



MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

„Multimediale Umsetzung von biomechanischen
Messmethoden für den Sportkundeunterricht der
Sekundarstufe 2“

verfasst von

Andreas Bauer, Bakk. rer. nat.

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, August 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt: Sportwissenschaft

Betreuerin / Betreuer: Univ.- Prof. Dipl.- Ing. Dr. Arnold Baca

Eidesstattliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.“

Wien, 2013

(Unterschrift Verfasser)

Vorwort

Der Grund für die Entstehung dieser Arbeit lag folgenden Gedanken zugrunde. Im Forschungspraktikum des Magisterstudiums war es meine Aufgabe Videos über biomechanische Messmethoden für Studienbeginner/innen zu erstellen. Die Aufgabe lag darin, den Lernenden die komplexen biomechanischen Messmethoden in visueller Form verständlich aufzubereiten um ihnen ein ergänzendes Lernmaterial für die Lehrveranstaltung „Biomechanische Bewegungsanalysemethoden“ zur Verfügung zu stellen. Meine Arbeitslust beim Erstellen dieser Videos weckte die Idee, dass bereits Schüler und Schülerinnen diese Inhalte präsentiert bekommen sollten. Weiters spielten meine Begeisterung für die Technik/Mechanik und die Faszination vom einfachen Erklären schwer verständlicher Vorgänge eine wesentliche Rolle für die Entstehung dieser Arbeit.

Hiermit möchte ich mich bei folgenden Personen bedanken.

Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Arnold Baca, der die Betreuung dieser Diplomarbeit übernahm und mich durch seine Vorträge für diesen Fachbereich begeistern konnte.

Dem Institut für Sportwissenschaften, für die Bereitstellung der Mess- und Aufzeichnungsinstrumente.

Meinen Eltern und meiner Freundin, welche mich in jeglicher Form unterstützen und immer hinter mir stehen.

Meinen gesamten Freundeskreis, auf den ich mich immer verlassen kann.

Inhalt

Vorwort	3
1 Einleitung	6
1.1 Projektdaten	6
1.2 Teilbereich im Projekt	6
2 Begriffsbestimmung	7
2.1 Medium	7
2.2 Mediendidaktik	8
2.3 Multimedia	10
3 Begründung für multimediales Lernen	12
4 Lernen mit Multimedia	14
4.1 Gedächtnispsychologische Grundlagen	14
4.1.1 Sensorischer Speicher	14
4.1.2 Arbeitsgedächtnis / Kurzzeitgedächtnis	14
4.1.3 Langzeitgedächtnis	15
4.1.4 Beziehung zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis: Verstehensprozess	15
4.2 Lerntheorien	16
4.2.1 Die cognitive load theorie (CLT)	16
4.2.2 Kognitive Theorie des multimedialen Lernens (CTML)	17
Kernaspekte des Modells	18
4.2.3 Das integrierte Modell des Text und Bildverstehens (ITPC)	22
4.2.4 Multimediales Lernen und Motivation	23
4.2.5 Weitere relevante Effekte für die Erstellung multimedialer Lernobjekte	27
4.3 Berücksichtigung der Prinzipien für die Lernobjekte	30
5 Multimediale Aufbereitung der biomechanischen Messmethoden	33
5.1 Aufgabenstellung und Lösung	33
5.2 Zusatzmaterial	33
5.3 Empfehlung für Gestaltung von Videos	34
5.4 Präsentieren des Textes	35
5.5 Begründung für die Vermeidung von sprachlicher Begleitung	35
5.6 Vorgehensweise beim Erstellen der Videos	36
5.7 Eingesetzte Software	37
6 Beschreibung der Lernmodule	38
6.1 Elektromyographie	38
6.2 Motion Capture	45

6.3 Kraftmessplatte	55
6.4 Druckmessfolie.....	63
6.5 2D-Bewegungsanalyse.....	75
6.6 KSP Bestimmung mittels Körperwaage	81
6.7 Körperfett	93
7 Schlussbetrachtung und Ausblick	101
Literatur	102
Abstract	108

„There is no particular mystery in animation...it's really very simple,
and like anything that is simple, it is about the hardest thing in the world to do.”
Bill Tytla, 1937 (zit.n. Lasseter, 1987, S. 1)

1 Einleitung

Die Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit erfolgte im Rahmen des Sparkling Science Projekts „E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht“.

1.1 Projektdaten

Bei Sparkling Science handelt es sich um ein Forschungsprogramm des Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, mit dem Hauptziel den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Dabei arbeiten Wissenschaftler/innen Seite an Seite mit Schüler/innen für die Behandlung aktueller Forschungsfragen aus den verschiedensten Themengebieten von Mechatronik bis zur Migrationsforschung.

Das Projekt „E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht“ ist eines von insgesamt 211 Projekten (Stand: Mai 2013). Der Schwerpunkt dieses Projektes ist die Erstellung von Lernobjekten für die ergänzende Vermittlung von Teilbereichen in den Gegenständen Sportkunde und Physik in der Sekundarstufe 2. Die Lernobjekte sollen den Unterricht sinnvoll ergänzen sowie eine Lernmöglichkeit für Schüler/innen sein, welche nicht im Unterricht anwesend sein können. Diese Lernobjekte werden auf einer Lernplattform online und jederzeit abrufbar zur Verfügung gestellt.

1.2 Teilbereich im Projekt

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt im Erstellen von Lernobjekte mit dem Thema biomechanische Messmethoden. Die Schwierigkeit liegt dabei darin, dass dieser Bereich für Kinder der Sekundarstufe 2 didaktisch verständlich aufbereitet werden soll. Sie sollen anhand dieser multimedialen Lernobjekte Einblick in die biomechanischen Messmethoden erhalten.

Um die unterschiedlichen Verfahren zu verstehen, sollen insgesamt 7 Lernblöcke multimedial aufbereitet werden, die biomechanischen Methoden Dynamometrie, Kinemetrie, Anthropometrie und Elektromyographie beinhalten. Die Videos bestehen aus, einem Erklärungsteil, in dem das Wesentliche erklärt wird, und einer Fragestellung (Teaser), welche die Kinder beantworten sollen. Die Beantwortung der Fragestellung folgt in einem Auflösungsvideo (Teaser Auflösung). Um interessierten Kindern einen tieferen Einblick in das Themengebiet zu ermöglichen, wird Zusatzmaterial in Form von Pdf-Dateien, Power-Point Präsentationen,... zur Verfügung gestellt. Dadurch wird den Kindern ein multimedia-

ler Einblick in das Themengebiet gegeben, und sie können sich bei größerem Interesse genauer informieren.

2 Begriffsbestimmung

Um die Verständlichkeit dieser Arbeit zu verbessern ist eine Erklärung der in der Arbeit vorkommenden Begriffe notwendig. In der Literatur wird schnell ersichtlich, dass es verschiedenste Begriffe, die den Unterricht mit Medien betreffen, gibt. Es verlangt somit eine genaue Definition der Begriffe mit Abgrenzungen zu anderen Gegenstandsbereichen. In diesem Kapitel sollen Begriffe wie „Medium“, „Mediendidaktik“, „Medienpädagogik“, „Multimedia“ genauer erklärt und ihre Zusammenhänge beschrieben werden.

2.1 Medium

Für das Wort „Medium“ gibt es keine eindeutige Definition. In der Literatur gibt es lediglich viele unterschiedliche Klassifikationen. Nach Vacherand-Revel / Bessiere (1992, zit.n. Schulmeister, 1997, S. 29) sind Medien entweder statisch oder dynamisch. Dabei sind Text, Zahlen und Grafiken statisch. Animationen, Lautsprache, Musik und Video führen eine dynamische, temporale Funktion ein.

Solche Unterteilungen sind aber undifferenziert. Denn Medien können in personale und nicht personale oder in visuelle, auditive, audiovisuelle und haptische Medien unterteilt werden. Dabei berücksichtigen die personalen und nicht personalen Medien nur die Hardware-Seite und die visuellen, auditiven, audiovisuellen und haptischen Medien gehen von einer angesprochenen Sinnesmodalität aus. Der Begriff Medium hat somit einen sehr weiten Spielraum, welcher von der engen Beschränkung „Hardware“ bis hin zum Konzept von „internen Medien“ reicht.(vgl. Weidenmann, 2001, S. 419)

Nach Weidenmann (2001, S. 419) ist es daher sinnvoll fünf Aspekte eines Mediums zu unterscheiden:

1. Hardware, als das Material eines Mittlers, z.B. Fernseher.
2. Software, das „Programm“ welches übermittelt, z.B. Videofilm.
3. Symbolsystem, der Code. Ein Film hat eine eigene Filmsprache. Ein Text übermittelt das Symbolsystem Sprache.
4. Sinnesmodalität, wie Augen, Ohren, Tastsinn. Lernende sehen und hören und geben Befehle in den Rechner ein.

5. Botschaft, diese wird in einer Weise verarbeitet damit sie im Zusammenhang von Lehren und Lernen eine überdauernde Veränderung bewirkt.

Nach Girwidz (2005, S. 205) sind Medien Mittler, die Informationen übertragen können. Lehrer/innen bezeichnet er demnach nicht als Medien, denn nach ihm sind Unterrichtsmedien nichtpersonalisierte Informationsträger und dienen als Hilfsmittel für die Lehrer/innen oder Lernmittel in der Hand der Schüler/innen.

2.2 Mediendidaktik

Wenn man unter „Didaktik“ die „Wissenschaft von Unterricht“ versteht (vgl. Kron, 1994; zit.n. Hettinger, 2008, S. 13) dann ist die Mediendidaktik die Wissenschaft von der Verwendung von Medien im Unterricht. (vgl. Hettinger, 2008, S. 13).

Nach Baacke (1997, S. 4; zit.n. Hettinger, 2008, S. 13) ist die Mediendidaktik neben „Medienerziehung“, „Medienkunde“ und „Medienforschung“ ein Teilgebiet der Medienpädagogik. Nach ihm beschäftigt sich die Mediendidaktik mit dem Einsatz von Medien zum Erreichen pädagogisch reflektierter Ziele, also Unterrichtsmedien. Im Anschluss werden die Teilbereiche der Mediendidaktik näher erklärt.

Grundlagen der Mediendidaktik

Nach Holzinger (2001, S. 232) stehen neben den traditionellen Medien, wie Printmedien und Fernsehen, die neuen Informations- und Kommunikationstechniken mit sozialen und kulturellen Folgen im Mittelpunkt der Medienpädagogik. Die Medienpädagogik befasst sich dabei mit der Belehrung des Heranwachsenden zu einem kritischen Umgang mit den Medien (vgl. Schröder et al., 1989, S. 87; zit.n. Girwidz, 2009, S. 206)

Medienpädagogik teilt sich grob in drei Teilbereiche auf:

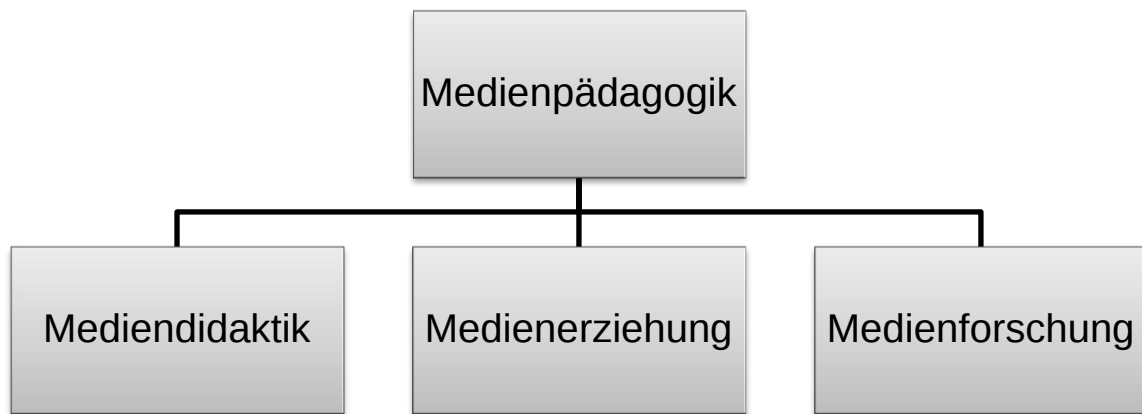


Abbildung 1: Teilbereiche der Medienpädagogik (vgl. Holzinger, 2002, S. 232)

In der Mediendidaktik geht es um Fragen der Entwicklung, Verwendung und Evaluation (Beurteilung, Bewertung) von Medien. Sie soll in Lehr- und Lernsituationen (z.B. Unterricht) Möglichkeiten, Formen und Wirkungsweise des Einsatzes verschiedener Medien aufzeigen. Somit ist es die zentrale Aufgabe der Mediendidaktik, Lehrprozesse und Lernprozesse zu verbessern (vgl. Holzinger, 2002, S. 232).

Ähnlich beschreiben Schröder und Schröder (1989, S. 87; zit.n. Girwidz, 2009, S. 206) die Mediendidaktik als eine wissenschaftliche Teildisziplin der Didaktik, welche sich mit den theoretischen Grundlagen und den praktischen Einsatzmöglichkeiten von Medien beim Lernen und Lehren befasst.

Die Medienerziehung hat als Aufgabe, die Wirkung, Verwendung und Bedeutung der Medien für den Einzelnen und die Gesellschaft zu thematisieren. Sie soll mithilfe von pädagogischen Maßnahmen die verantwortungsbewusste Nutzung von Medien fördern, so dass bereits Kinder und Jugendliche einen sozialverantwortlichen Umgang mit Medien lernen (vgl. Holzinger, 2002, S. 232).

Die Medienforschung ist der wissenschaftliche Aspekt der Medienpädagogik. Sie verfolgt das Ziel, deskriptive Aussagen, Hypothesen oder Ziel-Mittel-Analysen mit Medienbezug zu finden und zu überprüfen. Schließlich sollten sie dann in einen systematischen Zusammenhang gebracht werden (vgl. Holzinger, 2002, S. 232).

2.3 Multimedia

Der Begriff Multimedia findet in der heutigen Zeit eine sehr häufige Anwendung. Eine eindeutige Definition des Begriffs Multimedia gibt es nicht. Für kurze Zeit wurde der Begriff Multimedia als Modewort, welches die Absätze am Markt verbessern soll, verwendet (vgl. Frater, 1994; zit.n. Bauer, 1997, S. 7) und wurde 1995 sogar zum Wort des Jahres gekürt (vgl. Hauser et al, 2003, S. 17).

Nach Schulmeister (1997, S. 13) begann Multimedia als das erste Klavier ins Stummfilmkino geschoben wurde. Seitdem wird Multimedia, ausschließlich als Kombination verschiedener Medien definiert:

Kombination von Texten und Bildern (Standbild, Animation, Film)

Kombination von Text und Ton (Musik, Sprache)

Kombination von Text, Bild und Ton.

Nach Holzinger (2002, S. 16) umfasst Multimedia den Einsatz von Audio (Sprache, Klänge, Musik,...), Video (Text, Grafik, Standbilder, Animationen, Filme,...) und Interaktivität (über Tastatur, Maus, Touchpad, Screentouch,...). Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen Möglichkeiten medialer Angebote.

Tabelle 1: Verschiedene Möglichkeiten medialer Angebote

	<i>mono...</i>	<i>multi...</i>
<i>Medium</i>	monomedial; Buch, Bildschirm	multimedial; Audio, Video, Interaktivität
<i>Codierung</i>	monocodal; Nur Text, nur Bilder	multicodal; Text mit Bilder, Text mit Musik
<i>Sinnesmodalität</i>	monomodal; nur visuell, nur auditiv	multimodal; Auditiv, visuell und haptisch

Quelle: Holzinger, 2002, S. 16

Weidenmann (2002, S. 47) beschreibt zu der oben angeführten Tabelle, dass multimediale Angebote auf unterschiedlichen Speicher- und Präsentationstechnologien verteilt sind, dafür aber integriert präsentiert werden, z.B. auf einer Benutzerplattform. Weiters schreibt Weidenmann (2002, S. 47), dass multicodale Angebote verschiedene Symbolsysteme bzw. Codierungen aufweisen und dass multimodale Angebote unterschiedliche Sinnesmodalitäten beim Lernenden ansprechen.

Bei den meisten Definitionen zeigt sich, dass völlig unterschiedliche Kategorien, wie Informationstechnische Kategorien, Kategorien der Softwaretechnik und Kategorien der Hardwaretechnik, zur Klassifikation von Multimedia herangezogen werden. Schulmeister (1997, S. 18) zeigt Kriterien, die Multimedia definieren sollen:

- die Daten von verschiedenen Medien treten integriert auf
- die Daten werden vom Rechner verarbeitet und manipuliert
- für den Benutzer ist Multimedia ein multisensorischer Eindruck, eine multiple Repräsentation von interpretierbaren Informationen
- entscheidend für die Unterscheidung von sequentiellen multiplen Medien und Multimedia ist die Interaktion des Benutzers mit der Software
- die von Multimedia präsentierten Informationen sind symbolische Ausdrucksformen, symbolisches Wissen, das seinen Wert erst im interpretierten Zugriff des Benutzers gewinnt; Multimedia-Informationen sind Anlässe für eigene kognitive Konstruktionen.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Multimedia als eine interaktive Form des Umgangs mit symbolischem Wissen in einer computergestützten Interaktion betrachtet werden muss (vgl. Schulmeister, 1997, S. 22).

3 Begründung für multimediales Lernen

Nach Holzinger (2002, S. 19) lautet eine weit verbreitete Annahme: „Multimedia spricht mehrere Sinneskanäle des Menschen an ... und darum verbessert sich das Behalten“. Die folgende Abbildung 2 von Ballstaed (1990; zit.n. Weidenmann, 2002, S. 48) zeigt eine populäre Darstellung aus dem Bereich der Medienpädagogik und Instruktionspsychologie.

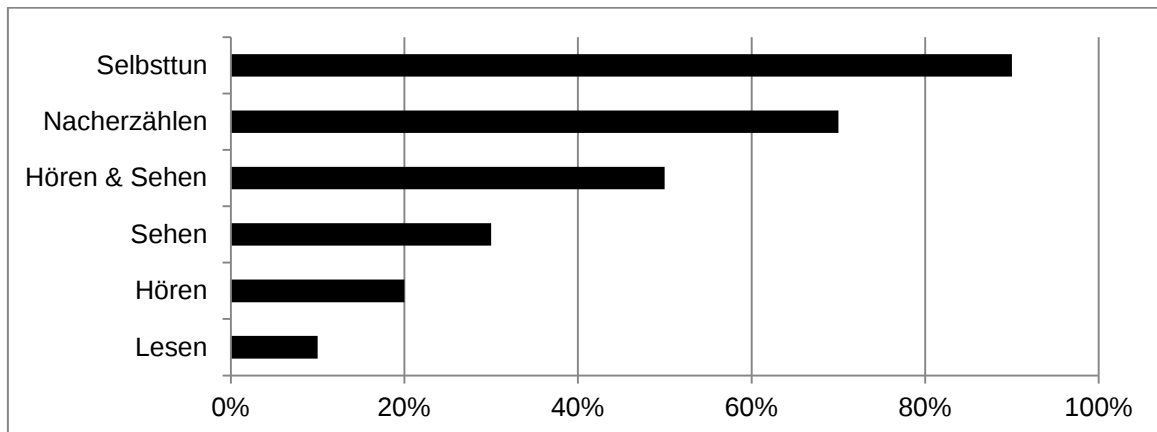


Abbildung 2: Wirksamkeit von Multimedia (vgl. Holzinger, 2002, S. 20)

Diese Abbildung sollte man aber mit Vorsicht betrachten. Nach Holzinger (2002, S. 20) sind die Zahlenangaben in dieser Abbildung zu relativieren, denn es muss kritisch hinterfragt werden, was genau gemeint ist mit „Lesen“, „Sehen“, usw. denn verschiedene Wahrnehmungssituationen lassen kaum vergleichbare Werte zu. Zumbach (2010, S. 74) beschreibt diese abgebildete Summierungstheorie als naiv, weil neben der Summierung von Modalitäten und Kodierungen auch die eigene Aktivität bei der Förderung der Behaltensleistung eine große Rolle spielt.

Multimediales Lernen kann den „Lernerfolg“ nicht direkt verbessern. Aber es kann durch verstärkte Motivation, verbesserte Aufmerksamkeit und höheres Arousal (Anregung) eine intensivere Beschäftigung mit den Lehrinhalten erreicht werden. Dadurch wird auf diesem Umweg, doch ein direkter Erfolg für das Lernen und Behalten erzielt (vgl. Holzinger, 2002, S. 20f).

Die Wirkung von Medium für multimediales Lernen

In der älteren Medienforschung versuchte man die Lernwirksamkeit verschiedener Medien miteinander zu vergleichen. Allerdings folgte berechtigte Kritik an der Forschung der lernwirksamsten Medien, denn es wurden nicht primär die Medien und ihre Wirkung untersucht, sondern Treatments, also Instruktionsmethoden. Wird nämlich ein Lehrtext einmal

als programmierte Broschüre gezeigt und danach als Video aufbereitet so geraten die Medien in den Hintergrund. Die Unterschiede liegen im Treatment weil die Lehrinhalte in einer Broschüre anders aufbereitet werden als in einem Video. Somit entstehen bei der Forschung Fragen wie: Hätte die Videogruppe bei einem schlechteren Video vielleicht weniger profitiert und die Lesegruppe bei einem besseren Text vielleicht mehr? Ob ein Medium besser oder schlechter ist bezieht sich nicht auf das Medium, sondern auf das Treatment die Aufbereitung und wie die Möglichkeiten des Mediums ausgeschöpft werden. (vgl. Weidenmann, 2001, S. 420 f)

4 Lernen mit Multimedia

4.1 Gedächtnispsychologische Grundlagen

Um die unterschiedlichen Lernmodelle, des multimedialen Lernens vorzustellen, soll vorerst die Grundlage, der Informationsaufnahme, nämlich das Gedächtnis, näher erklärt werden.

Atkinson und Shiffrin (1968; zit.n. Girwidz, 2009, S. 211) unterscheiden drei Arten des Gedächtnisspeichers, nämlich den sensorischen Speicher, das Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis. Folgend werden die drei Speicher dargestellt und genauer betrachtet.

4.1.1 Sensorischer Speicher

Girwidz, (2009, S. 212) schreibt, dass dieser Gedächtnisspeicher aus sensorischen Registern besteht, welche eng mit den Sinnesorganen gekoppelt sind, und die Sinnesreize für kurze Zeit (max. 2. sek.) speichern. Unmittelbar mit der Sinneswahrnehmung beginnt die Informationsaufnahme. Die sogenannte präattentive Wahrnehmung beinhaltet Wahrnehmungsprozesse, die nicht durch Überlegung gesteuert werden sondern flüchtig vor einer bewussten Verarbeitung ablaufen. Die Art der Informationsaufnahme ist subjektiv und auch von der Erfahrung geprägt.

4.1.2 Arbeitsgedächtnis / Kurzzeitgedächtnis

Nach Girwidz, (2009, S. 211ff) ist das Arbeits-/Kurzzeitgedächtnis für die bewusste Verarbeitung von Information, wobei hier die Kapazität und Speicherdauer stark begrenzt sind. Die Informationen bleiben im Arbeitsgedächtnis nicht lange präsent (sie verschwindet in wenigen Sekunden wieder). Durch Wiederholen kann man zwar die benötigte Information präsent halten, allerdings wird beim Wiederholungsprozess der Arbeitsspeicher belastet, sodass keine neuen Informationen dort gespeichert werden können.

Gäbe es keine Kapazitätsbegrenzung im Arbeitsgedächtnis müsste das Arbeitsgedächtnis bei jeder wahrgenommenen Information prüfen, ob es sich um relevante oder irrelevante Information handelt. Der Prüfprozess würde zu lange dauern und wird dadurch ineffizient. Deshalb hat sich im Laufe der Evolution eine Kapazitätsbegrenzung als günstig erwiesen (vgl. Sweller, 2005; zit.n. Niegemann, Domagk, Hessel, Hein, Hupfer & Zobel, 2007, S. 43).

4.1.3 Langzeitgedächtnis

Nach Niegemann et al. (2008, S. 43) werden im Langzeitgedächtnis Informationen, Wissenszusammenhänge, Erfahrungen etc. verbal, bildhaft oder auditiv abgespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen. Mithilfe von Schemata werden mehrere kleinere Informationseinheiten zu einer großen kategorisiert. Somit repräsentieren die Schemata typische Zusammenhänge zwischen den Informationseinheiten zu einer geordneten Wissensstruktur.

Nach Girwidz (2009, S. 212ff) hat das Langzeitgedächtnis eine erstaunliche Kapazität und Speicherdauer für Wissen in den unterschiedlichsten Codierungsformen. Die Inhalte werden im Langzeitgedächtnis besser gespeichert, wenn die neuen Lehrinhalte mit bereits bekanntem Wissen verknüpft werden können. Schwer verstehbare Inhalte können somit besser gemerkt werden, wenn sie mit Bildern in Verbindung gebracht werden können. Es zeigt sich im Langzeitgedächtnis die Wichtigkeit von Medien, als Hilfestellung für die Behaltensleistung im Gedächtnis.

4.1.4 Beziehung zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis: Verstehensprozess

Werden Informationen abrufbereit im Langzeitgedächtnis gespeichert, kommt es zu einer erheblichen Vergrößerung der Arbeitsspeicherkapazität, denn die Kapazitätsbeschränkung im Arbeitsgedächtnis gilt nur für neue Informationen. Inwieweit der Arbeitsspeicher beim Lernen begrenzt ist, hängt von der Information ab, die der Lernende entweder neu verstehen muss oder in bisher verfügbares Wissen, insbesondere verfügbare Schemata, integriert. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 44)

Verständnis tritt ein, wenn bei der Zusammenarbeit von Arbeits- und Langzeitgedächtnis alle relevanten Elemente der Information im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden können (vgl. Sweller, 2005, zit. n. Niegemann et al., 2008, S. 44).

