten von „nie“ bis „mehr als 7mal“ gewählt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass fast 30% der Schülerinnen und Schüler mehr als 7mal innerhalb der vorangegangenen zwei Wochen Sport trieben. Schüler wurden bei einer sportlichen Aktivität von 4mal oder mehr innerhalb der letzten 2 Wochen als sportlich aktiv eingestuft. Demnach sind insgesamt 23% der Schülerinnen und Schüler als wenig sportlich aktiv und 77% als sportlich aktiv einzustufen. Abbildung 4.21 zeigt die Gesamtauswertung, während Abbildung 4.22 den Vergleich zwischen Schülerinnen und Schülern aufzeigt.

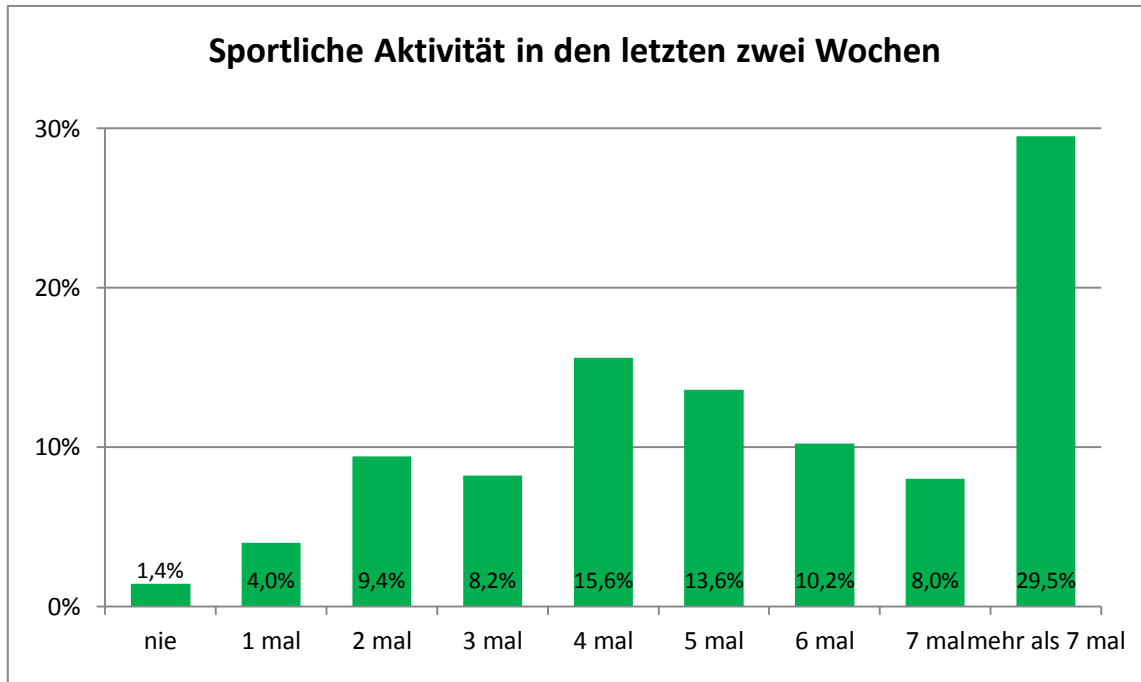


Abb. 4.21: Sportliche Aktivität in den letzten zwei Wochen, gesamt

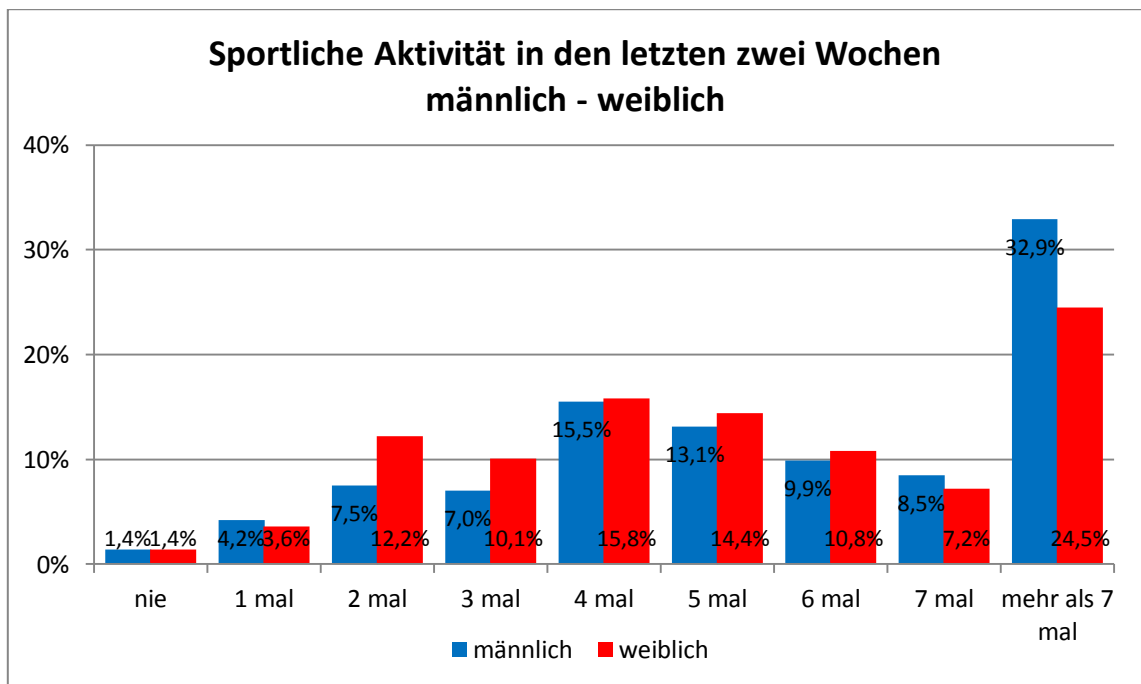


Abb. 4.22: Sportliche Aktivität in den letzten zwei Wochen, Vergleich männlich - weiblich

Es zeigt sich, dass Schülerinnen etwas weniger Sport treiben als Schüler. Durchschnittlich treiben 72,7% der Schülerinnen mehr als zweimal pro Woche Sport, während bei den Schülern 79,8% sportlich aktiv sind.

Der Fragebogen ermittelte des Weiteren die Sport- und Physiknoten der Schüler aus dem Vorjahr. Betrachtet man diese Ergebnisse, so ist auffällig, dass die Sportnoten kaum schlechter als „befriedigend (3)“ ausfallen. 82,9% der Schüler erhielten im Fach

Sport die Note „gut“ oder „sehr gut“ während im Fach Physik nur 50,3% aller Schüler diese Noten erreichten.

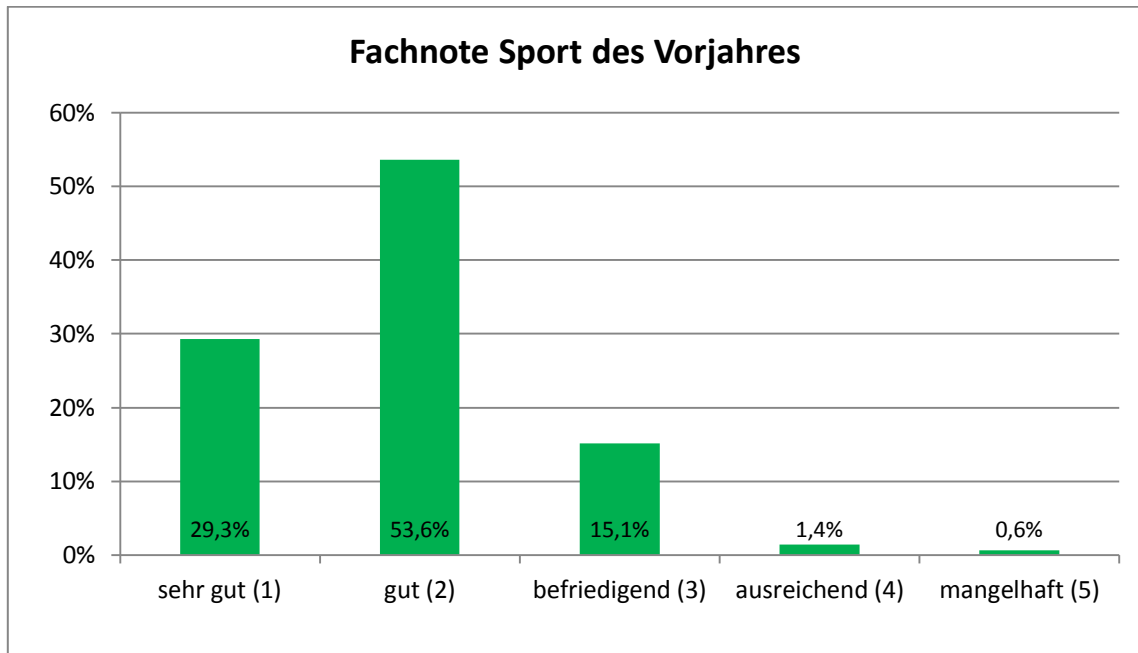


Abb. 4.23: Fachnote Sport des Vorjahres, gesamt

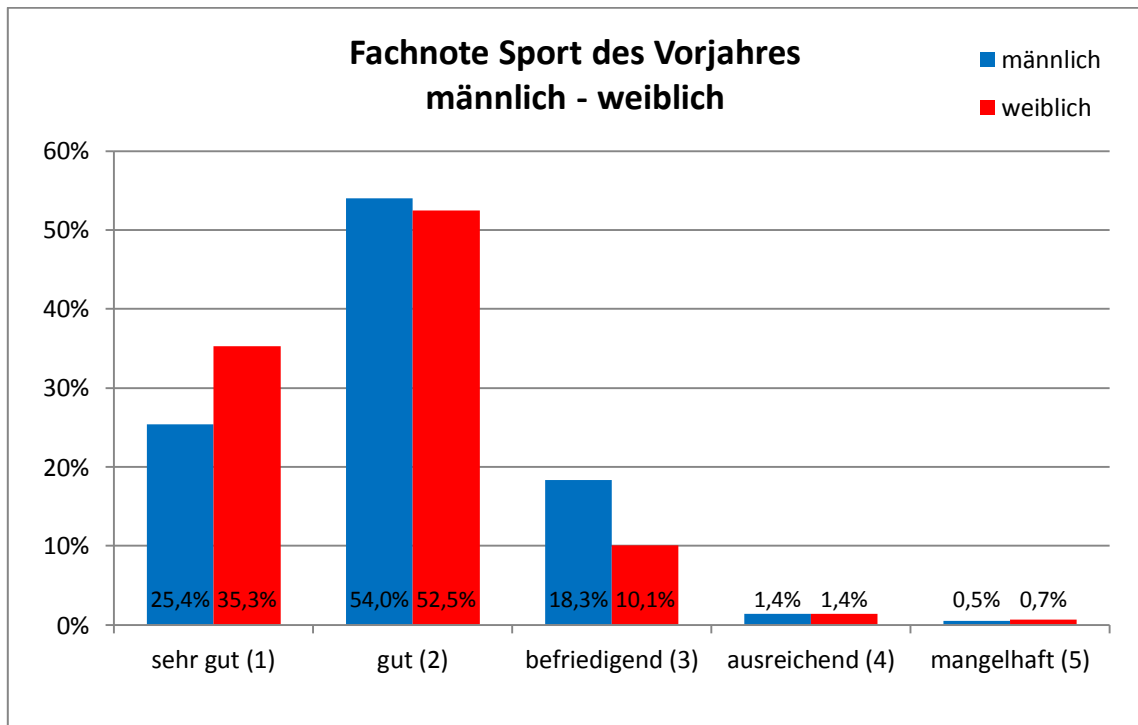


Abb. 4.24: Fachnote Sport des Vorjahres, Vergleich männlich - weiblich

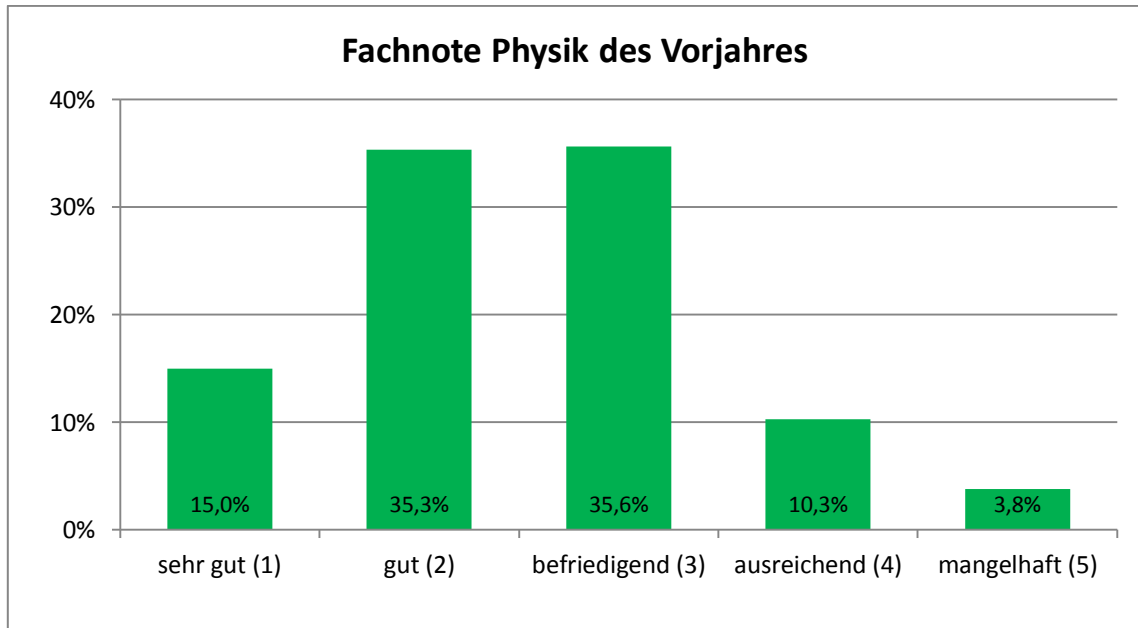


Abb. 4.25: Fachnote Physik des Vorjahres

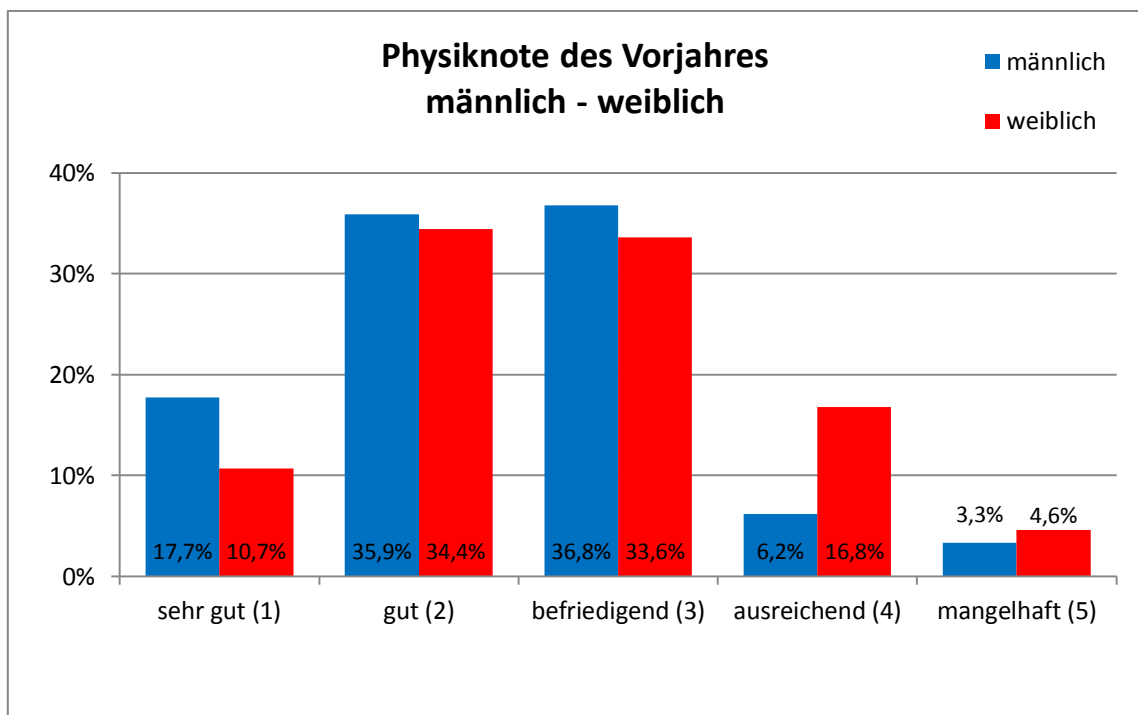


Abb. 4.26: Fachnote Physik des Vorjahres, Vergleich männlich - weiblich

Wie Abbildung 4.24 zeigt, schneiden die Schülerinnen im Fach Sport besser ab als die Schüler, während sie im Fach Physik im Durchschnitt schlechtere Noten erhalten.

Die Frage F1 gibt Auskunft darüber, wie gerne die Schüler am Sportunterricht teilnehmen. Die Fragen F2 bis F10 des Schülerfragebogens überprüfen die Akzeptanz und die subjektive Wahrnehmung des Konzepts. Die Antwortmöglichkeiten wurden mit 1 bis 4 Punkten codiert: „1=trifft gar nicht zu“, „2=trifft eher nicht zu“, „3=trifft

eher zu“, „4=trifft voll und ganz zu“. Insgesamt ergibt sich eine positive Bewertung bei einem Mittelwert größer als 2,5. In Abbildung 4.27 werden die deskriptiv gewonnenen Mittelwerte mit der zugehörigen Standardabweichung dargestellt. Auch hier werden nach der Gesamtbewertung die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler gesondert abgebildet.

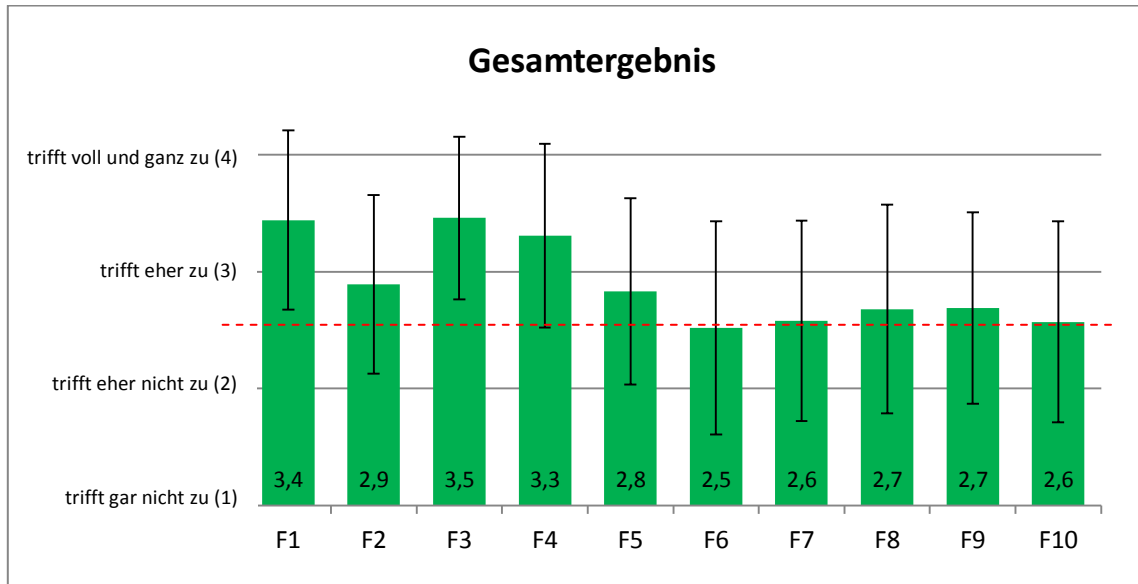


Abb. 4.27: Gesamtergebnis des Schülerfragebogens, mit Standardabweichung

	Frage F1-F10
F1	Ich nehme gerne am Sportunterricht teil.
F2	Die Unterrichtsthematik hat mich interessiert.
F3	Ich konnte der Unterrichtsthematik leicht folgen.
F4	Ich konnte die physikalischen Hintergründe verstehen.
F5	Er ist wichtig, die theoretischen Hintergründe des Sports zu kennen.
F6	Es bereitet mir Freude, Physik im Sportunterricht am eigenen Körper zu erfahren.
F7	Durch das angeeignete Wissen kann ich meine Leistung im Sport verbessern.
F8	Es wäre schön, häufiger solchen Unterricht zu haben.
F9	Das Konzept entspricht meinen Erwartungen an den Schulsport.
F10	Diese Unterrichtsform bereitet mir mehr Spaß, als herkömmlicher Unterricht.

Tab. 4.7: Übersicht der Fragen F1 bis F10

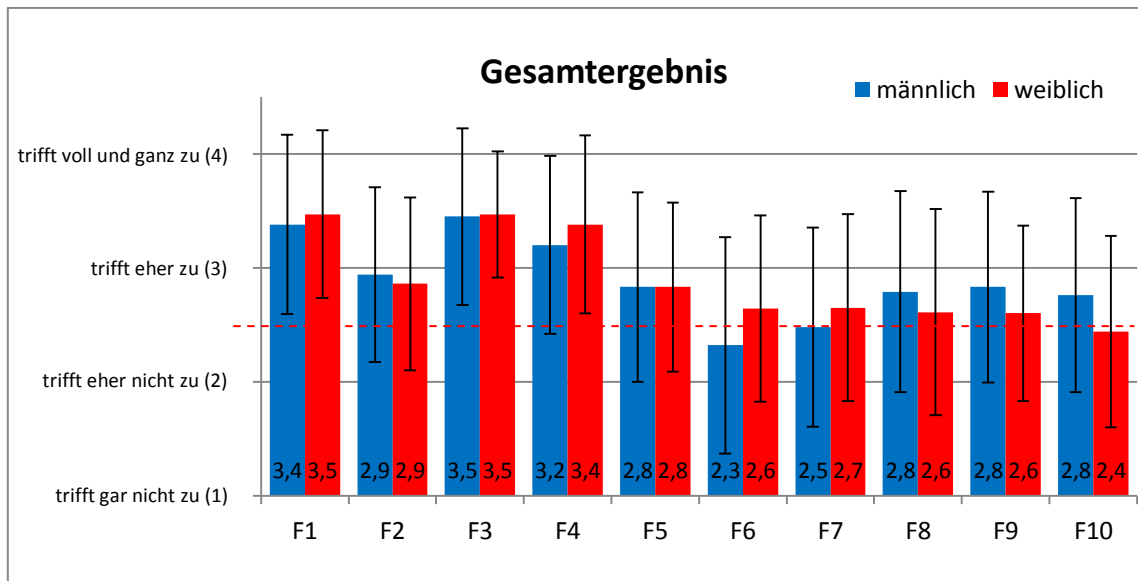


Abb. 4.28: Geschlechtsspezifische Auswertung des Schülerfragebogens mit Standardabweichung

Wie in Kapitel 2.2.5 „Die Rolle der Bildungsinstitutionen“ (vgl. Abb. 2.3) bereits erörtert, kann auch in dieser Untersuchung die Beliebtheit des Fachs Sport in der Schule bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Modulniveau so gewählt ist, dass Schülerinnen und Schüler der Thematik gut folgen und die physikalischen Hintergründe verstehen konnten. Dabei konnten Schülerinnen, laut eigenen Angaben, die physikalischen Inhalte leichter erfassen als ihre im Fach Physik besseren männlichen Mitschüler. Das Interesse an den Inhalten fällt mit einem Mittelwert von 2,9 ebenfalls positiv aus. Dies ist nicht verwunderlich, da die Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, dass es wichtig sei, diese theoretischen Hintergründe des Sports zu kennen. Der Erfahrung von Physik am eigenen Körper stehen die Schüler neutral gegenüber, wobei Schülerinnen, trotz schwächerer Leistungen im Fach Physik, mehr Freude daran empfinden als Schüler. Im Vergleich zur Gesamtbewertung ist dieser Wert eher unterdurchschnittlich und besitzt die größte Standardabweichung mit 0,912. Es kann angenommen werden, dass dieser Wert durch die Formulierung der Frage und das darin enthaltene Wort „Physik“ begünstigt wird. Ein Leistungszuwachs durch das Verstehen biomechanischer Zusammenhänge wird von den Schülern ebenfalls neutral eingestuft. Wenn man berücksichtigt, dass diese Unterrichtsform für die meisten Schüler neu ist, erscheint dieses Ergebnis als durchaus plausibel, nimmt doch die Trainingslehre, deren primäres Ziel die Leistungsverbesserung ist, den größten zeitlichen Anteil in der Sporttheorie ein. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass männliche Jugendliche, die sich eher über physische Leistungsfähigkeit definieren, weniger mit einer Leistungssteigerung durch kognitive Prozesse rechnen als weibliche Jugendliche. F7 bestätigt diese Tendenz. Die Akzeptanz des Konzepts wird dadurch bestätigt, dass die Schüler sich vorstellen können, häufiger solchen Unterricht zu haben, obgleich diese Unterrichtsform ihnen ebenso viel Spaß bereitet wie herkömmlicher Unterricht. Dass das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ den

Erwartungen der Schüler an den Schulsport entspricht, zeigt das Ergebnis der Frage F9. Die Mittelwerte der männlichen Schüler fallen in den letzten drei Fragen besser aus als die der Schülerinnen.

4.3.2 Die Auswertung der Testergebnisse der Intervention (Pre- und Posttest)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der inhaltlichen Fragebögen dargestellt, die jeweils vor und nach der Durchführung der Module von den Schülern bearbeitet wurden. Die Auswertung der Testergebnisse bezieht sich auf die Summen der Ergebnisse aller Pre- und Posttests der Intervention. Abbildung 4.29 zeigt, dass vom Pre- zum Posttest eine Verbesserung von durchschnittlich 2,0 auf 3,0 Punkte stattgefunden hat. Dies entspricht einem Anstieg von 50%.

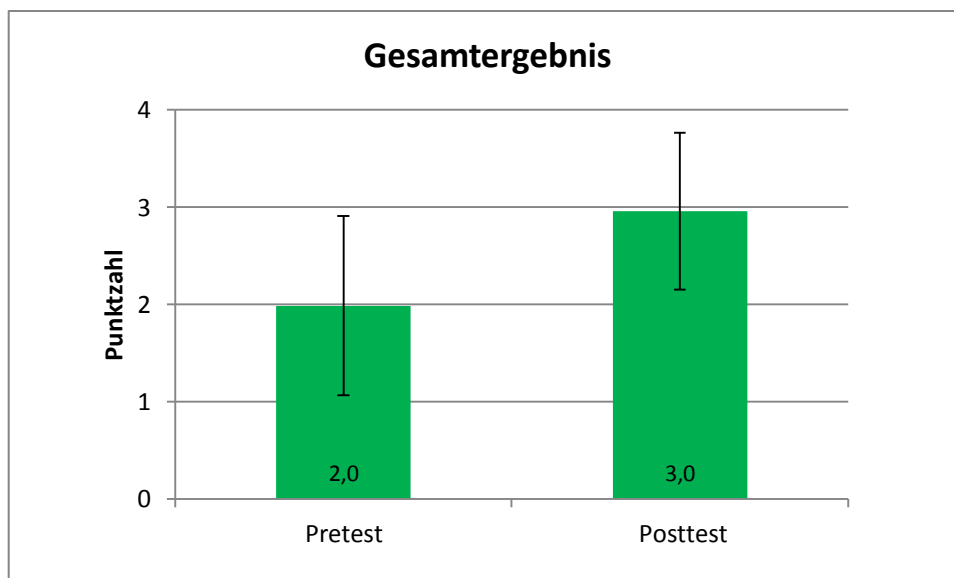


Abb. 4.29: Gesamtergebnis bei Pre- und Posttest mit Standardabweichung

Abbildung 4.30 zeigt das Testergebnis von Pre- und Posttest der Schülerinnen und Schüler im Vergleich.

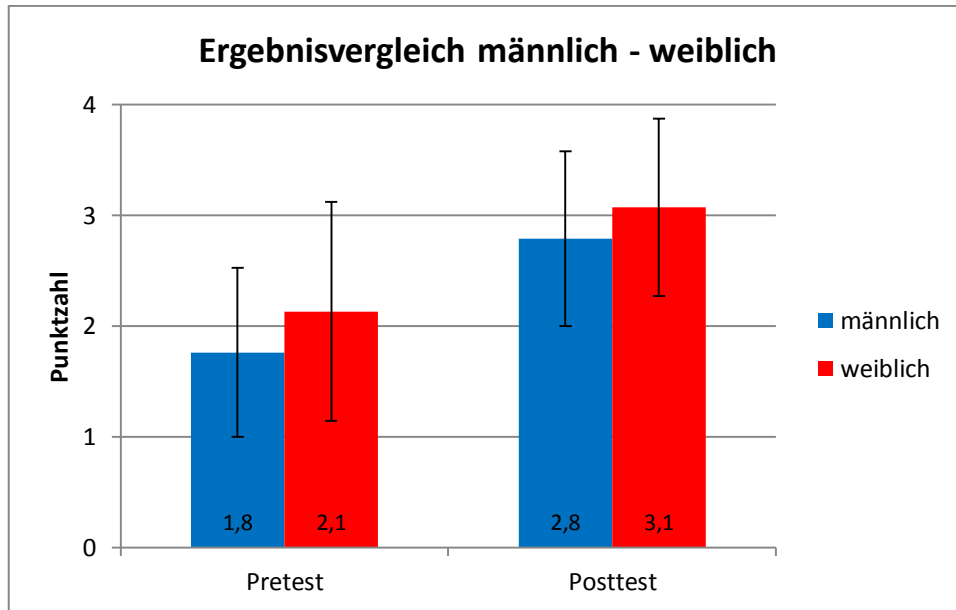


Abb. 4.30: Geschlechtsspezifische Veränderung des Gesamtergebnisses von Pre- zu Posttest mit Standardabweichung

Sowohl bei Schülerinnen als auch bei Schülern konnten Verbesserungen im Ergebnis von Pre- zu Posttest nachgewiesen werden. Während sich bei Schülerinnen eine mittlere Verbesserung von 44,1% einstellte, konnten sich die Schüler sogar um 58,5 % steigern.

Um auszuschließen, dass die Verbesserung der Schüler allein durch die Wiederholung des Tests herbeigeführt wurde, wurde mittels a priori Analysen der optimale Stichprobenumfang für die Kontrollgruppe ermittelt. Die Kontrollgruppe umfasste demnach 30 Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe, welche den Pre- und Posttestfragebogen im Abstand von sieben Tagen ausfüllten, allerdings keine Intervention erhielten. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe zeigen, dass hier eine nicht signifikante Verbesserung von Pre- zu Posttest stattfand. Der Punkteunterschied der Kontrollgruppe entspricht +0,15 Punkten. Dies bedeutet, dass die deutliche Verbesserung des Ergebnisses der Interventionsgruppe auf die durchgeführten Interventionen zurückzuführen ist und von einer signifikanten Verbesserung des kognitiven Leistungsstandes der Schüler durch die durchgeführten Interventionen zu sprechen ist.

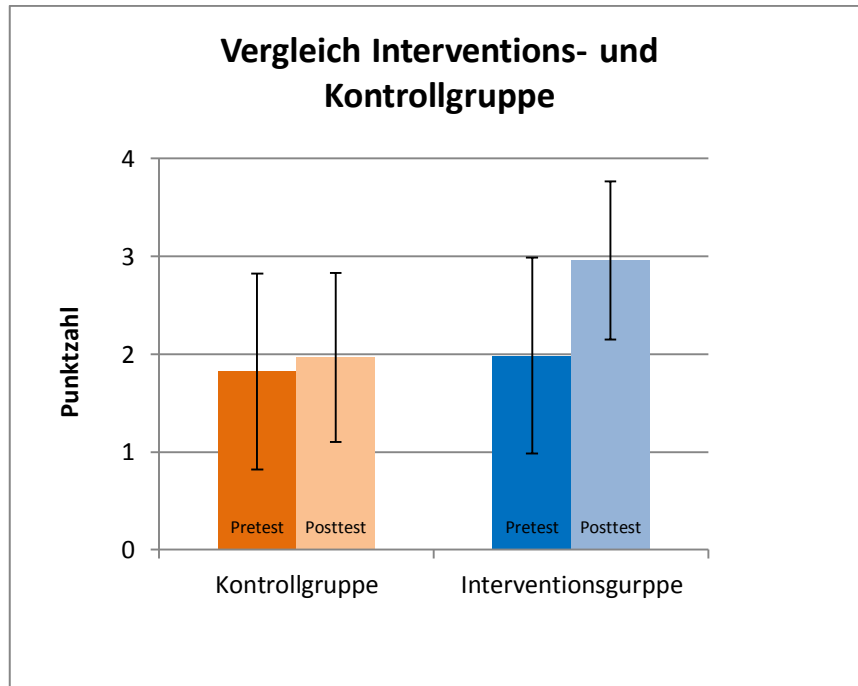


Abb. 4.31: Vergleich der Ergebnisse von Pre- und Posttest der Kontroll- und Interventionsgruppe mit Standardabweichung

Abbildung 4.31 veranschaulicht die Ergebnisse beider Gruppen im Vergleich. Die hohen Standardabweichungen lassen auf die Heterogenität des Wissens der Schüler schließen.

Dieses Ergebnis belegt, dass die Intervention in Form der beiden Doppelstunden jedes Moduls zur kognitiven Leistungsverbesserung der Schüler beiträgt und Schüler wie Schülerinnen gleichermaßen fördert. Das Konzept wird den Erwartungen, im Rahmen der Durchführung der Module eine Leistungsverbesserung der Schüler zu bewirken, in vollem Umfang gerecht. Umso erfreulicher ist es, dass die kognitive Leistungssteigerung während der für Schulverhältnisse kurzen Dauer von zwei aufeinanderfolgenden Doppelstunden erreicht werden konnte.

Mittels harter Fakten (Physiknote, etc.) können mögliche Unterschiede zwischen den in Kapitel 4.3.1 dokumentierten Ergebnissen und einer kognitiven Leistungsverbesserung besser analysiert und interpretiert werden.

Hierfür wurden die Variablen „Sportnote“, „Physiknote“ und „sportliche Aktivität“ in die Kategorien „gut/schlecht“ und „viel/wenig“ gegliedert und anschließend mit den Ergebnissen des Pre- und Posttest und den Ergebnissen der Fragen F1 bis F10 verglichen. Als gute Sport- und Physiknote wurden die Noten „sehr gut“ und „gut“ eingestuft. Die Analyse möglicher Unterschiede erfolgt nach dem T-Test für unabhängige Stichproben. Ziel der Betrachtung ist es, zu ermitteln, ob das Konzept in der Lage ist, alle Schüler gleichermaßen zu fördern. Intuitiv würde man vermuten, dass Schüler mit besserer Physik- bzw. Sportnote des Vorjahres auch bessere Leistungen beim Pretest erzielen würden.

	Physiknote	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Pretest	Gut	171	2,1	,92	,07
	schlecht	169	2,0	,92	,07

Tab. 4.8: Gruppenstatistik Physiknote, Pretest

Die Berechnung mittels T-Test für unabhängige Stichproben zeigt, dass kein signifikanter Unterschied zwischen dem Testergebnis des Pretests und der kategorisierten Physiknote des Vorjahres besteht ($T=0,91$; $df=338$; $p=0,37$).

	Sportnote	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Pretest	gut	291	2,0	,91	,05
	schlecht	60	2,0	,98	,13

Tab. 4.9: Gruppenstatistik Sportnote, Pretest

Ebenfalls besteht kein signifikanter Unterschied zwischen dem Testergebnis des Pretests und der kategorisierten Sportnote des Vorjahres ($T=-0,19$; $df=349$; $p=0,85$).

	Physiknote	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Veränderung Pre- zu Posttest	gut	171	,97	,86	,07
	schlecht	169	,96	,92	,07

Tab. 4.10: Gruppenstatistik Physiknote, Veränderung Pre- zu Posttest

	Sportnote	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Veränderung Pre- zu Posttest	gut	291	,99	,89	,05
	schlecht	60	,92	,91	,12

Tab. 4.11: Gruppenstatistik Sportnote, Veränderung Pre- zu Posttest

Die Auswertung ergibt außerdem, dass sich die Mittelwerte der in Kategorien eingeteilten Physik- und Sportnoten nicht signifikant von der durchschnittlichen Veränderung von Pre- und Posttest unterscheiden (Physiknote: $T=0,04$; $df=338$; $p=0,97$. Sportnote: $T=0,56$; $df=349$; $p=0,57$). Dies bedeutet, dass eine kognitive Verbesserung von Pre- zu Posttest nicht von einer guten/schlechten Physik- bzw. Sportnote aus dem Vorjahr abhängt.

Wie die Ergebnisse bestätigen, spricht das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ sowohl gute, als auch schlechte Schüler der Fächer Sport und Physik auf gleichem Niveau an. Keine Schülergruppe wird durch das Konzept bevorzugt oder benachteiligt. Der Forderung des Bildungsplans, alle Schüler nach Möglichkeit gleichermaßen zu fördern, wird damit entsprochen.

Die Beantwortung des Schülerfragebogens ergab, dass die einzelnen Variablen teilweise signifikant miteinander zusammenhängen. In diesem Kontext werden einzelne Korrelationen beispielhaft aufgeführt. So ergab sich eine naheliegende negative Korrelation zwischen der Physiknote und dem Verstehen der erarbeiteten physikalischen Inhalte ($r=-0,31$; $p=0,00$). Diese negative Korrelation kommt aufgrund der Tatsache zustande, dass eine bessere Schulnote einem geringeren Wert entspricht und eine positivere Bewertung einem höheren Wert entspricht. Diejenigen, die eine bessere Physiknote im Vorjahr erzielten, gaben eher an, die Thematik leicht verstanden zu haben und ihr gut folgen zu können ($r=-0,14$; $p=0,01$).

Weitere erwartete Korrelationen ergaben sich zwischen den Fragen F5, F6 und F2. Die Aussage, dass es wichtig ist, die theoretischen Hintergründe des Sports zu kennen (F5), korreliert mit der Freude Physik am eigenen Körper zu erfahren (F6) ($r=0,48$; $p=0,00$). Ebenso korreliert die Aussage F6 mit dem Interesse an der Thematik (F2) ($r=0,31$; $p=0,00$). Die Behauptung, dass es den Schülern Freude bereitet, Physik am eigenen Körper zu erfahren korreliert signifikant mit dem Interesse an der Thematik ($r=0,40$; $p=0,00$). Außerdem korreliert die Sportnote des Vorjahres negativ mit der Freude am Sportunterricht ($r=0,38$; $p=0,00$). Schüler, die eine gute Note im Fach Sport erhielten, besuchen den Sportunterricht folglich mit mehr Freude.

4.3.3 Die Bewertung des Konzepts durch die Lehrer

Insgesamt nahmen 32 Lehrer an der Intervention teil. In die Auswertung des Lehrerfragebogens der *Hauptuntersuchungsphase I mit Durchführung durch Studierende* flossen alle Lehrer ein, da die Lehrpersonen trotz teilweise fehlender Schüler stets beide Doppelstunden beobachteten und das Konzept bewerten. Diese Auswertung ist unabhängig von der Auswertung der Schüler. Der Fragebogen der Lehrer erfasste deskriptive Werte, die Motivation des Lehrers, in der Klasse zu unterrichten und die Einschätzung der Schülerleistungen durch den Lehrer.

Von den 32 Lehrern haben alle ein zweites Fach und 15 Lehrer noch zusätzlich ein drittes Fach. Die untenstehende Tabelle zeigt die Verteilung der Fächer. Das Fach Physik ist mit 6% (3 Lehrer) nur sehr gering vertreten.

Fach	Häufigkeit	Prozent
Geographie	10	20,0
Deutsch	8	16,0
Mathematik	7	14,0
NWT	6	12,0
Biologie	4	8,0
Englisch	3	6,0
Physik	3	6,0
Ethik	3	6,0
Kunst	1	2,0
BWL	1	2,0
Geschichte	1	2,0
Französisch	1	2,0
Spanisch	1	2,0
Politik	1	2,0
Gesamt	50	100,0

Tab. 4.12: Fächerverteilung der Lehrer

	Fragen A2, A4 und A6	N	Mw	StAb
A2	Wie lange unterrichten Sie schon?	32	15,3	9,94
A4	Wie viele Sportklassen unterrichten Sie dieses Schuljahr?	32	4,2	1,94
A6	Der durchschnittliche motorische Leistungsstand der Klasse ist ihrer Meinung nach...	32	2,2	,61

Tab. 4.13: Ergebnisse des Lehrerfragebogens, Fragen A2, A4 und A6

Im Durchschnitt unterrichten die Lehrer, die an der Intervention teilnahmen, bereits seit 15 Jahren. Im Interventionsjahr hatte jeder Lehrer durchschnittlich etwa 4 Klassen zu unterrichten. Der Leistungsstand der Schüler wurde durchschnittlich mit der Schulnote 2,22 als gut befunden. Dieser Befund wurde sehr homogen erstellt, wie die geringe Standardabweichung von 0,61 zeigt.

Weitere Ergebnisse zur Motivation des Lehrers und zur Einschätzung der Schüler veranschaulicht die folgende Abbildung.

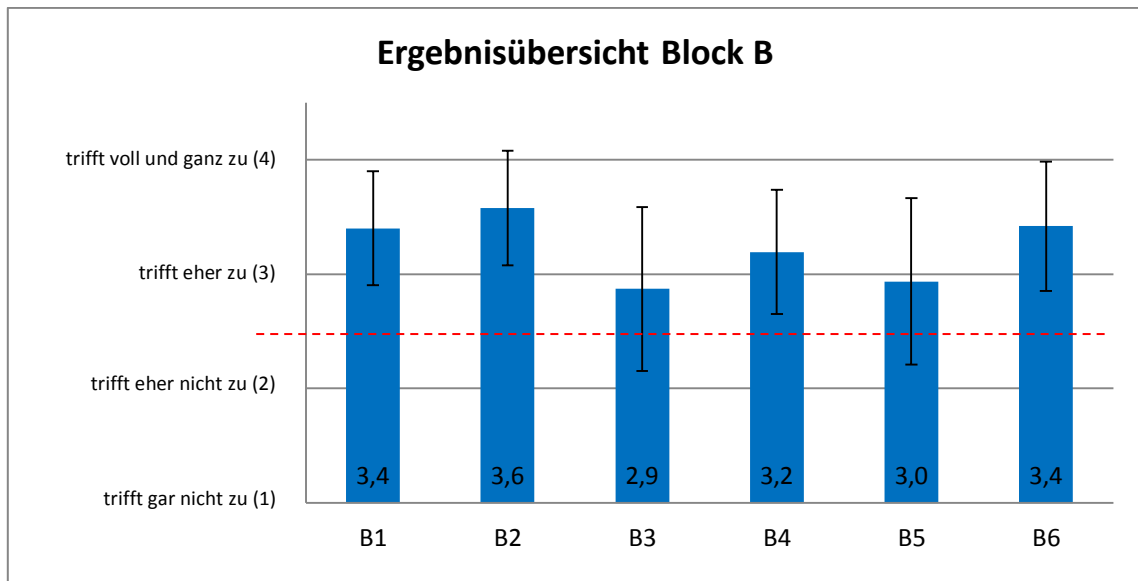


Abb. 4.32: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens, Block B, mit Standardabweichung

Fragen B1-B6	
B1	Ich habe das Gefühl, dass die Schüler gerne an meinem Unterricht teilnehmen.
B2	Es bereitet mir Freude in dieser Klasse zu unterrichten.
B3	Die Klasse ist als sportliche begabt einzustufen.
B4	Die Klasse ist sportlich interessiert.
B5	Die Klasse ist leicht zu begeistern.
B6	Der Umgang mit diesen Schülern fällt mir leicht.

Tab. 4.14: Übersicht der Fragen, Block B

Wie der Tabelle 4.14 entnommen werden kann, wurden Frage B1 und B2 durchgehend positiv (mit „trifft eher zu“ oder „trifft voll und ganz zu“) bewertet. Dies wird durch einen Minimalwert von 3 (entspricht „trifft eher zu“) untermauert.

Der Lehrerfragebogen enthielt weitere 33 Fragen (C1 bis C32) zum Konzept, wobei Frage C32b nur beantwortet wurde, wenn Frage C32a mit „Ja“ beantwortet wurde. Außerdem enthielt er zusätzlich die Möglichkeit, besondere Bewertungen und Anmerkungen zu geben. Jede Frage wurde einzeln deskriptiv ausgewertet. So ergibt sich für jedes Item ein Mittelwert und die entsprechende Standardabweichung. In der folgenden Tabelle sind diese 32 Einzelergebnisse aufgelistet.

Fragen C1-C32	N	Mittelwert	Standardabweichung
C1 Die Schüler waren dem Unterrichtskonzept gegenüber offen eingestellt.	32	3,4	,49
C2 Die Schüler haben sich engagiert am Unterrichtsgeschehen beteiligt.	32	3,3	,55
C3 Die Schüler zeigten sich der Thematik gegenüber aufgeschlossen.	32	3,4	,55
C4 Die Schüler konnten die Thematik schnell erfassen.	31	3,2	,56
C5 Die Schüler haben den Zusammenhang zwischen Sport und Physik erkannt.	31	3,4	,50
C6 Es ist wichtig, dass Schüler die theoretischen Hintergründe des Sports kennen.	32	3,1	,67
C7 Das Interesse der Schüler an biomechanischem Hintergrundwissen wurde geweckt.	28	2,8	,67
C8 Das Unterrichtskonzept macht die biomechanischen Hintergründe des Sports für Schüler greifbar.	32	3,1	,55
C9 Es bereitet Schülern Freude, Physik im Sportunterricht am eigenen Körper zu erfahren.	30	2,6	,86
C10 Das Interesse an der durchgeführten Sportart wurde geweckt.	32	2,8	,80
C11 Durch dieses Unterrichtskonzept wird "Sportartfremden" der Zugang zu dieser Sportart erleichtert.	32	2,8	,82
C12 Es wurden Schüler am Unterrichtsgeschehen beteiligt, die sich bisher weniger integrierten.	30	2,6	,93
C13 Das Unterrichtskonzept begünstigt die Nachhaltigkeit des Gelernten.	32	3,0	,60
C14 Die Unterrichtsform bietet Schülern die Möglichkeit eigene Ideen einzubringen.	30	2,6	,67
C15 Die Unterrichtsform bietet eine neue Möglichkeit der Körperwahrnehmung.	31	3,0	,73
C16 Bei dieser Unterrichtsform ist es möglich, Schüler differenziert zu fordern.	30	2,8	,70
C17 Bei dieser Unterrichtsform ist es möglich, Schüler differenziert zu fördern.	31	2,6	,76
C18 Durch das angeeignete Wissen kann es zu einer Leistungssteigerung im Sport kommen.	31	2,9	,72
C19 Die Schüler werden ein solches Unterrichtskonzept zukünftig begrüßen.	31	2,7	,70
C20 Das Unterrichtskonzept ist schülergerecht.	32	3,2	,66
C21 Das Konzept entspricht den Erwartungen der Schüler an den Schulsport.	32	2,3	,79
C22 Diese Unterrichtsform bereitet den Schülern mehr Spaß als herkömmliche Unterrichtsformen.	30	2,7	,70
C23 Durch diese Unterrichtsform werden Kompetenzen entwickelt, die für das spätere Leben wichtig sind.	32	2,6	,76
C24 Durch dieses Unterrichtskonzept wird der Sportunterricht zusätzlich belebt.	32	3,0	,90
C25 Der Sportunterricht kann durch dieses Konzept qualitativ aufgewertet werden.	32	3,1	,67
C26 Das Unterrichtskonzept bietet vielseitige Möglichkeiten fächerübergreifend zu unterrichten.	32	3,3	,62
C27 Es bietet sich an, dieses Unterrichtskonzept auf andere Sportarten anzuwenden.	30	3,2	,73
C28 Diese Unterrichtsform wird den Forderungen des neuen Bildungsplanes gerecht.	32	3,3	,84
C29 Dieses Unterrichtsprojekt sollte zukünftig flächendeckend durchgeführt werden.	31	2,7	,82
C30 Dieses Unterrichtskonzept bietet eine neue sinnvolle Dimension der Leistungsbewertung.	30	2,2	1,01
C31 Diese Form der Themenvermittlung halte ich für sinnvoll.	32	3,1	,82
C32 Das Unterrichtskonzept sollte auf weitere Jahrgangsstufen ausgeweitet werden.	30	3,0	,85

Tab. 4.15: Mittelwerte Block C

Da die Punktvergabe ebenso erfolgte wie bei dem Schülerfragebogen, ergibt sich eine insgesamt positive Bewertung bei einem Mittelwert $>2,5$. Es zeigt sich, dass nur zwei Fragen insgesamt negativ bewertet wurden: Frage C21 und Frage C30. Die Standardabweichung von Frage C30 liegt mit einem Wert von 1,006 deutlich oberhalb der anderen und zeigt, dass die Meinung der Lehrer in diesem Fall stark differierte.

Aufgrund der Vielzahl der Testitems (C1 bis C31), wurde der Test zugunsten der Übersichtlichkeit und besseren Auswertbarkeit, in mehrere Subgruppen unterteilt. Die Itemhomogenität innerhalb der Subgruppen wurde mittels Reliabilitätsanalyse und Zuhilfenahme einer Faktorenanalyse auf Iteminterkorrelation geprüft. Der so ermittelte alpha-Koeffizient von Cronbach kann als Homogenitätsindex dienen (BORTZ und DÖRING, 2006, S. 221). So wurde eine Einteilung in die folgenden sechs eindimensionalen inhaltlichen Bereiche vorgenommen:

- Einstellung der Schüler zur Unterrichtsdurchführung
- Interesse an Sporttheorie
- Motivation für Sport und Sportart
- Einschätzung der Akzeptanz der Schüler bzgl. des Konzeptes
- Möglichkeiten für den Unterricht
- Sinnhaftigkeit und Zukunft des Konzeptes

Den Bereichen können jeweils zwei bis drei Themengebiete des Fragebogens zugeordnet werden, welche sich aus zugehörigen Einzelfragen zusammensetzen. Die Tabelle gibt eine Übersicht über die jeweiligen Zuordnungen. Die Fragen C13, C14 und C15 konnten wegen auffallend geringer itemspezifischer Homogenität keinem der sechs Bereiche eindeutig zugeordnet werden und wurden daher nicht bei der Bewertung und Berechnung der Einzelbereiche und des Gesamtergebnisses berücksichtigt.

Bereich	Themengebiet	Einzelfragen	Cronbach-alpha
Einstellung der Schüler zur Unterrichtsdurchführung	Durchführungsbezogen	C1 Die Schüler waren dem Unterrichtskonzept gegenüber offen eingestellt.	$\alpha=0,768$
		C2 Die Schüler haben sich engagiert am Unterrichtsgeschehen beteiligt.	
	Auf die Thematik bezogen	C3 Die Schüler zeigten sich der Thematik gegenüber aufgeschlossen.	
		C4 Die Schüler konnten die Thematik schnell erfassen.	
Interesse an Sporttheorie (Biomechanik)	Relevanz der Sporttheorie	C5 Die Schüler haben den Zusammenhang zwischen Sport und Physik erkannt.	$\alpha=0,75$
		C6 Es ist wichtig, dass Schüler die theoretischen Hintergründe des Sports kennen.	
	Erfassen der Sporttheorie	C7 Das Interesse der Schüler an biomechanischem Hintergrundwissen wurde geweckt.	
		C8 Das Unterrichtskonzept macht die biomechanischen Hintergründe des Sports für Schüler greifbar.	
	Subjektives Empfinden	C9 Es bereitet Schülern Freude, Physik im Sportunterricht am eigenen Körper zu erfahren.	
Motivation für Sport und Sportart	Zugang und Interesse	C10 Das Interesse an der durchgeführten Sportart wurde geweckt.	$\alpha=0,783$
		C11 Durch dieses Unterrichtskonzept wird „Sportartfremden“ der Zugang zu dieser Sportart erleichtert.	
	Motivation für Sport	C24 Durch dieses Unterrichtskonzept wird der Sportunterricht zusätzlich belebt.	
Einschätzung der Akzeptanz der Schüler bzgl. des Konzeptes	Erwartungen der Schüler	C20 Das Unterrichtskonzept ist schülergerecht.	$\alpha=0,827$
		C21 Das Konzept entspricht den Erwartungen der Schüler an den Schulsport.	
	zukünftige Akzeptanz der Schüler	C19 Die Schüler werden ein solches Unterrichtskonzept zukünftig begrüßen.	
		C22 Diese Unterrichtsform bereitet den Schülern mehr Spaß als herkömmliche Unterrichtsformen.	
Konzept eröffnet Möglichkeiten für den Unterricht	soziale Dimension	C12 Es wurden Schüler am Unterrichtsgeschehen beteiligt, die sich bisher weniger integrierten.	$\alpha=0,813$
	Differenzierungsmöglichkeiten	C16 Bei dieser Unterrichtsform ist es möglich, Schüler differenziert zu fordern.	
		C17 Bei dieser Unterrichtsform ist es möglich, Schüler differenziert zu fördern.	
	Leistungsbewertungsmöglichkeiten	C18 Durch das angeeignete Wissen kann es zu einer Leistungssteigerung im Sport kommen.	
		C25 Der Sportunterricht kann durch dieses Konzept qualitativ aufgewertet werden.	
		C30 Dieses Unterrichtskonzept bietet eine neue sinnvolle Dimension der Leistungsbewertung.	
Sinnhaftigkeit und Zukunft des Konzepts	Transfer fachintern und schulintern	C26 Das Unterrichtskonzept bietet vielseitige Möglichkeiten fächerübergreifend zu unterrichten.	$\alpha=0,809$
		C27 Es bietet sich an, dieses Unterrichtskonzept auf andere Sportarten anzuwenden.	
	Bildungspolitisch	C28 Diese Unterrichtsform wird den Forderungen des neuen Bildungsplanes gerecht.	
		C29 Dieses Unterrichtsprojekt sollte zukünftig flächendeckend durchgeführt werden.	
		C31 Diese Form der Themenvermittlung halte ich für sinnvoll.	
Lernen und Lernerfolg durch das Konzept		C13 Das Unterrichtskonzept begünstigt die Nachhaltigkeit des Gelernten.	
		C14 Die Unterrichtsform bietet Schülern die Möglichkeit eigene Ideen einzubringen.	
		C15 Die Unterrichtsform bietet Schülern eine neue Möglichkeit der Körperwahrnehmung.	

Tab. 4.16: Gesamtübersicht der Subgruppeneinteilung, Block C

Die Ergebnisse der Auswertung nach der Aufteilung in die sechs Bereiche liefert Tabelle 4.16 Es wurde eine Gesamtbewertung von 2,95 Punkten ermittelt. Dies liegt

über dem neutralen Wert von 2,5 und entspricht mit der Formulierung „trifft eher zu“ einer positiven Gesamtrückmeldung der Lehrer.

Nr.	Bereiche	N	Mittelwert	Standardabweichung
1	Einstellung der Schüler zur Unterrichtsdurchführung	32	3,3	,41
2	Interesse an Sporttheorie (Biomechanik)	32	3,0	,47
3	Motivation für Sport und Sportart	32	2,8	,72
4	Einschätzung der Akzeptanz der Schüler bzgl. des Konzeptes	32	2,7	,58
5	Konzept eröffnet Möglichkeiten für den Unterricht	32	2,7	,60
6	Sinnhaftigkeit und Zukunft des Konzepts	32	3,1	,59
	Gesamtbewertung	32	3,0	,46

Tab. 4.17: Ergebnisübersicht nach Aufteilung in sechs Bereiche

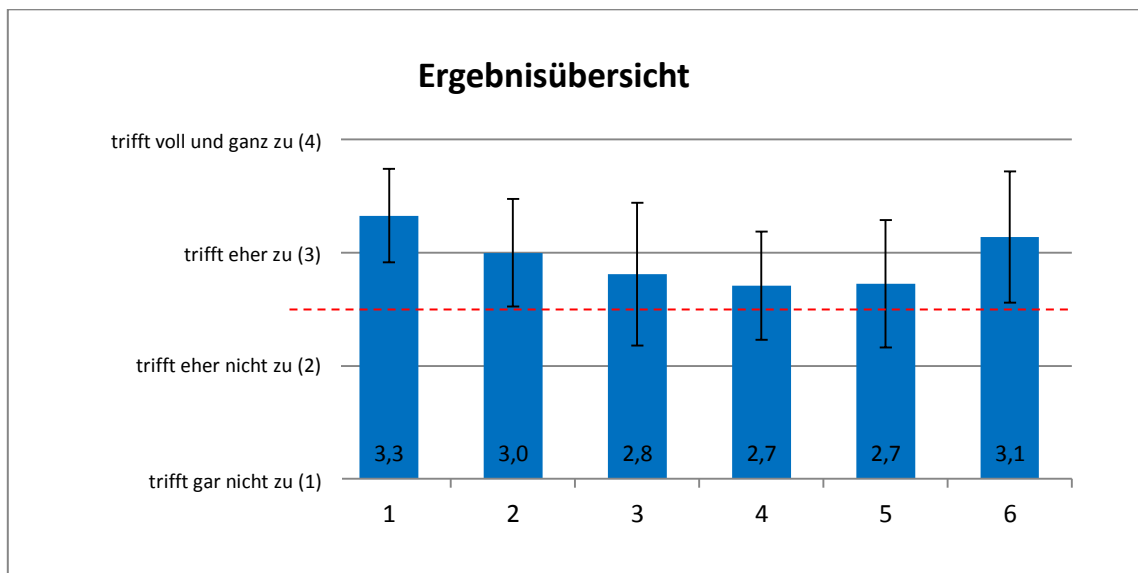


Abb. 4.33: Ergebnisübersicht nach Aufteilung in sechs Bereiche mit Standardabweichung

Im Einzelnen sind die Lehrer der Meinung, ihre Schüler stehen dem Konzept positiv gegenüber. Dies gilt sowohl für die Motivation der Schüler innerhalb der Doppelstunden, als auch für die Thematik des jeweiligen Moduls. Dafür spricht der optimistische Mittelwert von 3,3 für den Bereich 1. Diese Einschätzung konnte anhand der Sichtung des Videomaterials bestätigt werden. Das Interesse der Schüler an der Biomechanik und der Durchführung der Module ist nach Einschätzung der Lehrer ebenfalls positiv und „trifft eher zu“ (3,0). Dieser Wert unterstreicht aus Sicht der Lehrer die Attraktivität des Konzepts für Schüler. Die bewusste Aufmerksamkeit der Schüler, die sich auch bei der Videoanalyse zeigt, trägt so aktiv zu einer angenehmen Lernatmosphäre bei, die eine Grundlage von effektivem Lernen darstellt. Dieses Interesse ist jedoch sicher auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass diese Art des Unterrichts für die Schüler neu ist. Hinsichtlich einer Steigerung der Motivation der Schüler für den Sportunterricht oder eine bestimmte Sportart sind die Pädagogen uneinig. Zwar liegt der Mittelwert bei 2,8 Punkten und damit eindeutig im positiven

Bereich, jedoch spiegeln die Standardabweichung von 0,72 und der Minimalwert von 1,33 diese Inhomogenität der Gruppe deutlich wider. Sowohl die Akzeptanz des Konzepts von Schülerseite, als auch die Eröffnung neuer Möglichkeiten durch diese Unterrichtsform, wie beispielsweise soziale Integration, werden von den Lehrern mit einem leicht überdurchschnittlichen Mittelwert belegt. Der Nutzen und die möglicherweise damit verbundene Zukunftsperspektive des Konzepts werden von den Lehrern als klar positiv bewertet. Der Mittelwert von 3,1 liegt mit Abstand oberhalb der Neutralwertung. Damit sprechen sich die Lehrer, die der Durchführung beiwohnten, klar für das Potential der Module und eine Umsetzung des Konzepts an den Schulen aus.

Betrachtet man die Bewertung der ausgesonderten Fragen C13, C14 und C15, so zeigt sich, dass auch diese Ergebnisse positiv bewertet wurden.

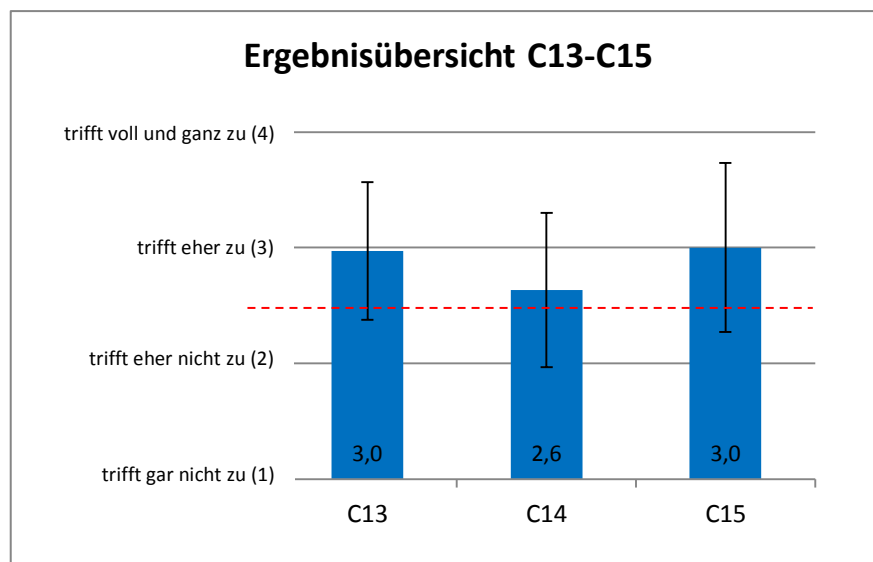


Abb. 4.34: Ergebnisübersicht der Fragen C13-C15 mit Standardabweichung

Frage C13-C15	
C13	Das Unterrichtskonzept begünstigt die Nachhaltigkeit des Gelernten.
C14	Die Unterrichtsform bietet Schülern die Möglichkeit eigene Ideen einzubringen.
C15	Die Unterrichtsform bietet eine neue Möglichkeit der Körperwahrnehmung.

Tab. 4.18: Übersicht der Fragen C13, C14 und C15

Bei der Frage der Nachhaltigkeitssteigerung des Gelernten durch das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ meinen die Lehrer, dass dies „eher zutrifft“ und attestieren somit eine effektive Kombination der Inhalte aus den Fächern Sport und Physik. Die Idee, die Physik am eigenen Körper zu erfahren, spielt bei dieser Einschätzung vermutlich eine entscheidende Rolle, wie die Antworten auf Frage C15 zeigen. Dass sich den Schülern durch diese Unterrichtsform die Möglichkeit bietet, eigene Ideen einzubringen, wird

durchschnittlich annähernd neutral beurteilt. Die Öffnung des Unterrichts innerhalb der Module ist somit als normal im Vergleich zu anderem Unterricht einzuschätzen.

Ob das Konzept auch auf weitere Jahrgangsstufen als die vom Lehrer beobachtete übertragen werden soll, zeigt das folgende Diagramm. 73,3% der Lehrer sprachen sich für eine Übertragung aus, 26,6% waren dagegen. Diese Bewertungen teilen sich wie folgt auf. 3,3% beantworteten die Frage mit „trifft gar nicht zu“, 23,3% mit „trifft eher nicht zu“, 40,0% mit „trifft eher zu“ und 33,3% mit „trifft voll und ganz zu“.

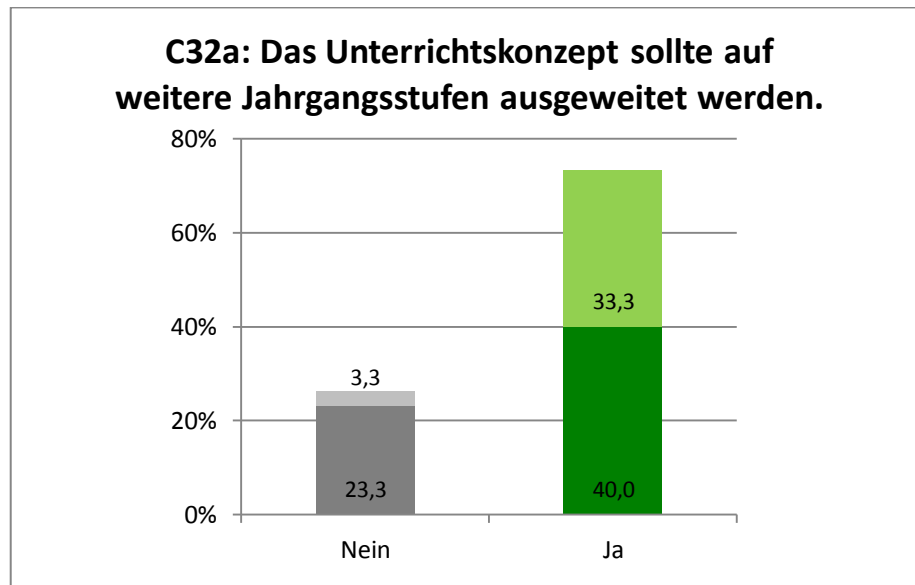


Abb. 4.35: Ergebnis Frage C32a

Die Folgefrage C32b, auf welche Jahrgangsstufen das Konzept übertragen werden soll, wurde wie folgt beurteilt: 21,1% derjenigen, die der Meinung waren, das Konzept sollte übertragen werden, wollen, dass das Konzept auf das Sportneigungsfach angewendet wird. 57,9% sprachen sich für Klassen 10 bis 13 aus und weitere 21,2% für die Klassen 8 bis 13. Dies spricht aus Sicht der Lehrer einerseits für eine recht breite Akzeptanz des Konzepts bei Schülern der Klasse 10 aufwärts, andererseits sieht die Mehrheit der Sportlehrer die Möglichkeit, bereits vor der konkreten Forderung durch den Bildungsplan nach sporttheoretischen Inhalten, explizit biomechanischen, im Unterricht auf entsprechende Inhalte einzugehen.