Verstehen wird allerdings nicht gewährleistet, wenn zu viele Elemente in einer Lerneinheit dargeboten werden. Die Folge ist eine kognitive Überbelastung des Arbeitsgedächtnisses mit dem Ergebnis, dass keine weiteren Informationen im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden können. In diesem Fall sollte das dargebotene Lernmaterial durch geeignete Instruktion in kleinere Wissensseinheiten zerlegt werden. Diese kleineren Wissensseinheiten versuchen die Lernenden dann sequenziell zu verstehen, indem die Information im Arbeitsgedächtnis kombiniert und organisiert wird, und danach im Langzeitgedächtnis abgespeichert wird. Verstehen tritt somit erst ein, wenn alle zum ursprünglichen komplexen Wissensinhalt gehörenden essentiellen Elemente im Arbeitsgedächtnis, bearbeitet und zu

einem Schemata zusammengeführt bzw. organisiert werden. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 44)

4.2 Lerntheorien

4.2.1 Die cognitive load theorie (CLT)

Die cognitive Load Theorie ist ein Erklärungsmodell, welches unterschiedliche Aussagen über die kognitive Belastung des Arbeitsgedächtnis bietet (vgl. Chandler & Sweller, 1991; Sweller & Chandler, 1999; zit. n. Niegemann et al., 2008, S. 45).

Diese Theorie basiert auf der Annahme, dass die Arbeitsgedächtniskapazität beschränkt ist. Wie in Kapitel 4.1.4 erwähnt wird beim Wissenserwerb von Lernenden aus dem Langzeitgedächtnis bereits vorhandenes Wissen in Arbeitsgedächtnis transformiert und dort mit neuem Wissen ergänzt oder kombiniert. Es werden dabei Schemata konstruiert, erweitert oder umstrukturiert. Nach der CLT Theorie treten drei unterschiedliche Quellen bei kognitiver Belastung auf: „Intrinsic Cognitive Load“, „Extraneous Cognitive Load“ und der „Germane Cognitive Load“. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 45)

Im folgenden Abschnitt werden die drei Quellen der kognitiven Belastung im Arbeitsgedächtnis nach Niegemann et al. (2008, S. 46ff) genauer beschrieben.

- **Intrinsic Cognitive Load:** Diese Belastung ergibt sich aus der Aufgabenschwierigkeit, der Aufgabenkomplexität oder/und dem Umfang der Lernaufgabe. Der Schwierigkeitsgrad wird von der Element-Interaktivität (element interactivity) bestimmt. Bei einer hohen Element-Interaktivität ist das Lernmaterial inhaltlich sehr komplex, das bedeutet, dass die Funktionsweise des Elements unverständlich ist, wenn die Funktionsweisen weiterer Elemente nicht verstanden werden.
- **Extraneous Cognitive Load:** Er ist abhängig von der Art und Strukturierung der Wissensvermittlung, der Präsentation der Lehrinhalte und der vorhandenen Steuerungs- und Navigation. Diese kognitive Belastung fällt hoch aus, wenn die Lernenden beim Lernprozess viele irrelevante, wenig zielführende und ineffektive kognitive Anstrengung aufbringen um dadurch die relevanten Informationen aus dem Lehrmaterial zu extrahieren. Finden die Lernenden die relevanten Informationen schnell und in leicht verständlicher Form, so fällt diese kognitive Belastung gering aus.
- **Germane Cognitive Load:** Der Germane Cognitive Load wird für den reinen Wissenserwerb benötigt, denn er bezeichnet die freien kognitiven Ressourcen, welche für die Schematakonstruktion im Arbeitsgedächtnis vorhanden sind. Diese kognitive Belastung kann den Lernerfolg bzw. die Lernmotivation verbessern, vorausgesetzt, der

„Intrinsic Cognitive Load“ ist gering und die Gestaltung der Lernumgebung lässt einen geringen „Extraneous Cognitive Load“ beim Lernenden erwarten.

4.2.2 Kognitive Theorie des multimedialen Lernens (CTML)

Nach Mayer (2005a, S. 33) geht die kognitive Lerntheorie kurz CTML (cognitive theory of multimedia learning) von 3 Grundannahmen aus.

2 Kanäle

Die erste Annahme geht davon aus, dass die Informationsverarbeitung mittels zweier Kanäle funktioniert. Der erste Kanal ist für die visuell/bildhafte Materialien und der zweite Kanal steht für die auditiven/verbalen Materialien. Unter näherer Betrachtung der beiden Kanäle kann man zwischen dem Präsentationsmodus und der sensorischen Modalität unterscheiden. Der Präsentationsmodus ist ein Reiz, welcher nonverbal (Bilder, Animationen, Hintergrundmusik) oder verbal (gesprochene oder gedruckte Sätze) dargeboten werden kann. Die sensorische Modalität hingegen, betrifft die Frage, wie das angesehene Lernmaterial durch den Lernenden aufgenommen wird und in weiterer Folge im Arbeitsgedächtnis gespeichert wird. Dabei ist eine Transformation, innerhalb der beiden Kanäle möglich (z.B. Es kann eine gesprochene Beschreibung in ein mentales Bild umgewandelt werden). Für die Gestaltung von Lehrmaterialien bedeutet dies, dass beide Kanäle bei der Veranschaulichung des Lehrmaterials aktiviert werden sollen.

Beschränkte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses

Bei der zweiten Annahme handelt es sich um die begrenzte Kapazität, der Aufnahme von Informationen in jedem Kanal des Arbeitsgedächtnisses. Menschen sind limitiert, einmalig in einem Kanal eine gewisse Menge an Information aufzunehmen. In dieser Annahme stellt sich heraus, dass bei der Erstellung von multimedialen Lerninhalten, darauf geachtet werden muss, dass der Lernende nicht mit zu vielen Informationen überlastet wird.

Aktive Verarbeitung der Information

In der dritten Annahme geht es um die Auseinandersetzung der Lernenden mit der Information. Die Lernenden nehmen die eingehenden Informationen auf, selektieren die Information in kohärente mentale Repräsentationen und integrieren diese mentale Repräsentationen in das bereits vorhandene Wissen. Die Lernenden verarbeiten, vergleichen, ge-

neralisieren, zählen auf und klassifizieren. Es erfolgt eine Vernetzung des vorhandenen Wissen mit der dargebotenen Information.

Bei der Erstellung von Lehrmaterialien sollte darauf geachtet werden, dass die Inhalte für die Schüler eine zusammenhängende Struktur aufweisen. Sie sollten die präsentierte Information mit ihrem vorhanden Wissen leicht verknüpfen können und somit ihr Wissen erweitern.

Tabelle 2: Drei Annahmen der kognitiven Theorie von multimedialen Lernen

Assumption	Description	Related citations
Dual channels	Humans possess separate channels for processing visual and auditory information	Pavio (1986), Baddeley (1986, 1999)
Limited capacity	Humans are limited in the amount of information that can be processed in each channel at one time	Baddeley (1986, 1999), Chandler & Sweller (1991)
Active processing	Humans engage in active learning by attending to relevant incoming information, organizing selected information into coherent mental representation, and integrating mental representation with other knowledge	Mayer (2001), Wittrock (1989)

Quelle: Mayer (2005a, S. 34)

Kernaspekte des Modells

Dieses Modell versucht die menschliche Informationsverarbeitung zu erklären. Es wird im Rahmen dieser Theorie folgendes vermutet (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 52):

- Informationen, welche die Lernenden als Text, Bild, Sprache oder Audioton vermittelt bekommen, werden dual codiert. D.h. dass die Information von Text und Bildinhalten über den visuell/bildhaften Kanal verarbeitet werden und die Information von Sprache, Töne und Musik über den auditiv/verbalen Kanal verarbeitet werden.
- Die Verarbeitungskapazität der beiden Kanäle, sowie die Anzahl der gleichzeitig gesteuerten kognitiven Prozesse, ist begrenzt.
- Beim multimedialen Lernen finden fünf kognitive Prozesse zentrale Bedeutung (diese 5 kognitiven Prozesse werden im nächsten Abschnitt genauer beschrieben)
 - Wortauswahl
 - Bildauswahl
 - Wortorganisation
 - Bildorganisation

- Integration

Von der Außenwelt gelangen multimediale Inhalte in der Form von Wörtern und Bildern mithilfe der Augen und Ohren in den sensorischen Speicher. Wörter können dabei auditiv oder auch visuell (geschriebene Wörter) aufgenommen werden. Diese Informationen können für einen geringen Zeitraum im sensorischen Speicher visuell oder auditiv präsent gehalten werden. (vgl. Mayer, 2005a, S. 37)

Mayer (2005a, S. 38) beschreibt das Verarbeiten der Information im Arbeitsgedächtnis genauer. Nach ihm findet hier die zentrale Arbeit beim multimedialen Lernen statt. Hier wird das Wissen bei aktivem Bewusstsein temporär zwischengespeichert und verändert. Nach Girwidz (2009, S. 214) werden nur wenige Inhalte vom sensorischen Speicher weiterverarbeitet, wobei die Aufmerksamkeit und Motivation in diesem Prozess eine Rolle spielen.

Wie Abbildung 3 zu entnehmen ist, besteht der Arbeitsspeicher aus einer linken und einer rechten Hälfte. In der linken Hälfte befindet sich das gefilterte Rohmaterial welches aus Tönen und Bildern besteht. Das gefilterte Material von der linken Hälfte stammt aus den aussortierten visuellen und auditiven Kanälen des sensorischen Speichers. Auf der rechten Seite des Arbeitsspeichers wird das Wissen repräsentiert. Zwischen den Tönen und Bildern können dabei Umwandlungen erfolgen. (z.B. Das Bild einer Katze kann in den Ton „Katze“ umgewandelt werden. Aber auch umgekehrt: Wird das Wort Katze erhört, so kommt es mental zu einer bildhaften Vorstellung einer Katze). In der rechten Hälfte werden durch Organisationsprozesse die Töne und Bilder in verbale und bildhafte mentale Modelle transferiert. Nachdem das Rohmaterial von den zwei Kanälen des sensorischen Speichers als visuelle und auditive Quellen im Arbeitsspeicher angekommen sind, kann eine mentale Transformation stattfinden. (vgl. Mayer, 2005a, S. 38)

Nach Meyer (2005a, S. 38) befindet sich in diesem Bereich das Vorwissen des Lernenden. Es kann im Gegensatz zum Arbeitsgedächtnis eine große Menge von Wissen über einen langen Zeitraum speichern. Um über das gespeicherte Material im Langzeitgedächtnis nachzudenken, muss es wieder in das Arbeitsgedächtnis gebracht werden.

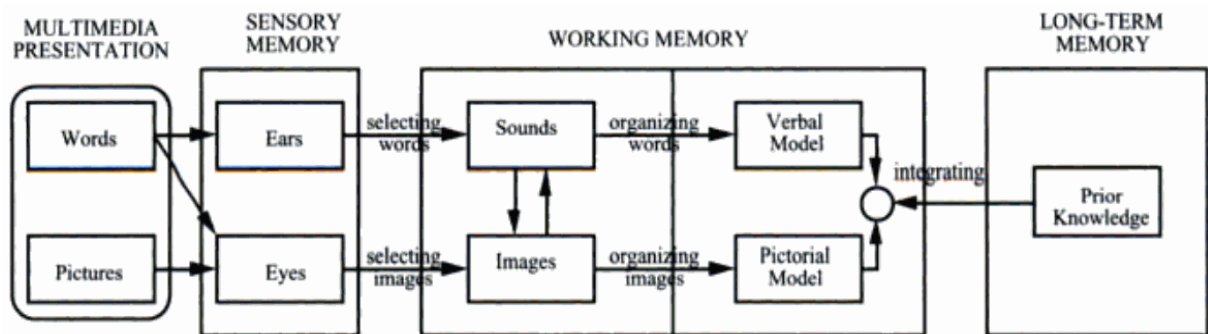


Abbildung 3: Theorie des multimedialen Lernen. (vgl. Mayer, 2005a, S. 37)

Kognitive Prozesse

Die Pfeile die in Abbildung 3 beschriftet sind, werden kognitive Prozesse genannt. Sie unterteilen sich in Wortauswahl, Bildauswahl, Wortorganisation, Bildorganisation und Integration. Nun folgt die Beschreibung dieser Prozesse:

Wortauswahl

In diesem kognitiven Prozess wird die Aufmerksamkeit, im Lehrmaterial, auf die für den Lernprozess relevanten Wörter gerichtet und damit eine auditive Repräsentation im Arbeitsgedächtnis erzeugt. Werden die Wörter auditiv übermittelt, dann beginnt der Prozess im auditiven Kanal (Übertrag von Wörter zum Ohr zum Ton). Werden die Wörter als Text auf einem Bildschirm oder auf einem Papier gezeigt, dann beginnt der Prozess im visuellen Kanal (Übertragung von Wörter auf Augen). Später kann der visuelle Input in einen auditiven umgewandelt werden (dies geschieht in der linken Hälfte des Arbeitsgedächtnisses. Der Lernende muss seine Aufmerksamkeit auf bestimmte Wörter richten und diese selektieren, da die Aufnahmekapazität limitiert ist. Das Selektieren der Wörter erfolgt nicht willkürlich, sondern der Lernende wählt die relevanten Wörter, um eine Repräsentation des Gesagten zu erhalten. (vgl. Mayer, 2005a, S. 38f)

Bildauswahl

In diesem kognitiven Prozess wird die Aufmerksamkeit auf die Bilder des Lehrmaterials gelenkt, um eine zielführende visuelle Repräsentation im Arbeitsgedächtnis zu erhalten. Auch besteht die Möglichkeit die Inhalte des visuellen Kanals in Inhalte eines auditiven Kanals umzuwandeln. Wiederum ist eine Selektion der Inhalte aufgrund der limitierten Aufnahmekapazität nötig. Dadurch wählt der Lernende die Inhalte aktiv aus, und baut damit eine mentale Repräsentation auf. (vgl. Mayer, 2005a, S. 39)

Wortorganisation

Aus der Wortauswahl muss sich der Lernende nun ein verbales Modell aus dem von ihm selektierten Wörtern und Phrasen erstellen, welches er mit den Wörtern und Phrasen seines bisherigen Wissens verbindet. Die Limitation der Kapazität zwingt den Lernenden sich auf das Aufbauen einer simplen Struktur zu konzentrieren. Die Lernenden bauen somit zum Beispiel ein kohärentes Modell auf um ein Ursache-Wirkungs-Verhältnis auszubilden. (vgl. Mayer, 2005a, S. 39f)

Bildorganisation

Dieser Prozess ist dem der Wortorganisation ziemlich ähnlich. Dabei wird der Input, ein ausgewähltes visuelles Bild, mit den anderen selektierten Bildern verknüpft, aus welchen ein kohärentes bildhaftes Modell im Arbeitsgedächtnis entsteht. Wie auch in der Wortorganisation ist die Kapazität des Arbeitsgedächtnis beschränkt und der Lernende muss die Bilder auf ein einfaches visuelles Modell zusammenfügen. (vgl. Mayer, 2005a, S. 40)

Integration

Die Integration ist der entscheidende Prozess beim multimedialen Lernen denn hier entstehen die Verbindungen zwischen wörterbasierten und bildbasierten Repräsentationen. Dieser Schritt beinhaltet eine Änderung der 2 Kanäle zu einer Repräsentation, in welcher übereinstimmende Elemente und Beziehungen von einem Modell zu anderen koordiniert werden. Um durch die vielen unterschiedlichen Inputs nicht überbeansprucht zu werden, nehmen die Lernenden ihr Vorwissen zunutze und regeln somit die Koordination der beiden mentalen Modelle. (vgl. Mayer, 2005a, S. 40f)

Tabelle 3: Die fünf kognitiven Prozesse in der CTML

<i>Process</i>	<i>Description</i>
Selecting words	Learner pays attention to relevant words in a multimedia message to create sounds in working memory
Selecting images	Learner pays attention to relevant pictures in a multimedia message to create images in working memory
Organizing words	Learner builds connections among selected words to create a coherent verbal model in working memory
Organizing images	Learner builds connections among selected images to create a coherent model in working memory
Integrating	Learner builds connections between verbal and pictorial models and with prior knowledge

Quelle: Mayer (2005a, S. 41)

4.2.3 Das integrierte Modell des Text und Bildverstehens (ITPC)

Diese Theorie von Schnotz (2005; zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 57) geht wie die CTML davon aus, dass Informationen, welche über die Augen und Ohren aufgenommen werden kurzzeitig der sensorische Register speichert, um lernrelevante Informationen für das Arbeitsgedächtnis zu filtern. Die Verarbeitung der Informationen verläuft dabei über zwei begrenzte Kanäle.

Es folgt die Erstellung mehrere beschreibende mentale Repräsentationen im Arbeitsgedächtnis. Sie läuft zuerst getrennt für auditive und bildhafte Informationen ab. Folgend werden die mentalen Repräsentationen gemeinsam mit dem bereits vorhandenen Wissen aus dem Langzeitgedächtnis zu einem mentalen Modell zusammengefügt. Das Abrufen vom Langzeitgedächtnis erfolgt dabei in der Form von kognitiven Schemata. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 57f)

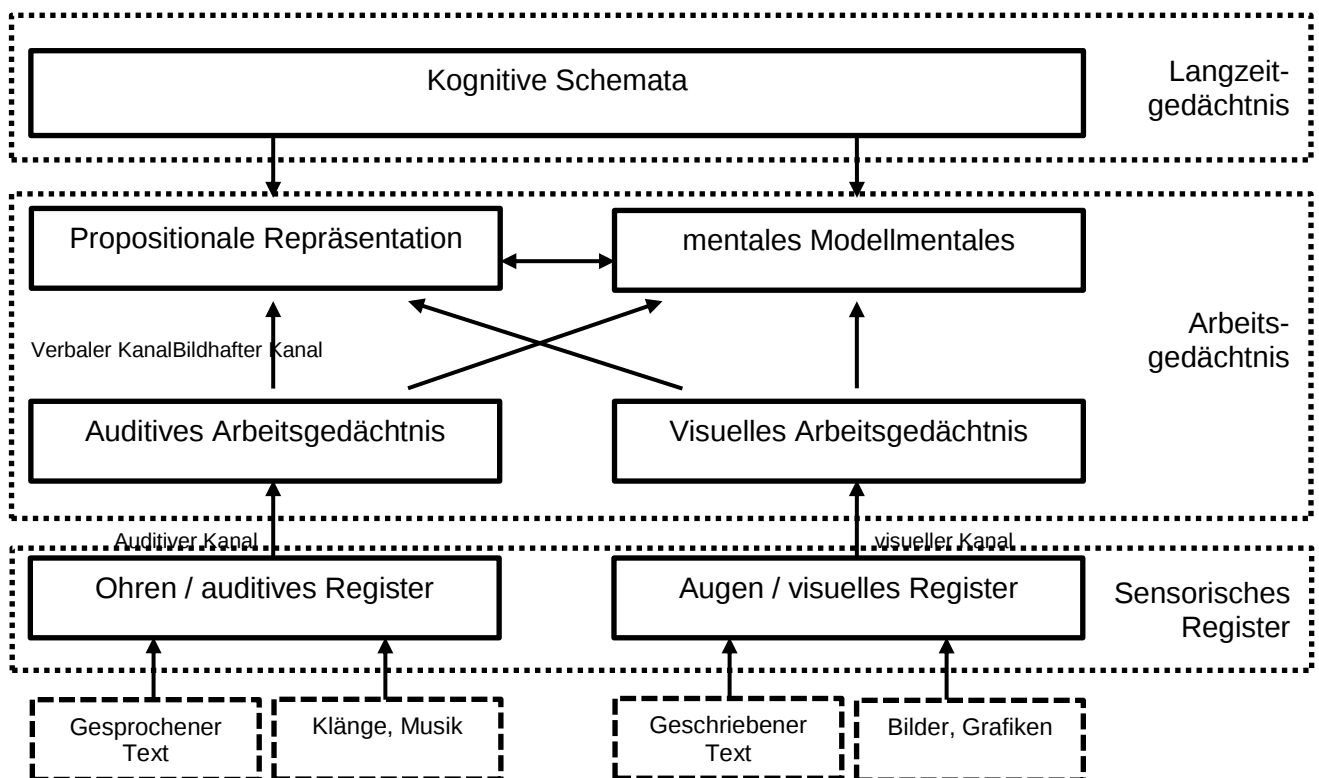


Abbildung 4: Integrierte Modell des Text- und Bildverstehens (vgl. Schnotz, 2005, zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 58)

Der Vorgang beim Verständnis

Der Vorgang beim Verständnis von geschriebenen Texten, gesprochenen Texten, Bildern Grafiken, Geräuschen, Audio – und Hintergrundmusik erfolgt auf ähnliche Weise.

Dabei werden die geschriebenen oder gesprochenen Texte, Klänge, Musik, Bilder und Grafiken über die Augen oder die Ohren im sensorischen Register aufgenommen. Nach der Weiterleitung in das Arbeitsgedächtnis wird die Information auf Relevanz geprüft und gefiltert. Diese gefilterten Informationen werden in einer propositionellen Repräsentation abgebildet. Sie schafft die Basis für das mentale Modell. Aus den bereits gespeicherten Schemata im Langzeitgedächtnis werden die propositionellen Repräsentationen ergänzt, umstrukturiert oder auch ausgebaut. Beim Bilden der mentalen Modelle werden alle Informationen, welche gefiltert dorthin gelangen, herangezogen. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 58f).

4.2.4 Multimediales Lernen und Motivation

Für des multimediale Lernen sind auch motivationale Prozesse für den Lernerfolg verantwortlich. So können die Lernenden welche über ein großes Repertoire an kognitiven und metakognitiven Lernstrategien verfügen diese nicht einsetzen weil die motivationalen Bedingungen, wie Interesse am Lerninhalt, persönliche Ziele und Bedürfnisse oder eine optimale Lernumgebung, nicht gegeben sind (vgl. Friedrich & Mandl, 2006; zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 74).

Das Lernmaterial sollte die Aufmerksamkeit der Lernenden wecken und die Wichtigkeit des zu Erlernenden sollte klar sein. Weiters muss beim Lernen das Selbstvertrauen gefördert werden und die Lernenden sollten zufrieden mit sich und dem Lernprozess sein (vgl. Keller, 1999; zit.n. Zumbach, 2010, S. 84). Nach Astleitner et al. (2006; zit.n. Zumbach, 2010, S. 85) wird das unter Abschnitt 4.2.2 beschriebene Modell von Mayer (2005a) kritisiert. Er schlägt folgende Modelländerung vor.

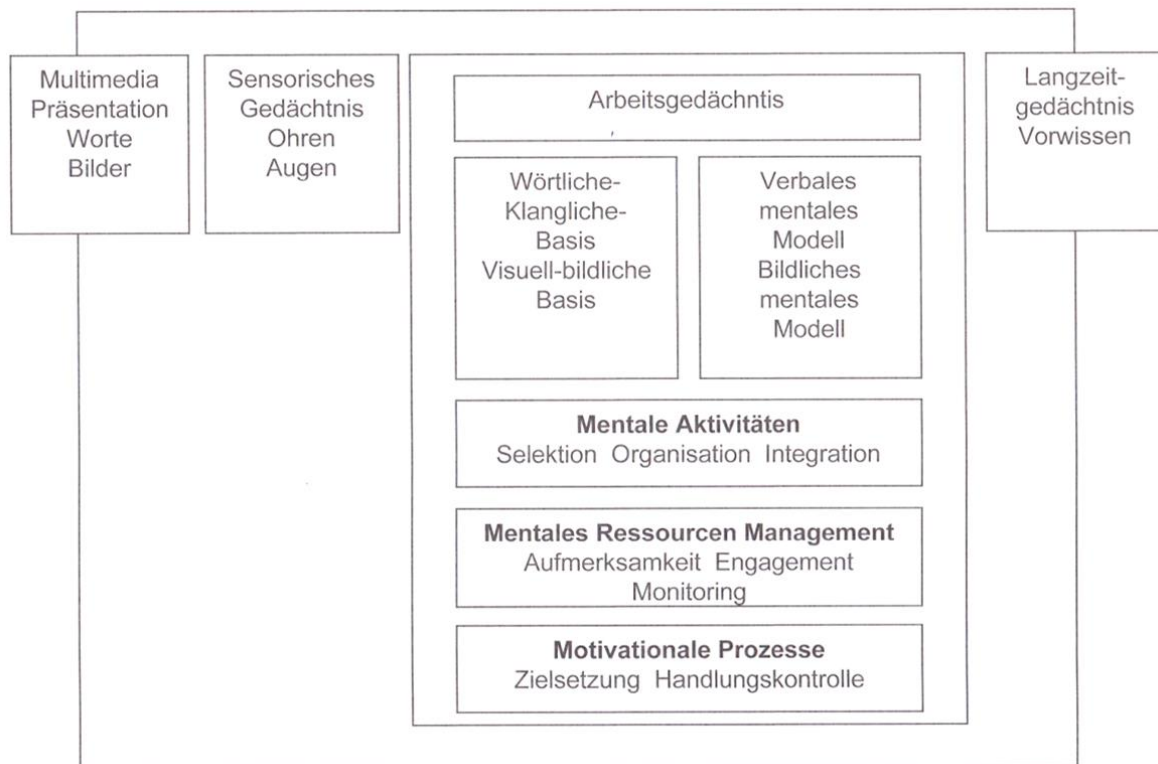


Abbildung 5: Erweitertes Modell des multimedialen Lernens und Motivation nach Astleitner et al. (2006; übernommen aus Zumbach, 2010, S. 85)

Hier spielt neben den kognitiven Parametern die Motivation zur Initiierung und Aufrechterhaltung des Lernprozesses eine wesentliche Rolle. Dieses skizzierte Modell ist gerade beim selbstgesteuerten Lernen unumstritten, allerdings sollte dieses Modell detailliert empirisch überprüft werden (vgl. Zumbach, 2010, S. 85)

Aspekte für Motivation

Für die gezielte Förderung der Motivation der Lernenden wurde von John Keller (1983; zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 370) das ARCS Modell entwickelt. Dieses Modell beinhaltet vier Kategorien, mit jeweils spezifischen Strategien für den Einsatz motivationsfördernder Maßnahmen. Die Hauptkategorien sind Aufmerksamkeit (attention), Relevanz (relevance), Erfolgszuversicht (confidence) und Zufriedenheit (satisfaction).

Tabelle 4: Hauptkategorie des ARCS-Modells

Hauptkategorie	Aufgabe des Motivationsdesigns
Aufmerksamkeit	Gewinnen und Aufrechterhalten der Aufmerksamkeit bzw. des Interesses der Lernenden
Relevanz	Vermittlung der Nützlichkeit der Lerneinheit für die Erreichung persönlicher Ziele und für die Befriedigung bestimmter Bedürfnisse
Erfolgszuversicht	Aufbau einer positiven Erfolgserwartung und Kompetenzmeinung sowie Wahrnehmung eigener Kontrolle
Zufriedenheit	Angebot attraktiver Handlungsmöglichkeiten, Belohnung, Rückmeldungen und Möglichkeiten zur Einschätzung der eigenen Leistung.