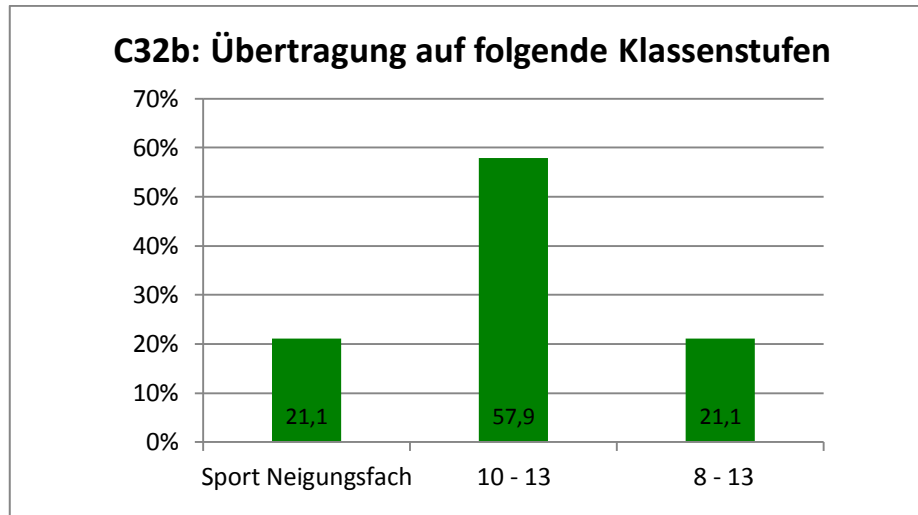


Abb. 4.36: Ergebnis Frage C32b

4.3.4 Der Vergleich der Bewertung des Konzepts von Schülern und Lehrern

Die Fragebögen der Lehrer und der Schüler enthalten einige Fragen, die sich inhaltlich decken. Dies ermöglicht es, einen Vergleich der Sichtweise der Lehrer mit jener der Schüler vorzunehmen. Beispielsweise können Frage F3 des Schülerfragebogens „Ich konnte der Thematik leicht folgen“ und Frage C4 des Lehrerfragebogens „Die Schüler konnten die Thematik schnell erfassen“ direkt miteinander über ihre Mittelwerte verglichen werden. Abbildung 4.37 zeigt, dass Schüler und Lehrer hier dicht beieinander liegen und diese Frage ähnlich beantworteten. Außerdem haben auch Schülerinnen und Schüler diese Frage beinahe identisch beantwortet, wie die beiden Balken rechts im Diagramm darlegen. Es zeigt sich, dass die Pädagogen, die kognitiven Fähigkeiten ihrer Schüler recht genau einschätzen können.

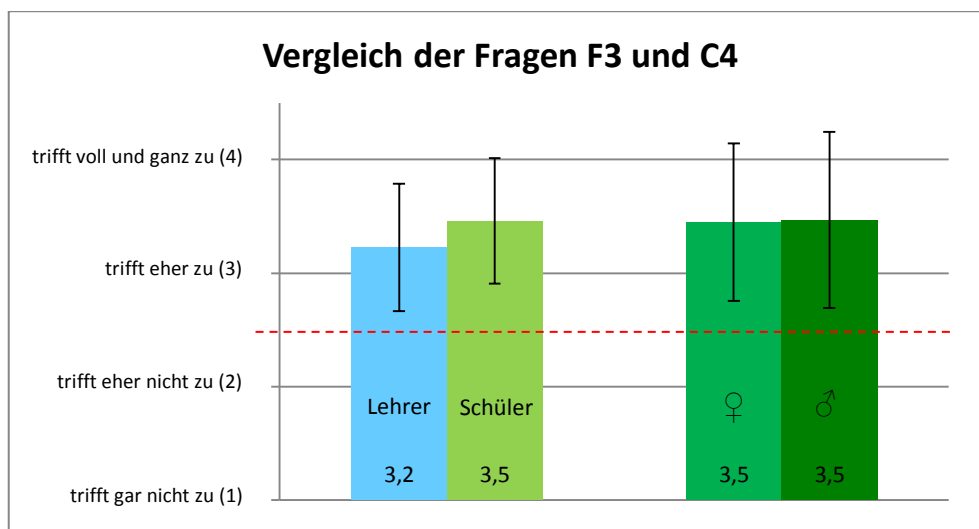


Abb. 4.37: Vergleich der Fragen F3 und C4 mit Standardabweichung

Die folgende Tabelle zeigt, welche Fragen der Schüler mit Fragen der Lehrer verglichen wurden.

Schülerfragebogen		Lehrerfragebogen	
F2	Die Thematik hat mich interessiert.	C2	Die Schüler haben sich engagiert am Unterrichtsgeschehen beteiligt.
		C3	Die Schüler zeigten sich der Thematik gegenüber aufgeschlossen.
F3	Ich konnte der Thematik leicht folgen.	C4	Die Schüler konnten die Thematik schnell erfassen.
F5	Physikalische Hintergründe des Sports sind wichtig.	C6	Es ist wichtig, dass Schüler die theoretischen Hintergründe des Sports kennen.
F6	Freude, Physik am Körper zu erfahren.	C9	Es bereitet Schülern Freude, Physik im Sportunterricht am eigenen Körper zu erfahren.
F7	Ich kann meine sportliche Leistung verbessern.	C18	Durch das angeeignete Wissen kann es zu einer Leistungssteigerung im Sport kommen.
F8	Ich möchte häufiger solchen Unterricht.	C19	Die Schüler werden ein solches Unterrichtskonzept zukünftig begrüßen.
F9	Das Konzept entspricht meinen Erwartungen an den Sportunterricht.	C21	Das Konzept entspricht den Erwartungen der Schüler an den Schulsport.
F10	Die Unterrichtsform bereitet mir mehr Spaß, als herkömmlicher Unterricht.	C22	Diese Unterrichtsform bereitet den Schülern mehr Spaß als herkömmliche Unterrichtsformen.

Tab. 4.19: Übersicht über Vergleichsfragen von Schüler- und Lehrerfragebogen

In Bezug auf das Interesse der Schüler an der Unterrichtsthematik schätzen die Lehrer ihre Schüler im Durchschnitt mit einem merklichen Abstand von annähernd 0,5 Punkten besser ein, als die Schüler sich selbst. Die Schüler wirkten demnach auf die Pädagogen neugieriger und aufgeschlossener, als diese es von sich selbst behaupten würden, wie Abbildung 4.38 zeigt.

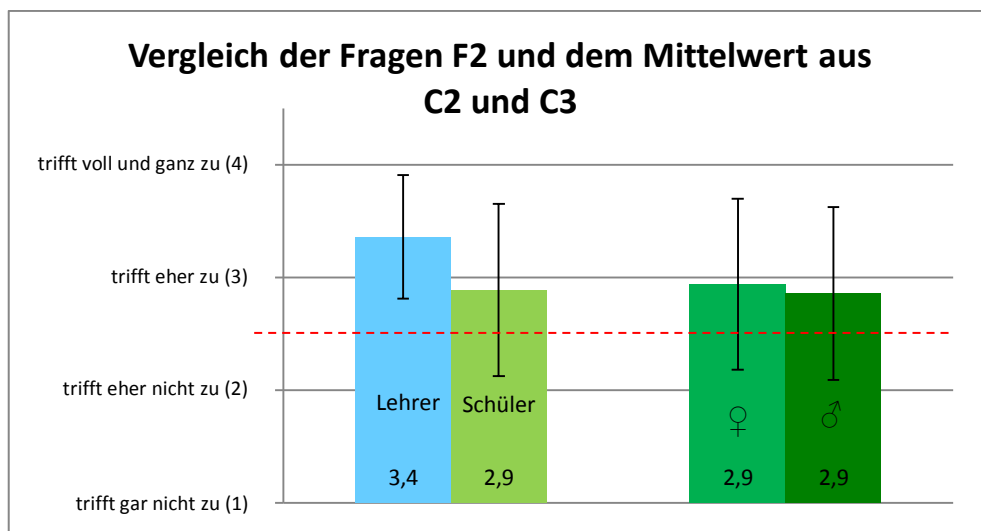


Abb. 4.38: Vergleich der Fragen F2 und dem Mittelwert aus C2 und C3 mit Standardabweichung

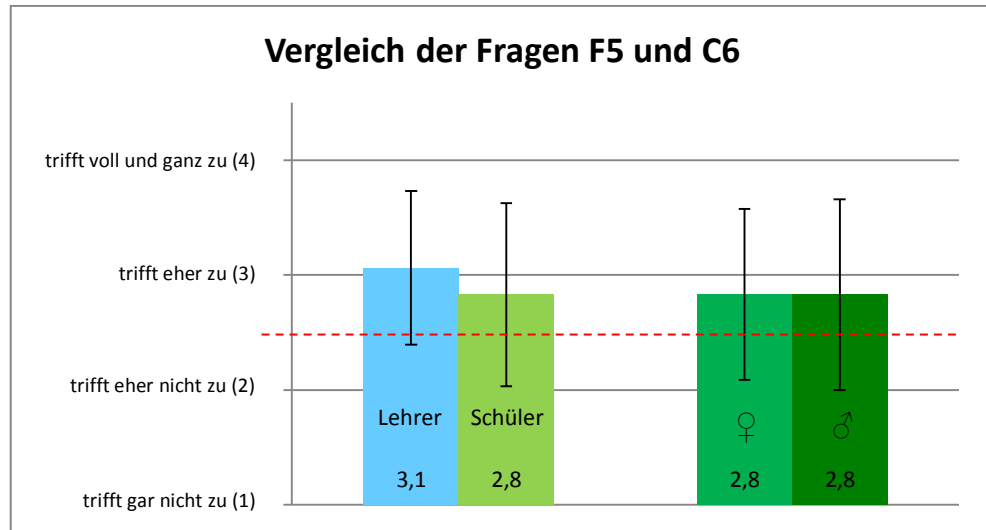


Abb. 4.39: Vergleich der Fragen F5 und C6 mit Standardabweichung

Lehrer schätzen die Wichtigkeit der Sporttheorie als bedeutsamer ein als Schüler. Wobei sich interessanterweise Schülerinnen und Schüler hierbei absolut einig sind. Es zeigt sich, dass die Sporttheorie, die einen erheblichen Anteil am Sportstudium einnimmt, für Sportlehrer folglich eine essentielle Rolle darstellt. Wenn man bedenkt, dass das Fach Sport, primär wegen des Bewegungsfreiraums und der „Spiel- und Spaßkomponente“, bei Schülern derart beliebt ist (vgl. Kap. 2.2.5), ist demgegenüber der hohe Wert von 2,8 eindrucksvoll. Zur Aussage, dass es den Schülern Freude bereitet, Physik an eigenen Körper zu erfahren, stimmen die Einschätzungen der Lehrer und Schüler überein. Dieser Behauptung wird, wie in Abbildung 4.40 illustriert, durchschnittlich neutral begegnet.

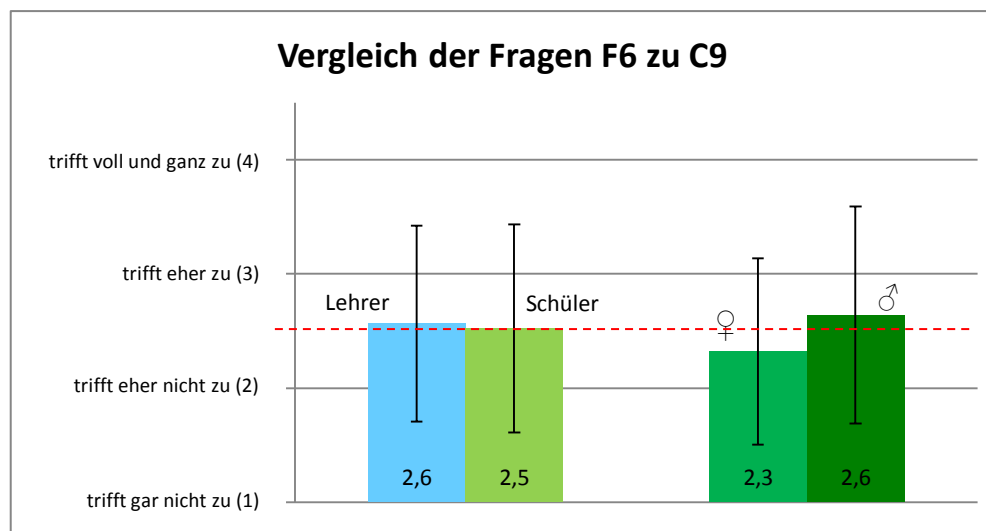


Abb. 4.40: Vergleich der Fragen F6 und C9 mit Standardabweichung

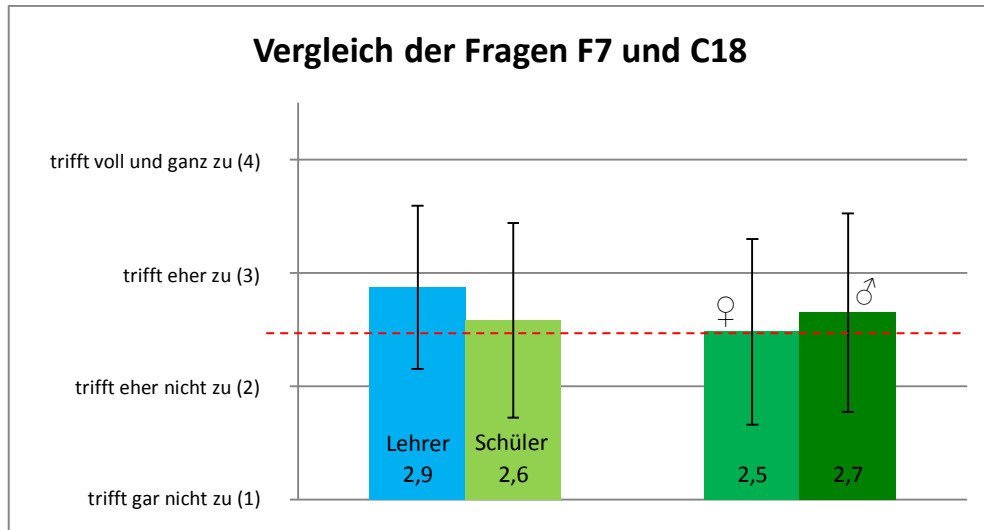


Abb. 4.41: Vergleich der Fragen F7 und C18 mit Standardabweichung

Bei Abbildung 4.41 zeigt sich, dass Lehrer den Nutzen der Interventionsinhalte in Bezug auf die Leistungsverbesserung der Schüler eher positiv einschätzen als die Schüler selbst. Hierzu können zwei Vermutungen formuliert werden. Zum einen obliegt den Bewegungsexperten die Übersicht im Rahmen einer Art „Trainerrolle“, auf Grundlage von Technikverbesserungen durch theoretische Kenntnisse. Zum anderen hatten die Schüler praktisch keine Möglichkeit, im Anschluss an die Erarbeitung der Theoriekenntnisse diese im Training adäquat anzuwenden und ihre Leistungen zu überprüfen. Die Beantwortung des Fragebogens für Schüler kam einer solchen Möglichkeit zuvor. Auf die Frage, ob die Schüler solchen Unterricht gerne häufiger haben wollen (F8 und C19), antworten Lehrer und Schüler durchschnittlich neutral. Die Standardabweichung der Schüler ist jedoch deutlich höher als die der Lehrer. Dies zeigt, dass die Gruppe der Pädagogen hier homogener antwortete, als die der Schüler.

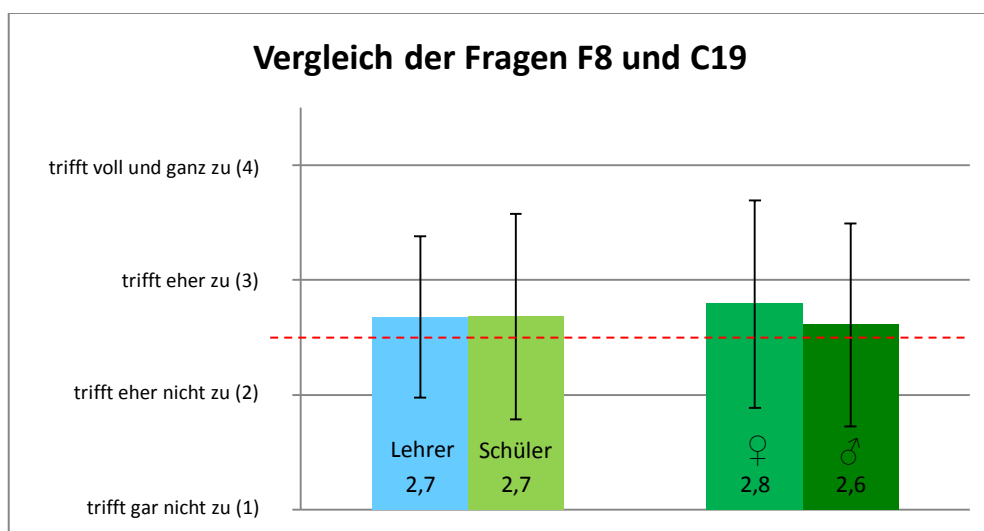


Abb. 4.42: Vergleich der Fragen F8 und C19 mit Standardabweichung

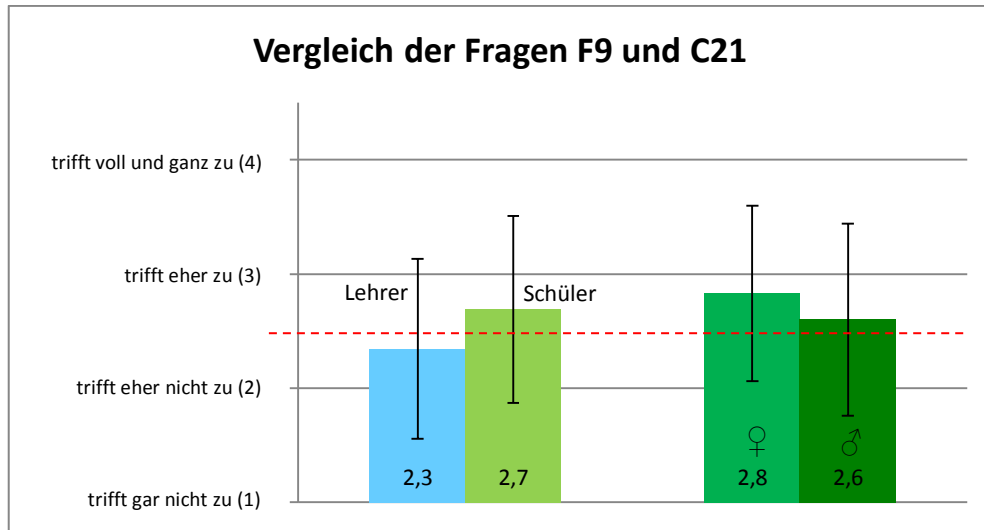


Abb. 4.43: Vergleich der Fragen F9 und C21 mit Standardabweichung

Abbildung 4.43 zeigt, dass die Lehrer die Erwartungen ihrer Schüler offensichtlich falsch einschätzen. Entgegen der Erwartungen der Lehrer, die der Meinung sind, dass das Konzept eher nicht den Erwartungen der Schüler an den Sportunterricht entspricht, zeigt die Auswertung, dass aus Sicht der Schüler das Konzept ihren Erwartungen an den Sportunterricht entspricht.

Dennoch gaben die Lehrer an, dass sie annehmen, dass den Schülern diese Unterrichtsform mehr Spaß bereite als herkömmlicher Unterricht, was aus Sicht der Schüler, die zu dieser Frage neutral eingestellt sind, nicht bestätigt werden kann. Somit wird dies Unterrichtsform von Schülern ebenso akzeptiert wie der gewohnte Sportunterricht.

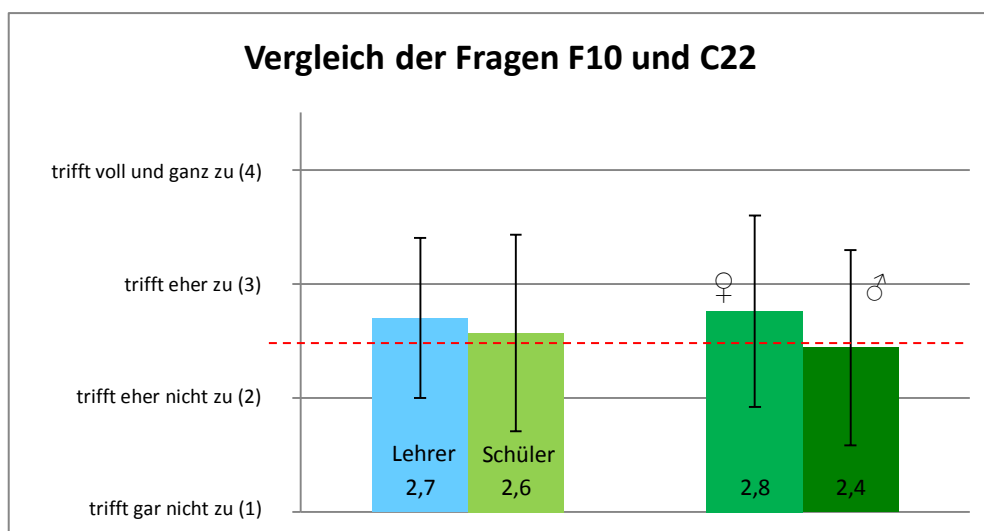


Abb. 4.44: Vergleich der Fragen F10 und C22 mit Standardabweichung

4.3.5 Die Bewertung des Konzepts durch die Schüler (HUP II)

Im Rahmen der *Hauptuntersuchungsphase II mit Durchführung durch Lehrer* wurden die Fragen F1 bis F10 des Fragebogens für Schüler durchschnittlich folgendermaßen bewertet.

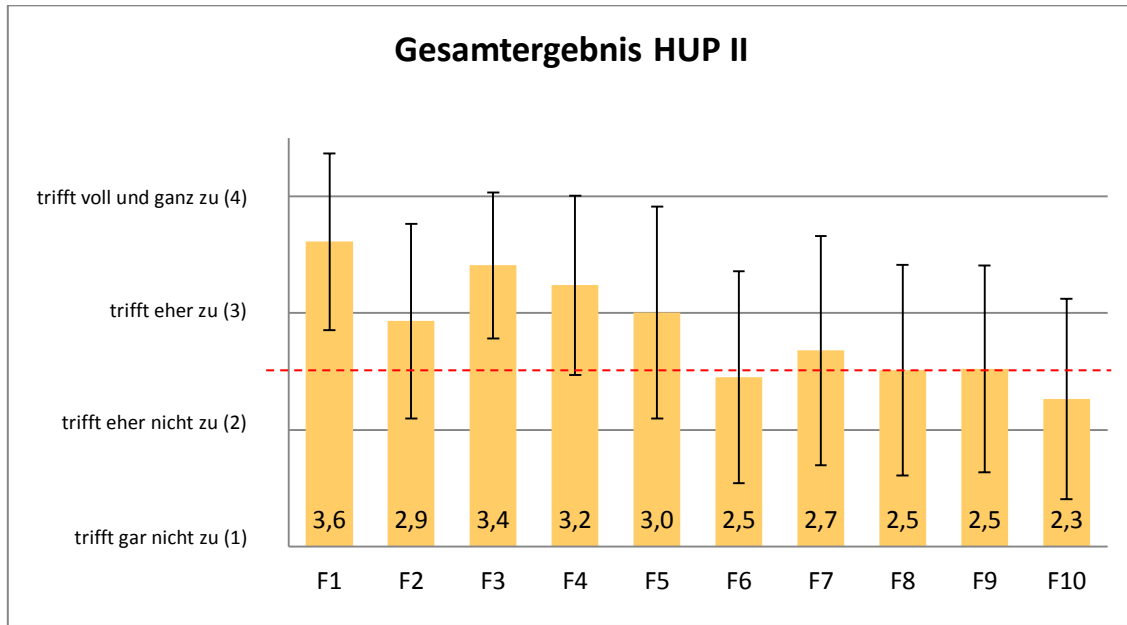


Abb. 4.45: Gesamtergebnis des Schülerfragebogens HUP II mit Standardabweichung

	Frage F1-F10
F1	Ich nehme gerne am Sportunterricht teil.
F2	Die Unterrichtsthematik hat mich interessiert.
F3	Ich konnte der Unterrichtsthematik leicht folgen.
F4	Ich konnte die physikalischen Hintergründe verstehen.
F5	Er ist wichtig, die theoretischen Hintergründe des Sports zu kennen.
F6	Es bereitet mir Freude, Physik im Sportunterricht am eigenen Körper zu erfahren.
F7	Durch das angeeignete Wissen kann ich meine Leistung im Sport verbessern.
F8	Es wäre schön, häufiger solchen Unterricht zu haben.
F9	Das Konzept entspricht meinen Erwartungen an den Schulsport.
F10	Diese Unterrichtsform bereitet mir mehr Spaß, als herkömmlicher Unterricht.

Tab. 4.20: Übersicht der Fragen F1 bis F10

Der verwendete Fragebogen für Schüler entsprach dem der HUP I. Folglich wurde sowohl die Codierung der Antwortmöglichkeiten als auch die Form der Auswertung beibehalten. Über alle Fragen gemittelt ergibt sich auch in diesem Fall sich eine positive Bewertung bei Wert von größer als 2,5. In Abbildung 4.45 werden die deskriptiv gewonnenen Mittelwerte mit der zugehörigen Standardabweichung dargestellt.

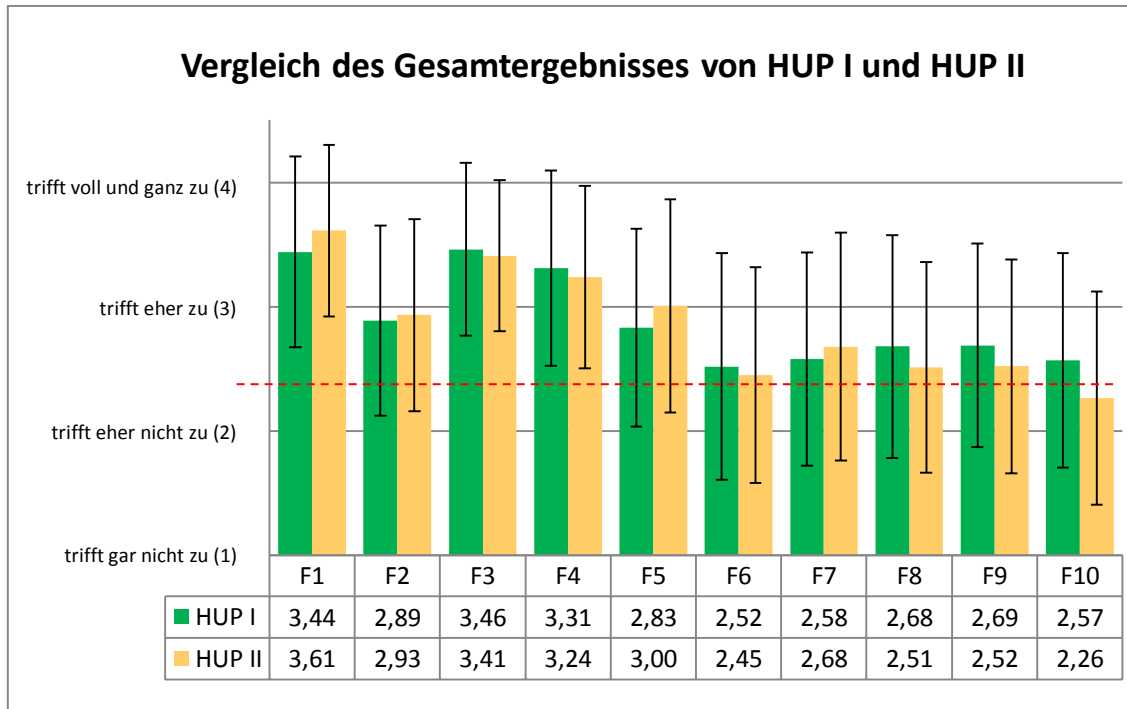


Abb. 4.46: Auswertung des Schülerfragebogens im Vergleich von HUP I und HUP II mit Standardabweichung

Die Ergebnisse des Fragebogens für Schüler zeigen, dass im Vergleich beider Untersuchungsphasen über nahezu alle Fragen ähnliche Ergebnisse ermittelt wurden. Die Beliebtheit des Sportunterrichts bei den Schülern der HUP II lag etwas über dem der Schüler aus HUP I. Bei der Vermittlung der Unterrichtsinhalte auf einem ansprechend interessanten Niveau gelang aus Sicht der Schüler sowohl den Pädagogen als auch den in die Thematik eingearbeiteten Studierenden. Hinsichtlich des Verständnisses der Fachinhalte erreichten die Studierenden leicht besser Werte. Die Wichtigkeit dieser Hintergründe empfanden Schüler, die von Lehrern unterrichtet wurden um 0,17 Punkte höher. Verglichen mit den leicht positiven Aussagen der Schüler der HUP I, dass es schön wäre, solchen Unterricht häufiger zu erleben und dass das Konzept ihren Erwartungen am Schulsport gerecht wird, waren die Schüler der HUP II demgegenüber neutral eingestellt. Einzig der Spaßaspekt durch die Unterrichtsform wurde von den Schülern der HUP II mit einem deutlichen Abstand von 0,31 Punkten unterhalb des Ergebnisses der Schüler, die von Studierenden unterrichtet wurden gewertet. Damit zeigen die Schüler, dass ihnen dieser Unterricht vom Lehrer durchgeführt, tendenziell eher etwas weniger Spaß bereitet als der Unterricht, den der Fachlehrer gewohnt anleitet. Auch in HUP II sprechen die hohen Werte der Standardabweichungen für ein inhomogenes Meinungsbild der Schülerschaft.

4.3.6 Die Auswertung der Testergebnisse der Intervention (Pre- und Posttest) (HUP II)

Mit einer durchschnittlichen Veränderung von 1,7 Punkten im Pretest auf 2,4 Punkte im Posttest konnten sich die Schüler auch in der HUP II verbessern. Der Zuwachs beträgt 41,9%. Die kognitive Leistungssteigerung der durch den Fachlehrer unterrichteten Schüler betrug somit 6,8% weniger als der Schüler, deren Unterricht durch Studierende abgehalten wurde, wie Abbildung 4.47 veranschaulicht. Die Steigerung bleibt jedoch auch in diesem Fall beachtlich.

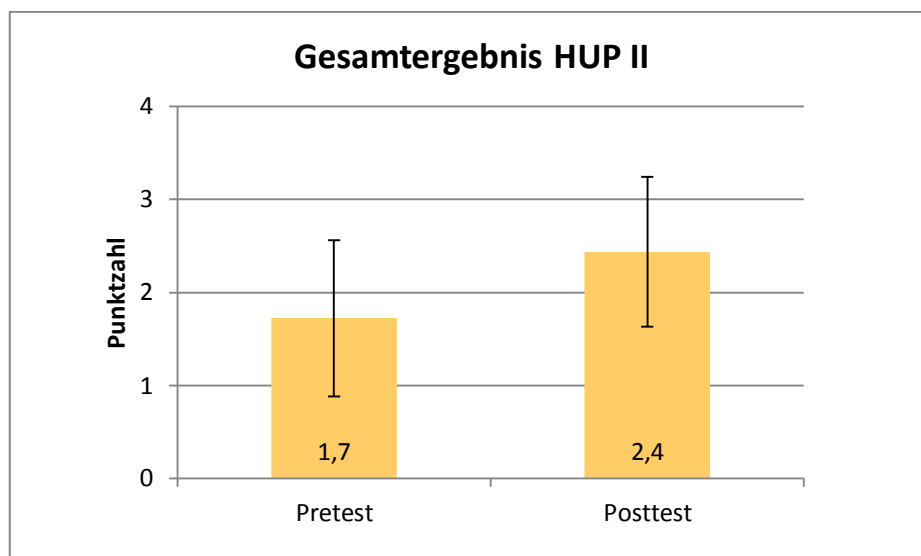


Abb. 4.47: Gesamtergebnis bei Pre- und Posttest mit Standardabweichung (HUP II)

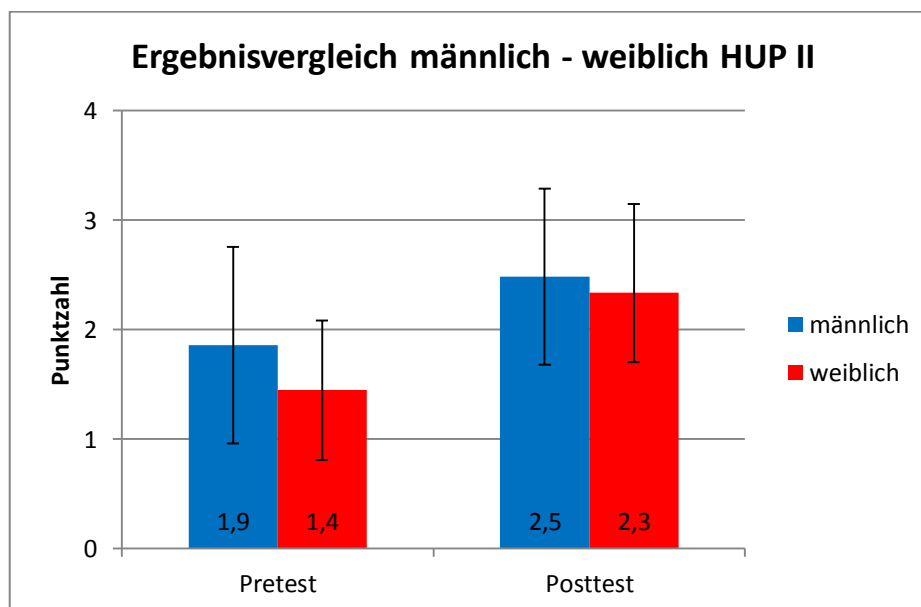


Abb. 4.48: Geschlechtsspezifische Veränderung des Gesamtergebnisses von Pre- zu Posttest mit Standardabweichung (HUP II)

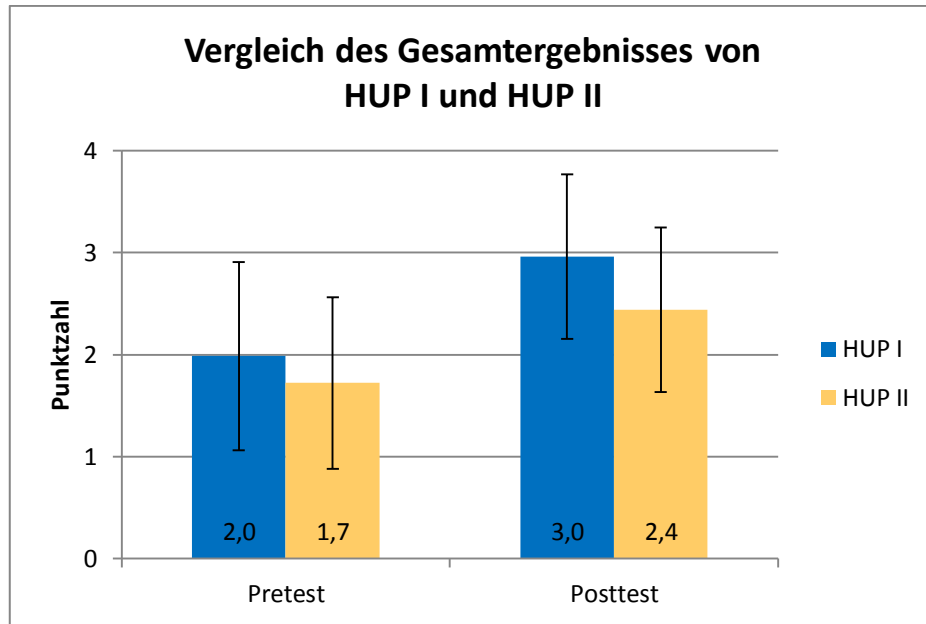


Abb. 4.49: Gesamtergebnis bei Pre- und Posttest im Vergleich von HUP I und HUP II mit Standardabweichung

4.3.7 Bewertung durch die Lehrer (HUP II)

Im Block C des Lehrerfragebogens der *Hauptuntersuchungsphase II* gaben die Lehrer Auskunft über die eigene Vorbereitung der beiden Doppelstunden. Dies wird in Abbildung 4.50 visualisiert. Die Fragen wurden von den Lehrern nach der ersten und zweiten Doppelstunde ausgefüllt und sind hier farblich getrennt dargestellt.

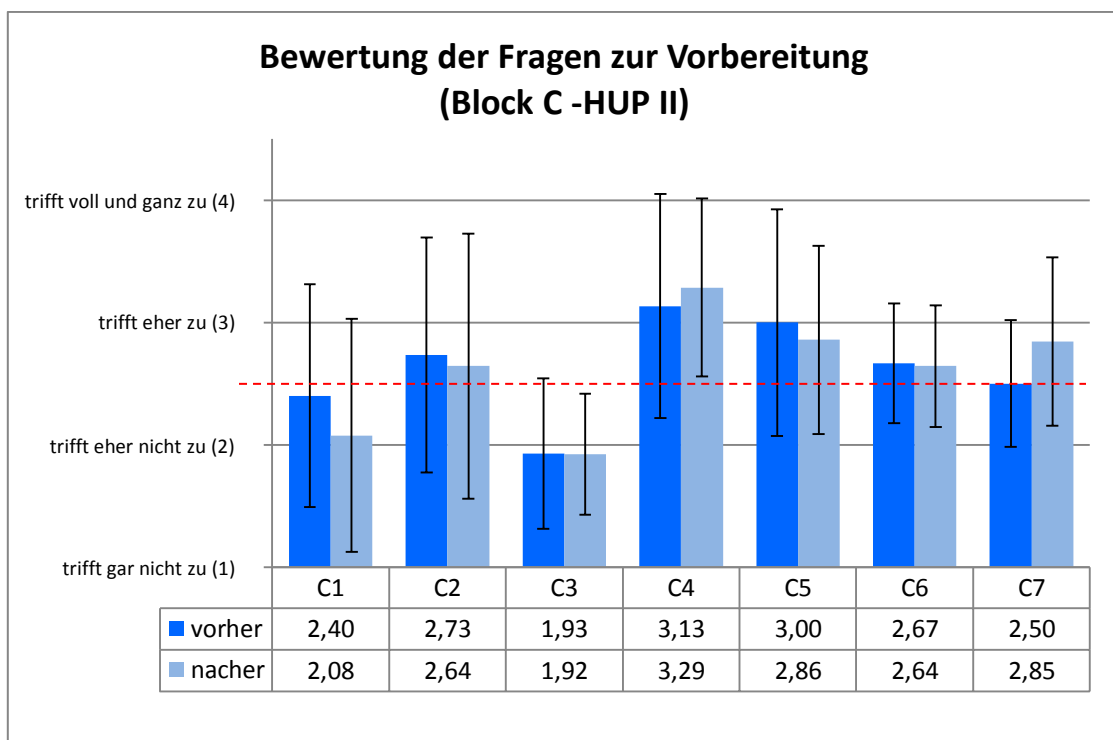


Abb. 4.50: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens vorher, nacher, Block C HUP II, mit Standardabweichung

Frage F1-F10	
C1	Die Vorbereitung meiner regulären Stunden im Vergleich zu diesen empfand ich als intensiver.
C2	Ich verbrachte die meiste Vorbereitung mit dem Einarbeiten in die Physik.
C3	Ich verbrachte die meiste Vorbereitung mit dem Einarbeiten in die sportlichen Übungen.
C4	Das „Physikbeiblatt“ hat mir das Vorbereiten erleichtert.
C5	Ich benötigte wenig Eigenrecherche um mich einzuarbeiten.
C6	Ich war vom Erfolg der Stunde überzeugt.
C7	Gemessen am Lernerfolg der SchülerInnen hat sich der eigene Aufwand gelohnt.

Tab. 4.21: Übersicht der Fragen F1 bis F10

Die Sportlehrer gaben nach der Vorbereitung der ersten Doppelstunde bei Frage C1 an, für die durchgeführten Modulstunden ähnlich viel Zeit in die Vorbereitung investiert zu haben, wie bei herkömmlichen Unterrichtsstunden. Nach der Vorbereitung der zweiten Intervention wurde angegeben, dass mehr Zeit benötigt wurde. Die Einarbeitungsdauer in den physikalischen Teil beanspruchte eher mehr Zeit (C2) und nahm dabei einen deutlich größeren Anteil innerhalb der Vorbereitungsphase ein als die Einarbeitung in die sportlichen Übungen (C3). Die Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens in Form des Physikbeiblattes als unterstützendes Hilfsmittel wurde von der Mehrheit der Lehrer begrüßt (C4). Diese Bewertung wuchs nach der zweiten Doppelstunde sogar noch etwas an. Dadurch benötigten die Pädagogen durchschnittlich eher weniger Eigenrecherche (C5). Dem Erfolg der Stunde gegenüber waren die Lehrer leicht positiv mit einem Durchschnittswert von circa 2,66 eingestellt (C6). Wurde der relative Arbeitsaufwand, gemessen am Lernerfolg der Schüler nach der ersten Doppelstunde noch als neutral bewertet, sahen die Lehrer nach der Durchführung beider Doppelstunden ein deutlich gesteigertes Effektivitätsniveau (C7).

Die Lehrer gaben an für die Vorbereitung beider Doppelstunden insgesamt durchschnittlich 101 Minuten benötigt zu haben. Dies entspricht einer auf eine 90minütige Doppelstunde herunter gerechnete Vorbereitungsdauer von etwa 50 Minuten.

Zur Ergebnisdarstellung der Blöcke D und E wurden die Mittelwerte über die jeweiligen Ergebnisse nach der ersten und nach der zweiten Doppelstunde gebildet.

In Abbildung 4.51 sind die so berechneten Ergebnisse zu den Fragen zur Durchführung (Block D) dargestellt. Der Behauptung, dass die Schüler der Unterrichtsthematik gut folgen konnten, kann sich die recht homogene Mehrheit der Lehrer anschließen (D1). Durchschnittlich stehen die Lehrer der Aussage, dass die theoretischen Anforderungen an die SchülerInnen hoch waren, neutral gegenüber (D2). Die Standardabweichung zeigt jedoch, dass die Lehrer bei dieser Aussage sehr uneins waren. Sowohl die Motivation der Schüler während der Doppelstunde (D3), als auch das Verständniss der Kernaussagen der Stunden (D4), beurteilten die Lehrer als eher positiv. Nach ihrer

Meinung war das Verhältnis zwischen Theorie und Praxis innerhalb der Module recht angemessen (D5). Die Aussage, dass sich die Schüler ausreichend bewegt hätten (D6) wurde im Durchschnitt neutral bewertet. Die Bewertung gegenüber der Feststellung, dass das Konzept ohne Weiteres in der Praxis umgesetzt werden konnte, erfolgte leicht positiv (D7) und wurde durch die deutlich positive Bewertung von Frage D8 („Die Übungsaufbauten konnten problemlos durchgeführt werden.“) unterstützt. Die Auswertung zeigt, dass der Zeitplan der Stundenverlaufspläne nicht immer eingehalten werden konnte (D9).

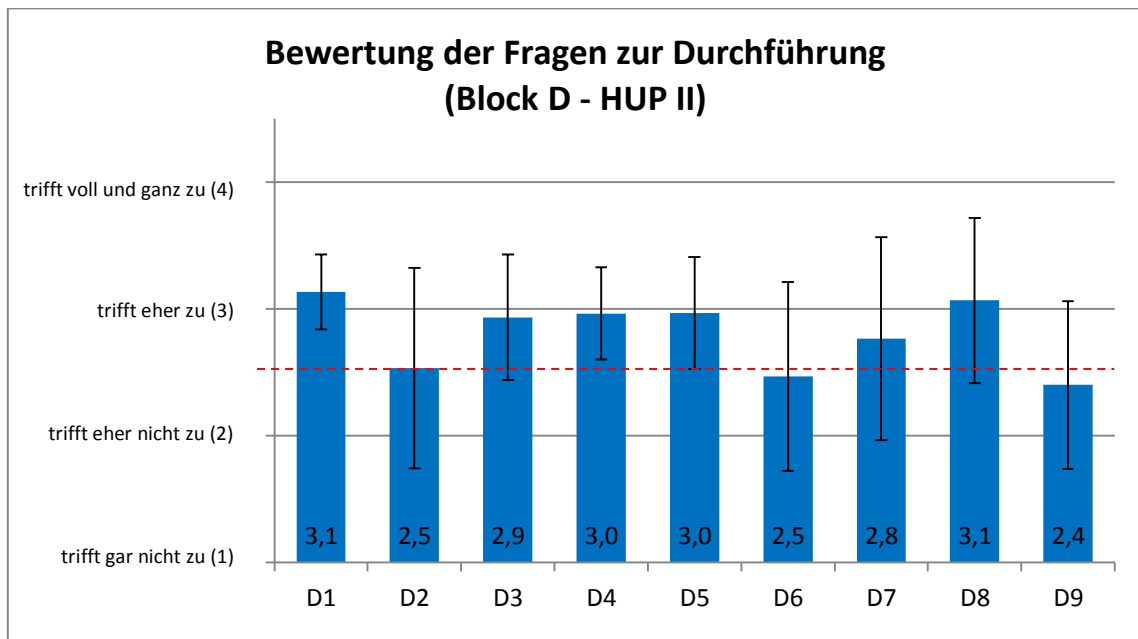


Abb. 4.51: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens, Block D HUP II, mit Standardabweichung

	Frage D1-D9
D1	Die Schüler konnten der Thematik leicht folgen.
D2	Die theoretischen Anforderungen an die SchülerInnen waren hoch.
D3	Die SchülerInnen waren während der Durchführung motiviert.
D4	Die SchülerInnen haben die Kernaussagen der Stunden verstanden und verinnerlicht.
D5	Das Verhältnis zwischen Theorie und Praxis war angemessen.
D6	Die SchülerInnen haben sich ausreichend bewegt.
D7	Das Konzept konnte ich ohne weiteres in der Praxis umsetzen.
D8	Die Übungsaufbauten konnten problemlos durchgeführt werden.
D9	Die Unterrichtsstunden verliefen nach Zeitplan.

Tab. 4.22: Übersicht der Fragen, Block D

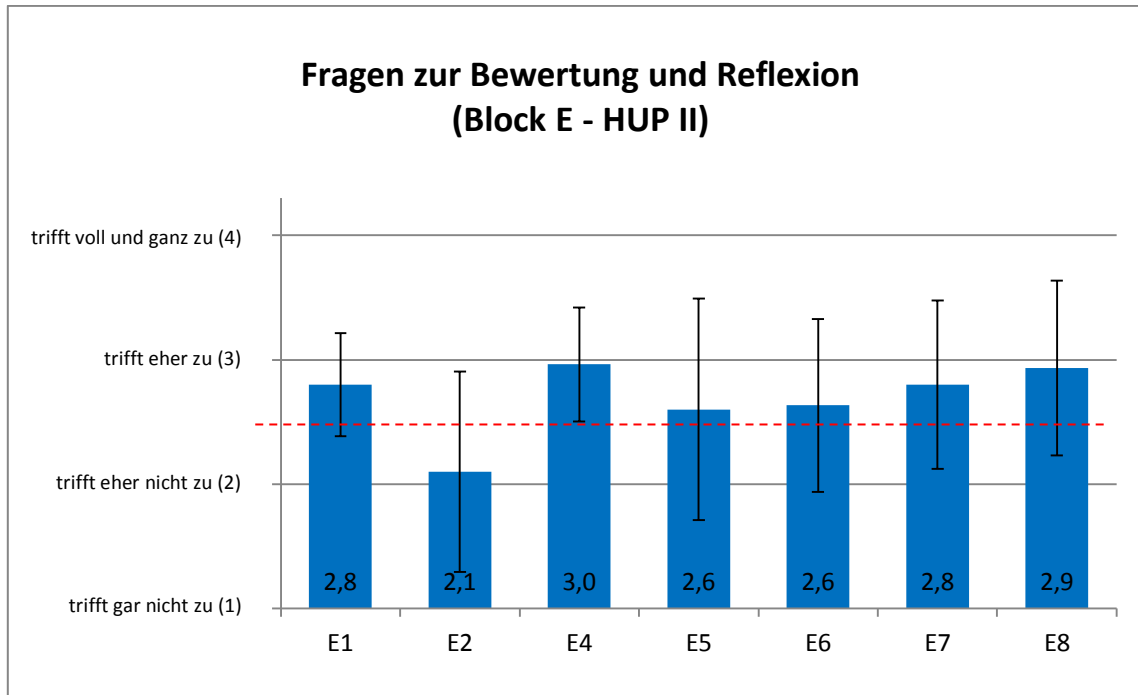


Abb. 4.52: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens, Block E HUP II, mit Standardabweichung

	Frage E1-E8 (ohne E3)
E1	Ich bekam durch das Konzept Anregungen weitere solche Stunden durchzuführen.
E2	Dieses Stundenkonzept kann ohne Änderungen übernommen werden.
E4	Die Durchführung des Stundenkonzepts bereitete mir Freude.
E5	Die Theorie wird zukünftig in meinem Unterricht stärker in den praktischen Teil mit einfließen.
E6	Diese Stundenkonzepte werden Anklang im Lehrerkollegium finden.
E7	Mit diesen Konzepten wird die Aufnahmebereitschaft der SchülerInnen erhöht.
E8	Einen solchen oder ähnlichen Unterricht hatte ich bereits vorher schon einmal durchgeführt.

Tab. 4.23: Übersicht der Fragen, Block E

Block E des Lehrerfragebogens beinhaltet Fragen zur Bewertung und zur Reflexion des Konzepts und wird in Abbildung 4.52. dargestellt. Da die offene Frage E3 nur beantwortet wurde, wenn eine negative Beantwortung von Frage E2 erfolgte, kann E3 im Rahmen dieser Darstellung nicht berücksichtigt werden. Nach den Aussagen der Lehrer bekamen diese durch das Konzept eher Anregungen weitere solche Stunden durchzuführen (E1). Frage E4 („Die Durchführung des Stundenkonzepts bereitete mir Freude“) konnte dies durch einen Minimalwert von 2, eine relativ geringe Standardabweichung und die durchschnittliche Aussage „trifft eher zu“ bekräftigen. Trotzdem sind die Lehrer gegenüber einer Veränderung ihres Unterrichts durch das vermehrte Einfließen von Theorie eher neutral eingestellt (E5). Auch die Aussage, dass das Konzept bei anderen Lehrern Anklang finden wird, beurteilen sie durchschnittlich als annähernd neutral. Die Aufnahmebereitschaft der SchülerInnen durch das Konzept (E7) schätzen die Pädagogen als leicht positiv ein. Auch die Quote derer, die bereits

einen solchen oder ähnlichen Unterricht durchgeführt haben (E8), ist eher positiv. Bei der Frage E2 ist die Diskrepanz der Lehrer am größten, wie die Standardabweichung zeigt. So sind sie durchschnittlich eher nicht der Meinung, dass dieses Stundenkonzept ohne Änderungen übernommen werden kann. Eine vollständige Übernahme der vorgefertigten Stundenverlaufspläne wird jedoch auch nicht beabsichtigt. Das Modulsystem soll den Lehrern als Anregung und Orientierung dienen, muss aber auf die individuelle Situation sowie die Lehrerpersönlichkeit angepasst werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Untersuchung sollte fundierte Erkenntnisse darüber gewinnen, ob und in welchem Rahmen durch die Intervention des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ eine Verbesserung der kognitiven sporttheoretischen Leistungen von Schülern im Bereich der Biomechanik stattfinden kann. Die Kernaussage, die das Konzept dabei verfolgte war, dass das Lernen von Biomechanik umso effektiver ist, je mehr es im Bezug zur eigenen, aktiven Erfahrung betrieben wird. Dieser Lerneffekt bezieht sich sowohl auf Leistungen, insbesondere Transferleistungen, als auch auf problematischer nachvollziehbare Zusammenhänge. Ein weiterer Untersuchungsgegenstand war die Praktikabilität des Konzepts im Schulunterricht.

Im Rahmen der Arbeit haben sowohl Voruntersuchungen, Interviews als auch Rückmeldungen von Lehrern gezeigt, dass die durch den Bildungsplan geforderte Vermittlung biomechanischer Fachinhalte Pädagogen weitreichende Schwierigkeiten bereitet. Der Wunsch nach vielfältiger Unterstützung, sowohl durch Fortbildungen, Experten als auch Unterrichtsmaterialien ist hier stets präsent. Dabei stehen für Lehrer die Fragen „Wie vermittele ich das und was steckt in der Theorie dahinter?“ im Vordergrund.

Das für die gymnasiale Oberstufe in Baden-Württemberg entwickelte Konzept soll eine Verknüpfung zwischen der Sportpraxis und der Sporttheorie – spezialisiert auf den Bereich der Biomechanik – darstellen. Darin werden biomechanische Zusammenhänge auf der Grundlage physikalischer Schulinhalte und anhand von Bewegungserfahrungen der Schüler praktisch erlebt und theoretisch diskutiert. Ein Ziel des Konzepts besteht darin, über sportpraktische Erfahrungen theoretische Hintergründe zu Bewegungsursache und –wirkung wissenschaftspropädeutisch zu thematisieren und zu motivieren. Der entscheidende Faktor ist dabei die zeitliche Abfolge: Vor der theoretischen Aufarbeitung sportbiomechanischer Inhalte, werden diese durch sportpraktisches Erleben ausgewählter Bewegungssituationen motiviert.

Das so erarbeitete Wissen wird dann mittels erweiterter Anwendungsfelder gefestigt und sportpraktisch belegt. Um der Forderung nach Bewegungsumfang und –intensität im Sportunterricht gerecht zu werden, beschränken sich die Theorieeinschübe in Summe auf durchschnittlich 17% der Gesamtdauer.

Das Konzept wurde in Modulform nach dem Baukastenprinzip ausgearbeitet: Der Lehrer hat dabei die Wahl zwischen 23 unterschiedliche Modulen, die unabhängig voneinander unterrichtet werden können. Die in sich eigenständig konzipierten Module bestehen aus zwei aufeinanderfolgenden Schulsportdoppelstunden und sind bezogen auf die Sportinhalte, auf die sportpraktischen Anforderungen des in Baden-

Württemberg in der Oberstufe favorisierten Sportartenkonzepts ausgerichtet. Bei der Erarbeitung ist insbesondere Wert auf die Einhaltung der folgenden didaktischen Prinzipien und methodischen Verfahren gelegt worden, die den Lernprozess effektiveren und die Entwicklung der Kompetenzen seitens der Schüler unterstützen sollen:

- Problemorientiertes Lernen
- Ganzheitliches Lernen
- Entdeckend forschendes Lernen

Welche physikalischen Themen die einzelnen Module beinhalten, zeigt eine Übersichtsmatrix die den Sportthemen die darin jeweils behandelten Physikinhalt zuweist. Jedes Modul wird durch ein ergänzendes Dokument unterstützt, das dem Fachlehrer theoretische Grundlagen und physikalisches Hintergrundwissen zum Modulthema in konzentrierter Form zur Verfügung stellt. Zusätzlich bietet das Konzept Arbeitsblätter und Skizzen zur Veranschaulichung biomechanischer Zusammenhänge im Unterricht. Damit reagiert das Konzept auf die latenten Probleme vieler Sportlehrer im Bereich der Biomechanik:

- Eigenes unzureichendes Fachwissen durch mangelhafte eigene Ausbildung¹⁵ (v.a. an Hochschulen)
- Fehlende physikalische Fachkenntnisse
- Zeitmangel, da die Aufarbeitung der biomechanischen Zusammenhänge relativ komplex und für Biomechanik-Laien mit viel Aufwand verbunden ist
- Keine zeitliche und personelle Möglichkeit fächerübergreifenden Unterricht gemeinsam mit dem Physiklehrer anzubieten
- Angst davor, Physik- oder Sportkollegen um Hilfe zu bitten, da das Bild der eigenen Fachkompetenz darunter leiden könnte
- Unzureichende Anzahl an Fachliteratur mit Anwendungsbezug im Schulrahmen

Das Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ soll nicht als pädagogische Norm verstanden werden. Vielmehr soll die so entstandene Neuakzentuierung Lehrern eine sie unterstützende Möglichkeit eröffnen – ein Angebot, das dabei helfen möchte, die häufig beklagte Diskrepanz zwischen Sportpraxis und Theorie und die oben aufgeführten Probleme zu reduzieren. Das Konzept bietet Anregungen und Fachinformationen, die der individuellen Nutzung durch Pädagogen offen stehen. Die Verantwortung für die Umsetzung der Unterrichtsmethoden und -inhalte sowie die individuelle, auf die Schüler angepasste Gestaltung des Unterrichts, die über Erfolg und Misserfolg von Unterricht entscheidet, liegt nach wie vor bei der Lehrkraft. Sie nimmt mit ihrer ganzen menschlichen Komplexität im Unterrichtsgeschehen die tragende

¹⁵ Vielerorts waren bzw. sind die Themen „Biomechanik“ und „Bewegungslehre“ im Rahmen der Sportlehrer-Ausbildung nicht verbindlich.

Rolle ein. So kann ein Unterrichtskonzept nur dann seine Wirkung entfalten, wenn es einerseits von seiner Klientel wahrgenommen wird, und es andererseits auch in einem bestimmten Rahmen zum Einsatz kommt.

Von Ende 2007 bis Ende 2009 wurde das Konzept im Rahmen von zwei Voruntersuchungen und zwei Hauptuntersuchungen (HUP) entwickelt und untersucht. Die Erprobung des Konzepts in der Praxis erfolgte in den beiden Hauptuntersuchungsphasen, bei denen mit Unterstützung des Regierungspräsidiums Karlsruhe alle Module an Gymnasien in Karlsruhe und Umgebung im Sportunterricht teilweise mehrfach durchgeführt und mittels Fragebögen untersucht wurden. Die Unterrichtsdurchführung fand jeweils in zwei aufeinanderfolgenden Doppelstunden statt. In der HUP1 erfolgte diese durch Studierende des Faches Sport für Lehramt an Schulen unter Beobachtung der Fachlehrer. In der HUP2 führten Fachlehrer in ihren eigenen Klassen ausgewählte Module im Sportunterricht unter Alltagsbedingungen durch. Zuvor wurden die Pädagogen mit den entsprechenden Materialien (Unterlagen zu theoretischen Grundlagen und physikalischem Hintergrundwissen, Stundenverlaufspläne, Arbeitsblätter) versorgt. Dadurch konnte zusätzlich die Vor- und Nachbereitung des Unterrichts durch die Lehrer evaluiert werden.

An der Untersuchung nahmen insgesamt 752 Schüler teil. Bei der Evaluation mittels Fragebögen standen sowohl die kognitive Veränderung des biomechanischen Fachwissens der Schüler (Pre- und Posttest) als auch die Meinungen und Ansichten der Schüler und Lehrer zum Konzept im Mittelpunkt. Ein weiterer Aspekt der Studie war die qualitative Weiterentwicklung der Module, die im Unterricht durch Fachlehrer bewertet wurden. Parallel dazu wurden die Doppelstunden per Videokamera aufgenommen und nach unterschiedlichen Kriterien analysiert. Die Tatsache, dass nur 6% der Lehrer, die an der Studie teilnahmen im zweiten Fach Physik unterrichten und dadurch vermutlich einen inhaltlichen Vorteil gegenüber den anderen untersuchten Sportlehrern besitzen, spricht für ein repräsentatives Ergebnis der Untersuchung.

Bei der Erarbeitung der Module hat sich gezeigt, dass eine Vielzahl an Schnittmengen zwischen den vom Bildungsplan 2004 des Landes Baden-Württemberg geforderten Standards und Inhalten der Fächer Sport und Physik existieren, die im Rahmen des vorliegenden Konzepts im Schulsport sinnvoll verknüpft und adäquat umgesetzt werden können.

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass durch die Intervention des Unterrichtskonzepts „Vom Tun zum Verstehen“ eine deutliche Verbesserung des biomechanischen Wissens der Schüler erreicht wird. Ebenso konnte belegt werden, dass ein Interesse seitens der Schüler an der Sporttheorie, speziell der Biomechanik, besteht. Der Einsatz des Konzepts im Schulunterricht unter realen Bedingungen in der Sporthalle erwies sich als praktikabel. Jene Lehrer, die im eigenen Unterricht die Intervention durchführten, gaben an, dass ihnen die Durchführung des Konzepts in der Praxis Freude bereitete. Sie fühlten sich durch die zur Verfügung gestellten

Materialien, die das physikalische Hintergrundwissen zum Thema lieferten, unterstützten und sprachen sich für eine Ausweitung des Konzepts aus. Die Ergebnisse aus der Bewertung des Konzepts durch die Schüler zeigten, dass diese dem Konzept „Vom Tun zum Verstehen“ durchweg positiv bis neutral gegenüberstehen. Sie konnten sowohl der Unterrichtsthematik leicht folgen als auch die thematisierten biomechanischen Inhalte durchdringen. Dieses Bild konnte von den Pädagogen bestätigt werden. Ein bedeutendes Ergebnis der Studie im Rahmen der Unterrichtsentwicklung besteht in der Tatsache, dass durch das Unterrichtskonzept „Vom Tun zum Verstehen“ alle Schüler gleichermaßen gefördert werden. Weder durch das Geschlecht der Jugendlichen, noch durch deren Leistungsstand in den Fächern Sport und Physik werden Schüler durch das Konzept benachteiligt. Dem hehren pädagogischen Ziel des Bildungsplans nach differenzierter Förderung jedes einzelnen Schülers kann demnach entsprochen werden.

Weitere Untersuchungen bezüglich der mit den Schülern erarbeiteten kognitiven Inhalte wären überaus interessant. So könnte geprüft werden, ob die Vermutung der befragten Lehrer, dass das Unterrichtskonzept die Nachhaltigkeit des Gelernten begünstigt, zutrifft. In diesem Zusammenhang wären Erhebungen sinnvoll, die etwa ein halbes Jahr und ein Jahr nach der Intervention bzw. parallel zur Abiturprüfung der bereits untersuchten Schüler durchgeführt würden und so die mittel- bis langfristige Nachhaltigkeit des Konzepts untersuchen. Fraglich ist jedoch, ob eine solche Folgestudie durch die Schulaufsichtsbehörden genehmigt werden könnte, da ein solches Projekt mit einem erneuten, den Schulalltag belastenden und logistisch sehr aufwändigen Eingriff verbunden wäre – man denke nur an die Kurszusammensetzungen der Oberstufenschüler, die noch im Klassenverbund untersucht wurden.

Dass die relativ junge Disziplin der Sportbiomechanik durch ihren Aufklärungscharakter nicht nur im Hochleistungssport, sondern auch im Rahmen von Prävention und Rehabilitation eine immer wichtigere Rolle einnimmt, ist unumstritten. Jedoch auch im Schulrahmen, der immer mehr durch die Forderungen nach Fächerverbänden und fachübergreifenden Themen geprägt ist, wird sich die Biomechanik als Wissenschaft zwischen der Physik, dem Sport und dem Menschen weiter etablieren. Bei der Vermittlung der für Schüler relevanten Inhalte sind die Forderungen des Bildungsplans dabei zwar notwendig aber keineswegs hinreichend. Den Schülern sollte im Schulsport die Möglichkeit eröffnet werden, physikalische Phänomene am eigenen Körper erleben und somit besser verstehen zu können. Zweifelsohne muss die Vermittlung motorischer Fähigkeiten im Sportunterricht das zentrale Anliegen darstellen, trotzdem sollten die Schüler durch eigene Erfahrungen und Einsicht motiviert werden, diese den Fachunterricht überschreitenden Kompetenzen zu entwickeln. Die Chancen, die sich durch eine Kooperation anderer Fächer mit dem Sportunterricht insbesondere durch den Erwerb von Transferwissen in der Praxis eröffnen, sind vielfältig. In den meisten Fällen bleiben sie jedoch ungenutzt. Um eine nachhaltige Entwicklung auf diesem

Gebiet zu erreichen, muss ein bildungspolitisches Umdenken stattfinden, das sich von akzentuierten verpflichtenden Inhalten mit Praxisbezug innerhalb der Lehrerausbildung an Hochschulen bis hin zur Unterstützung von Fachlehrern im Sportunterricht erstreckt.

So kann das vorliegende Konzept zwar nur einen Aspekt möglicher Unterstützungsmaßnahmen repräsentieren, der Nutzen für die Schulpraxis ist jedoch als relativ hoch einzuschätzen. Lehrern wird durch die Veröffentlichung des Baukastensystems ein in der Schulpraxis evaluiertes und im Unterricht praktikables Werkzeug an die Hand gegeben, mit dem sie schnell und effektiv arbeiten können ohne ein unverhältnismäßig hohes Zeitepensum für die Vorbereitung und Einarbeitung in die jeweilige biomechanische Thematik der Module aufbringen zu müssen. Des Weiteren kann das Konzept die Kooperation zwischen den Fächern Sport und Physik, die an Schulen als auch an Hochschulen in der Regel nur sehr schwach ausgebaut ist, fördern und so eine Vorreiterrolle übernehmen. Gemeinsame Schnittmengen werden aufgezeigt und Inhalte des jeweils anderen Fachs auf eine ansprechende und nachvollziehbare Art und Weise dargestellt, die den Bezug zur eigenen Thematik herstellt.

Durch die Erweiterbarkeit des Konzepts „Vom Tun zum Verstehen“ um andere Themen sowie Module ist die Möglichkeit gegeben, auf zukünftige Änderungen des Bildungsplanes zu reagieren und der hinter dem Konzept stehenden Philosophie so eine langfristige Zukunftsperspektive zu sichern. Der Physiker würde sagen, dass es sich dabei um ein offenes System handelt.

6 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Anzahl der aktiven Wissenschaftler beim ECSS 2000 & 2010	2
Abb. 2.1: Bestimmung der Didaktik nach Gegenstandsfeldern (nach KRON, 2004)	6
Abb. 2.2: Allgemeindidaktische Prinzipien (STADLER, 2003, S. 78)	7
Abb. 2.3: Beliebtheit von Schulfächern bei 13- bis 19-jährigen Deutschen (Institut für Jugendforschung 2004, S. 9). Zehnstufige Skala mit „10“ als Bestwert	28
Abb. 2.4: Interessenunterschiede zwischen Mädchen und Jungen, 9. Schuljahr. Aufgetragen ist für jedes Fach die Differenz des Anteils der Jungen (in Prozent aller Jungen), die das Fach als „interessant“ oder „sehr interessant“ bewerteten (5-stufige Skala), und des entsprechenden Anteils der Mädchen (nach Daten von HOFFMANN, LEHRKE 1985, S. 38)	29
Abb. 2.5: Interesse an Tätigkeiten im Physikunterricht, Schüler (n=4034) der Klasse 9. Aufgetragen ist der Anteil der Schüler (%) mit „sehr großem“ oder „großem“ Interesse für eine Tätigkeit (nach HOFFMANN & LEHRKE, 1985)	31
Abb. 2.6: Der Bildungsauftrag des Gymnasiums (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2010, Homepage)	32
Abb. 3.1: Kommunikation und implizites Wissen (NEUWEG, 1999, S. 10)	37
Abb. 3.2: Der Zusammenhang von Theorie, Modellen und Konzepten (mod. nach KRON, 2004, S. 59)	41
Abb. 4.1: Individualsportarten des Konzepts	54
Abb. 4.2: Mannschaftssportarten des Konzepts	54
Abb. 4.3: Weitere Sportarten und übergeordnete Themen	54
Abb. 4.4: Stundenverlaufsplan am Beispiel der ersten Unterrichtseinheit zum Thema „Allgemein: Spielen mit Bällen“	56
Abb. 4.5: Beispiel eines Anhangs eines Stundenverlaufsplans	57
Abb. 4.6: Skizze zur Rotation des Körpers beim Angriffsschlag im Volleyball	58
Abb. 4.7: Bildserie zum Standwurf	61
Abb. 4.8: Verschiedene Eintreffwinkel des Basketballs in den Korb	61
Abb. 4.9: Basketball mit Rückwärtsrotation (unter Vernachlässigung der Gewichtskraft)	63
Abb. 4.10: Übersicht der Untersuchungsphasen im zeitlichen Verlauf	64
Abb. 4.11: Schülerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS.	71
Abb. 4.12: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 1 von 4 der HUP I	72
Abb. 4.13: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 2 von 4 der HUP I	73

Abb. 4.14: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 3 von 4 der HUP I	74
Abb. 4.15: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 4 von 4 der HUP I	75
Abb. 4.16: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 1 von 3 der HUP II	77
Abb. 4.17: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 2 von 3 der HUP II	78
Abb. 4.18: Lehrerfragebogen zur Evaluation einer Unterrichtsdoppelstunde im Rahmen des Theorie-Praxis-Konzepts des IfSS, Seite 3 von 3 der HUP II	79
Abb. 4.19: Inhaltlicher Schülerfragebogen am Beispiel „Leichtathletik: Speerwurf“ Seite 1.....	81
Abb. 4.20: Inhaltlicher Schülerfragebogen am Beispiel „Leichtathletik: Speerwurf“ Seite 2.....	82
Abb. 4.21: Sportliche Aktivität in den letzten zwei Wochen, gesamt.....	90
Abb. 4.22: Sportliche Aktivität in den letzten zwei Wochen, Vergleich männlich - weiblich.....	90
Abb. 4.23: Fachnote Sport des Vorjahres, gesamt.....	91
Abb. 4.24: Fachnote Sport des Vorjahres, Vergleich männlich - weiblich	91
Abb. 4.25: Fachnote Physik des Vorjahres	92
Abb. 4.26: Fachnote Physik des Vorjahres, Vergleich männlich - weiblich.....	92
Abb. 4.27: Gesamtergebnis des Schülerfragebogens, mit Standardabweichung	93
Abb. 4.28: Geschlechtsspezifische Auswertung des Schülerfragebogens mit Standardabweichung.....	94
Abb. 4.29: Gesamtergebniss bei Pre- und Posttest mit Standardabweichung	95
Abb. 4.30: Geschlechtsspezifische Veränderung des Gesamtergebnisses von Pre- zu Posttest mit Standardabweichung	96
Abb. 4.31: Vergleich der Ergebnisse von Pre- und Posttest der Kontroll- und Interventionsgruppe mit Standardabweichung.....	97
Abb. 4.32: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens, Block B, mit Standardabweichung.....	101
Abb. 4.33: Ergebnisübersicht nach Aufteilung in sechs Bereiche mit Standardabweichung.....	105
Abb. 4.34: Ergebnisübersicht der Fragen C13-C15 mit Standardabweichung	106
Abb. 4.35: Ergebnis Frage C32a	107
Abb. 4.36: Ergebnis Frage C32b	108
Abb. 4.37: Vergleich der Fragen F3 und C4 mit Standardabweichung	108
Abb. 4.38: Vergleich der Fragen F2 und dem Mittelwert aus C2 und C3 mit Standardabweichung.....	109
Abb. 4.39: Vergleich der Fragen F5 und C6 mit Standardabweichung	110
Abb. 4.40: Vergleich der Fragen F6 und C9 mit Standardabweichung	110

Abb. 4.41: Vergleich der Fragen F7 und C18 mit Standardabweichung	111
Abb. 4.42: Vergleich der Fragen F8 und C19 mit Standardabweichung	111
Abb. 4.43: Vergleich der Fragen F9 und C21 mit Standardabweichung	112
Abb. 4.44: Vergleich der Fragen F10 und C22 mit Standardabweichung	112
Abb. 4.45: Gesamtergebnis des Schülerfragebogens HUP II mit Standardabweichung	113
Abb. 4.46: Auswertung des Schülerfragebogens im Vergleich von HUP I und HUP II mit Standardabweichung	114
Abb. 4.47: Gesamtergebnis bei Pre- und Posttest mit Standardabweichung (HUP II).....	115
Abb. 4.48: Geschlechtsspezifische Veränderung des Gesamtergebnisses von Pre- zu Posttest mit Standardabweichung (HUP II)	115
Abb. 4.49: Gesamtergebnis bei Pre- und Posttest im Vergleich von HUP I und HUP II mit Standardabweichung	116
Abb. 4.50: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens vorher, nachher, Block C HUP II, mit Standardabweichung	116
Abb. 4.51: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens, Block D HUP II, mit Standardabweichung.....	118
Abb. 4.52: Gesamtergebnis des Lehrerfragebogens, Block E HUP II, mit Standardabweichung.....	119

7 Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Standards und Inhalte des Bildungsplans 2004 der Klassenstufen 9 bis 12 für die Fächer Physik (Mechanik), Sport und NWT	22
Tab. 2.2: Beispiele für „Lebendige Physik“ im Physiklehrplan (nach WIESNER, 2005) ...	24
Tab. 2.3: Neueinschreibungen im Fach Physik im WS 08/09 und SS09 (NIENHAUS, 2009, S. 30).....	30
Tab. 3.1: Vergleich verschiedener Konzepte für Schüler und Lehrer mit biomechanischer Relevanz	47
Tab. 3.2: Sport-Physik-Matrix	51
Tab. 4.1: Theorieanteil der einzelnen Module	59
Tab. 4.2: Übersicht der evaluierten Module in Hauptuntersuchungsphase (HUP) I & II.....	67
Tab. 4.3: Übersicht der G8-Einführung und doppelter Abiturjahrgänge nach Bundesländern sortiert (vgl. Kultusministerkonferenz: www.kmk.de)	69
Tab. 4.4: Übersicht der evaluierten Klassenstufen und Klassen	70
Tab. 4.5: Verteilung Schülerinnen und Schüler der Hauptuntersuchungsphase I	88
Tab. 4.6: Verteilung Schülerinnen und Schüler der Hauptuntersuchungsphase II	88
Tab. 4.7: Übersicht der Fragen F1 bis F10.....	93
Tab. 4.8: Gruppenstatistik Physiknote, Pretest.....	98
Tab. 4.9: Gruppenstatistik Sportnote, Pretest	98
Tab. 4.10: Gruppenstatistik Physiknote, Veränderung Pre- zu Posttest	98
Tab. 4.11: Gruppenstatistik Sportnote, Veränderung Pre- zu Posttest.....	98
Tab. 4.12: Fächerverteilung der Lehrer	100
Tab. 4.13: Ergebnisse des Lehrerfragebogens, Fragen A2, A4 und A6	100
Tab. 4.14: Übersicht der Fragen, Block B	101
Tab. 4.15: Mittelwerte Block C	102
Tab. 4.16: Gesamtübersicht der Subgruppeneinteilung, Block C	104
Tab. 4.17: Ergebnisübersicht nach Aufteilung in sechs Bereiche.....	105
Tab. 4.19: Übersicht der Fragen C13, C14 und C15	106
Tab. 4.19: Übersicht über Vergleichsfragen von Schüler- und Lehrerfragebogen.....	109
Tab. 4.20: Übersicht der Fragen F1 bis F10.....	113
Tab. 4.21: Übersicht der Fragen F1 bis F10.....	117
Tab. 4.22: Übersicht der Fragen, Block D.....	118
Tab. 4.23: Übersichte der Fragen, Block E	119

8 Literaturverzeichnis

8.1 Zitierte Literatur

- Aschebrock, H. & Hübner, H. (1989). Die Curriculumforschung ist tot - es lebe die Curriculumforschung. In Scherler, K. (Hrsg.), *Sportpädagogik - wohin?* (87-119). Bielefeld: Dvs-Geschäftsstelle, Univ., Abt. Sportwiss.
- Atkinson, R.L., Fredrickson, B. & Smith, E. E. (1990). *Introduction to Psychology* (10. Aufl.). San Diego: Cengage Learning Services.
- Ballreich, R. (1988). *Grundlagen der Biomechanik des Sports : Probleme, Methoden, Modelle*. Stuttgart: Enke.
- Bastian, J. (1991). Schüler als Forscher. Ein Traum-Bild vom Schüler? *Pädagogik*, 46 (2), 6-11.
- Bender, J. (2003). *Entdeckendes Lernen – Entstehung, notwendige Voraussetzungen und Kompetenzen, Praxis*. München: Grin.
- Bönsch, M. (1998). Handlungsorientierung. In Haarmann, D. (Hrsg.), *Wörterbuch Neue Schule. Die wichtigsten Begriffe zur Reformdiskussion*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bouchard, T. J. (1976). Field Research Methods: Interviewing, Questionnaires, Participant Observation, Systematic Observation, Unobtrusive Measures. In Dunette, M. D. (Hrsg.), *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*. Chicago: Rand McNally.
- Brenzinka, W. (1984). „Modelle“ in Erziehungstheorien. Ein Beitrag zur Klärung der Begriffe. *Zeitschrift für Pädagogik* 30, 835-858.
- Brodtmann, D. & Landau, G. (1982). An Problemen lernen. *Sportpädagogik*, 6 (3), 16-22.
- Brodtmann, D. (1984). Problemorientierter Sportunterricht. Eine Einführung. In Brodtmann, D. (Hrsg.), *Unterrichtsmodelle zum problemorientierten Sportunterricht*. (Reihe Schulsport Praxis.). (11-13). Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- Bruckmann, K. & Recktenwald H.-D. (2003). *Schulbuch Sport*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Bruner, J. S. (1981). Der Akt der Entdeckung. In Neber, H. (Hrsg.), *Entdeckendes Lernen*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Criblez, L. (1996). Wissenschaft und Forschung in der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 14 (1), 61-74.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Dreiling, N. & Schweihofen, C. (2004). Schulsport 11-13: Praxis und Theorie aus dem Blickwinkel gymnasialer Leistungsanforderungen. In Dreiling, N. & Schweihofen, C. (Hrsg.), *Sammelband der Zeitschrift Sportpädagogik*, 2-8.
- Dubs, R. (1995). Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41 (6), 889-903.
- Frommel, H., Gödde, T., Styperek, E. & Weiß, R. (2006a). Sport und Physik – eine sinnvolle (Fächer-) Verbindung? Teil 1: Umsetzung der neuen Bildungsstandards in einem Unterrichtsprojekt. *sportunterricht*, 55 (1), 10-14.

- Frommel, H., Gödde, T., Styperek, E. & Weiß, R. (2006b). Sport und Physik – eine sinnvolle (Fächer-) Verbindung? Teil 2: Handreichungen zur praktischen Umsetzung des Unterrichtsprojekts zum Kugelstoßen. *sportunterricht*, 55 (1), 15-18.
- Göhner, U. (2004). *Bewegungslehre und Biomechanik des Sports: Fundamentum mit Überschlagbewegungen*. Tübingen: Göhner.
- Golecki, R. (1999). Ziele und Formen fächerverbindenden Unterrichts auf der gymnasialen Oberstufe. In Golecki, R. (Hrsg.), *Fächerverbindender Unterricht auf der gymnasialen Oberstufe (19-40)*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Gudjons, H. (1997). *Handlungsorientiert Lehren und Lernen. Schüleraktivierung – Selbsttätigkeit – Projektarbeit*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Hasenbusch, W. (1991). *Biomechanik für den Sportunterricht in der Schule: didaktisch-methodische Hilfen bei der Planung und Durchführung von Unterricht zur Fertigkeitsvermittlung im Sport*. Bonn: Eigenverlag Walter Hasenbusch.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität – erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze: Kallmeyer.
- Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1985). *Eine Zusammenstellung erster Ergebnisse aus der Querschnitterhebung 1984 über Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr*. Kiel: IPN.
- Homberger, D. (2005). *Lexikon Schulpraxis: Theorie- und Handlungswissen für Ausbildung und Unterricht*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Institut für Jugendforschung (2004). *Meinungen und Einstellungen von Schülern zum Thema Chemie*. München: IJF.
- Jank, W. & Meyer, H. (1994). *Didaktische Modelle*. Frankfurt: Cornelsen.
- Keck, R.W., Sandfuchs, U. & Feige, B. (2004). *Wörterbuch Schulpädagogik. Ein Nachschlagewerk für Studium und Schulpraxis*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Klafki, W. (1983). Verändert Schulforschung die Schulwirklichkeit? *Zeitschrift für Pädagogik*, 30 (2), 281-296.
- Kron, F. W. (2004). *Grundwissen Didaktik*. München: Reinhardt.
- Kurz, D. (1976). Theorie im Unterricht. In Gabler, H. (Hrsg.), *Schulsportmodelle in Theorie und Praxis. Unter Berücksichtigung einer empirischen Untersuchung von Sportzugklassen (270-287)*. Schorndorf: Hofmann.
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.). (1998). *Sportunterricht ohne Grenzen. Beiträge des Faches Sport zum fächerübergreifenden Unterricht im Wahlpflichtbereich der Sekundarstufe I*. Soest.
- Landwehr, B. (2002). *Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik*. Berlin: Logos.
- Langenfeld, H., Aschebrock, H., Pfeiffer, L. & Stork, H. M. (1980). Welche Konsequenzen hat das Leistungsfach Sport für den Schulsport und die Sportlehrerausbildung? In ADL (Hrsg.), *Theorie in der Sportpraxis (108-115)*. Schorndorf: Hofmann.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik?* Göteborg: Acta Univ. Gothoburgensis.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In Allemann-Ghionda, C. & Terhart E. (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung im Lehrerberuf: Ausbildung und Beruf. (51. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik)*, 47-70. Weinheim, Basel: Beltz.
- Mathelitsch, L. & Thaller, S. (2008). *Sport und Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- May, L.-P. (2003). Physik und Sport in der Literatur. *Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule*, 2/52, 13-14.

- May, L.-P. & Kayser, F. (2003). Wie kommt der Wasserspringer in den Physiksaal? *Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule*, 2/52, 8-12.
- Mayr, H. (2002). Sportliches im Physikunterricht. *Unterricht Physik*, 13 (70), 29-31.
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik – immer unbeliebter?* Baltmannsweiler: Schneider.
- Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg (1984). *Lehrplan für das Gymnasium LPH 8/1984*. Villingen-Schwenningen: Neckar.
- Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg (1994). *Bildungsplan für das Gymnasium LPH 4/1994*. Villingen-Schwenningen: Neckar.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2004). *Bildungsplan für das Gymnasium LPH 4/2004*. Villingen-Schwenningen: Neckar.
- Migge, B. (2007). *Handbuch Coaching und Beratung*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Müller, W. (2002). Vom Spiel zur Physik. *Unterricht Physik*, 13 (70), 15-17.
- Naul, R. (1977). Das Normenbuch Sport und seine Folgen für die Reform der Sekundarstufe II. *sportunterricht*, 26, 184-189.
- Naul, R. (1990). Wissenschaftspropädeutisches lernen. *Sportpädagogik*, 14 (2), 76-80.
- Naul, R. & Schulz, N. (1992). 20 Jahre Leistungsfach Sport – Versuch einer Bilanz. *sportunterricht*, 41 (7), 274-283.
- Neber, H. (Hrsg.). (1973). *Entdeckendes Lernen*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Neuweg, G. H. (1999). *Könnerschaft und implizites Wissen: Zur lehrtheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie Michael Polanyis*. Münster: Waxmann.
- Nienhaus, G. U. (2009). Studierendenzahlen weiter angestiegen. *Physik Journal*, 8 (8/9), 30-33.
- Prohl, R. & Krick, F. (2006). DSB-SPRINT-Studie. In Deutscher Sportbund (Hrsg.), *Lehrplan und Lehrplanentwicklung – Programmatische Grundlagen des Schulsports (19-53)*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Röthig, P., Prohl, R., Carl, K., Kayser, D., Krüger, M., Scheid, V., et al (2003). *Sportwissenschaftliches Lexikon (7. Aufl.)*. Schorndorf: Hofmann.
- Schecker, H. (2009). Rezension – Gottfried Merzyn: *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik – immer unbeliebter?* *PhyDid*, 2/8, 84-85.
- Schewe, H. (2000). *Biomechanik – Wie geht das?* Stuttgart: Thieme.
- Schlüter, D. (1992). Theorievermittlung im Grundkurs der gymnasialen Oberstufe. *sportunterricht*, 41 (10), 401-407.
- Schnur, A., Schwameder, H. & Stadler, R. (2010). Biomechanik im Sport erfahrbar machen. *sportunterricht*, 59 (7), 194-199.
- Schulz, N. (2003). Fachspezifisches und Schulformspezifisches im gymnasialen Oberstufensport – Zum Praxis-Theorie-Bezug in Theorie und Praxis. In Bach, I. & Siekmann, H. (Hrsg.), *Bewegung im Dialog (151-165)*. Hamburg: Czwalina.
- Schweihofen, C. & Dreiling, N. (2004). Schulsport 11-13: Praxis und Theorie aus dem Blickwinkel gymnasialer Leistungsanforderungen. In Dreiling, N. & Schweihofen, C. (Hrsg.), *Sammelband der Zeitschrift Sportpädagogik*, 2-8.
- Spitzer, M. (2002). *Lernen: Gehirnforschung und Schule des Lebens*. Berlin: Spektrum.
- Stadler, R. (2003). *Prinzipien, Modelle und Projekte für sporttheoretisches und sportpraktisches Lehren und Lernen im fächerübergreifenden Unterricht*. Habilitationsschrift an der Geisteswissenschaftlichen Fakultät der Paris-Lodron-Universität Salzburg.

- Stadler, R. (2005). *Sportkunde – Prinzipien, Modelle, Projekte*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Statistisches Bundesamt (2010). *Hochschulen auf einen Blick – Ausgabe 2010*. Wiesbaden: Eigenverlag.
- Stibbe, G. (1993). *Zur Tradition von Theorie im schulischen Sportunterricht. Eine Untersuchung über die Entwicklung der Kenntnissvermittlung in Schulsportkonzepten von 1770 bis 1945*. Ahrensburg: Czwalina.
- Sust, M. (1996). Modular aufgebaute deterministische Modelle menschlicher Bewegung. In Ballreich, R. & Baumann, W. (Hrsg.), *Grundlagen der Biomechanik des Sports* (196-218). Stuttgart: Enke.
- Trebels, A. H. (1994). Sportpraxis auf die Sporttheorie beziehen. *Sportpädagogik*, 18 (1), 58-61.
- von Aufschnaiter, S. & Welzel, M. (Hrsg.) (2001). *Nutzung von Vidoedaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen*. Münster: Waxmann.
- Wahrig, G. (1986). *Deutsches Wörterbuch*. Gütersloh, München: Bertelsmann.
- Wiesner, H. (2005). Lebendige Physik – Physikunterricht interessanter und fächerübergreifend gestalten. *Unterricht Physik*, 16 (85/86), 4-8.
- Willimczik, K. (1989). *Biomechanik der Sportarten*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Winter, H. (1989). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht: Einblicke in die Ideengeschichte und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.

8.2 Weiterführende Literatur

- Aschebrock, H. (2001). Lehrplanentwicklung im Sport. In Haag, H. & Hummel, A. (Hrsg.), *Handbuch Sportpädagogik* (138-148). Schorndorf: Hofmann.
- Aschebrock, H. & Stibbe, G. (2004). Tendenzen der Lehrplanforschung und Lehrplanentwicklung. In Balz, E. (Hrsg.), *Schulsport verstehen und gestalten* (89-102). Aachen: Meyer & Meyer.
- Baca, A. (2009). Rezension: Mathelitsch, L. & Thaller, S. (2008). Sport und Physik. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 21 (1), 96-100.
- Baer, M., Fuchs, M., Füglistner, P., Reusser, K. & Wyss, H. (2006). *Didaktik auf psychologischer Grundlage*. Bern: h.e.p.
- Ballreich, R. & Kuhlow-Ballreich, A. (1992). *Biomechanik der Leichtathletik*. Stuttgart: Enke, Band 1.
- Ballreich, R. & Kuhlow-Ballreich, A. (1992). *Biomechanik der Sportspiele. Teil 1. Einzel- und Doppelspiele*. Stuttgart: Enke, Band 3.
- Ballreich, R. & Kuhlow-Ballreich, A. (1992). *Biomechanik der Sportspiele. Teil 2. Mannschaftsspiele*. Stuttgart: Enke, Band 3.
- Balz, E. (2002). Neue Richtlinien und Lehrpläne in Nordrhein-Westfalen. *sportunterricht*, 51 (6), 184-187.
- Bauer, R. (1998). Lernen an Stationen. Neue Möglichkeiten schülerbezogenen und handlungsorientierten Lernens. *Pädagogik*, 53 (7-8), 25-27.
- Bayrhuber, H., Finkbeiner, C., Spinner, K. H. & Zwergel, H. A. (Hrsg.) (2001). *Lehr- & Lernforschung in den Fachdidaktiken*. Innsbruck: Studien Verlag.
- Becker, E., Hercher, J. & Neuber, N. (Hrsg.). (2000). *Schulsport auf neuen Wegen – Herausforderungen für die Sportlehrerbildung*. Butzbach-Griedel: Afra.
- Berger, A. (2002). *Bildung und Ganzheit*. Frankfurt am Main: Europäischer Verlag der Wissenschaften.
- Bergstedt, Ch., Dietrich, V. & Liebers, K. (Hrsg.) (2007). *Naturwissenschaft und Technik 1*. Berlin: Cornelsen.

- Bielefelder Sportpädagogen (1998). *Methoden im Sportunterricht* (3. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Blankertz, H. (1986). *Theorien und Modelle der Didaktik* (11. Aufl.). Weinheim: Juventa.
- Baumann, W. (1989). *Grundlagen der Biomechanik*. Schorndorf : Hofmann.
- Blömeke, S., Bohl, T., Haag, L., Lang-Wojtasik, G. & Sacher, W. (Hrsg.) (2009). *Handbuch Schule*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Bönsch, M. (2000). Unterrichtsmethoden konstruieren Lernwege. In Seibert, N. (Hrsg.), *Unterrichtsmethoden kontrovers* (23-69). Bad Heilbrunn/Obb.: Julius Klinkhart.
- Bräutigam, M. (2003). *Sportdidaktik. Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Brodtmann, D. & Trebels, A. H. (1983). *Sport begreifen, erfahren und verändern*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- Brodtmann, D. & Dietrich, K. (1983). *Schulsport Praxis*. Reinbek: Rowohlt.
- Brodtmann, D. (1984). *Sportunterricht und Schulsport*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Brodtmann, D. (2001). Der Fortschritt ist eine Schnecke. Oder: Zum Problem der (Un)-Wirksamkeit neuer Richtlinien. In Zimmer, R. (Hrsg.), *Erziehen als Aufgabe. Sportpädagogische Reflexionen* (304-312). Schorndorf: Hofmann.
- Cortina, K. S., Baumert, J., Leschinsky, A., Mayer, K. U. & Trommer, L. (2008). *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Cooper, J. M., (1983). Historical overview of biomechanics. *Proceedings of the 1. International Symposium on Biomechanics in Sports (1983)*. Retrieved December 10, 2009, from ISBS - Conference Proceedings Archive.
- Elflein, P. (2002). *Sportpädagogik und Sportdidaktik*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Emer, W. & Lenzen, K.-D. (2002). *Projektunterricht gestalten – Schule verändern*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Emmerich, M. & Groneick, U. (Hrsg.) (2003). *Lehren & Lernen – 100 Fachbegriffe von A bis Z*. Bonn: Idee & Produkt Verlag.
- Friedmann, K. (2007). *Fit sein durch Ausdauer und Kraft. Sporttheorie für die Schule* (7. Aufl.). Pfullingen: Promos.
- Friedrich, W. (2005). *Optimales Sportwissen*, Balingen: Spitta.
- Geßmann, R. & Schulz, N. (1995). Welche Rolle spielen Unterrichtskonzepte in Schulsport-Lehrplänen? *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 36 (1), 1-13.
- Göhner, U. (1996). *Bewegungslehre und Biomechanik des Sports: Eine praxisorientierte Darstellung*. Tübingen: Göhner.
- Göhner, U. (2008). *Angewandte Bewegungslehre und Biomechanik des Sports: Themenschwerpunkt Abspringen; eine Einführung mit zahlreichen Abbildungen und Aufgaben*. Tübingen: Göhner.
- Größing, S. (2007). *Einführung in die Sportdidaktik*. Wiebelsheim: Limpert.
- Grüntgens, W. J. (2000). *Problemzentriertes Lernen statt didaktischer Prinzipien*. Neuwied: Luchterhand.
- Haag, H. (1996). *Einführung in das Studium der Sportwissenschaft* (2. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Haarmann, D. (1998). *Wörterbuch Neue Schule. Die wichtigsten Begriffe zur Reformdiskussion*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Hänsel, D. (1993). Die Wahrheit über die Projektmethode? *Pädagogik*, 48 (7-8), 65.
- Hänsel, D. (1997). Projektmethode und projektunterricht. In Hänsel, D. (Hrsg.), *Handbuch Projektunterricht* (54-92). Weinheim, Basel: Beltz.

- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 107-126.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftliche Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Hegner, J. (2008). *Training fundiert erklärt* (3. Aufl.). Herzogenbuchsee: Ingold.
- Hellberg-Rode, G. (2004). Entdeckendes Lernen. In Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.), *Basiswissen Sachunterricht Band 2. Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht* (99-104). Baltmannsweiler: Schneider.
- Heursen, G. (1996). Didaktische Prinzipien. Hilfen zum Umgang mit didaktischer Vielfalt. *Pädagogik*, 51 (6), 42-46.
- Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 189-204.
- Homann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2002). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Hopman, S. & Künzli, R. (1998). Entscheidungsfelder der Lehrplanarbeit: Grundzüge einer Theorie der Lehrplanung. In Künzli, R. & Hopmann, S. (Hrsg.), *Lehrpläne: Wie sie entwickelt werden und was von ihnen erwartet wird* (17-34). Chur: Rüegger.
- Höttecke, D. (Hrsg.). (2008). *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung*. Berlin: LIT.
- Hummel, A. (2000). Schulsportkonzepte zwischen totaler Rationalisierung und postmoderner Beliebigkeit. *sportunterricht*, 49 (1), 9-13.
- Imhof, Ch., Partoll, A. & Wyss, T. (2006). *tippfit: Bewegung verstehen, erleben, geniessen*. Bern: Schulverlag blmv.
- Jakob, M. (2002). Vormachen – Nachmachen – Mitmachen. *Sportpädagogik*, 4, 16-18.
- Kassat, G. (1993). *Biomechanik für Nicht-Biomechaniker: alltägliche bewegungstechnisch-sportpraktische Aspekte*. Bünde: Fitness-Contur-Verlag.
- Kastner, J., Pollany, W. & Sobotka, R. (1978). Der Schlagwurf im Handball. *Leistungssport*, 4, 287-298.
- Klafki, W. (1971). Didaktik. In Groothoff, H.-H. & Stallmann, M. (Hrsg.), *Neues Pädagogisches Lexikon* (225-232). Stuttgart: Kreuz.
- Klafki, W. (1985). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Klafki, W. (1996). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (5. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Klafki, W. (2001). Bewegungskompetenz als Bildungsdimension. In Prohl, R. (Hrsg.), *Bildung und Bewegung. Jahrestagung der dvs-Sektion Sportpädagogik vom 22. - 24.6.2000 in Frankfurt/Main* (Band 120, 19-28). Hamburg: Czwalina.
- Krick, F. (2006). Bildungsstandards – auch im Sportunterricht? *sportunterricht*, 55 (2), 36-39.
- Kultusministerkonferenz (1972). *Vereinbarung zur Neugestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II. Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 7.7.1972 (Bonner Vereinbarung)*. Neuwied.
- Kurz, D. (1995). Handlungsfähigkeit im Sport als Leitidee für den Schulsport in der Sekundarstufe II. In Langhoff, G. & Saß, I. (Hrsg.), *Legitimation und Gestaltung des Schulsports in der gymnasialen Oberstufe: wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Sportwissenschaft anlässlich der 575-Jahr-Feier der Universität Rostock* (21-33). Rostock: Universität.
- Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. *PhyDid*, 1/2, 48-66.
- Laging, R. (2006). *Methodisches Handeln im Sportunterricht*. Seelze-Velber: Kallmeyer.

- Lange, L. & Sinning, S. (2009). *Handbuch Sportdidaktik*. Balingen: Spitta.
- Leist, K.-H. (1993). *Lernfeld Sport*. Reinbek: Rowohlt.
- Lehrke, M. & Hoffmann, L. (Hrsg.) (1987). *Schülerinteressen am naturwissenschaftlichen Unterricht*. Köln: Aulis Deubner.
- Looß, M. (2001). Lerntypen? Ein pädagogisches Konstrukt auf dem Prüfstand. *Die deutsche Schule*, 93 (2), 186-198.
- Martin, H.-J. (2003). Herrn Hannawalds Gespür für Schnee und Luft. *Praxis der Naturwissenschaften Physik in der Schule*, 2/52, 2-7.
- Mathelitsch, L. (1991). *Sport und Physik*. (Reihe: Physik – compact). Wien: Höller-Pichler-Tempsky.
- Mayring, Ph. (1997). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (6. Aufl.). Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Mayring, Ph. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (5. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Meinberg, E. (1974). Pädagogische Probleme der differenzierten Oberstufe und das Leistungsfach Sport. *sportunterricht*, 23 (10), 343-346.
- Meyer, H. & Jank, W. (1991). *Didaktische Modelle*. Frankfurt: Cornelsen.
- Meyer, H. (1996). *Unterrichtsmethoden. Band I: Theorieband* (8. Aufl.). Frankfurt: Cornelsen.
- Meyer, M. A. & Plöger W. (1994). *Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik und Fachunterricht*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Meyer, M. A. & Meyer, H. (2007). *Wolfgang Klafki: eine Didaktik für das 21. Jahrhundert?* Weinheim, Basel: Beltz.
- Miethling, W.-D. & Krieger, K. (2004). *Schüler im Sportunterricht*. Schorndorf: Hofmann.
- Miethling, W.-D. & Sohnsmeier, J. (2009). Belastungsmuster im Sportlehrerberuf. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 21 (2), 43-61.
- Moegling, K. (1998). *Fächerübergreifender Unterricht – Wege ganzheitlichen Lernens in der Schule*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Peters, W. (2009). *Bewegungslehre – Sportpsychologie*. (Reihe: Abitur-Training Sport). Freising: Stark.
- Peterßen, W. H. (2000). *Fächerverbindender Unterricht*. München: Oldenburg Schulbuchverlag.
- Polanyi, M. (1964). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: University of Chicago Pr.
- Pollähne, H. & Seidenstücker, S. (2004). Querschnittsaufgaben der Schule und der Beitrag der Sport- und Bewegungserziehung. Theoretische Reflexion und Bibliographie zu Modellen der praktischen Umsetzung. *sportunterricht*, 53 (8), 240-244.
- Prohl, R. (2006). *Grundriss der Sportpädagogik* (2. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Projektgruppe Leistungskurs Sport (Plks) (1987). *Konzept und Materialien zum Vorsemeester Leistungskurs Sport*. Hannover: Friedrich.
- Projektgruppe Leistungskurs Sport (Plks) (1988). *Unterrichtseinheit: Wie kommt es zu gewalttätigen Handlungen von Zuschauern bei Sportveranstaltungen? Und was kann man dagegen tun?* Hannover: Friedrich.
- Projektgruppe Leistungskurs Sport (Plks) (2000). Aus Einsicht sich richtig aufwärmen. *Sportpädagogik*, 24 (2), 21-28.
- Ramseier, E., Keller, C. & Moser, U. (1999). *Bilanz Bildung: Eine Evaluation am Ende der Sekundarstufe II auf der Grundlage der "Third International Mathematics and Science Study"*. Zürich: Rüegger.

- Riehle, H. (2004). *Biomechanik als Anwendungsforschung: Transfer zwischen Theorie und Praxis; 6. Symposium der dvs-Sektion Biomechanik 22. - 24. März 2001 in Konstanz*. Hamburg: Czwalina.
- Röthig, P. & Größing, S. (1996). *Kursbuch 1: Sportbiologie*. (Reihe: Kursbücher für die Sporttheorie in der Schule). (6. Aufl.). Bad Homburg: Limpert.
- Röthig, P. & Größing, S. (1996). *Kursbuch 3: Bewegungslehre*. (Reihe: Kursbücher für die Sporttheorie in der Schule). (5. Aufl.). Bad Homburg: Limpert.
- Schardt, F. (2009). *Coaching für Lehrer*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schiebl, F. (2007). Sportwissenschaft und Schulsport: Trends und Orientierung (5): Bewegungswissenschaft - Bewegungslehre. *sportunterricht*, 56 (5), 131-138.
- Scheid, V., Prohl, R., Röthig, P. & Größing, S. (2007). *Kursbuch 3: Bewegungslehre*. (Reihe: Kursbücher für die Sporttheorie in der Schule). (8. Aufl.). Bad Homburg: Limpert.
- Scheid, V., Prohl, R., Röthig, P. & Größing, S. (2006). *Kursbuch 2: Trainingslehre*. (Reihe: Kursbücher für die Sporttheorie in der Schule). (10. Aufl.). Bad Homburg: Limpert.
- Singer, R. & Willimczik, K. (2002). *Sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft*. Hamburg: Czwalina.
- Söll, W. (1986). Im Brennpunkt. *sportunterricht* 35, 281.
- Söll, W. (1989). Der Sportlehrplan im Spannungsfeld von Tradition und Innovation. *Lehren und Lernen* 15 (4), 2-15.
- Söll, W. (2000). Das Sportartenkonzept in Vergangenheit und Gegenwart. *sportunterricht* 49 (1), 4-8.
- Stadler, R. (1997). Bewegungserziehung im Lehrplan 1999. Eine vergleichende Betrachtung. *Bewegungserziehung*, 51 (6), 29-32.
- Stibbe, G. & Aschebrock, H. (2007). *Lehrpläne Sport: Grundzüge der sportdidaktischen Lehrplanforschung*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Trebels, A. H. (1992). Das dialogische Bewegungskonzept – Eine pädagogische Auslegung von Bewegung. *sportunterricht* 41 (1), 20-29.
- Trebels, A. H. & Hagen, R. (1995). Leistungskurs Sport und Sport als 4. Prüfungsfach im Abitur – Spezielle Probleme des Theorie-Praxis-Bezugs. In Langhoff, G. & Sass, I. (Hrsg.), *Legitimation und Gestaltung des Schulsports in der gymnasialen Oberstufe: wissenschaftliches Kolloquium des Instituts für Sportwissenschaft anlässlich der 575-Jahr-Feier der Universität Rostock* (103-114). Rostock: Universität.
- Trebels, A. H. (1999). Sportunterricht in der Neuen Gymnasialen Oberstufe. *Sportpädagogik* 23 (1), 11-17.
- Vester, F. (1994). *Denken, Lernen, Vergessen: Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann lässt es uns im Stich?* München: dtv.
- Weineck, A. & Weineck, J. (2007). *Leistungskurs Sport: Band 1: Sportbiologische und trainingswissenschaftliche Grundlagen* (4. Aufl.). Forchheim: Weineck.
- Weineck, A. & Weineck, J. (2005). *Leistungskurs Sport: Band 2: Sportbiologische und trainingswissenschaftliche Grundlagen*. Forchheim: Weineck.
- Weineck, A., Weineck, J., Watzinger, K. (2005). *Leistungskurs Sport: Band 3: Bewegungswissenschaftliche und gesellschaftspolitische Grundlagen*. Forchheim: Weineck.
- Weineck, J. (2002a). *Sportbiologie* (8. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2002b). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (12. Aufl.). Balingen: Spitta.

-
- Wick, D. (2005). *Biomechanische Grundlagen sportlicher Bewegungen: Lehrbuch der Biomechanik*. Balingen: Spitta.
- Willimczik, K. (1993). *Statistik im Sport. Grundlagen, Verfahren, Anwendungen* (2. Aufl.). Hamburg: Czwalina.
- Zocher, U. (2000). *Entdeckendes Lernen lernen*. Donauwörth: Auer.

9 Anhang

Beispielinterview I

(Unterrichtsstunde: Fußball – Abschlag, Abstoß)

Interviewer (I), Lehrer (L)

I: Der Bildungsplan hat sich verändert, es ergeben sich neue Schwerpunkte für den Unterricht. Wie macht sich die Veränderung des Bildungsplans auf Ihren Sportunterricht bemerkbar?

L: Für mich persönlich wenig. Das einzige ist, dass wir jetzt eingeteilt haben, wann wir welche Sportarten machen. Das haben wir jetzt besser und stringenter organisiert. Sonst eigentlich nicht sehr.

I: Würden Sie sagen, dass das Unterrichtskonzept, das wir beobachtet haben, den Forderungen des neuen Bildungsplanes entsprechen würde?

L: Das würde dem entsprechen, auf jeden Fall. Es ist fächerübergreifend. Wenn zum Beispiel auch Physiklehrer das mit machen, grad beim Radfahren, wenn es direkt messbar ist. Man könnte mit der Stoppuhr direkt die Leistungen messen.

I: Würden Sie weiter sagen, dass das Unterrichtskonzept auch die Anforderungen des Abiturs abdecken wird?

L: Ich denke man müsste noch ein bisschen weiter machen, aber dann würde man da schon hinkommen, ja.

I: Wie wurde bei Ihnen bisher Sporttheorie vermittelt?

L: Ja theoretisch. Separat. Seltener in der Turnhalle, schon auch, aber selten. Mehr so in der Schule Theorie und in der Halle ist Praxis.

I: Haben die Schüler so eine Art Unterricht schon einmal erlebt?

L: Diese nicht.

I: Wie sollte man Ihrer Meinung nach das Verhältnis Sporttheorie zu Sportpraxis wählen?

- L: Im vierstündigen Kurs ist es sehr wichtig, dass die Schüler Sporttheorie machen, im zweistündigen Bereich bin ich der Meinung, dass man die Theorie eher kurz halten sollte, sehr kurz. Zu Gunsten des Praktischen.
- I: Können Sie sich vorstellen, dass ein solches Konzept auch im zweistündigen Kurs Platz findet? Wenn ja wie oft im Schuljahr?
- L: Platz findet es denk ich auf jeden Fall. Ich habe auch mit Schülern nach der letzten Stunde und heute gesprochen. Sie fanden es mal ganz interessant. Ich denke immer wäre es wahrscheinlich nicht so interessant. Das ist eher so, dass es mal was Neues war, das auch interessant war. Sie konnten dann ja auch die theoretischen Teile probieren, aber ständig wäre das wohl zu viel.
- I: Mit welchem Anspruch kommen die Schüler denn in den Sportunterricht?
- L: Sehr verschieden. Hier wollen die Jungs es hinter sich bringen, die Mädchen sind interessiert. Diese Jungs sind sehr desinteressiert.
- I: Haben Sie auch Klassen wo die Schüler in den Sportunterricht kommen und sich bewegen wollen?
- L: Ja. Deswegen bin ich auch sehr überrascht, dass die Jungs hier so Pflaumen sind, ich hatte schon Klassen, da sind die gekommen mit einem kaputten Fuß und sagten, haja im Tor kann ich noch mitspielen...
- I: Würden Sie sagen, dass dieses Unterrichtskonzept für Schüler die weniger sportinteressiert sind, den Einstieg erleichtert?
- L: Kann ich jetzt so nicht sagen. Es kann vielleicht sein...wird man sehen, wie sich das jetzt rausstellt. Grundsätzlich sollte man alle Möglichkeiten aufgreifen, Schüler für den Sportunterricht zu gewinnen. Mein Anspruch ist es, dass die Schüler nicht unbedingt eine Höchstleistung erbringen, sondern dass ich sie für den Sport begeistern kann; ein Leben lang. Für die Gesundheit und das psychische Wohlbefinden.
- I: Würden Sie sagen, dass durch dieses Konzept der Sportunterricht allgemein aufgewertet werden kann?
- L: Könnte sein, für mich persönlich nicht wichtig. Für mich hat der Sport einen sehr großen Stellenwert. Von daher bräuchte ich nicht mal Noten. Die sind manchmal sogar eher hinderlich. Wichtiger ist mir, dass Schüler eine Sportart für sich selbst finden, auch eine andere kennen lernen, wenn Sie schon eine Sportart gefunden haben. Ich sehe zusehends dass der Sport immer mehr die

Aufgabe bekommt, die Kinder an das Leben in einer Gemeinschaft zu gewöhnen. Wenn ich an meine 6er denke, das ist katastrophal. ...die können nicht miteinander spielen. Da denk` ich dass Sport die Aufgabe hat, so miteinander klarzukommen.

I: Wenn wir das Konzept noch einmal in Bezug auf die Oberstufe betrachten. Wie waren bisher die Reaktionen der Schüler auf Sporttheorie?

L: Das haben sie akzeptiert, im vierstündigen Kurs schon.

I: Ist auch Interesse von Seiten der Schüler da?

L: Ja doch, eigentlich schon. Es ist Interesse der Schüler vorhanden. Wenn man allerdings die Leistungen im Theoriebereich sieht, sind die teilweise deutlich schlechter als im praktischen Teil.

I: Wenn wir noch einmal diese Unterrichtsstunden, die wir beobachtet haben betrachten. Denken Sie, dass die Schüler mit diesem Wissen, wenn man das weiter aufarbeiten würde, Abituraufgaben bearbeiten könnten?

L: Das könnte man, das kann ich mir vorstellen. Also hier, beim Kugelstoßen, beim Schwimmen, beim Weitsprung... Da könnte man sicher einiges machen. Ja, ganz klar. Da könnte man die physikalischen Gesetzmäßigkeiten, also sagen wir mal sofort praktisch auch proben. Das Problem ist natürlich, allein durch das theoretische Anschauen, kann man es noch nicht. Man hat es ja gesehen, die haben theoretisch alle verstanden wie die Bananenflanke funktioniert, aber die praktische Umsetzung ist immer was anderes.

I: Glauben Sie, dass die Schüler gerade diesen Zusammenhang zwischen der Physik und der sportlichen Umsetzung verstanden haben? Oder, dass durch dieses Konzept dieses Denken auch verstärkt wird, dass also ein Transfer zwischen den beiden Fächern möglich ist?

L: Könnte sein, wobei ich da ein bisschen skeptisch bin. Schüler lernen normalerweise sehr fachbezogen. Da `ne Schublade hier `ne Schublade. Auch die Lehrer sind noch in ihren Schubladen drin.

I: Aber mit einer möglichen Zusammenarbeit zwischen Sport- und Physiklehrer, könnte man dieses Konzept ergänzen?

L: Das wäre ideal. ...ja klar.

- I: Würde die Schule oder die Eltern so etwas unterstützen?
- L: Die Schule denke ich schon. Einige Lehrer auf jeden Fall, andere sind schwer zu kriegen, man kann auch mit einigen Lehrern schwer zusammenarbeiten.
- I: Aber Sie könnten sich die Zusammenarbeit durchaus im Schulalltag vorstellen, oder sagen Sie, man müsste aus dem Schulalltag heraus und so etwas in die Projektstage legen etc.?
- L: Muss man nicht unbedingt aus dem Schulalltag heraus. Es ist aber in der Praxis kaum durchführbar im Schulalltag. Das ist sehr schwierig, das so auf den Punkt zu bringen mit den anderen Lehrern. In der Theorie gut, aber in der Praxis sehr schwer.
- I: Wenn Sie nun ein solches Unterrichtskonzept durchführen wollen, was würden Sie für mögliche Probleme sehen?
- L: Ich persönlich würde keine Probleme sehen. Ich fände es sehr interessant, so als andere Unterrichtsform mal zwischendrin. Immer würde ich es nicht machen, besonders nicht im zweistündigen Kurs. Aber zwischendrin ja. Und für manche Themen wie Kugelstoßen, wäre das durchaus sehr gut.
- I: Wäre es möglich das Unterrichtskonzept auf andere Unterrichtsstufen zu übertragen?
- L: Mittelstufe. Unterstufe nicht, obwohl die da sicherlich sehr interessiert wären, aber von Physik haben sie recht wenig Ahnung.
- I: Glauben Sie, dass durch dieses Unterrichtskonzept auch die sozialen Kompetenzen gefördert werden können?
- L: Hm, das kann ich mir jetzt ein bisschen schwieriger vorstellen. Es wäre möglich, dass Schüler so ein Konzept mittragen. Dass beispielsweise Schüler, die an Physik interessiert sind, die Theorie ausarbeiten und vortragen, in der Gruppe.
- I: Fallen Ihnen noch weitere Themen ein, auf die man das Konzept übertragen kann?
- L: Kugelstoßen, Weitsprung, Schwimmen, Hochsprung, Wurfdisziplin,...Turnen im Prinzip auch (hier nur schon sehr komplex).

I: Bräuchte man in irgendeiner Form Unterstützung von außen, um ein solches Unterrichtskonzept durchzuführen?

L: Wenn es ein Geisteswissenschaftler ist, die könnten da schon eher Probleme bekommen, auch von der Bereitschaft her. Da die dann auch Sport studiert haben, wird nicht die ganz große Ablehnung da sein, aber gewisse Probleme auf jeden Fall.

I: In welcher Form wäre eine solche Unterstützung wünschenswert?

L: Tja, Fortbildungen wären sicher nicht verkehrt. Die müssten in etwa so laufen wie hier der Unterricht. Dass die Kollegen direkt wissen „wie mach` ich das“.

I: Wäre noch andere Unterstützung beispielsweise durch Bücher oder Stundenkataloge denkbar?

L: Sicherlich auch - ja das ist immer sehr gut.

I: Haben Sie es als eine ansprechende Art des Unterrichts vernommen?

L: Ich persönlich schon, müsste man jetzt sehen, wie die Schüler darauf reagieren.

I: Können Sie sich vorstellen, dass Probleme mit dem Unterrichtskonzept entstehen?

L: Wenn zu viel gemacht wird, zu viel Theorie ist nicht gut. (50:50)

I: Gibt es nennenswerte positive Aspekte?

L: Die Verknüpfung von Physik und Sport.

I: Glauben Sie, dass der Schüler das Gelernte als relevant empfindet?

L: Hm, wäre der Idealfall, ist aber immer das Problem beim Lernen. Das ist manchmal schwer als Lehrer. Das gelingt nicht immer als Lehrer.

I: Welche Motivation sollte der Lehrer haben?

L: Spaß vermitteln, absolute Wichtigkeit,...aber für jedes Konzept.

ENDE DES INTERVIEWS

Beispielinterview II

(Unterrichtsstunde: Schwimmen – Fortbewegung im Wasser)

Interviewer (I), Lehrer (L)

I: Die Vermittlung von sporttheoretischen Inhalten ist im Bildungsplan vorgesehen und spielt vor allem dann auch im Abitur eine wesentliche Rolle. In welcher Form haben Sie bisher Sporttheorie vermittelt?

L: Gar nicht, aber die Kollegen haben im Neigungsfach eine Stunde im Klassenzimmer. Nicht Neigungsfächer gekoppelt in Turnhalle, aber nicht in Anlehnung an Praxis, sondern extra.

I: Über welche biomechanischen Kenntnisse sollte ein Sportabiturient verfügen?

L: Nur diejenigen die gefragt werden im Abi.

I: Haben die Schüler eine solche oder ähnliche Unterrichtsform bereits erlebt?

L: Nein.

I: Welchen Anteil sollte die Sporttheorie, verglichen mit der Sportpraxis, einnehmen?

L: $\frac{1}{4}$ zu $\frac{3}{4}$

I: Würden Eltern und Ihre Schule eine solche Unterrichtsform unterstützen?

L: Eltern geteilter Meinung. Die sind eher leistungsorientiert und wollen die Förderung kognitiver Fähigkeiten. Schule ja.

I: Welche Erwartungen haben die Schüler an den Sportunterricht?

L: Bewegung, keine Theorie.

I: Finden Sie die Inhalte, die thematisiert wurden für den Schüler relevant?

L: Ja, in Bezug auf das Abi, sonst nicht.

I: Worin sehen Sie die wesentlichen Unterschiede eines solchen Unterrichts zu einem herkömmlichen Unterricht?

L: Theorie in Halle, mit Praxisbezug.

I: Denken Sie, dass Schüler grundsätzlich an Sporttheorie interessiert sind, oder empfinden sie diese meist als Last?

L: Ja, zur Leistungsverbesserung sind sie interessiert. Stilartbezogen, über 5 bis 6 Wochen, kleinere Blöcke.

I: Denken Sie, dass ein Zugang über die Praxis die Schüler dazu motiviert, thematische Hintergründe zu erfragen?

L: Ja, aber nur während der Stunde.

I: Welche Unterschiede zeigten sich in der Reaktion der Schüler zwischen der herkömmlichen Vermittlung von Sporttheorie und dem „neuen“ Konzept?

L: Sie waren beim „neuen“ Konzept extrem motiviert und aufmerksam.

I: Denken Sie, dass die Schüler durch dieses Unterrichtskonzept Sport von einer neuen Sichtweise betrachten?

L: Sie werden sich mehr Gedanken über Sport machen, aber nur während des Sports.

I: Welche inhaltlichen Vorteile bietet ein solcher Unterricht?

L: Wenn man die Zeit hätte, kann man den Horizont der Schüler erweitern. Sportunterricht wird dadurch aufgewertet.

I: Welche Probleme können auftreten?

L: Inhaltliche Überforderung der Schüler. Organisatorisch sehe ich keine Probleme.

I: Welche Ergebnisse erwarten Sie von diesem Projekt?

L: Wenig Nachhaltigkeit, weil zu kurz. Bei längerem Zeitraum mit Kooperation zur Physik ergibt sich ein Nachhaltigkeitseffekt.

I: Sollten solche Projekte zukünftig für weitere Klassenstufen zur Verfügung stehen? Wenn ja, in welchen?

L: 12./13. Klasse

I: Sollten Lehrer dieses Konzept zukünftig in ihren Unterricht integrieren?

L: Ja, aber nur mit Unterstützung.

I: Wird es den Schülern gelingen die Brücke zwischen Sport- und Physikunterricht zu schlagen?

L: Ja.

I: In welchen Bereichen werden die Schüler das Erlernte auf ihr Leben beziehen können?

L: Gar nicht.

I: Welche Motivation sollte der Lehrer haben, um ein solches Unterrichtsprojekt durchzuführen?

L: Die Abwechslung im Unterricht sollte im Vordergrund stehen.

I: Wie kann das Unterrichtskonzept dazu beitragen, den Sportunterricht zu beleben?

L: Durch Abwechslung.

I: Wie trägt das Unterrichtskonzept dazu bei, Theorieinhalte für Schüler interessant zu gestalten?

L: Erleben, technikspezifisch, sportleistungsverbesserungsspezifisch, sportdisziplinspezifisch.

I: Kann das Konzept Motivation zum Sporttreiben sein?

L: Wenig, weil diejenigen die motiviert sind, fahren mehr auf Leistung ab.

I: Würde es Ihnen Freude bereiten einen solchen Unterricht selbst zu gestalten?

L: Ja, aber nur mit Physiklehrer.

I: Sehen Sie Erfolgchancen im Sinne von Leistungsverbesserungen für den Schüler?

L: Ja.

I: In welchem Schulfach?

L: Sport evtl. Physik, wenn gekoppelt.

I: Hat diese Art des Unterrichts das soziale Miteinander der Schüler verändert?

L: Ja, diejenigen die schlecht sind im Sport, nehmen während der Theorieeinheiten eine exponierte Rolle ein. Diese Rollenveränderung ist aber nicht nachhaltig.

I: Sollte eine Zusammenarbeit mit den Physiklehrern entstehen?

L: Ja.

I: Wie sollte diese aussehen?

L: Teamteaching.

I: Sehen Sie sich in der Lage ohne Hilfe einen solchen Unterricht zu gestalten?

L: Nein.

I: Warum nicht?

L: Fehlende Fachkompetenz.

I: Würden Sie sich außerschulische Unterstützung wünschen?

L: Ja.

I: In welcher Form?

L: Fortbildung, Experten, Universität

I: Finden Sie die Art der Vermittlung ansprechend?

L: Ja.

I: Welche negativen Aspekte sehen Sie?

L: Der Bewegungsumfang ist zu gering.

I: Welche positiven Aspekte sehen Sie?

L: Abwechslung.

ENDE DES INTERVIEWS

Allgemein: Spielen mit Bällen: SVP2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	10	Einzelarbeit	Plenum	Partnerarbeit	10-15 Fußball	
2	10	Partnerarbeit	4 Gruppen je zwei Gruppen gegeneinander	Freispielfür	3 Teams 2 Handnize 10-15 Fußball	
3	7	Gruppenarbeit mit Beobachtung	4 Gruppen	Erdballtor	Fußball	
4	10	Theorie: Beibung	Plenum	Theorie: Magnus-Effekt	Fluchhart	
5	15	Fußball in Rotation versetzen	2 Teams	Abschlusspiel	2 Tore Fußball	
6	10	Freispielfür	Alle	Abbau-/Aufbau		

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	10	Einzelarbeit	Plenum	Partnerarbeit	10-15 Fußball	
2	10	Partnerarbeit	4 Gruppen je zwei Gruppen gegeneinander	Freispielfür	3 Teams 2 Handnize 10-15 Fußball	
3	7	Gruppenarbeit mit Beobachtung	4 Gruppen	Erdballtor	Fußball	
4	10	Theorie: Beibung	Plenum	Theorie: Magnus-Effekt	Fluchhart	
5	15	Fußball in Rotation versetzen	2 Teams	Abschlusspiel	2 Tore Fußball	
6	10	Freispielfür	Alle	Abbau-/Aufbau		

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1



Institut für Sport und Sportwissenschaft

Thema: Allgemein: Spielen mit Bällen

Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit




Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	10	Einzelarbeit	Plenum	Partnerarbeit	10-15 Fußball	
2	10	Partnerarbeit	4 Gruppen je zwei Gruppen gegeneinander	Freispielfür	3 Teams 2 Handnize 10-15 Fußball	
3	7	Gruppenarbeit mit Beobachtung	4 Gruppen	Erdballtor	Fußball	
4	10	Theorie: Beibung	Plenum	Theorie: Magnus-Effekt	Fluchhart	
5	15	Fußball in Rotation versetzen	2 Teams	Abschlusspiel	2 Tore Fußball	
6	10	Freispielfür	Alle	Abbau-/Aufbau		


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1

Allgemein: Spielen mit Bällen: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Allgemein: Spielen mit Bällen*

Abprungsverhalten von Bällen

Ohne Rotation

Fällt ein Ball senkrecht auf den Boden oder gegen eine Wand (vgl. Abb. 1), so übt dieser eine Kraft auf die Kontaktfläche aus. Von der Kontaktfläche erfährt der Ball eine betragsmäßig gleich große Kraft in entgegengesetzter Richtung (actio = reactio), die den Ball nach oben beschleunigt. Der Ball hat nach dem Aufprall, sofern man Reibung vernachlässigt, dieselbe Geschwindigkeit wie vor dem Aufprall.

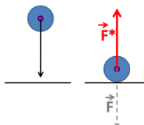


Abb. 1: Senkrechter Aufprall ohne Rotation

Fällt ein Ball im Winkel α auf den Boden oder gegen eine Wand, so springt dieser nach dem Reflexionsgesetz (Einfallswinkel = Ausfallswinkel) wieder im Winkel α vom Boden ab. Die Kraft \vec{F}^* ist betragsmäßig gleich groß wie \vec{F} (vgl. Abb. 2).

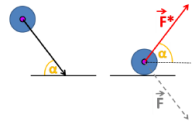




Abb. 2: Aufprall im Winkel α ohne Rotation

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Mit Rotation

Fällt ein mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ rotierender Ball senkrecht auf den Boden, so wird dieser beim Abprallen „abgelenkt“. Eine vereinfachte Erklärung dafür ist, dass der Ball während des Aufpralls aufgrund der Rotation am Boden reibt. Die dadurch entstehende Reibungskraft \vec{F}_{reib} beeinflusst das Abprallen vom Boden. Dies kann durch ein Kräfteparallelogramm veranschaulicht werden (Abb. 3 und Abb. 4).

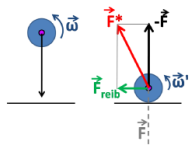


Abb. 3: Aufprall mit Rückwärtsrotation

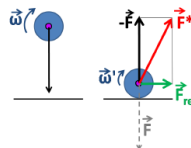



Abb. 4: Aufprall mit Vorwärtsrotation

Die Abprangerichtung ist durch die Richtung von \vec{F}^* vorgegeben; \vec{F}^* ist die Resultierende der beiden Kraftvektoren $-\vec{F}$ und \vec{F}_{reib} .


Die Ablenkung, welche der Ball durch die Reibungskraft \vec{F}_{reib} erfährt, ist im Wesentlichen abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Balles und des Bodens, sowie von der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ des Balles.

(Diskutiert man das vorliegende Problem tiefergründiger unter Betrachtung von Impuls- und Drehimpulserhaltungssatz, so ergeben sich weitere Abhängigkeiten von Aufprallgeschwindigkeit, Elastizitätszahl, Einfallswinkel und Radius des Balles.)

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Reibung

Reibung entsteht an der Grenzfläche zweier Körper. Für die Größe der Reibung ist die Beschaffenheit der Oberflächen entscheidend. Je glatter die Oberflächen sind, desto weniger Reibung entsteht. Man kann zwischen Haft- und Gleitreibung unterscheiden, wobei die Haftreibung immer größer ist. Haftreibung existiert, wenn ein Körper bezüglich seiner Kontaktfläche keine Geschwindigkeit hat (z.B. ein stehender Sportler auf dem Hallenboden). Sobald sich ein Körper auf der Kontaktfläche bewegt, liegt Gleitreibung vor (z.B. Skifahren auf Schnee). Beim Abprallen eines Balles vom Boden kann Haft- oder Gleitreibung vorliegen.




Abb. 5: Kontaktflächen zweier Körper mit großem Reibungskoeffizient

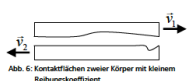


Abb. 6: Kontaktflächen zweier Körper mit kleinem Reibungskoeffizient

Allgemein gilt folgende Formel für die Reibungskraft F_R :

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Dabei bezeichnet F_N die (Normal-)Kraft, die der Körper senkrecht auf die Reibungsfläche ausübt. Es ist in der Regel die senkrechte Komponente der Gewichtskraft. Der Reibungskoeffizient μ ist ein Maß für die auftretenden Reibungskräfte, das im Wesentlichen vom Material abhängt (vgl. Abb. 5 und 6). Je nachdem, ob es sich um Haft- oder Gleitreibung handelt, unterscheiden sich die Reibungskoeffizienten.

Zentrischer und exzentrischer Stoß

Wirkt eine Kraft auf einen Körper, so unterscheidet man im Allgemeinen zwei Arten von Stößen: den zentrischen und den exzentrischen Stoß.

Ein zentrischer Kraftstoß liegt vor, wenn die Wirkungslinie der Kraft während des Stoßes durch den Schwerpunkt des Körpers geht. In diesem Fall bewirkt die Kraft eine translatorische (geradlinige) Bewegung des Körpers.

Geht die Wirkungslinie der Kraft während des Stoßes nicht durch den Körperschwerpunkt, so bewirkt sie eine Rotation und eine Translation des Körpers. In diesem Fall spricht man von einem exzentrischen Kraftstoß (vgl. Abb. 7).

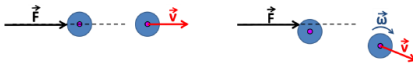




Abb. 7: Zentrischer und exzentrischer Stoß am Beispiel einer Kugel

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Der Magnuseffekt

Ein rotierender (sich um die eigene Achse drehender) Ball erzeugt in der ihn umgebenden Luft Druckunterschiede, die seine Flugbahn beeinflussen. Dieses Phänomen wird als Magnuseffekt bezeichnet (Abb. 8).

Die Ursache dieses Phänomens kann mit den unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten der Luftteilchen an den Seiten des Balles erklärt werden. Auf einer Seite werden die Luftteilchen aufgrund der Eigenrotation abgebremst, auf der anderen beschleunigt. Diesen Effekt macht man sich z.B. beim Flugzeug zunutze: An der Oberseite der Tragflächen strömt die Luft aufgrund der Bogenform schneller vorbei als auf der Unterseite. Dadurch entsteht an der Unterseite ein Überdruck, an der Oberseite ein Unterdruck: Das Flugzeug fliegt nach oben.

Veranschaulichen lässt sich dies auch mit einem Papierstreifen: Hält man ihn an einer Seite fest und bläst kräftig über die Oberseite, so wird er nach oben gesaugt und flattert waagrecht in der Luft.

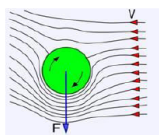


Abb. 8: Luftströmung um einen rotierenden Ball (Magnuseffekt)

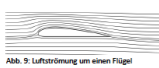


Abb. 9: Luftströmung um einen Flügel




Abb. 10: Kraftwirkung aufgrund verschiedener Strömungsgeschwindigkeiten

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Badminton: Einführung: SVP1

Nr.	Ziel	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	7	Aufwärmen	Partnerarbeit	Schattenlauf: Schüler A läuft vorwärts durch die Halle. Schüler B läuft wie ein Schatten hinterher. Bei Pfiff erfolgt Wechsel der Positionen und Aufgaben.	Pfeife	
3	5	Dehnen und lockern	Einzelarbeit	Bälle in der Luft halten (langsam) und dabei: - Schläger gedreht halten an den Ellenbogen - Schläger nach vorne und hinten schwingen - Dehnen Schultergürtel - Dehnen Unterarme - Armeitenen nach vorne, rückwärts, gegenständig	je 1 Schläger je 1 Schläger	
4	5	Technikführung	Partnerarbeit	Schlagführung, Technik eines Zuspitz (Clear)	je 1 Schläger je 1 Schläger	
5	7	Ballgewöhung	Partnerarbeit	Passen über die Schür Praxis mit Abstandsgrößerung	Zu zweit 1 Ball Zu zweit 1 Ball	
6	23	Stationen mit Feedback	4 Gruppen	Stationen (s. Anhang): 1. Station: Manipulieren Tischtennisball 2. Station: Verschiedene Federbälle 3. Station: 7m schießen 4. Station: Zuspitzübungen 5. Station: Federball 6. Station: Federball		

Nr.	Ziel	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
7	10	Theorie: Impuls und Impulsübertragung	Plenum			
8	5	Technikführung	Partnerarbeit			
9	12	Abschlusspiel	Zur Teams			
10	3	Abbau/Aufräumen	Alle			

Anhang

Zu Nr. 4
Spiel 1

- Zu zweit den Ball sicher über die Schür hin und her spielen.
- Im Spiel wandern alle Paare entlang der Schür, am Ende angekommen geht das jeweilige Paar zum Start zurück.
- Paare starten mit im Abstand, der Abstand wird kontinuierlich vergrößert. Wenn der Federball auf den Boden fällt, wird erneut mit im Abstand begonnen.