Quelle: Niegemann et al. (2008, S. 25)

Im folgenden werden die einzelnen Hauptkategorien mit ihren Spezifikationen nach Niegemann et al. (2008, S. 371f) beschrieben.

Aufmerksamkeit

Diese Kategorie beschreibt, wie die Aufmerksamkeit der Lernenden erlangt und aufrechterhalten werden kann. Dabei spielen das Orientierungsverhalten, die Neugier und Fragehaltung sowie die Abwechslung eine entscheidende Rolle.

Sie beginnt mit dem Provozieren des Orientierungsverhaltens, welches durch neue, überraschende, widersprüchliche und ungewisse Ereignisse gewonnen und aufrechterhalten werden kann. Allerdings ist darauf zu achten, dass bei übertriebenem Einsatz von Mitteln zur Erlangung der Aufmerksamkeit die Konzentration der Lernenden beeinträchtigt werden kann.

Das Informationssuchende Verhalten soll simuliert werden indem die Lernenden Problemstellungen beantworten oder auch selbst formulieren sollen. Im Gegensatz zur frontalen Vermittlung von Lehrinhalten ist hier die Eigeninitiative des Lernenden erforderlich, denn das Mitdenken des Lernenden regt das eigene Interesse an.

Für die Aufrechterhaltung des Lerninteresses sollte die Abwechslung berücksichtigt werden. Dies kann durch Abwechslung darstellender und interaktiver Bildschirmseiten, Variationen im Bildschirmformat oder auch der Verwendung von verschiedenen Codes und Modi (z.B. Animation, Bilder und Audio) erfolgen.

Relevanz

Typisch für die Relevanz eines Lernstoffes sind das spätere Bestehen einer Prüfung, der Erwerb von Fähigkeiten, und die zukünftige Anwendung für bestimmte Zwecke. Der Abschnitt der Relevanz gliedert sich in Lehrzielorientierung, Anpassung an Motivationsprofile und die Vertrautheit.

Bei der Anpassung an die Motivationsprofile sollte die Vermittlung des Lehrstoffes an die Bedürfnisse und Motive der Lernenden angeknüpft werden. Leistungsmotivierte Lerner/innen wollen sich an Bewertungsmaßstäben auseinandersetzen. Anschlussmotivierte Lerner/innen wollen mit anderen in Kontakt treten und sich untereinander austauschen. Lernende mit einem Machtmotiv sollte die Möglichkeit gegeben werden, andere zu beeinflussen, allerdings stellt dies die schwierigste Aufgabe dar.

Bei der Vertrautheit kommt der Sprache, den anschaulichen Beispielen und Begriffen und der bisherigen Erfahrungen und Werten des Lernalters eine besondere Bedeutung hinzu. Hier kommen folgende Aspekte, wie unter Kapitel 5.3 angesprochen, zum Einsatz: Ein persönlicher Sprachstil, Agenden welche den Lernprozess unterstützend begleiten, die Verwendung von Beispielen und Analogien und Metaphern aus den Erfahrungsbereichen der Lernenden.

Erfolgszuversicht

Eine positive Erfolgserwartung muss gegeben sein, um die Motivation der Lernenden zu steigern. Sie gliedert sich in Lernanforderungen, Gelegenheiten für Erfolgserlebnisse und Selbstkontrolle.

Bei den Lernanforderungen sollte darauf geachtet werden, dass Klarheit bezüglich Lernziele und Struktur des Lernangebots geschaffen wird. Bewertungskriterien sollen erläutert werden sowie das notwendige bzw. nützliche Vorwissen angegeben werden.

Den Lernenden sollten Gelegenheiten für Erfolgserlebnisse geboten werden. Der Lernprozess soll sich an den unterschiedliche Leistungsniveaus anpassen, um individuelle Anspruchsniveaus und persönliche Leistungsstandards zu setzen. Denn Überforderungen entmutigen wobei leichte Aufgaben schnell uninteressant und langweilig wirken.

Bei der Selbstkontrolle ist die Möglichkeit zur Selbstbestimmung des Lernweges und des Lerntempos vorteilhaft. Dabei ist es wichtig, dass die Lernenden jederzeit Kontrolle über ihren Lernweg und ihr Lerntempo haben. Sie sollen selbst entscheiden, welches Kapitel bearbeitet wird und sollten jederzeit die Möglichkeit haben, abubrechen und zurückzuspuhlen. Misserfolg oder Erfolg sollten in erster Linie auf die Anstrengung des Lernenden

zurückgeführt werden. Angaben wie „Glück gehabt“ oder „Pech gehabt“ sollten vermieden werden.

Zufriedenheit

Bei den natürlichen Konsequenzen sollte den Lernenden die Gelegenheit geboten werden, neu erworbenes Wissen in der Umgebung anzuwenden. Ihnen sollen Handlungsoptionen geboten werden, welche von sich aus Freude bereiten. Für die Lernobjekte bedeutet dies, dass sie so aufgebaut werden sollten, dass bei nachfolgende Einheiten jeweils auf zuvor neu Gelerntes zurückgegriffen werden muss

Um das gewünschte Verhalten der Lernenden aufrecht zu erhalten sind extrinsische Belohnungen und positive Folgen erforderlich. So ist es von Vorteil, bei einem einführenden Tutorial viele positive und motivierende Rückmeldungen zu geben. Wichtig dabei ist, dass die Lernenden für einfache Aufgaben nicht übertrieben gelobt werden.

Bei den Beurteilungsmaßstäben von erbrachten Leistungen muss Gleichheit und Gerechtigkeit herrschen, sie sollten daher transparent und nachvollziehbar sein. Wichtig dabei ist vor allem, dass die Übungen mit den Testaufgaben übereinstimmen.

Dieses Modell reicht aber nicht für ein gelungenes Motivationsdesign aus. Stattdessen ist es von Bedeutung Überlegungen zu machen, wie die Lernenden über den gesamten Entwicklungsverlauf motiviert werden können, und zwar von der Konzeption der Lehrinheit, bis hin zur Gestaltung einzelner Elemente.

4.2.5 Weitere relevante Effekte für die Erstellung multimedialer Lernobjekte

Split Attention Effekt

Unter dem Split-Attention-Effekt wird die zusätzliche kognitive Belastung verstanden, die aufgebracht werden muss, um verschiedene Informationen zeitgleich zu verarbeiten (vgl. Ayres & Sweller, 2005; zit.n. Zumbach, 2010, S. 82). Dieser Effekt liegt dann vor, wenn zusammengehörende Informationen räumlich und zeitlich verteilt sind. Dies ist z.B. der Fall, wenn Bilder und Text an unterschiedlichen Stellen auf dem Bildschirm präsentiert werden. Es kommt dadurch bei der Zuordnung von Text und Bildinformationen zu einer Teilung der Aufmerksamkeit des Lernenden. Die kognitive Belastung des Lernenden ist somit erhöht.

Beim multimedialen Lernen kristallisiert sich nach Moreno & Meyer (1999; zit.n. Zumbach, 2010, S. 83) oder Chandler und Sweller (1991; zit.n. Zumbach, 2010, S. 83) insbesondere bei lernenden mit geringem Vorwissen innerhalb eines Lernbereichs der Vorteil einer sogenannten integrierten Darstellung heraus. Dabei werden die Textstellen und jeweiligen Bilder sowie Animationen räumlich benachbart angezeigt. Der Effekt der geteilten Aufmerksamkeit und der daraus resultierenden höheren kognitiven Belastung kann auch eintreten, wenn Bilder oder Animationen verbunden mit einer gesprochenen Sprache präsentiert werden (vgl. Ayres & Sweller, 2005; Mayer 2005b; zit.n. Zumbach, 2010, S. 83)

Redundancy Effekt

Dieser Effekt nach Sweller (2005; zit.n. Zumbach, 2010, S. 83) besagt, dass die zeitgleiche Präsentation von homogenen Informationen in unterschiedlichen Kodierungsformen den Lernerfolg reduziert. Dies tritt beispielsweise ein, wenn ein Text zum Lesen gleichzeitig vorgelesen wird. Hier führt das Ausblenden einer der beiden Informationen beim Lernenden zu einer kognitiven Überbelastung. Der Grund für die Überbelastung kann nach Sweller (2005; zit.n. Zumbach, 2010, S. 84) auf die Cognitive Load Theorie (vgl. Abschnitt 4.2.1) zurückgeführt werden.

Expertise-Reversal-Effekt

Für die Erstellung von multimedialen Lernmaterial ist es von entscheidender Bedeutung, ob es sich bei der Zielgruppe um Personen mit geringem/keinem Vorwissen handelt oder um ExpertInnen. Bei Laien kann es sinnvoll sein bei der Interpretation eines Diagramms zusätzlich einen redundanten Text anzubieten. Es können sich aber bei zunehmenden Wissen in einem Themengebiet, die zusätzlichen Informationen negativ auswirken. Die Lernenden profitieren hier mehr von einer einzelnen Informationsquelle. Diese Phänomen der Änderung bestimmter positiver Effekte mit einem größeren Maß an Wissen bezeichnet man als „Expertise-Reversal-Effekt“ (vgl. Kalyuga, 2005; Sweller, 2005; zit.n. Zumbach, 2010, S. 83). Nach Schnotz (2005; zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 136) sollte bei Lernenden mit ausreichendem Vorwissen, welche den Inhalt mit nur einer Informationsquelle verstehen, auf die Kombination von Text und Bild verzichtet werden.

Spatial Contiguity Principle

Mayer (2009, S. 135) meint, dass es darauf ankommt, in welchem Abstand der Text und das Bild präsentiert werden. Er bezeichnet diesen Effekt unter „Spatial Contiguity Principle.

In den Abbildung 6A und Abbildung 6B wird das Prinzip verdeutlicht. Abbildung 6A zeigt einen Text und ein Bild, welche weit voneinander entfernt (separat) sind und das Arbeitsgedächtnis des Lernenden unnötig überlasten. Hier muss der Lernende mehrere kognitive Prozesse anwenden um die Grafik zu verstehen. Wird der Text allerdings nahe an der Grafik präsentiert, wie in Abbildung 6B, so werden weniger kognitiven Prozesse für das Verständnis verschwendet und der Lernende weist einen besseren und schnelleren Lernerfolg auf.

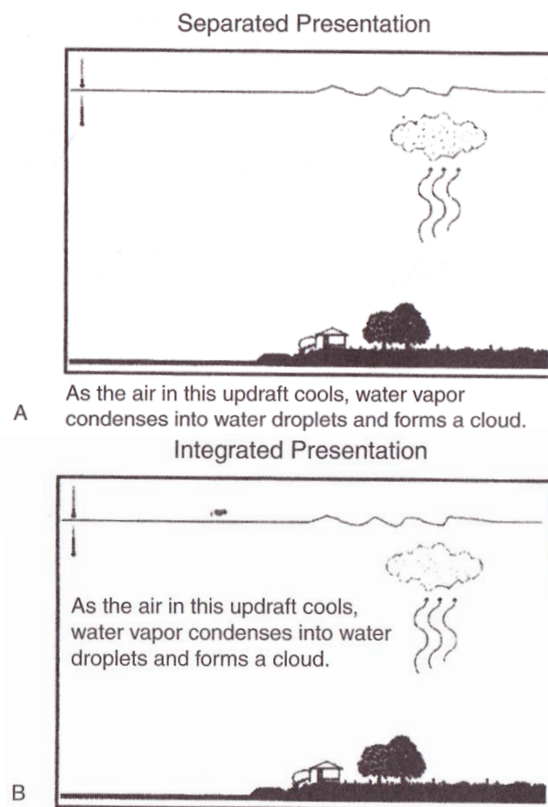


Abbildung 6: Beispiel für eine separate und integrierte Multimedia Präsentation (vgl. Mayer, 2009, S. 140)

Multimediaeffekt für Erstellung der Lernobjekte

Eine wesentliche Grundlage für das Lernen mit Multimedia bildet das Multimediaprinzip. Das Multimediaprinzip (vgl. Mayer, 2001, zit.n. Fletcher et al., 2005, S. 117) besagt, dass der Lernprozess erleichtert wird, wenn Bilder zu den Wörtern hinzugefügt werden. Die Beifügung von Grafiken und Bildern ist vor allem für jene Studierende, welche ein beschränktes Vorwissen in dem Bereich, welchen sie lernen, besitzen (vgl. Tobias, 1976, 1982, 1989; zitiert nach Fletcher et al., 2005, S.118). Genauer schreibt Fletcher (2005, S. 118) dass die Lernenden bei der alleinigen Darbietung von Wörtern, ein auf ihrem Wissen basierendes eigenes mentales Bild erstellen. Besitzt der Leser allerdings ein geringes

Vorwissen, so kommt es zu einer kognitiven Überbelastung seines Arbeitsgedächtnisses und somit zu einer Verminderung seines Lernprozesses. Lernende, welche schon ein Vorwissen besitzen, sogenannte Experten, können durch das Darbieten von Wörtern mentale Bilder erstellen, ohne dass es zu einer Überbelastung ihres Arbeitsgedächtnisses kommt, und sie in ihrer Lernleistung eingeschränkt werden. Das Einsetzen vom Multimedialprinzip käme somit Lernenden mit geringem Vorwissen zugute. (vgl. Fletcher, 2005, S. 118f)

4.3 Berücksichtigung der Prinzipien für die Lernobjekte

Die zuvor genannten Prinzipien wurden für die Erstellung der Lernobjekte berücksichtigt. Eine vollständige Berücksichtigung aller Prinzipien in allen Lernobjekten war aufgrund der Komplexität der Lehrinhalte nicht möglich. In den folgenden Absätzen werden die hier verwendeten Prinzipien mit Beispielen erklärt.

Nach der Cognitiven Lerntheorie ist es von besonderer Bedeutung die Lernenden im Arbeitsgedächtnis nicht überzubelasten. Dabei wurde auf die Dauer der Fragestellung (max. 3 min) und des Antwortvideos (max. 5min) geachtet. Weiters ist von Wichtigkeit, die Messmethoden so einfach wie möglich in dieser kurzen Zeit darzustellen. Informationen wie z.B.: Bedienung eines Computerprogramms bei der Messung, Kalibrierung der Messplatte,... wurden, um eine Überbelastung zu vermeiden, weggelassen. Die Videos beinhalten alle für eine Messung relevanten Aspekte, wobei schwer verstehbare Aspekte, welche den zeitlichen Rahmen des Videos überschreiten würden, nicht miteinbezogen wurden.

Um die Motivation der Lernenden zu gewinnen wurde ein Lernobjekt in eine Aufgabenstellung und eine Antwort eingeteilt. Dabei wurde auf eine Variation der Fragestellungen im Hinblick auf die Messmethoden geachtet. Um die Erfolgszuversicht der Lernenden zu steigern wurden die Aufgabenstellungen so gewählt, dass sie für die SchülerInnen einfach zu beantworten sind. Die Schwierigkeit wird im Zusatzmaterial gesteigert. Die SchülerInnen können immer wieder selbst wählen, welches Kapitel sie bearbeiten wollen. Darauf aufbauend wird im Hinblick auf die Relevanz des Lernstoffes immer wieder die Verknüpfung zur biomechanischen Praxis hergestellt. Ein Beispiel dafür wären die Praxisvideos beim Lernblock „Motion Capture“ (Abschnitt 6.2).

Bezüglich des Expertise Reversal Effekts wird davon ausgegangen, dass die Lernenden wenig Vorwissen im Bereich der biomechanischen Messmethoden aufweisen.

Um das Spatial Contiguity Prinzip einzuhalten wurde in allen Lernobjekten eine Infobox verwendet. Diese Infobox dient dazu, zusammengehörende Informationen (wie Bild und Text) zeitgleich zu präsentieren. Dadurch wird eine Teilung der Aufmerksamkeit der Lernenden vermieden (Abbildung 7)



Abbildung 7: Screenshot der Infobox.

Der Redundancy Effects wird unter Abschnitt 5.5 genauer beschrieben. Dabei stand zur Diskussion, ob eine sprachliche Begleitung für diese Lernobjekte sinnvoll wäre.

Beim Split Attention Effekt geht es darum, zusammengehörende Information zeitgleich zu präsentieren. Dieser Effekt wurde vor allem bei Computerbildschirmaufzeichnungen verwendet. Um Messdaten, welche der Computer aufzeichnet, zu verstehen, ist es nach diesem Prinzip besser, die gemessene Bewegung zeitgleich zu zeigen. Dabei werden die Messdaten zeitgleich mit der gemessenen Bewegung präsentiert. Die zeitgleiche Darstellung von Messdaten und aufgezeichneter Bewegung erleichtert den Lernenden das Verständnis der Inhalte. Deshalb kam es in den meisten Videos zur Anwendung von Split-Screens (Abbildung 8).

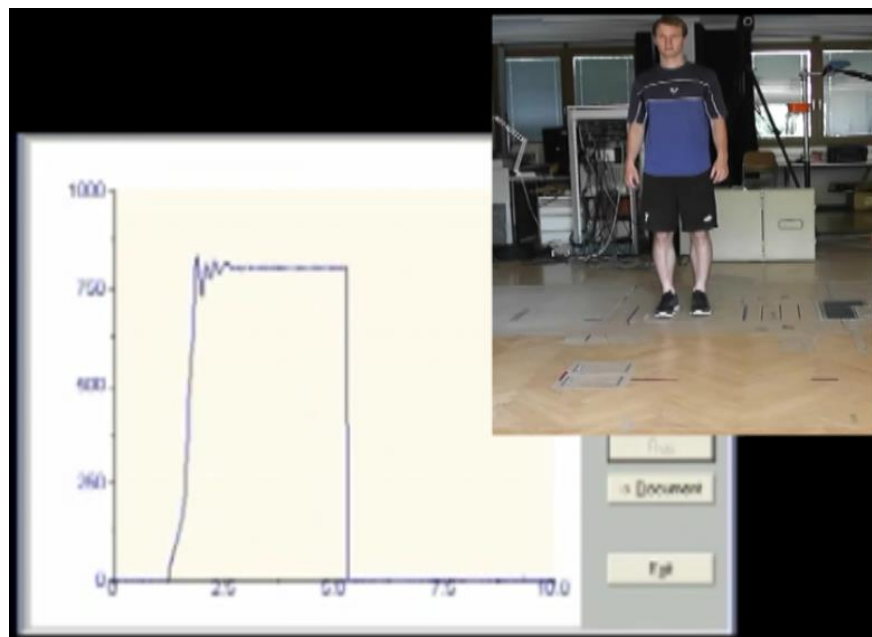


Abbildung 8: Split-Screen bei Kraftmessplatten-Messung

5 Multimediale Aufbereitung der biomechanischen Messmethoden

Hauptziel bei der Erstellung der Lernobjekte ist die leicht verständliche Darstellung der komplexen biomechanischen Messmethoden für die Sekundarstufe 2. Es soll den Lernenden leicht möglich sein, das Prinzip und die Wichtigkeit der biomechanischen Messmethoden zu verstehen, und zu einer Erweiterung des Lernhorizonts führen. Es sollen insgesamt 7 Lernblöcke multimedial aufbereitet werden, die biomechanischen Methoden Dynamometrie, Kinemetrie, Anthropometrie und Elektromyographie beinhalten. Jeder Lernblock gliedert sich in zwei Videos nämlich eine Aufgabenstellung und ein Lösungsvideo. Anschließend haben die Lernenden die Möglichkeit das Zusatzmaterial abzurufen.

5.1 Aufgabenstellung und Lösung

Jeder in diesem Kapitel dargestellte biomechanische Messmethode besteht aus zwei Videos, einer Aufgabenstellung und einer Lösung. Zwei Videos deshalb, da nach Tulodziecki (1996, S. 108ff; zit.n. Tulodziecki, 2002, S. 90) der Unterricht für die Lernenden bedeutsamer ist, wenn er von einer Aufgabe ausgeht. Diese Aufgaben können Probleme, Entscheidungsfälle, Gestaltungs- und Beurteilungsaufgaben sein.

Nach Meschenmoser (2002, S. 119) müssen Medien umfangreiche Aktivitäten der Lernenden unterstützen und ein breites Angebot an Interaktionsformen zur Verfügung stellen. Weiters ist es dabei wichtig, dass die Bearbeitung eines Problems in der Verantwortung der Lernenden belassen wird, d.h. möglichst wenig inhaltliche Instruktionen im Sinne von „Belehrungen“ vorgenommen werden.

Damit bei den insgesamt 7 Aufgabenstellungen nicht immer monoton nach der Messmethode gefragt wird, beziehen sich die Fragestellungen auf eine Einführung in das Themengebiet und gleichzeitig eine Frage aus der biomechanischen Praxis. Die anschließende Lösung soll die zuvor gestellte Frage beantworten und gleichzeitig oder anschließend die biomechanische Messmethode darstellen.

5.2 Zusatzmaterial

Weiters gibt es für jede biomechanische Messmethode unterschiedliches Zusatzmaterial, welches für das bessere Verständnis der Messmethoden dienen soll. Dieses kann sich auf die Aufgabenstellung oder das Lösungsvideo beziehen. Es ergänzt die Videos in Form von PP-Präsentationen, Videos, weiteren Aufgabenstellungen und Inhalten, welche im

Video aufgrund der zeitlichen Begrenzung nicht verwendet wurden. Weitere Problemstellung deshalb, weil nach Tulodziecki (1996, S. 118ff; zit.n. Tulodziecki, 2002, S. 90) der Unterricht darauf fokussiert sein soll, vorhandene Kenntnisse und Fertigkeiten zu einem Themengebiet zu aktivieren und - von dort ausgehend - eine Korrektur, Erweiterung, Ausdifferenzierung oder Integration von Kenntnissen und Vorstellungen zu erreichen. Weiters schreibt Tulodziecki (1996; S. 108ff; zit.n. Tulodziecki, 2002, S. 90), dass der Unterricht eine aktive und kooperative Auseinandersetzung der Lernenden mit einer Aufgabe ermöglichen soll, indem - auf der Basis geeigneter Informationen - selbstständig Lösungswege entwickelt und erprobt werden. Die Lernenden können selbst feststellen ob die im Video präsentierten Inhalte verstanden wurden, oder ob noch eine weitere Auseinandersetzung mit den Videos erforderlich ist.

5.3 Empfehlung für Gestaltung von Videos

Anknüpfend an die Modelle des multimedialen Lernens werden nun die daraus folgenden Gestaltungsprinzipien genauer beschrieben. Diese Prinzipien wurden für die Erstellung der Lernobjekte herangezogen.

Beim Prinzip der zeitlichen Kontinuität sollen Texte zeitgleich mit der entsprechenden Animation präsentiert werden. Dies bietet den Vorteil, dass die Inhalte zeitgleich im Arbeitsgedächtnis sind und besser verarbeitet werden können (vgl. Kapitel 4.2.5). (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 268)

Wie bereits unter Abschnitt 4.3.4 erwähnt kann der Redundanzeffekt einen negativen Effekt auf den Lernerfolg haben. Hierbei soll bei der Verwendung eines geschriebenen Textes auf die gleichzeitige gesprochene Erläuterung verzichtet werden.

Beim Personalisierungsprinzip geht es darum, einen personalisierten Stil zu verwenden. Dies bedeutet, dass der Lernerfolg größer ist wenn die Lernenden in der zweiten Person angesprochen werden, als wenn die Information im sachlichen Stil präsentiert wird Mayer, (2005c, zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 268). Ergebnisse aus der Diskursforschung zeigen nämlich, dass sich Lernende mehr anstrengen das Lernmaterial zu verstehen, wenn sie im Dialog mit einem Partner stehen (vgl. Clark & Mayer, 2002, zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 268). Die Änderung des Textes von „Diese Video zeigt nun...“ zu „In diesem Video sehen Sie nun...“ hat somit bessere Auswirkungen auf den Lernerfolg. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 269)

Eine zu schnelle Abfolge von Informationen, die in einem Video präsentiert werden, kann die Lernenden kognitiv überbelasten. In diesem Fall ist es von Vorteil, die Informationen in

mehrere Teile zu zerlegen, damit der Lernende die Kontrolle über den Ablauf erhält. Wichtige Informationen können dabei durch verbale Hinweise oder grafische Mittel hervorgehoben werden. (vgl. Betrancourt, 2005; Mayer 2005b; zit.n. Niegemann et al., 2008, S. 269)

5.4 Präsentieren des Textes

Die Präsentation eines Textes in einem Lernvideo kann in visueller oder auditiven Form erfolgen. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit an Computerlautsprechern in Schulen fiel die Entscheidung auf die visuelle Präsentation des Textes. Ein zusätzlicher Vermeidungsgrund war die Bearbeitung der Lernobjekte mit auditiven Material. Denn bei einer auditiven Begleitung eines Videos, müssen Textlänge, Inhalt, Sprachgeschwindigkeit, Betonung und Lautstärke zeitgleich übereinstimmen.

Nach Paechter (1996; zit.n. Weidenmann, 2001, S. 424) zeigt sich der Unterschied von gelesenen oder gehörtem Text in der Lernzeit. Da Lernende welche auditives Material dargeboten bekommen die Textteile häufiger wiederholen, fällt ihre Lernzeit länger aus als die der lesenden Gruppe.

Um die Texte lernfreundlich zu gestalten wurde auf die Verständlichkeit geachtet. Dabei kam das Hamburger Verständlichkeitskonzept nach Langer, Schulz v. Thun & R. Tausch (1981; zit.n. Weidenmann, 2001, S. 437) zum Einsatz. Demnach ist die Verständlichkeit eines Textes von den Ausprägungen folgender Faktoren abhängig:

- Einfachheit (Wortwahl, Satzbau usw.)
- Gliederung, Ordnung (Überschriften, Abschnitte, usw.)
- Kürze, Prägnanz (Knappheit, Dichte)
- Anregung (direkte Rede, Beispiele, Humor, Spannung)

5.5 Begründung für die Vermeidung von sprachlicher Begleitung

Aufgrund der Schwierigkeit der Erstellung einer sprachlichen Begleitung bei Videos wurde bei den Lernobjekten ausschließlich ein geschriebener Text verwendet. Nach Schulmeister (1997, S.31) kann der Ton in Multimedia auf die Oberflächenschicht begrenzt bleiben, keine semantische Funktion haben und trotzdem relevant für die Akzeptanz der Anwendung sein. Für Effektivität von Sprechtexten liegen bisher nur sehr wenige empirische Studien vor.