Variation:
Überholen bei Ballverlust.

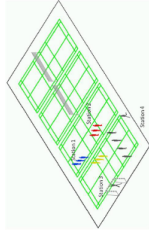
Spiel 2:
Zwei Spieler stehen sich etwa 2m gegenüber. Der Ball wird hin und her gepasst und nach jedem Schlag laufen die Spieler einen Schritt zurück, bis der Ball nicht mehr zurückgepasst werden kann. Jeder ist der Spieler, der den letzten Pass für Abbruch hat die Position seines Mitspielers spielen kann.

Zu Nr. 5
Station 1:
Drei unterschiedlich schwere Tischtennisbälle (2 davon bedingt mit Druck und Wale), jeder Spieler schlägt alle 3 Bälle mit derselben (maximalen) Geschwindigkeit weg und holt diese zurück, um sie dem nächsten Spieler zu geben.

Station 2:
Der Aufbau ist analog zur vorherigen Station mit 3 unterschiedlichen Federbällen (Flugverhalten, schnell, mittel, langsam).

Station 3:
Drei unterschiedlich schwere Federbälle (2 davon bedingt mit Druck und Wale), jeder Spieler schlägt alle 3 Bälle mit derselben (maximalen) Geschwindigkeit weg und holt diese zurück, um sie dem nächsten Spieler zu geben.

Station 4:
Die Spieler stellen sich im Abstand von ca. 3m in einer Reihe ca. 4m vor der Wand auf. Jeder Spieler erhält einen Schläger und Ball. Der erste Spieler läuft nun zwischen Wand und Gruppe ans Ende der Gruppe. Dabei versucht die Gruppe ihn zu treffen.




Badminton: Einführung: SVP2

4	24	Stationsbetrieb	6 Gruppen	Aufbau siehe Anhang 1. Station: Verschiedene Gegenstände in Felder schlagen (Ziele). 2. Station: Alle Spieler stehen auf Kästen und spielen sich die Bälle zu. 3. Station: 2 gegen 2 (Doppel) 4. Station: 2 gegen 2 Fußball auf ein Kasten. Dabei muss jeder Spieler auf seinem Schläger seinen Federball mitbringen. 5. Station: Spieler stehen im Kreis, einer in der Mitte. Jeder Spieler hat einen Federball. Der Spieler in der Mitte spielt den Ball hoch, ruft eine Nummer und tauscht mit dem Spieler dieser Nummer den Platz. Dann ruft er eine Nummer, den Ball hoch und ruft eine andere Nummer. 6. Station: Spieler stehen im Viereck und spielen sich den Ball zu. Ein Spieler liegt auf dem Rücken, einer sitzt, einer liegt auf dem Bauch und einer steht. Wechselt der Spieler, stehen sie sich ab und tauschen die Plätze.	je 1 Schläger verschiedene Bälle auch die Gegenstände SVP 1 Hochball (s. Anhang) 4 Kl. Kästen verschiedene Bälle 1 Ball 1 Feld 4 Bälle 2 Kästen	Alle zum Wechsel bei 3 verschiedenen Bällen
5	10	Theorie: Luftwiderstand Drop	Phisum	Erklären der Flugeigenschaften der 3 „Bälle“ anhand des Luftwiderstandes. Auftragen der Formel für den Luftwiderstand $F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$ auf ein beliebiges Mikroskop und der beschleunigten Mikrosk.	Flochat	Luftwiderstand $F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$ Demonstration des Schlags durch den Lehrer.
6	4	Technikführung Drop	Partnerarbeit	Die Schüler stehen sich nah im Netz gegenüber. Aufgabe, den Ball so oft wie möglich sehr knapp über dem Netzbrett zu spielen (Drop).	je 1 Schläger Zu zweit 1 Ball	


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft

Thema: **Badminton (Einführung)**



Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Phisum			
2	8	Aufwärmen	3 Gruppen	Nummernpassen: In jeder Gruppe wird durcheinander alle bewegen. In jeder Gruppe werden 3 Personen umhandelt und Gruppe der Reihe nach durch. Verbinden: • Unterteilene Bälle pro Gruppe	3 Tischtennisbälle 3 Schmale 2 Schürhupen	
3	10	Ballgewöhnung und Technischschulung	Partner- und Einzelarbeit	Hin und her passen. Der 3. Ball wird mit dem Schläger gefangen. Gassenaufstellung entlang der Mittellinie und einander zupassen. Jeder versucht, seinen Mitspieler zu treffen. Jeder versucht, seinen Mitspieler zu treffen. Jeder versucht, seinen Mitspieler zu treffen. Jeder versucht, seinen Mitspieler zu treffen. Bzw. die Wände zu treffen. Ball der Ball auf den Boden, wird von diesem Punkt weitergespielt. Hin und her passen und dabei abstoßen oder ablegen. Nach dem Schlagen wird eine Aufgabe erfüllt: • Umgeben, zu jeder Linie und zurück laufen • Streckensprung aus der Höhe • Liegestütz Beide Spieler fassen sich an der Hand und nehmen ihren Schläger in die andere Hand. Zuspäßen über Kopf.	je 1 Schläger Zu zweit 1 Ball	

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1

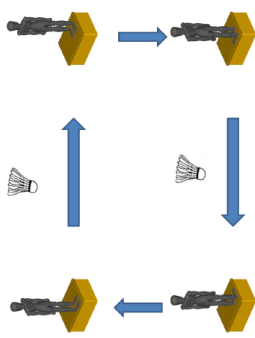
7	8	Technikwiederholung	Partnerarbeit	Aufschlag, Clear, Drive, Drop	je 1 Schläger Zu zweit 1 Ball	Verweis auf unterschiedliche
8	10	Abschlusspiel	2 Teams	Rundlauf innerhalb der Mannschaft Pro Feld 2 Teams. Jedes Team bleibt auf seiner Seite. Jedes Team versucht, den Ball zu treffen. Jedes Team 2 Leben. Das Schiedsgericht geht so lang, bis einer der Finalisten 3 Punkte erreicht hat.	je 1 Schläger 1 Ball pro Spiel 1 Ball pro Spieler	Die Fragebögen kann verteilt (lang haben, verdingert...) werden Die Fragebögen sind in der Vorlesung und verfügbaren Folien.
9	3	Abbauern/Aufbauern	Alle			

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3

Badminton: Einführung: Anhang


Kastenzuspiel



Aufbau:

Aufgabe:
Die Spieler stehen jeder auf einem Kasten und spielen sich den „Ball“ im Uhrzeigersinn zu. Nach einigen Durchläufen wird der „Ball“ jeweils gewechselt.

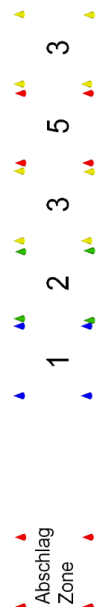
Kastenfußball



Aufbau:

Aufgabe:
Jeweils 2 Spieler spielen gegeneinander Fußball. Die Kästen sind dabei die Tore. Jeder Spieler muss während des Spiels seinen Schläger in der Hand halten und einen Federball darauf balancieren. Fällt der Ball runter, darf der Spieler solange nicht am Spielgeschehen teilnehmen, bis er den Federball wieder aufgenommen hat.

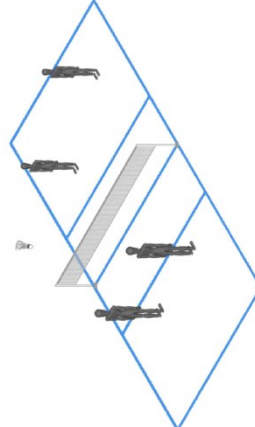
Zielschlagen



Aufbau:

Aufgabe:
Die Spieler versuchen nacheinander den „Ball“ in die Zone mit der höchsten Punktzahl zu spielen. Im 1. Durchlauf das Zeitungs-papier, dann den Tischtennisball, dann den Federball.

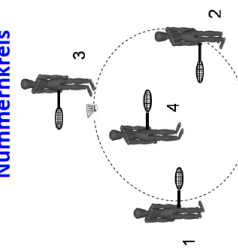
Badminton Doppel



Aufgabe:
Gespielt wird nach den Badmintonregeln.

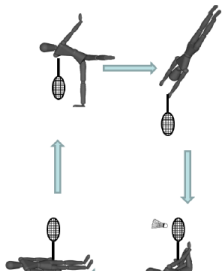
Badminton: Einführung: Anhang

Nummernkreis

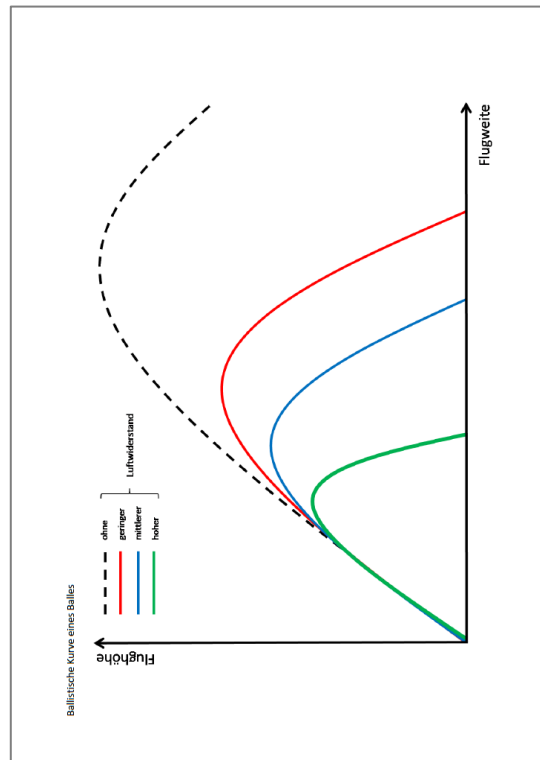


Aufgabe:
 Jeder Spieler bekommt einen Schläger und eine Nummer. Spieler 1 bis 3 stehen im Kreis (Ø ca. 4m). Spieler 4 mit Ball in der Mitte. Jetzt schlägt Spieler 4 den Ball senkrecht hoch in die Luft und ruft eine Nummer von 1 bis 3. Der Spieler mit der gerufenen Nummer tauscht nun schnell mit Spieler 4 den Platz und schlägt den Ball (bevor dieser den Boden berührt!) wieder in die Höhe und ruft erneut eine Nummer... usw.


Ungewöhnliche Spielhaltung




Aufgabe:
 Die Spieler verteilen sich in 4 Ecken und spielen sich den Federball zu. Dabei liegt immer ein Spieler auf dem Rücken, einer auf dem Bauch, einer sitzt und einer steht. Nach einigen Durchgängen wird die Haltung aller Spieler gewechselt.



Badminton: Einführung: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Badminton (Einführung)*

Impuls

Unter dem Impuls versteht man umgangssprachlich die „Wucht“ eines Balles oder Körpers. Der Impuls p ist das Produkt aus der Masse m und der Geschwindigkeit v eines Körpers.

$$p = m \cdot v$$

Die Einheit des Impulses ist $\left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}\right]$. In der Regel erfolgt eine Änderung des Impulses durch eine Geschwindigkeitsänderung, da die Masse des Körpers, z.B. eines Federballs, konstant ist. Der Impuls beschreibt den Bewegungszustand des Körpers.

Werden zwei unterschiedlich schwere Federbälle maximal stark geschlagen (gleiche Geschwindigkeit des Schlägers), so fliegen beide Federbälle mit gleicher Geschwindigkeit ab. Sie besitzen jedoch einen unterschiedlichen Impuls aufgrund der verschiedenen Massen. Die gleiche Abfluggeschwindigkeit ist nur bei relativ geringen (ähnlichen) Massen möglich, da ein sehr schwerer Ball sich mit gleicher Kraft nicht so stark beschleunigen lässt.

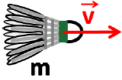


Abb. 1: Impuls eines Federballs


Die Beschleunigung hängt bei gleichbleibender Kraft F von der Masse des Körpers ab. Die Grundgleichung der Mechanik beschreibt dies als:

$$F = m \cdot a$$


Dabei bezeichnet a die Beschleunigung, sie ist ein Maß für die Geschwindigkeitsänderung. Das Maß für die Körpermasse ist m .

Um einen schweren Ball auf eine bestimmte Geschwindigkeit zu beschleunigen, wird also eine größere Kraft benötigt. Entsprechend müsste eine gleichgroße Kraft über einen längeren Zeitraum wirken. Dies wird aus der Formel für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ersichtlich ($v = a \cdot t$). Bei einem maximalen Federballschlag ist bei leichten Federbällen nicht die Kraft der limitierende Faktor, sondern vielmehr die Geschwindigkeit, mit der der Schläger bewegt werden kann. Deshalb fliegen unterschiedlich schwere Federbälle/Bälle gleich schnell ab, solange ihre Massen relativ gering sind.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Impulserhaltung

Das Abschlagen des Federballs entspricht physikalisch betrachtet einem Stoßprozess zwischen Schläger und Federball. Dabei gilt die Impulserhaltung. Der Impuls des Federballs und des Schlägers sind in Abb. 2 vor und nach dem Schlag dargestellt.

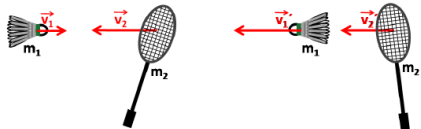


Abb. 2: Impuls von Federball und Schläger vor und nach dem Schlag

Die Summe der Impulse vor dem Stoß ist gleich der Summe der Impulse nach dem Stoß (Impulserhaltung). Es gilt:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$$

Während des Schläges ändert sich der Impuls beider Stoßpartner. Aufgrund der Impulserhaltung ist die Änderung des Impulses beider Stoßpartner betragsmäßig gleich. Verringert sich beispielsweise der Impuls des Schlägers um Δp , so erhöht sich der Impuls des Federballs um Δp . Da die Massen von Federball und Schläger während des Stoßes konstant bleiben, erfolgt eine Impulsänderung Δp nur über eine Geschwindigkeitsänderung Δv . Es ist also:

$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$


Da die Masse m_2 des Schlägers wesentlich größer ist als die Masse m_1 des Federballs, führt bereits eine kleine Geschwindigkeitsänderung des Schlägers zu einer großen Geschwindigkeitsänderung des Federballs.

$$\Delta p = m_1 \cdot \Delta v_1 = m_2 \cdot \Delta v_2$$


Luftwiderstand

Die Flugbahn eines Federballs ist - bei Vernachlässigung des Luftwiderstands - eine Wurfparabel. Durch den Luftwiderstand erfährt der Federball eine verzögernde Kraft entgegen seiner Bewegungsrichtung.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Für die quantitative Beschreibung des Luftwiderstandes gilt die Formel:

$$F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Der Luftwiderstand F_{LW} hängt von der Fläche des Gegenstandes A , der Dichte der Luft ρ , dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und dem Quadrat der Geschwindigkeit v ab. Die Flugbahn ist unter Berücksichtigung des Luftwiderstands keine Parabel mehr, sondern eine ballistische Kurve.

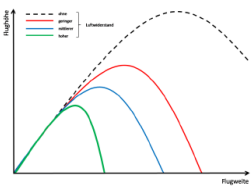


Abb. 3: Ballistische Kurve eines Balls bei starker, mittlerer, schwacher und ohne Dämpfung (Luftwiderstand)

Der Luftwiderstandsbeiwert c_w ist von der Form und Oberflächenbeschaffenheit des Balls abhängig. So unterscheiden sich z.B. Federbälle aus Kunststoff hinsichtlich ihres Flugverhaltens von echten Federn. Ebenso kann die Anordnung der Federn oder ihr Neigungswinkel über den c_w -Wert Einfluss auf den Luftwiderstand und somit auf das Flugverhalten nehmen.

Nachfolgend sind einige Körperformen mit jeweiligem c_w -Wert aufgeführt:

Tropfenform: $c_w \approx 0,05$	Mensch, stehend: $c_w \approx 0,78$
Rennwagen: $c_w \approx 0,2$	LKW: $c_w \approx 0,8$
Kugel: $c_w \approx 0,45$	Fallschirm: $c_w \approx 1,4$

Der Luftwiderstand ist die Ursache dafür, dass zwei äußerlich identische, jedoch unterschiedlich schwere Bälle unterschiedlich weit fliegen. Sie erfahren beide die gleiche massenunabhängige Widerstandskraft. Der schwerere Ball wird (durch $F = m \cdot a$) weniger abgebremst (negativ beschleunigt). Er fliegt also weiter.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3

Basketball: SVP1

Nr.	Titel (min)	Inhalt	Organisationsform	Material	Bemerkung/Notizen
1	3	Begrüßung	Plenum		
2	10	Aufwärmen	4 Teams	1-2 Basketballbälle Lebchen	
3	5	Einführung Wurf	Partnerarbeit	Zu zweit 1 Basketball	
4	8	Parabewürfe	Partnerarbeit	Zu zweit 1 Basketball	Schüler sollen die Aspekte aus der Theoriearbeit vorab praktisch erlernen.
5	7	Theorie Wurfparabel, Schleier Wurf	Plenum	Flychart	Schüler sollen einzelne Parameter selbst erkennen
6	10	Wurfpfeil	Partnerarbeit	Zu zweit 1 Basketball	Im Mittelpunkt sollte der Wurf ohne Begrenzung stehen. Achtung: Wurf soll nicht zu hoch und nicht zu flach werden.

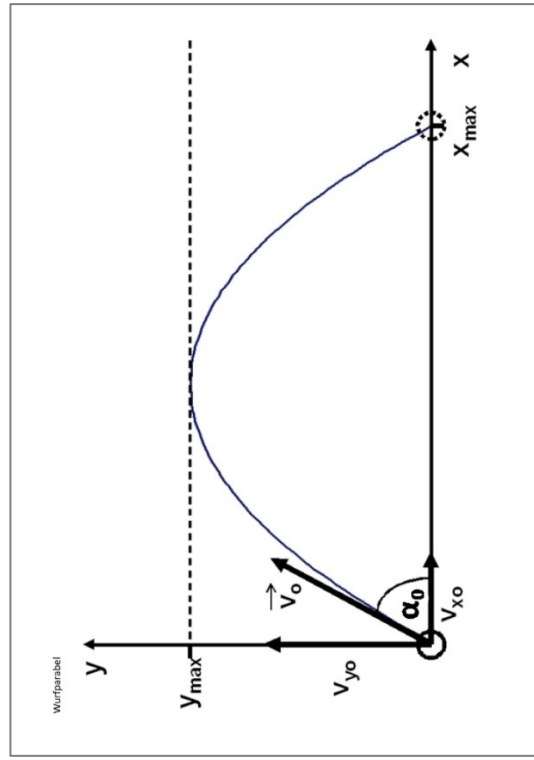
7	6	Theorie: Eintragswinkel Korb	Plenum	Wurde der Korb nach vorne trifft, darf kein Ring nicht berührt, darf zwei Stationen weiter. Das Spiel ist beendet, sobald jemand die letzte Station Variation: • Bei Fehlwurf wird eine Station zurückgegangen	Zur Wurfparabel und Wurfleistung.
8	10	Spieß für Rücken „Partnerball“	4 Teams	• Besondere Wurfvarianten • Besondere minimaler Eintragswinkel • Verschiedene Flugkurven Ziel: 5 Pässe innerhalb der eigenen Mannschaft	Schüler sollen erkennen wie die optimale Wurfleistung aussieht Je nach Schülerebene 2 - 4 Pässe innerhalb der Mannschaft Kombi aus Drehbewegung
9	5	Übung zum Passen	Partnerarbeit	Prüfung in der Klasse • Kurze Pässe beim Hochlaufen • Zirkelballen Pass 3 gegen 3 zunächst ohne, dann mit Drehballen.	Zu zweit 1 Basketball
10	3	Theorie: Pass als Hängepassel	Plenum		
11	10	Abschlussspiel	3er Teams		Je Spielzeit 1 Basketball
12	3	Abschluss/Reflexionen	Ziel		

Anhang
Zu Nr. 5
Bewegungsphasen des Stanzwurfes

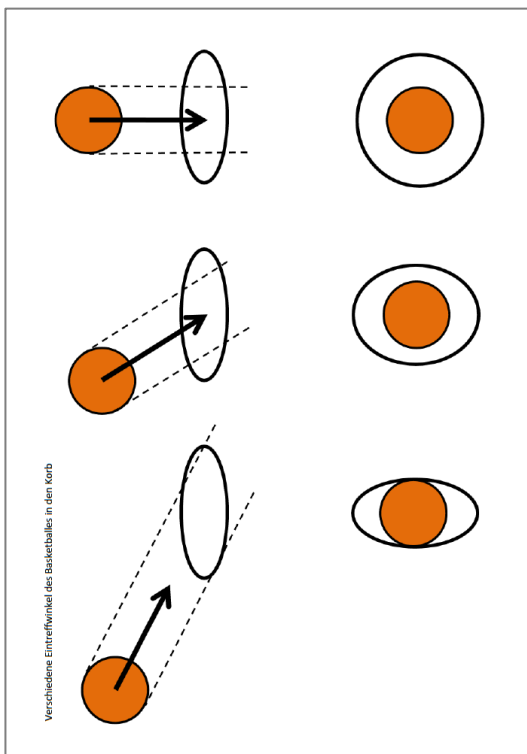
1. Stabile Stand mit abgelenktem KGP
2. Ball auf Brusthöhe vor dem Körper führen
3. Minimaler Ellenbogenwinkel, Hochführen des Balles über den Kopf, Körperstreckung beginnend aus dem Becken
4. Ball über Kopf, letzter Ball-Hand-Kontakt
5. Kräftige Streckung des Wurfarmes mit Unterstützung der abgelenkten Handgelenke
6. Maximaler Ellenbogenwinkel, Handgelenke nach vorne abklappen
7. Landung

Bildreihe des Sprungwurfes


1. Stabile Stand mit abgelenktem KGP
2. Minimaler Ellenbogenwinkel, Ball auf Kopfhöhe
3. Ball über Kopf, Sprungbewegung aus den Becken
4. Letzter Ball-Hand-Kontakt, kräftige Streckung des Wurfarmes im Sprung
5. Maximaler Ellenbogenwinkel, Handgelenke nach vorne abklappen
6. Landung




Basketball: SVP1



Basketball: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Basketball (Wurf und Pass)*

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abwurfs. Der Abwurfwinkel wird α_0 genannt.

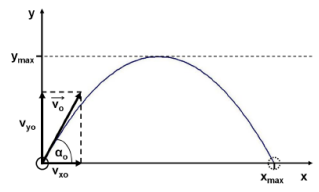


Abb. 1: Der schiefe Wurf


Die Flugkurve des Balles ist eine Parabel. Durch den Abwurfwinkel und die Abwurfgeschwindigkeit lässt sich die Form der Parabel variieren (Strecken entlang der y- oder x-Achse).

Bei einem Korbwurf aus weiter Distanz ist der Abwurfwinkel groß, der Ball fliegt einen hohen Bogen, bei einem kurzen Druckpass fliegt der Ball auf einer sehr flachen Parabelkurve, der Abwurfwinkel ist klein, die Abwurfgeschwindigkeit groß.


Der Abwurfwinkel und der Auftreffwinkel sind identisch, falls Abwurfhöhe und Landehöhe gleich hoch sind (Symmetrie der Parabel). Für einen Landepunkt hinter dem Scheitelpunkt (y_{max}) der Parabel ist der Auftreffwinkel umso kleiner, je höher der Landepunkt liegt.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Eintrittswinkel in den Korb

Beim Basketball gibt es eine Vielzahl an Wurfvarianten. Sie unterscheiden sich auch im Winkel, unter dem sie in den Korb treffen. Unter welchem Winkel ein Basketball aus physikalischer Sicht auf den Korb treffen sollte, um mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit zu treffen, soll kurz veranschaulicht werden.

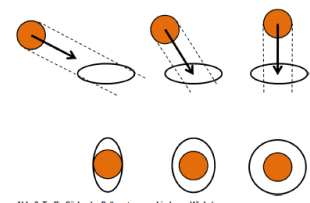


Abb. 2: Trefferfläche des Balls unter verschiedenen Winkeln

In Abb. 2 sind Würfe auf den Korb unter verschiedenen Winkeln veranschaulicht. Je flacher der Ball auf den Korb trifft, umso kleiner wird die Fläche, durch die der Ball in den Ring fallen kann. Die Projektion der Kreisfläche ist eine Ellipse. Sie wird schmaler, je kleiner der Winkel ist, unter dem man den Kreis betrachtet. Diesen Effekt kann man mit einem runden Glas veranschaulichen, das man unter verschiedenen Winkeln betrachtet. Ab einem bestimmten Winkel wird die Fläche so klein, dass der Durchmesser des Balls größer ist als jener der Ellipse. Der Ball kann dann nicht mehr ohne Korbberührung durch den Ring fallen.

Übertragen auf den Basketballwurf bedeuten dies: Der Ball sollte möglichst steil auf den Korb treffen. Um einen Winkel nahe 90° zu realisieren, müsste die Flugkurve jedoch sehr hoch sein, dies geht zu Lasten der Präzision. Es gibt daher ein individuelles Optimum für den idealen Eintrittswinkel. Der Eintrittswinkel kann verbessert werden, indem der Ball mit Backspin an das Brett geworfen wird, dies wird im nächsten Abschnitt beschrieben.


Absprungsverhalten von Bällen

Ohne Rotation


Fällt ein Ball senkrecht auf den Boden oder gegen eine Wand (vgl. Abb. 3), so übt dieser eine Kraft auf die Kontaktfläche aus. Von der Kontaktfläche erfährt der Ball eine betragsmäßig gleich große Kraft in entgegengesetzter Richtung (actio = reactio), die den Ball nach oben

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



beschleunigt. Der Ball hat nach dem Aufprall, sofern man Reibung vernachlässigt, dieselbe Geschwindigkeit wie vor dem Aufprall.

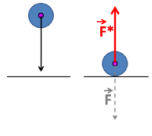


Abb. 3: Senkrechter Aufprall ohne Rotation

Reflexionsgesetz

Fällt ein Ball im Winkel α auf den Boden oder gegen eine Wand, so springt dieser nach dem Reflexionsgesetz (Einfallswinkel = Ausfallswinkel) wieder im Winkel α vom Boden ab. Die Kraft \vec{F}^* ist betragsmäßig gleich groß wie \vec{F} (Abb. 4).

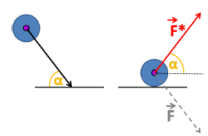



Abb. 4: Aufprall im Winkel α ohne Rotation

MIT Rotation


Fällt ein mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ rotierender Ball senkrecht auf den Boden oder beispielsweise gegen das Brett am Basketballkorb, so wird dieser beim Abprallen „abgelenkt“. Eine vereinfachte Erklärung dafür wäre, dass der Ball während des Aufpralls aufgrund der Rotation am Boden reibt. Die dadurch entstehende Reibungskraft \vec{F}_{reib} beeinflusst das Abprallen vom Boden. Dieses kann mit einem Kräfteparallelogramm veranschaulicht werden (Abb. 5 und Abb. 6).

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



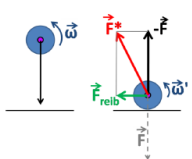


Abb. 5: Aufprall mit Rückwärtsrotation

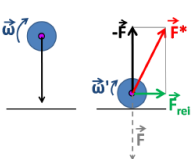


Abb. 6: Aufprall mit Vorwärtsrotation

Die Absprungrichtung ist durch die Richtung von \vec{F}^* vorgegeben, \vec{F}^* ist die Summe der beiden Kraftvektoren $-\vec{F}$ und \vec{F}_{reib} .

Die Ablenkung, welche der Ball durch die Reibungskraft \vec{F}_{reib} erfährt, ist im Wesentlichen abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Balles und des Bodens, sowie von der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ des Balles.

(Diskutiert man das vorliegende Problem tiefergründiger unter Betrachtung von Impuls- und Drehimpulserhaltungssatz, so ergeben sich weitere Abhängigkeiten von Aufprallgeschwindigkeit, Elastizitätszahl, Einfallswinkel und Radius des Balles.)

Bezug zum Korbwurf

Ein Beispiel, bei dem die Ablenkung des Balles durch Rotation bewusst genutzt wird, ist im Basketball zu finden. Basketballspieler werfen den Ball rückwärtsrotierend ab. Trifft ein derartig geworfener Ball auf das Brett, so wird er nach unten in Richtung des Korbes abgelenkt. Der Ball fällt dann unter einem steileren Winkel in den Korb, die Wahrscheinlichkeit eines Treffers wird dadurch erhöht (vgl. Abb. 7).

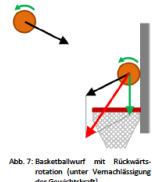


Abb. 7: Basketballwurf mit Rückwärtsrotation (unter Vernachlässigung der Gewichtskraft)

Durch die Rotation eines Balls im Flug werden zudem die Flugeigenschaften verbessert. Aufgrund der Drehimpulserhaltung „flattern“ rotierende Bälle nicht so stark. Weitere Beispiele finden sich im Tennis und Tischtennis. Hier werden sowohl Toppin- (Vorwärtsrotation) als auch Slice-Bälle (Rückwärtsrotation) gespielt, um dem Gegner die Antizipation und dadurch den Rückschlag zu erschweren.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 4

Fußball (Abschlag, Abstoß): SVP1

Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationsform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum		
2	10	Aufwärm	3 Teams	3-9 Fußball	
3	7	Beobachtung zur Flugparabel	3er Teams	10 Fußball	<p>Schüler beobachten die Flugbahn. Anschließend passt Beobachter zu Schüler C und Schüler A beobachtet die Flugbahn.</p> <p>Variationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ball aus der Hand abwickeln Ball aus der Hand abwickeln Distanz verändern
4	7	Theorie: Schiefer Wurf	Plenum	Flipchart	Schüler sollen selbständig Flugbahn skizzieren und beschreiben und begrifflichkeiten einzeichnen. Lehrer ergänzt den Antriebs Geschwindigkeit (T) Richtung (v _x , v _y) und Abwurfwinkel (α).
5	10	Maximale Weite erfahren	3 Teams oder Partnerarbeit	15 Bälle	<p>Ein Team steht an der Grundlinie, alles auf der Mittellinie. Jedes Team muss den Ball über die Linie auskommen. Bei je es einen Punkt, falls der Ball nicht über die Linie kommt, wird der Ball abgeholt. (Eignet sich nur, falls viel Platz zur Verfügung steht, sonst in 2er-Teams den Ball über längere Distanz werfen lassen.)</p> <p>Variationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Der Schuss darf alle Abschlag ausgeführt werden Stärkerer Vollspann, Innenspi, Außenst, ... Maximale Höhe Stück Maximale Präzision
6	6	Theorie: Maximale Flugweite	Plenum	Flipchart	<p>Berechnung des optimalen Winkels.</p> <p>Zielsetzung: Ein Tor wird mit Seiten/Bändern in 6 Felder unterteilt (1 sei horizontal, 50-abom unter 45°). Schüler sollen die Flugbahn skizzieren aus 5-11m Entfernung auf das Tor. Bei halber Zeit wird gewechselt.</p> <p>(Siehe Skizze im Anhang)</p>
7	10	Anwenden der Theorie durch Zeichnungen	2 Gruppen	Jeder 1 Ball Pylonen Zettel/Bänder	Schüler machen Doppelpass mit dem Passgeber und schießen aus etwa dreifacher Entfernung wie oben (Siehe Skizze im Anhang).
8	7	Anwenden der Theorie	2 Gruppen	Jeder 1 Ball	Schüler machen Doppelpass mit dem Passgeber und schießen aus etwa dreifacher Entfernung wie oben (Siehe Skizze im Anhang).
9	4	Theorie: Auswertung und Zusammenfassung	Plenum	Tafel	Die theoretischen Grundlagen werden noch einmal kurz zusammengefasst. Anschließend eine Flugbahn skizzieren. Welche Flugbahnen können entworfen? (Verschiedene Parabeln einzeichnen)
10	13	Abschlusspiel	4 Teams	2 Fußball, 8 Pylonen	Fußball mit vier Toren und zwei Bällen. Ein Tor wird mit vier Toren und zwei Bällen, die gegenüber Mannschützen geschossen wird.
11	3	Abbauzeit/Aufräumen	Alle		

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2

Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationsform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum		
2	10	Aufwärm	3 Teams	3-9 Fußball	<p>Nummernspitzen sind abgeholt. Alle Schüler in jeder Mannschaft sind abgeholt. Die Schüler in jeder Mannschaft sind abgeholt. Die Schüler in jeder Mannschaft sind abgeholt. Die Schüler in jeder Mannschaft sind abgeholt.</p> <p>Variationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ball abstoßen/ direkt weiterpassen Ball abstoßen/ direkt weiterpassen Kurze Dribbling vor dem Pass Ungewöhnliche Körperhaltung Ungewöhnliche Körperhaltung
3	7	Beobachtung zur Flugparabel	3er Teams	10 Fußball	<p>Schüler A passt hoch zu Schüler B, Schüler C beobachtet die Flugbahn. Anschließend passt Beobachter zu Schüler C und Schüler A beobachtet die Flugbahn.</p> <p>Variationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ball aus der Hand abwickeln Ball aus der Hand abwickeln Distanz verändern
4	7	Theorie: Schiefer Wurf	Plenum	Flipchart	Schüler sollen selbständig Flugbahn skizzieren und beschreiben und begrifflichkeiten einzeichnen. Lehrer ergänzt den Antriebs Geschwindigkeit (T) Richtung (v _x , v _y) und Abwurfwinkel (α).

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1

Zu Nr. 8

Je nach Hallegröße können zwei Tore aufgebaut werden. Ansonsten bietet es sich an, die Gruppe zu teilen und einen Teil Ballabteilung oben zu lassen.

Ein Passspieler steht ca. 5m (oder mehr) vom Tor entfernt, der zweite etwa 10m (oder mehr). Ein schneller Doppelpass wird an der tornäheren Station gespielt (kurze Phase, kein weiter Anlauf), ein langsamer Doppelpass wird an der torweiteren Station gespielt (lange Phase zum Passspieler). Der Torhüter sollte spätestens aus 4,5m zum Tor erfolgen.

Es werden selbstständige Treffer gezählt. Ein Treffer oben: 3P, ein Treffer unten: 2P.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 4

Anhang

Zu Nr. 7

Alleinegröße können zwei Tore aufgebaut werden. Somit bietet es sich an, die Gruppe zu teilen und einen Teil Parabelball (gerade) werden die Phase innerhalb der eigenen Mannschaft spielen zu lassen.

Vier oder fünf Schüler stehen rechts, von der anderen mit links. Für die unterschiedlichen Fehler sollen die erlernten Schusstechiken angewandt werden. Die Schüler zählen selbstständig ihre Punkte.

Punktevergabe:

- Oben/rechts: links: 3P
- Oben/links: 2P
- Unten: 1P

Aufbau Torhüter:

Parabelball:

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3

Fußball (Abschlag, Abstoß): SVP2

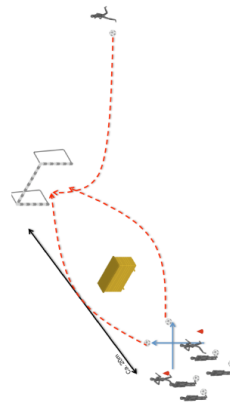
Nr.	Ziel (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Materiel	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	12	Aufwärmung	4 Teams	Fußball auf 4 Tore (aus Hütchen gebaut), jede andere Tore werden Punkte erzielt. Tore werden erzielt, indem durch die Hütchen gepasst wird. Gegenseite zihen gegab. Später werden weitere Bälle hinzugefügt. Versionen: • Jede Spieler eine Mannschaft muss vor • Pass durch Tor nur mit schwachem Fuß • Jeder Spieler eine Mannschaft muss vor	8 Hütchen 3-5 Bälle	Falls das Spiel nicht läuft, zählt das Spiel für die Hütchen als Tor
3	5	Theorie: Wiederholung Schleier Wurf	Plenum	Es wird eine Flugbahn an die Tafel gezeichnet und die relevanten physikalischen Größen eingetragen. Schwerpunkt: Flugkurve ist dargestellt, sie wird durch	Tafel	Wiederholung, Aufzeichnung
4	15	Einführung der ballistischen Kurve	3er Gruppen	3 Schüler bekommen ein Würf/Schussgerät und spielen im Dreieck. Der nicht beteiligte Schüler beobachtet die Flugbahn und zeichnet sie auf. Aufgabenstellung: Flugbahn beschreiben und Unterschiede zwischen dem Würfgeräten erkennen.	1 Badmintonball 3 Badmintonschläger 1 großer Gymnastikball 1 Tennisball mit Band 1 Wurfbadminton	Demonstration des Luftwiderstandes an leichtem Badmintonball. Mit „schwerem“ Fußball ist der Luftwiderstand kaum sichtbar.




Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit

Nr.	Ziel (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Materiel	Bemerkung/Nachbereitung
5	3	Begrüßung	Plenum			
6	7	Theorie: Flugparabel vs. ballistische Kurve	Plenum			
7	12	Praktische Übungen zum Magnusseffekt	2 Gruppen	Jedes Team versucht möglichst viele Tore zu schießen. Geschossen wird aus 20m Entfernung. Ein Hindernis (z. B. ein großer Karton) verhindert die Schüsse. Die Aufgabe ist es, die Kugel so zu schießen, dass sie über das Hindernis entern entgerichtet werden (Eckball direkt verwenden!)	15 Fußball	Sehr schwierige Aufgabe für die Schüler. Gegebenenfalls anheben, indem das Hindernis zur Seite geschoben wird
8	5	Theorie: Magnusseffekt	Plenum	Schüler sollen erklären, wie die Ball geschossen haben, um die Flugbahn des Balles zu ändern. Die Flugbahn des Balles ist zu skizzieren. Die Beiträge werden gleich vom Lehrer kommentiert, da dies für die Schüler meist ein unbekanntes Phänomen ist. Wird mithilfe einer Skizze der Magnusseffekt erklärt.	Tafel	Falls zu schwer, auf Erklärung der Ursachen des Magnusseffekts beschränken.
9	12	Abrchlusspiel	4 Teams	Fußball mit mehreren Bällen, um Intensität des Spiels hochhalten. Aus Sicht der Grundlagen hohe Punkte erzielen.		
10	3	Abbau/Aufräumen	Alle			


Ziel ist es, einen begehrten Torchuss durchzuführen. Es kann auch ein zweiter Kasten als Erweiterung des Hindernisses aufgebaut werden. Auch der Eckstoß kann von beiden Seiten durchgeführt werden. Bei großer Halle kann auch eine zweite Station aufgebaut werden. Wichtig ist, auf die Schussart zu achten, damit eine „Bananenflanke“ zu Stande kommt.



Fußball (Abschlag, Abstoß): Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Fußball (Abschlag, Abstoß)*

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abflugs. Der Abflugwinkel wird α_0 genannt.

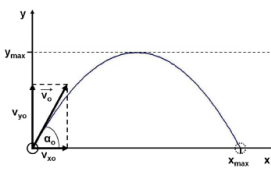


Abb. 1: Der schiefe Wurf

Mathematische Zusammenhänge

Die Abfluggeschwindigkeit \vec{v}_0 hat den Betrag: $v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$
[Satz des Pythagoras im rechtwinkligen Dreieck aus v_{x0} , v_{y0} und v_0]

Horizontale Geschwindigkeit: $v_{x0} = v_0 \cos(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\cos(\alpha_0) = \frac{v_{x0}}{v_0}$]


Vertikale Geschwindigkeit: $v_{y0} = v_0 \sin(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\sin(\alpha_0) = \frac{v_{y0}}{v_0}$]

Flugdauer, Flugweite


Für den zurückgelegten Weg s eines Körpers mit konstanter Geschwindigkeit v gilt allg.:
 $s = v \cdot t$

In y-Richtung erfährt der Ball die Erdbeschleunigung g . Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt allgemein:
 $s = \frac{1}{2} g t^2$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Für die zeitliche Entwicklung der y-Koordinate des Balls $y(t)$ gilt:

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Es handelt sich um eine Überlagerung aus einer gleichförmigen Bewegung nach oben [$s = v \cdot t$] und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nach unten [$s = \frac{1}{2} g t^2$]. Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$

Es folgt:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{2v_0 \sin(\alpha_0)}{g}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{2}{g} \cdot v_{x0} \cdot v_{y0} = \frac{2v_0^2 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \sin(\alpha_0)}{g}$$

Der ideale Abwurfwinkel für eine maximale Flugweite x_{max} lässt sich durch Untersuchung der Extremstellen von $x_{\text{max}}(\alpha_0)$ berechnen. Intuitiv lässt sich der Winkel wie folgt begründen:

Die Flugweite wird bei vorgegebenem v_0 maximal, wenn das Produkt aus v_{x0} und v_{y0} maximal wird, da $\frac{1}{g}$ nicht vom Abwurfwinkel abhängig ist.

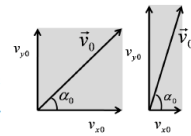



Abb. 2: Rechtecke mit gleicher Diagonale und verschiedenen Flächeninhalten

Das Produkt ist, geometrisch interpretiert, der Flächeninhalt eines Rechtecks mit den Seiten v_{x0} und v_{y0} und der Diagonalen \vec{v}_0 (vgl. Abb. 2). Der Flächeninhalt eines Rechtecks wird bei vorgegebener Diagonale maximal, wenn es ein Quadrat ist, also für den Winkel $\alpha_0 = 45^\circ$. In Abb. 2 ist das linke Rechteck ein Quadrat, es hat den größeren Flächeninhalt.


Zusatz

Liegt die Abwurfhöhe oberhalb der Landehöhe, so wird die Flugweite vergrößert. Der Winkel für einen maximal weiten Flug ist dann kleiner als 45° . Beim Fußball wäre dies beispielsweise ein Abschlag in der Luft oder ein Kopfball.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Luftwiderstand

Die Wurfparabel beschreibt die theoretische Flugbahn, die ohne Reibungskräfte zustande kommt. In der Realität erfährt der Wurfgegenstand eine Widerstandskraft – den Luftwiderstand.

Für die quantitative Beschreibung des Luftwiderstandes gilt die Formel:

$$F_{\text{LW}} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Der Luftwiderstand hängt von der Widerstandsfläche A des Gegenstandes (schädliche Fläche), der Dichte der Luft ρ , dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Geschwindigkeit v ab. Die Flugbahn ist dann keine Parabel mehr, sondern eine ballistische Kurve.

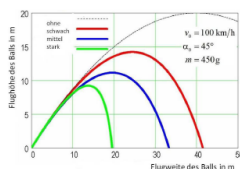


Abb. 3: Ballistische Kurve eines Fußballs bei starkem, mittlerem, schwachem und ohne Luftwiderstand

Weitere Inhalte

Magnuseffekt

Ein geschossener Ball, der rotiert (sich um die eigene Achse dreht), erzeugt in der ihn umgebenden Luft Druckunterschiede, die seine Flugbahn beeinflussen. Dieses Phänomen wird als Magnuseffekt bezeichnet (Abb. 4).

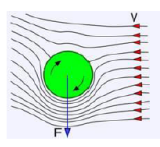




Abb. 4: Luftströmung um einen rotierenden Ball (Magnuseffekt)

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Die Ursache dieses Phänomens kann mit den unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten der Luftteilchen an den Seiten des Balles erklärt werden.

Auf einer Seite werden die Luftteilchen aufgrund der Eigenrotation abgebremst, auf der anderen beschleunigt. Dieser Effekt ist z.B. vom Flugzeug bekannt: An der Oberseite der Tragflächen strömt die Luft aufgrund der Bogenform schneller vorbei als auf der Unterseite. Dadurch entsteht an der Unterseite ein Überdruck, an der Oberseite ein Unterdruck: Das Flugzeug fliegt nach oben.

Veranschaulichen lässt sich dies auch mit einem Papierstreifen: Hält man ihn an einer Seite fest und bläst kräftig über die Oberseite, so flatter er waagrecht in der Luft.

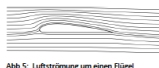


Abb. 5: Luftströmung um einen Flügel




Abb. 6: Krümmung aufgrund verschiedener Strömungsgeschwindigkeiten

Impuls

Der Impuls p wird durch die Formel $p = m \cdot v$ beschrieben. Man kann den Impuls umgangssprachlich als „Wucht“ des Balles beschreiben. Er hängt von der Masse m und der Geschwindigkeit v ab. Nimmt man die Masse des Balles als konstant an, so ändert sich der Impuls, wenn sich die Geschwindigkeit des Balles ändert. Soll ein Fußball mit maximaler Wucht aufs Tor fliegen, muss er möglichst schnell sein. Ein Körper mit größerer Masse, z.B. ein Medizinball, kann bei geringerer Geschwindigkeit dieselbe Wucht (denselben Impuls) haben.

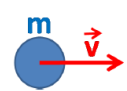


Abb. 7: Impuls eines Balles

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 4

Fußball (Abschlag, Abstoß): SVP 2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	10	Begrüßung Aufwärm	Plenum	Fußball	
2	10	Aufwärm	Plenum	Fußball	
3	28	Schusstechniken	5 Gruppen	5 Tore Hütchen Fußball	<p>Station 1: Alle dribbeln in einem Feld und versuchen den Anderen die Bälle wegzuschieben. Station 2: Pass vom Fliesen Direktabnahme mit Vollspann ins Tor. Station 3: Schütze Station 4: Schütze Station 5: Schütze</p>
4	10	Theorie: Impulsübertragung Impulsübertragung Teilimpuls	Plenum		

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation	Material	Bemerkung/Nachbereitung
5	10	Flanken	4 Gruppen	Fußball, Tore	<p>Hirt- und Rumpfmuskulatur. Erklärung des Magnuseffekts anhand des Beispiels der Flanke. SchülerInnen von der Seite in den Torraum, dort wird der Ball ins Tor geschickt. Eine Mannschaft bringt die Bälle ins Tor, die andere Mannschaft versucht sie zu verhindern. Erste die meisten Bälle ins Tor gebracht hat ist der Sieger.</p>
6	4	Lastentrefen	3 Teams		<p>Zwei Gruppen sind gegeneinander und versuchen die Last des Tors zu treffen. Jeder Treffer gibt einen Punkt, wer am Ende die meisten Punkte hat, der hat gewonnen. Reguläres Fußballspiel.</p>
7	12	Abbruchspiel	2 Teams		
8	3	Abhauen/Aufsteigen	Alle		

Anhang
Zu Nr. 3


Station 1
Die wartenden Schüler üben mit den Bällen zu jonglieren.

Station 2
Die wartenden Schüler üben flanken.


Station 3
Die wartenden Schüler werfen Bälle zu. Die anderen Spieler passen an die Wand.

Station 4
Die wartenden Schüler werfen Bälle zu. Die anderen Spieler passen an die Wand.

Fußball (Abschlag, Abstoß): Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Fußball (Schusstechniken)*

Stoßprozesse und Impulserhaltung

Ein Stoß ist eine kurzzeitige Wechselwirkung zwischen Körpern (Stoßpartnern), bei der sich die Geschwindigkeit, der Impuls und die Energie der Stoßpartner ändern können. Bei einem Stoß gilt die Impulserhaltung, d.h. vor und nach dem Stoßprozess ist der Gesamtimpuls gleich.

Der Impuls ist das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit eines Körpers.

$$p = m \cdot v$$

Die Impulserhaltung bei einem Stoß zweier Körper lässt sich in der folgenden Formel festhalten:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

Der Index bezeichnet jeweils den Körper, die gestrichelten Größen beziehen sich auf den Zeitpunkt nach dem Stoß. Geschwindigkeit und Impuls sind vektorielle Größen, auf die Darstellung mit Pfeil wird an dieser Stelle zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet.

Stoßprozesse lassen sich in elastische und unelastische Stöße einteilen.

Elastischer Stoß

Bei einem elastischen Stoß gilt neben der Impulserhaltung auch die Erhaltung der kinetischen Energie. Zwei identische Kugeln, die mit gleicher Geschwindigkeit (v_1, v_2) zentral aufeinandertreffen, bewegen sich nach dem Stoß mit entgegengesetzten, betragsmäßig gleichen Geschwindigkeiten (v'_1, v'_2) (Abb. 1).

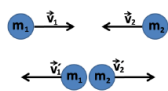


Abb. 1: Elastischer Stoß zweier Kugeln

Unelastischer Stoß

Für einen unelastischen Stoß gilt nur die Impulserhaltung, ein Teil der kinetischen Energie wird beim Stoßprozess in Wärme umgewandelt oder wird zur Verformung des Körpers benötigt. Die Geschwindigkeit der Stoßpartner verringert sich nach dem Stoß (vgl. Abb. 2).

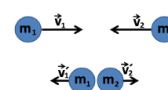




Abb. 2: Unelastischer Stoß zweier Kugeln

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Die Stoßpartner können auch vollständig zum Ruhen kommen. Die Impulserhaltung ist dann nicht verletzt! Der Impuls ist eine vektorielle Größe, aufgrund der entgegengesetzten Geschwindigkeiten der Kugeln ist der Gesamtimpuls gleich null.

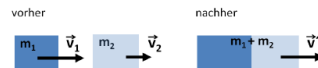


Abb. 3: unelastischer Stoß zweier Massen

Ein weiteres Beispiel kann durch zwei PKW dargestellt werden: Ein Auto fährt in ein langsamer fahrendes Fahrzeug hinein. Beide verkeilen sich und bewegen sich mit der gleichen Geschwindigkeit weiter (Abb. 3).

Ein Schuss mit dem Fußball kann als Stoßprozess zwischen Bein (Index 1) und Ball (Index 2) beschrieben werden. Betrachtet man einen Schuss genau, so zeigt sich, dass sich der Ball während des Fußkontaktes verformt. In dem sehr kurzen Zeitabschnitt, indem sich Fuß und Ball berühren, bewegen sich beide gemeinsam in eine Richtung (vgl. Bsp. PKW).

Es handelt sich (sehr vereinfacht) um einen unelastischen Stoß. Ruht der Ball zu Beginn ($v_2 = 0$), so reduziert sich die Formel der Impulserhaltung wie folgt:

$$m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

Die Geschwindigkeit des Balls v'_2 berechnet sich durch Umformung der obigen Gleichung:

$$m_1(v_1 - v'_1) = m_2 \cdot v'_2$$

$$v'_2 = \frac{m_1}{m_2}(v_1 - v'_1)$$


v'_2 ist im Falle gleich großer Massen m_1 und m_2 gleich der Geschwindigkeitsänderung des Beins. In diesem Fall ist jedoch die Masse des Beins viel größer als die des Balls. Dadurch wird der Quotient $\frac{m_1}{m_2}$ sehr groß. Dies erklärt, warum die Geschwindigkeit des Balles nach dem Stoß deutlich größer als die Beingsgeschwindigkeit ist.

Ein realer Stoß zwischen zwei Massen stellt immer eine Mischform aus elastischem und unelastischem Stoß dar.


Koordination von Teilimpulsen

Einen maximal starken Schuss erreicht man, indem man nicht nur den Impuls des Beines, sondern den des gesamten Körpers nutzt. Durch eine zeitliche Koordination der Einzelimpulse (in der zeitlichen Abfolge von Oberkörper, Hüfte und Bein wird der Impuls optimal übertragen. Beim Hüftdrehstoß wird durch eine zeitversetzte Verzögerung einzelner

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Körpersegmente eine maximale Endgeschwindigkeit des Beins erreicht. Eine höhere Endgeschwindigkeit des Beins wird auch dadurch erreicht, dass sich der gesamte Körper bereits mit einer Geschwindigkeit in Schussrichtung bewegt. Mit Anlauf schießt man deshalb härter als aus dem Stand.

Zentrischer und exzentrischer Stoß

Bei einem Stoß kann man zudem zwischen einem zentrischen und einem exzentrischen Stoß unterscheiden.

Ein zentrischer Kraftstoß liegt vor, wenn die Wirkungslinie der Kraft während des Stoßes durch den Schwerpunkt des Körpers geht. In diesem Fall bewirkt die Kraft eine translatorische Bewegung des Körpers.

Geht die Wirkungslinie der Kraft während des Stoßes nicht durch den Körperschwerpunkt, so bewirkt sie eine Rotation und eine Translation des Körpers. In diesem Fall spricht man von einem exzentrischen Kraftstoß (vgl. Abb. 4).

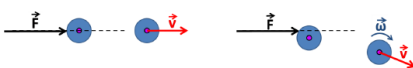


Abb. 4: Zentrischer und exzentrischer Stoß am Beispiel einer Kugel

Reflexion und harter Schuss

Fällt ein Ball senkrecht auf den Boden oder gegen eine Wand (vgl. Abb. 4), so übt dieser eine Kraft auf die Kontaktfläche aus. Von der Kontaktfläche erfährt der Ball eine betragsmäßig gleich große Kraft in entgegengesetzter Richtung (actio = reactio), die den Ball nach oben beschleunigt. Der Ball hat nach dem Aufprall, sofern man Reibung vernachlässigt, dieselbe Geschwindigkeit wie vor dem Aufprall.

Die Reflexion des Balles am Boden oder an einer Wand kann mit einem Stoßprozess verglichen werden, bei dem der Stoßpartner eine sehr große Masse besitzt.






Abb. 5: Senkrechte Reflexion an einer Wand

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Fällt ein Ball unter dem Winkel α auf den Boden oder gegen eine Wand, so springt dieser nach dem Reflexionsgesetz (Einfallswinkel = Ausfallswinkel) wieder im Winkel α vom Boden ab. Die Kraft \vec{F}' ist betragsmäßig gleich groß wie \vec{F} .

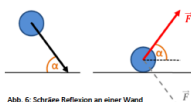


Abb. 6: Schräge Reflexion an einer Wand

Das Abprallen eines Balles erklärt, warum ein entgegenkommender Ball stärker geschossen werden kann als ein ruhender. Wenn der Ball nur am ruhenden Fuß abprallt, fliegt er - setzt man einen elastischen Stoß voraus - bereits mit gleicher Geschwindigkeit in Schussrichtung. Umso schneller wird der Ball, wenn das Bein zusätzlich in Schussrichtung bewegt wird.

Luftwiderstand

Die Wurfparabel beschreibt die theoretische Flugbahn, die ohne Reibungskräfte zustande kommt. In der Realität erfährt der Wurfgegenstand eine Widerstandskraft – den Luftwiderstand. Für die quantitative Beschreibung des Luftwiderstandes gilt die Formel:

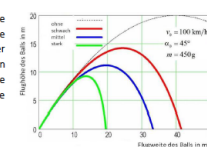

$$F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$


Abb. 7: ballistische Kurve eines Fußballs bei starker, mittlerer, schwacher und ohne Dämpfung

Der Luftwiderstand hängt von der Widerstandsfläche A des Gegenstandes (schädliche Fläche), der Dichte der Luft ρ , dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Geschwindigkeit v ab. Die Flugbahn ist dann keine Parabel mehr, sondern eine ballistische Kurve.


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 4

Fußball (Abschlag, Abstoß): Physik



KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft



PASS

Weitere Inhalte

Magnuseffekt

Ein geschossener Ball, der rotiert (sich um die eigene Achse dreht), erzeugt in der ihn umgebenden Luft Druckunterschiede, die seine Flugbahn beeinflussen. Dieses Phänomen wird als Magnuseffekt bezeichnet (Abb. 8).

Die Ursache dieses Phänomens kann mit den unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten der Luftteilchen an den Seiten des Balles erklärt werden. Auf einer Seite werden die Luftteilchen aufgrund der Eigenrotation abgebremst, auf der anderen beschleunigt. Diesen Effekt macht man sich z.B. beim Flugzeug zunutze: An der Oberseite der Tragflächen strömt die Luft aufgrund der Bogenform schneller vorbei als auf der Unterseite. Dadurch entsteht an der Unterseite ein Überdruck, an der Oberseite ein Unterdruck: Das Flugzeug fliegt nach oben.

Veranschaulichen lässt sich dies auch mit einem Papierstreifen: Hält man ihn an einer Seite fest und bläst kräftig über die Oberseite, so wird er nach oben gesaugt und flattert waagrecht in der Luft.

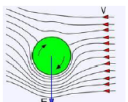


Abb. 8: Luftströmung um einen rotierenden Ball (Magnuseffekt)

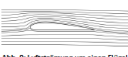


Abb. 9: Luftströmung um einen Flügel

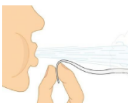


Abb. 10: Kraftwirkung aufgrund verschiedener Strömungsgeschwindigkeiten

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 5

Gymnastik: Ball und Seil: SVP2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Notierung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	10	Aufwärmen	Alle	Kaerwipfel (pretend) und geknüllte auf die Föder. Der Ball wird geprellt. Geht er einem Schüler, den Ball eines anderen wegschlagen, steigt er ein Feld Feldabgrenzung	Gymnastikball Plymetball Feldabgrenzung	Die Schüler dürfen sich einen Ball geben. Die Halle wird in mehrere Felder aufgeteilt.
3	12	Übungen mit dem Ball	Einzelarbeit	Übungen nach einigen Übungen getauscht. Folgende Aufgaben: <ul style="list-style-type: none"> • schnelle Muskelpump • Prellen Unter dem Ball durchhauen. • Prellen über dem Ball durchhauen. • Ball vor dem Körper prellen. • Ball zwischen den Beinen prellen. • Ball vor dem Rücken prellen. • Ball vorne hoch werfen, hinter dem Rücken fangen. 	Basketball Hergummiball (Pummel) Volleyball Musik	Die Schüler sollen die Prael- eigenschaften der verschiedenen Bälle erfahren.
4	10	Theorie Elastischer und unelastischer Stoß Elastizitätszahl	Plenum	Ein elastischer Stoß: <ul style="list-style-type: none"> • Unelastischer Stoß/Bartscher Stoß • Elastizitätszahl • Energieerhaltung Die Elastizitätszahl wird für verschiedene Bälle mittels Mollbaud bestimmt.	Basketball Volleyball Gymnastikball Hergummiball	Elastizitätszahl: $e = \frac{h_2}{h_1}$ $h_1 = \text{Ballhöhe vor Stoß}$ $h_2 = \text{Ballhöhe nach Stoß}$


Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Notierung	
5	10	Spielformen mit Bällen	2 Gruppen	Kreisaufstellung			
6	10	Stoffspiel	2 Teams	Auf dem Hinweg muss der Ball durch einen Stoffball gehen. Auf dem Rückweg über verschiedene Matten. Der Ball darf nicht mit dem Fuß gespielt werden. Ein Team arbeitet mit dem Basketball, das andere mit dem Volleyball. Beim zweiten Durchgang wird gewechselt.	Gymnastikball Basketball Volleyball Matten	1. Ein Basketball und ein Gymnastikball starten auf dem Hinweg über Stoffball. Die Bälle werden nicht weiter gegeben. Ziel: Ein Ball soll den anderen einholen. 2. Alle stehen in einem großen Kreis. Der Ball wird zu einem beliebigen Schüler geworfen. Wer den Ball hatte, steht auf. Der Lehrer ruft die Reihenfolge. Die Reihenfolge bleibt identisch. In der 2. Runde wird versucht, die Zeit zu umfassen. In den folgenden Runden werden unterschiedliche „Ballstärker“ eingesetzt.	
7	7	Theorie: Rollwiderstand	Plenum			Erarbeiten der Formel Der Rollwiderstand ist abhängig vom Rollwiderstandskoeffizient (vgl. Lage/Übung/ Rollen auf Hartboden und Matten). Mittelwert des Rollwiderstandes bei der rhythmischen Sportgymnastik. Elastizität → besserer Absprungethalten wenig Rollwiderstand → besserer Rollen	Rollwiderstand: $F_R = c_R \cdot F_N$ $c_R = \text{Rollwiderstandskoeffizient}$ $F_N = \text{Normalkraft des Körpers}$
8	15	Abschlussspiel	2 Teams			2 Teams, jedes steht auf einer Seite des Volleyballfeldes außerhalb der Grundlinie. Auf der Grundlinie stehen 3 Personen, die den Ball durch Abwerfen mit dem anderen Ballen hinter der gegnerische Grundlinie befördert werden.	Verschiedene Bälle 3 Pöckbälle Basketbälle Volleybälle Hergummibälle
9	3	Abbauem/Aufräumen	Alle				




Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit



Gymnastik: Ball und Seil: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Gymnastik: Ball und Seil*

Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

Die **Winkelgeschwindigkeit** $\vec{\omega}$ ist eine vektorielle Größe. Sie ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt :

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Mit der Winkelgeschwindigkeit lässt sich beim Rope Skipping beispielsweise die Bewegung des Sprungseils charakterisieren, welches sich auf einer Kreisbahn bewegt. Bei einer Umdrehung überstreicht das Seil einen Winkel von 360° bzw. 2π . Die Einheit der Winkelgeschwindigkeit ist $\frac{rad}{s}$ oder $\frac{rad}{s}$.

Eine weitere Möglichkeit zur Charakterisierung der Rotation ist die Betrachtung der Umlauffrequenz f . Die Frequenz gibt die Anzahl periodisch ablaufender Vorgänge pro Zeiteinheit an. Beim Rope Skipping kann die Frequenz durch die Anzahl n der Seilumdrehungen pro Sekunde ausgedrückt werden. Es gilt:

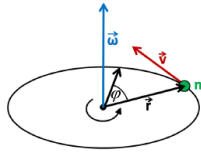
$$f = \frac{n}{\Delta t}$$



Abb. 1: Winkelgeschwindigkeit und Komponenten der Kreisbewegung

In der Musik wird die Frequenz häufig in der Einheit bpm (beats per minute) angegeben, also in Schlägen pro Minute.


Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt bei rotatorischen Bewegungen auf, z.B. bei der Bewegung des Sprungseils beim Rope Skipping oder wenn man ein Seil um den Körper kreisen lässt. Sie ist eine physikalische Kraft, die an einem Körper angreift, der sich auf einer kreisförmigen Bahn bewegt. Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Ein Seilspringer fühlt die Zentripetalkraft an den Händen. Das Seil muss mit einer Kraft zum Zentrum ständig beschleunigt werden, um weiter auf einer Kreisbahn zu bleiben.

Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft sind entgegengesetzt gerichtet. Welche Kraft zu spüren oder zu beobachten ist, hängt davon ab, in welchem Bezugssystem man sich selbst befindet. Von außen betrachtet wirkt eine Zentripetalkraft, die den Körper auf eine Kreisbahn zwingt. Bewegt man sich selbst auf der Kreisbahn, wird man scheinbar vom Zentrum weg beschleunigt. Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft. Es gilt:

$$\vec{F}_{zf} = -\vec{F}_{zp}$$

Für den Betrag der Zentripetalkraft F_z gilt folgende Formel:

$$F_z = \frac{mv^2}{r}$$

(m : Masse des Körpers, v : Geschwindigkeit des Körpers, r : Radius der Kreisbahn)

Der Geschwindigkeitsvektor eines Körpers auf einer Kreisbahn ist immer tangential zur Bahnkurve gerichtet. Lässt man z.B. ein rotierendes Seil los, so fliegt es tangential weg.

Durch Umformen mittels der Beziehung $v = \omega r$ kann die Zentripetalkraft ebenfalls folgendermaßen beschrieben werden:

$$F_z = m\omega^2 r$$

Reibung


Reibung entsteht an der Grenzfläche zweier Körper. Für die Größe der Reibung ist die Beschaffenheit der Oberflächen entscheidend. Je glatter die Oberflächen sind, desto weniger Reibung entsteht. Man unterscheidet Haft- und Gleit- und Rollreibung, wobei die Haftreibung die größte ist. Haftreibung existiert, wenn ein Körper bezüglich seiner Kontaktoberfläche keine Geschwindigkeit hat (z.B. ein stehender Sportler auf dem Hallenboden). Sobald der Körper sich bezüglich der Kontaktoberfläche bewegt, liegen Gleitreibung (z.B. Skifahren über den Schnee) oder Rollreibung (z.B. ein rollender Ball) vor.

Allgemein gilt folgende Formel für die Reibungskraft F_R :


$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Dabei bezeichnet F_N die (Normal-)Kraft, die der Körper senkrecht auf die Reibungsfläche ausübt. Es ist in der Regel die senkrechte Komponente der Gewichtskraft.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Der Reibungskoeffizient μ ist abhängig vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit (vgl. Abb. 3 und 4). Zum Beispiel verringert Schweiß an den Handflächen den Reibungskoeffizienten. Um die Haftreibung zu erhöhen, wird deshalb beim Turnen und beim Klettern Magnesia benutzt. Je nachdem, ob es sich um Haft- Gleit- oder Rollreibung handelt, unterscheiden sich die Reibungskoeffizienten.

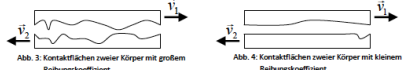


Abb. 3: Kontaktflächen zweier Körper mit großem Reibungskoeffizient
Abb. 4: Kontaktflächen zweier Körper mit kleinem Reibungskoeffizient

Für die Rollreibung gilt die Formel:

$$F_R = c_R \cdot F_N$$

Dabei bezeichnet c_R den Rollreibungskoeffizienten in Analogie zum Reibungskoeffizienten. Mit dem Koeffizienten werden unter anderem die Verformung des sich abwälzenden Körpers, die Oberflächenbeschaffenheit und die Geometrie berücksichtigt.

Stoßprozesse und Impulserhaltung

Ein Stoß ist eine kurze Wechselwirkung zwischen Körpern (Stoßpartnern), bei der sich die Geschwindigkeit, der Impuls und die Energie der Stoßpartner ändern können. Bei einem Stoß gilt die Impulserhaltung, d.h. vor und nach dem Stoßprozess ist der Gesamtimpuls gleich. Der Impuls ist das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit eines Körpers.

$$p = m \cdot v$$

Die Impulserhaltung bei einem Stoß zweier Körper lässt sich in der folgenden Formel festhalten:


$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

Der Index bezeichnet jeweils den Körper, die gestrichelten Größen beziehen sich auf den Zeitpunkt nach dem Stoß. Geschwindigkeit und Impuls sind vektorielle Größen, auf die Darstellung mit Pfeil wird an dieser Stelle zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet. Stoßprozesse lassen sich in elastische und unelastische Stöße einteilen.


Elastischer Stoß

Bei einem elastischen Stoß gilt neben der Impulserhaltung auch die Erhaltung der kinetischen Energie. Zwei identische Kugeln, die mit gleicher Geschwindigkeit zentral aufeinandertreffen, bewegen sich nach dem Stoß mit entgegengesetzten, betragsmäßig gleichen Geschwindigkeiten (Abb. 5).

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



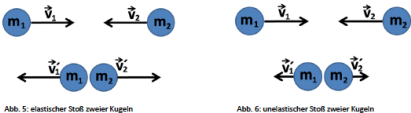


Abb. 5: elastischer Stoß zweier Kugeln
Abb. 6: unelastischer Stoß zweier Kugeln

vorher nachher

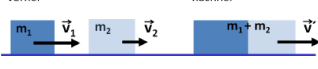


Abb. 7: unelastischer Stoß zweier Massen

Unelastischer Stoß

Für einen unelastischen Stoß gilt nur die Impulserhaltung, ein Teil der kinetischen Energie wird beim Stoßprozess in Wärme umgewandelt oder wird zur Verformung des Körpers benötigt. Die Geschwindigkeit der Stoßpartner verringert sich nach dem Stoß (vgl. Abb. 6). Die Stoßpartner können auch vollständig zum Ruhen kommen. Die Impulserhaltung ist dann nicht verletzt! Der Impuls ist eine vektorielle Größe, aufgrund der entgegengesetzten Geschwindigkeiten der Kugeln, ist der Gesamtimpuls gleich null.

Ein Beispiel kann durch zwei PKW dargestellt werden: Ein Auto fährt in ein langsamer fahrendes Fahrzeug hinein. Beide verkeilen sich und bewegen sich mit der gleichen Geschwindigkeit weiter (Abb. 7).

Ein realer Stoß zwischen zwei Massen stellt immer eine Mischform aus elastischem und unelastischem Stoß dar.

Elastizitätszahl

Mit der Elastizitätszahl e lässt sich der „Energieverlust“ eines aufprallenden Balles veranschaulichen. Sie ist der Quotient aus der Höhe nach und vor dem Stoß:

$$e = \frac{h_2}{h_1}$$

Sie nimmt Werte zwischen 0 und 1 an.

Die Elastizitätszahl lässt sich leicht mit einem Maßband bestimmen. Wenn man den Ball aus 1m Höhe fallen lässt, ist nicht einmal eine Rechnung notwendig.

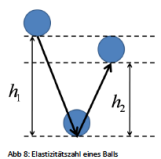




Abb. 8: Elastizitätszahl eines Balles

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Gymnastik: Ball und Seil: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Gymnastik: Ball und Seil*

Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

Die **Winkelgeschwindigkeit** $\vec{\omega}$ ist eine vektorielle Größe. Sie ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt :

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Mit der Winkelgeschwindigkeit lässt sich beim Rope Skipping beispielsweise die Bewegung des Sprungseils charakterisieren, welches sich auf einer Kreisbahn bewegt. Bei einer Umdrehung überstreicht das Seil einen Winkel von 360° bzw. 2π . Die Einheit der Winkelgeschwindigkeit ist $\frac{rad}{s}$ oder $\frac{rad}{s}$.

Eine weitere Möglichkeit zur Charakterisierung der Rotation ist die Betrachtung der Umlauffrequenz f . Die Frequenz gibt die Anzahl periodisch ablaufender Vorgänge pro Zeiteinheit an. Beim Rope Skipping kann die Frequenz durch die Anzahl n der Seilumdrehungen pro Sekunde ausgedrückt werden. Es gilt:

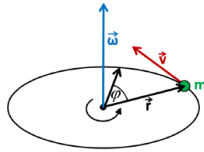
$$f = \frac{n}{\Delta t}$$



Abb. 1: Winkelgeschwindigkeit und Komponenten der Kreisbewegung

In der Musik wird die Frequenz häufig in der Einheit bpm (beats per minute) angegeben, also in Schlägen pro Minute.


Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt bei rotatorischen Bewegungen auf, z.B. bei der Bewegung des Sprungseils beim Rope Skipping oder wenn man ein Seil um den Körper kreisen lässt. Sie ist eine physikalische Kraft, die an einem Körper angreift, der sich auf einer kreisförmigen Bahn bewegt. Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet.

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Ein Seilspringer fühlt die Zentripetalkraft an den Händen. Das Seil muss mit einer Kraft zum Zentrum ständig beschleunigt werden, um weiter auf einer Kreisbahn zu bleiben.

Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft sind entgegengesetzt gerichtet. Welche Kraft zu spüren oder zu beobachten ist, hängt davon ab, in welchem Bezugssystem man sich selbst befindet. Von außen betrachtet wirkt eine Zentripetalkraft, die den Körper auf eine Kreisbahn zwingt. Bewegt man sich selbst auf der Kreisbahn, wird man scheinbar vom Zentrum weg beschleunigt. Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft. Es gilt:

$$\vec{F}_{ZF} = -\vec{F}_{ZP}$$

Für den Betrag der Zentripetalkraft F_Z gilt folgende Formel:

$$F_Z = \frac{mv^2}{r}$$

(m : Masse des Körpers, v : Geschwindigkeit des Körpers, r : Radius der Kreisbahn)

Der Geschwindigkeitsvektor eines Körpers auf einer Kreisbahn ist immer tangential zur Bahnkurve gerichtet. Lässt man z.B. ein rotierendes Seil los, so fliegt es tangential weg.

Durch Umformen mittels der Beziehung $v = \omega r$ kann die Zentripetalkraft ebenfalls folgendermaßen beschrieben werden:

$$F_Z = m\omega^2 r$$

Reibung


Reibung entsteht an der Grenzfläche zweier Körper. Für die Größe der Reibung ist die Beschaffenheit der Oberflächen entscheidend. Je glatter die Oberflächen sind, desto weniger Reibung entsteht. Man unterscheidet Haft- und Gleit- und Rollreibung, wobei die Haftreibung die größte ist. Haftreibung existiert, wenn ein Körper bezüglich seiner Kontaktfläche keine Geschwindigkeit hat (z.B. ein stehender Sportler auf dem Hallenboden). Sobald der Körper sich bezüglich der Kontaktfläche bewegt, liegen Gleitreibung (z.B. Skifahren über den Schnee) oder Rollreibung (z.B. ein rollender Ball) vor.

Allgemein gilt folgende Formel für die Reibungskraft F_R :


$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Dabei bezeichnet F_N die (Normal-)Kraft, die der Körper senkrecht auf die Reibungsfläche ausübt. Es ist in der Regel die senkrechte Komponente der Gewichtskraft.

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Der Reibungskoeffizient μ ist abhängig vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit (vgl. Abb. 3 und 4). Zum Beispiel verringert Schweiß an den Handflächen den Reibungskoeffizienten. Um die Haftreibung zu erhöhen, wird deshalb beim Turnen und beim Klettern Magnesia benutzt. Je nachdem, ob es sich um Haft- Gleit- oder Rollreibung handelt, unterscheiden sich die Reibungskoeffizienten.

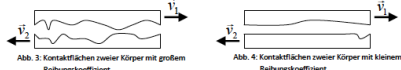


Abb. 3: Kontaktflächen zweier Körper mit großem Reibungskoeffizient
Abb. 4: Kontaktflächen zweier Körper mit kleinem Reibungskoeffizient

Für die Rollreibung gilt die Formel:

$$F_R = c_R \cdot F_N$$

Dabei bezeichnet c_R den Rollreibungskoeffizienten in Analogie zum Reibungskoeffizienten. Mit dem Koeffizienten werden unter anderem die Verformung des sich abwälzenden Körpers, die Oberflächenbeschaffenheit und die Geometrie berücksichtigt.

Stoßprozesse und Impulserhaltung

Ein Stoß ist eine kurze Wechselwirkung zwischen Körpern (Stoßpartnern), bei der sich die Geschwindigkeit, der Impuls und die Energie der Stoßpartner ändern können. Bei einem Stoß gilt die Impulserhaltung, d.h. vor und nach dem Stoßprozess ist der Gesamtimpuls gleich. Der Impuls ist das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit eines Körpers.

$$p = m \cdot v$$

Die Impulserhaltung bei einem Stoß zweier Körper lässt sich in der folgenden Formel festhalten:


$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

Der Index bezeichnet jeweils den Körper, die gestrichelten Größen beziehen sich auf den Zeitpunkt nach dem Stoß. Geschwindigkeit und Impuls sind vektorielle Größen, auf die Darstellung mit Pfeil wird an dieser Stelle zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet. Stoßprozesse lassen sich in elastische und unelastische Stöße einteilen.


Elastischer Stoß

Bei einem elastischen Stoß gilt neben der Impulserhaltung auch die Erhaltung der kinetischen Energie. Zwei identische Kugeln, die mit gleicher Geschwindigkeit zentral aufeinandertreffen, bewegen sich nach dem Stoß mit entgegengesetzten, betragsmäßig gleichen Geschwindigkeiten (Abb. 5).

Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



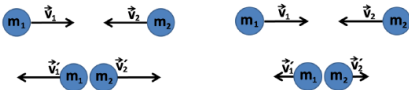


Abb. 5: elastischer Stoß zweier Kugeln

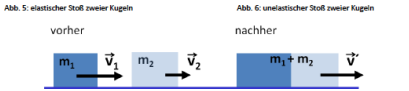


Abb. 6: unelastischer Stoß zweier Kugeln

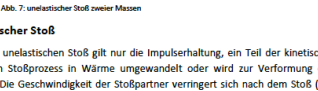


Abb. 7: unelastischer Stoß zweier Massen

Unelastischer Stoß

Für einen unelastischen Stoß gilt nur die Impulserhaltung, ein Teil der kinetischen Energie wird beim Stoßprozess in Wärme umgewandelt oder wird zur Verformung des Körpers benötigt. Die Geschwindigkeit der Stoßpartner verringert sich nach dem Stoß (vgl. Abb. 6). Die Stoßpartner können auch vollständig zum Ruhen kommen. Die Impulserhaltung ist dann nicht verletzt! Der Impuls ist eine vektorielle Größe, aufgrund der entgegengesetzten Geschwindigkeiten der Kugeln, ist der Gesamtimpuls gleich null.

Ein Beispiel kann durch zwei PKW dargestellt werden: Ein Auto fährt in ein langsamer fahrendes Fahrzeug hinein. Beide verkeilen sich und bewegen sich mit der gleichen Geschwindigkeit weiter (Abb. 7).

Ein realer Stoß zwischen zwei Massen stellt immer eine Mischform aus elastischem und unelastischem Stoß dar.

Elastizitätszahl

Mit der Elastizitätszahl e lässt sich der „Energieverlust“ eines auflaufenden Balles veranschaulichen. Sie ist der Quotient aus der Höhe nach und vor dem Stoß:

$$e = \frac{h_2}{h_1}$$

Sie nimmt Werte zwischen 0 und 1 an.

Die Elastizitätszahl lässt sich leicht mit einem Maßband bestimmen. Wenn man den Ball aus 1m Höhe fallen lässt, ist nicht einmal eine Rechnung notwendig.

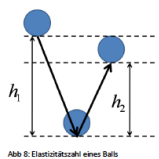


Abb. 8: Elastizitätszahl eines Balles

Seite | 4

Gymnastik: Reifen und Band: SVP1 & SVP2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Materiale	Bemerkung/Nachbereitung
5	7	Übungen mit dem Reifen	Reihen	Reihenaufstellung		
6	8	Übungen mit dem Reifen	Reihen	Reihenaufstellung		
7	10	Theorie: Rotation und Rotation	Plenum			
8	5	Reifen rollen	3er Gruppen			
9	4	Ergebnis Präsentation	Plenum			
10	15	Abschlussspiel	2 Teams			
11	3	Abbauen/Aufwärmen	Alle			

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Materiale	Bemerkung/Nachbereitung
5	20	Schwingformen des Bandes	3er Gruppen			
6	7	Theorie: Ergebnisicherung	Plenum			
7	12	Abschlussspiel	4 Teams			
8	3	Abbauen/Aufwärmen	Alle			

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Materiale	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	10	Aufwärmen	4 Teams			
3	10	Erklärung Gerätegewöhne	Reihenaufstellung			
4	5	Gerätegewöhne	Einzelarbeit			

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft


Seite | 1

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Materiale	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	10	Aufwärmen	Alle			
3	15	Einführung Gerätegewöhne	Reihenaufstellung			
4	10	Theorie: Wellen und Schwingungen	Plenum			


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1

Gymnastik: Reifen und Band: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Gymnastik: Reifen und Band*

Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

Die **Winkelgeschwindigkeit** $\vec{\omega}$ ist eine vektorielle Größe. Sie ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt :

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Mit der Winkelgeschwindigkeit lässt sich beim Rope Skipping beispielsweise die Bewegung des Sprungseils charakterisieren, welches sich auf einer Kreisbahn bewegt. Bei einer Umdrehung überstreicht das Seil einen Winkel von 360° bzw. 2π . Die Einheit der Winkelgeschwindigkeit ist $\frac{rad}{s}$ oder $\frac{msd}{s}$.

Eine weitere Möglichkeit zur Charakterisierung der Rotation ist die Betrachtung der Umlauffrequenz f . Die Frequenz gibt die Anzahl periodisch ablaufender Vorgänge pro Zeiteinheit an. Beim Band kann die Frequenz durch die Anzahl n der Bandschwingungen (Start und Ende liegen an selber Position) pro Sekunde ausgedrückt werden. Es gilt:

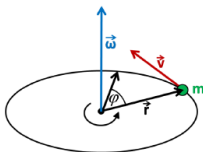
$$f = \frac{n}{\Delta t}$$


Abb. 1: Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

In der Musik wird die Frequenz häufig in der Einheit bpm (beats per minute) angegeben, also in Schlägen pro Minute.

Rotation und Translation

Translation

Unter Translation versteht man eine Bewegung, bei der sich alle Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf parallelen Bahnen fortbewegen (geradlinig oder gekrümmt).

Bewegungsbeispiele: 100m-Lauf, Ski fahren, Bob fahren, Paragleiten,...






Abb. 2: Translation

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Rotation

Unter Rotation versteht man eine Bewegung, bei der alle Punkte eines Körpers in gleicher Zeit gleiche Winkel (α) durchstreichen.

Bewegungsbeispiele: Riesensfelge, Pirouette, ...




Abb. 3: Rotation

Überlagerung von Translation und Rotation

Die meisten sportlichen Bewegungen setzen sich aus translatorischen und rotatorischen Elemente zusammen. Ein Beispiel hierfür ist die Flugrolle, neben der Rotation um die Breitenachse findet zugleich eine translatorische Bewegung im Raum statt. Ein rollender Gymnastkref führt neben einer Rotation ebenfalls eine Translation aus.

Wellen und Schwingungen

Mit dem Gymnastikband lassen sich periodische Bewegungen durchführen. Außerdem lassen sich Wellenbewegungen anschaulich machen. Zu deren Beschreibung sind einige Begriffe notwendig.

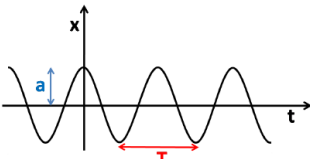



Abb. 4: harmonische Schwingung

In Abb. 4 ist eine harmonische Schwingung veranschaulicht. Sie lässt sich z.B. realisieren, indem man das Gymnastikband periodisch nach oben und unten bewegt. Das Schaubild gibt die Position des Bandes in Abhängigkeit der Zeit t an.


Zur Charakterisierung der Schwingung eignet sich die Amplitude a . Sie gibt an, um welche Strecke das Band nach oben bzw. unten ausgelenkt wird. Die Periodendauer T ist die Zeitspanne, nach der sich die Bewegung wiederholt. Der Kehrwert der Periodendauer ist die Frequenz der Schwingung (Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde).

$$f = \frac{1}{T}$$

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Erhöht man die Frequenz, bewegt man also den Arm schneller auf und ab, so wird die Periodendauer kürzer.

Vergrößert man die Bewegungsweite, so wird die Amplitude größer.

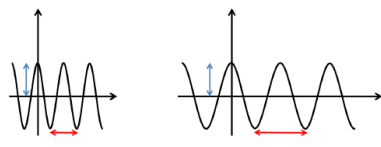


Abb. 5: Variation der Periodendauer

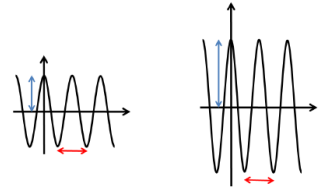
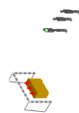


Abb. 6: Variation der Amplitude

Bewegt man das Band normal zur Schwingrichtung (man bewegt sich z.B. nach hinten oder seitlich), so kann man das Band als stehende Welle in der Luft beobachten. Das Band beschreibt eine Kurve, wie in den obigen Abbildungen. Auf der horizontalen Achse ist dann anstelle der Zeit eine zweite Raumrichtung aufgetragen.

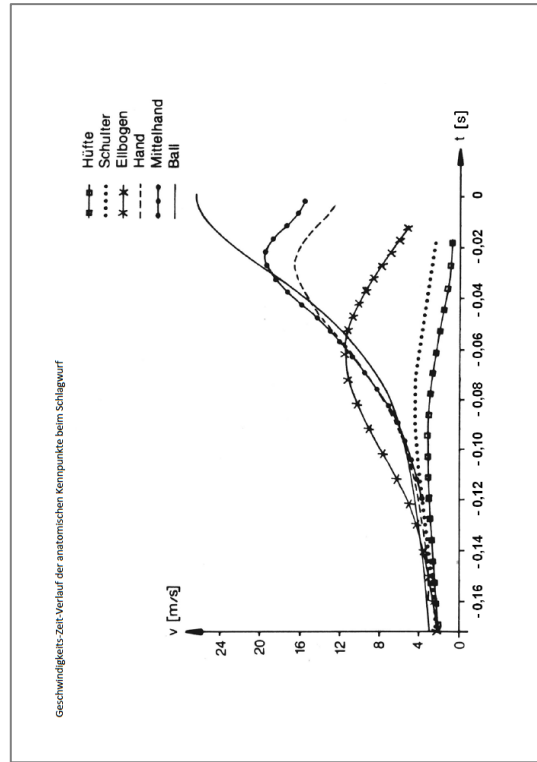
Seite | 3



Handball (Wurf und Pass):SVP1

5	10	Zielwerten	4 Gruppen	Die Ziele sollen im einarmigen Wurf (Schlagwurf) getroffen werden. (Wurfdistanz ca. 7m). Werfen in unterschiedlichen Positionen und mit unterschiedlichen Bällen, um Geschwindigkeit des Balles zu vermindern. - Werfen im Sitzen - Werfen im Stehen - Werfen mit Absprung	Auf einarmigen Wurf achten (Schlagwurf). 
6	5	Theorie: Werfen in verschiedenen Positionen	Plenum	Besprechung des Erlebens; Abhängigkeit des Wurfs vom Wirt und Geschwindigkeit erkennen Ziel: Wurfweite ca. 7m.	Flüchtlart Beide Fore Bälle 4 große Kästen
7	10	Theorie: Werfen in verschiedenen Positionen	4 Gruppen	Werfer sitzt mit Rücken an Kasten angelehnt (Mitte: Auszubewegung durch Kasten blockiert) - Werfer sitzt an anderer Seite vom Kasten (Arm angelehnt, - Werfer steht hinter Kasten mit der Hüfte - Werfer steht hinter Kasten und Schlagwurf (ohne Torwart) nach Zupspiel - Die Schüler spielen gegeneinander. In einem Team wird der Ball per Schlagwurf in den Kasten geschossen.	Jeder Schüler zählt seine Torefolge bei der jeweiligen Wurfart.
8	10	Theorie: Koordination von Torwurfzeiten	Plenum	Besprechung der Ablauf von Teilmustern	Schüler dürfen schauen lassen; zur Kontrolle folgen zeigen (s. Anhang)
9	15	Spot	4 Teams	Handballspiel (Variation); Torwürfe nur über einen Bodenkontakt des Balles. Es spielen immer 2 Mannschaften auf dem Feld. Geschwindigkeit bei Torerfolg einer Mannschaft: 1+2 auf dem Feld; Tor für 2+3 ersetzt 1.	
10	3	Abbau-/Aufbau	Alle		

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



 		Institut für Sport und Sportwissenschaft Thema: Handball (Wurf und Pass)		Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtseinheit		
Nr.	Zeit [min]	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Vorbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	4	Ballgewöhnung	4 Gruppen	Die Gruppen bauen jeweils in einer Reihe durch die Halle. Der hintere Läufer muss dabei an die Spitze ausweichen und anschließend passt der „Läufer“ dem letzten in der Reihe den Ball zurück.	Handball pro Gruppe	Vorsicht bei Pass von vorne nach hinten (kein Pass ohne Rückkontakt).
3	6	Aufwärmspiel	4 Teams	„Jägerbau“ Ein Jäger versucht mit einem Ball andere Schüler (Beute) zu fangen. - mehrere Jäger und Bälle, verschiedene Bälle. - „Gejagter“ in Rückenposition, - „Beute“ durch hindurchschreiten, abschlagen... 4 Stationen – „Zielwerfer“ - „Beute“ fangen oder legen auf einen großen Kasten vor die Tore. Ziele können auch auf kleinen Kästen, Bänken, oder Boden gesteckt werden. - andere Ball geworfen werden (Handball, Volleyball, Softball, Gymnastikball).	Handbälle verschiedene Bälle	Lockerer Schütz (vor allem mit Handbällen). Nur auf Bälle zielen.
4	3	Aufbau	Alle			Bälle in ungeordneten Reihen auf dem Feld sammeln. Kisten sammeln.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1

Anhang


Zu Nr. 5
Durch das Abwerfen der Ziele können die Schüler den Impuls des geworfenen Balles erkennen, da er auf das Ziel übertragen wird; die unterschiedlich schweren Bälle haben einen unterschiedlichen Impuls, der dadurch erkennbar wird, wie sich die Ziele bei einem Treffer verhalten.

Zu Nr. 7
Durch die unterschiedlichen Wurfpositionen erfährt der Schüler eine Wurfentwicklung, beeinflusst durch den Kasten. Durch die Waagnahme der Behinderung einer jeweiligen Fellewegung erfährt der Schüler, wie der Gesamtimpuls von Teilmustern abhängt.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft


Seite | 3

Handball (Wurf und Pass): SVP1 & SVP2



KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft

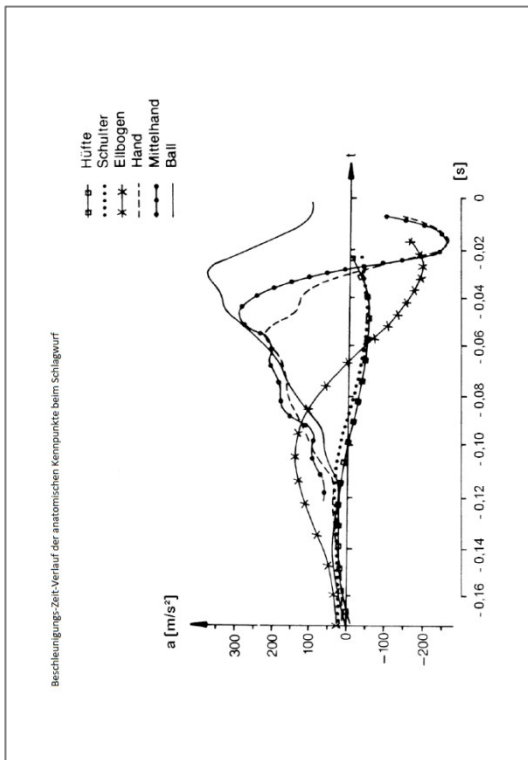



Thema: Handball (Wurf und Pass)

Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit

Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Vorbereitung
1	10	Einleitung				
2	5	Belegübung	8 Gruppen	„Nachlaufen“ Auf dem Spielfeld in 2 Spielquartieren (je 2 Spieler) in einem Quadrat aufsteht. Schüler spielen einen Pass auf den 1. Schüler der Gruppe links von sich und laufen dann zum 2. Schüler weiter.	2 Handbälle pro Spielblock	Feldgröße und Anzahl an Spielergruppen anpassen.
3	10	Aufwärmen	4 Teams	3 Partnerarbeit Variation: - Bodentpass / direkter Pass - Partnerpass - Rückpass - Rückpass mit Schritt	Handbälle	Finger / Nägel im Wedergrund; eventuell auch weiche Platte
4	10	Einführung ins Spiel	Partnerarbeit Gesamtausbildung	- Partnerformen ausprobieren (auch seitlich etc. möglich) - Schwungkreis links/rechts - Bodentpass mit Absetzpunkt im letzten Drittel - In Sprung passen - In Sprung passen, gegenwärtiges Link-Bein nutzen - In Sprung passen, gegenwärtiges Link-Bein nutzen mit Bodentkontakt zu treffen (im hinteren Drittel)	Je 1 Handball pro Paar	Technik korrigieren, mit dem Ziel, dass die Schüler sich später gegenseitig korrigieren können. Technik Stemm-/Schlagwurf s. Anhang
5	7	Faßübung	4 Gruppen	Zählpassspiel In 2 Gruppen innerhalb der Gruppen haben die Spieler fortlaufende Zahlen, die Spieler bewegen sich durch die Halle und passen sich in der Reihenfolge ihrer Zahlen dem Ball/Indica zu.	Indica mit Stückchen Klebeband (das Handbälle festhält) Parabänder	Klebeband zwischen Werfer und Indica groß halten (min. 20m).


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1






KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Thema: Handball (Wurf und Pass)

Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit



Anhang
Bildreihe Schlagwurf

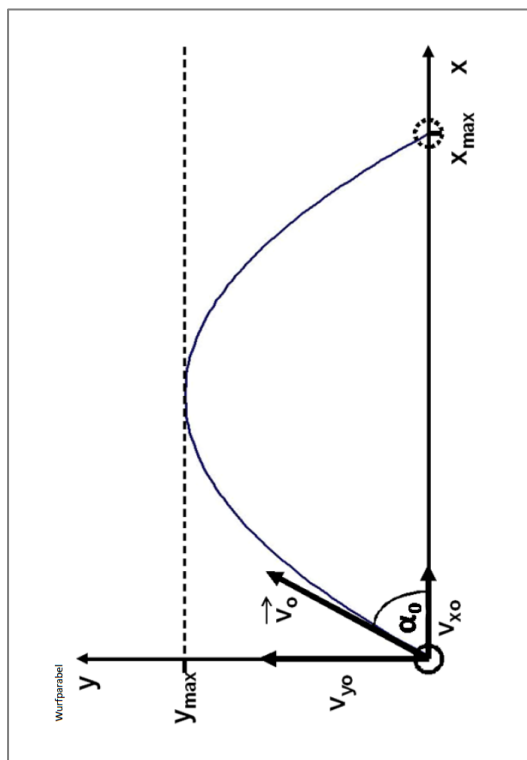
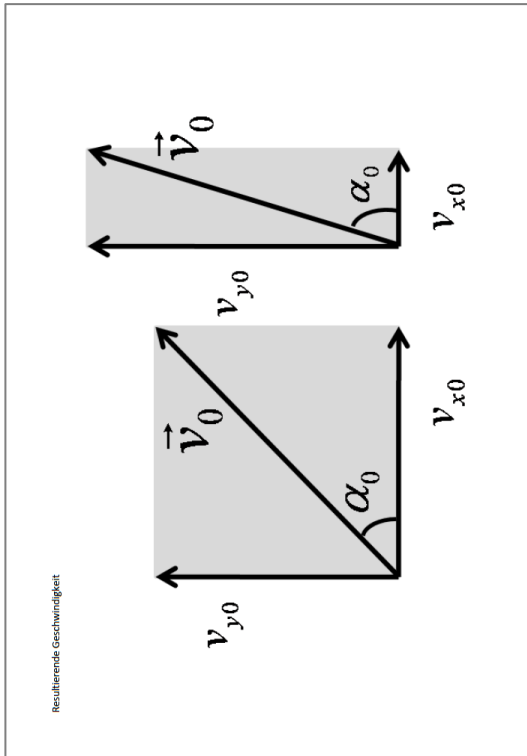
1. Schwungkreis
2. Der Ball wird nun mit der Wurflhand nach hinten geführt. Das Körpergewicht ruht auf dem hinteren Bein.
3. Der Körper wird durch den Schwung des Arms nach vorne geschoben.
4. Wurfarm und Körper bilden ca. einen 90-Grad-Winkel.
5. In der Wurfbewegung wird das Körpergewicht auf das vordere Bein verlagert und der Körper dadurch nach vorne beschleunigt. Der Ball verlässt oberhalb vor dem Körper die Hand.
6. Der Handball verlässt die Hand.
7. Der Schlag des Wurfs wird mit dem hinteren Bein mit einem Schritt nach vorne abgefangen.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3


6	10	Wurfwurf	2 Gruppen	Winkel [Ziel: optimaler Winkel] Mit Rücken an Katzentische oder Wand sitzen Aufgabe: Beobachtung der Flugbahn Variation: - im Sitzen auf dem Kasten	Handbälle	
7	5	Wurfwurf	2 Gruppen	Geschwindigkeit [Ziel: Max. Geschwindigkeit] Aufgabe: Möglichst weit werfen Einmal auf Höhe des Kopfes durch horizontale Wertschlag. Wer kommt am weitesten? Formel für „Schüler Wurf“ erarbeiten. Beschleunigung durch Änderung von Winkel und Geschwindigkeit.	Handbälle	
8	12	Theorie: Schüler Wurf	Plenum	Anhang siehe Beiblatt Physik.	Flickchart	
9	15	Abschlusspiel	4 Teams		Ball Parabänder	
10	3	Abbau-/Aufräumen	Allz			

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2


Handball (Wurf und Pass): SVP2



Handball (Wurf und Pass): Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Handball (Wurf und Pass)*

Impuls

Unter dem Impuls versteht man umgangssprachlich die „Wucht“ eines Körpers (oder Balles). Der Impuls \vec{p} ist das Produkt aus der Masse m und der Geschwindigkeit \vec{v} eines Balles.


$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$


Abb. 1: Impuls eines Balles

Die Einheit des Impulses ist $\left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}\right]$. In der Regel erfolgt eine Änderung des Impulses durch eine Geschwindigkeitsänderung, da die Masse des Körpers, z.B. eines Handballs, konstant ist. Der Impuls beschreibt den Bewegungszustand des Körpers, er ändert sich durch eine Kräfteinwirkung (z.B. Gewichtskraft, oder Luftwiderstandskraft).

Ein Ball mit geringer Masse (z.B. ein Softball) kann bereits bei kleiner Kräfteinwirkung eine hohe Geschwindigkeit erreichen, umgekehrt bedarf es einer großen Kräfteinwirkung, um beispielsweise einen Medizinball auf eine hohe Geschwindigkeit zu beschleunigen.

Koordination von Teilimpulsen


Im Handball lässt sich mit dem Schlagwurf ein maximal „harter Wurf“ erzeugen, die Abfluggeschwindigkeit des Balls ist hier am größten (Geschwindigkeiten über 100 km/h). Eingeleitet durch den Stemmschritt beim Schlagwurf erfolgt eine Impulsübertragung vom Körper auf den Ball. Wird beispielsweise der Ball von der Hand durch eine bestimmte Kraft beschleunigt, so verzögert dieselbe Kraft die Hand (actio = reactio). Der Impuls der Bewegung geht von der Hand in den Ball über.

Um eine möglichst hohe Geschwindigkeit des Balles zu erreichen, muss die Hand selbst einen großen Impuls in Bewegungsrichtung besitzen. Dies wird erreicht, indem der Impuls des Körpers von proximal nach distal übertragen wird:


Von der Hüfte ausgehend wird Impuls auf die Schulter, den Ellenbogen, das Handgelenk und zuletzt die Hand übertragen. Die Hand überträgt den Impuls dann auf den Handball. Man spricht von einer (zeitlichen) Koordination der Teilimpulse einzelner Körpersegmente.

In Abb. 2 sind die Geschwindigkeitsverläufe der Körpersegmente während eines Schlagwurfes dargestellt. Diese entsprechen für jedes Körpersegment den Impulsverläufen, da deren Massen konstant bleiben ($\vec{p} = m \cdot \vec{v}$).

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



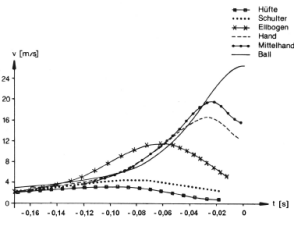


Abb. 2: Koordination von Teilimpulsen beim Schlagwurf (nach Balreich, R. & Kuhlrow-Balreich, A. (1992). Biomechanik der Sportspiele. Teil 2. Mannschaftsspiele (S. 53 Handball - Müller, E., Kornel, E. & Menzel H.-J.). Stuttgart: Enke, Band 2.)

Die Geschwindigkeitsmaxima der Körpersegmente werden von proximal nach distal zeitlich nacheinander erreicht. Dadurch wird die Endgeschwindigkeit der (Mittel-)Hand und damit des Balls maximal.

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abfluges. Der Abflugwinkel wird α_0 genannt.

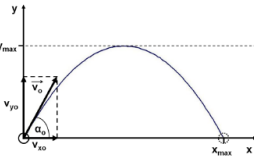




Abb. 3: Der schiefe Wurf

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Mathematische Zusammenhänge

Die Abfluggeschwindigkeit \vec{v}_0 hat den Betrag: $v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$

[Satz des Pythagoras im rechtwinkligen Dreieck aus v_{x0} , v_{y0} und v_0]

Horizontale Geschwindigkeit: $v_{x0} = v_0 \cos(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\cos(\alpha_0) = \frac{v_{x0}}{v_0}$]

Vertikale Geschwindigkeit: $v_{y0} = v_0 \sin(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\sin(\alpha_0) = \frac{v_{y0}}{v_0}$]

Flugdauer, Flugweite

Für den zurückgelegten Weg s eines Körpers mit konstanter Geschwindigkeit v gilt allg.: $s = v \cdot t$

In y-Richtung erfährt der Ball die Erdbeschleunigung g . Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt allgemein:

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Für die zeitliche Entwicklung der y-Koordinate des Balls $y(t)$ gilt:

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Es handelt sich um eine Überlagerung aus einer gleichförmigen Bewegung nach oben [$s = v \cdot t$] und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nach unten [$s = \frac{1}{2} g t^2$]. Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$

Es folgt:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{2v_0 \sin(\alpha_0)}{g}$$


Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{2}{g} \cdot v_{x0} \cdot v_{y0} = \frac{2v_0^2 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \sin(\alpha_0)}{g}$$


Der ideale Abwurfwinkel für eine maximale Flugweite x_{max} lässt sich durch Untersuchung der Extremstellen von $x_{\text{max}}(\alpha_0)$ berechnen. Intuitiv lässt sich der Winkel wie folgt begründen:

Die Flugweite wird bei vorgegebenem v_0 maximal, wenn das Produkt aus v_{x0} und v_{y0} maximal wird, da $\frac{1}{2}$ nicht vom Abwurfwinkel abhängig ist.

Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Das Produkt ist - geometrisch interpretiert - der Flächeninhalt eines Rechtecks mit den Seiten v_{x0} und v_{y0} und der Diagonalen v_0 (vgl. Abb. 4). Der Flächeninhalt eines Rechtecks wird bei vorgegebener Diagonale maximal, wenn es ein Quadrat ist, also für den Winkel $\alpha_0 = 45^\circ$. In Abb. 2 ist das linke Rechteck ein Quadrat, es hat den größeren Flächeninhalt.

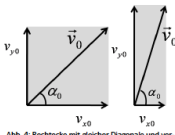


Abb. 4: Rechtecke mit gleicher Diagonale und verschiedenem Flächeninhalt

Zusatz

Liegt die Abwurfhöhe oberhalb der Landehöhe, so wird die Flugweite vergrößert. Der Winkel für einen maximal weiten Flug ist dann kleiner als 45° .

Die charakteristische, parabelförmige Flugkurve beim Handball ist, aufgrund der hohen Ballgeschwindigkeiten und des häufig flachen Abwurfwinkels nicht immer als solche erkennbar. Dennoch wird die Flugkurve, sofern der Ball nicht nach unten geworfen wird, durch eine ev. gestauchte Parabel beschrieben.

Seite | 4

Leichtathletik: Hochsprung: SVP1

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	11	Aufwachen	4 Teams	Hinweis: Wächter! Eine Mannschaft zieht um einen Matzenberg und verlegt diesen auf einem Bein hinfür. Die anderen drei Mannschaften versuchen, die Matzenberg zu gewinnen, sind gerettet (Wechsel der Mannschaften). Anschließend Aufbau Hochsprungständer	Hochsprungstange ohne Ständer Hochsprungständer	Nur Sprung für Bar (Handhaben verteilte ab auch abgeben)
3	5	Eingewöhnen	Einzelarbeit	Hochsprung - versuchen vorzuschieben Sprung über die Latte - eigene Sprungreihen der Schüler - Flagge - Flagge	Hochsprungständer Hochsprungstange	Achtung: Sicherheit an gewährleisten (Stange nicht zusammenstürzen)
4	5	Theorie: Hochsprung - SVP	Plenum	Erste theoretische Einarbeitung, gleiche Technik beim einbegleiten Absprung, Angelen werden bittet.	Flischart	lage des Körper (siehe Hypothese)
5	4	Stationenaufbau	Alle	Halle/Sportplatz wird in 4 Bereiche eingeteilt: 1. Bereich mit Wasser 2. Bereich mit Wasser platzieren 3. Bereich bleibt leer 4. Bereich mit Wasser	Bälle mit Schürren 8 Hüften 8 Hüften	
6	12	Stationenbetrieb	4 Gruppen	Stationenbetrieb (siehe Anhang dergleichen) 4 Stationen (im Anhang beschreiben) 1. „Propeller“ 2. „Drehwurm“ 3. „Drehwurm“	Bälle mit Schürren 8 Hüften 8 Hüften	(s. Anhang)

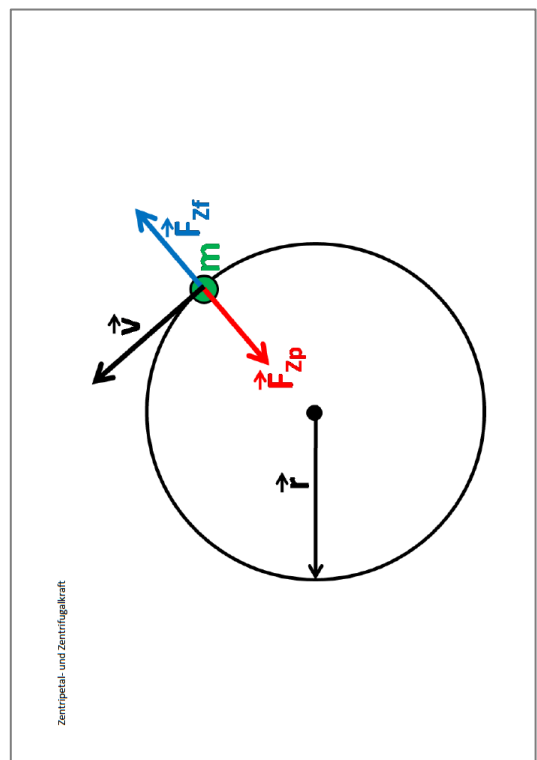
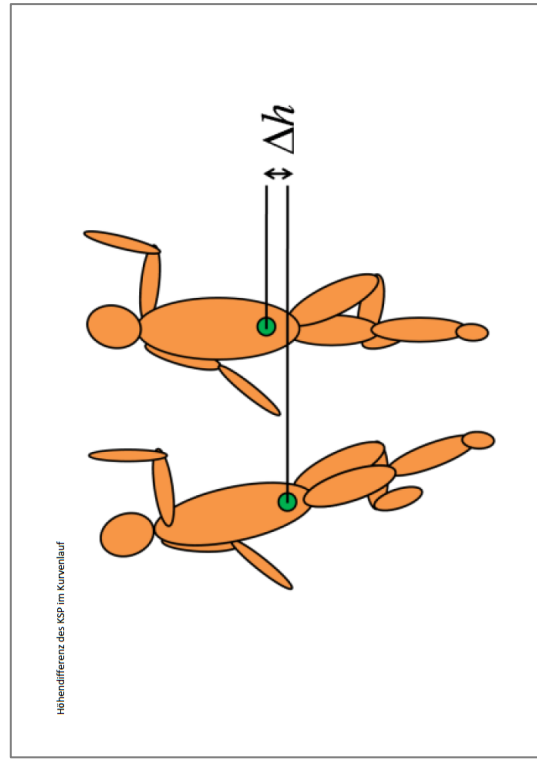


Institut für Sport und Sportwissenschaft

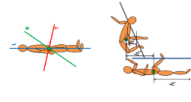
Thema: Leichtathletik: Hochsprung

Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtsreihe

	Theorie: Zentripetal- und Zentrifugalkraft	Plenum	4. „Achtchar“ - Arbeit am eigenen Achtchar und der Schüler Achtchar (siehe Anhang) - Auswertung der Erfahrungen der Schüler. - Was habt ihr gespürt? - Mit zunehmender Geschwindigkeit erhöht/erhöhen sich diese Kraft/Kräfte. - Was ist die Ursache dafür? - Kraft/Kräfte (opt. Konkrete Beispiele) verdeutlichen und erklären der biomechanischen Gesichtspunkte.	Achtcharblätter	Zentripetal- und Zentrifugalkraft $F_c = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$ - Winkelgeschwindigkeit ω $\omega = \frac{v}{r}$ - Winkelbeschleunigung α $\alpha = \frac{a}{r}$ - Winkelgeschwindigkeit ω $\omega = \frac{v}{r}$ - Winkelbeschleunigung α $\alpha = \frac{a}{r}$ - Winkelgeschwindigkeit ω $\omega = \frac{v}{r}$ - Winkelbeschleunigung α $\alpha = \frac{a}{r}$
7	5			Flischart	
8	15	Kurvenlauf des Hochsprungs	1. Im Kreis laufen mit Steigerungsschluss. 2. Steigerung mit Balken über die Latte. 3. Sprung mit Balken über die Latte. 4. Sprung mit Balken über die Latte. 5. Sprung mit Balken über die Latte. 6. Sprung mit Balken über die Latte. 7. Sprung mit Balken über die Latte. 8. Sprung mit Balken über die Latte. 9. Sprung mit Balken über die Latte. 10. Sprung mit Balken über die Latte. 11. Sprung mit Balken über die Latte. 12. Sprung mit Balken über die Latte. 13. Sprung mit Balken über die Latte. 14. Sprung mit Balken über die Latte. 15. Sprung mit Balken über die Latte. 16. Sprung mit Balken über die Latte. 17. Sprung mit Balken über die Latte. 18. Sprung mit Balken über die Latte. 19. Sprung mit Balken über die Latte. 20. Sprung mit Balken über die Latte. 21. Sprung mit Balken über die Latte. 22. Sprung mit Balken über die Latte. 23. Sprung mit Balken über die Latte. 24. Sprung mit Balken über die Latte. 25. Sprung mit Balken über die Latte. 26. Sprung mit Balken über die Latte. 27. Sprung mit Balken über die Latte. 28. Sprung mit Balken über die Latte. 29. Sprung mit Balken über die Latte. 30. Sprung mit Balken über die Latte. 31. Sprung mit Balken über die Latte. 32. Sprung mit Balken über die Latte. 33. Sprung mit Balken über die Latte. 34. Sprung mit Balken über die Latte. 35. Sprung mit Balken über die Latte. 36. Sprung mit Balken über die Latte. 37. Sprung mit Balken über die Latte. 38. Sprung mit Balken über die Latte. 39. Sprung mit Balken über die Latte. 40. Sprung mit Balken über die Latte. 41. Sprung mit Balken über die Latte. 42. Sprung mit Balken über die Latte. 43. Sprung mit Balken über die Latte. 44. Sprung mit Balken über die Latte. 45. Sprung mit Balken über die Latte. 46. Sprung mit Balken über die Latte. 47. Sprung mit Balken über die Latte. 48. Sprung mit Balken über die Latte. 49. Sprung mit Balken über die Latte. 50. Sprung mit Balken über die Latte. 51. Sprung mit Balken über die Latte. 52. Sprung mit Balken über die Latte. 53. Sprung mit Balken über die Latte. 54. Sprung mit Balken über die Latte. 55. Sprung mit Balken über die Latte. 56. Sprung mit Balken über die Latte. 57. Sprung mit Balken über die Latte. 58. Sprung mit Balken über die Latte. 59. Sprung mit Balken über die Latte. 60. Sprung mit Balken über die Latte. 61. Sprung mit Balken über die Latte. 62. Sprung mit Balken über die Latte. 63. Sprung mit Balken über die Latte. 64. Sprung mit Balken über die Latte. 65. Sprung mit Balken über die Latte. 66. Sprung mit Balken über die Latte. 67. Sprung mit Balken über die Latte. 68. Sprung mit Balken über die Latte. 69. Sprung mit Balken über die Latte. 70. Sprung mit Balken über die Latte. 71. Sprung mit Balken über die Latte. 72. Sprung mit Balken über die Latte. 73. Sprung mit Balken über die Latte. 74. Sprung mit Balken über die Latte. 75. Sprung mit Balken über die Latte. 76. Sprung mit Balken über die Latte. 77. Sprung mit Balken über die Latte. 78. Sprung mit Balken über die Latte. 79. Sprung mit Balken über die Latte. 80. Sprung mit Balken über die Latte. 81. Sprung mit Balken über die Latte. 82. Sprung mit Balken über die Latte. 83. Sprung mit Balken über die Latte. 84. Sprung mit Balken über die Latte. 85. Sprung mit Balken über die Latte. 86. Sprung mit Balken über die Latte. 87. Sprung mit Balken über die Latte. 88. Sprung mit Balken über die Latte. 89. Sprung mit Balken über die Latte. 90. Sprung mit Balken über die Latte. 91. Sprung mit Balken über die Latte. 92. Sprung mit Balken über die Latte. 93. Sprung mit Balken über die Latte. 94. Sprung mit Balken über die Latte. 95. Sprung mit Balken über die Latte. 96. Sprung mit Balken über die Latte. 97. Sprung mit Balken über die Latte. 98. Sprung mit Balken über die Latte. 99. Sprung mit Balken über die Latte. 100. Sprung mit Balken über die Latte.	Aufbau 2. Hochsprungslage	Ziel: Winkelbeschleunigung zum nächsten Theoretik (optimale Beschleunigungsweg) Lette muss hoch genug sein
9	7	Theorie: Optimale Beschleunigungsweg	1. Ziel: Optimierung der Abpralldauer, um eine möglichst hohe vertikale Geschwindigkeit zu erreichen. 2. Dies wird begünstigt durch die Innenneigung des Körpers bei bogentörmiger Anlaufbahn. 3. Die Verlängerung der Abpralldauer entspricht dem Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges. 4. Anlauf über die Schultern, so dass die hinteren Beine ab, hinten zuerst auf dem Schwingbein und hinten anschließend weiter.	Flischart	Ziel: Bodenkontaktzeit und Abprallkraft maximieren
10	10	Schöpfung	Einzelarbeit	Hochsprungslage	
11	3	Abbau/Aufräumen	Alle		

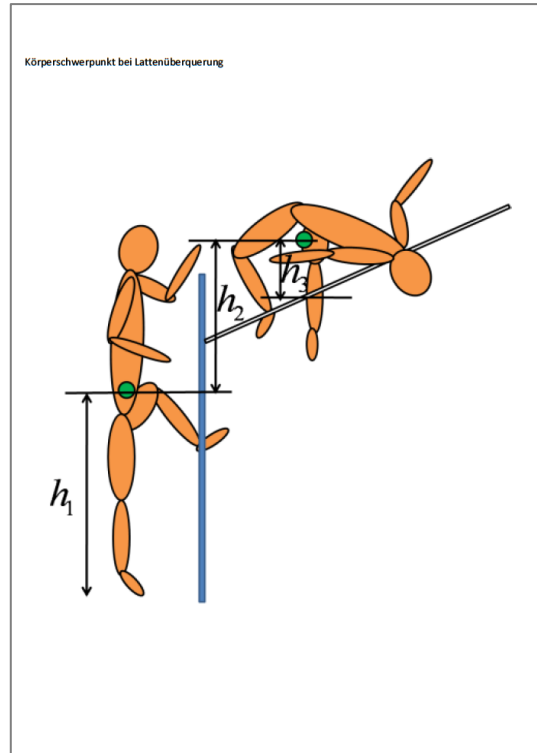




Leichtathletik: Hochsprung: SVP2

5	12	Theorie: Impuls- übertragung Rotation um Körperachsen	Plenum	Die 5 Stationen können leicht aufgearbeitet werden, während man die Stationen vorstellt. Impuls- und Impulsübertragung Zeilische Koordination von Vollimpuls, Nutzung von Schwungmomenten zur Aufnahme von vertikaler Geschwindigkeit und Erhöhung des KSP. Abbremsen des Körpers und damit zum Impulsübertrag auf den gesamten Körper. Rotation um Körperachsen • Rotation um Körperhängebein → Latze wird rücklings überquert • Rotation um Körperhängebein → Über- und Unterarm, Hüftgelenkspannung und Landung auf dem Rücken KSP – Latzenüberquerung (vgl. Plakat) H ₁ , H ₂ , H ₃ – H H ₁ = KSP-Außenhöhe H ₂ = Höhe, um die der KSP angehoben werden kann H ₃ = Höhe des Körperschwerpunkts Übungen: • Schergrünge: Rotation auf Schwingenmaße, einarmig, beidarmig • Schergrünge mit Latze • Schergrünge mit gestrecktem Bein	6 Blinke Plakat (s. Anhang):	5. Eigene Anlaufposition ermitteln und wiederholen. 
6	26	Sprünge	Einzelarbeit	2 Hochsprungsalongen • Schergrünge: Rotation auf Schwingenmaße, einarmig, beidarmig • Schergrünge mit Latze • Schergrünge mit gestrecktem Bein 1. Schwingenmaßeinsatz 2. Gebogtes, gestrecktes Bein 3. Latzenüberquerung 4. Wie weit schaut? (für es auch zu drehen?) (Wettkampf ohne Latze) • An einer Station kann man Schergrünge durchführen, an einer anderen Station kann man in der anderen Station Flügelsprünge durchführen		
7	3	Abhauen/Aufrahmen	Alle			Bei 2. sollte ohne Latze gearbeitet werden.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

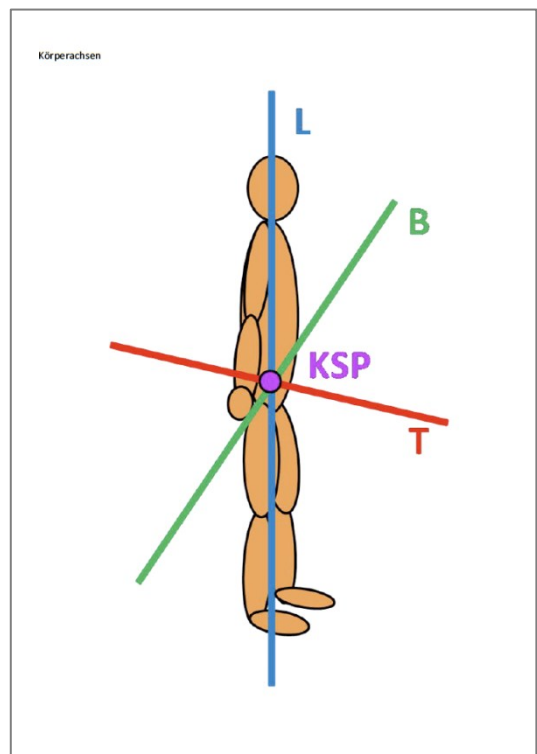
Seite | 2




 		Institut für Sport und Sportwissenschaft				
Thema: Leichtathletik: Hochsprung						
Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit						
Nr.	Zeit	Inhalt	Organisation	Übung/Spieldorm	Material	Bemerkung/ Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	6	Aufbau	Alle			
3	10	Aufwärmen	Einzelarbeit	Einzelarbeit - Lauf ABC - Hüftgelenksläufe - Skippings - Hüftschub - Anteromedialer Lauf - Kombinationsübungen - Steigerungen - Sprung ABC - Hoppelstuf in die Höhe - Hoppelstuf mit Welle - Freisprünge - Sprünge mit Latze - Hochsprünge - Hochsprünge		
4	20	Stationenbetrieb	5 Gruppen	Debatten der Beine und der Rumpfmuskulatur. 3 Stationen (siehe Anhang/ Stationenliste 2) 1. „Ballspiele“ 2. „Kombi“ 3. „Stabsüberquerung“ 4. „Medienballbau“ 5. „Fächerschnellen“	18 Klötzen 2 Hochsprungsalongen 8 Medizinbälle 2 Sontaballe 2 Volleybälle 2 Baseballbälle 5 Styrmpfballbälle	Teil der Folien: 1. und 4. Impulsübertragung veranschaulichen, Einfluss von 2. Schergrünge 3. Latzenüberquerung 4. Medienballbau 5. „Fächerschnellen“ 1. Stationenbetrieb

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

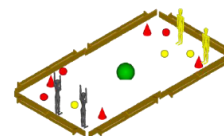
Seite | 1



Leichtathletik: Hochsprung: Arbeitsblätter

Station	Aufgabe/Frage
Propeller	<p>Aufgabe:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stecke Bälle unterschiedlicher Masse nacheinander in ein und dieselbe/denselben Tragetasche/Strumpf und kreise sie wie einen Propeller mit gleicher Geschwindigkeit. Was fällt dir auf? 2. Stecke ein und denselben Ball in Taschen/Strümpfe unterschiedlicher Länge und kreise ihn mit gleicher Geschwindigkeit. Was fällt dir auf? 3. Stecke ein und denselben Ball in ein und dieselbe/denselben Tasche/Strumpf und kreise ihn mit wechselnder Geschwindigkeit. Was fällt dir auf?
Eimer-Karussell	<p>Aufgabe:</p> <p>Schwingt den Eimer zuerst bis in Hüfthöhe, dann immer höher hin und her. Zuletzt lässt ihr ihn in einem großen Kreis vor eurem Körper "Karussell fahren". Beschreibt was passiert und gebt einen Grund dafür an!</p> 
Drehwurm	<p>Aufgabe:</p> <p>Nehmt euch zu zweit über Kreuz an den Händen und dreht euch so schnell ihr könnt. Beschreibt was ihr spürt (außer dem Schwindel-Gefühl!)</p>
Achterlauf	<p>Aufgabe:</p> <p>Jeder durchläuft zweimal beide Achter mit Aufgabe 1). Danach ist der/die nächste Schüler/in an der Reihe. Nachdem jeder die Aufgabe 1) absolviert hat, beginnt der Durchlauf mit Aufgabe 2) - 5).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) laufen 2) mit seitlich gestreckten Armen laufen (Flieger!) 3) sprinten 4) Kniebeelauf 5) Steigerungslauf <p>Frage:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Welchen Unterschied stellst du fest, wenn du mit der gleichen Geschwindigkeit beide Achter durchläufst? 2.) Welchen Unterschied stellst du fest, wenn du eine Acht einmal schneller und einmal langsamer durchläufst?

(1) „Ballduell“



Das Feld wird mit sechs Bänken begrenzt (je zwei längs und eine quer). Je zwei Schüler bilden eine Mannschaft. Es gibt eine Zone, in deren Mitte ein Pezizball liegt. Außerhalb der Zone befindet sich der Strafraum der Mannschaften. Ziel des Spiels ist es, den Pezizball in den gegnerischen Strafraum zu rollen, indem man mit Bällen auf ihn wirft. Übertritt der Ball den Strafraum der Gegner, erhält die angreifende Mannschaft einen Punkt. Die Mannschaft mit den meisten Punkten siegt.

Fragestellung:
Mit welchem Ball kann man den Medizinball am besten bewegen? Warum?

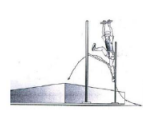
(2) „Sprünge auf den Rücken“

Sprünge rückwärts auf die Hochsprungmatte (ohne Latte):

- Aus dem Stand fallen lassen, mit Körperspannung landen.
- Von einer Erhöhung auf die Matte fallen lassen (z. B. kleiner Kasten oder Bank).
- Abspringen und auf den Schultern landen, nach der Landung nach vorne abrollen.
- Abspringen mit Armeinsatz, Blockieren und Nutzen der Schwungelemente.
- Sprünge über eine niedrige Latte.

Fragestellung:
Wie wird beim Hochsprung die Rückwärtsrotation des Körpers eingeleitet?

(3) „Stabübergabe“

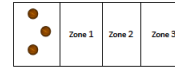


Die Schüler springen mit einem Schersprung über die Matte. Im höchsten Punkt soll ein Staffstab von der einen in die andere Hand übergeben werden. Auf den bogenförmigen Anlauf ist zu achten.

Ort der Übergabe:

- Mit gestreckten Armen über dem Kopf.
- Mit gestreckten Armen hinter dem Rücken.
- Vor dem Bauch.

(4) „Medizinballboule“



2 Schüler bilden ein Team. Jeder Schüler hat 2 Medizinbälle.

2 Teams spielen gegeneinander, es wird abwechselnd geworfen.

Wenn alle Bälle geworfen sind, werden die Punkte wie folgt verteilt:


- Für jeden Ball gibt es Punkte entsprechend der Zone, in der er liegt (Zone 1=1 Punkt, usw.)
- Falls in jeder Zone mind. 1 Ball liegt, gibt es zusätzlich 5 Punkte.

(5) „Fußbrenzählen“


Die Schüler ermitteln eine individuelle Position für den Startpunkt des Anlaufs. Der umgekehrte Anlauf von der Abspungstelle zur Anlaufstartposition bietet sich hierzu an. Danach wird der Anlauf durch „Fußbrenzählen“ abgemessen (Anzahl der Fußlängen parallel und orthogonal zur Hochsprunglatte).

Im Folgenden kann so erneut die richtige Startposition gefunden und individuell markiert werden. Natürlich kann die Position auch mittels Maßband bestimmt werden.

Leichtathletik: Hochsprung: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Hochsprung*

Körperschwerpunkt

Der Körperschwerpunkt (KSP) beschreibt eine Position im Raum zur vereinfachten Betrachtung der Kraftwirkung auf einen Körper. Dabei geht man davon aus, dass sich die gesamte Masse des Körpers im KSP befindet. Die Wirkung von Kräften auf den KSP wird dann mit der Wirkung auf den gesamten Körper gleichgesetzt.

Der KSP regelmäßig geformter Körper liegt auf deren Symmetrieachse – beispielsweise befindet sich der KSP einer Kugel im Kugelmittelpunkt, der eines Gymnastikstabes auf dem Streckenmittelpunkt. Der KSP kann, z.B. während der Bogenanflug beim Hochsprung, auch außerhalb des Körpers liegen (vgl. Abb. 1).

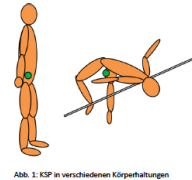


Abb. 1: KSP in verschiedenen Körperhaltungen

Bezug zum Hochsprung

Im Hochsprung ist der einbeinige Absprung durch das Regelwerk vorgegeben. Von den verschiedenen Techniken hat sich der Flopsprung durchgesetzt. Abb. 3 zeigt, wie sich die Sprungtechnik auf die Sprunghöhe auswirkt. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Lage des Körperschwerpunkts (KSP), in der Skizze grün dargestellt.

Zur Zeit des Absprungs befindet sich der KSP in der Abflughöhe h_1 . Der KSP lässt sich, durch die Sprungkraft des Athleten begrenzt, um die Höhe h_2 anheben. Bis zu diesem Punkt unterscheiden sich die verschiedenen Techniken nicht.

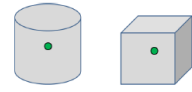


Abb. 2: KSP symmetrischer Körper

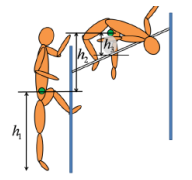




Abb. 3: Analyse des Flopsprungs

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Entscheidend für die Sprunghöhe ist die Höhe h_2 ; der Abstand des hier außerhalb des Körpers liegenden KSP zur Latte im höchsten Punkt. Die übersprungene Höhe H ergibt sich dann zu:

$$H = h_1 + h_2 - h_3$$

Je nach Technik unterscheidet sich der Wert von h_2 - beim Flopsprung ist h_2 minimal. Profispringer erreichen für h_2 sogar negative Werte, d.h. der Schwerpunkt des Springers liegt beim Überqueren der Latte unterhalb der Latte. Dies ist nur durch eine sehr starke Bogenanflug möglich.

Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges

Bei einer sportlichen Bewegung, bei der eine hohe Endgeschwindigkeit erreicht werden soll, ist auf einen optimalen Beschleunigungsweg zu achten.

Beim Hochsprung ist eine möglichst hohe Absprunggeschwindigkeit erforderlich, um eine möglichst große KSP-Erhöhung (h_2) zu erzielen.

Der Beschleunigungsweg bzw. die Beschleunigungszeit (Bodenkontaktzeit des Springers) wird durch die Kurveninnenlage beim Absprung vergrößert.

Durch eine Kurveninnenneigung von $\alpha = 30^\circ$ wird der KSP um ca. $\Delta h = 10\text{cm}$ abgesenkt (vgl. Abb. 4). Der Beschleunigungsweg wird dadurch erhöht und die Bodenkontaktzeit verlängert.

Der Grund für die Kurveninnenlage ist jedoch nicht allein der Höhengewinn. Sie ist ein Resultat des Anlaufs. Der Athlet muss sich nach innen neigen, um die für den kurvenförmigen Anlauf nötige Zentripetalkraft aufzubringen.

Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt beim bogenförmigen Anlauf im Hochsprung auf. Sie ist eine physikalische Kraft, die an einem Körper angreift, der sich auf einer kreisförmigen Bahn bewegt. Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet.

Der Hochspringer spürt jedoch die Zentrifugalkraft, welche entgegengesetzt der Zentripetalkraft, vom Zentrum nach außen gerichtet ist. Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft.

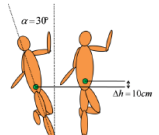


Abb. 4: Absenkung des KSP bei Kurveninnenlage

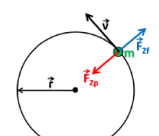




Abb. 5: Zentripetalkraft als Ursache einer Kreisbewegung

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



$$\vec{F}_{Zf} = -\vec{F}_{Zp}$$

Für den Betrag der Zentripetalkraft F_Z gilt folgende Formel:

$$F_Z = \frac{mv^2}{r}$$

(m: Masse des Springers, v : Geschwindigkeit des Springers, r : Radius der Kreisbahn)

Impuls

Unter dem Impuls versteht man umgangssprachlich die „Wucht“ eines Körpers. Der Impuls p ist das Produkt aus der Masse m und der Geschwindigkeit v .

$$p = m \cdot v$$

Die Einheit des Impulses ist $\left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}\right]$. In der Regel erfolgt eine Änderung des Impulses durch eine Geschwindigkeitsänderung, da die Masse des Körpers, z.B. eines Hochspringers, konstant ist.

Der Impuls beschreibt den Bewegungszustand des Körpers, und er ändert sich durch das Einwirken einer Kraft über eine Zeitspanne. Eine Impulsänderung wird auch als Kraftstoß bezeichnet.




Abb. 6: Impuls eines Hochspringers nach dem Absprung

Kraftstoß


Der Kraftstoß ist beim Hochsprung von zentraler Bedeutung. Ziel ist es, den KSP maximal anzuheben (Maximieren von h_2).