Chadwick, (1992; zit.n. Schulmeister, 1997, S. 31) zeigte in einem Experiment, in einem Museum, dass die Besucheranzahl eines Multimedia-Systems rapide sank, wenn der Audio Ausgang des Multimedia-System abgekoppelt wird. Danach vermutete man, dass diese Wirkung nicht eintrete, wenn Text und Ton redundant wären. Barron und Atkins (1994; zit.n. Schulmeister, 1997, S. 31) stellten fest, dass die Doppelung von Information von zwei Medien (Multiple Medien, z.B.: ein lesbarer Text, wird gleichzeitig auditiv wiedergegeben) keinen Einfluss auf den Lernerfolg hat. Multiple Medien haben dadurch keine besondere Wirkung auf den Lernenden.

Die Studie von Barron und Kysilka (1993, zit. n. Niegemann et al. 2008, S. 199) liefert einen weiteren Hinweis für die Verwendung von sprachlicher Begleitung. Bei dieser Studie wurde der Einfluss von Audio auf die Lernleistung und Bearbeitungszeit untersucht. Der Gegenstand war eine CD-Rom mit dem Thema „CD-ROM Technologie“, welches von der Komplexität, dem der biomechanischen Messmethoden ähnlich kommt. Bei dieser Studie wurden 60 Personen zufällig drei Bedingungen zugeteilt: Bei der ersten Bedingung bekamen die Probanden den Text nur visuell präsentiert. Bei der zweiten Bedingung wurde den Probanden der Text visuell präsentiert und auditiv als Sprachtext vorgelesen. In der dritten Bedingung wurde Ihnen der Text auch visuell präsentierte, allerdings wurde die sprachlich/auditive Präsentation nur in Stichpunkten zusammengefasst. Das Wissen nahm in allen drei Bedingungen zu (Vorher-Nachher-Vergleich). Allerdings unterschieden sich die drei Gruppen nicht signifikant voneinander. In der Bearbeitungszeit zeigte sich ein signifikanter Unterschied. Die Bearbeitungszeit der Gruppe „nur Text“ war um ein paar Sekunden schneller als die Gruppe „Text und Sprechtext“. (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 199)

Hier zeigt sich, dass das Hinzufügen einer sprachlichen Begleitung keinen förderlichen Effekt für die Lernenden aufweist. Deshalb wurde auch in den Videos auf ein Vorlesen des Textes verzichtet.

5.6 Vorgehensweise beim Erstellen der Videos

Das Erstellen der Videos resultierte nach folgendem Ablauf:

Zuerst wurde ein Brainstorming durchgeführt. Dabei wurden Schlagworte aufgeschrieben, welche mit dieser biomechanischen Messmethode in Verbindung gebracht werden. Anschließend erfolgte eine ausführliche Internet- und Literaturrecherche welche auch die Mitschriften und Skripten aus den biomechanischen Vorlesungen beinhaltete. Weiters wurden die Ressourcen auf der Universität geprüft. Waren hier die Messinstrument für eine genaue Darstellung vorhanden, so folgte eine Einschulung durch einen Lehrbeauf-

tragten an der Universität. Gab es auf der Universität keine Möglichkeit um die Messmethode zu filmen, so wurden bestehende Videos aus dem Internet herangezogen.

Darauf aufbauend wurde ein Konzept erstellt. Das Ziel bei der Erstellung war die einfache Darstellung der biomechanischen Messmethode in relativ kurzer Zeit. Dieser Abschnitt stellte den wichtigsten dar, denn die Videos sollten den gesamten Messverlauf darstellen und eine Dauer von maximal fünf Minuten nicht überschreiten. Im Anschluss wurden die gesammelten Ideen in eine Aufgabenstellung und eine Lösung gesplittet. Inhalte, welche in der Aufgabenstellung oder Lösung überflüssig wurden, kamen in das Zusatzmaterial.

Abschließend erfolgte die Verfilmung und der Schnitt der Videos. Für den Schnitt gab es im Rahmen des Projektes eine detaillierte Vorlage bezüglich, Intro, Outro, Schriftart, Schriftgrößen, Infoboxen, Anzeigezeiten,... Diese Vorlage ermöglicht eine Einheitlichkeit der Videos innerhalb des Projektes.

Die erstellten Videos wurden mit dem Projektleiter besprochen und bei Bedarf geändert oder überarbeitet.

5.7 Eingesetzte Software

Adobe Premiere Pro

Ein Videoschnittprogramm, welches das Zusammenfügen von den einzelnen Videos mit Bildern Texten und Tönen ermöglicht. Nachdem das Video im Programm fertig geschnitten war, folgte ein Export des Videos nach den vorgegebenen Kriterien des Projektes im FLV Format.

Microsoft Word

Für die Erstellung von Zusatzmaterialien wurde das Textverarbeitungsprogramm Windows Microsoft Word 2007 verwendet. Es beinhaltet umfangreiche Funktionen für die Erstellung von diversen Arbeitsblättern. Ein fertiges Arbeitsblatt wurde im Pdf-Format gespeichert.

Microsoft Power Point

Die Präsentations- und Foliensoftware Microsoft Power Point 2007 wurde für ergänzende Erklärungen für die Lernenden verwendet. Sie dienen für eine verständliche Erklärung der Lehrinhalte und können vor einer gesamten Klasse, in einer Gruppe oder einzeln betrach-

tet werden. Die Abspeicherung der Powerpoint Inhalte erfolgte im Power-Point-Bildschirmpräsentation Format.

6 Beschreibung der Lernmodule

Die folgenden Kapitel beinhalten die Beschreibung von 7 Lernobjekten. Jedes dieser Lernobjekte stellt eine biomechanische Messmethode dar. Für folgende Messmethoden wurden Lernobjekte erstellt: Elektromyographie, Motion Capture, Kraftmessplatte, Kraftmessfolie, 2D-Bewegungsanalyse, Ksp-Bestimmung und Körperfettvermessung.

6.1 Elektromyographie

Fragestellung

Die Dauer des Videos beträgt 1:53 min. Bei dieser Aufgabenstellung sollen die Schüler/innen feststellen wann bei einer Laufbewegung der vordere Oberschenkelmuskel angespannt wird. Um zu diesem Thema hinzuführen werden nach einer Einleitung(Intro), die Muskeln und insbesondere, der vordere Oberschenkelmuskel genauer betrachtet. In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind zwei der insgesamt fünf Folien dargestellt.

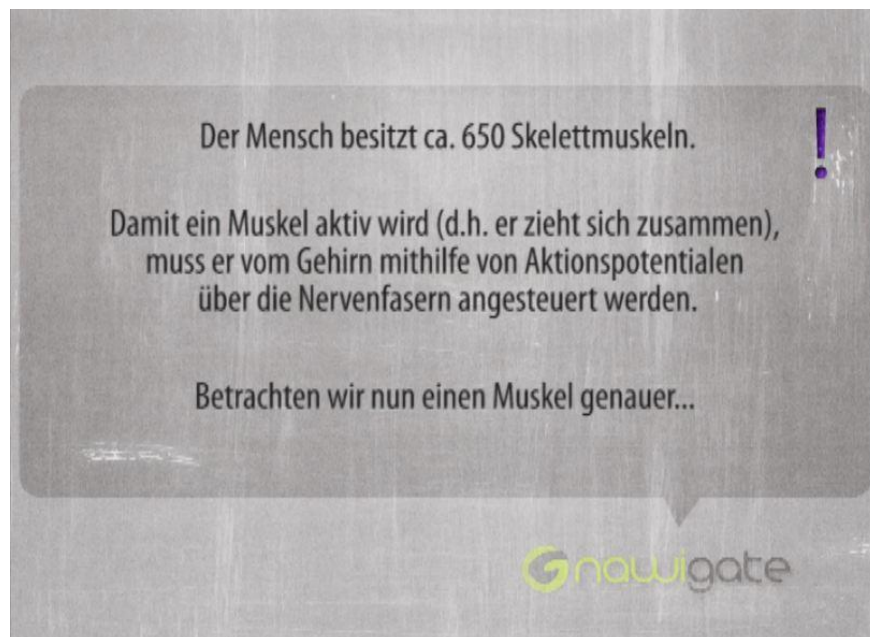


Abbildung 9: Screenshot einer einleitenden Textfolie (EMG)

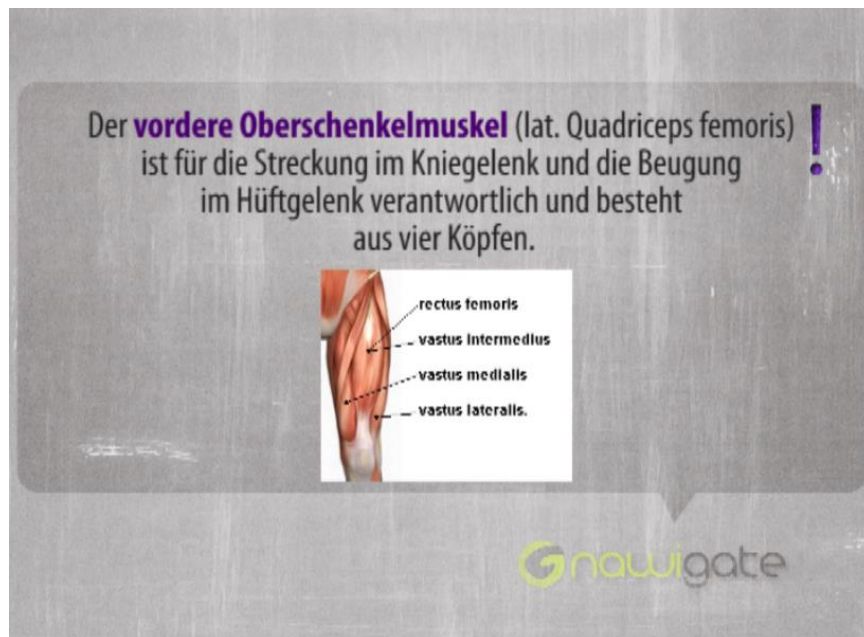


Abbildung 10: Screenshot einer einleitenden Textfolie (EMG)

Im Anschluss an die Einführung wird den Lernenden eine Videosequenz eines Sprints gezeigt. Die Lernenden sollen bei diesem Sprint feststellen, wann der vordere Oberschenkelmuskel angespannt wird. Die Darstellung des Sprints erfolgt in unterschiedlichen Perspektiven und Geschwindigkeiten. (Abbildung 11 und Abbildung 12)



Abbildung 11: Screenshot des Sprintvideos (EMG)



Abbildung 12: Screenshot der abschließenden Fragefolie (EMG)

Danach folgt ein Outro und die Aufgabenstellung ist beendet.

Lösung

Die Dauer des Lösungsvideos beträgt 4:41 min, wobei in diesem Video die Antwort und die Messmethode dargestellt werden.

Das Lösungsvideo beginnt sofort mit der Beantwortung der Fragestellung. Dabei wird die gleiche Videosequenz wie in der Aufgabenstellung verwendet und die Phase, wann der vordere rechte Oberschenkel aktiv ist eingezeichnet (Abbildung 13).



Abbildung 13: Screenshot des Lösungsvideos (EMG)

Danach folgt der Übergang von der Lösung zur Messmethode. Dieser Übergang ereignet sich mit einer Fragefolie und einer Antwortfolie (Abbildung 14 und Abbildung 15).



Abbildung 14: Screenshot der Fragefolie (EMG)



Abbildung 15: Screenshot der Antwortfolie (EMG)

Nun folgt die Darstellung der Messmethode. Hier wurde aufgrund der einfacheren Darstellung der *Musculus biceps brachii* gemessen. Darstellungen von mehreren Muskeln, oder von allen Muskeln beim Laufen wurden, aufgrund der kurzen Videozeit, nicht zur Erklärung der Messmethode verfilmt. Der Videoabschnitt der Messmethode beginnt mit der Vorbereitung der Haut für die Elektrode (Abbildung 16). Anschließend wird die Elektrode geklebt, die Funktion der Elektrode erklärt und über einen WLAN-Computer eine Verbindung zum Laptop hergestellt.

Die Aktivierung des *Musculus biceps brachii*, erfolgt mit einer Beugebewegung des Ellbogens. Die Aufzeichnungen der Messung werden mithilfe eines Splitscreens in der Videosequenz dargestellt. Die Ausschläge des Messdiagramms laufen synchron mit den Beugebewegungen ab (Abbildung 17). Der Splitscreen findet aufgrund des Split Attention Effects seine Anwendung. Demnach soll bei der Gestaltung und Anordnung des visuellen Materials, innerhalb der multimedialen Lehreinheit, darauf geachtet werden, dass für das Verständnis notwendige Wissensinhalte nah beieinander platziert werden. (vgl. Abschnitt 4.3.4). Für das Arbeitsgedächtnis des Lernenden zeigt es sich ressourcenschonender, wenn zusammengehörige Informationen auch gemeinsam präsentiert werden (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 47).

Um zu sehen, wie stark und wie lange ein Muskel aktiv ist, wird die Beugebewegung des Ellbogens mit einer Hantel mit einem Gewicht von 8 kg durchgeführt (Abbildung 18).



Abbildung 16: Screenshot der Hautvorbereitung (EMG)

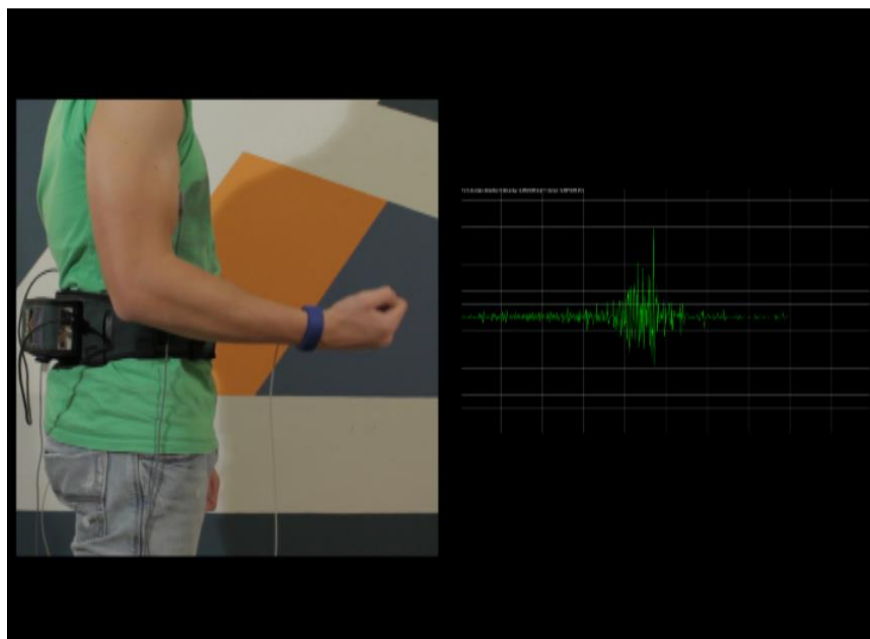


Abbildung 17: Screenshot der Bewegungsausführung + Messung (EMG)



Abbildung 18: Screenshot der Bewegungsausführung mit einem Gewicht + Messung

Das Video endet mit einer Abschlussfolie und einer Ausleitung (Outro). Die Einsatzmöglichkeiten dieses Videos im Sportkundeunterricht sind sehr umfangreich. Sie können in Verbindung mit Laufphasen, Muskelansteuerung, intermuskuläre Koordination,... im Unterricht gezeigt werden.

Zusatzmaterial

Das Zusatzmaterial besteht aus einer Power-Point-Präsentation und einem Video, welches die EMG Messung in einer Klinik darstellt. Es gilt als Ergänzung für die EMG Messung und soll übliche Fragen, welche bei der Präsentation dieser Videos entstehen, beantworten. Die Beantwortung der Fragen erfolgte mithilfe der EMG Fibel (vgl. Konrad, 2005). Die PP-Präsentation beinhaltet folgende Themen:

- Unterschiedliche EMG Messmethoden (Oberflächen-, Nadel- und Dünndraht EMG) + Beschreibung
- Stärke der EMG Signale
- Zusammenhang von EMG Signal und Muskelkraft
- Sichtbarkeit der Ermüdung im EMG
- Einsatzgebiete des EMG
- Vorteile des EMG's
- Fehler beim Messen
- Muskelkarten zum Anbringen von den Elektroden

Das Zusatzvideo wurde von einer Funkelektroden-Herstellungsfirma herangezogen. Es beinhaltet den Einsatz des EMG's in einer Klinik, bei dem mehrere Muskeln gemessen werden. Hier wird ein EMG mit kabellosen Elektroden (Wlan-Elektroden) verwendet. (Quelle: <http://www.kine.is/Video/>)

6.2 Motion Capture

Aufgabenstellung

Die Dauer der Fragestellung beträgt 1:10 min. Die Fragestellung soll an das Thema herañführen indem die Lernenden feststellen sollen ,um welche Bewegung es sich bei einer bewegendenden „Punktewolke“ handelt.

Zu Beginn des Videos wird nach dem Intro die Frage gestellt, ob sich die Lernenden schon einmal Gedanken über eine 3D-Bewegungsanalyse gemacht haben (Abbildung 19). Im Anschluss wird ihnen eine Aufzeichnung einer Motion Capture Aufnahme gezeigt. Das Video zeigt einen Probanden, welcher anhand des Plug-In-Gait-Modells mit Markern am gesamten Körper beklebt wurde, bei einem Moonwalk. Die Lernenden sehen anschließend die Bewegung der Marker auf einer Ebene (Abbildung 20).

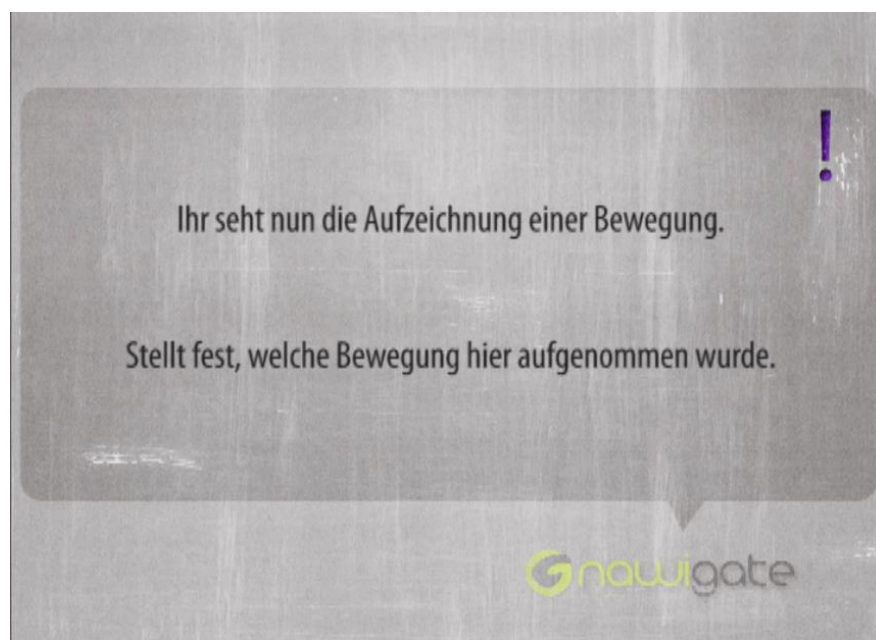


Abbildung 19: Screenshot der Einführungsfolie (Motion Capture)

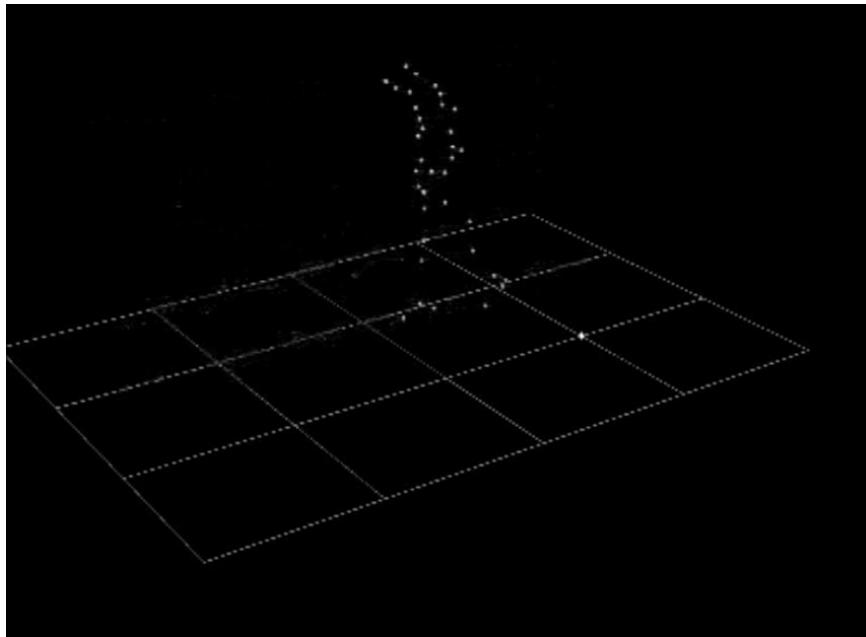


Abbildung 20: Screenshot der Programmaufzeichnung des Moonwalks (Motion Capture)

Anschließend folgt die Fragestellung. Die Lernenden sollen feststellen, um welche Bewegung es sich handelt und welche Verwendung diese Punktwolke in der Biomechanik findet (Abbildung 21).

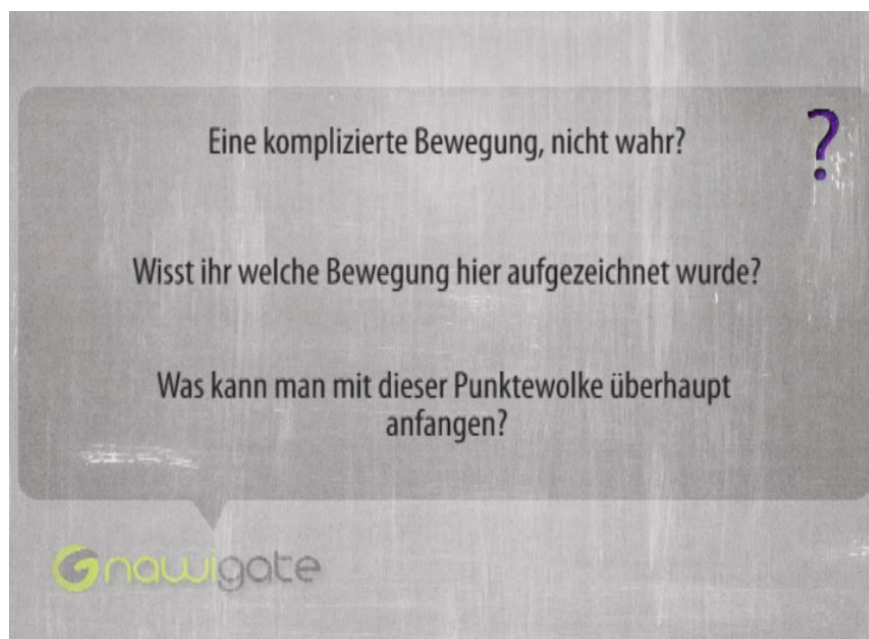


Abbildung 21: Screenshot der Fragestellung (Motion Capture)

Lösung

Die Dauer der Lösung beträgt 5:31 min. Dieses Video konnte aufgrund des umfassenden Inhaltes nicht unter 5min gekürzt werden. Es beinhaltet die Antwort auf die Frage und die

Darstellung der Messmethode. In diesem Video ist bei der Darstellung der Messmethode auf die Kalibrierung der Kameras verzichtet worden. Weil sich die Kalibrierung im Zusatzmaterial befindet (vgl. Abschnitt 6.2 Zusatzmaterial).

Das Video beginnt mit der Auflösung der Antwort. Dabei wird die Videoaufzeichnung des Probanden beim Moonwalk gezeigt (Abbildung 22).



Abbildung 22: Screenshot der Videoaufzeichnung des Moonwalks (Motion Capture)

Danach folgt der Übergang von der Beantwortung der Frage auf die Darstellung der Messmethode. Die folgende Abbildung 23 zeigt die Übergangsfolie.

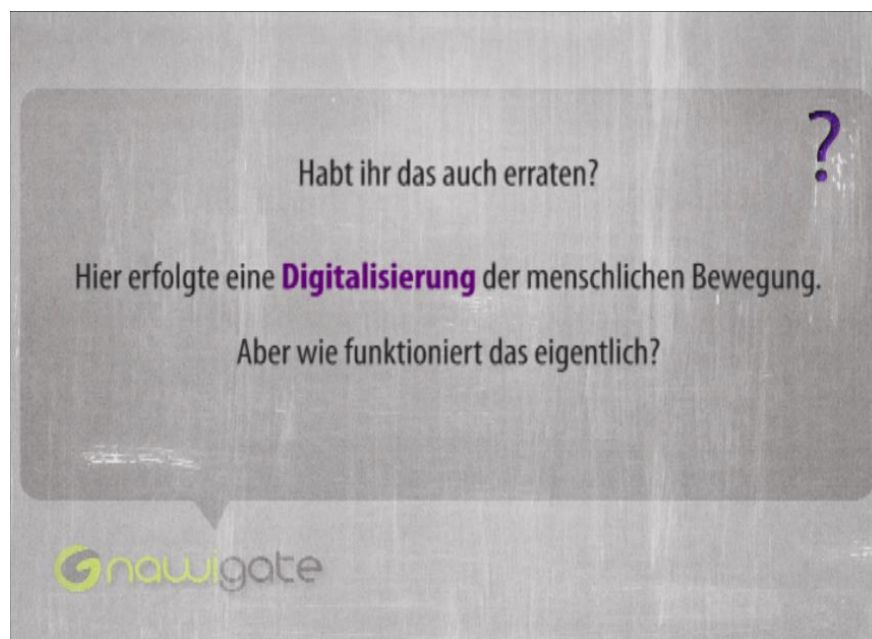


Abbildung 23: Screenshot vom Antwort-Messmethode Übergang (Motion Capture)

Die Messmethode beginnt mit dem Kleben der Marker nach dem „Plug in Gait“ Modell. Dieser Prozess dauert, relativ zum Video, sehr lange. Um den Lernenden Langeweile zu ersparen, wird das Kleben der Marker im Video mit der dreifachen Geschwindigkeit abgespielt. Die folgende Abbildung 24 zeigt einen Screenshot vom Markerkleben.