Der Absprung entspricht einem Kraftstoß Δp , also einer Impulsänderung. Da sich die Masse des Sportlers nicht ändert, gilt folgender Zusammenhang für die Impulsänderung:


$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$

Der Impuls \vec{p} des Sportlers ist eine vektorielle Größe. In vertikaler Richtung ist der Impuls vor dem Absprung null ($\vec{p} = 0$). Während des Absprungs vergrößert der Sportler seinen vertikalen Impuls, indem er sich vom Boden abstößt. Die Impulserhaltung, nach welcher der Gesamtimpuls eines Systems konstant ist, ist dadurch nicht verletzt. Der „Impulsverlust“ des Sportlers ist gleich dem „Impulsverlust“ der Erde, die ihre Geschwindigkeit aufgrund der großen Masse jedoch nur minimal ändert ($\Delta v = \frac{\Delta p}{m}$). Der Kraftstoß beim Absprung kann also als Impulsübertragung von der Erde auf den Sportler beschrieben bzw. veranschaulicht werden.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Neben der Beschreibung des Kraftstoßes als Impulsänderung kann ein Kraftstoß auch als Kräfteinwirkung über eine Zeitspanne interpretiert werden. Es gilt:

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

Bei der Formel wird jedoch vorausgesetzt, dass die Kräfteinwirkung während der Zeitsdauer Δt konstant ist. Der Sportler übt auf den Boden eine Kraft (actio) aus. Vom Boden erfährt der Sportler dadurch eine betragsmäßig gleich große Gegenkraft (reactio, Bodenreaktionskraft), die den Impuls des Sportlers ändert und die Anhebung des KSP bewirkt. Das Prinzip von actio und reactio ist auch als Drittes Newtonsches Axiom bekannt.

Bezogen auf den Hochsprung muss der Absprung so gestaltet werden, dass auf den Boden eine möglichst große Kraft über eine möglichst lange Zeit ausgeübt wird.

Um eine maximale Kraft auf den Boden zu erzeugen, muss mit Körperspannung abgesprungen werden, der Sportler muss sich „groß machen“. Das Einsetzen von Schwungelementen (beide Arme und das Schwungbein) führt ebenfalls zu einer größeren Bodenreaktionskraft. Die Schwungbewegung nach oben bewirkt jedoch nur mit einer Ganzkörperspannung den gewünschten Effekt. Ein weiterer Vorteil des Schwungelementeneinsatzes ist die Erhöhung der KSP-Lage beim Absprung (h_2 wird maximiert).

Die lange Bodenreaktionszeit wird, wie bereits beschrieben, durch die Kurveninnenneigung beim Anlauf verstärkt.

Drehimpuls und Körperachsen

Der Körper wird beim Hochsprung um die Körperlängsachse und die Körperbreitenachse gedreht. Die Einleitung der Drehung um die Körperlängsachse erfolgt durch den Kurvenlauf und den Einsatz des Schwungbeins. Die Rotation um die Breitenachse hat zwei Ursachen: Zum einen hat der Körper aufgrund der Zentrifugalkraft beim Absprung eine Geschwindigkeit in Richtung der Latte - der Körper dreht sich so über das feststehende Schwungbein. Zum anderen wird durch den dezentralen Stoß beim Absprung (Oberkörper in Rücklage) ein zusätzliches Drehmoment (Ursache für eine Drehbewegung) erzeugt.

Der Drehimpuls L ist das Produkt aus der Winkelgeschwindigkeit ω und dem Trägheitsmoment θ .

$$L = \omega \cdot \theta$$

Das Trägheitsmoment beschreibt die Trägheit gegenüber einer Änderung der Bewegung bei Rotationen, analog zur Masse bei Translationsbewegungen. Die Winkelgeschwindigkeit entspricht in dieser Analogie der Geschwindigkeit.

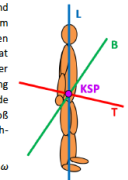




Abb. 7: Längen-, Breiten- und Tiefenachse des Körpers

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Leichtathletik: Kugelstoßen: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Kugelstoßen*

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit dem Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abflugs. Der Abflugwinkel wird α_0 genannt.

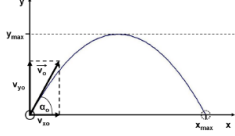


Abb. 1: Der schiefe Wurf

Mathematische Zusammenhänge

Die Abfluggeschwindigkeit \vec{v}_0 hat den Betrag: $v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$

[Satz des Pythagoras im rechtwinkligen Dreieck aus v_{x0} , v_{y0} und v_0]

Horizontale Geschwindigkeit: $v_{x0} = v_0 \cos(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\cos(\alpha_0) = \frac{v_{x0}}{v_0}$]


Vertikale Geschwindigkeit: $v_{y0} = v_0 \sin(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\sin(\alpha_0) = \frac{v_{y0}}{v_0}$]

Flugdauer, Flugweite


Für den zurückgelegten Weg s eines Körpers mit konstanter Geschwindigkeit v gilt allg.: $s = v \cdot t$

In y-Richtung erfährt der Ball die Erdbeschleunigung g . Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt allgemein:

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Für die zeitliche Entwicklung der y-Koordinate des Balls $y(t)$ gilt:

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Es handelt sich um eine Überlagerung aus einer gleichförmigen Bewegung nach oben ($s = v \cdot t$) und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nach unten ($s = \frac{1}{2} g t^2$). Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$

Es folgt:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{2v_0 \sin(\alpha_0)}{g}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{2}{g} \cdot v_{x0} \cdot v_{y0} = \frac{2v_0^2 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \sin(\alpha_0)}{g}$$

Der ideale Abwurfwinkel für eine maximale Flugweite x_{max} lässt sich durch Untersuchung der Extremstellen von $x_{\text{max}}(\alpha_0)$ berechnen.

Intuitiv und ohne das Einsetzen von Zahlenwerten lässt sich der Winkel wie folgt begründen: Die Flugweite wird bei vorgegebenem v_0 maximal, wenn das Produkt aus v_{x0} und v_{y0} maximal wird, da $\frac{1}{2}$ nicht vom Abwurfwinkel abhängig ist.

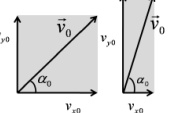


Abb. 2: Rechtecke mit gleicher Diagonale und verschiedener Flächeninhalt


Abwurfhöhe = Landehöhe

Die Wurfweite x_{max} nimmt zu, je höher der Abflugpunkt über dem Landepunkt liegt. Der ideale Abwurfwinkel für einen maximal weiten Stoß sinkt dann unter 45° .


Für die zeitliche Entwicklung der vertikalen Komponente gilt:

$$y(t) = h_0 + v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



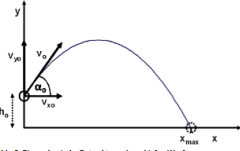


Abb. 3: Biomechanische Betrachtung des schiefen Wurfs (überworfliche Landehöhe)

Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$

$$\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_{y0} \cdot t + h_0 = 0$$

$$t^2 - \frac{2v_{y0}}{g} \cdot t - \frac{2h_0}{g} = 0$$

Die Lösung dieser quadratischen Gleichung berechnet man mit der Mitternachtsformel:

$$t_{1/2} = \frac{v_{y0}}{g} \pm \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2h_0}{g}}$$

Nur die erste der beiden Lösungen ist positiv und damit physikalisch relevant:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{v_{y0}}{g} + \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2h_0}{g}}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = v_{x0} \left(\frac{v_{y0}}{g} + \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2h_0}{g}} \right) = v_0 \cos \alpha \left(v_0 \sin \alpha t + \sqrt{v_0^2 (\sin \alpha)^2 + 2g h_0} \right)$$

Impuls

Unter dem Impuls versteht man umgangssprachlich die „Wucht“ eines Körpers (z.B. einer Kugel). Der Impuls \vec{p} ist das Produkt aus der Masse m und der Geschwindigkeit \vec{v} eines Körpers.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Der Impuls ist eine vektorielle Größe, er hat also eine Richtung.

Die Einheit des Impulses ist $\left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \right]$. In der Regel erfolgt eine Änderung des Impulses durch eine Geschwindigkeitsänderung, da die Masse des Körpers konstant ist.






Abb. 4: Impuls Kugel

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Der Impuls beschreibt den Bewegungszustand des Körpers, er ändert sich durch eine Kräfteinwirkung (z.B. Gewichtskraft, oder Luftwiderstandskraft).

Koordination von Teilimpulsen

Ziel beim Kugelstoßen ist es, der Kugel einen maximal großen Impuls zu geben. Der Impuls wird vom menschlichen Körper auf die Kugel übertragen.

Eine einfache Impulsübertragung kann man am Beispiel zweier Kugeln veranschaulichen:

Trifft eine elastische Kugel frontal auf eine zweite, gleichartige Kugel (gleiches Material, gleiche Masse), so überträgt sie ihren Impuls komplett auf die andere Kugel. Diese Impulsübertragung ist in Abb. 5 dargestellt.

Treffen die Kugeln nicht frontal aufeinander (z.B. beim Billard) wird in der Regel nur ein Teil des Impulses übertragen. Ebenso verhält es sich bei Kugeln unterschiedlicher Masse.

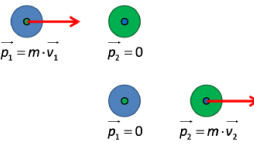


Abb. 5: Impulsübertragung zwischen zwei Kugeln gleicher Masse

Beim Kugelstoßen wird versucht, einen möglichst großen Impuls des Körpers auf die Kugel zu übertragen. Dies wird realisiert, indem die Einzelimpulse der Körpersegmente (z.B. Rumpf, Oberarm, Unterarm, Hand) zeitlich optimal von proximal nach distal (körpernah nach körperfern) übertragen werden. Im Idealfall erhält dann die Kugel den gesamten Impuls.

$$\vec{m}_1 \cdot \vec{v}_1 + \vec{m}_2 \cdot \vec{v}_2 + \vec{m}_3 \cdot \vec{v}_3 = \vec{m}_k + \vec{v}_k$$

1. Bew. 2. Bew. 3. Bew. Kugel

Beim Kugelstoßen ist es wichtig, den gesamten Körper in Stoßrichtung zu beschleunigen. Der Weg dazu ist durch die Ringgröße begrenzt, er wird durch die Stoßtechnik (z.B. Drehstoßtechnik) maximiert.

Die zeitliche Koordination der Teilimpulse (Impulse der einzelnen Körpersegmente) entspricht dann einem Abbremsvorgang des Körpers und einem Beschleunigungsvorgang der Kugel. Der Athlet versucht also, bis zum Ringende einen möglichst großen Impuls aufzunehmen und sich dann „an der Kugel“ abzubremesen. Im Verhältnis zur Körpermasse ist die Kugelmasse gering; der übertragene Impuls führt dadurch zu einer hohen Geschwindigkeit der Kugel.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Leichtathletik: Schleuderball: SVP1

KIT Karlsruhe Institute of Technology		Institut für Sport und Sportwissenschaft		3. PS-S	
Thema: Leichtathletik: Schleuderball					
Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtsinheit					
Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Material	Bemerkung/Anforderung
1	5	Begrüßung	Plenum		
2	3	Aufwärmen	Alle		
3	8	Staffelaufe	4 Teams	4 Schleuderbälle 20 Hütchen	a) Fiktivball, Bälle abrollen. b) Hütchen nach vorn über ziehen c) Fersen schied bis zum Gesäß bringen. d) Fingerspitzen rüber legen; Bewegung kommt aus der Hüfte. e) Hütchen 50m f) Schrittspannlauf - 50m g) Sprunglauf - 50m h) Steigerungslauf - 50m
4	10	Theorie: Translation/Rotation	Plenum		Siehe Anhang zu Nr. 3 Verrätorische Bewegungsaufgaben (rotatorische, 4 Teams, 2 Durchläufe, je 1TN) Begriffe - Definitionen: a) In welche Kategorien lassen sich die einzelnen Bewegungsaufgaben einteilen?
5	8	Grüßbewegung	Einzelarbeit		Siehe Anhang zu Nr. 4 Begriffserklärung: a) In welche Kategorien lassen sich die einzelnen Aufgaben einteilen? b) Welche Körperregionen sind beteiligt? c) Welche Bewegungsarten sind beteiligt? d) Welche Bewegungsarten sind beteiligt? e) Welche Bewegungsarten sind beteiligt? f) Welche Bewegungsarten sind beteiligt? g) Welche Bewegungsarten sind beteiligt?
6	15	Umwandlungsaufgabe (Zertragsaufgabe)	4 Gruppen		
7	8	Theorie: Zertragsaufgabe	Plenum		
8	2	Einführung in die Technik	Plenum		
9	2	Grüßbewegung, Technik	Einzelarbeit		
10	5	Grüßbewegung, Technik	Einzelarbeit		
11	13	Ausführen der Drehbewegung	Einzelarbeit		
12	3	Abbau/Aufräumen	Alle		

6	15	Umwandlungsaufgabe (Zertragsaufgabe)	4 Gruppen	Siehe Anhang zu Nr. 4 a) Partnerweis, Hände über Kreuz greifen, im Kreis drehen, versuchen sich zueinander zu sehen b) Partnerweis, Hände über Kreuz greifen, im Kreis drehen, versuchen sich zueinander zu sehen c) Partnerweis, Hände über Kreuz greifen, im Kreis drehen, versuchen sich zueinander zu sehen d) Kreislauf (Steigerung der Anlaufgeschwindigkeit) e) Kreislauf (Steigerung der Anlaufgeschwindigkeit)	3 Eimer - Wasser Hütchen Wurfgeräte Kreisel Nikotinstumpf (TT-Ball, T-Ball) Von Station d) sehr viel Abstand halten. -> Sicherheit!	SchülerInnen sich selbst in 4 eine große Gruppe.
7	8	Theorie: Zertragsaufgabe	Plenum	Besprechung der Erfahrungen, Erläuterung des physikalischen Hintergrundes, Begriffserklärung		
8	2	Einführung in die Technik	Plenum	Einführung der Bewegung, Zertragsaufgabe		
9	2	Grüßbewegung, Technik	Einzelarbeit	Ankrissen	Je Schüler 1 Schleuderball	Ausreichend Abstand halten!
10	5	Grüßbewegung, Technik	Einzelarbeit	Ankrissen + Drehbewegung	Je Schüler 1 Schleuderball	Ausreichend Abstand halten!
11	13	Ausführen der Drehbewegung	Einzelarbeit	Ankrissen + Drehbewegung + Abwurf	Je Schüler 1 Schleuderball	„Automatisierung“ im Helix Ankrissen Drehbewegung
12	3	Abbau/Aufräumen	Alle			

Anhang

Zu Nr. 3
Bewegungsaufgaben bei der Staffeldrehung:
a) Drehen um die eigene Achse (Gimbal)
b) Gerade Strecke rennen (10m)
c) Gerade Strecke rennen (10m)
d) 5 Mm Schleuderball über Kopf drehen
e) Rad
f) Gerade Strecke rennen (10m)
g) Gerade Strecke rennen mit Zielentwurf

Zu Nr. 4
a) In welche Kategorien lassen sich die einzelnen Bewegungsaufgaben einteilen?
- Drehbewegungen
- Gerade Bewegungen
- Mischbewegungen

b) Begriffserklärung, Definition
- Translation
- Rotation
- Überlagerung von Translation und Rotation

Vgl. „Physikalisches Hintergrundwissen zum Thema: Leichtathletik – Schleuderball“

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3

Zu Nr. 6
Kurvenlauf
- Steigerung des Kurvenradius
- größer wird diese.
- Die Anlaufpunkte liegen im Abstand von ca. 3m.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 4

Leichtathletik: Schleuderball: SVP2

8	10	Aufbau der Drehwurftechnik	Einschleichen Beobachtung durch Partner	Aktionen - Drehbewegung + Abwurf	Multimedialer Schleuderball Kleiner Schleuderball Wissensmaterialien 20 Hütchen Kleiner Schleuderball Stoppuhr	Aufbauaufg. Nr. 6 Anrechnung Abstand halten → Sicherheit!
9	17	Abschlusszeit	Bleiben	Steh-Anlage zu Nr. 9		Schwerpunkt: Kondition An jeder Station befindet sich ein Aufhänger, auf dem steht, dass die Hütchen eingehalten bzw. die Waschklammen versetzt werden.
10	3	Abtauen/Aufwärmen	Able			Sicherheitsaspekt betonen.

Anhang

Zu Nr. 2

- Obercheck, Mittelcheck: Vorne Schmelzung, hinterer Fuß auf Zehenspitzen, Oberkörper wird abgewinkt, indem Winkel in Kniegelenken verändert wird, Einstellung bei 90° im Kniegelenk des vorderen Beins, dann wieder zurück in Ausgangsstellung, Oberkörper bleibt durchgehend auf einer Ebene, jede Seite 10 Wiederholungen.
- Brustmuskulatur 20 St-ups.
- Rückenstrecker: 1. Vorbeugen, 2. Rücken aufrichten, 3. Rückenstrecker, 4. Rücken aufrichten, 5. Rückenstrecker, 6. Rücken aufrichten, 7. Rückenstrecker, 8. Rücken aufrichten, 9. Rückenstrecker, 10. Rückenstrecker.
- Dehnen der verschiedenen Muskelgruppen: kurze Distanzen (max. 10 Sekunden pro Dehnung).
- Schwerpunkt bei Arm- und Schultergelenk, Armbeugen vor und nach, Schultern ab und zu in veränderter Position, Schulterkreuzen vor und nach, Schultern ab und zu in veränderter Position, Schulterkreuzen vor und nach, Schultern ab und zu in veränderter Position.

Zu Nr. 6

Schleuderball:

- Schleuderball mit kurzer/langer Schaft, schleudern: 1. Schleuderball - normale Schaft, 2. Schleuderball - 0,5m länger bei an Schaft befestigen, 3. Schleuderball - Im Bereich des Tragegelenks (mit verstärktem Griff) mit höherem/höherem Gewicht schleudern: An der Station liegen Bälle mit unterschiedlichem Gewicht zur. Die Schüler dürfen diese in den Tragegelenken unterbringen und diese anschließend mit der Drehwurftechnik schleudern.
- Geräteabwurf nach langsamem, mittelschnellem und schnellem Anlaufen: Die Schüler sollen die Geschwindigkeit beim Anlaufen (Drehwurftechnik) variieren.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2

Nr.	Fach (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Materiale	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum	Rückblick auf vergangene Stunde, Ausblick		Begriffe: Translation, Rotation, Kreislagen, Jochkraft, s. 1. Unterrichtsblatt
2	3	Aufwärmen	Alle	400m Lauf-ABC		Siehe Anhang zu Nr. 3
3	10	Kraftigen, Dehnen, Mobilisation	Alle, Kreis	Lehrer gibt Bewegungsaufgaben vor.		
4	2	Wiederholung	Plenum	Gespräch, Demonstration in der Praxis		
5	10	Einschleichen, Beobachtung durch Partner	Einschleichen	Aktionen + Drehbewegung + Abwurf	kleiner Schleuderball	Aufstellung in einer Reihe paarweise hintereinander, Abwechselnd schleudern, jeweils die Schleuderball in die Hand nehmen und gemeinsam abgeben.
6	14	Stationarbetrieb	3 Gruppen	a) Schleuderball kurz/lange Schaft b) Schleuderball mit verstärktem Griff c) Geräteabwurf nach langsamem, mittelschnellem und schnellem Anlaufen *Plastik- oder Stoffhütchen sind geeignet	12 Schleuderbälle 5 Tragegelenke 10 Hütchen 17 Kleiner Schleuderball, 18kg Ball, 200g Ball	Zwischen den Stationen → Sicherheit! Die Übungen an den Stationen sollen alle dieselbe Dauer haben. Messung Geschwindigkeit, (vgl. Physikblatt)
7	8	Theoretische, Messungsmoment	Plenum	Reflexion der Exercise, Welche Parameter wurden verändert? Wie warke sich das auf die Abwurfgeschwindigkeit aus?	Stopuhr	

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1

Zu Nr. 9
Bleibende Anlage

Organisation: Der Sportplatz wird in 2 Hälften geteilt. Eine Hälfte dient als Laufstrecke. Die andere als Wurfbereich.

Ablauf: Die Teilnehmer bilden 2 Teams. Das erste Team führt jedes Team beginnt an der Startmarkierung zu laufen. Nach etwas mehr als 100m erreicht es den „Schleuderball“ am etwa 30m breiter und 5m langer Bereich. Es gilt einen Einwurf mit dem Schleuderball auszuführen. Die Weiten und die entsprechende Anzahl der Strafrunden und wie folgt getoppt:

	Männer	Frauen
1. Bereich (0-30m)	2 Strafrunden	1 Strafrunde
2. Bereich (30-50m)	1 Strafrunde	0 Strafrunden
3. Bereich (50-75m)	0 Strafrunden	0 Strafrunden

Ablauf der Zeit: Am Ende einer Strafrunde kann auch ein Schleuderball aus dem Landbereich zurückgebracht werden. Der Läufer begibt sich hierbei außerhalb des Landbereichs auf Bleibende, um nur für kurze Zeit den Landbereich betreten zu können. Nach dem Zeit muss die Zahl der Strafrunden immer dann reduziert werden, wenn sie vom Läufer der Schleuderball vorhanden sind. Nach dem „Schleuderball“ und ggf. der Strafrunden) wird der Lauf fortgesetzt. Pro absolvierte Gesamtdistanz bekommt man an der „Punktestation“ eine Waschlamme aus 15min geteilt. Beendet die Übung, wenn alle Teilnehmer an der „Punktestation“ angekommen sind. Abschließend eine Hande über Team, das nach Ablauf der Zeit die meisten Waschlammen besitzt, hat das Spiel gewonnen.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3

Leichtathletik: Schleuderball: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Schleuderball*

Eigenschaften des Schleuderballes

Der Schleuderball gehört zur Gruppe der Wurfgeräte in der Leichtathletik. Schleuderbälle bestehen entweder aus Leder oder aus dickwandigem Hartgummi und sind meist handgenäht. Das Schleudern ermöglicht die etwa 2,5cm breite Lederschleife.

Maße des Schleuderballes:

- Masse $m = 1\text{kg}$ (Frauen), $1,5\text{kg}$ (Männer)
- Umfang $U = 0,55\text{m}$ (Frauen), $0,62\text{m}$ (Männer)
- Durchmesser $d = 0,175\text{m}$ (Frauen), $0,197\text{m}$ (Männer)
- Schleifenlänge $L_s = 0,28 \pm 0,04\text{m}$



Abb. 1: Schleuderball

Rotation und Translation

Translation

Unter Translation versteht man eine Bewegung, bei der sich alle Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf geraden oder gekrümmten Bahnen fortbewegen.

Bewegungsbeispiele: 100m-Lauf, Ski fahren, Bob fahren, Paragleiten,...



Abb. 2: Translation

Rotation

Unter Rotation versteht man eine Bewegung, bei der alle Punkte eines Körpers in gleicher Zeit gleiche Winkel (α) durchstreichen.

Bewegungsbeispiele: Riesenfuge, Pirouette, ...




Abb. 3: Rotation

Überlagerung von Translation und Rotation


Die meisten sportlichen Bewegungen setzen sich aus translatorischen und rotatorischen Elemente zusammen. Ein Beispiel hierfür ist die Flugrolle; neben der Rotation um die Breitenachse findet zugleich ein translatorischer Raumbewinn statt. Beim Anlaufen und Ankreisen des Schleuderballes überlagern sich ebenfalls Translation und Rotation.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt beim Schleuderball bei allen Rotationsbewegungen auf, z.B. beim Ankreisen. Sie ist eine physikalische Kraft, die an einem Körper angreift, der sich auf einer kreisförmigen Bahn bewegt. Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet.

Beim Ankreisen des Schleuderballes spürt der Athlet die Zentripetalkraft. Er muss den Ball an der Schleife aktiv ins Zentrum ziehen, damit dieser die Kreisbahn nicht verlässt. Die Zentrifugalkraft spürt der Athlet, wenn er selbst eine Kreisbahn durchläuft. Er wird scheinbar nach außen weggedrückt.

Zentrifugalkraft F_{ZF} und Zentripetalkraft F_{ZP} zeigen in entgegengesetzte Richtungen. Welche Kraft zu spüren oder zu beobachten ist, hängt davon ab, in welchem Bezugssystem man sich befindet. Von außen betrachtet wirkt eine Zentripetalkraft, die den Körper auf eine Kreisbahn zwingt. Bewegt man sich selbst auf der Kreisbahn, wird man scheinbar vom Zentrum wegbeschleunigt. Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft. Es gilt:

$$\vec{F}_{ZF} = -\vec{F}_{ZP}$$

Für den Betrag der Zentripetalkraft F_{ZP} gilt folgende Formel:

$$F_{ZP} = \frac{mv^2}{r}$$

(m : Masse des Körpers, v : Geschwindigkeit des Körpers, r : Radius der Kreisbahn)

Der Geschwindigkeitsvektor eines Körpers auf einer Kreisbahn ist immer tangential zur Bahnkurve gerichtet. Der Schleuderball fliegt nach dem Loslassen ebenfalls tangential zur Kreisbahn ab.

Drehimpuls

Der Bewegungszustand der Rotation eines Körpers wird durch den Drehimpuls L beschrieben. Der Drehimpuls ist das Produkt aus dem Trägheitsmoment θ (auch Massenträgheitsmoment genannt) der sich drehenden Masse m und der Winkelgeschwindigkeit ω . L und ω können auch als vektorielle Größen aufgefasst werden.

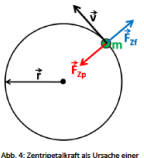

$$\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$$



Abb. 4: Zentripetalkraft als Ursache einer Kreisbewegung

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Das Massenträgheitsmoment θ ist im Fall einer Punktmasse gleich dem Produkt aus der Masse m und dem Quadrat des Abstands r zur Drehachse.

$$\theta = m \cdot r^2$$

In der Realität reicht die Modellierung durch Punktmassen jedoch nicht aus. Beispielhaft sind in Abb. 5 die Trägheitsmomente einiger Körper dargestellt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass ein Trägheitsmoment nur in Bezug auf eine Drehachse angegeben werden kann. Das Trägheitsmoment ändert sich in der Regel, wenn die Drehachse geändert wird.

Die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt . Für deren Betrag gilt:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

In einem abgeschlossenen System gilt die Drehimpulserhaltung - der Drehimpuls bleibt also konstant.

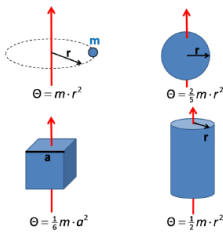


Abb. 5: Trägheitsmoment eines Massenpunktes, einer Kugel, eines Würfels und eines Zylinders. In rot ist jeweils die Drehachse eingezeichnet, die bei den Körpern durch den Schwerpunkt verläuft.

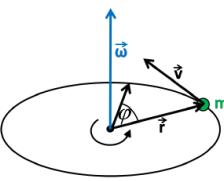



Abb. 6: Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3

Leichtathletik: Speerwurf: SVP2

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
1	3	Begrüßung	Plenum		
2	10	Aufwärmen	Mannschaften	Übungen Frisbee: Ein Punkt wird erzielt, wenn die Frisbee erfolgreich in den Punkte-Korridor gespielt wird und von einem Mitglied der Frisbee-besitzenden Mannschaft sortiert wird. Der Frisbee-Besitzer wechselt die Mannschaft nach erzieltem Punkt oder nicht gelangter Frisbee.	
3	5	Mobilisation und Dehnung	Grp, Zweiergruppen	1. Strecken mit dem Speer 2. Speer mit beiden Händen hinter den Rücken halten und abwechselnd rechte und linke Seite 3. Speer auf die Schulter legen und den Oberkörper nach rechts und links drehen	Da in der Frage nicht für alle Schüler Speere vorhanden sein werden, sollten Zweiergruppen gebildet werden, die abwechselnd die Übungen abwechselnd durchführen.
4	10	Theorie: Videanalyse	Plenum	• Analyse des Wurfs anhand des in der letzten Stunde aufgeführten Videos • Studentziel formulieren: Warum werfen wir Speere? => Höhenunterschied zwischen Start- und Landeposition • Spornen: über der Schulter werden auf 1. Streckwürfe ausgelegt	
5	17	Wurf- und Rhythmusübung mit dem Speer	Stationbetrieb	1. Streckwürfe 2. Schüler A führt mit dem entsprechenden Rhythmuswurf aus, Schüler B hält den Waflaggenstand auslassen	Dies Manipulieren der Speere stellt den Idealfall dar. Falls dies nicht möglich ist, kann der Transfer auch ohne.



 Institut für Sport und Sportwissenschaft
 Leichtathletik: Speerwurf

Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtsreihe



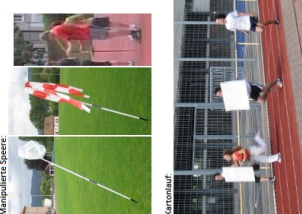
Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		
9	15	Abschlussspiel	Alle	Luftballons Speer	
10	5	Albium/Aufkammern	Alle		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		
9	15	Abschlussspiel	Alle	Luftballons Speer	
10	5	Albium/Aufkammern	Alle		

Anhang

Ziel Nr. 6
Alternativen zum Spiel:
Treffen in Reihen oder anders abgesteckte Bereiche.
Oder: Baller mit Speeren, 2 Teams, eine kleine Kugel, das Team dessen Speer am nächsten an der Kugel steht, bekommt einen Punkt und darf die Kugel erneut werfen.

Manipuliertes Speer:
Kartonauf



Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spaßform	Bemerkung/Anmerkung
6	3	Theorie: Luftwiderstand	Plenum		
7	10	Theorie: Kartonauf	Mannschaften		
8	5	Theorie: Luftwiderstand und beim Speerwurf	Plenum		

Nr.	Zielk	Inhalt	Organisations
-----	-------	--------	---------------

Leichtathletik: Speerwurf: Arbeitsblätter

Laufzettel

Station 1 [Stabhochsprunganlage]:
 Tragt in die Felder ein, ob ihr die jeweilige Mindestweite erreicht habt oder nicht.
 (x = ich habe die Weite erreicht
 O = ich habe die Weite nicht erreicht)

	Niedriges Wurfenster	Mittleres Wurfenster	Hohes Wurfenster
Schüler 1			
Schüler 2			
Schüler 3			

Skizziere für die 3 unterschiedlichen Wurfenster die Flugkurven!
 Wird ein sehr steil oder ein sehr flach abgeworfener Ball maximal weit fliegen?

Wurfhöhe [m]

Wurfweite [m]

Station 2 (Diskusring):
 Tragt in die Felder ein, ob ihr in den Zielbereich getroffen habt oder nicht.
 (x = getroffen
 O = nicht getroffen)

	Naher Zielbereich	Mittlerer Zielbereich	Weiter Zielbereich
Schüler 1			
Schüler 2			
Schüler 3			

Skizziere die Flugkurven für einen starken, einen mittleren und einen schwachen Wurf.
 Lässt sich eine allgemeine Gesetzmäßigkeit erkennen? Wenn ja, welche?

Wurfhöhe [m]

Wurfweite [m]

Station 3 (Medizinball):
 Tragt in die Felder ein, ob ihr in den Zielbereich getroffen habt oder nicht
 (x = getroffen
 O = nicht getroffen)

	1. Wurf	2. Wurf
Schüler 1		
Schüler 2		
Schüler 3		

Skizziere die Flugkurve des Medizinballs über die Schnur. Lässt sich eine Symmetrie erkennen?

Wurfhöhe [m]

Wurfweite [m]

Station 4 (Rasen):
 Tragt in die Felder ein, ob ihr in den angegebenen Zielbereich getroffen habt oder nicht
 (x = getroffen
 O = nicht getroffen)

	1. Wurf	2. Wurf
Schüler 1		
Schüler 2		
Schüler 3		

Was hast du bei den Wurfausführungen geändert, um eine andere Wurfweite zu erreichen?

1. Station

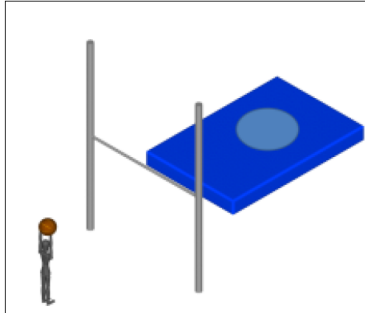
Wirf je einmal durch das 1., 2. und 3. Wurfenster.
 Du hast einen Punkt erreicht, wenn du durch das Wurfenster geworfen hast und die dazugehörige Mindestweite erreicht hast!

2. Station

Wirf nacheinander in den nahen, mittleren und weiten Zielbereich.
 Du hast einen Punkt erreicht, wenn du durch das Wurfenster geworfen und in den Zielbereich getroffen hast.

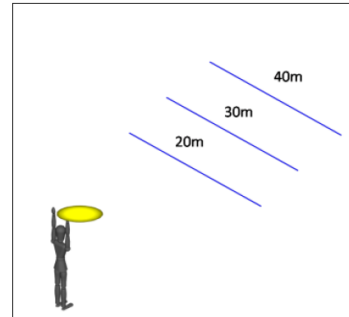
Leichtathletik: Speerwurf: Arbeitsblätter

3. Station




Wirf den Medizinball über die Schnur.
Du hast einen Punkt erreicht, wenn du über die Schnur in den Zielbereich getroffen hast.
(2 Versuche)

4. Station




Wirf in den von dir zuvor angegebenen Zielbereich.
Du hast einen Punkt erreicht, wenn du in den Zielbereich getroffen hast.

Leichtathletik: Speerwurf: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Speerwurf*

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abflugs. Der Abflugwinkel wird α_0 genannt.

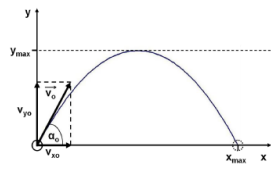


Abb. 1: Der schiefe Wurf

Mathematische Zusammenhänge

Die Abfluggeschwindigkeit \vec{v}_0 hat den Betrag: $v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

[Satz des Pythagoras im rechtwinkligen Dreieck aus v_x , v_y und v_0]

Horizontale Geschwindigkeit: $v_x = v_0 \cos(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\cos(\alpha_0) = \frac{v_x}{v_0}$]


Vertikale Geschwindigkeit: $v_y = v_0 \sin(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\sin(\alpha_0) = \frac{v_y}{v_0}$]

Flugdauer, Flugweite


Für den zurückgelegten Weg s eines Körpers mit konstanter Geschwindigkeit v gilt allg.:
 $s = v \cdot t$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



In y-Richtung erfährt der Ball die Erdbeschleunigung g . Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt allgemein:

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Für die zeitliche Entwicklung der y-Koordinate des Balls $y(t)$ gilt:

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Es handelt sich um eine Überlagerung aus einer gleichförmigen Bewegung nach oben [$s = v \cdot t$] und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nach unten [$s = \frac{1}{2} g t^2$]. Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$.

Es folgt:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{2}{g} \cdot v_{x0} \cdot v_{y0} = \frac{2 v_0^2 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \sin(\alpha_0)}{g}$$

Der ideale Abwurfwinkel für eine maximale Flugweite x_{max} lässt sich durch Untersuchung der Extremstellen von $x_{\text{max}}(\alpha_0)$ berechnen. Intuitiv lässt sich der Winkel wie folgt begründen:

Die Flugweite wird bei vorgegebenem v_0 maximal, wenn das Produkt aus v_x und v_y maximal wird, da \vec{s} vom Abwurfwinkel unabhängig ist.

Das Produkt ist, geometrisch interpretiert, der Flächeninhalt eines Rechtecks mit den Seiten v_x und v_y und der Diagonalen v_0 [vgl. Abb. 2].

Der Flächeninhalt eines Rechtecks wird bei vorgegebener Diagonale maximal, wenn es sich um ein Quadrat handelt; für den Winkel also gilt $\alpha_0 = 45^\circ$. In Abb. 2 ist das linke Rechteck ein Quadrat, es hat den größeren Flächeninhalt.

Zusatz

Liegt die Abwurfhöhe oberhalb der Landehöhe, so wird die Flugweite vergrößert. Der Winkel für einen maximal weiten Flug ist dann kleiner als 45° . Beim Fußball wäre dies beispielsweise ein Abschlag in der Luft oder ein Kopfball.

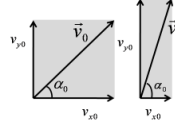




Abb. 2: Rechtecke mit gleicher Diagonale und verschiedenem Flächeninhalt

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Luftwiderstand

Die Wurfparabel beschreibt die theoretische, optimale Flugbahn, die ohne Reibungskräfte zustande kommt. In der Realität erfährt der Wurfgegenstand eine Widerstandskraft – den Luftwiderstand.

Für die quantitative Beschreibung des Luftwiderstandes gilt die Formel:

$$F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Der Luftwiderstand hängt von der Fläche des Gegenstandes A , der Dichte der Luft ρ , dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Geschwindigkeit v ab. Die Flugbahn ist dann keine Parabel mehr, sondern eine ballistische Kurve.

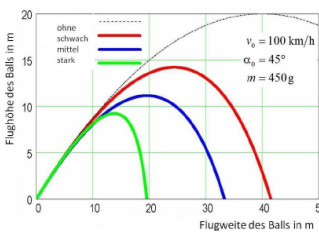


Abb. 3: ballistische Kurve eines Fußballs bei starker, mittlerer, schwacher und ohne Dämpfung

Dynamischer Auftrieb


Der dynamische Auftrieb wird durch die Auftriebsfläche (A), die Anströmgeschwindigkeit (v), die Dichte des Mediums (ρ) und dem Auftriebsbeiwert (c_d) beschrieben. Der Auftriebsbeiwert ist von der Form, der Oberfläche und dem Anstellwinkel des Körpers abhängig.

Dynamischer Auftrieb: $F_D = \frac{1}{2} \cdot c_d \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$


Die Formel unterscheidet sich von der des Luftwiderstandes nur um den Auftriebsbeiwert c_d . Dies ist kein Zufall. Der dynamische Auftrieb ist lediglich die zur Strömungsrichtung vertikale Komponente der Luftwiderstandskraft unter Berücksichtigung der Form und Oberflächenbeschaffenheit der entsprechenden Angriffsfläche.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



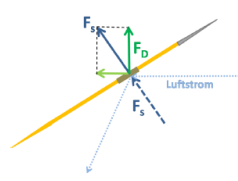


Abb. 4: Vereinfachte Darstellung des dynamischen Auftriebs eines fliegenden Speers

Abb. 4 zeigt das Zustandekommen der dynamischen Auftriebskraft F_D . Luft strömt den Speer horizontal an. Die Luftteilchen werden am Speer „reflektiert“, wodurch eine Kraft F_s senkrecht zum Speer entsteht. Die vertikale Komponente von F_s ist die dynamische Auftriebskraft F_D .

Man beachte jedoch, dass diese Modellierung stark vereinfacht ist. Sie gilt nur, wenn man den Speer als schmale, ebene Fläche betrachtet, an der der Luftstrom entsprechend reflektiert werden kann. Insbesondere der Luftwiderstandsbeiwert lässt sich damit nicht erklären.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 4


Leichtathletik: Sprint: SVP1

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	7	Begrüßung Aufwärm	Plenum Alle	1 Band/Seil pro Schüler	
2	7	Bändchen klauen: Jeder Schüler zieht sich gut sichtbar ein Band in die Hand. Die Bänder werden dann nacheinander ausgetauscht und an den anderen Schüler weitergegeben. Wer nach einer bestimmten Zeit die meisten Bänder hat, gewinnt. Verändern: • Gekante Bänder werden in die Hand genommen • Gekante Bänder müssen in die Höhe gestreckt werden	2 Gruppen		
3	5	Lauf ABC	2 Gruppen	3 verschiedene Netzschläger (2, 15m), 2, 8 • Fußgelenksläufe • Slippings • Anker • Ankerlauf • Hopper-Lauf	
4	10	Lauftraining	3 Gruppen	In jeder Gruppe jagen die Schüler mit maßigem Tempo hintereinander her, der Letzte überholt die Schläge im Laufen. Beobachtungsaufgabe: Wieso ist der überholende Schüler schneller?	Wie fühlen sich Beschleunigung und Verlangsamung an?


Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
5	10	Theorie: Geschwindigkeit und Beschleunigung	Plenum		
6	5	Partnerlauf mit unterschiedlicher Schrittlänge	Partnerarbeit		
7	12	Schrittfrequenz	Zusatz: Einzelarbeit, dann 3 Teams		

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
8	5	Schrittfrequenz und Schrittweite	Einzelarbeit	Metronom oder Musik (beats per minute (bpm) prüfen)	→ dadurch höhere Geschwindigkeit
9	10	Abschlussspiel	2 Teams		
10	3	Abbau/Schlaf	alle		

Leichtathletik: Sprint: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Sprint*

Geschwindigkeit

Unter der Geschwindigkeit v eines Körpers, z.B. eines Sprinters, versteht man die von ihm zurückgelegte Wegstrecke s (in m) pro benötigte Zeit t (in s).

Ein Sprinter befindet sich zu aufeinander folgenden Zeitpunkten t_1 und t_2 an verschiedenen Wegpunkten s_1 und s_2 . Zwischen den beiden Zeitpunkten ist das Zeitintervall Δt verstrichen, und der Sprinter hat den Weg Δs zurückgelegt. Die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} des Körpers in diesem Intervall berechnet sich zu:

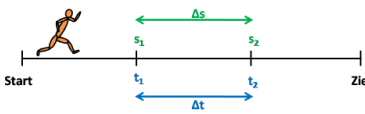

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$


Abb. 1: Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit.


In einem Weg-Geschwindigkeits-Diagramm lässt sich die maximale Geschwindigkeit als der größte Funktionswert der Kurve ablesen. In Abb. 2 ist ein solches Diagramm dargestellt. Es zeigt die gemittelten Geschwindigkeiten in Abhängigkeit der Laufstrecke für vier verschiedene Sprintgruppen. Die Maximalgeschwindigkeit von Gruppe M1 beträgt etwa $9,5 \frac{m}{s}$. Diese Geschwindigkeit wird nach ca. 40m erreicht.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



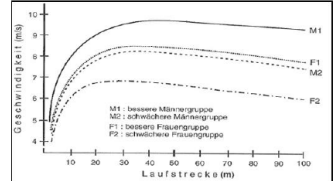


Abb. 2: Geschwindigkeitsverläufe unterschiedlich starker Sprinter (Letzelter, M. & Letzelter, S. (2006). *Der Sprint. Eine Bewegungs- und Trainingslehre*. (S. 66) Niederrhausen: Schöner-Verlag.)

Beschleunigung

Unter der Beschleunigung a versteht man die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers. Erhöht sich die Geschwindigkeit eines Körpers, so ist die Beschleunigung positiv; wird ein Körper langsamer, so ist die Beschleunigung negativ. In diesem Fall spricht man auch von Verzögerung. Bleibt die Geschwindigkeit konstant, so ist die Beschleunigung null. Die Einheit der Beschleunigung ist $\frac{m}{s^2}$.

Ein Körper, der seine Geschwindigkeit verändert, habe zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 die Geschwindigkeiten v_1 und v_2 . Im Zeitintervall $\Delta t = t_2 - t_1$ ist die Geschwindigkeit um die Differenz $\Delta v = v_2 - v_1$ verändert worden. Die mittlere Beschleunigung \bar{a} des Körpers berechnet sich wie folgt:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$


Die Beschleunigung ist bei einem 100m-Lauf beim Start am größten, da sich die Geschwindigkeit beim Start innerhalb von kurzer Zeit sehr stark verändert.

Schrittlänge und Schrittfrequenz


Die Schrittlänge wird in Metern [m] gemessen und beschreibt den Abstand zwischen zwei Bodenkontakten (Fuß rechts & links). Die Schrittfrequenz gibt die Anzahl der Schritte pro Zeitintervall an, sie wird in der Einheit $\frac{1}{s}$ angegeben.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Für die Beschreibung eines 100m-Laufs kommt ihnen folgende Bedeutung zu:

Ausgehend von der Formel der Geschwindigkeit $v = \frac{ds}{dt}$ kann für den zurückgelegten Weg s die Schrittlänge l (in [m]) und für die Zeit t umgekehrt proportional die Schrittfrequenz f (in $\frac{1}{s}$) eingesetzt werden. Das Produkt aus Schrittlänge (in m) und Schrittfrequenz (in $\frac{1}{s}$) ergibt dann ebenfalls die Geschwindigkeit eines Läufers.

$$v = l \cdot f$$

Die mittlere (Lauf-) Geschwindigkeit über 100m hängt von der mittleren Schrittlänge l (in $\frac{1}{s}$) und der mittleren Schrittfrequenz f (in m) ab.

Bsp.: Ein Sprinter macht 3 Schritte pro Sekunde mit der Schrittlänge 2m

Also läuft er mit der Geschwindigkeit $v = 2m \cdot 3\frac{1}{s} = 6 \frac{m}{s}$

Um die Geschwindigkeit zu steigern, kann man also die Schrittlänge, die Schrittfrequenz oder beides erhöhen.

Dabei gibt es kein allgemeines Optimum. Jeder Sprinter muss sein individuelles Optimum finden.

Dies hängt damit zusammen, dass beide Größen von einer Vielzahl gemeinsam bedingender Faktoren abhängen: Beinlänge, Hebelarme der Beinmuskulatur, Massenverteilung der einzelnen Beinsegmente, Leistung der Muskulatur bei Kraftentfaltung (Faserverteilung), Reaktionsschnelligkeit, etc.

Schrittfrequenz und Schrittlänge verändern sich während eines 100m - Laufs, um eine hohe Sprintgeschwindigkeit zu erreichen.

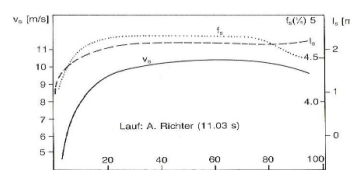




Abb. 3: Verlauf von Schrittlänge (l), Schrittfrequenz (f) und Geschwindigkeit (v) über 100m am Beispiel eines Sprinters (Balreich, A. & Kahlow, A. (1986). *Biomechanik der Sportarten*. (S.6) Stuttgart: Thieme.)

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Weitere Inhalte

Haftreibung

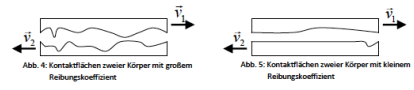
Wieso benutzen Sprinter Schuhe mit Spikes?

Spikes werden verwendet, um die Reibungskräfte zwischen Schuhen und Untergrund zu erhöhen. So lassen sich größere Beschleunigungskräfte erzeugen.

Die Haftreibungskraft F_R ist die notwendige Kraft, um einen auf einem Untergrund ruhenden Körper in Bewegung zu versetzen. Sie hängt nur von der Normalkraft F_N , welche senkrecht zur Kontaktfläche nach unten wirkt, und dem Reibungskoeffizienten μ ab. Es gilt:

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Je größer der Reibungskoeffizient μ , desto stärker sind beide Flächen miteinander verzahnt.



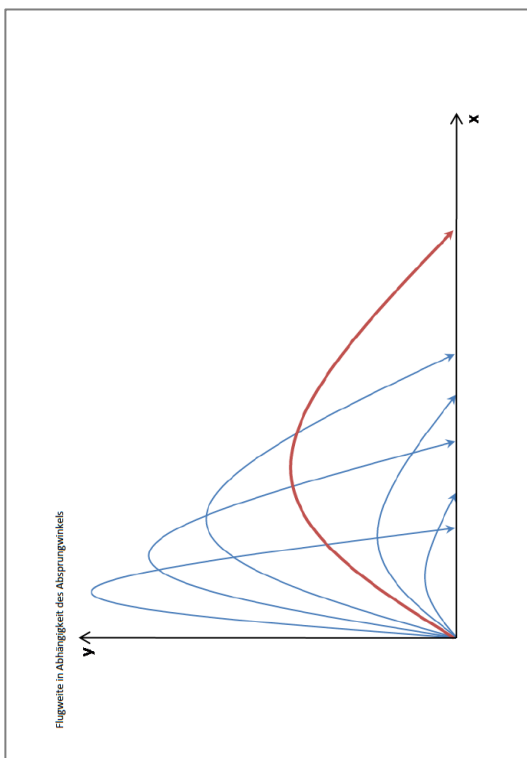
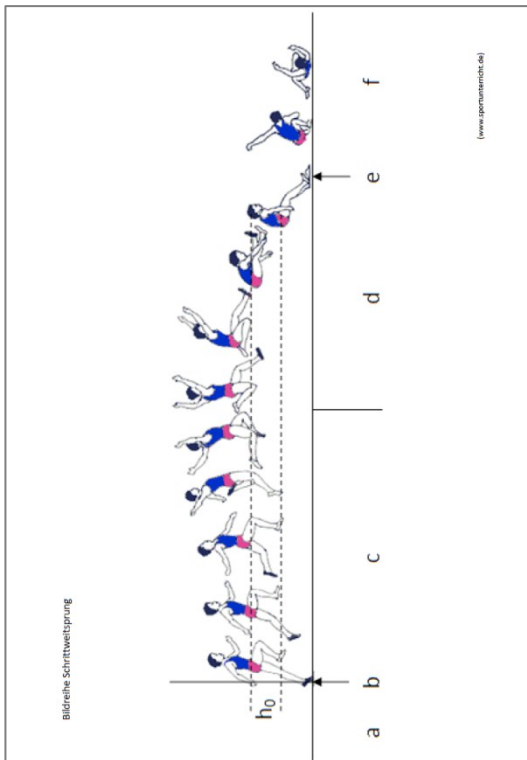
Beispielhafte Reibungskoeffizienten sind:

Gummi auf Asphalt: $\mu = 0,65$ Gummi auf Eis: $\mu = 0,20$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 4

Leichtathletik: Weitsprung: SVP1



Leichtathletik: Weitsprung: Arbeitsblätter

Messblatt / Handzettel

Aufgabe Erhöhung
 Sprünge so weit wie möglich aus dem Stand und variiere dabei deine Landung.
 Trage die jeweiligen Weiten in Meter in die Tabelle ein.

Versuch	Gestreckte Landung (im Stand)	Sitzende Landung (gehockt)
Station 1	1.	
	2.	
Station 2	1.	
	2.	
Turfan-Platten	1.	
	2.	
Station 3	1.	
	2.	
Langbank	1.	
	2.	

Wie wirkt sich die Absprunghöhe auf die Weite aus?

Messblatt / Handzettel


Aufgabe 1
 Sprünge aus dem Stand so weit wie möglich über die Hindernisse. Notiere die Sprungweiten in Meter an den jeweiligen Stationen. Zeit pro Station: 3 Minuten.

Station	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Station 20"			
Station 45"			
Station 60"			


Aufgabe 2
 Sprünge mit Anlauf möglichst weit. Das Absprungbein muss immer dasselbe sein. Notiere die Sprungweiten in Meter an den jeweiligen Stationen. Zeit pro Station: 3 Minuten.

Station	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Anlauf 1m			
Anlauf 10m			
Anlauf 20m			

Leichtathletik: Weitsprung: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Leichtathletik: Weitsprung*

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abflugs. Der Abflugwinkel wird α_0 genannt.

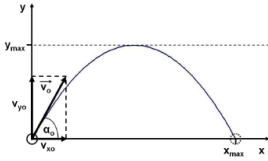


Abb. 1: Schiefer Wurf als Modell eines idealen Weitsprungs

Mathematische Zusammenhänge

Die Abfluggeschwindigkeit v_0 hat den Betrag: $v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$
 [Satz des Pythagoras im rechtwinkligen Dreieck aus v_{x0} , v_{y0} und v_0]


Horizontale Geschwindigkeit: $v_{x0} = v_0 \cos(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\cos(\alpha_0) = \frac{v_{x0}}{v_0}$]
 Vertikale Geschwindigkeit: $v_{y0} = v_0 \sin(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\sin(\alpha_0) = \frac{v_{y0}}{v_0}$]

Flugdauer, Flugweite


Für den zurückgelegten Weg s eines Körpers mit konstanter Geschwindigkeit v gilt allg.:

$$s = v \cdot t$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



In y-Richtung erfährt der Ball die Erdbeschleunigung g . Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt allgemein:

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Für die zeitliche Entwicklung der y-Koordinate des Balls $y(t)$ gilt:

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Es handelt sich um eine Überlagerung aus einer gleichförmigen Bewegung nach oben [$s = v \cdot t$] und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nach unten [$s = \frac{1}{2} g t^2$]. Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$

Es folgt:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{2}{g} \cdot v_{x0} \cdot v_{y0} = \frac{2v_0^2 \cos(\alpha_0) \cdot \sin(\alpha_0)}{g}$$

Aus der Gleichung wird ersichtlich, dass die Sprungweite von der Abstrungsgeschwindigkeit und vom Abstrungswinkel abhängt. Die Winkelabhängigkeit ist in Abb. 2 dargestellt. Der ideale Abwurfwinkel für eine maximale Flugweite x_{max} beträgt 45° . Dieser Winkel lässt sich durch Untersuchung der Extremstellen von $x_{\text{max}}(\alpha_0)$ berechnen.

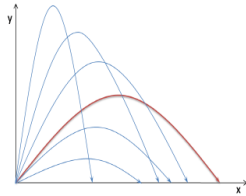




Abb. 2: Flugkurven bei verschiedenen Abwurfwinkeln (rot = 45°)

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Abprunghöhe = Landehöhe

Die Flugweite x_{max} nimmt zu, je höher der Abflugpunkt über dem Landepunkt liegt. Nimmt man den Körperschwerpunkt als Bezugspunkt für die Flugbahn, so sollte sich der Weitspringer beim Absprung möglichst groß machen und vor der Landung seinen Körperschwerpunkt möglichst absenken, um eine Bodenberührung hinauszuzögern.

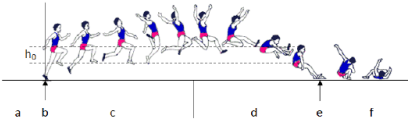


Abb. 3: Körperschwerpunkte bei Absprung und Landung (www.sportunterricht.de)

In Abb. 3 ist ein typischer Weitsprung in die Phasen a-f eingeteilt. Die Phasen d-f zeigen den Landeprozess, h_0 ist die Höhendifferenz zwischen Absprung- und Landepunkt.

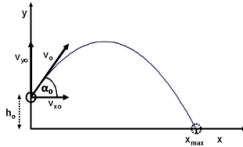


Abb. 4: Biomechanische Betrachtung des realen Weitsprungs

Zur Berechnung der Flugweite betrachtet man erneut die zeitliche Entwicklung der vertikalen Komponente, um die Flugdauer zu berechnen.


$$y(t) = h_0 + v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$


$$\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_{y0} \cdot t + h_0 = 0$$

$$t^2 - \frac{2v_{y0}}{g} \cdot t - \frac{2h_0}{g} = 0$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Die Lösung dieser quadratischen Gleichung berechnet man mit der Mitternachtsformel:

$$t_{1/2} = \frac{v_{y0}}{g} \pm \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2h_0}{g}}$$

Nur die erste der beiden Lösungen ist positiv und damit physikalisch relevant:

$$t_{\text{Landung}} = \frac{v_{y0}}{g} + \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2h_0}{g}}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} durch Einsetzen von t_{Landung} in $s = v_{x0} \cdot t$:

$$\Rightarrow x_{\text{max}} = v_{x0} \left(\frac{v_{y0}}{g} + \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{g^2} + \frac{2h_0}{g}} \right) = \frac{v_0 \cos \alpha \left(v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 (\sin \alpha)^2 + 2g h_0} \right)}{g}$$

Körperschwerpunkt

Der Körperschwerpunkt (KSP) beschreibt eine Position im Raum zur vereinfachten Betrachtung der Kraftwirkung auf einen Körper. Dabei geht man davon aus, dass sich die gesamte Masse des Körpers im KSP befindet. Die Wirkung von Kräften auf den KSP wird dann mit der Wirkung auf den gesamten Körper gleichgesetzt.

Der KSP regelmäßig geformter Körper liegt auf deren Symmetrieachse – beispielsweise befindet sich der KSP einer Kugel im Kugelmittelpunkt, der eines Gymnastikstabes auf dem Streckenmittelpunkt. Der KSP kann, z.B. während der Landung beim Weitsprung, auch außerhalb des Körpers liegen (vgl. Abb. 5).

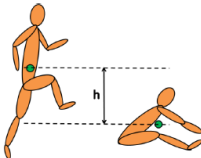


Abb. 5: Absenken des KSP vor der Landung

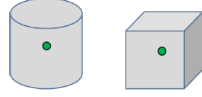



Abb. 6: KSP symmetrischer Körper


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Leichtathletik: Weitsprung: Physik



Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Impuls

Unter dem Impuls versteht man umgangssprachlich die „Wucht“ eines Körpers. Der Impuls \vec{p} ist das Produkt aus der Masse m und der Geschwindigkeit \vec{v} .

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Die Einheit des Impulses ist $\left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}\right]$. In der Regel erfolgt eine Änderung des Impulses durch eine Geschwindigkeitsänderung, da die Masse des Körpers, z.B. eines Weitspringers, konstant ist.

Der Impuls beschreibt den Bewegungszustand des Körpers, er ändert sich durch eine Kräfteinwirkung (z.B. Gewichtskraft, oder Luftwiderstandskraft). Eine Impulsänderung wird auch als Kraftstoß bezeichnet.

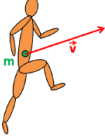


Abb. 7: Impuls eines Weitspringers nach dem Absprung

Kraftstoß

Aufgrund seiner biologischen Voraussetzungen kann der Athlet beim Weitsprung im Zeitpunkt seines Absprungs nicht den optimalen Winkel für maximale Weite erreichen. Die vertikale und horizontale Geschwindigkeitskomponente müssten für einen Winkel von 45° gleich groß sein.

Der Absprung lässt sich mit der physikalischen Größe „Impuls“ genauer analysieren. Für eine Impulsänderung gilt:

$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$


Die Impulsänderung wird auch als Kraftstoß bezeichnet.

Der Impuls p des Sportlers in vertikaler Richtung ist vor dem Absprung null ($p = 0$). Während des Absprungs vergrößert der Sportler seinen vertikalen Impuls, indem er sich vom Boden abstoßt. Die Impulserhaltung ist dadurch nicht verletzt. Der „Impulsgehalt“ des Sportlers ist gleich dem „Impulsverlust“ der Erde, die ihre Geschwindigkeit aufgrund der großen Masse jedoch nur minimal ändert ($\Delta v = \frac{\Delta p}{m}$). Der Kraftstoß beim Absprung kann also als Impulsübertragung von der Erde auf den Sportler beschrieben werden.

p: Impuls
m: Masse
v: Geschwindigkeit
 Δv : Geschwindigkeitsänderung
 Δp : Impulsänderung
 Δt : Zeitdifferenz
F: Kraft


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 5



Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Neben der Beschreibung des Kraftstoßes als Impulsänderung kann ein Kraftstoß auch als Kräfteinwirkung über eine Zeitspanne interpretiert werden. Es gilt:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Durch Verknüpfen der Beziehungen folgt für die Geschwindigkeitsänderung:

$$\Delta v = \frac{F \cdot \Delta t}{m}$$

Anhand dieser Formel ist ersichtlich, dass durch die kurze Absprungdauer Δt die Geschwindigkeitsänderung begrenzt ist. Die Masse m ist für eine Person konstant und die Kraft F ebenfalls limitiert. In horizontaler Richtung kann der Athlet dagegen während des gesamten Anlaufs seine Geschwindigkeit vergrößern. Durch die längere Beschleunigungszeit wird die Endgeschwindigkeit deutlich größer.

Der Absprungwinkel sinkt deshalb auf ca. 18-24°.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 6

Schwimmen: SVP1

Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	3	Einschwimmen	Einkalibet			
3	2	Theorie: Gewichtskraft	Plenum	Frage: Warum schwimmen wir? Was sieht uns nach unten, was treibt uns nach oben?	Flipchart	Vorberichtsübungen an einer Stütze auf der Auftriebshöhe
4	6	Schwimmen	Partnerarbeit	Brust 2. Bahn: Hintermann umfasst Fesseln des Vordermannes, Vordermann umfasst Hintermann Beziehung: hoch eine Bahn Wechsel. 5. und 6. Bahn: versuchen wenig(er) Schwimmzüge zu machen (Gleitphase) In der flachen ins Wasser setzen (Arme umklammern)	a) b)	
5	2	Auftrieb-Volumenänderung	Einkalibet	a) Luft eingestrichelt b) Luft ausgeatmet	Flipchart	
6	2	Theorie: Auftrieb - Volumenänderung	Plenum	Theorie: Auftrieb: Stütze + Größen		Auftrieb: $F_A = V \cdot \rho \cdot g$
7	4	Schwimmen mit und ohne Auftriebshilfe	Einkalibet	1. Bahn: Brust Beine ohne Arme (mit Poolnoode unter der Achsel) 2. Bahn: Brust Beine ohne Arme (ohne Schwimmreifen) 3. Bahn: Brust ganzes Lage mit Poolnoode als Auftriebshilfe	Poolnoode	Wie ist der Auftrieb beim Schwimmen spürbar? Welche Möglichkeiten bietet eine Auftriebshilfe?




Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtseinheit

Nr.	Theorie: Gewichtskraft - Schwimmen	Plenum	Einzelarbeit	4. Bahn: Brust ganze Lage ohne Auftriebshilfe (schwerer, leichter)? Welche Veränderung brachte die Poolnoode?	Einzelarbeit	Plenum	Poolnoode	Gewichtskraft bleibt gleich, bei höherem Gesamtauftrieb (Bahn schwerer, leichter)? Schüler sollen merken, wie sie Einfluss auf den Auftrieb nehmen können.
8	2							
9	2			Brust ganze Lage 1. Bahn: versuchen zu tauchen mit Poolnoode 2. Bahn: schwimmen mit Poolnoode				
10	2	Theorie: statischer Auftrieb	Plenum	-Schwimmer-Schwaben-Sinken Verhältnis: Auftriebskraft/Gewichtskraft $F_A = F_G$ Schwimmen $F_A > F_G$ Auftrieb $F_A < F_G$ Sinken				
11	8	Beobachtung der Gleitphase	Einzelarbeit	Brust ganze Lage Wiederholung Armgug 1. und 2. Bahn: Konzentration Armgug (schlechter Wiederholung Beispiel) 3. und 4. Bahn: Brust Beine (mit Schwimmreifen), ersterer Beobachtung 5. und 6. Bahn: Schwimmzüge sehen bei schwimm Armgug und langer Gleitphase (Vergleich zu vorher) 7. und 8. Bahn: extremen Lage Gleitphase. Was ist die Ursache, der Gleitphase? Belegt Körper an der Oberfläche?				
12	2	Theorie: dynamischer Auftrieb	Plenum	Warum sinkt der Körper bei langsamem Gleiten? Was → Geschwindigkeitsverlust → Geschwindigkeit erhöhen Dynamischer Auftrieb Dynamischer Auftrieb hängt stark von der Geschwindigkeit ab: $F_A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot c_d \cdot A$				ρ : Dichte c_d : Widerstandsbeiwert, Wert, der die Form des Körpers und Anstellwinkel zur Strömungsrichtung v : Geschwindigkeit A : Auftriebsfläche

Veränderte Körperposition durch Volumenänderung


14	10	Technikverbesserung in beschwimmen	Korrektur durch Hintermann	Jeder 6 Bahnen Konzentration auf Armgug. Der Hintermann korrigiert am Bahnenende den Vordermann (korrekter kommt vom Lehrer). Auf dem Rückweg soll diese Korrektur umgesetzt werden.		Armgug: Einführung des ersten Armgugs, der für vollständigste Beinschlag: Wie: schülerorientiert Merkmal: Kopfgerichtet (Flex), strömungsgünstige Gleitphase (Fülle zusammen)
15	2	Wasserdruck	Einkalibet	Luftballon verformen - an der Wasseroberfläche - unter Wasser (möglichst tief)	1 Luftballon pro Schüler	
16	2	Theorie: Wasserdruck	Plenum	Wasserdruck ist abhängig von Wassertiefe. Der Wasserdruck um 1 bar pro 10m zu. $p(h) = p_0 + \rho \cdot h + p(h_0)$	Flipchart	
17	10	Luftballonstaffel	4 Teams	3 Teams pro Bahn: Der Luftballon muss am Bahnenende übergeben werden, jeder 1 Bahn. 4. Team: Brust Beine (Hände umfassen Luftballon) 2. Staffel: Brust ganze Lage (Luftballon muss individuell mitgenommen werden)	1 Luftballon pro Team	Team je nach Größensize und Anzahl der Bahnen
18	3	Abbauen/Aufbauern	Zehn			

Schwimmen: SVP1 & SVP2



Thema: Schwimmen (25m Becken)

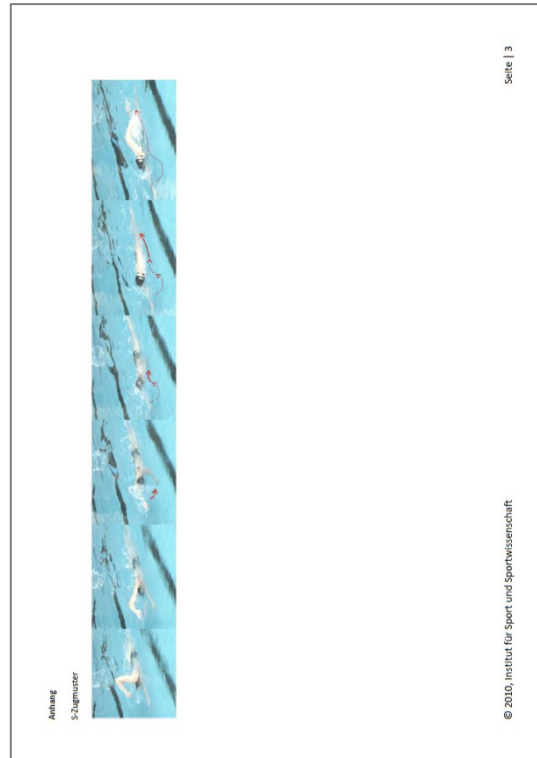
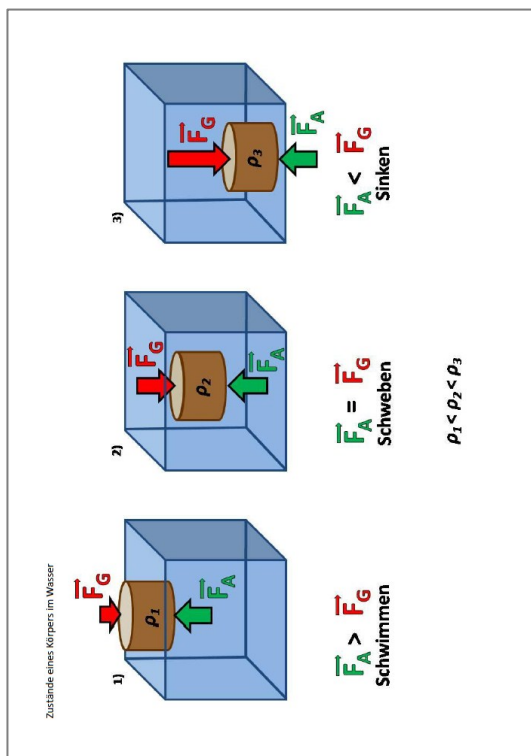
Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übungs-/Spielform	Mittelrolle	Bemerkung/Notierung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	5	Einzelarbeiten	Einzelarbeit	Beeiligte Lage (6 Bahnen, z.B. 2 Brust, 2 Kraul, 2 Rücken)		
3	3	Schwimmen mit erhöhtem Widerstand	Einzelarbeit	Sozialbereich 1. Bahn: Schwimmblei parallel zur Wasseroberfläche 2. Bahn: Schwimmblei orthogonal zur Wasseroberfläche	Schwimmblei	
4	4	Widerstand	Einzelarbeit	In verschiedenen Körperpositionen mit und ohne Schwimmblei vom Beckenrand abspringen und unter Wasser (s. Anhang) des Widerstandes erfahren	Schwimmblei	Schüler verteilen sich an der Oberseite des Beckens
5	3	Theorie: Wasserwiderstand (1)	Plenum	Was passiert bei veränderter Körperposition?		Widerstand $F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot c_w \cdot A$
6	6	Schwimmen: Brust	Einzelarbeit	Schwimmen: Brust 1. Bahn: Brust 2. Bahn: abgestreckte Finger 3. Bahn: kurzer Armzug (nur mit Handgelenken) 4. Bahn: Tauchring (Druckphase bis in die Armeinstreckung) 5. Bahn: Tauchring (bis Handgelenk) (Druckphase) 6. Bahn: wieder Armeinstreckung (gestreckte Arme)		Widerstand als Notwendigkeit für Vorwärtsbewegungen
7	3	Theorie: Wasserwiderstand (2)	Plenum	Besprechung der Ergebnisse: Einfluss von Fläche auf den Widerstand, positive + negative Effekte	Flipchart	


Seite | 1




8	4	Schwimmen: Kraul	Partnerarbeit	Ergebnis: In der Druckphase ist ein großer Widerstand notwendig. In der Gleitphase sollte der Kräfteeintrag mit Flossen minimiert werden.	Flossen	Größerer Widerstand bringt größeren Vorwärt, jedoch mehr Kräfteeintrag notwendig
9	2	Theorie: Wasserwiderstand (3)	Plenum	Schwimmen mit Flossen (4 Bahnen): 1. Bahn: Schwimmblei parallel zur Wasseroberfläche 2. Bahn: Schwimmblei orthogonal zur Wasseroberfläche 3. Bahn: Schwimmblei parallel zur Wasseroberfläche 4. Bahn: Schwimmblei orthogonal zur Wasseroberfläche	Flipchart	Vorbewegung der Arme, Wasserwiderstand, Handgelenk, Zug während der Druckphase in der Gleitphase (Druckphase bis in die Armeinstreckung)
10	2	Technikführung	Einzelarbeit	Einführung S-Zug Muster		Zuggeschwindigkeit maximal
11	4	Technik: Brustschwimmen	Einzelarbeit	Brustschwimmen: 1. Bahn: große Amplitude (Der Rhythmus) 2. Bahn: kleine Amplitude 3. und 4. Bahn: mittlere Amplitude (Der Rhythmus)	Schwimmblei	Bewegung kommt aus der Hüfte, Bewegungskette bis ins Fußgelenk, Kopf leicht, optimale Amplitude wählen
12	8	Technik: Armzug Kraul	Einzelarbeit	Armzug Kraul: 1. Bahn: 1er Abschwung (re & li) 2. Bahn: 2er Abschwung (re & li) 3. Bahn: 3er Abschwung (re & li) 4. Bahn: 4er Abschwung (re & li) 5. Bahn: 5er Abschwung (re & li) 6. Bahn: 6er Abschwung (re & li)	Evtl. mit Schwimmblei/Halbboje	
13	6	Technik: ganze Lage Kraul	Einzelarbeit	1. Bahn: 1er Abschwung mit Beiführungen (re & li) 2. Bahn: 2er Abschwung mit Beiführungen (re & li) 3. Bahn: 3er Abschwung mit Beiführungen (re & li) 4. Bahn: 4er Abschwung mit Beiführungen (re & li) 5. Bahn: 5er Abschwung mit Beiführungen (re & li) 6. Bahn: 6er Abschwung mit Beiführungen (re & li)	Evtl. mit Pullboje	
14	10	Abschlusszeit	2 Teams		Wasserball	
15	3	Abbauent/Aufräumen	Alle		Tore	

Seite | 2

Schwimmen: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Schwimmen*

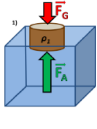
Auftrieb im Wasser

Der Auftrieb ist eine Kraft, die auf einen Körper im Wasser wirkt. Er lässt sich in statischen und dynamischen Auftrieb einteilen.

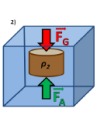
Statischer Auftrieb

Der hydrostatische Auftrieb wirkt der Schwerkraft des Körpers entgegen. Das Verhältnis zwischen Schwerkraft und Auftriebskraft entscheidet über Schwimm-, Schweb-, oder Sinkzustand des Körpers im Wasser. Die Auftriebskraft wirkt senkrecht zur Wasseroberfläche und setzt am Volumenschwerpunkt des Körpers an. Die auftriebende Kraft ist von der Dichte des Mediums (ρ), der Erdbeschleunigung (g) und dem Körpervolumen (V) abhängig. Eine Änderung des Auftriebes kann durch eine Volumenänderung oder eine Änderung der Dichte des Mediums (z.B. Salzwasser) beeinflusst werden. Für den statischen Auftrieb F_A gilt:

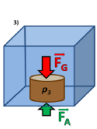
$$F_A = -V \cdot \rho \cdot g$$



$\vec{F}_A > \vec{F}_G$
Schwimmen



$\vec{F}_A = \vec{F}_G$
Schweben




$\vec{F}_A < \vec{F}_G$
Sinken

Abb. 1: Statischer Auftrieb


Strömungswiderstand

Bewegt sich ein Körper durch das Wasser, so wirkt ihm eine Kraft entgegen. Diese Gegenkraft wird als Wasserwiderstand bezeichnet. Der Gesamtwiderstand beim Schwimmen setzt sich aus mehreren Teilwiderständen zusammen. Er besteht aus Formwiderstand, Oberflächenwiderstand und Wellenwiderstand.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Die Widerstände wirken auf den Schwimmer bremsend, ermöglichen ihm jedoch auch aufgrund der Massenträgheit des Wassers den vorwärtsbringenden Antrieb (Zugphase des Armes).

Beeinflusst wird der Wasserwiderstand durch die Körperquerschnittsfläche (A), die Dichte des Mediums (ρ), die Anströmgeschwindigkeit (v) und durch den Widerstandsbeiwert (c_w). Der Widerstandsbeiwert ist von der Form des Körpers und der Oberflächenbeschaffenheit abhängig. Für die Wasserwiderstandskraft F_w gilt:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot A \cdot v^2 \cdot c_w \cdot \rho$$

Durch eine strömungsgünstige Körperform kann der Wasserwiderstand verringert werden. Ein Körper wird als strömungsgünstig bezeichnet, wenn er beim Gleiten durch das Medium nur geringe Verwirbelungen im Nachlauf verursacht.

Dynamischer Auftrieb im Wasser

Der hydrodynamische Auftrieb wirkt auf einen Körper, der sich im Wasser bewegt. Er ist mit dem aerodynamischen Auftrieb vergleichbar (vgl. Abb.2).





Abb. 2: Dynamischer Auftrieb eines Flügels

Der dynamische Auftrieb wird durch die Auftriebsfläche (A), die Anströmgeschwindigkeit (v), die Dichte des Mediums (ρ) und den Auftriebsbeiwert (c_a) beschrieben. Der Auftriebsbeiwert ist von der Form, der Oberfläche und dem Anstellwinkel des Körpers abhängig. Der Schwimmer kann den dynamischen Auftrieb am stärksten über eine Geschwindigkeitsänderung beeinflussen, da die Geschwindigkeit quadratisch in die Gleichung eingeht. Bei höherer Geschwindigkeit erfährt der Körper einen größeren hydrodynamischen Auftrieb, als bei niedriger Geschwindigkeit. Für die hydrodynamische Auftriebskraft F_D gilt:


$$F_D = \frac{1}{2} \cdot A \cdot v^2 \cdot c_a \cdot \rho$$

Die Formel unterscheidet sich von der des Wasserwiderstandes nur um den Auftriebsbeiwert c_a . Dies ist kein Zufall. Der dynamische Auftrieb ist lediglich die zur Strömungsrichtung vertikale Komponente der Wasserwiderstandskraft unter Berücksichtigung der entsprechenden Form, Oberfläche und des Anstellwinkels des Körpers.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Weitere Inhalte

Druck


Druck ist eine physikalische Zustandsgröße. An der Erdoberfläche herrscht ein Luftdruck von ca. $P_{(h=0)} = P_{(h=0)} = 1 \text{ bar}$. Bei Bewegung im Medium Wasser wirkt auf den Körper zusätzlich der Wasserdruck. Er entsteht durch das Eigengewicht des Wassers. Der Wasserdruck hängt von der Erdbeschleunigung (g), der Wassertiefe (h) und der Wasserdichte (ρ) ab. Der Wasserdruck erhöht sich um ca. 1bar pro 10m Wassertiefe. Mit der nachfolgenden Formel lässt sich der Gesamtdruck P in Abhängigkeit der Wassertiefe h berechnen:

$$P(h) = \rho \cdot g \cdot h + P_{(h=0)}$$


Die Konstanten haben folgende Werte: $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ und $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 3

Turnen: Akrobatik: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Turnen: Akrobatik*

Druck

Unter Druck versteht man, vereinfacht ausgedrückt, die Kraft pro Fläche. Exakt formuliert bezeichnet der Druck p den Betrag einer Kraft \vec{F} , die senkrecht auf eine Fläche mit dem Flächeninhalt A steht.

$$p = \frac{|\vec{F}_\perp|}{A}$$

Aus der Formel wird ersichtlich, dass der Druck bei gleichbleibender Kraft zunimmt, wenn die Fläche kleiner wird:

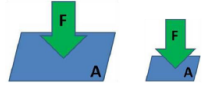


Abb. 1: Vergrößerung des Drucks durch Verkleinern der Fläche

Der Druck nimmt ebenfalls zu, wenn bei gleichbleibender Fläche die Kraft größer wird:






Abb. 2: Vergrößerung des Drucks durch Vergrößerung der Kraft

Der Mensch nimmt Druck über die Tastrezeptoren der Haut wahr. Er erzeugt Kräfte durch die Aktivität der beteiligten Muskeln.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Körperschwerpunkt

Der Körperschwerpunkt (KSP) beschreibt eine Position im Raum zur vereinfachten Betrachtung der Kraftwirkung auf einen Körper. Dabei geht man in der Theorie davon aus, dass sich die gesamte Masse des Körpers im KSP befindet. Die Wirkung von Kräften auf den KSP wird dann mit der Wirkung auf den gesamten Körper gleichgesetzt.

Der KSP regelmäßig geformter Körper liegt auf deren Symmetrieachse – beispielsweise befindet sich der KSP einer Kugel im Kugelmittelpunkt, der eines Gymnastikstabes auf dem Streckenmittelpunkt. Der KSP kann, z.B. während der Bogenspannung beim Hochsprung, auch außerhalb des Körpers liegen (vgl. Abb. 3).

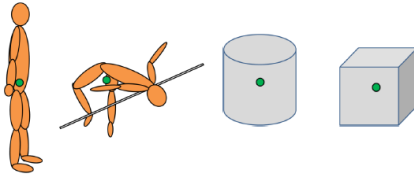


Abb. 3: KSP in verschiedenen Körperhaltungen
Abb. 4: KSP symmetrischer Körper

Berechnung

Die Berechnung des KSP hängt von der Modellierung des Körpers ab. Stellt man sich den Körper zusammengesetzt aus einer Summe von i -Einzelpunktmassen m_i mit den Ortsvektoren \vec{x}_i vor, so hat der Schwerpunkt den Ortsvektor \vec{x}_s mit:

$$\vec{x}_s = \sum_i m_i \cdot \vec{x}_i$$


Je weiter man den Körper abstrahiert (Reduzierung der Punktmassen), desto leichter wird die Berechnung.

Sicherer Stand


Ein Körper steht (ohne umzufallen), wenn sich der KSP senkrecht oberhalb der Unterstützungsfläche A_U befindet.

Die Unterstützungsfläche ist die Bodenberührungsfläche A_b des Körpers oder die Verbindungsfläche aller Bodenberührungsflächen des Körpers. Dies ist in Abb. 5 veranschaulicht.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



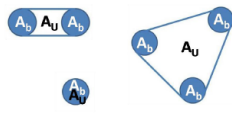


Abb. 5: Unterstützungsflächen bei verschiedenen Bodenberührungsflächen

Bei einer geschlossenen Bodenberührungsfläche ist diese gleich der Unterstützungsfläche. Bei mehreren Bodenberührungsflächen ergibt sich die Unterstützungsfläche aus der Umrandung aller Bodenberührungsflächen. Dies ist in Abb. 5 mit 2 und 3 Bodenberührungsflächen dargestellt.

Für einen sicheren Stand ist es vorteilhaft, die Unterstützungsfläche zu maximieren. Bodenberührungsflächen sind im Sport meist Hände und Füße. Diese sind in ihrer Fläche unveränderlich. Maximale Sicherheit in der Akrobatik wird demnach erreicht, wenn möglichst viele Körperteile an voneinander entfernten Punkten den Boden berühren (z. B. Vierfüßerstand).

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 3

Turnen: Boden (Salto vorwärts): SVP1

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	5	Begegnung	Plenum	Bodenläufer	Bodenläufer	
2	4	Aufbau	Alle		2 Knetsteckel	
3	10	Aufwärmen am Bodenläufer	Alle	1. Über die Knetsteckel (quer) 2. Hochsprünge 3. Laufsprünge 4. Sprünge mit Knetsteckel 5. Liegestütztafel (Liegestütze machen, dann 2 Schritte nach vorne gehen, dann wieder Liegestütze) 6. Liegestütz-Hock-Lauf (vom Liegestütz in den Hockstand springen) 7. Hockstand springen 8. Handstützrollen		Schüler setzen sich gegenseitig Hilfestellung
4	4	Rotationen um Körperachsen	Einzelarbeit	Ausprobieren von verschiedenen Rotationsbewegungen		Erfahren der Drehachsen des Körpers
5	2	Körperachsen	Partnerarbeit	Drehung, Rad (links / rechts), Wälzen etc.		
6	6	Theorie: Körperachsen	Plenum	Mit Gymnasträbere die Drehachsen des Körpers Rotationen um diese Um welche Achse wird es/zu/gegen/ neben?	Gymnasträbere Flipchart	Drehachsen des Körpers: Längsachse Breitenachse Höhenachse

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
7	4	Aufbau der Stationen	Alle			
8	12	Partnerübung mit Feedback	4 Gruppen	1. Station: • Zu zweit mit Handflüssung in Kreis drehen (Geschwindigkeit erhöhen) 2. Station: • Passive Drehung um die Körperlängsachse (Eindehen durch Partner) im Liegend mit gestreckten/gebogenen/abgespreizten Beinen 3. Station: • Passive Drehung um die Körperlängsachse (Eindehen durch Partner) in verschiedenen Positionen (Sturzang, Kippang,...) 4. Station: • Aufhocken auf den Mattenberg • Rolle auf den Mattenberg mit Handauflatz	Ringe Turmmaten 3 Kästen 1 Reibröhre 1 WBM	Vorbereitung des Trägheitsmoments Θ Vorbereitung der Drehbewegung des Saltos
9	10	Rollen am Boden	Einzelarbeit			Vorbereitung des Saltos auf den Mattenberg (s. Nr. 11)

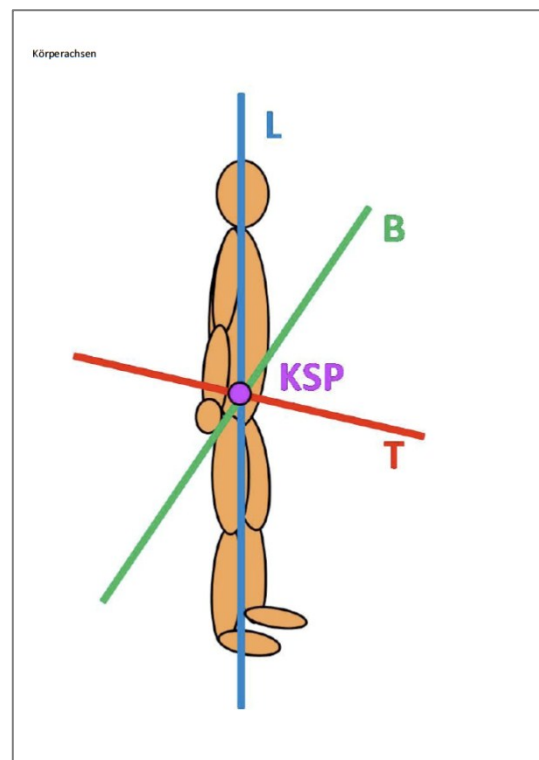
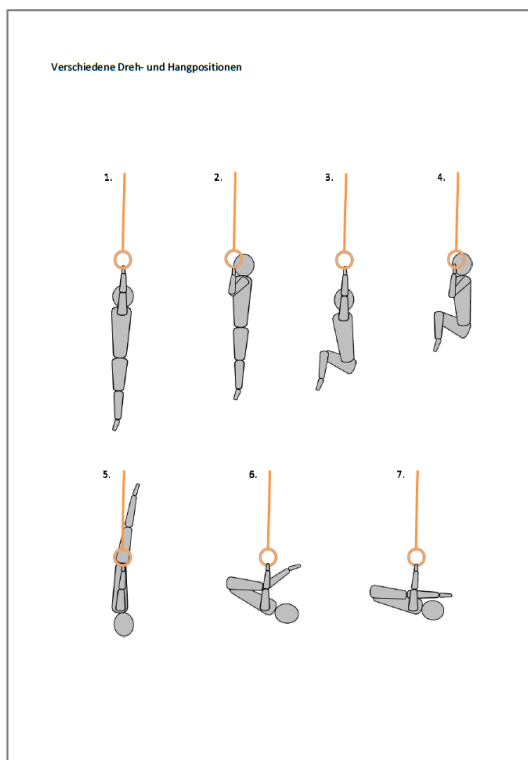
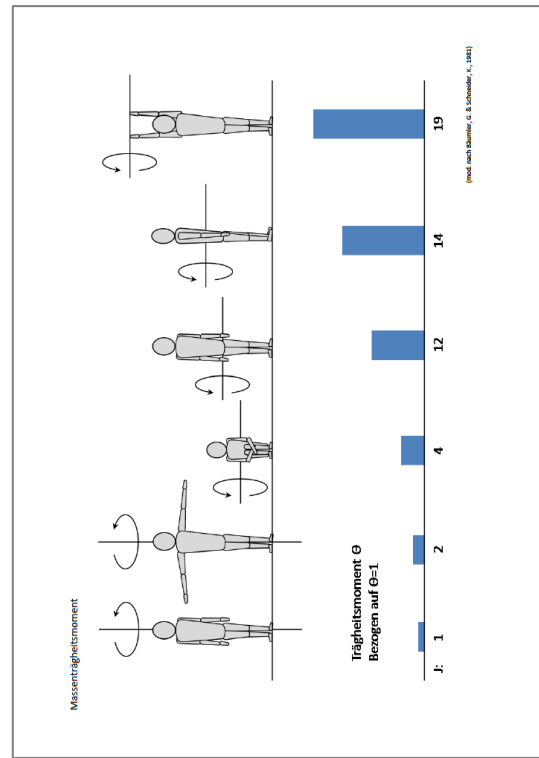
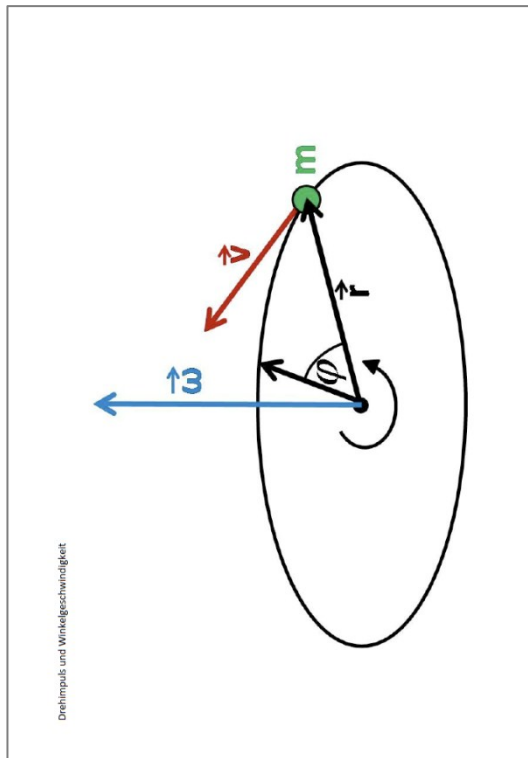
Zu Nr. 2

Zu Nr. 9

Zu Nr. 11

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
10	12	Theorie: Drehimpuls	Plenum	Sammlung der Partnererfahrungen: Drehgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von Drehpositionen (s. Nr. 8 und Nr. 9). Drehgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von Drehpositionen (s. Nr. 8 und Nr. 9). Herausarbeiten der Änderungen der Winkelgeschwindigkeit (s. Nr. 9).	Flipchart	Drehimpuls: $L = \theta \cdot \omega$ Trägheitsmoment: $\theta = m \cdot r^2$ Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{d\theta}{dt}$
11	10	Rollen	Einzelarbeit	Partnererfahrungen: • Rollen auf den Mattenberg (Gedr. nach oben ziehen) mit Stütz der Hände. • Rollen auf den Mattenberg ohne Hände (Partnererfahrungen). • Helfer (um Stützphase zu probieren).		Konstanz der Hände auf Matte verhindern. Anschließend nach hinten mit Hilfe von Partner (Feedback).
12	3	Abbauen/Aufräumen	Alle	Nach Sprung auf Mattenberg Rollen über Bodenläufer (s. Nr. 9) um Mattenträger zu verletzern.		

Turnen: Boden (Salto vorwärts): SVP1



Turnen: Boden (Salto vorwärts): SVP2

Nr.	Ziele	Inhalt	Organisation/Plenum	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	10	Aufwärmen mit Banken	Alle An jeder Bank 4-5 Einzel- bzw. Partnerübungen	<ul style="list-style-type: none"> Um die Bank herum laufen (vorne und hinten) Über die Bank laufen (vorne und hinten) Schüler Hockkriechen über die Bank Hockkriechen mit möglicher gestreckten Beinen Über die Bank springen Liegestützposition halten (Fuße auf der Bank, Hände auf dem Boden) Sprung über die Bank Bank über Kopf springen 	3-4 Langbänke je nach Gruppengröße	Turnzeitliche Vorbereitung
3	4	Aufbau	Alle	<ul style="list-style-type: none"> 2 Stationen: Bank für den Anlauf vor ein Reutherbett stellen, Bank für den Nachlauf Bank für den Nachlauf als Landeplatz: 	2 Langbänke 2 Reutherbetten 2 Matten (NBR)	
4	10	Springe mit Reutherbett	Einzelarbeit	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Anlauf mit Einsprung Stressprung, Hocksprung, Blocksprung, Landung Varian: Landung auf dem Po, Beine nach vorne Mit Anlauf analog als Aufgabe: Im „Lust“ Mit Vorlage Mit Vorlage ins Brett springen 		Wirkung zeitlicher und exzentrischer Stöße erhöhen. Auf Sprung nach oben achten. Nach dem Sprung auf die Landung kontrollieren.

Nr.	Ziele	Inhalt	Organisation/Plenum	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
5	10	Theorie: Zentrischer und exzentrischer Stoß Drehungen	Plenum			
6	6	Aufbau	Alle			
7	14	Drehungen um die Körperstreckachse in der Luft	4 Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> Überschneidung der Hände Rückwärts- und Vorwärtsdrehung entsteht Aufgabe: Beim Drehen einmal „Jaro“ bleiben „Vor“ bleiben (kleiner Luftwinkel, gebockte Beine) „Nach“ bleiben (kleiner Luftwinkel, gebockte Beine) 		Erst an jeder Station Aufgabenstellung zum Nachdenken bereitstellen.
8	20	Salto vorwärts auf den Mattenberg	Einzelarbeit	<ul style="list-style-type: none"> 2 Stationen: Handaufsatz – Gestäß Hohenhinderin (Stützphase) 4. Station: Rollen, Rollen, Kopf wegstecken, Hände unter den Schenkel (Blocken) Schnelle Hilt- u. Beinrückführung, sowie gespanntes Vorwärtswagen der Arme (Schiffenposition), Körperstreckung für Absprung Verbindung der Übung mit Rolle vorwärts, schnelle Körperstreckung nach Rolle vorwärts, ohne dass die Füße den Boden berühren. 2. Station: Rollen, Rollen, Kopf wegstecken, Hände unter den Schenkel (Blocken) Schnelle Hilt- u. Beinrückführung, sowie gespanntes Vorwärtswagen der Arme (Schiffenposition), Körperstreckung für Absprung Verbindung der Übung mit Rolle vorwärts, schnelle Körperstreckung nach Rolle vorwärts, ohne dass die Füße den Boden berühren. 	2 Mattenberge	Auf „Jahre“ Rolle achten Annäherung von hinten unten

Anhang

Zu Nr. 5
Zentrischer und exzentrischer Stoß beim Turnen

Translation
Translation mit Vorwärtsrotation

nach oben vorne (Armschub)

Landszone nah an Absprung (versteilte Sprünge vermeiden)

Hilfestellung zeigen und besprechen

Zu Nr. 7 und Nr. 8

Zu Nr. 7 und Nr. 8

9 3 Abbau/Aufbau

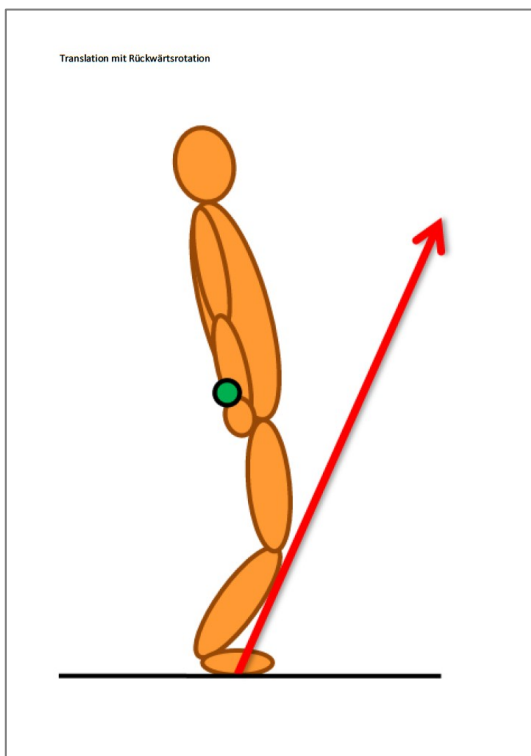
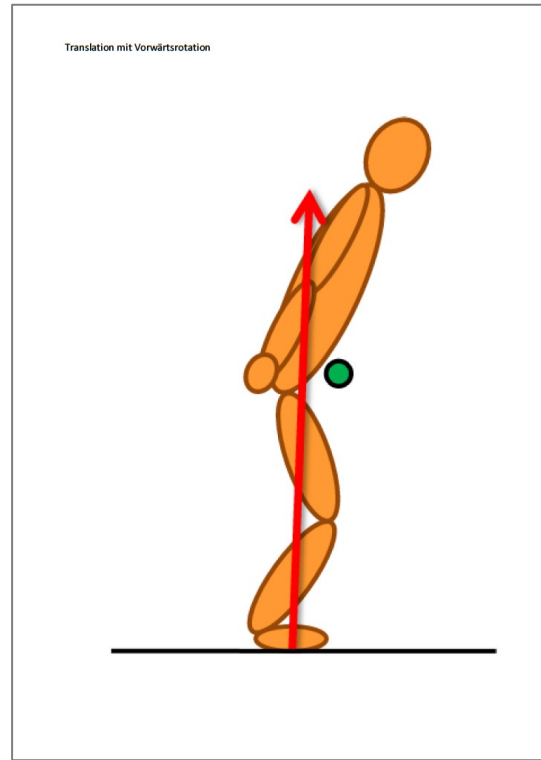
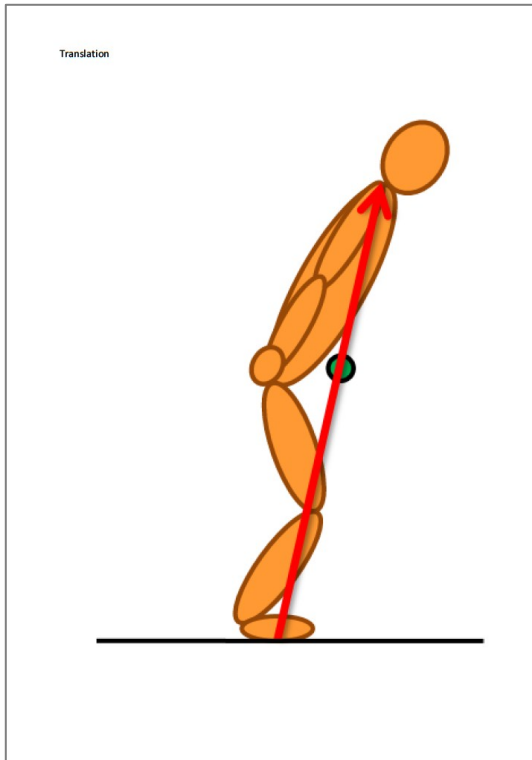
Alle

→ evtl. kontinuierlicher Abbau des Mattenbergs


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3


Turnen: Boden (Salto vorwärts): SVP2



Turnen: Boden (Salto vorwärts): Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum Thema: Turnen: Boden (Salto vorwärts)

Körperachsen

Rotationen des menschlichen Körpers lassen sich durch Drehungen um drei Achsen beschreiben; die Körperlängsachse, die Körperbreitenachse und die Körpertiefenachse (vgl. Abb. 1). Die Achsen stehen senkrecht aufeinander und gehen alle durch den Körperschwerpunkt (KSP).

Jede beliebige Rotation lässt sich als Überlagerung von Rotationen um die drei Körperachsen beschreiben.

Der Salto ist eine Rotation um die Körperbreitenachse. Ein Rad entspricht einer Rotation um die Körpertiefenachse. Eine Pirouette im Eiskunstlaufen ist eine Rotation um die Körperlängsachse.

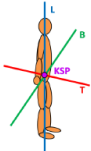


Abb. 1: Längen-, Breiten- und Tiefenachse des Körpers

Drehimpuls

Der Bewegungszustand der Rotation eines Körpers wird durch den Drehimpuls L charakterisiert. Der Drehimpuls ist das Produkt aus dem Trägheitsmoment θ (auch Massenträgheitsmoment genannt) der sich drehenden Masse m und der Winkelgeschwindigkeit ω . L und ω können auch als vektorielle Größen aufgefasst werden, da sie in eine Richtung zeigen.

$$\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$$

Das Trägheitsmoment θ ist im Falle eines Massenpunktes gleich dem Produkt aus der Masse m und dem Quadrat des Abstands r zur Drehachse.

$$\theta = m \cdot r^2$$

Die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt :

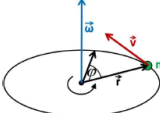

$$\vec{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$



Abb. 2: Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit

Aufgrund des Zusammenhangs $\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$ kann durch eine Änderung des Trägheitsmoments θ die Winkelgeschwindigkeit variiert werden. Eine Verkleinerung von θ führt zu einer

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Vergrößerung von $\vec{\omega}$, eine Vergrößerung von θ führt umgekehrt zu einer Verkleinerung von $\vec{\omega}$.

Das Trägheitsmoment lässt sich nur über den Radius variieren, denn die Masse des Turners ist konstant. θ wird umso kleiner, je näher der Turner seine Masse an die Drehachse bewegt und umso größer, je weiter er sie von der Drehachse entfernt.

In Abb. 3 sind Trägheitsmomente für unterschiedliche Körperhaltungen dargestellt. Verglichen mit der Körperlängsachse ist das Trägheitsmoment um die Körperbreitenachse in gehockter Position viermal und in gestreckter Position zwölfmal so groß.

Beim Salto wird das Trägheitsmoment während des Flugs verändert. Zunächst wird durch Anhocken der Beine das Trägheitsmoment verkleinert, um die Winkelgeschwindigkeit zu erhöhen. Vor der Landung wird der Körper wieder gestreckt, um die Winkelgeschwindigkeit zu verkleinern und eine sichere Landung einzuleiten.

So können, wenn durch Verkleinerung des Trägheitsmoments die Winkelgeschwindigkeit groß genug wird, auch doppelte oder dreifache Salt gesprungen werden (vgl. beispielsweise auch Pirouetten beim Eiskunstlaufen).

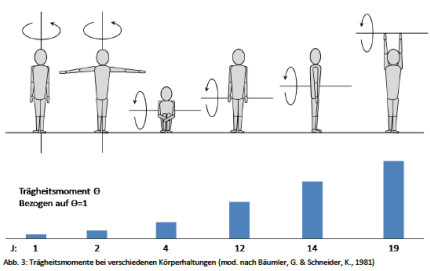




Abb. 3: Trägheitsmomente bei verschiedenen Körperhaltungen (mod. nach Bäumler, G. & Schneider, K., 1983)

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Drehimpulserhaltung


In einem abgeschlossenen System gilt die Drehimpulserhaltung: nachdem ein Turner abgesprungen ist, kann er den Gesamtdrehimpuls nicht mehr verändern. Sein Drehimpuls kann erst wieder geändert werden, wenn er Kontakt zum Boden hat (eine äußere Kraft einwirkt).

Zentrischer und exzentrischer Stoß


Man unterscheidet zwischen Stößen, bei denen die Wirkungslinie der Kraft durch den KSP eines Körpers führt (zentrisch) und Stößen, bei denen diese am KSP vorbeiführt (exzentrisch).

Ein zentrischer Stoß führt zu einer Translation in Richtung des Kraftstoßes. Bei einem exzentrischen Stoß kommt es zu einer Rotation. Ist die Drehachse dabei frei, wie beim Salto, kommt es zusätzlich zu einer Translation.

Translation



Translation+
Vorwärtsrotation



Translation+
Rückwärtsrotation




Abb. 4: Zentrische und exzentrische Stöße beim Turnen

Der Absprung zum Salto vorwärts stellt einen exzentrischen Stoß dar, bei dem die Kraftwirkungslinie hinter dem KSP liegt.

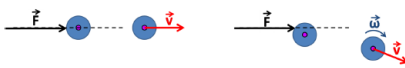




Abb. 5: Veranschaulichung eines zentrischen und exzentrischen Stoßes mit einem Ball

Die zwei verschiedenen Stöße lassen sich leicht mit einem Volleyball veranschaulichen. Wird der Ball zentral getroffen, so fliegt er ohne Rotation. Wird der Ball seitlich getroffen, so rotiert er während der Flugphase (vgl. Abb. 5).

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Weitere Inhalte

Rotation und Translation

Translation

Unter Translation versteht man eine Bewegung, bei der sich alle Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf parallelen Bahnen fortbewegen (geradlinig oder gekrümmt).

Bewegungsbeispiele: 100m-Lauf, Ski fahren, Bob fahren, Paragleiten,...

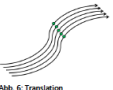


Abb. 6: Translation

Rotation

Unter Rotation versteht man eine Bewegung, bei der alle Punkte eines Körpers in gleicher Zeit gleiche Winkel (α) durchstreichen.

Bewegungsbeispiele: Riesenselge, Pirouette, ...




Abb. 7: Rotation

Überlagerung von Translation und Rotation

Die meisten sportlichen Bewegungen setzen sich aus translatorischen und rotatorischen Elementen zusammen. Ein Beispiel hierfür ist die Flugrolle, neben der Rotation um die Breitenachse findet zugleich ein translatorischer Raumbewinn statt.

Eine Rotation besitzt eine freie Drehachse, sobald auf den Körper keine Drehmomente wirken. Dies ist der Fall wenn sich ein Turner in der Luft, ohne Bodenberührung, befindet. Freie Drehachsen gehen immer durch den KSP.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Turnen: Minitrampolin: SVP2

4	5	Sprungvorbereitung (Gleichgewicht)	Partnerarbeit	<p>Gleichgewichts- und Halteübungen:</p> <p>Körperpannung, Schenkel, Rücken, Hüfte, Knie, Fuß, Hand, Kopf.</p> <p>Und aus dem Rollen ins Schlichchen:</p> <p>Kopf, Hand, Hüfte, Knie, Fuß, Rücken, Schenkel.</p> <p>Vom Liegestütz über den Satz in den Liegestütz:</p> <p>Kopf, Hand, Hüfte, Knie, Fuß, Rücken, Schenkel.</p>	<p>Aus dem Rollen: Versuchen die Schüler auf dem Boden zu landen (Bauchmuskulatur)</p>
5	3	Aufbauen	Alle	<p>Aufbau von 3 Sprungstationen (s. Anhang)</p> <p>4 Kästen 3 Matten 3 Weichböden</p>	
6	12	Einspringen	3 Gruppen	<p>1. Streck-, Durchschub-, Gefäch-, Überspringen (Streck-, Hocksprung mit Kasten)</p> <p>2. staten: Strecksprung, Aufhocken, Rolle (keine Hocksprung)</p> <p>3. staten: Strecksprung, Hocksprung, Rücksprung</p> <p>Auf kleinen Mattenberg.</p>	<p>Küfischütz über Kasten (auf WBW)</p> <p>Hocksprung zieht auf Mattenbergr</p> <p>3 Sprungstationen</p>
7	13	Abprungwinkel	Einelebeit	<p>An den 3 Minitramps werden verschiedene Winkel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimaler Winkel (Trampolin flach) • Mittlerer Winkel (Trampolin steil) • Maximaler Winkel (Trampolin steil) <p>Welche Wirkung hat der unterschiedliche Winkel?</p> <p>Während dem Sprungbetriebs: Anlaufhöhe (Anlaufgeschwindigkeit) variieren und somit auf Beobachtungsaufgabe: Unterschied zwischen Flugkurve bei einem möglichst hohen und einem möglichst weiten Sprung erkennen.</p>	<p>Trampolin mit flachem Winkel zum Einspringen.</p> <p>Kurzer – mittlerer Anlauf</p>

Anhang


Zu Nr. 6
3 Sprungstationen:

Zu Nr. 9
3 Sprungstationen:


<p>Institut für Sport und Sportwissenschaft</p>						
<p>Thema: Minitrampolin</p>						
<p>Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtsreihe</p>						
Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Umgang/Spielform	Materiel	Bemerkung/Hinbereinung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	7	Aufwärmen	Alle	<p>Fangspiel mit 2-3 Fägern, die die Ballen fangen. Die Ballen werden abgepasst, das möglichst schnell gefangen werden kann.</p> <p>Variationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fänger variieren • Anzahl der Ballen variieren • Es gibt einen Fänger, der die Schülern die Ballen abnehmen darf (geordnet markieren durch Schreien, wenn die Ballen erreicht wurde, schreiet aus). <p>Zu zweit eine Turmatze. Alle Turmatzen in der Halle verteilen, die Halle laufen. Auf Kommando zu zweit auf eine Turmatze und eine der folgenden Aufgabe auflösen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hocksprung über die Matte - Strecksprung über die Matte - Strecksprung aus der Hocke mit Landung in der Hocke - Rollen - Rollen <p>Der Laufen durch die Halle variieren: Hocksprung, Seigeloop, rückwärts (Vorsicht: Zusammenstoßen), Absetzen, ...</p>	<p>5-7 Vohballen</p> <p>3-4 Leuböden</p>	<p>Variationen: Spielgröße, Anzahl der Fänger und Anzahl der Ballen</p>
3	5	Aufwärmen	Partnerarbeit			

8	14	Theorie: Sicherer Wurf	Plenum	<p>Einführung des sicheren Wurfs.</p> <p>Einführung der Formel zur Berechnungen der Flughöhe und der Flugweite (Voraussetzung: Erfahrungen (Abprangswinkel))</p>	Flughöhe	<p>Schüler sollen möglichst selber auf die einzelnen Komponenten kommen.</p>
9	15	Hochsprung mit Minitramp	Einelebeit Wettbewerb	<p>Eine Sprunglage wird umgebaut: Hochsprung mit Minitramp (Hocksprung oder Strecksprung!).</p> <p>Zwei Schüler sichern die Hochsprungsfänger, diese müssen sich gegenseitig abstützen, Hochsprung nur mit zwei Händen, einander sehen. Hochsprung Wer aus dem Wettbewerb ausscheidet, darf an einer anderen Station weiterpringen.</p>	<p>2 Sprungmatten</p> <p>1 Minitramp</p> <p>1 Zauberschuh</p>	
10	3	Abbau/Aufräumen	Alle			

Turnen: Minitrampolin: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Turnen: Minitrampolin*

Energieformen

Zur biomechanischen Betrachtung des Springens mit Sprunghilfen (z.B. Reuterbrett oder Minitrampolin) ist es sinnvoll die potentielle Energie E_{pot} , die kinetische Energie E_{kin} und die Spannenergie E_{spann} zu betrachten. Es handelt sich dabei um mechanische Energieformen, E_{pot} wird auch als Lageenergie, E_{kin} als Bewegungsenergie und E_{spann} als Federenergie bezeichnet. Sie lassen sich über folgende Formeln berechnen:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$E_{spann} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

Hierbei bezeichnet m die Masse [kg], g die Erdbeschleunigung [$\frac{m}{s^2}$], h die Höhe [m], v die Geschwindigkeit [$\frac{m}{s}$], k die Federkonstante [$\frac{N}{m}$] und x den Federweg [m].

Die potentielle Energie hängt, da m und g in der Regel konstant sind, nur von der Höhe des Körpers ab. Um eine Höhe zu messen, braucht man ein Bezugsniveau h_0 mit bekannter Höhe. Dieses ist frei wählbar, man könnte z.B. den Meeresspiegel als Nullniveau wählen. Es ist jedoch sinnvoll ein möglichst einfaches Bezugsniveau festzulegen, um Berechnungen nicht unnötig kompliziert zu machen. Beim Springen mit Anlauf bietet es sich an, das Bezugsniveau auf die Höhe des Körperschwerpunkts (KSP) beim Anlauf zu legen.


Die kinetische Energie hängt entsprechend nur von der Geschwindigkeit ab. Die Geschwindigkeit bezieht sich auf den KSP.

Bei der Federenergie ist der Federweg jene Strecke, um die beispielsweise das Sprungtuch des Minitrampolins aus seiner Ursprungslage beim Einspringen bewegt wird. Die Federkonstante ist ein Maß für die Härte des Trampolins oder Reuterbretts. Die Federkonstante eines Reuterbretts ist deutlich größer als jene eines Trampolins.


Die mechanische Gesamtenergie E_{ges} ergibt sich als Summe der drei Energieformen:

$$E_{ges} = E_{pot} + E_{kin} + E_{spann}$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Energieerhaltungssatz

Der Energieerhaltungssatz sagt aus, dass in einem abgeschlossenen System keine Energie verloren geht, sondern nur umgewandelt werden kann. Wichtig ist, dass es neben der mechanischen Energie weitere Energieformen gibt. Durch Reibung (Luftreibung, Reibung der Schuhe am Hallenboden) wird beispielsweise Bewegungsenergie beim Anlauf in Wärmeenergie umgewandelt.

Springt ein Sportler vom Boden ab, wird chemische Energie durch Reaktionen in den Muskeln zu kinetischer und potentieller Energie umgewandelt. Vernachlässigt man Luftreibung, befindet sich ein abgesprungener Sportler in einem abgeschlossenen System, in dem die mechanische Energie erhalten bleibt. Unmittelbar nach dem Absprung und vor der Landung besitzt er nur kinetische Energie, diese wird im höchsten Punkt der Flugphase komplett in potentielle Energie umgewandelt.

Beispielhaft wird nachfolgend ein Minitrampolinsprung energetisch untersucht (vgl. Abb. 1). Man beachte, dass bei diesem Beispiel die mechanische Energie nicht erhalten ist. Die Summe aller Energieformen ist in der Regel an keinem der betrachteten Zeitpunkte gleich.

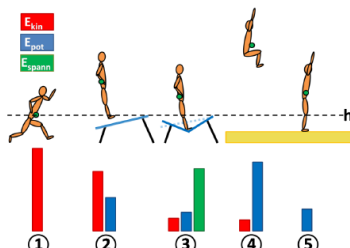



Abb. 1: Energieformen beim Springen mit einem Minitrampolin an 5 markierten Punkten

Beim Anlauf (1) besitzt der Sportler nur kinetische Energie, diese Energieform ist hier maximal. Als Bezugsniveau für die potentielle Energie wird die Lage des KSP beim Anlauf gewählt.


Vor dem Einspringen ins Trampolin (2) hat der Sportler durch einen Stemmtritt einen Teil seiner kinetischen Energie in potentielle Energie umgewandelt.

Beim Einspringen (3) werden potentielle und kinetische Energie teilweise in Spannenergie umgewandelt. Die Spannenergie nimmt ihr Maximum bei der größten Auslenkung des

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Sprungtuchs an. Das Trampolin als „Energiespeicher“ gibt die Energie wieder frei, sobald sich das Sprungtuch wieder in die Ausgangslage zurückbewegt.

In der Flugphase (4) wird im höchsten Punkt das Maximum der potentiellen Energie erreicht, wie auch in Phase (3) besitzt der Sportler immer noch einen kleinen Anteil an kinetischer Energie, da er sich in horizontaler Richtung bewegt.

Bei der Landung (5) liegt nur noch potentielle Energie vor. Sie hängt von der Höhe der Matte ab, auf die gesprungen wird.

Schiefer Wurf

Der schiefe Wurf ist ein Bewegungsvorgang, bei dem ein Körper horizontale (v_x) und vertikale (v_y) Geschwindigkeit besitzt. Die resultierende Geschwindigkeit beider Komponenten wird als Vektor \vec{v} bezeichnet. Alle Größen mit Index „0“ beziehen sich auf den Zeitpunkt des Abflugs. Der Abflugwinkel wird α_0 genannt.

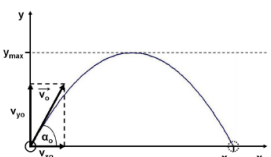


Abb. 2: Der schiefe Wurf

Mathematische Zusammenhänge

Die Abfluggeschwindigkeit \vec{v}_0 hat den Betrag: $v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$

[Satz des Pythagoras im rechtwinkligen Dreieck aus v_{x0} , v_{y0} und v_0]

Horizontale Geschwindigkeit: $v_{x0} = v_0 \cdot \cos(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\cos(\alpha_0) = \frac{v_{x0}}{v_0}$]


Vertikale Geschwindigkeit: $v_{y0} = v_0 \cdot \sin(\alpha_0)$ [Winkelfunktion: $\sin(\alpha_0) = \frac{v_{y0}}{v_0}$]

Flugdauer, Flugweite


Für den zurückgelegten Weg s eines Körpers mit konstanter Geschwindigkeit v gilt allg.:

$$s = v \cdot t$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



In y-Richtung erfährt der Ball die Erdbeschleunigung g . Für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt allgemein:

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Für die zeitliche Entwicklung der y-Koordinate des Balls $y(t)$ gilt:

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Es handelt sich um eine Überlagerung aus einer gleichförmigen Bewegung nach oben [$s = v \cdot t$] und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nach unten [$s = \frac{1}{2} g t^2$]. Den Zeitpunkt der Landung erhält man durch die Bedingung $y(t) = 0$

Es folgt:

$$t_{Landung} = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{2v_0 \sin(\alpha_0)}{g}$$

Berechnung der Flugweite x_{max} : Einsetzen von $t_{Landung}$ in $s = v_{x0} \cdot t$

$$\Rightarrow x_{max} = \frac{2}{g} \cdot v_{x0} \cdot v_{y0} = \frac{2v_0^2 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \sin(\alpha_0)}{g}$$

Der ideale Abwurfwinkel für eine maximale Flugweite x_{max} lässt sich durch Untersuchung der Extremstellen von $x_{max}(\alpha_0)$ berechnen.

Intuitiv lässt sich der Winkel wie folgt begründen: Die Flugweite wird bei vorgegebenem v_0 maximal, wenn das Produkt aus v_{x0} und v_{y0} maximal wird, da $\frac{2}{g}$ nicht vom Abwurfwinkel abhängig ist.

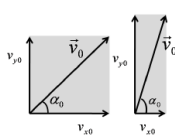


Abb. 3: Rechteck mit gleicher Diagonale und verschiedenem Flächeninhalt

Das Produkt ist, geometrisch interpretiert, der Flächeninhalt eines Rechtecks mit den Seiten v_{x0} und v_{y0} und der Diagonalen v_0 (vgl. Abb. 3).


Der Flächeninhalt eines Rechtecks wird bei vorgegebener Diagonale maximal, wenn es ein Quadrat ist, also für den Winkel $\alpha_0 = 45^\circ$. In Abb. 2 ist das linke Rechteck ein Quadrat, es hat den größeren Flächeninhalt.

Bezug zum Minitrampolin


Beim Anlaufen besitzt der Sportler nur eine horizontale Geschwindigkeitskomponente. Mithilfe des Trampolins kann ein Teil der Horizontalgeschwindigkeit in Vertikalgeschwindigkeit umgewandelt werden. Dies ist umso leichter, je steiler das Trampolin eingestellt ist.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Turnen: Minitrampolin: Physik

 **KIT**
Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Die Flugweite hängt vom Absprungwinkel und der Absprunggeschwindigkeit ab. Um einen möglichst hohen Sprung zu realisieren, muss unter einem Winkel von 90° abgesprungen werden. Dazu muss das Trampolin sehr steil eingestellt sein.

Um einen möglichst weiten Sprung zu realisieren, muss das Trampolin möglichst flach eingestellt sein. Der Absprungwinkel ist dann zwar kleiner als 45° , dafür wird die hohe Horizontalgeschwindigkeit beibehalten.

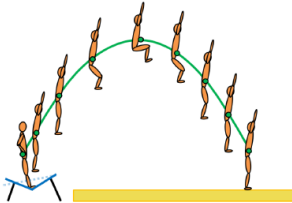


Abb. 4: Sprung am Minitrampolin als schiefer Wurf

In Abb. 4 ist ein Hocksprung von einem Minitrampolin auf eine Matte gezeigt. Der KSP des Springers durchläuft dabei die Kurve einer Parabel.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft


Seite | 5

Turnen: Reck: SVP 2

Nr.	Ziel	Inhalt	Organisation/Ordnung	Uhrung/Spielform	Material	Bemerkung/Weiterentwicklung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	12	Aufwärmen	Alle			
3	15	Bewegungserfahrung	3 Gruppen			
4	5	Theorie: Zentripetalkraft	Plenum			


1	Aufteilen der Klasse	2 Gruppen	Gruppen 1 und 4 führt die folgenden Übungen 6, 7, und 8 durch, danach Wechsel. Gruppe 1 und 2 spielt in der zweiten Hallenhälfte selbstständig Fußball. Gruppe 3 und 4 führt die folgenden Übungen 6, 7, und 8 durch, danach Wechsel. Gruppe 1 und 2 spielt in der zweiten Hallenhälfte selbstständig Fußball.	Fußball	
3	Bewegungserfahrung	Vorkurs an den Recks	Jeder Spiel aus verschiedenen Positionen das Reck isolieren - z. B.: • Vorschwingen und Landung in der Rückenlage • Vorschwingen und Landung in der Brustlage • Rückschwüngen und Landung im Stand	3 Hochrecks	→ Erläuterung der Zentripetalkraft (bei innewertem Schwingen, hohe Zentripetalkraft) → Erläutern, in welche Richtung man beim Loslassen vom Reck getragen wird.
7	1	Umbau am Reck	Von Hochreck zur Stützreck	Seil	Wenn nötig mit Hilfestellung
9	5	Umbau am Reck	1) Hüftaufschwung in den Stütz 2) Hüftaufschwung aus dem Stütz (oder Stand), zur Hüftaufschwung über ein Seil, um höhere Flugbahn zu erreichen (1-2 Versuche)		1. Erläutern der Zentripetalkraft 2. Rückschwüngen erreichen 3. Erläutern, in welche Richtung man beim Loslassen vom Reck getragen wird.
9	2	Umbau und	Vom Stützreck zum Hochreck		
13	13	Umbau am Reck	Gruppen 1 und 2 gegeneinander Fußball wendeln		
10	5	Theorie: Zentripetalkraft	Auswirkungen beim Loslassen: Bestimmung Schwingen und Loslassen (s. Anhang)	Flughaut Seil mit Gummiring	
11	12	Abschlussspiel	2 Teams		
12	3	Abbau/Aufräumen	Alle		

Nr.	Ziel	Inhalt	Organisation/Ordnung	Uhrung/Spielform	Material	Bemerkung/Weiterentwicklung
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	12	Aufwärmen	Alle			
3	15	Bewegungserfahrung	3 Gruppen			
4	5	Theorie: Zentripetalkraft	Plenum			


1	Uhrung/Spielform	Material	Bemerkung/Weiterentwicklung
1	Verschiedene Sprungaufgaben: 1. Rückwärtsabsteigen 2. Rückwärtsabsteigen 3. Mit Füßen versetzt absteigen 4. Einseitig absteigen 5. Einseitig absteigen 6. Überkreuz absteigen 7. Doppeldurchschlag 8. In den und gleichzeitig absteigen 9. In den und gleichzeitig absteigen 10. In einer Minute, soviel Seildurchschläge wie möglich	Je 1 Sprungseil	Intensität langsam bis mittel
3	3 Langbänke		
4	Schüler drehen eine Langbank stehend im Kreis, 2 Mitschüler platzieren sich bläulich an den äußeren Enden • Schnell und langsam drehen • Nah an die Mitte und weit ans Ende • Keine angehockt und gestreckt		„Erläutern der Kurve“ 
4	Theorie: Zentripetalkraft	Plenum	Vorbereitete Bilder Skizzen und Formeln $F_z = m \cdot v^2 / r$ Was passiert, wenn wir die einzelnen Parameter der Formel verändern? (vgl. Physikblatt)


<p>Anhang</p> <p>Zu Nr. 3 Die Bank als Kussel funktioniert nur, wenn in der Mitte sehr kräftige Schüler stehen. Wichtig ist, dass keiner der tragenden Schüler löst.</p> <p>Zu Nr. 4 (Übung 3) Welche Kräfte wirken bei dem gemeinsamen Drehen, welche Parameter spielen eine Rolle? Die Zentripetalkraft ist diejenige Kraft, die auf einen Körper wirken muss, damit sich dieser auf einer gekrümmten Bahn bewege. → Zentripetalkraft $F_z = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ $F_{\text{Zentripetal}} = -F_{\text{Zentripetal}}$</p> <p>Was passiert, wenn wir die einzelnen Parameter der Formel verändern? • Radius verändern: z.B. Oberkörper hervorstrecken: Der Radius kann umgekehrt proportional oder proportional zur Zentripetalkraft sein, je nachdem, ob die Winkelgeschwindigkeit konstant bleibt oder sich ändert. • Masse verändern: Die Zentripetalkraft ändert sich proportional zu Masse. • Geschwindigkeit verändern: Die Zentripetalkraft ändert sich mit dem Quadrat der Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit hat den größten Einfluss auf die Zentripetalkraft.</p> <p>Zu Nr. 6 Kreishahn aus vertikaler Ebene: • Wie hoch muss der Kreishahn sein, damit der Reckhahn nach dem Loslassen einsteigen kann? • Beispiel: Das Seil mit dem Gummiring wird um die Reckstange geführt. Bei der kreisförmigen Abwärtsbewegung nimmt die Geschwindigkeit zu. Bei der Aufwärtsbewegung nimmt sie ab, da die Gewichtskraft „unterstützt“ oder „hemmt“ wird. Erreicht der Gummiring den höchsten Punkt, wird die Zentripetalkraft minimal. Die Schwerkraft jedoch bleibt konstant. Der Gummiring verlässt die Reckstange.</p> <p>Zu Nr. 11 Auswirkungen beim Loslassen: • Beispiel vorbereiten: Seil mit einem Gummiring über dem Kopf drehen, loslassen, in welche Richtung fliegt das Seil beim Loslassen? Der Vorgang wird aus der Vogelperspektive betrachtet. Lösung: Tangential zur Kreisbahn Nach dem Loslassen wirkt keine Zentripetal- bzw. Zentrifugalkraft mehr</p>

Turnen: Reck: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Turnen: Reck*

Körperschwerpunkt

Der Körperschwerpunkt (KSP) beschreibt eine Position im Raum zur vereinfachten Betrachtung der Kraftwirkung auf einen Körper. Dabei geht man davon aus, dass sich die gesamte Masse des Körpers im KSP befindet. Die Wirkung von Kräften auf den KSP wird dann mit der Wirkung auf den gesamten Körper gleichgesetzt.

Der KSP regelmäßig geformter Körper liegt auf deren Symmetrieachse – beispielsweise befindet sich der KSP einer Kugel im Kugelmittelpunkt, der eines Gymnastikstabes auf dem Streckenmittelpunkt. Der KSP kann, z.B. während der Bogenspannung beim Hochsprung, auch außerhalb des Körpers liegen (vgl. Abb. 1).

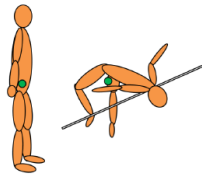
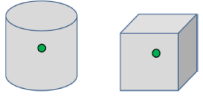



Abb. 1: KSP in verschiedenen Körperhaltungen Abb. 2: KSP symmetrischer Körper


Berechnung

Die Berechnung des KSP hängt von der Modellierung des Körpers ab. Stellt man sich den Körper zusammengesetzt aus einer Summe von i-Einzelpunktmassen m_i mit den Ortsvektoren \vec{x}_i vor, so hat der Schwerpunkt den Ortsvektor \vec{x}_S mit:


$$\vec{x}_S = \frac{\sum m_i \cdot \vec{x}_i}{\sum m_i}$$


Je weiter man den Körper abstrahiert (Reduzierung der Punktmassen), desto leichter wird die Berechnung.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Reibung

Reibung entsteht an der Grenzfläche zweier Körper. Für die Größe der Reibung ist die Beschaffenheit der Oberflächen entscheidend. Je glatter die Oberflächen sind, desto weniger Reibung entsteht. Man kann zwischen Haft- und Gleitreibung unterscheiden, wobei die Haftreibung immer größer ist. Haftreibung existiert, wenn ein Körper bezüglich seiner Kontaktfläche keine Geschwindigkeit hat (z.B. ein stehender Sportler auf dem Hallenboden, oder eine fester Griff am Reck). Sobald der Körper bezüglich der Kontaktfläche Geschwindigkeit aufnimmt, liegt Gleitreibung vor (z.B. Skifahren über den Schnee oder Rotation der Hand um die Reckstange bei einem Umschwung).

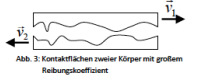
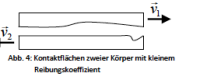



Abb. 3: Kontaktflächen zweier Körper mit großem Reibungskoeffizient Abb. 4: Kontaktflächen zweier Körper mit kleinem Reibungskoeffizient

Allgemein gilt folgende Formel für die Reibungskraft F_R :

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

Dabei bezeichnet F_N die (Normal-)Kraft, die der Körper senkrecht auf die Reibungsfläche ausübt. Es ist in der Regel die senkrechte Komponente der Gewichtskraft. Der Reibungskoeffizient μ ist abhängig vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit (vgl. Abb. 3 und 4). Zum Beispiel verringert Schweiß an den Handflächen den Reibungskoeffizienten. Um die Haft- und Gleitreibung zu erhöhen wird deshalb beim Turnen und beim Klettern Magnesia benutzt. Je nachdem, ob es sich um Haft- oder Gleitreibung handelt, unterscheiden sich die Reibungskoeffizienten.

Energieformen


Zur biomechanischen Betrachtung des Reckturnens sind die potentielle Energie E_{pot} und die kinetische Energie E_{kin} wichtig. Beides sind mechanische Energieformen, E_{pot} wird auch als Lageenergie, E_{kin} als Bewegungsenergie bezeichnet. Sie lassen sich über folgende Formeln berechnen:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$


$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$


Hierbei bezeichnet m die Masse [kg], g die Erdbeschleunigung [$\frac{m}{s^2}$], h die Höhe [m], v die Geschwindigkeit [$\frac{m}{s}$].

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Die potentielle Energie hängt, da m und g in der Regel konstant sind, nur von der Höhe des Körpers ab. Um eine Höhe zu messen, braucht man ein Bezugsniveau h_0 mit bekannter Höhe. Dieses ist frei wählbar, man könnte z.B. den Meeresspiegel als Nullniveau wählen. Es ist jedoch sinnvoll, ein möglichst einfaches Bezugsniveau festzulegen, um Berechnungen nicht unnötig kompliziert zu machen. Beim Reckturnen bietet es sich an, das Bezugsniveau auf die niedrigste Lage des Körperschwerpunkts (KSP) zu legen. Diese wird erreicht, wenn der Turner mit ausgestreckten Armen am Reck hängt (vgl. Abb. 5).

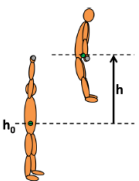


Abb. 5: Wahl des Bezugsniveaus und dazugehörige Höhe im Sitze beim Reckturnen

Die kinetische Energie hängt entsprechend nur von der Geschwindigkeit ab. Die Geschwindigkeit bezieht sich auf den KSP.

Die mechanische Gesamtenergie E_{ges} ergibt sich als Summe der beiden Energieformen:

$$E_{ges} = E_{pot} + E_{kin}$$

Energieerhaltungssatz

Der Energieerhaltungssatz sagt aus, dass in einem abgeschlossenen System keine Energie verloren geht, sondern nur umgewandelt werden kann.

Beim Pendeln am Reck liegt die mechanische Energie des Gesamtsystems periodisch in potentieller und kinetischer Energie vor. Durch Reibung wird jedoch ein Teil der mechanischen Energie in Wärmeenergie umgewandelt. Die mechanische Energie ist deshalb nicht erhalten. Die Pendelbewegung stoppt, sofern der Turner dem System nicht durch aktive Schwingbewegungen mechanische Energie zuführt.

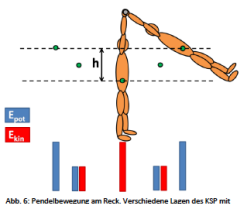




Abb. 6: Pendelbewegung am Reck. Verschiedene Lagen des KSP mit zugehörigem Anteil potentieller und kinetischer Energie.


Durch den Höhenunterschied des KSP zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt lässt sich die mechanische Energie des Turners bestimmen.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Im tiefsten Punkt der Pendelbewegung liegt nur kinetische Energie vor, im höchsten Punkt nur potentielle. In allen anderen Positionen liegt eine Mischform der beiden Energieformen vor. Auf halber Höhe ist die mechanische Energie des Turners je zur Hälfte potentiell und kinetisch (vgl. Abb. 6).

Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt bei rotatorischen Bewegungen auf, so auch bei der Pendelbewegung am Reck. Hier rotiert der Turner um die Reckstange als Rotationsachse. Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet.

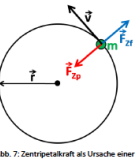


Abb. 7: Zentripetalkraft als Ursache einer Kreisbewegung

Der Turner fühlt die Zentripetalkraft an den Händen. Er muss sich insbesondere am tiefsten Punkt mit einer stärkeren Kraft an der Reckstange halten als ohne Pendelbewegung.

Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft sind entgegengesetzt gerichtet.