Abbildung 24: Screenshot vom Marker kleben (Motion Capture)

Beim Motion Capture wird im nächsten Schritt die Kalibrierung der Infrarotkameras durchgeführt. Im Video folgt ein Hinweis auf die Kalibrierung und ein Verweis auf das Zusatzmaterial (Abbildung 25).

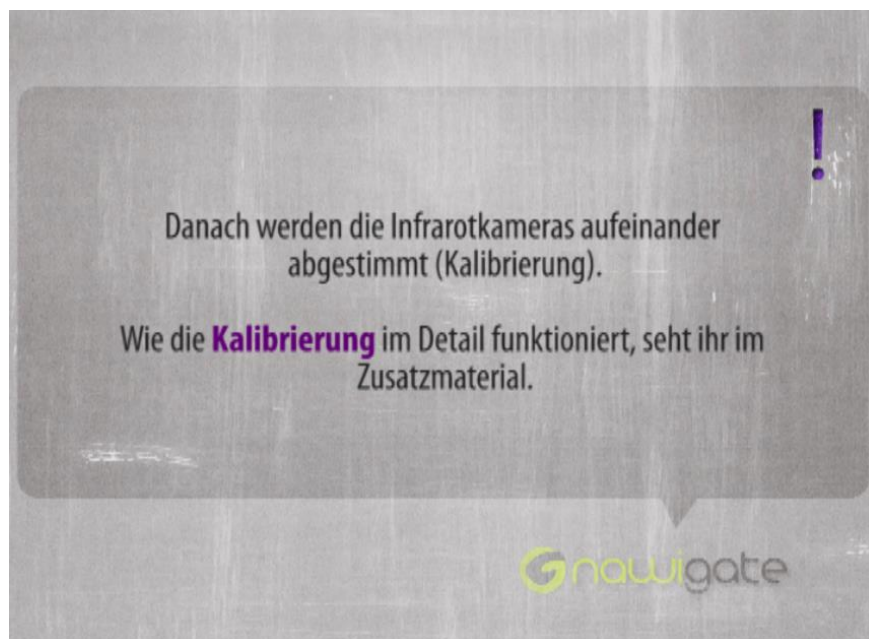


Abbildung 25: Screenshot der Kalibrierung (Motion Capture)

Folgend wird die Aufzeichnung der Bewegung (normales Gehen) dargestellt. Die Darstellung erfolgt mittels Splitscreen welche die Aufnahme der Videokamera und die Aufnahme des Computerprogrammes beinhaltet. Beide Aufzeichnungen werden synchron, einmal mit normaler Geschwindigkeit und einmal in Zeitlupe abgespielt (Abbildung 26). Anschließend wird der Moonwalk im gleichen Schema gezeigt (Abbildung 27).

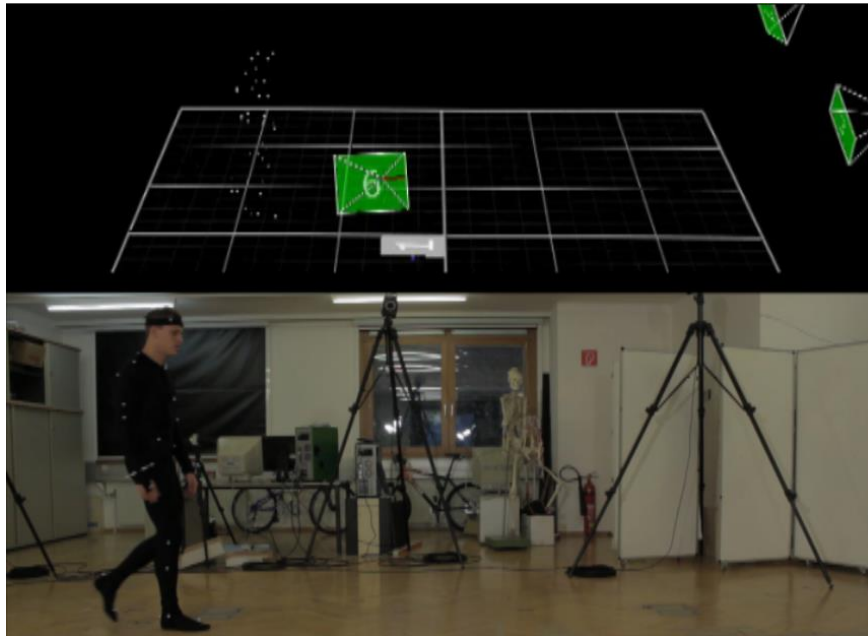


Abbildung 26: Screenshot des Splitscreens beim normalen Gehen (Motion Capture)

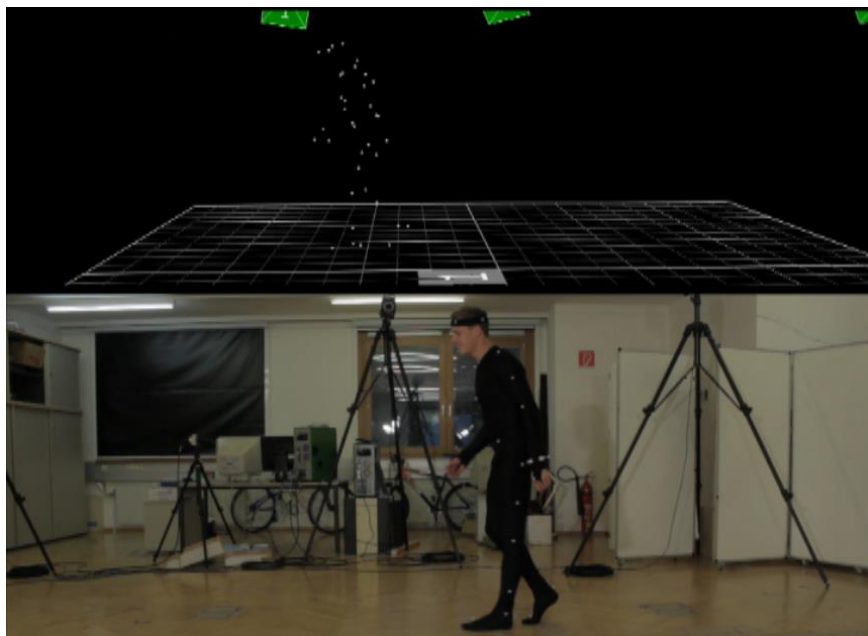


Abbildung 27: Screenshot des Splitscreens beim Moonwalk (Motion Capture)

Am Ende wird den Lernenden gezeigt, welche Anwendung die Bewegung der einzelnen Marker in der Biomechanik findet. Ihnen wird erklärt, dass mithilfe vom Computerprogramm die Gelenkszentren berechnet werden, und damit ein digitales Modell geschaffen wird, welches die menschliche Bewegung zeigt (Abbildung 28).

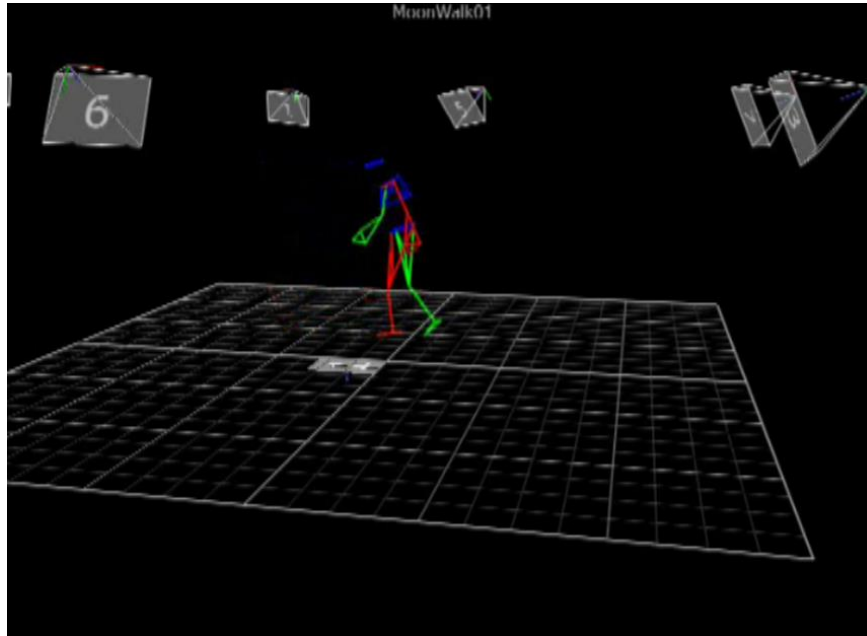


Abbildung 28: Screenshot der berechneten Gelenkszentren (Motion Capture)

Abschließend folgt eine zusammenfassende Folie und das Outro des Lösungsvideos (Abbildung 29).

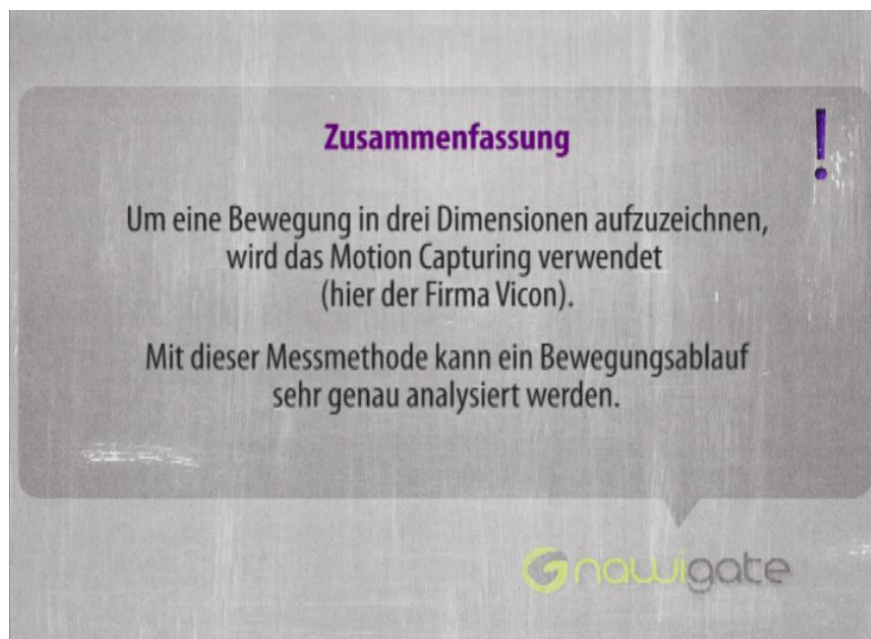


Abbildung 29: Screenshot der zusammenfassenden Folie (Motion Capture)

Zusatzmaterial

Das Zusatzmaterial beim Motion Capture beinhaltet eine Powerpointpräsentation und zwei Videos.

Powerpointpräsentation

Die Powerpoint Folien dienen der Wissenserweiterung für die Lernenden von Motion Capture. Dabei werden Fragen welche in Zusammenhang mit dem Video auftreten könnten beantwortet. Die Themen die in der PPP bearbeitet werden sind:

- Motion Capture Erklärung
- Formen des Motion Capture + Beschreibung der unterschiedlichen Formen
- Anzahl der verwendeten Kameras
- Anzahl der Marker
- Weitere Verwendungszwecke
- Einsatzmöglichkeiten

Video 1

Die Dauer des Videos beträgt 3:51 min. In diesem Video geht es ausschließlich um die Kalibrierung der 8 Infrarotkameras zueinander.

Das Video beginnt mit der Erklärung und der Anwendung des Kalibrierstabs. Dabei wird ein Stab, auf dem sich Marker in einem genau definierten Abstand befinden, vor den Infrarotkameras umher bewegt. Die Kameras können aufgrund der genau abgemessenen Markerabstände ihre Position im Raum berechnen. Die Darstellung erfolgt zuerst mit der Videoaufzeichnung des Studenten, welcher den Kalibrierstab durch den Raum bewegt (Abbildung 30) und danach im Motion Capture Computerprogramm (Abbildung 31).



Abbildung 30: Screenshot der Kalibrierung mit dem Kalibrierstab (Motion Capture)

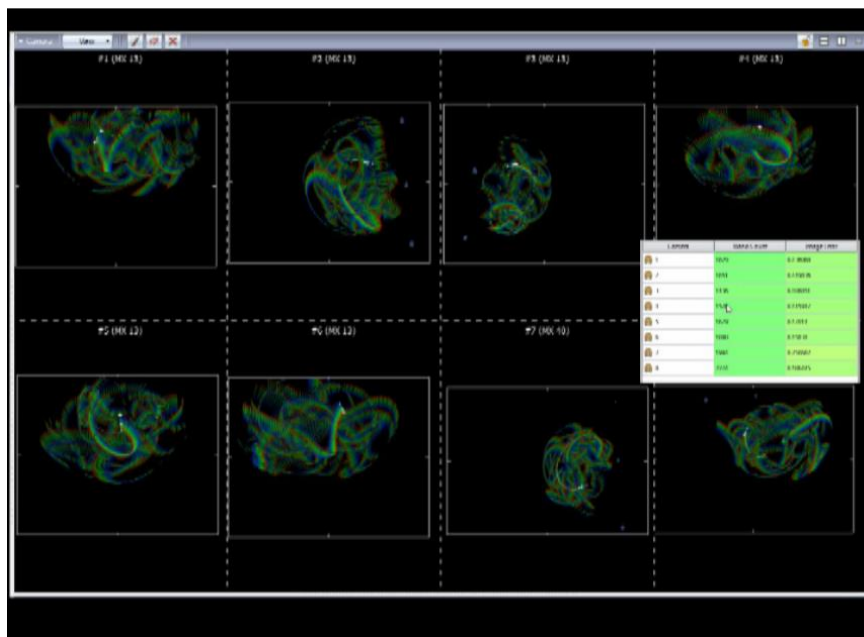


Abbildung 31: Screenshot der Kalibrierstabbewegung im Computerprogramm (Motion Capture)

Für die Digitalisierung der Ebene im Raum findet das Kalibrierdreieck Anwendung. Auf diesem Dreieck sind die Markerabstände genau definiert. Dieses Dreieck wird von einem Probanden auf den Boden gelegt und mithilfe einer eingebauten Wasserwaage ausgerichtet (Abbildung 32). Danach legen die 8 Infrarotkameras die Ebene im Raum fest (Abbildung 33).



Abbildung 32: Screenshot der Koordinatenausrichtung mit dem Kalibrierdreieck (Motion Capture)



Abbildung 33: Screenshot der Darstellung des Kalibrierdreiecks im Computerprogramm (Motion Capture)

Abschließend werden die Kameras im Programm ausgerichtet, sodass das System für eine markerbasierte Messung bereit ist (Abbildung 34).

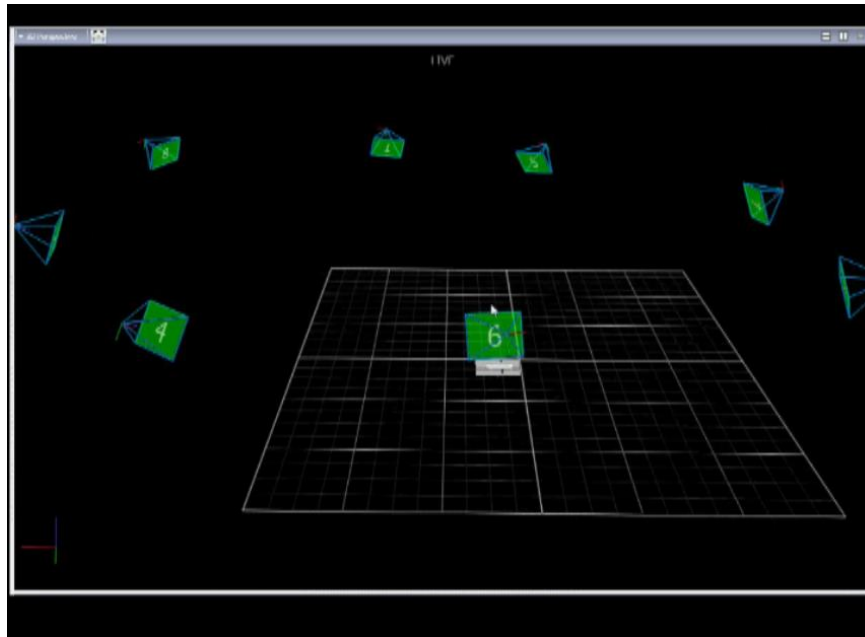


Abbildung 34: Screenshot des fertigen Messungsraumes (Motion Capture)

Video 2

Die Dauer des Videos beträgt 2:12 min. Dieses Video zeigt den Lernenden die Anwendung von Motion Capture bei Computerspielen. Es soll den Lernenden verständlich machen, wie die Bewegungen vom Menschen auf virtuelle Figuren übertragen werden. Für die Erstellung des Videos wurden ausschließlich Internetvideos verwendet und es zeigt Ausschnitte für die Erstellung von Computerspielen einer Computerspielfirma (Abbildung 35). Um das Verständnis zu verbessern werden auch hier Splitscreens verwendet, welche die reale Bewegung mit der virtuelle Bewegung synchron darstellen (Abbildung 36)

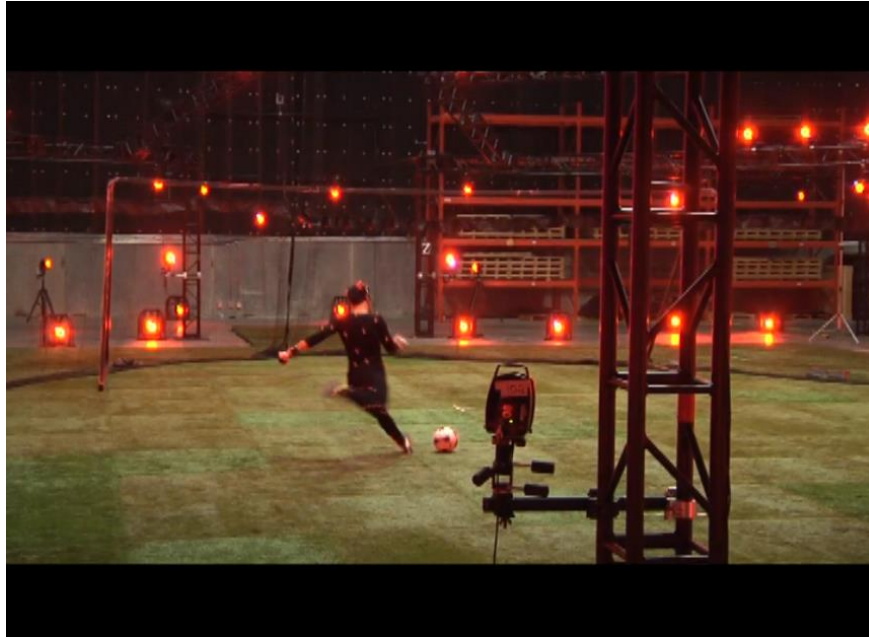


Abbildung 35: Screenshot der Videosequenz (Motion Capture)

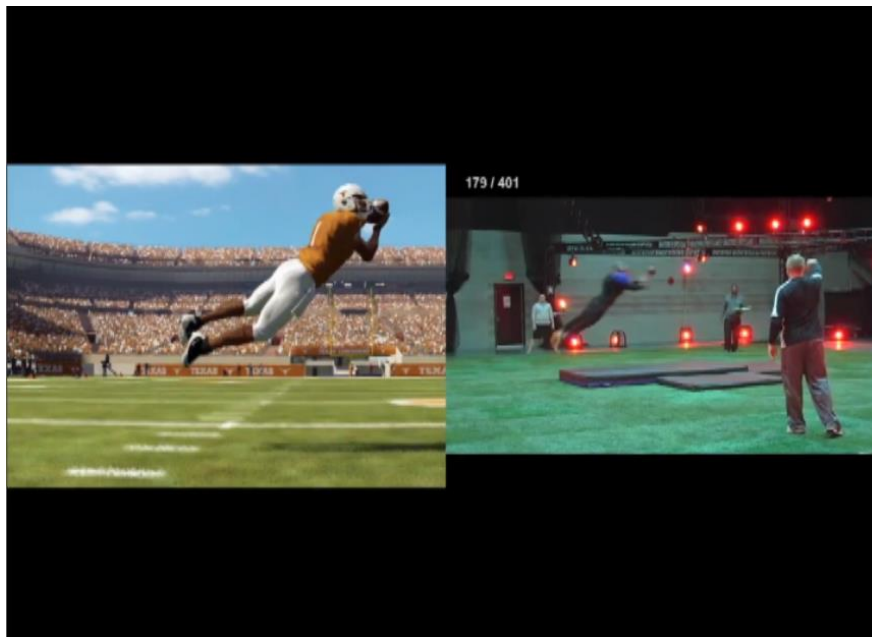


Abbildung 36: Screenshot der Videosequenz 2 (Motion Capture)

6.3 Kraftmessplatte

Aufgabenstellung

Die Dauer des Videos beträgt 1:38 min. Die Aufgabenstellung beinhaltet die Darstellung der Messmethode und diesbezüglich eine Aufgabe für die Lernenden. Zu Beginn wird die Kraftmessplatte mit ihrer Funktion und Möglichkeiten vorgestellt (Abbildung 37).

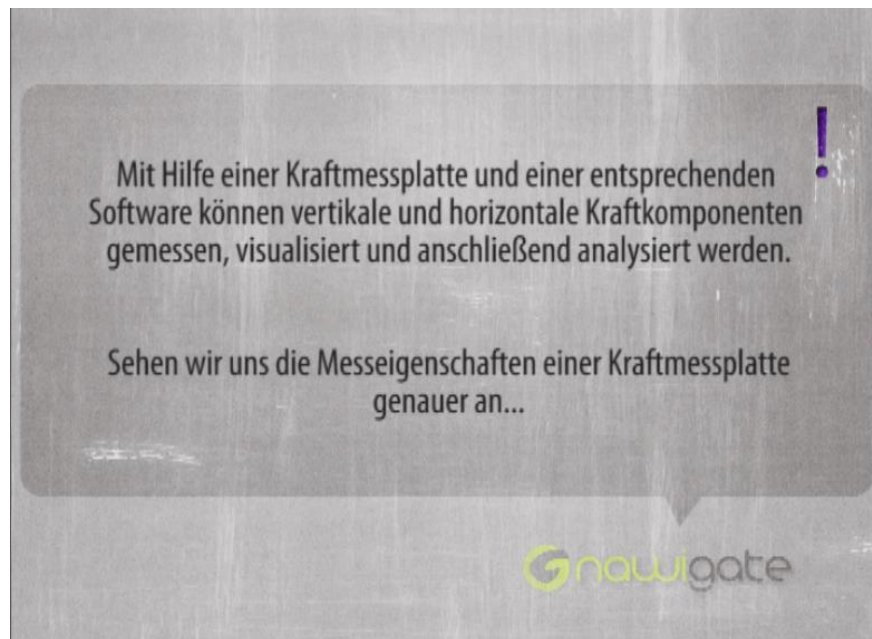


Abbildung 37: Screenshot der Beschreibung der Kraftmessplatte (Kraftmessplatte)

Es wird darauf hingewiesen, dass die Kraftmessplatte, die auftretenden Kräfte, in drei unterschiedlichen Richtungen misst: nämlich in eine vertikale und zwei horizontale Richtungen (Abbildung 38).

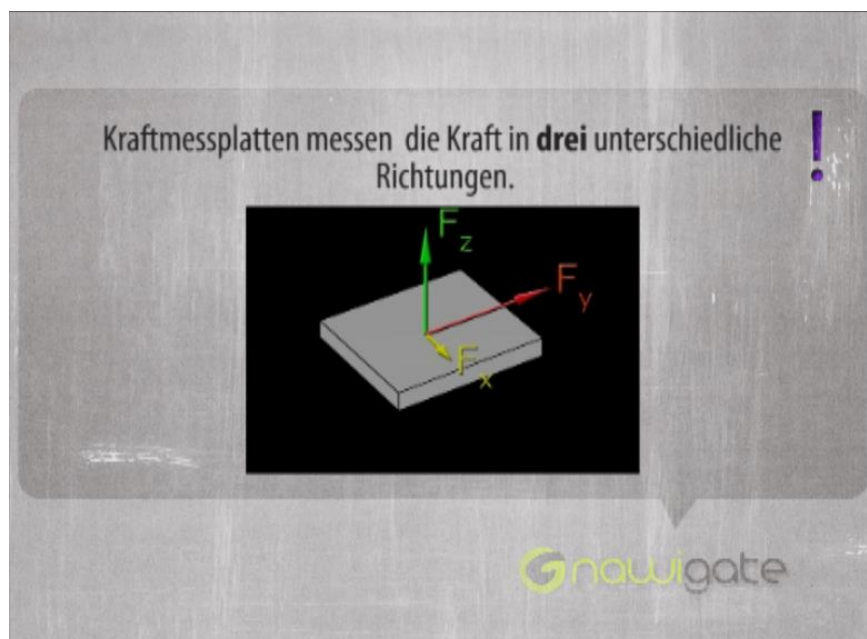


Abbildung 38: Screenshot der drei Messrichtungen (Kraftmessplatte)

Danach wird die Aufzeichnung der gemessenen Kräfte in einem Kraft-Zeit Diagramm dargestellt (Abbildung 39).



Abbildung 39: Screenshot des Kraft-Zeit-Diagramms (Kraftmessplatte)

Schüler/innen haben oft Probleme beim Verstehen von Diagrammen. Nach Girwidz (2009, S. 212) ist eine Informationsaufnahme von der Erfahrung geprägt, und zwar so weit, dass Schüler ein t-x-Diagramm ganz anders wahrnehmen als geschulte Lehrer. Sie betrachten das Diagramm unter ganz anderen Aspekten.

Dadurch wird die Kraftmessung in die Fz-Richtung anhand von zwei Beispielen verdeutlicht und zwar beim Messen des Gewichts und beim Laufschrift. Hier findet wiederum der Split-Screen, welcher die Aufzeichnung der Bewegung und die Aufzeichnung des Computerprogramms beinhaltet, seine Anwendung (Abbildung 40 und Abbildung 41).