Welche Kraft zu spüren oder zu beobachten ist, hängt davon ab, in welchem Bezugssystem man sich befindet. Von außen betrachtet wirkt eine Zentripetalkraft, die den Körper auf eine Kreisbahn zwingt. Bewegt man sich selbst auf der Kreisbahn, wird man scheinbar vom Zentrum wegbeschleunigt. Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft. Es gilt:

$$\vec{F}_{ZF} = -\vec{F}_{ZP}$$

Für den Betrag der Zentripetalkraft F_Z gilt folgende Formel:


$$F_Z = \frac{mv^2}{r}$$

(m : Masse des Körpers, v : Geschwindigkeit des Körpers, r : Radius der Kreisbahn)

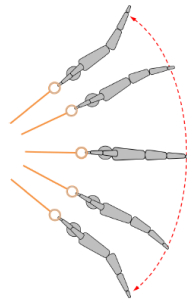
Der Geschwindigkeitsvektor eines Körpers auf einer Kreisbahn ist immer tangential zur Bahnkurve gerichtet. Lässt man sich beim Pendeln los, so fliegt man tangential weg.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft
Seite | 4

Turnen: Ringe: SVP1

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation	Material	Bereifung/Vorbereitung
1	3	Begrüßung	Plenum	Ringe	
2	5	Aufbauen (Ringe/Matten)	Alle	Ringe Matten	
8		Aufwärmen	2 Teams	2 Gymnastbänke 1,2 Basketballbälle Basketballbe	
3	5	Kritiken und Mobilisieren	Einzelarbeit Aufstellung in Kreisform		
4	3	Gerätgewöhung	Partnerarbeit		
5	8	Gerätgewöhung	Einzelarbeit	2 Ringe Stationen	Auf richtige Körperhaltung beim Schwingen achten.

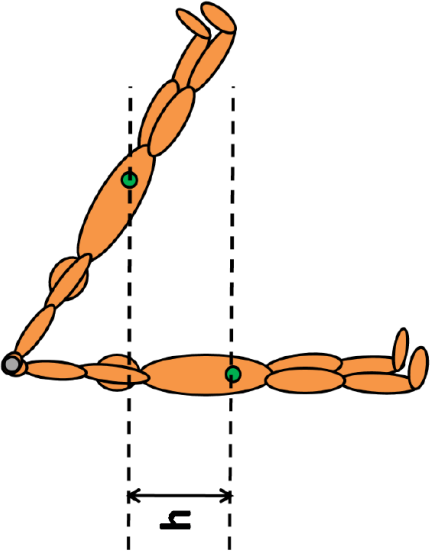
Anhang
Zu Nr. 5
Körperposition beim Schaukeln an den Ringen




© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation	Material	Bereifung/Vorbereitung
6	10	Theorie: Pendel	Plenum		
7	15	Schwingen an den Ringen (Schwingerverlust / Schwingungsgewinn anrechnen)	Einzelarbeit		Als Ziel kann auch ein Reifen dienen, der mit einer Hochsprungmatte gehalten wird.
8	7	Theorie: Energiehaltungssatz	Plenum		
9	3	Einführung der halben Drehung am Boden	Partnerarbeit		
10	10	Erlernen der halben Drehung	Einzelarbeit		
10	3	Abbau	Alle		

h




Turnen: Ringe: SVP1 & SVP2



Thema: Turnen: Ringe

Institut für Sport
und Sportwissenschaft

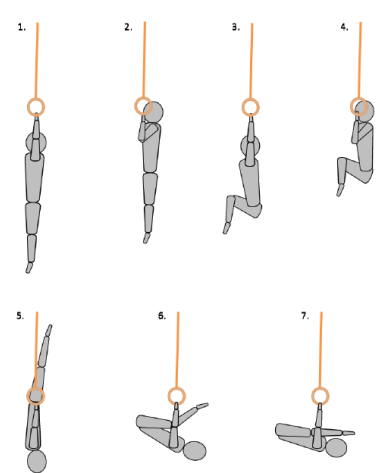


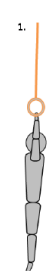
Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtsseinheit


Nr.	Zeit [min]	Inhalt	Organisationsform	Übungs-/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Pienum			
2	5	Aufbau	Alle		Ringe Matte Bodenstärker	
3	10	Aufwärmspiel	Alle Jeder gegen jeden			Beispiel: Rücken im Bock, welches sich im Uhrzeigersinn dreht. Die Hüfte der Hose bezieht jeder darf bei jedem die Band klauen und an seiner Hose befestigen. Wer am Ende die meisten Ringer hat, hat gewonnen. Drehen und Kräftigung Oberkörper und Kumpfl.
4	4	Aufwärmen	Alle, Aufstellung in Kreisform			
5	8	Schwingen an den Ringen	Einzelarbeit			Um den Druck auf die Handflächen zu verdeutlichen, sollen die Schüler an den Ringen im Klopfbau und im Tiefpunkt, Schwingen beim Bodenstärker am stärksten.
6	6	Theorie: Zentripetalkraft	Pienum			Da sich nur die Geschwindigkeit während des Schwingens ändert, so ist die Zentripetalkraft die größte Geschwindigkeit die größte Kraft. (Uhrnen) Wie stark ist die Kraft? Masse 75kg, Radius 13m, maximale Höhe 2m (Winkelhalbierung der Energieformen zur Geschwindigkeitsberechnung) $E_{pot} = E_k + E_z$

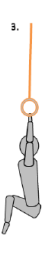
Seite | 1


Verschiedene Dreh- und Hangpositionen





1. 


2. 

3. 

4. 

5. 

6. 

7. 

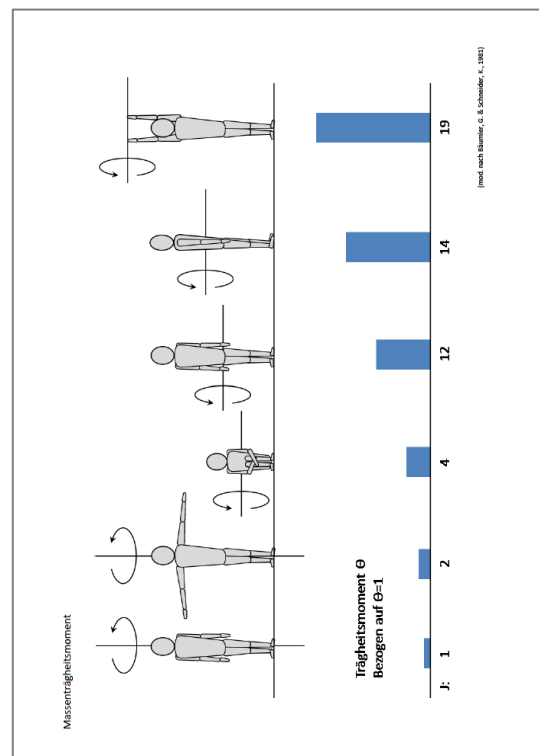
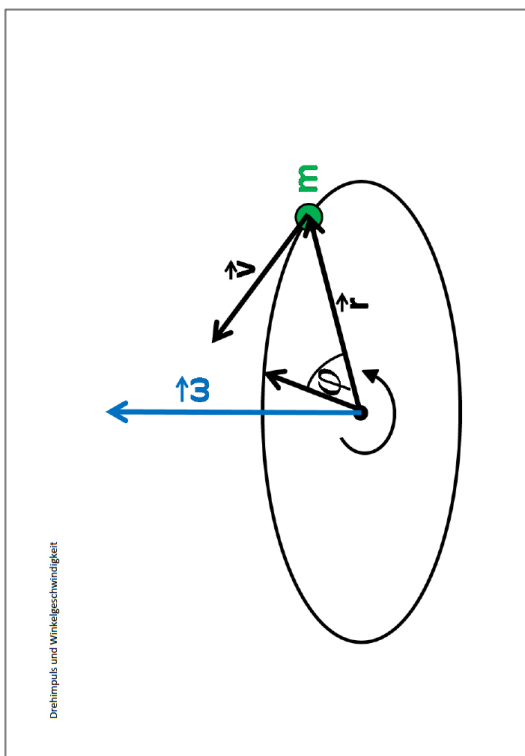
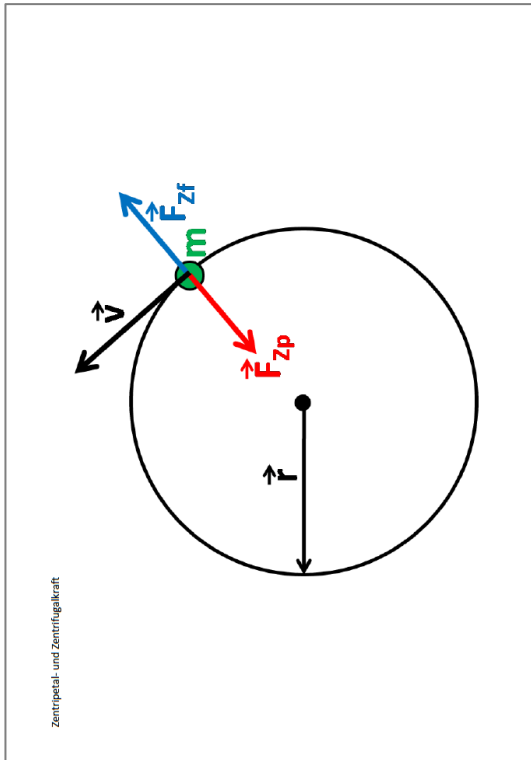
12	5	Hinführung an Sitabhang (w)	3er Gruppen		An den Ringen	Die Schüler gehen an den ruhigen Ringen in den Hockstand. Zwei Helfer halten den Turnenden, wenn er im Hockstand ist im Kammgriff an den Ringen. Die Turnende die Ringe los und überdrehen rückwärts auf die Beine. WICHTIG: Die Helfer müssen den Turnen beobachten. Die Schüler machen nur dem leichten Anlauf (mit gestreckten Armen) an den schmerzhaften Ringen einen Rückwärtsstoß ab. Zwei Schüler gehen in den Hockstand im Kammgriff und geben im Bock Satz.
13	10	Laufplatz	3er Gruppen		An den Ringen	
14	3	Abbau/Aufräumen	Alle			

Seite | 3


7	4	Rotation um die Körperlängsachse an den Ringen	Einzelarbeit		An den Ringen	Im Langhang an den Ringen hängen. Die Füße haben Körper durch Rotation um die Längsachse in Drehen zu bringen. Die Füße bleiben dabei fest auf dem Boden.
8	4	Rotation der Beine um die Körperlängsachse an den Ringen	Einzelarbeit		An den Ringen	Versuchen im Hang durch schnelle Rotation der Beine um die Körperlängsachse, die Beine in die Waagrechte zu bringen. Der Oberkörper bleibt dabei nahezu ruhig.
9	6	Hinführung an Sitabhang (w)	Einzelarbeit Stapeln im Wechsel mit Nr. 10. Einführung mit Einzelarbeit		Schräge Kastengasse	Übersprohlein w. an geförderter schräger Kastengasse
10	6	Wöchigen an Sitabhang (w)	Einzelarbeit Ein Schüler turnt, zwei Schüler sehen zu. Der Turnende wird mit abstrakten Schritten und mit gebückten Beinen durchgeführt.		An den Ringen	Für den schmerzhaften Ringen vor nur dem Hockstand erst rückwärts und anschließend direkt vorwärts überdrehen. Es soll eine flüssige Bewegung entstehen. Die Beine werden mit abstrakten Schritten und mit gebückten Beinen durchgeführt.
11	6	Theorie: Drehimpuls, Drehmoment, Kreisbewegungen auf der Hand	Pienum		Filipchart	Durch das Schwingen erhält der Körper Drehimpuls. In dieser groß genug, werden die Beine in die Waagrechte gezogen. $L = I \cdot \omega$ Um die Winkelgeschwindigkeit zu erhöhen, werden die Beine angezogen (geringeres Trägheitsmoment/Drehmoment). Die Rotation wird dadurch erhöht. $L = I \cdot \omega$

Seite | 2


Turnen: Ringe: SVP2



Turnen: Ringe: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum Thema: Turnen: Ringe

Energieformen

Zur biomechanischen Betrachtung des Ringeturnens sind die potentielle Energie E_{pot} und die kinetische Energie E_{kin} wichtig. Beides sind mechanische Energieformen, E_{pot} wird auch als Lageenergie, E_{kin} als Bewegungsenergie bezeichnet. Sie lassen sich über folgende Formeln berechnen:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Hierbei bezeichnet m die Masse [kg], g die Erdbeschleunigung [$\frac{m}{s^2}$], h die Höhe [m], v die Geschwindigkeit [$\frac{m}{s}$].

Die potentielle Energie hängt, da m und g in der Regel konstant sind, nur von der Höhe des Körpers ab. Um eine Höhe zu messen, braucht man ein Bezugsniveau h_0 mit bekannter Höhe. Dieses ist frei wählbar, man könnte z.B. den Meeresspiegel als Nullniveau wählen. Es ist jedoch sinnvoll ein möglichst einfaches Bezugsniveau festzulegen, um Berechnungen nicht unnötig kompliziert zu machen. Beim Turnen an den Ringen bietet es sich an, Das Bezugsniveau auf die niedrigste Lage des Körperschwerpunkts (KSP) zu legen. Diese wird erreicht, wenn der Turner mit ausgestreckten Armen an den Ringen hängt (vgl. Abb. 1).

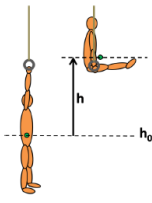



Abb. 1: Wahl des Bezugsniveaus und zugehörige Höhe im beim Turnen an den Ringen

Die kinetische Energie hängt entsprechend nur von der Geschwindigkeit ab. Die Geschwindigkeit bezieht sich auf den KSP.


Die mechanische Gesamtenergie E_{ges} ergibt sich als Summe der beiden Energieformen:

$$E_{ges} = E_{pot} + E_{kin}$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Energieerhaltungssatz

Der Energieerhaltungssatz sagt aus, dass in einem abgeschlossenen System keine Energie verloren geht, sondern nur umgewandelt werden kann.

Beim Pendeln an den Ringen liegt die mechanische Energie des Gesamtsystems periodisch in potentieller und kinetischer Energie vor. Durch Reibung (Luftreibung, Reibung am Aufhängepunkt der Ringe, ...) wird jedoch ein Teil der mechanischen Energie in Wärmeenergie umgewandelt. Die mechanische Energie ist deshalb nicht erhalten.

Die Pendelbewegung stoppt, sofern der Turner dem System nicht durch aktive Schwingbewegungen mechanische Energie zuführt.

Durch den Höhenunterschied des KSP zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt lässt sich die mechanische Energie des Turners bestimmen.

Im tiefsten Punkt der Pendelbewegung liegt nur kinetische Energie vor, im höchsten Punkt nur potentielle. In allen anderen Positionen liegt eine Mischung aus beiden Energieformen vor. Auf halber Höhe ist die mechanische Energie des Turners je zur Hälfte potentiell und kinetisch (vgl. Abb. 2).

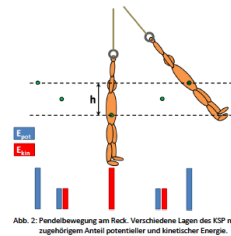


Abb. 2: Pendelbewegung am Reck. Verschiedene Lagen des KSP mit zugehörigem Anteil potentieller und kinetischer Energie.

Mathematisches und physikalisches Pendel


Ein Turner, der an den Ringen pendelt, verliert mit der Zeit, aufgrund von Reibung einen Teil seiner Höhe. Er wird langsamer und schwingt nicht mehr so hoch. Das physikalische Pendel ist die Beschreibung eines Pendelvorgangs mit mechanischem Energieverlust, also der Berücksichtigung von Reibung.

Zur einfacheren Berechnung setzt man jedoch oft den idealen Fall ohne Reibung voraus. Es handelt sich dann um das mathematische Pendel, welches im Sport oder anderen sichtbaren Bewegungen in der Realität nicht vorkommt.


Rotation

Unter Rotation versteht man eine Bewegung, bei der alle Punkte eines Körpers in gleicher Zeit gleiche Winkel (α) durchstreichen. Beim Pendeln an den Ringen ist die Achse die

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



gedachte Verbindung der Befestigungspunkte der Ringselle, beispielsweise an der Hallendecke (vgl. Abb. 3).

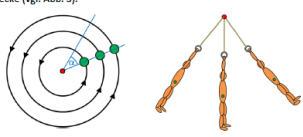


Abb. 3: Rotationsbewegungen. Links eine allg. Darstellung, rechts das Pendeln an den Ringen. Die Rotationsachse ist jeweils rot dargestellt.

Weitere Bewegungsbeispiele sind die Riesenfelge am Reck oder eine Pirouette.

Das Gegenstück zur Rotation ist die Translation, bei der sich alle Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf geraden oder gekrümmten Bahnen fortbewegen. Dies ist z.B. bei einem 100m-Lauf oder beim Skifahren der Fall. Häufig tritt auch eine Mischung aus Rotation und Translation auf. Eine Flugrolle am Boden hat beispielsweise eine translatorische und eine rotatorische Komponente.

Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt bei rotatorischen Bewegungen auf, so auch bei der Pendelbewegung an den Ringen.

Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet. Der Turner fühlt die Zentripetalkraft an den Händen. Er muss sich insbesondere am tiefsten Punkt mit einer stärkeren Kraft an den Ringen halten als ohne Pendelbewegung.

Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft sind in entgegengesetzte Richtungen gerichtet. Welche Kraft zu spüren oder zu beobachten ist, hängt davon ab, in welchem Bezugssystem man sich befindet. Von außen betrachtet wirkt eine Zentripetalkraft, die den Körper auf eine Kreisbahn zwingt. Bewegt man sich selbst auf der Kreisbahn, wird man scheinbar vom Zentrum wegbeschleunigt.

Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft. Es gilt:

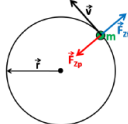


$$\vec{F}_{ZF} = -\vec{F}_{ZP}$$


Abb. 4: Zentripetalkraft als Ursache einer Kreisbewegung

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Für den Betrag der Zentripetalkraft F_Z gilt folgende Formel:

$$F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

(m : Masse des Körpers, v : Geschwindigkeit des Körpers, r : Radius der Kreisbahn)

Der Geschwindigkeitsvektor eines Körpers auf einer Kreisbahn ist immer tangential zur Bahnkurve gerichtet. Lässt man sich beim Pendeln los, so fliegt man tangential weg.

Beispielrechnung zur Zentrifugalkraft

Ein Turner der Masse $m = 75\text{kg}$ schwinde an Ringen ($r = 10\text{m}$) so, dass sein KSP um $h = 2\text{m}$ angehoben wird. Die auf den Turner wirkende Gesamtkraft setzt sich aus der Gewichtskraft und der Zentrifugalkraft zusammen:

$$F_{ges} = F_g + F_Z$$

$$F_{ges} = mg + \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Die Geschwindigkeit lässt sich über den Energieerhaltungssatz berechnen. Die kinetische Energie im tiefsten Punkt ist gleich der potentiellen Energie in 2m Höhe.

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$v^2 = 2gh$$

$$\Rightarrow F_{ges} = mg + \frac{m \cdot 2gh}{r}$$

Mit $g \approx 10 \frac{m}{s^2}$ ergibt sich:

$$F_{ges} = (75 \cdot 10 + \frac{75 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2}{10}) N = (750 + 300) N = 1050 N$$

Drehimpuls

Der Bewegungszustand der Rotation eines Körpers wird durch den Drehimpuls L charakterisiert. Der Drehimpuls ist das Produkt aus dem Trägheitsmoment θ (auch Massenträgheitsmoment genannt) der sich drehenden Masse m und der Winkelgeschwindigkeit ω . L und ω können auch als vektorielle Größen aufgefasst werden, da sie in eine Richtung zeigen.


$$\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$$

Das Trägheitsmoment θ ist im Falle einer Punktmasse gleich dem Produkt aus der Masse m und dem Quadrat des Abstands r zur Drehachse.

$$\theta = m \cdot r^2$$


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

Turnen: Ringe: Physik



Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt .

Für den Betrag der Winkelgeschwindigkeit gilt:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Aufgrund des Zusammenhangs $\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$ kann durch eine Änderung des Trägheitsmoments θ die Winkelgeschwindigkeit variiert werden. Eine Verkleinerung von θ führt zu einer Vergrößerung von ω , eine Vergrößerung von θ führt umgekehrt zu einer Verkleinerung von ω .

Das Trägheitsmoment lässt sich nur über den Radius variieren, denn die Masse des Turners ist konstant. θ wird umso kleiner, je näher der Turner seine Masse an die Drehachse bewegt und umso größer, je weiter er sie von der Drehachse entfernt.

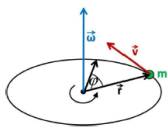


Abb. 5. Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit

In Abb. 6 sind Trägheitsmomente für unterschiedliche Körperhaltungen dargestellt. Verglichen mit der Körperlängsachse ist das Trägheitsmoment um die Körperbreitenachse in gehockter Position viermal und in gestreckter Position zwölfmal so groß.

Der Salto rückwärts an den Ringen ist somit am einfachsten, wenn man sich möglichst klein macht, also die Körpermasse (Arme und Beine) möglichst nah an die Drehachse führt. Wenn durch eine Verkleinerung des Trägheitsmoments die Winkelgeschwindigkeit groß genug wird, können auch doppelte oder dreifache Salts gesprungen werden (vgl. beispielsweise auch Pirouetten beim Eiskunstlaufen).

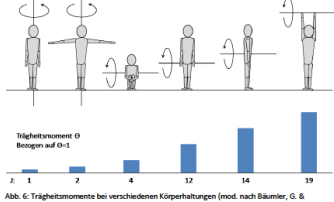


Abb. 6. Trägheitsmomente bei verschiedenen Körperhaltungen [mod. nach Bümler, G. & Schneider, K., 1981]

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 5


Turnen: Rope Skipping: SVP1

Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Hinweise
1	3	Begrüßung	Plenum			
2	7	Aufwärmen	Einzelarbeit		CD Player	Geeignet ist Musik mit 120-140 Beats per minute (bpm).
3	10	Getragewohnung	Einzelarbeit			1. Die Schüler bewegen sich zum Rhythmus der Musik. Wenn sie Musik stoppt, muss eine Bewegungsaufgabe erfüllt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Hüftkreuz auf dem linken Bein • Hüftkreuz auf dem rechten Bein • Hüftkreuz auf beiden Beinen • Rückwärts gehen/hüpfen • Hüpfen aus der Hocke • Hüftkreuz auf dem linken Bein 2. Schrittzählzeit zu zweit (je 1min)
4	10	Seil am Boden kreisen	4 Gruppen			Mit Musik werden die Übungen aneinander angeknüpft. Wichtig auf das Seil stehen, Unterarme stehen im 90°-Winkel. Grundsprünge durchführen: <ul style="list-style-type: none"> • Einbeinig • Auswechseln • Mit höherer Zwickelsprünge • Laufend • Rückwärts springen • Monopodspringen • Monopodspringen Es werden Gruppen gebildet. Je zwei Gruppen schwingen ein Laufsattel, wobei ein Laufsattel für die andere Gruppe beibehalten bleibt. Wer ein Seil hängen bleibt, tauscht den Seil.

Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Hinweise
5	7	Theorie: Winkelgeschwindigkeit	Plenum			Platz mit einem Seilzähler. Die anderen Gruppen stellen sich im Kreis auf, der Schüler in der Mitte dreht sich im Kreis und zählend. Die anderen Schüler müssen über das Seil springen. Wer das Seil berührt, muss in die Mitte. Die Winkelgeschwindigkeit ω ist die Winkeländerung $\Delta\alpha$ pro Zeiteinheit Δt . $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$
6	10	Plenum	4 Gruppen			Die Zeit wird anschließend bei zwei Umdrehungen (10 Sprünge) ermittelt. Die Winkelgeschwindigkeit ω ist die Winkeländerung $\Delta\alpha$ pro Zeiteinheit Δt . $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$
7	15	Stationärbetrieb	6 Gruppen			Ein Laufsattel kann leicht mit einem Seil verbunden werden. Ein Laufsattel kann leicht mit einem Seil verbunden werden. Ein Laufsattel kann leicht mit einem Seil verbunden werden.
8	7	Theorie: Winkelgeschwindigkeit	Plenum			Die Winkelgeschwindigkeit ω ist die Winkeländerung $\Delta\alpha$ pro Zeiteinheit Δt . $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$
9	4	Doppelarmübung	Partnerarbeit			Die Schüler versuchen so weit vorgezogen zu springen wie möglich. Wer schafft am meisten? Der Partner zählt. Sind auch Drehhänge möglich?

10	4	Abschlussspiel	Alle			Das Springseil wird an der Hocke befestigt. Jeder versucht dem anderen das Seil zu entnehmen, indem er auf das Seil tritt. Das Seil zu gewinnen, das wird am meisten Seil hat, gewinnt.
11	3	Abbau/Aufräumen	Alle			

Anhang
 Sprungvarianten

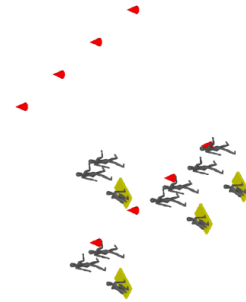


Turnen: Rope Skipping: SVP2

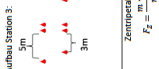
Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Alle			
2	4	Aufwärmen		Kettstufen: Zwei Partner beginnen. Wer geringer wurde, hält die Kette. Wer höher wurde, wird die Kette in zwei Zweiteckstufen gestreckt.		
3	4	Einbringen	2 Gruppen	Auf zwei gegenüberliegenden Halbkreisen liegen Gummiseile. Die Schüler müssen sich gegenseitig helfen, um die Seile zu bringen. Es darf jeweils nur ein Seil pro Schüler getragen werden. Die Schüler dürfen sich gegenseitig helfen, um die Seile zu bringen. Die Gruppe, auf deren Seite sich nach 2 Minuten die meisten Seile befinden, hat gewonnen.	Gummiseile Springseile	
4	4	Einbringen	Partnerarbeit	Die Schüler bewegen sich vorwärts durch die Halle, während der hintere Partner springt. Die Schüler springen verschiedene Sprünge vor, der hintere macht diese nach. Nicht je 1 min.	Springseile	
5	8	Startlauf	Bei Teams	Die Gruppen treten gegeneinander an. Zwei Schüler bilden ein Team. Die Schüler springen verschiedene Sprünge zum Startpunkt. Dort steht das zweite Gummiseil der Gruppe bereit und startet. Jeder muss mindestens zwei Sprünge machen, bevor er die Seile abgeben darf.	8-10 Hüchen 8-10 Teppichläusen 16-20 Springseile	
6	17	Stationenbetrieb	4 Gruppen	1. Station: Schwinger des Springseils, so langsam und so	Springseile	




Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Begrüßung	Alle			
2	4	Aufwärmen		Kettstufen: Zwei Partner beginnen. Wer geringer wurde, hält die Kette. Wer höher wurde, wird die Kette in zwei Zweiteckstufen gestreckt.		
3	4	Einbringen	2 Gruppen	Auf zwei gegenüberliegenden Halbkreisen liegen Gummiseile. Die Schüler müssen sich gegenseitig helfen, um die Seile zu bringen. Es darf jeweils nur ein Seil pro Schüler getragen werden. Die Schüler dürfen sich gegenseitig helfen, um die Seile zu bringen. Die Gruppe, auf deren Seite sich nach 2 Minuten die meisten Seile befinden, hat gewonnen.	Gummiseile Springseile	
4	4	Einbringen	Partnerarbeit	Die Schüler bewegen sich vorwärts durch die Halle, während der hintere Partner springt. Die Schüler springen verschiedene Sprünge vor, der hintere macht diese nach. Nicht je 1 min.	Springseile	
5	8	Startlauf	Bei Teams	Die Gruppen treten gegeneinander an. Zwei Schüler bilden ein Team. Die Schüler springen verschiedene Sprünge zum Startpunkt. Dort steht das zweite Gummiseil der Gruppe bereit und startet. Jeder muss mindestens zwei Sprünge machen, bevor er die Seile abgeben darf.	8-10 Hüchen 8-10 Teppichläusen 16-20 Springseile	
6	17	Stationenbetrieb	4 Gruppen	1. Station: Schwinger des Springseils, so langsam und so	Springseile	




Nr.	Zeit	Inhalt	Organisationform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
7	10	Theorie: Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft	Plenum			
8	16	Weiterführende Sprünge	3 Gruppen	1. Station: Seil wird geschwungen und die Schüler versuchen in diesem, mit einem Sprungseil zu springen. Die Schüler springen mit einem Seil durch das Seil. 2. Station: Seil bewegt. Die Schüler experimentieren mit verschiedenen Sprüngen. 3. Station: In jeder Mannschaft sind immer zwei Schüler an Oberarm und Bein durch ein Seil verbunden. Gespielt wird Fußball auf 2 Längsbänke als Tor.	Langes Seil 2 lange Seile (double dutch) Springseile 2 Längsbänke Fußball	
9	11	Abschlussspiel: Partnerfußball	4 Teams			
10	3	Abbau-/Aufräumen	Alle			



Turnen: Rope Skipping: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Gymnastik: Rope Skipping*

Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

Die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ ist eine vektorielle Größe. Sie ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt . Für den Betrag der Winkelgeschwindigkeit ω gilt:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Mit der Winkelgeschwindigkeit lässt sich beim Rope Skipping beispielsweise die Bewegung des Sprungsseils charakterisieren, welches sich auf einer Kreisbahn bewegt. Bei einer Umdrehung überstreicht das Seil einen Winkel von 360° bzw. 2π . Die Einheit der Winkelgeschwindigkeit ist $\frac{rad}{s}$.

Eine weitere Möglichkeit zur Charakterisierung der Rotation ist die Betrachtung der Umlauffrequenz f . Die Frequenz gibt die Anzahl periodisch ablaufender Vorgänge pro Zeiteinheit an.

Beim Rope Skipping kann die Frequenz durch die Anzahl n der Seilumdrehungen pro Sekunde ausgedrückt werden. Es gilt:

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

In der Musik wird die Frequenz häufig in der Einheit bpm (beats per minute) angegeben, also in Schlägen pro Minute.

Luftwiderstand und Dichte

Ein Gegenstand, der sich mit einer Geschwindigkeit v durch ein Medium bewegt, erfährt eine Widerstandskraft. In Luft ist dies beispielsweise der Luftwiderstand.

Für die quantitative Beschreibung des Luftwiderstandes gilt die Formel:

$$F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

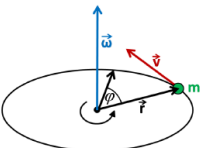




Abb. 1: Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Der Luftwiderstand hängt von der Fläche des Gegenstandes A , der Dichte ρ des Mediums (beim Rope Skipping die Luft), dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Geschwindigkeit v ab. Der Luftwiderstandsbeiwert hängt von der Form und Oberflächenbeschaffenheit des Körpers ab.

Um das unterschiedliche Schwingverhalten verschiedener Seile zu beschreiben, reicht der Luftwiderstand nicht aus. Man denke sich hierzu zwei äußerlich identische Seile (gleiche Oberflächenbeschaffenheit, gleicher Durchmesser) aus unterschiedlichen Materialien, z. B. Hartgummi und Wolle. Sie werden durch den Luftwiderstand gleichermaßen verzögert, dennoch schwingt das Hartgummiseil besser.

Ursache hierfür ist die unterschiedliche Dichte der beiden Materialien. Das Hartgummiseil hat bei gleichem Volumen eine größere Masse. Die gleiche Bremskraft durch den Luftwiderstand ist aufgrund der höheren Masse deshalb mit einer geringeren Verzögerung (negative Beschleunigung) verbunden. Dies wird aus der Grundgleichung der Mechanik ersichtlich:

$$F = m \cdot a$$

Bei gleicher Bremskraft F ist das Produkt aus Masse und Beschleunigung ebenfalls gleich. Eine größere Masse ist deshalb mit einer kleineren Beschleunigung bzw. Verzögerung verbunden.

Das Verhältnis von Masse und Volumen wird physikalisch durch die Massendichte ρ beschrieben.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Je größer die Dichte des Seilmaterials ist, desto größer ist dessen Masse pro Volumen und desto leichter/besser schwingt das Seil.

Zentripetal- und Zentrifugalkraft

Die Zentripetalkraft tritt bei rotatorischen Bewegungen auf, z.B. bei der Bewegung des Sprungsseils beim Rope Skipping oder wenn man ein Seil um den Körper kreist. Sie ist eine physikalische Kraft, die an einem Körper angreift, der sich auf einer kreisförmigen Bahn bewegt. Die Zentripetalkraft hält den Körper auf seiner Kreisbahn und ist zum Kreismittelpunkt bzw. zur Drehachse gerichtet.

Ein Seilspringer fühlt die Zentripetalkraft an den Händen. Das Seil muss ständig mit einer Kraft zum Zentrum beschleunigt werden, um es weiter auf einer Kreisbahn zu halten.

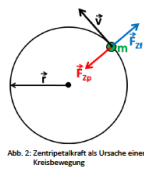




Abb. 2: Zentripetalkraft als Ursache einer Kreisbewegung

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft sind in entgegengesetzte Richtungen gerichtet. Welche Kraft zu spüren oder zu beobachten ist, hängt davon ab, in welchem Bezugssystem man sich befindet. Von außen betrachtet wirkt die Zentripetalkraft, die den Körper auf eine Kreisbahn zwingt. Bewegt man sich selbst auf der Kreisbahn, wird man scheinbar vom Zentrum wegbeschleunigt. Man spürt die Zentrifugalkraft. Die Zentrifugalkraft hat denselben Betrag wie die Zentripetalkraft. Es gilt:

$$\vec{F}_{zf} = -\vec{F}_{zp}$$

Für den Betrag der Zentripetalkraft F_z gilt folgende Formel:

$$F_z = \frac{mv^2}{r}$$

(m : Masse des Körpers, v : Geschwindigkeit des Körpers, r : Radius der Kreisbahn)

Der Geschwindigkeitsvektor eines Körpers auf einer Kreisbahn ist immer tangential zur Bahnkurve gerichtet. Lässt man z.B. ein rotierendes Seil los, so fliegt es tangential weg.

Durch Umformen mittels der Beziehung $v = \omega r$ kann die Zentripetalkraft ebenfalls folgendermaßen beschrieben werden:

$$F_z = m\omega^2 r$$

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3

Turnen: Sprung: SVP1

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation/Modus	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Eingabe	Plenum		
3	12	Aufwärmübungen	Alle	4 Bänke	
4	5	Aufbau	Alle	3 Kästen 2 Bänke 2 Hufeisen (oder Kästen) 4 Turnmatten 2 WM 2 Reithilfen	
5	5	Körpererwärmung	Einzelarbeit		Ausrollen des über die Matten hinaus von Sprungreitern auf unterschiedliche Arten. Z. B. Bein, Rolle vorwärts, wälzen.
6	4	Wiederholung Körpererwärmung, Rotation und	Plenum	Reithilfen	Welche Körpererwärmung können die Schüler? Um welche haben sie sich gerade gestellt?



Institut für Sport und Sportwissenschaft

Thema: Turnen: Sprung

Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtseinheit

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation/Modus	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	3	Eingabe	Plenum		
3	12	Aufwärmübungen	Alle	4 Bänke	
4	5	Aufbau	Alle	3 Kästen 2 Bänke 2 Hufeisen (oder Kästen) 4 Turnmatten 2 WM 2 Reithilfen	
5	5	Körpererwärmung	Einzelarbeit		Ausrollen des über die Matten hinaus von Sprungreitern auf unterschiedliche Arten. Z. B. Bein, Rolle vorwärts, wälzen.
6	4	Wiederholung Körpererwärmung, Rotation und	Plenum	Reithilfen	Welche Körpererwärmung können die Schüler? Um welche haben sie sich gerade gestellt?

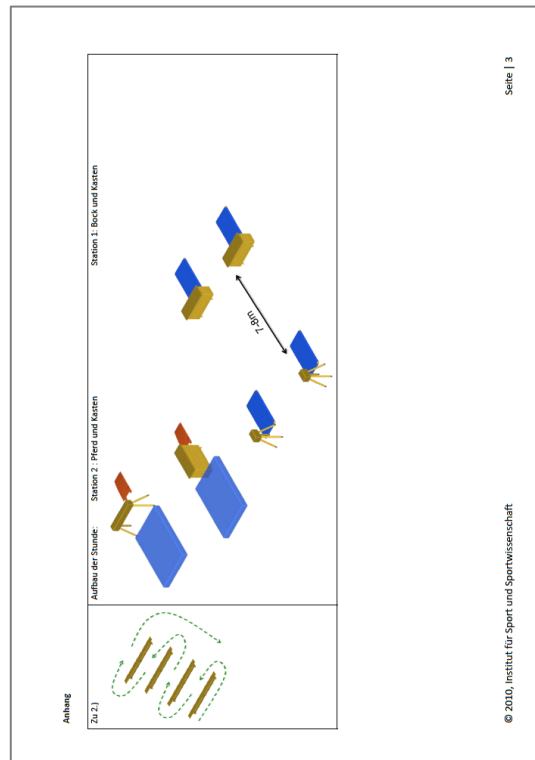


Institut für Sport und Sportwissenschaft

Thema: Turnen: Sprung

Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtseinheit

Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisation/Modus	Material	Bemerkung/Nachbereitung
7	10	Sprünge vom Reithilfen	Einzelarbeit		Zuerst an der 2. Station ohne Pferd und Kästen, nur Überleitung zum Sprung. Wo kommen Rotationen vor? • Anlaufhöhe variieren • Geschwindigkeit im Anlauf variieren • Einprägungsbreite variieren (Turnmatten vor und hinter Kästen) • Sprünge in allen Stationen (Kreisläufe, großer Kästen) erst quer. • Hufeisen, Bänke, Bock, Hochwende re, ll, Grätsche, Hocke, Flanke 2. Station: Hochwende re, ll, Grätsche, Hocke, Flanke 3. Station: Hocke, Hochwende re, ll, Grätsche, Hocke, Flanke Kästen kann auch längs gestellt werden. • Priorität optimalen beschleunigungswegs • Einprägung, Translation → Rotation (Abprüfung, Abdrückphase)
8	12	Sprünge mit Rotation	Einzelarbeit Hufeisen, Bänke, Bock, Hochwende re, ll, Grätsche, Hocke, Flanke zwischen Pferd und Landmatten		Nachdem die Hufeisen auf den Kästen, werden (Grätsche, Streckung, Hocke)
9	7	Plenum	Plenum		
10	4	Abbau	Alle		
11	15	Abbau	2 Teams		
12	3	Abbau	Alle		



Turnen: Sprung: SVP2

KIT Karlsruhe Institute of Technology		Institut für Sport und Sportwissenschaft		POSS		
Thema: Turnen: Sprung						
Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit						
Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	5	Begegnung Aufbau	Plenum Alle	Mattenberge und Stationen	4 große Kästen 2 kleine Kästen 2 Turnbretter 2 WBM Bodenläufer	
3	10	Aufwärmen	Partnerarbeit	Latzen durch die Halle und auf Kommando - Partnerübung: Übungen in den Kästen: - Vertikalfußlauf - Sprünge mit 1/2 Drehung - Heck- und Grätschsprünge - Pferdeschritte - Hochschreitgänger - Heckschreitgänger - Legestützläufer - Ralle-vw (Kopfhaltung)		
4	16	Stationenbetrieb	5 Gruppen	1. Station: Handstütze auf Kastendeckel, gestreckt auf WBM fallen lassen (Heiter-sichem Handstutz) 2. Station: Pendeln im Schulterstand zwischen 2 kleinen Kästen (beid. Heiter-sichem).	Kastendeckel WBM 2 kleine Kästen	Arme gestreckt lassen, Mittelkörperspannung halten, kein Hochkreuz 2. Station:

KIT Karlsruhe Institute of Technology		Institut für Sport und Sportwissenschaft		POSS		
Thema: Turnen: Sprung						
Stundenverlaufsplan – 2. Unterrichtseinheit						
Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationsform	Übung/Spielform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
5	8	Theorie: Vertikalfußlauf, Winkelgeschwindigkeit und Änderung der Winkelgeschwindigkeit	Plenum			
6	20	Sprünge am Gerät	Einzelarbeit			
7	3	Abbauern/Aufbauern	Alle			
8	12	Abschlussspiel	2 Teams			
9	3	Abbauern/Aufbauern	Alle			

3. Station: Sprünge vor der Matte in die Überstreckung an die Wand.

4. Station: Auf dem kleinen Mattenberg: Auf dem Sprungbrett stehen mit Handauflage am Kästen und fallen bis zur Geratkeperstreckung hin lassen.


5. Station: Drinnen auf dem Gerät mit gestreckten Beinen, dann auf dem Mattenberg (gerade Bein) bis zum Ende (Schüler).

Besprechung der Erfahrungen:
 • Wie hoch ist der Winkel des Körpers?
 • Wie hoch ist die Winkelgeschwindigkeit?
 • Wie hoch ist die Winkelgeschwindigkeit?


Aufgaben:
 • Sprünge auf den Mattenberg mit folgenden Aufgaben:
 • Mit Anlauf auf den Mattenberg
 • Mit Anlauf in den Handstütz, anschließend Umfallen auf den Mattenberg
 • Sprünge auf den Mattenberg
 • Sprünge auf den Mattenberg
 • Alle Geräte bis auf die Mattenbretter


Mattenbretter:
 • Jede Mannschaft muss versuchen, durch Rutschen zu kommen, Wer zuerst ankommt, gewinnt.
 • Alternativ kann es als Staffelspiel werden. Die Mannschaften stellen sich auf, je 2 Schüler müssen sich abwechselnd abwechselnd abwechselnd, bis jeder einmal auf der Matte war.

Turnen: Sprung: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Theoretische Grundlagen

*Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum
Thema: Turnen: Sprung*

Körperachsen

Rotationen des menschlichen Körpers lassen sich durch Drehungen um drei Achsen beschreiben; die Körperlängsachse, die Körperbreitenachse und die Körpertiefenachse (vgl. Abb. 1). Die Achsen stehen senkrecht aufeinander und gehen alle durch den Körperschwerpunkt (KSP).

Jede beliebige Rotation lässt sich als Überlagerung von Rotationen um die drei Körperachsen beschreiben.

Der Salto ist eine Rotation um die Körperbreitenachse. Ein Rad entspricht einer Rotation um die Körpertiefenachse. Eine Pirouette im Eiskunstlaufen ist eine Rotation um die Körperlängsachse.

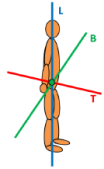


Abb. 1: Längs-, Breiten- und Tiefenachse des Körpers

Rotation und Translation

Translation: Unter Translation versteht man eine Bewegung, bei der sich alle Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf parallelen Bahnen fortbewegen (geradlinig oder gekrümmt).

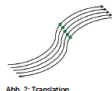


Abb. 2: Translation

Bewegungsbeispiele: 100m-Lauf, Ski fahren, Bob fahren, Paragletten,...

Rotation: Unter Rotation versteht man eine Bewegung, bei der alle Punkte eines Körpers in gleicher Zeit gleiche Winkel (α) durchstreichen.

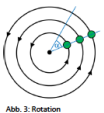



Abb. 3: Rotation


Bewegungsbeispiele: Riesenfelge, Pirouetten,...


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Überlagerung von Translation und Rotation:

Die meisten sportlichen Bewegungen setzen sich aus translatorischen und rotatorischen Elementen zusammen. Ein Beispiel hierfür ist die Flugrolle, neben der Rotation um die Breitenachse findet zugleich ein translatorischer Raugewinn statt. Beim Springen über das Pferd oder den Sprungtisch überlagern sich ebenfalls Rotation und Translation.

Es können Rotationen mit fester Drehachse und freier Drehachse durchgeführt werden. Beim Absprung rotiert der Körper um den Berührungspunkt der Füße am Brett. Beim Abdruck auf dem Gerät bildet die Verbindungslinie der Hände eine feste Rotationsachse.


Eine Rotation besitzt eine freie Drehachse, sobald auf den Körper keine Drehmomente wirken. Dies ist der Fall wenn sich ein Turner in der Luft, ohne Bodenberührung, befindet. Freie Drehachsen gehen immer durch den KSP.

Der Stoß


Man unterscheidet zwischen Stößen, bei denen die Wirkungslinie der Kraft durch den KSP eines Körpers führt (zentrisch) und Stößen, bei denen diese am KSP vorbeiführt (exzentrisch).

Ein zentrischer Stoß führt zu einer Translation in Richtung des Kraftstoßes. Bei einem exzentrischen Stoß kommt es zu einer Rotation. Ist die Drehachse dabei frei, wie beim Absprung auf dem Sprungbrett, kommt es zusätzlich zu einer Translation.

Translation



Translation + Vorwärtrotation



Translation + Rückwärtrotation





Abb. 4: Zentrische und exzentrische Stöße beim Turnen


Der Absprung vor dem Sprunggerät stellt einen exzentrischen Stoß dar, bei dem die Kraftwirkungslinie hinter dem KSP liegt.


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft





Der Anlauf zum Sprung

Ziel des Anlaufs ist es, eine große Endgeschwindigkeit am Sprungbrett zu erreichen. Die horizontale Geschwindigkeit wird durch den Absprung auf dem Brett teilweise in vertikale Geschwindigkeit umgewandelt. Eine höhere Anlaufgeschwindigkeit führt also auch zu einer größeren Höhe und damit mehr Aktionsmöglichkeiten über dem Gerät.

Um koordinativ anspruchsvolle Übungselemente über dem Gerät durchführen zu können, sollte der Turner durch den Anlauf nicht bereits ermüdet sein.

Der Anlauf sollte deshalb mit großer Beschleunigung gelaufen werden, um auf kurzer Strecke bzw. in kurzer Zeit die Endgeschwindigkeit zu erreichen.

Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung

Die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ ist eine vektorielle Größe. Sie ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt . Für den Betrag der Winkelgeschwindigkeit ω gilt:

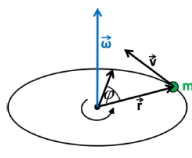
$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$


Abb. 5: Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit

Mit der Winkelgeschwindigkeit lässt sich beim Rope Skipping beispielsweise die Bewegung des Sprungsseils charakterisieren, welches sich auf einer Kreisbahn bewegt. Bei einer Umdrehung überstreicht das Seil einen Winkel von 360° bzw. 2π .

Die Einheit der Winkelgeschwindigkeit ist $\frac{1}{s}$ oder $\frac{rad}{s}$.

Die Winkelgeschwindigkeit lässt sich durch eine Winkelbeschleunigung α ändern. Es gilt:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

Eine Winkelbeschleunigung lässt sich durch ein Drehmoment erwirken oder die Veränderung des Massenträgheitsmoments.

Das Massenträgheitsmoment kann verkleinert werden, indem man die Masse näher zur Drehachse bewegt (Pendelverkürzung). Dies geschieht z.B. beim „Kleinmachen“ während eines Saltos.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3

Volleyball: Angriffsschlag: SVP1

5	10	Angriffsschlag ohne Zuspel (im Flug)	2 Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> - Stemschritt mit Angriffsschlag am Netz - Draufliche Auszubewegung des Schlagarmes, der andere Arm zeigt in Schlagrichtung - Ein Volleyball wird oberhalb der Netzspanne (Kastern) und nach Stemschritt geschlagen 	<p>Tennisbälle</p> <p>2 kleine Kästen Volleybälle</p>	<p>Tennisbälle werden in der Auszubewegung nach Auszubewegung über die Netzspanne geworfen.</p> <p>Anlauf von außenhalb/Ecke 3m-Flügel.</p> <p>Max. 3 Schritte Anlauf.</p> <p>Beobachtung des Körpers im Flug.</p> <p>Was passiert bei der Auszubewegung?</p>
6	12	Theorie, Drehimpuls, Drehmomenterhaltung, Messungsgesetz	Plenum	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung der Erfahrungen bei der einzelnen Übungen. - Einführung der Formel für den Drehimpuls und das Massenträgheitsmoment. - Welche Aktion hatte welche Wirkung und warum? 	<p>Flipchart</p>	<p>Trägheitsmoment: $I = m \cdot r^2$</p> <p>Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{L}{I}$</p>
7	8	Angriffsschlag nach Zuspel (Zuspel)	2 Gruppen	<p>Volleyball-Angriffsschlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ball nach Zuspel (Zuspel) mit Angriffsanlauf im Zuspel - Ball nach Zuspel (Zuspel) im höchsten Punkt übers Netz pritschen - Angriffsschlag nach Zuspel (Zuspel) 	<p>Volleybälle</p>	<p>Zuspel/Werter (Proz. 1) = 1,5m weg vom Netz.</p> <p>Anlauf von außenhalb/Ecke 3m-Flügel.</p> <p>Max. 3 Schritte Anlauf.</p> <p>Bei langen Wertenzeiten, können aus dem Stand über.</p>
8	2	Einschulung der Teams	Sei Gruppen	<p>Spiel auf ein halbes Volleyballfeld. Lockere Angriffsschläge versuchen, sonst nach gestelltem Ball diesen im Sprungpass pritschen.</p>		
9	5	Spiel 3 mit 1	Sei Gruppen	<p>Spiel auf ein halbes Volleyballfeld. Lockere Angriffsschläge versuchen, sonst nach gestelltem Ball diesen im Sprungpass pritschen.</p>		
10	13	Kleingruppen 3:3	Sei Gruppen	<p>Spiel auf ein halbes Volleyballfeld. Lockere Angriffsschläge versuchen, sonst nach gestelltem Ball diesen im Sprungpass pritschen.</p>		

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 2

<p>Institut für Sport und Sportwissenschaft</p> <p>Thema: Volleyball: Angriffsschlag</p>		<p>Stundenverlaufsplan – 1. Unterrichtseinheit</p>			
Nr.	Zeit (min)	Inhalt	Organisationform	Material	Bemerkung/Nachbereitung
1	5	Begrüßung	Plenum	Netze,	
2	5	Aufbau	Alle	Antennen, um Netz und Volleyball	
3	8	Aufwärmen	Eineleibarbeit	Alle Volleybälle	<ul style="list-style-type: none"> - im Sprungpass mit beiden Händen greifen - Auf Antenne springen und Volleyball aufgeben - im Laufen pritschen - Ball hochwerfen – fliegen - Ball hochwerfen – fliegen kann am höchsten Punkt - Ball hochwerfen – Drehung um Sprungpass – im Sitzen fliegen - Ball hochwerfen – Sitzen – im Stehen fliegen - Ball hochwerfen – liegen – im Stehen fliegen - Ball selbst hochpritschen. Verschiedene Aufgabeneinstellungen mit selbst hochgehaltenem Ball:
4	8	Wiederholung Angriffsschlag	Eineleibarbeit	Volleybälle	<ul style="list-style-type: none"> - Ball selbst vorhalten, dann schlagen (auf Stand) - Tennis hochwerfen, schlagen (aus Stand) - Tennis hochwerfen, schlagen (aus Stehen) - Stemschritt, Abprallung, im Flug nach Auszubewegung mit der Hand an die Wand pritschen (ohne Ball)

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 1

Anhang

Bewegungsbeschreibung

- Der Spieler bewegt sich aus einer mittelhohen Bereitschaftsstellung mit 1-2 Schritten Anlauf (nach dem Zuspel) von hinter der Vorderzone in die Vorderzone.
- Die rechte Hand (Stemschritt) bewegt sich parallel zum Netz nach oben abwärts.
- Die linke Hand (Zuspel) bewegt sich parallel zum Netz nach oben abwärts.
- Mit dem beschriebenen Abprall werden die Arme parallel nach oben geschwungen.
- Die Schlagarm wird gehängt hinter den Kopf geführt und schlagartig vor der Ballberührung wieder nach vorne gebracht.
- Der andere Arm wird auf Schulterhöhe fixiert (Hand zeigt zum Ball).
- Der Ball wird im höchsten Punkt des Sprunges mit einer aktiven Hemdeinwärtsbewegung („Abklappen“) geschlagen.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

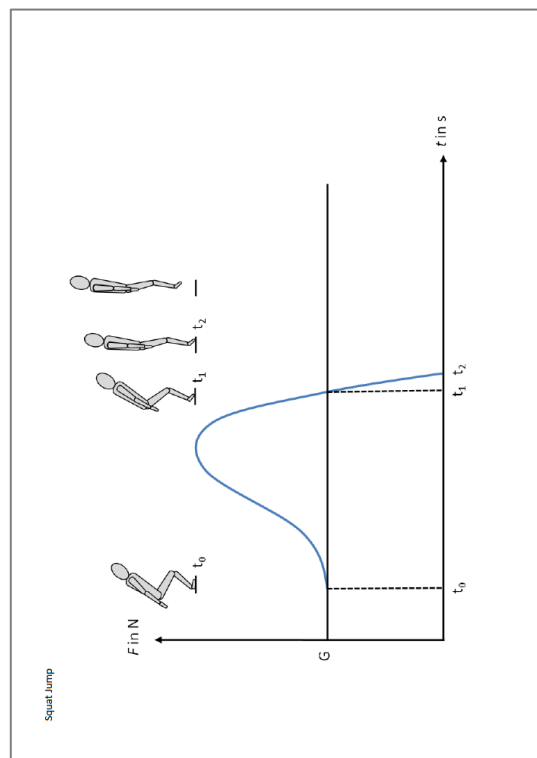
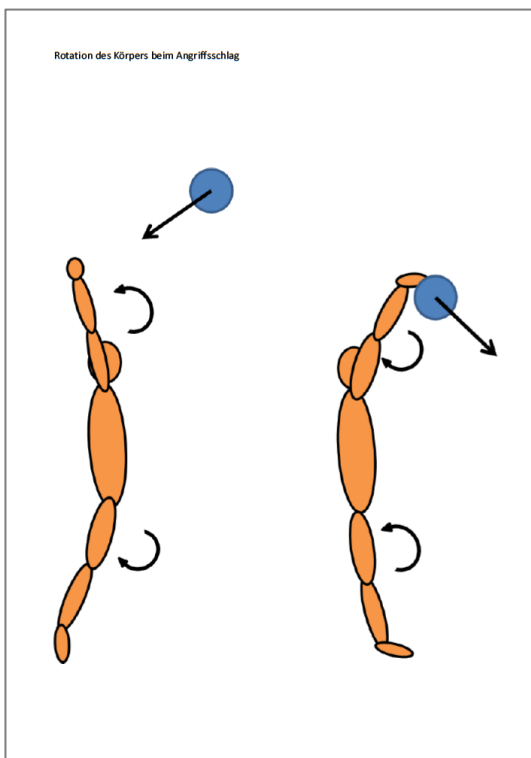
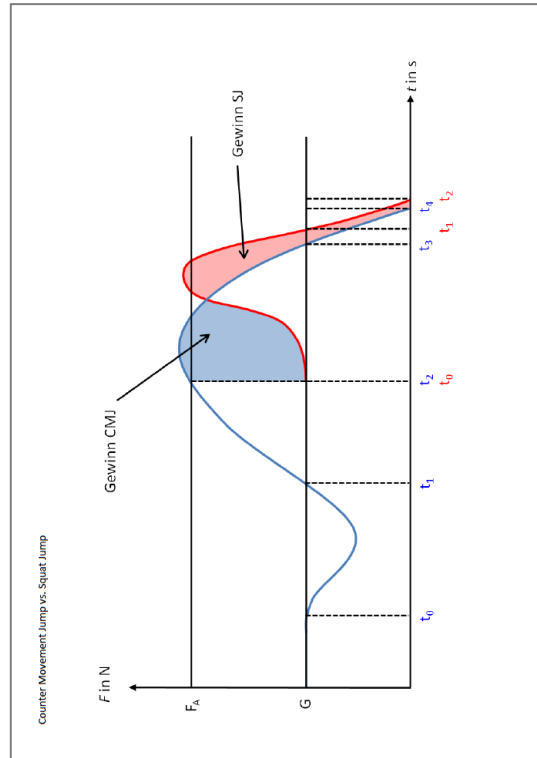
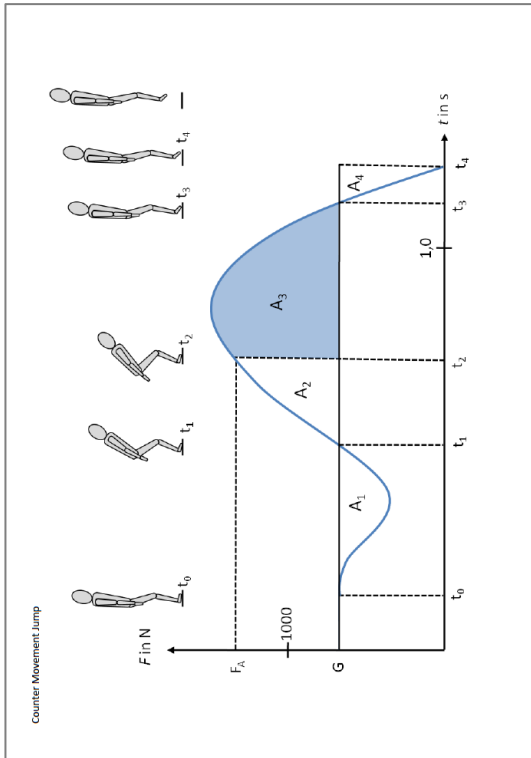
Seite | 4

11	3	Theorie: Drehimpulserhaltung	Plenum		
12	3	Abbaum/Aufraum	Alle		


© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft

Seite | 3


Volleyball: Angriffsschlag: SVP2



Volleyball: Angriffsschlag: Physik



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Theoretische Grundlagen

Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum Thema: Volleyball (Angriffsschlag)

Der Drehimpuls

Der Bewegungszustand der Rotation eines Körpers wird durch den Drehimpuls L beschrieben. Der Drehimpuls ist das Produkt aus dem Trägheitsmoment θ (auch Massenträgheitsmoment genannt) der sich drehenden Masse m und der Winkelgeschwindigkeit ω . L und ω können auch als vektorielle Größen aufgefasst werden, da sie in eine Richtung zeigen.

$$\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$$

Das Trägheitsmoment θ ist im Falle einer Punktmasse gleich dem Produkt aus der Masse m und dem Quadrat des Abstands r zur Drehachse.

$$\theta = m \cdot r^2$$

Die Winkelgeschwindigkeit ω ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\phi$ pro Zeit Δt .

Für den Betrag der Winkelgeschwindigkeit gilt:

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Die Drehimpulserhaltung

In einem abgeschlossenen System gilt die Drehimpulserhaltung. Sobald beispielsweise ein Volleyballer zum Angriffsschlag abgesprungen ist, bleibt sein Gesamtdrehimpuls konstant. Sein Drehimpuls kann erst wieder geändert werden, wenn er Kontakt zum Boden hat (also eine äußere Kraft einwirkt).

Der Volleyballspieler holt in der Luft zunächst mit seinem Schlagarm aus. Die Rückführung des Oberkörpers und die Ausholbewegung des Armes entsprechen einer Rotation.

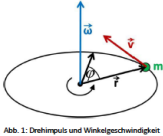


Abb. 1: Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit

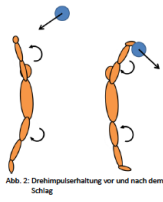




Abb. 2: Drehimpulserhaltung vor und nach dem Schlag

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 1



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Da der Drehimpuls konstant ist, muss eine Gegenrotation stattfinden (Abb. 2). Deshalb bewegen sich die Beine ebenfalls nach hinten (umgekehrte Rotation).

Beim Angriffsschlag (Abb. 2) erfolgt derselbe Vorgang in umgekehrter Richtung. Wenn man die Situation mit Ball genauer untersucht, bleibt der Drehimpuls des Volleyballers beim Angriffsschlag nicht konstant, da durch den Schlag des Balles ein Drehmoment wirkt (durch eine Kraft, die nicht durch den KSP geht). Ein Drehmoment bewirkt eine Drehimpulsänderung (analog bewirkt eine Kraft eine Impulsänderung).

Sprungformen

Counter-Movement-Jump (CMJ)

Der Counter-Movement-Jump ist ein Sprung, bei dem der Absprungbewegung eine entgegengesetzte Ausholbewegung vorausgeht. Er wird beispielsweise beim Sprung zum Block oder Angriffsschlag beim Volleyball eingesetzt. Nach dem Prinzip der Anfangskraft erreicht der Sportler so einen größeren Kraftstoß. Der größere Kraftstoß resultiert daraus, dass dem Beschleunigungsstoß („Absprung“) ein Bremskraftstoß („Abbremsen der Ausholbewegung“) vorausgeht, der bereits zu einer positiven Kraft, die größer als die Schwerkraft ist, führt. In nachfolgender Skizze werden die Kraftstöße und die Bewegungsphasen ersichtlich.

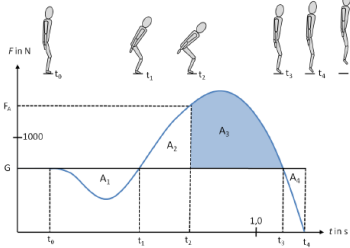


Abb. 3: Counter-Movement-Jump

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 2



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Zeiten

t_0 : Die Person befindet sich in Ausgangsstellung, es wirkt die Gewichtskraft (G).	t_2 : Abwärtsbewegung beendet → Geschwindigkeit $v = 0$
$t_0 - t_1$: Bodenreaktionskraft (BRK) kleiner als G (beschleunigte Abwärtsbewegung)	$t_2 - t_3$: BRK größer als G (beschleunigte Aufwärtsbewegung)
t_1 : Maximale Geschwindigkeit der Abwärtsbewegung	t_3 : Max. Aufwärtsgeschwindigkeit
$t_1 - t_2$: BRK größer als G (abgebremsete Abwärtsbewegung)	$t_3 - t_4$: Ausklingen der Absprungbewegung, BRK kleiner G
	t_4 : Verlassen des Bodens

Kräfte


F_A : Anfangskraft	G: Gravitationskraft
----------------------	----------------------

Kraftstöße


A_1 : Negativbeschleunigungsstoß	A_3 : Beschleunigungsstoß
A_2 : Bremsstoß	A_4 : Negativbeschleunigungsstoß 2 (muskular aufgebrauchte Kraft kleiner Gewichtskraft)

Die Fläche unter der Kraft-Zeit-Kurve beschreibt einen Kraftstoß oder eine Impulsänderung. Es handelt sich um einen gerichteten Flächeninhalt. Sind zwei Flächen oberhalb und unterhalb der Zeitachse gleich groß (Intervall $[t_0 - t_2]$), so entspricht dies einer Impulsänderung von null. Der Körper hat am Anfang und Ende des Intervalls dieselbe Geschwindigkeit - in diesem Fall die Geschwindigkeit null. Der entscheidende Vorteil des CMJ ist, dass zum Zeitpunkt t_2 , also dem Beginn der Bewegung nach oben, bereits eine hohe Anfangskraft F_A aufgebracht wird.

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 3



Institut für Sport
und Sportwissenschaft



Squat-Jump (SJ)

Der Squat-Jump ist ein Sprung aus der Hockstellung ohne Ausholbewegung. Daher existiert keine Anfangskraft. Er wird beispielsweise beim Skispringen oder beim Grab-Start beim Schwimmen eingesetzt.

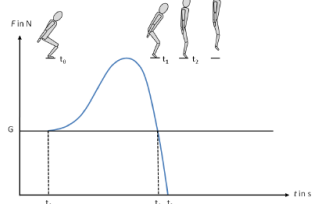


Abb. 4: Squat-Jump

Vergleich:

Der Kraftgewinn, der durch die Anfangskraft des CMJ entsteht, ist größer als der Kraftverlust, der durch die kurze Wirkungszeit des Beschleunigungsstoßes im Vergleich zum SJ auftritt.

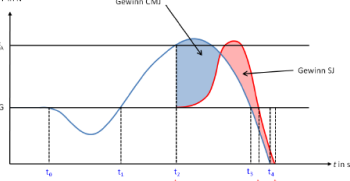


Abb. 5: Vergleich CMJ und SJ

© 2010, Institut für Sport und Sportwissenschaft Seite | 4

10 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema „Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines anwendungsorientierten Lehr-Lernkonzepts für biomechanische Inhalte im Sportunterricht der gymnasialen Oberstufe“ selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Axel Schnur

Karlsruhe, den 03.10.2010

11 Lebenslauf

Persönliche Daten

Geburtsdatum: 05.03.1980
Geburtsort: Karlsruhe
Nationalität: Deutsch

Schulbildung

1990 – 1999 Helmholtz-Gymnasium, Karlsruhe (Abitur)
Auszeichnung im Abitur mit der Maul-Medaille für
herausragende Leistungen im Fach Sport

Zivildienst

1999 – 2000 Pflegeheim St. Bernhard, Karlsruhe (aktiver Pflegedienst)

Akademische Ausbildung

2000 – 2007 Universität Karlsruhe (TH);
Studium der Hauptfächer Physik und Sportpädagogik,
1. Staatsexamen (Note Physik: 1,5, Note Sport: 1,5)
Absolventenpreis (1. Platz) des Instituts für Sport und
Sportwissenschaft in Anerkennung und Würdigung
herausragender Studienleistungen im Studiengang
Lehramt für das Gymnasium

2006 Examensarbeit bei Prof. Dr. Klaus Bös:
„Qualitative Analyse des Carvingschwungs beim
Skifahren“ (Note: 1,0)

2007 – 2009 Universität Karlsruhe (TH) bzw. Karlsruher Institut für
Technologie (KIT);
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sport und
Sportwissenschaft

seit 2010 Studienreferendar am Staatlichen Seminar für Didaktik
und Lehrerbildung (Gymnasium) Karlsruhe