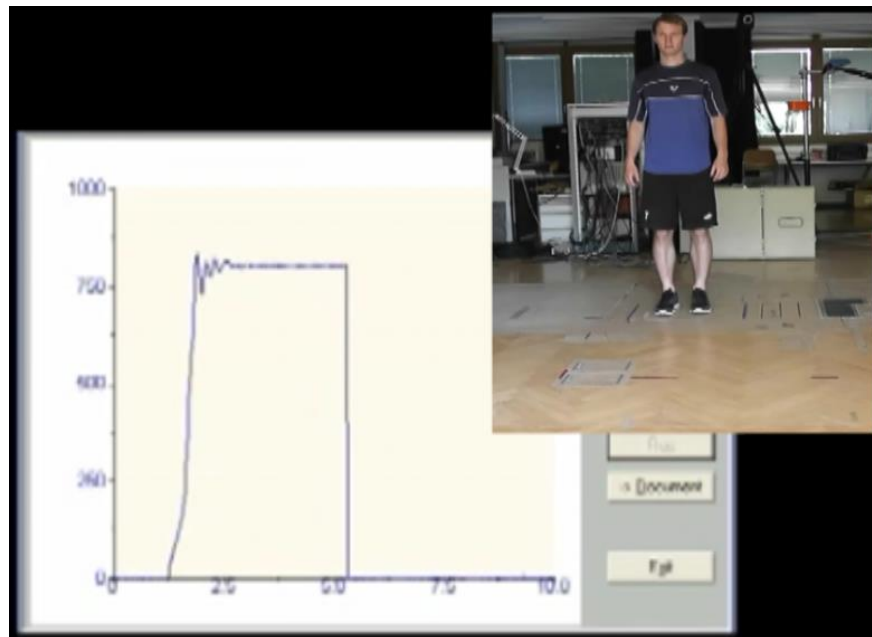


Abbildung 40: Screenshot der Gewichtsmessung (Kraftmessplatte)

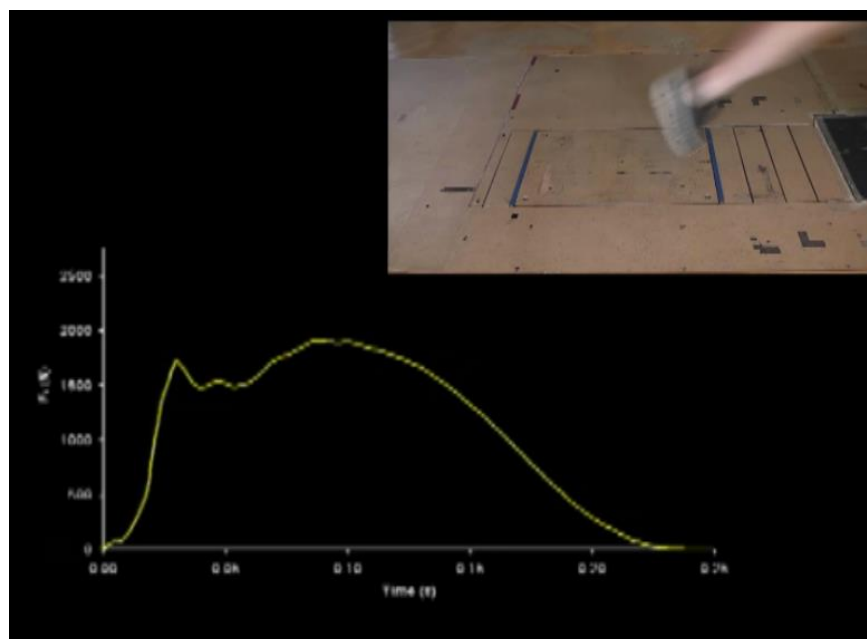


Abbildung 41: Screenshot der Messung des Laufschriffs (Kraftmessplatte)

Danach wird den Lernenden die Frage gestellt, wie sie eine Messung in die y- oder x-Richtung im Kraft-Zeit-Diagramm darstellen würden und wie diese beim Laufen aussehen könnte.

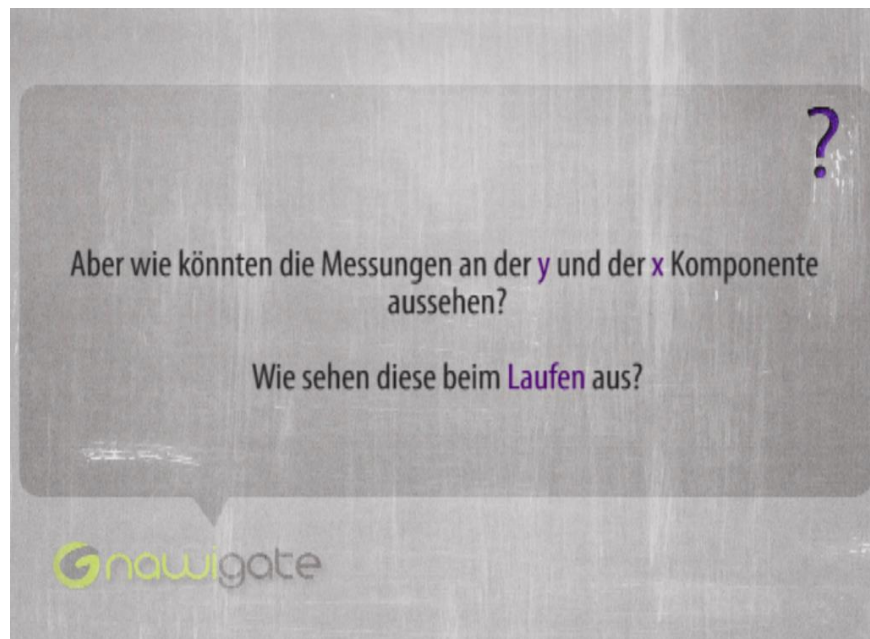


Abbildung 42: Screenshot der abschließenden Fragestellung (Kraftmessplatte)

Abschließend folgt das Outro.

Lösung

Die Dauer des Videos beträgt 2:06 min. Zu Beginn des Videos folgt die Darstellung der Messung in die y-Richtung. Hier wird ein Splitscreen für die zeitgleiche Darstellung der Kraftmessung, verwendet. Auf einer Seite ist das Kraftdiagramm sichtbar und auf der anderen ein Proband, welcher die Kraftmessplatte mit einem Stab in die vertikale y-Richtung nach links und nach rechts drückt. Zeitgleich erfolgt die Aufzeichnung der Kraft im Kraft-Zeit-Diagramm. Beim Drücken der Platte auf die rechte Seite, schlägt die Kraft-Zeit-Kurve nach oben aus und beim Drücken der Platte auf die linke Seite schlägt die Kraft-Zeit-Kurve nach unten aus (Abbildung 43).

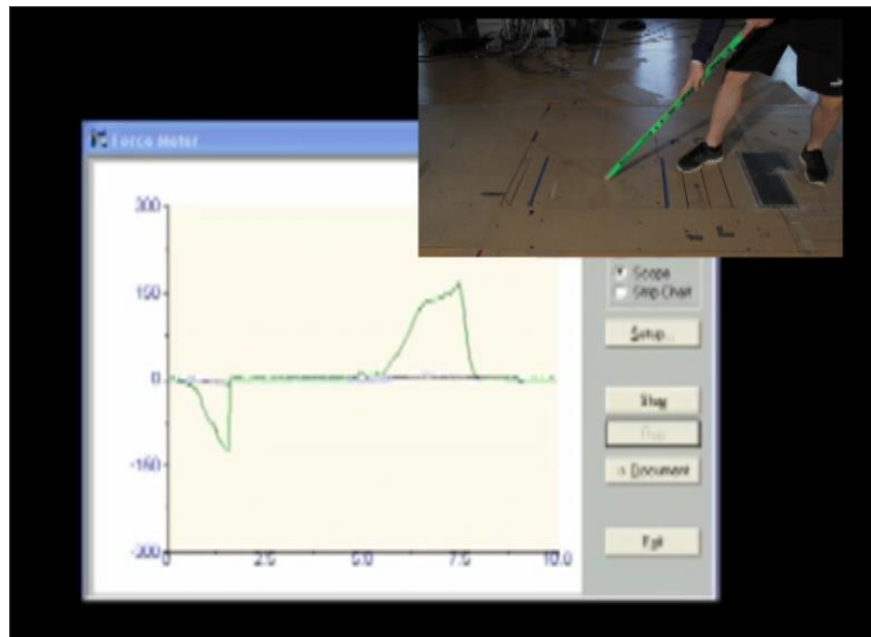


Abbildung 43: Screenshot der Kraft-Zeit-Kurve bei der Messung der horizontalen y-Komponente (Kraftmessplatte)

Zusatzmaterial

Das Zusatzmaterial beinhaltet zwei Arbeitsblätter, bestehend aus einer Einführung mit Fragestellungen und einem Lösungsblatt. Die Arbeitsblätter dienen den Schülern um ihr Wissen über die Kraftmessplatte zu erweitern.

Arbeitsblatt 1

Das erste Arbeitsblatt besteht aus einer Einleitung welche den Aufbau, die Funktion und die Verwendung von Kraftmessplatten beschreibt. Anschließend folgt ein Übergang zu den Fragestellungen. Hier sollen die Lernenden einen Squat-Jump und einen Counter-Movement-Jump in ein Kraft-Zeit Diagramm einzeichnen (Abbildung 44).

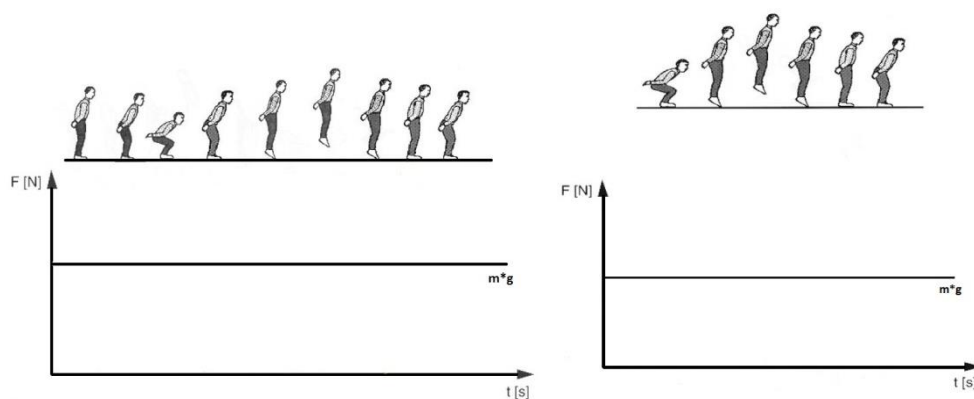


Abbildung 44: Screenshot vom Counter-Movement-Jump und Squat Jump im Kraft-Zeit-Diagramm (Kraftmessplatte)

In der zweiten Frage sollen die Lernenden die unterschiedlichen Kurven beim Gehen, langsamen Laufen und schnellen Laufen unterscheiden. Dabei haben sie die Grafiken einer Messung in der Fz- und Fy- Komponente eingezeichnet (Abbildung 45).

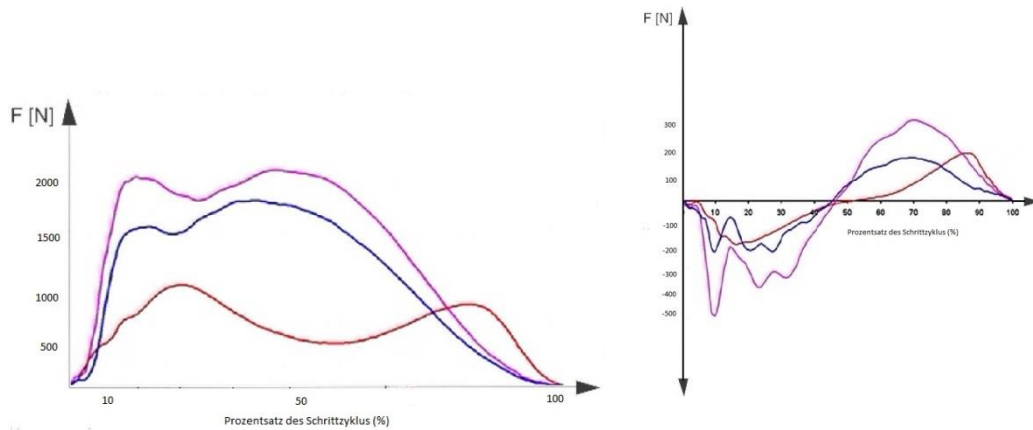


Abbildung 45: Screenshot vom Gehen, langsamen Laufen und schnellem Laufen im Kraft-Zeit-Diagramm(Kraftmessplatte)

Abschließend sollen sie den Unterschied zwischen Barfußlaufen und dem Laufen mit Laufschuhen anhand einer im Kraft-Zeit-Diagramm dargestellten Messung feststellen (Abbildung 46).

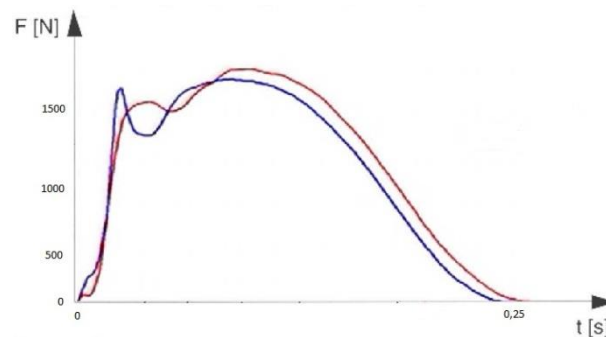


Abbildung 46: Screenshot vom Barfußlaufen und dem Laufen mit Laufschuhen(Kraftmessplatte)

Arbeitsblatt 2

Das zweite Arbeitsblatt beinhaltet die Lösungen der ersten, zweiten und dritten Aufgabenstellung. Die erste Lösung zeigt den Kraft-Zeit-Verlauf im Diagramm (Abbildung 47).

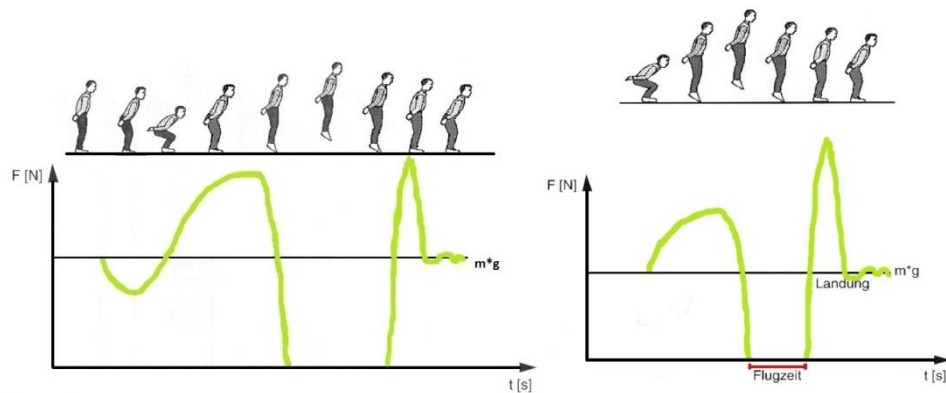


Abbildung 47: Screenshot vom Kraft-Zeit-Verlauf beim Counter-Movement-Jump und beim Squat-Jump(Kraftmessplatte)

Die Lösung der zweiten Fragestellung beinhaltet die Beschriftung der unterschiedlichen Kurven.

violett = schnelles Laufen
blau = langsames Laufen
rot = Gehen

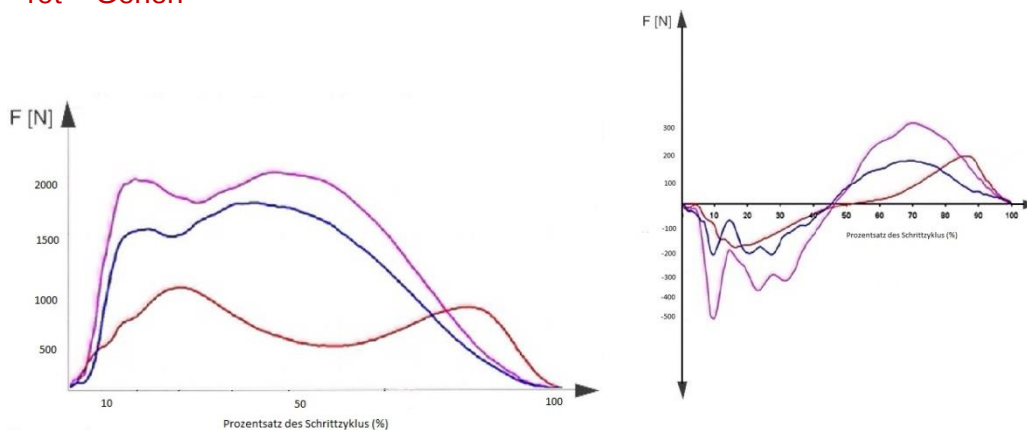


Abbildung 48: Screenshot vom Kraft-Zeit-Diagramm beim Gehen, langsamen Laufen und schnellen Laufen(Kraftmessplatte)

Die letzte Lösung zeigt die Beschriftung der zwei unterschiedlichen Kraft-Zeit-Verläufe beim Barfußlaufen und beim Laufen mit Laufschuhen. Weiters beantwortet sie die Frage, welche Richtungskomponente beim Messen dieser Eigenschaft herangezogen wird. (Abbildung 49)

rot = Laufschuh
blau = Barfuß

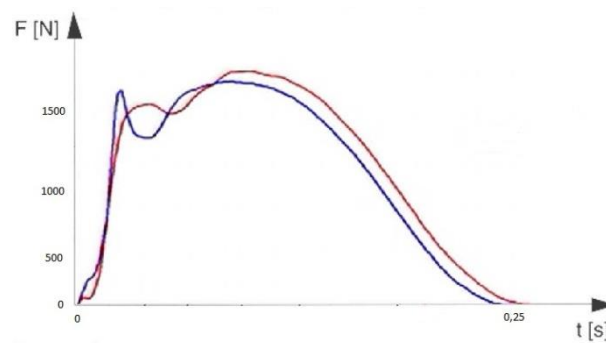


Abbildung 49: Screenshot vom Kraft-Zeit-Diagramm beim Barfußlaufen und Laufschuhlaufen (Kraftmessplatte)

6.4 Druckmessfolie

Aufgabenstellung

Die Dauer des Videos beträgt 0:58 min. Die Einleitung in die Aufgabenstellung der Druckmessfolie beginnt mit einer Frage an die Lernenden, ob Sie sich schon Gedanken über ihre Füße gemacht haben. Danach folgt eine Beschreibung des Fußes (Abbildung 50).

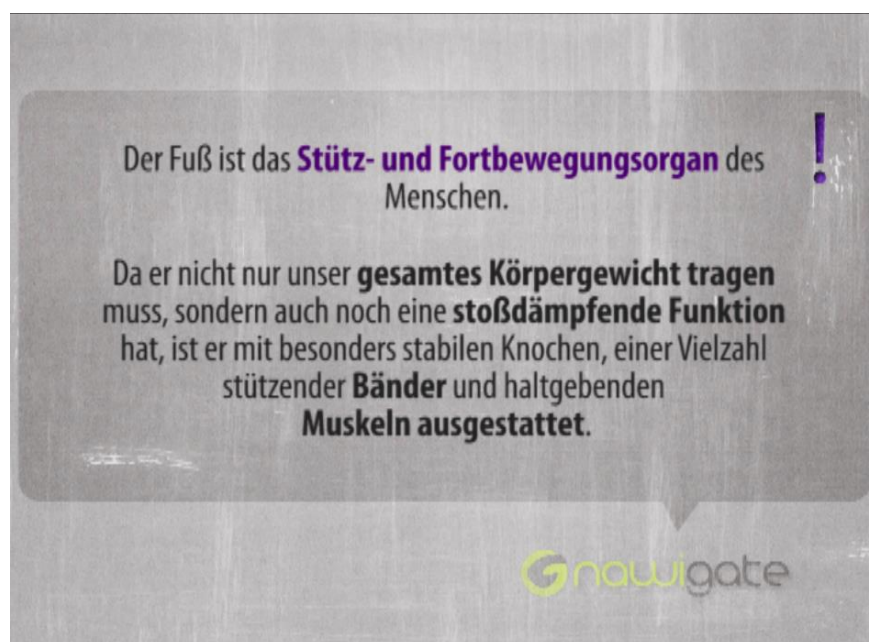


Abbildung 50: Screenshot von der einleitenden Folie (Kraftmessfolie)

Anschließend wird auf die am Fuß wirkenden Kräfte übergegangen und der Teaser endet mit der Frage, wie die auf den Fuß wirkenden Kräfte gemessen werden können (Abbildung 51 und Abbildung 52).

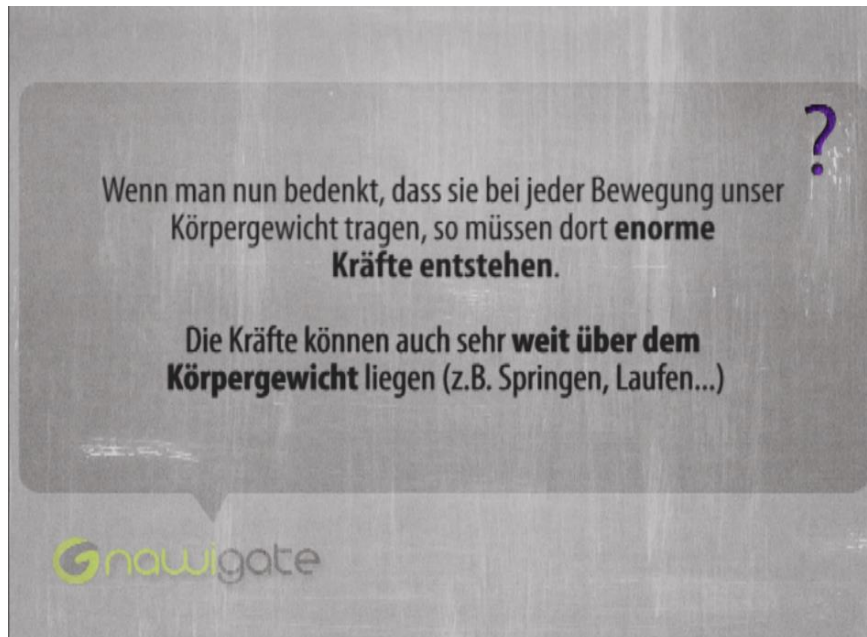


Abbildung 51: Screenshot der Kraftentstehung am Fuß (Druckmessfolie)

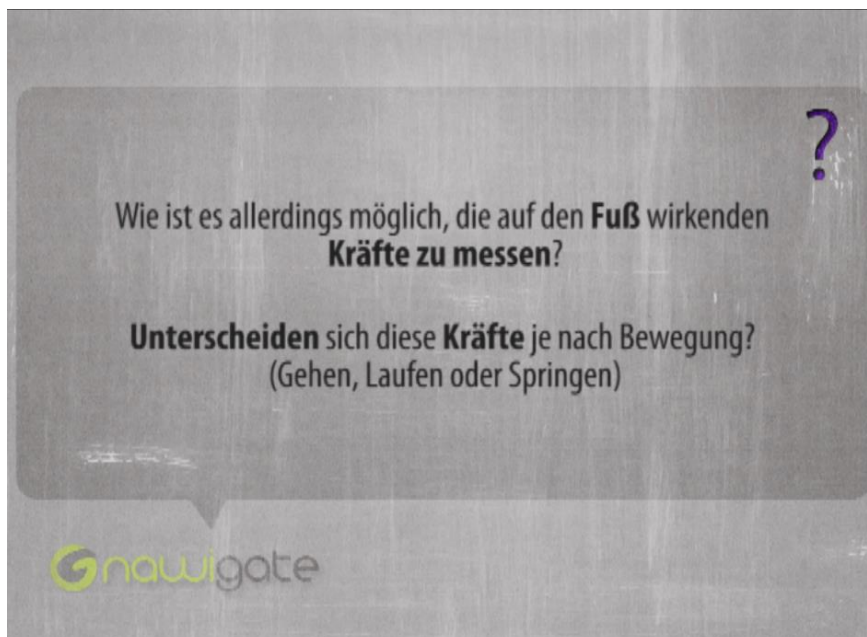


Abbildung 52: Screenshot der abschließenden Fragefolie (Druckmessfolie)

Lösung

Die Dauer des Videos beträgt 3:23 min. Gleich zu Beginn wird die zuvor gestellte Frage mit den am Boden messbaren Reaktionskräften beantwortet (Abbildung 53).

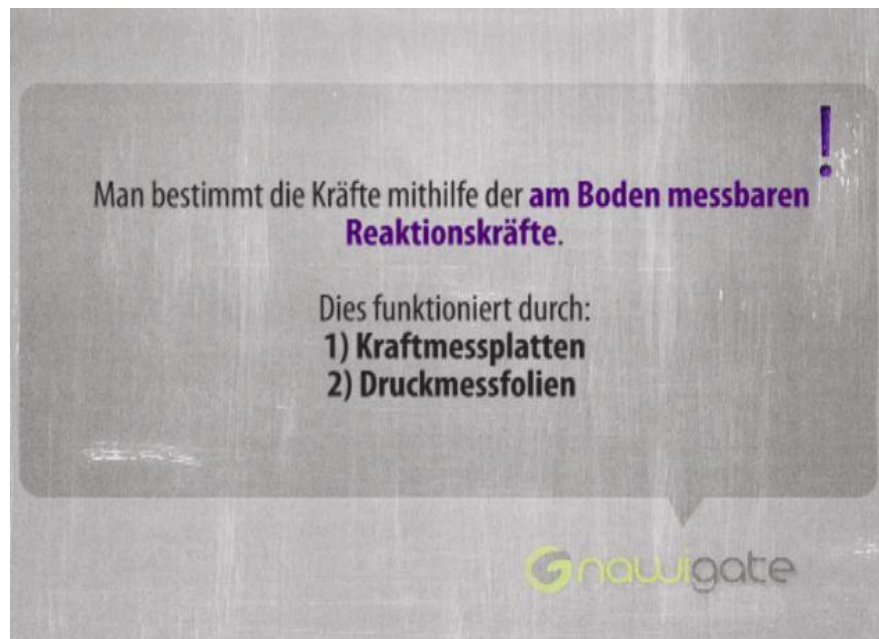


Abbildung 53: Screenshot der Antwortfolie (Kraftmessfolie)

Folgend wird die Druckmessfolie genauer vorgestellt (Abbildung 54), und es folgt die Beantwortung der zweiten Frage (Abbildung 55). Der Messablauf befindet sich aus zeitlichen Gründen im Zusatzmaterial. Dieser hätte die Dauer von 5 Minuten im Lösungsvideo überschritten.

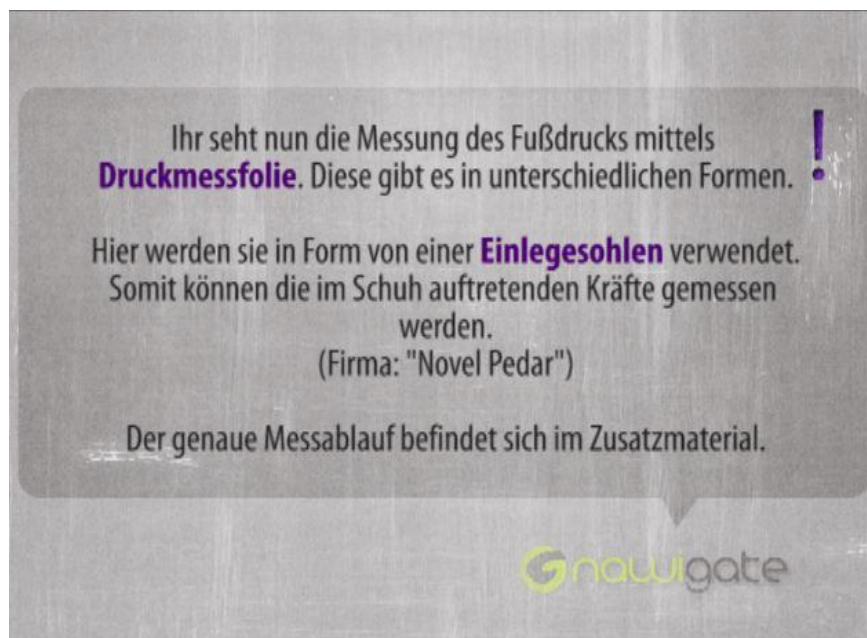


Abbildung 54: Screenshot der Vorstellung der Kraftmessfolie (Druckmessfolie)



Abbildung 55: Screenshot der zweiten Frage (Druckmessfolie)

Die Darstellung der Unterschiede folgt anhand der Spitzendruckwerte in Kilopascal. Dies erfordert eine kurze aber detaillierte Erklärung der Druckeinheit Kilopascal, damit die danach gezeigten Differenzen für die Lernenden besser zu erkennen sind. Es folgt somit eine Erklärung von Kilopascal (Abbildung 56) sowie ein Rechenbeispiel (Abbildung 57).

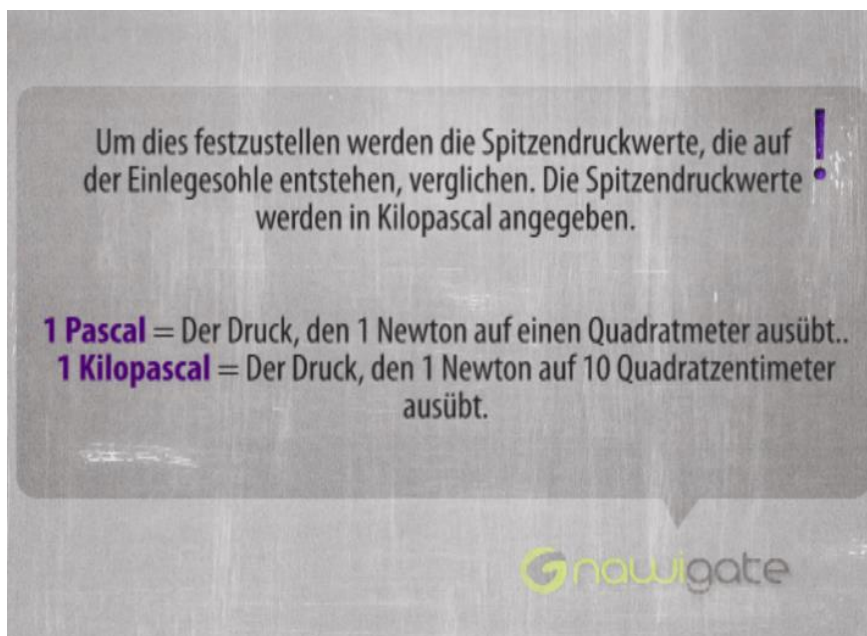


Abbildung 56: Screenshot der ersten Erklärungsfolie für Kilopascal(Druckmessfolie)

Beispiel:

Bei einer Person mit **71,3 kg** wirken im Stehen
350 N auf **eine Fußsohle**.
 Bei einer Fußgröße von 42 cm wirkt diese Kraft auf eine
Fläche von ca. 128 cm² (=0,0128 m²).

$\text{Pa} = 350 / 0,0128$
 $\text{Pa} = 27343,75$
kPa = 27,34

!

Gnawigate

Abbildung 57: Screenshot der zweiten Erklärungsfolie für Kilopascal(Druckmessfolie)

Es folgt die Darstellung der Messung beim Gehen, Laufen und Hüpfen. Um den Lernenden den zeitgleichen Ablauf der Messung und der Bewegung ersichtlich zu machen wird wiederum ein Split-Screen angewendet. Dieser zeigt die Bewegung, die Kraftverteilung der Messsohlen sowie die Darstellung der Mittel- und Spitzendruckwerte in einem Diagramm (Abbildung 58 und Abbildung 59).



Abbildung 58: Screenshot der Messung beim Gehen (Druckmessfolie)

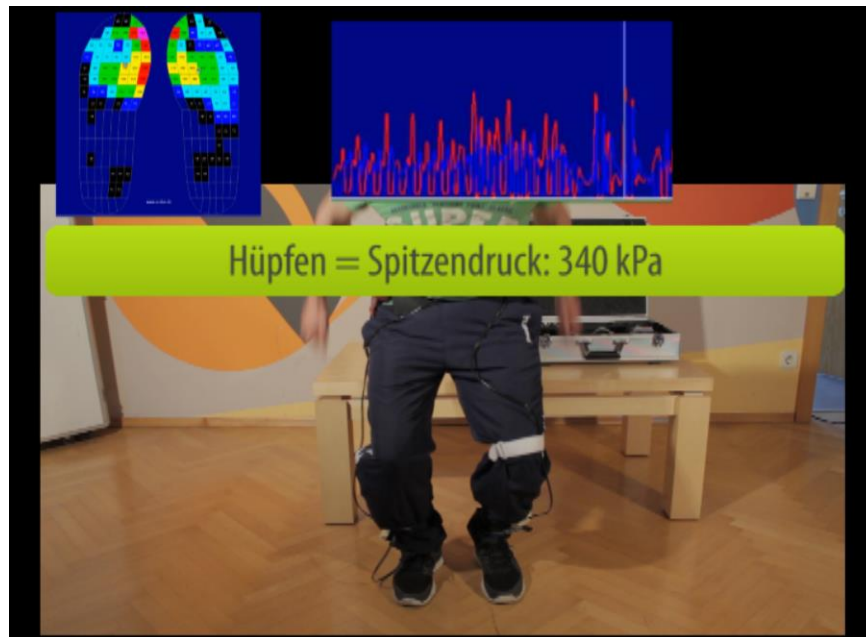


Abbildung 59: Screenshot der Messung beim Hüpfen (Druckmessfolie)

Abschließend folgt eine Zusammenfassung der unterschiedlichen Druckwerte (Abbildung 60) sowie die Zusammenfassung der Fußdruckverteilung am gesamten Fuß (Abbildung 61).

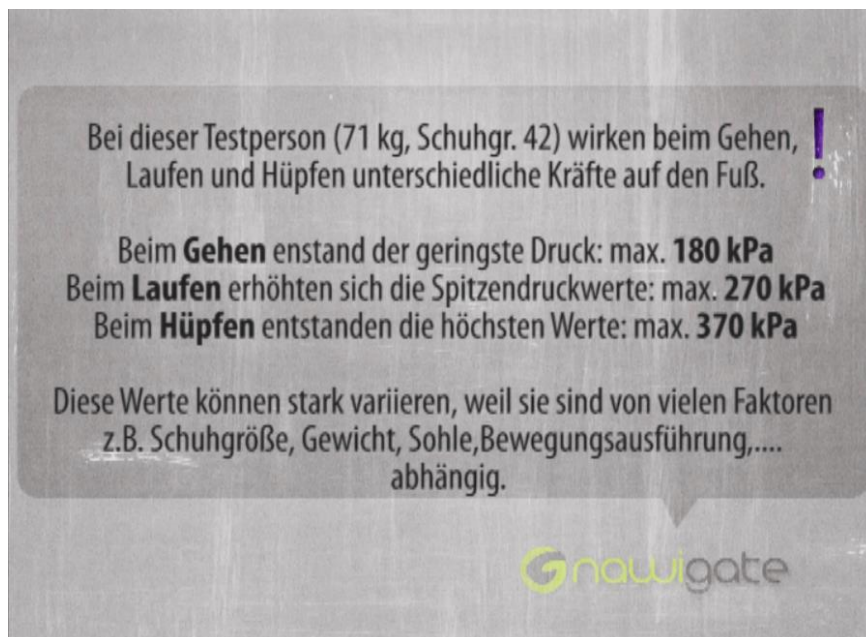


Abbildung 60: Screenshot der Zusammenfassung des auftretenden Drucks(Druckmessfolie)



Abbildung 61: Screenshot der zusammenfassenden Druckverteilung auf der Druckmessfolie (Druckmessfolie)

Zusatzmaterial

Im Zusatzmaterial befindet sich der Messablauf, eine Aufgabenstellung für die Lernenden und die Lösung der Aufgabenstellung.

Video Messablauf

Der Messablauf zeigt alle erforderlichen Schritte welche für eine erfolgreiche Messung mit der Druckmessfolie nötig sind. Das Video beginnt mit der Vorstellung der einzelnen Komponenten für die Messung. Es werden der Bluetooth-Verbindungscomputer, der Akku mit dem Hüftgurt, die Druckmesssohlen, der Bluetooth Verbindungsstick mit dem Usb Programmkey und die Verbindungskabel präsentiert und anschließend auf den Tisch niedergelegt (Abbildung 62).



Abbildung 62: Screenshot der Vorstellung der erforderlichen Komponenten (Druckmessfolie)

Anschließend wird, nachdem die einzelnen Komponenten miteinander verbunden sind, die richtige Sohlengröße ausgewählt (Abbildung 63).



Abbildung 63: Screenshot vom Auswählen der richtigen Sohlengröße (Druckmessfolie)

Die Druckmessfolien werden danach in die Schuhe eingelegt und das gesamte Messsystem wird mithilfe eines Gurtes am Körper angebracht. Darauf folgt die Verbindungsherstellung mit dem Computer und das Anziehen der Schuhe (Abbildung 64).

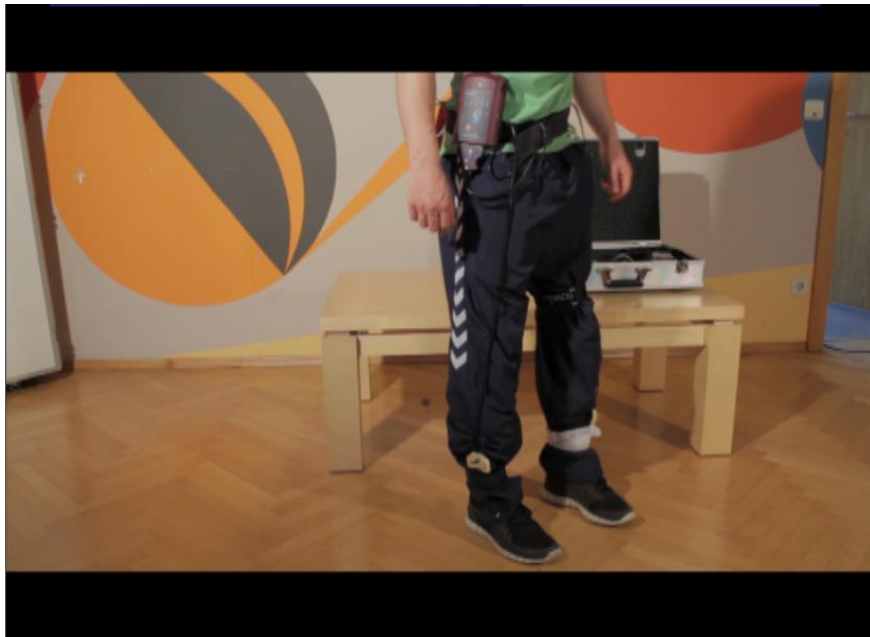


Abbildung 64: Screenshot vom zu messenden Probanden (Druckmessfolie)

Um die Messung detailliert darzustellen folgt die Anwendung eines Split-Screens. Hier wird die Aufzeichnung des Computerprogramms und die Bewegung des Probanden gezeigt (Abbildung 65). Der Proband steht, geht, läuft und hüpfte bei der Messung.

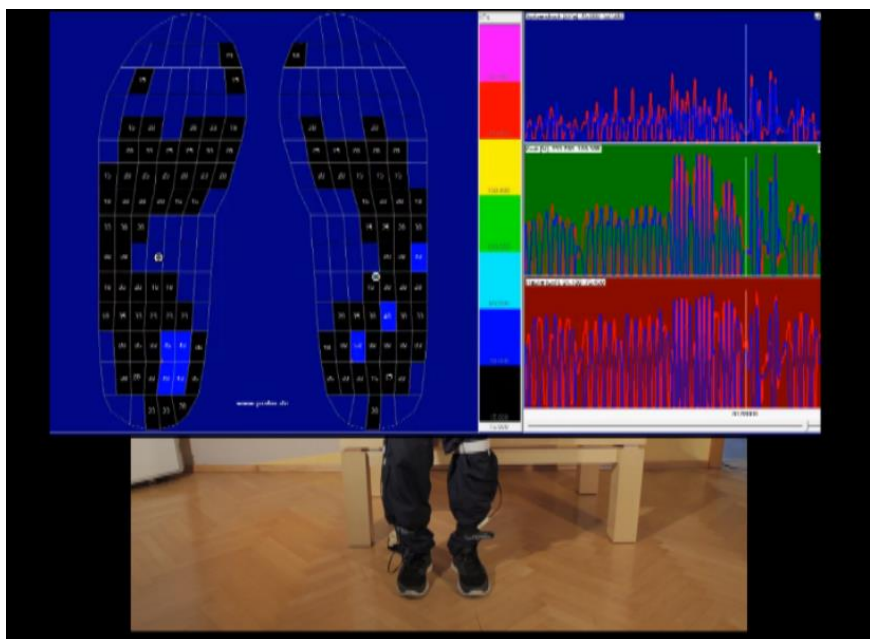


Abbildung 65: Screenshot von der zeitgleichen Darstellung der Fußdruckmessung und der gemessenen Bewegung (Druckmessfolie)

Abschließend folgt eine Folie von der Zusammenfassung der Druckverteilung.

Arbeitsblatt (Aufgabenstellung)

Ein weiteres Zusatzmaterial besteht aus einer Aufgabenstellung und einer Lösung. Die Aufgabenstellung setzt sich aus einer Einleitung und einer anschließenden Fragestellung zusammen. Die Einleitung handelt von der Entstehung der Hornhaut, zusammenfassend nämlich, dass bei mechanischer Belastung der Haut, Hornhaut entsteht.

Darauf aufbauend folgt die Fragestellung welchen Einfluss die Schuhe auf die Hornhautbildung haben und in welchem Schuh (Laufschuh, Hallenschuh, Absatzschuh) am ehesten Hornhaut entstehen würde. Weiters sollen die Lernenden feststellen in welchen Bereich der folgenden Abbildung am ehesten Hornhaut entstehen würde (Abbildung 66).

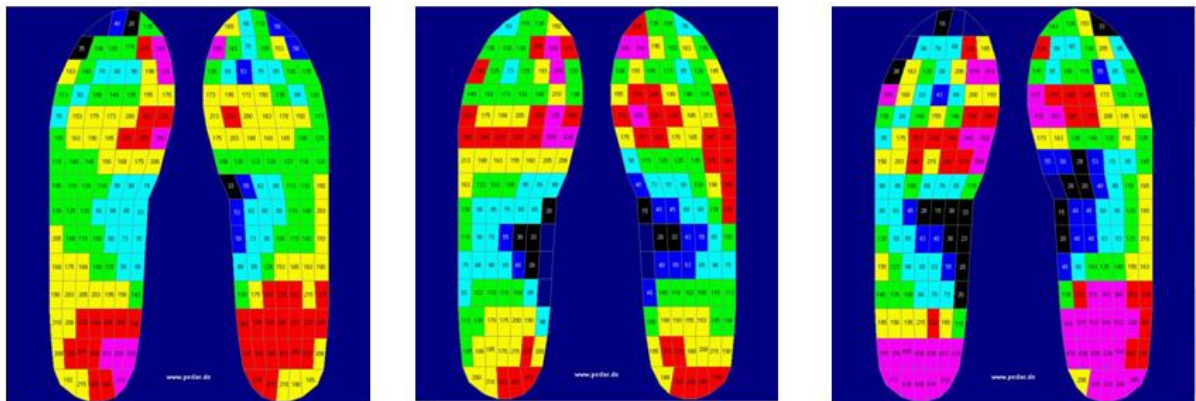


Abbildung 66: Screenshot der unterschiedlichen Belastungszonen in einem Schuh (Druckmessfolie)

Lösung

Die Auflösung dieser Fragestellung besteht aus einem Video und einer pdf-Datei.

Um festzustellen in welchem Schuh die meiste mechanische Belastung der Haut erfolgt wird die Druckverteilung beim Gehen, Laufen und Hüpfen mit den unterschiedlichen Schuhen in einem Video gezeigt. Hierbei wird die Druckmessung und der Spitzendruckwert mit der durchgeführten Bewegung gezeigt (Abbildung 67, Abbildung 68 und Abbildung 69).



Abbildung 67: Screenshot vom maximalen Spitzendruck beim Hüpfen mit Laufschuhe (Druckmessfolie)



Abbildung 68: Screenshot vom maximalen Spitzendruck beim Hüpfen mit Hallenschuhe (Druckmessfolie)



Abbildung 69: Screenshot vom maximalen Spitzendruck beim Hüpfen mit Absatzschuhe (Druckmessfolie)

Abschließend folgt eine Zusammenfassung der maximalen Spitzendruckwerte (Abbildung 70).

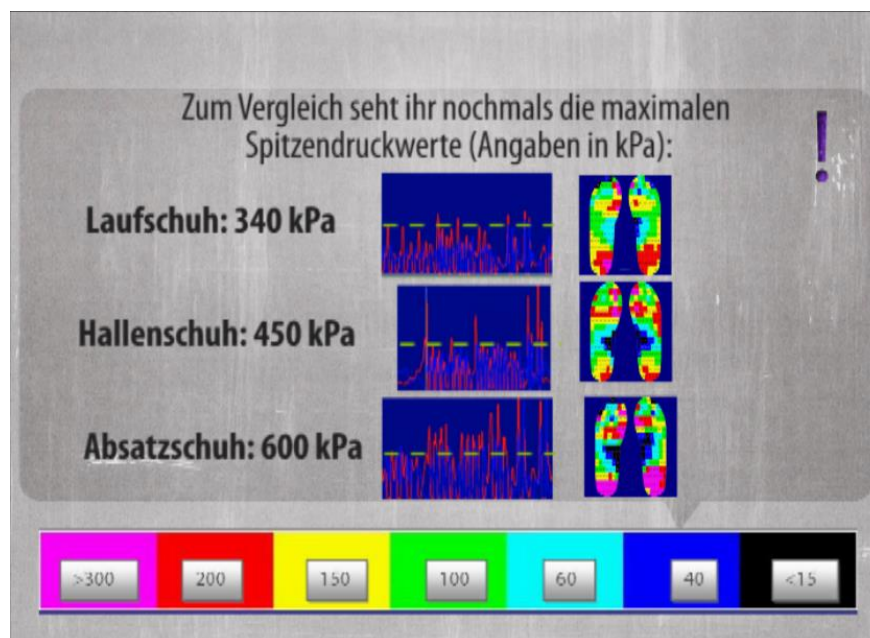
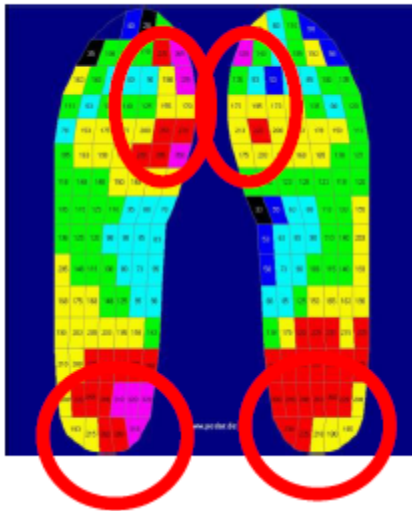


Abbildung 70: Screenshot von der Zusammenfassung der maximalen Spitzendruckwerte (Druckmessfolie)

Bei der zweiten Lösung im pdf-Format wird den Lernenden gezeigt in welchem Bereich der Fußsohle am ehesten Hornhaut entstehen würde. Es werden dabei die Zusammenfassung vom Laufschuh, Hallenschuh und Absatzschuh präsentiert (Abbildung 71).

Abbildung 1



In der ersten Abbildung handelt es sich um die Zusammenfassung des Laufschuhs. Hier sieht man, dass die höchsten Druckwerte im Fersenbereich entstehen. Vereinzelt treten sie auch im Vorfußbereich (große Zehe, Ende 1. Mittelfußknochen) auf. Somit würde in diesen Bereichen am ehesten Hornhaut entstehen.

Abbildung 71: Screenshot der Spitzendruckwerte bei der Messung mit dem Laufschuh (Druckmessfolie)

6.5 2D-Bewegungsanalyse

Aufgabenstellung

Die Dauer des Videos beträgt 0:44 min. In der Aufgabenstellung wird den Lernenden ein Video eines Counter-Movement-Jumps präsentiert (Abbildung 72). Der Proband, der diese Bewegung durchführt, ist dabei mit Markern beklebt. Die Lernenden sollen feststellen, ob man anhand dieses Videos, Parameter wie Geschwindigkeiten, Distanzen, Winkel,... messen kann (Abbildung 73). Weiters sollen sie sich Gedanken machen, wie diese Messung möglich sein könnte.



Abbildung 72: Screenshot des Counter-Movement-Jumps (2D-Bewegungsanalyse)



Abbildung 73: Screenshot der Fragefolie (2D-Bewegungsanalyse)

Lösung

Die Dauer des Videos beträgt 4:16 min. Die Lösung beginnt mit den Vorbereitungen für die Bewegungsanalyse. Diese beinhaltet das Kleben der Marker (Abbildung 74), die Distanzmessung für die Kalibrierung (Abbildung 75), das Aufstellen eines Scheinwerfers und die Einstellung der Aufnahmehelligkeit der Kamera (Abbildung 76).

Das Kleben der Marker erfolgte mithilfe einer zweiten Person. Die Anordnung der Marker kann je nach Bewegungsaufzeichnung variieren. Hier wurden die Marker an den dazu passenden schwarzen Anzug mit Klettverschlusshaftung angebracht (Abbildung 74).



Abbildung 74: Screenshot vom Kleben der Marker (2D-Bewegungsanalyse)

Um einen Maßstab für die folgende Messung zu erstellen wird die Distanz zwischen dem obersten und dem untersten Marker gemessen. Diese wird danach in das Analyseprogramm eingetragen (Abbildung 75).



Abbildung 75: Screenshot der Distanzmessung für die anschließende Kalibrierung (2D-Bewegungsanalyse)

Der Verweis auf die Einstellung der Aufnahmehelligkeit der Kamera und das Aufstellen eines Scheinwerfers erfolgt mithilfe einer Textfolie (Abbildung 76).

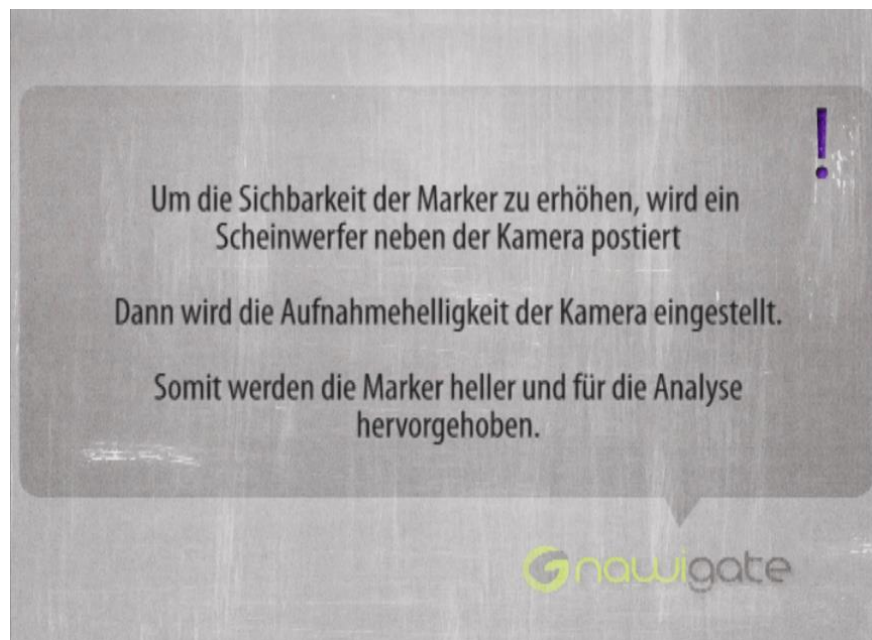


Abbildung 76: Screenshot der Hervorhebung der Marker (2D-Bewegungsanalyse)

Im Anschluss wird das Aufhellen der Marker durch die zuvor genannten Veränderungen gezeigt und der Counter-Movement-Jump aufgezeichnet.

Die Bearbeitung des Counter-Movement-Jump Videos erfolgt mithilfe des 2D-Analyseprogramms „Kinovea“. Die Darstellung beginnt mit der Kalibrierung, indem die 160cm in das Bearbeitungsprogramm eingefügt werden (Abbildung 77).

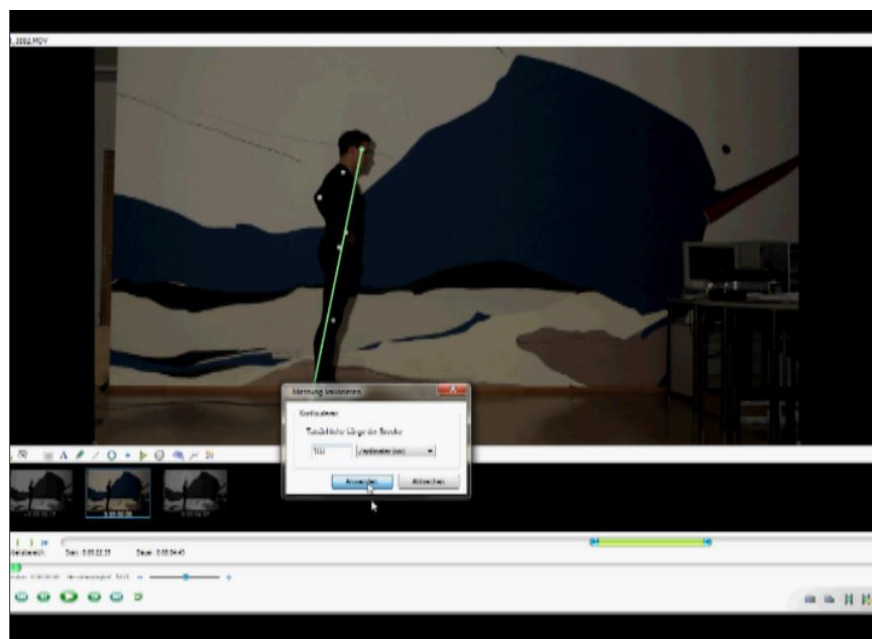


Abbildung 77: Screenshot der Kalibrierung im Analyseprogramm (2D-Bewegungsanalyse)

Folgend werden die Messungen der unterschiedlichen Parameter gezeigt. Es werden, Winkel (Abbildung 78), Distanzen (Höhen) (Abbildung 79), Markerverläufe und Geschwindigkeiten (Abbildung 80) gemessen. Weiters wird die synchrone Darstellung zweier Videos mit Markerverläufen gezeigt (Abbildung 81).



Abbildung 78: Screenshot des Absprungwinkels (2D-Bewegungsanalyse)

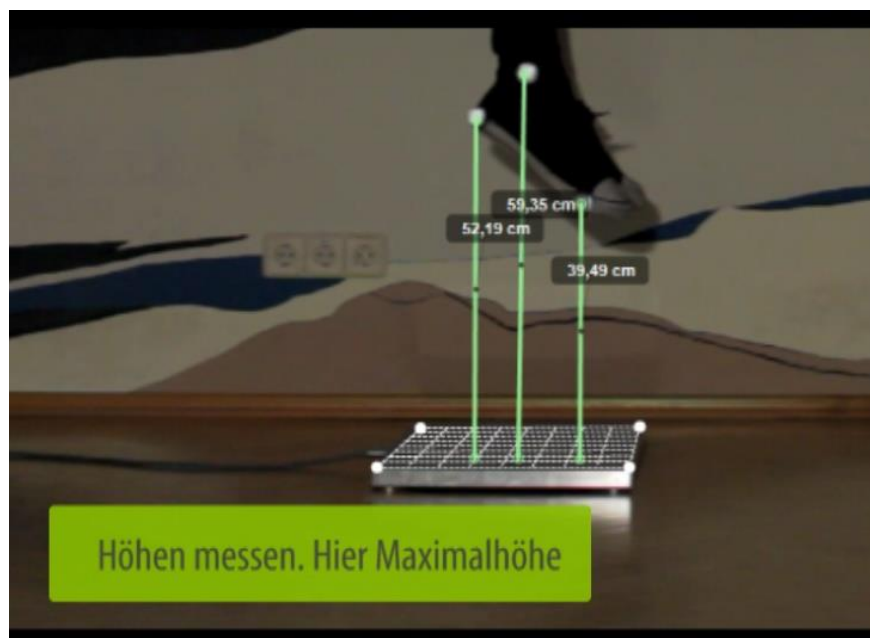


Abbildung 79: Screenshot der Maximalhöhe (2D-Bewegungsanalyse)



Abbildung 80: Screenshot der Geschwindigkeit (2D-Bewegungsanalyse)



Abbildung 81: Screenshot zweier unterschiedlicher CMJ mit eingezeichnetem Markerverlauf (2D-Bewegungsanalyse)

Zusatzmaterial

Das Zusatzmaterial besteht aus einer Aufgabenstellung und einer Lösung im Pdf-Format. Für die Beantwortung der ersten Frage wird zusätzlich ein Video zu Verfügung gestellt. Bei der Aufgabenstellung werden den Lernenden folgende Fragen gestellt:

- 1) Welche weiteren Funktionen eines Videoanalyseprogrammes kennst du noch? Denk dabei an z.B. Skirennen beim ORF.

- 2) Wie könnte der Ablauf einer Laufanalyse (2D-Bewegungsanalyse) aussehen (angenommen ihr seid der Therapeut und ein Patient kommt zu euch)?

Sollte die Laufanalyse mit oder ohne Schuhe durchgeführt werden? Welchen Bereich würdet ihr filmen? Wieviele Kameras würdet ihr verwenden?

Die Antwort auf die erste Frage beinhaltet die Aufzählung und Erklärung der wichtigsten Funktionen der 2D-Bewegungsanalyseprogramme Kinovea und Dartfish. Das Video beinhaltet die wichtigsten Funktionen von Dartfish, wie z.B. Winkel tracken, Simul Cam und Stromotion.

Die Antwort auf die zweite Frage beinhaltet den genauen Ablauf einer Ganganalyse im Gang- und LaufanalySELabor.

Weiters beinhalten beide Antworten Links, damit die Lernenden bei größerem Interesse mehr Informationen erhalten können.

6.6 KSP Bestimmung mittels Körperwaage

Aufgabenstellung

Die Dauer des Videos beträgt 1:10min. Zu Beginn der Aufgabenstellung wird den Lernenden mithilfe von einer Textfolie der Körperschwerpunkt erklärt. Die Lernenden sollen darauf feststellen, wo sich der Körperschwerpunkt beim aufrechten Stehen befindet (Abbildung 82) und wie er sich beim Ändern der Armposition, nämlich dem Strecken der Arme auf die Seite und in die Höhe verändert (Abbildung 83).



Abbildung 82: Screenshot der Person im aufrechten Stand (KSP-Bestimmung)

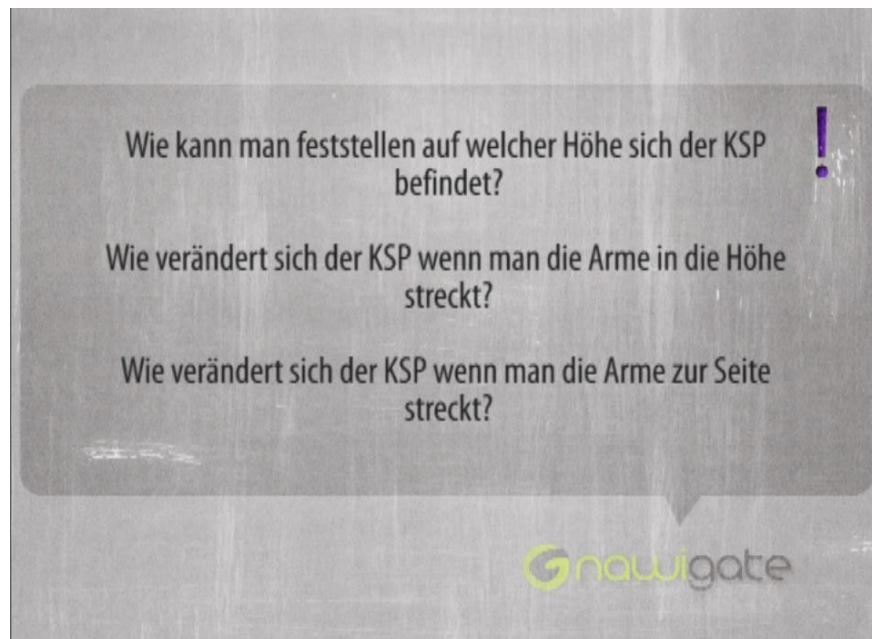


Abbildung 83: Screenshot der Fragefolie (KSP-Bestimmung)

Lösung

Die Dauer des Videos beträgt 3:50 min. Bei der Auflösung werden die Angaben der Gewichtskraft, welche für die Berechnung des KSP's erforderlich sind in Newton eingeblendet. Die Auflösung beginnt mit der Beantwortung der Fragestellung. Dabei wird die Höhe des KSP bei einer stehenden Person eingezeichnet dargestellt. Es folgt der Übergang zur Messmethode, bei der das Körpergewicht im Stehen (Abbildung 84) und die Kraft der liegenden Person (Abbildung 86) gemessen wird. Um die Person im Liegen zu messen wird ein Brett mit einem Ende auf die Waage und mit dem anderen Ende auf einen Holzklotz gelegt (Abbildung 85). Das gesamte Brett sollte auf einer Ebene liegen.



Abbildung 84: Screenshot von der Messung des Körpergewichts im Stehen (KSP-Bestimmung)



Abbildung 85: Screenshot des Bretts auf der Waage (KSP-Bestimmung)

Es folgt die Messung der Kraft des Brettes (112,78 N) (Abbildung 85) und die Messung der Kraft der Person auf dem Brett (421,69 N) (Abbildung 87). Dabei werden die gemessenen Werte auf der Waage in Newton eingeblendet (Abbildung 87).



Abbildung 86: Messung der Kraft mit liegender Person (KSP-Bestimmung)



Abbildung 87: Screenshot der Körperwaage (KSP-Bestimmung)

Der Übergang zur Formel für die Berechnung des KSP's erfolgt mit der Fragestellung: „Was macht man nun mit diesen Zahlen?“. Aus zeitlichen Gründen wird den Lernenden ausschließlich die Formel für die Berechnung (Abbildung 88 und Abbildung 89) und das daraus berechnete Ergebnis präsentiert (Abbildung 90). Die Herleitung der Formel mithilfe des Momentengleichgewichts wird den Lernenden im Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt.

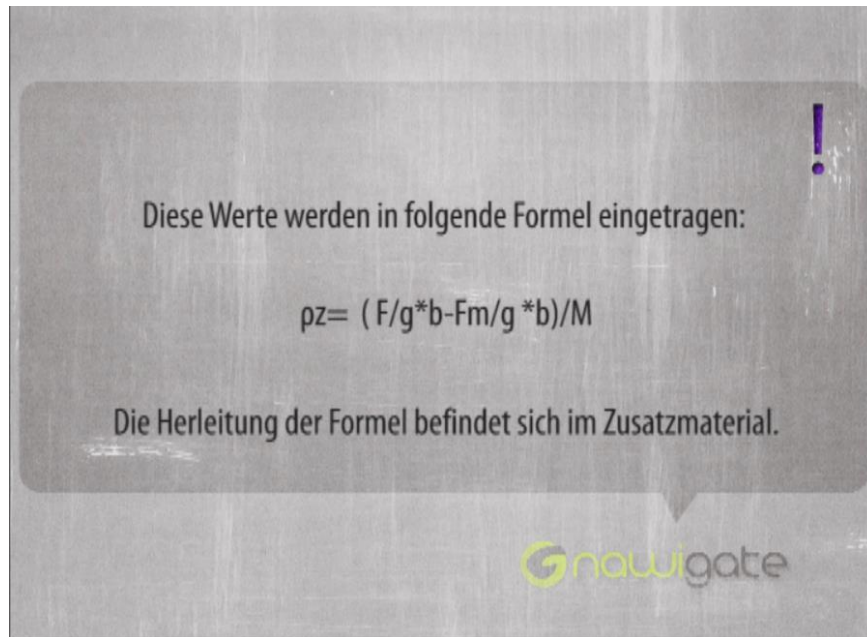


Abbildung 88: Screenshot der Formel (KSP-Berechnung)

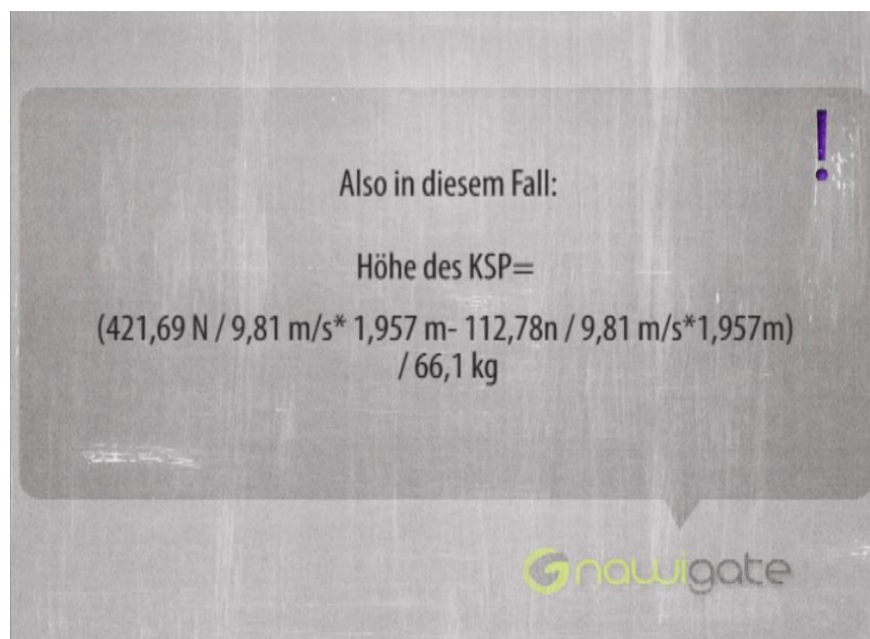


Abbildung 89: Screenshot der Formel mit eingesetzten Zahlen (KSP-Bestimmung)



Abbildung 90: Screenshot des Ergebnisses (KSP-Bestimmung)

Da die Lernenden nicht wissen können, was diese Zahl für die KSP-Bestimmung definiert, folgt die Fragestellung: „Was bedeutet das jetzt?“. Gleich darauf wird den Lernenden die Höhe des KSP bei der zu messenden Person eingezeichnet (Abbildung 91).



Abbildung 91: Screenshot der Höhe des KSP (KSP-Bestimmung)

Abschließend folgen eine zusammenfassende Folie, welche die wichtigsten Aspekte der Messung beinhaltet und das Outro.

Zusatzmaterial

Das Zusatzmaterial beinhaltet ein Video über die Beantwortung der weiteren beiden Fragen vom Teaser (Wie ändert sich der KSP wenn die Arme zur Seite gestreckt werden? Wie ändert sich der KSP wenn die Arme in die Höhe gestreckt werden?) und die Herleitung der Formel.

Video

Die Dauer des Videos beträgt 1:50 min. Das zweite Antwortvideo beginnt nach dem Intro und der Titelfolie mit der Änderung der Armposition auf die Seite (Abbildung 92). Die Auswirkungen dieser Änderung auf die KSP-Messung werden in einer Infobox erklärt (Abbildung 93).



Abbildung 92: Screenshot vom Ändern der Armposition auf die Seite (KSP-Bestimmung)

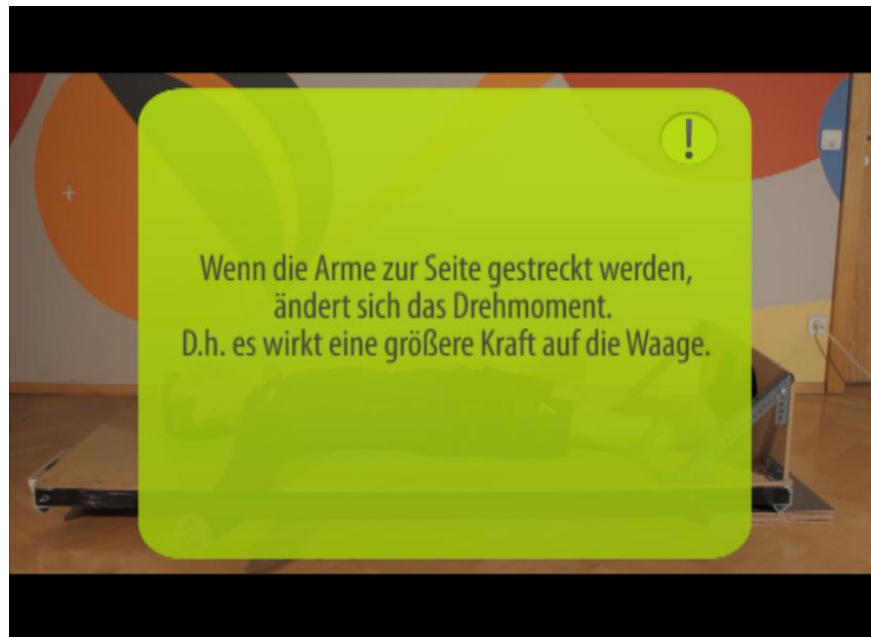


Abbildung 93: Screenshot von der Infobox (KSP-Bestimmung)

Der gemessene Wert auf der Waage wird in Newton angezeigt. Der Vergleich zu der Messung mit den angelegten Armen erfolgt mithilfe einer Infobox (Abbildung 94).



Abbildung 94: Screenshot von den gemessenen Werten (KSP-Bestimmung)

Wie beim ersten Antwortvideo folgt das Einfügen der Zahlen in die Formel und das Ergebnis (Abbildung 95).



Abbildung 95: Screenshot der Höhe des KSP (KSP-Bestimmung)

Im Anschluss folgt der gleiche Ablauf im Video allerdings werden die Arme in die Höhe gestreckt (Abbildung 96). Dadurch kommt es zu einer Veränderung des KSP's in der Höhe. Wiederum werden die gemessenen Zahlen in die Formel eingesetzt und das Ergebnis berechnet (Abbildung 97).



Abbildung 96: Screenshot von der KSP-Bestimmung mit ausgestreckten Armen (KSP-Bestimmung)



Abbildung 97: Screenshot der Höhe des KSP (KSP-Bestimmung)

Den Abschluss bildet eine zusammenfassende Folie, welche die Änderung der KSP-Höhen bei Änderung der Armposition beinhaltet (Abbildung 98).

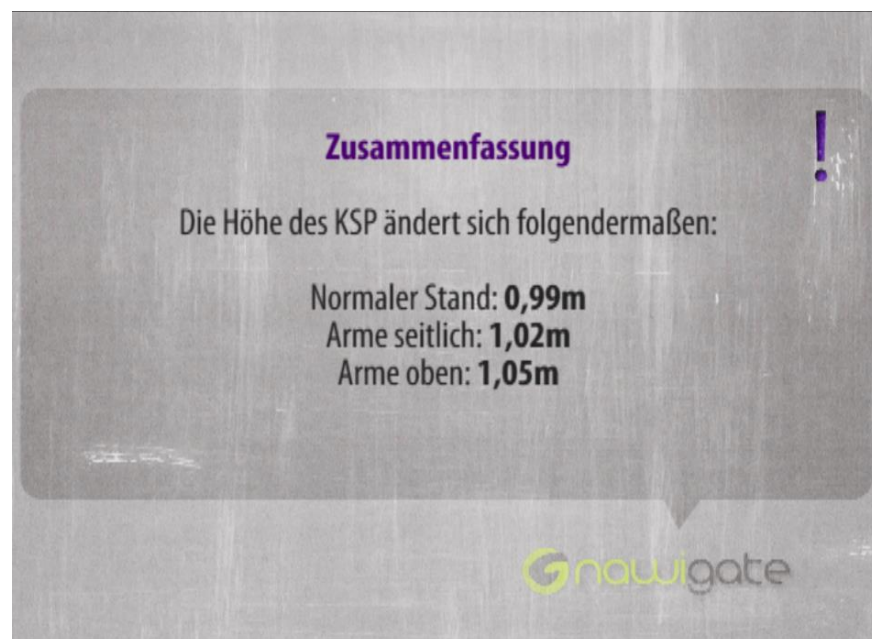


Abbildung 98: Screenshot der zusammenfassenden Folie (KSP-Bestimmung)

Herleitung der Formel

Die Herleitung der Formel erfolgte mithilfe einer Powerpoint Präsentation. Sie beinhaltet alle nötigen Informationen, um den KSP auf einer Körperwaage zu berechnen. Die Präsentation beginnt mit dem physikalischen Gesetz des Momentengleichgewichts. Dieses

besagt, dass bei einem ruhenden Körper die Summe der einzelnen Drehmomente um einen Drehpunkt null ergibt (Abbildung 99).

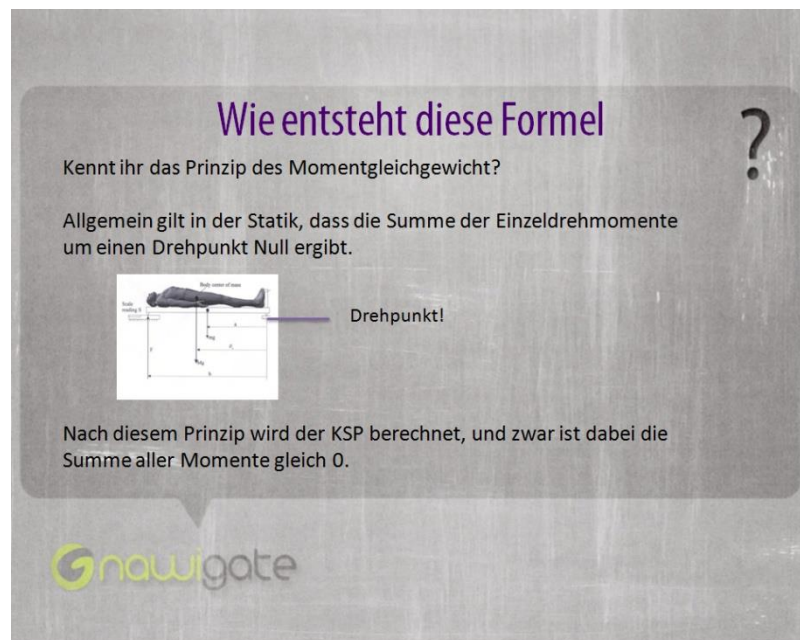


Abbildung 99: Screenshot der einführenden Folie (KSP-Bestimmung)

Danach werden die Abbildung beschrieben (Abbildung 100), die einzelnen Drehmomente aufgezählt (Abbildung 101 und Abbildung 102) und die Formel zusammengesetzt (Abbildung 103).



Abbildung 100: Screenshot von der Beschriftung der Skizze (KSP-Bestimmung)

Herleitung der Formel

Hier gilt: Die Summe der Momente = 0

$$Mg \cdot \rho_z + mg \cdot a - Fb = 0$$

$$Mg \cdot \rho_z = Fb - mg \cdot a$$

$$\rho_z = \frac{Fb - mga}{Mg}$$

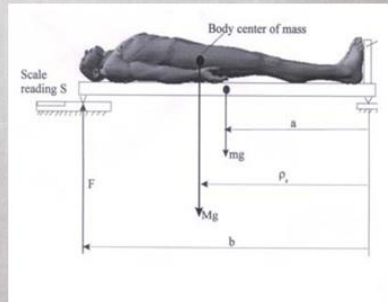
$$\rho_z = \frac{\frac{F}{g} \cdot b - m \cdot a}{M}$$

$$F/g = 441,45 \text{ [N]} / 9,81 \text{ [m/s]}$$

$$b = 1,957 \text{ m}$$

$$M = 648,44 \text{ [N]} / 9,81 \text{ [m/s]}$$

$m \cdot a = ??$ Herleitung folgt in der nächsten Folie



Gnawigate

Abbildung 101: Screenshot von den einzelnen Drehmomenten (KSP-Bestimmung)

Herleitung der Formel

Um $m \cdot a$ (Kraft der Körperwaage ohne darauf liegender Person) zu berechnen, gilt das gleiche wie vorher, aber ohne Person. Summe aller Kräfte = 0 (aber $Mg \cdot \rho_z$ wird weggelassen)

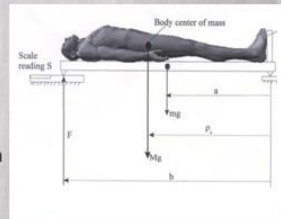
$$mg \cdot a - F \cdot b = 0$$

$$mg \cdot a = F \cdot b$$

$$m \cdot a = \frac{F}{g} \cdot b \quad \frac{F}{g} = \frac{112,78 \text{ [N]}}{9,81 \text{ [m/s]}} \quad b = 1,957 \text{ m}$$

$$m \cdot a = \frac{112,78 \text{ [N]}}{9,81 \text{ [m/s]}} \cdot 1,957 \text{ m}$$

Nun können wir das $m \cdot a$ in unserer vorherigen Formel einsetzen.



Gnawigate

Abbildung 102: Screenshot von den einzelnen Drehmomenten (KSP-Bestimmung)

Nun wird zusammengesetzt

$$b = 1,957 \text{ (Länge des Bretts)}$$

$$m \cdot a = \frac{112,78 \left[\frac{N}{s} \right]}{9,81 \left[\frac{m}{s} \right]} \cdot b$$

$$F/g = \frac{441,45 \left[\frac{N}{s} \right]}{9,81 \left[\frac{m}{s} \right]}$$

$$M = \frac{648,44 \left[\frac{N}{s} \right]}{9,81 \left[\frac{m}{s} \right]}$$

$$\rho z = \frac{\left(\frac{F}{g} \cdot b - m \cdot a \right)}{M}$$

$$\rho z = \frac{(45 + 1,957 - 11,5 \cdot 1,957)}{66,1} = \mathbf{0.992 \text{ m}}$$

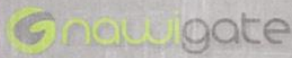


Abbildung 103: Zusammensetzung der Formel (KSP-Bestimmung)

6.7 Körperfett

Das Lernobjekt Körperfett fällt in die Kategorie Anthropometrie. Es soll den Lernenden einen Überblick über aktuellen Fettbestimmungsmethoden geben. Das Lernobjekt besteht aus einer Fragestellung, zwei Lösungsvideos und einer Power Point Präsentation, welche die Selbstmessung des Körperfetts ermöglicht.

Aufgabenstellung

Die Dauer des Videos beträgt 1:02 min. Nach dem Intro und der Titelfolie wird den Lernenden die Frage gestellt, ob sie die Körperfettmessung mithilfe einer Körperwaage kennen. Danach folgt die Darstellung der Messung. Es wird darauf hingewiesen, dass vor der Messung das Alter, Geschlecht und die Körpergröße in die Waage eingegeben werden. Folgend wird eine Messung gezeigt (Abbildung 104).



Abbildung 104: Screenshot von der Körperfettmessung mithilfe einer Körperwaage (Körperfett)

Die Lernenden sollen feststellen wie genau diese Waage misst, nach welchem Prinzip hier gemessen wird und welche weiteren Methoden sie zur Bestimmung des Körperfetts kennen (Abbildung 105).

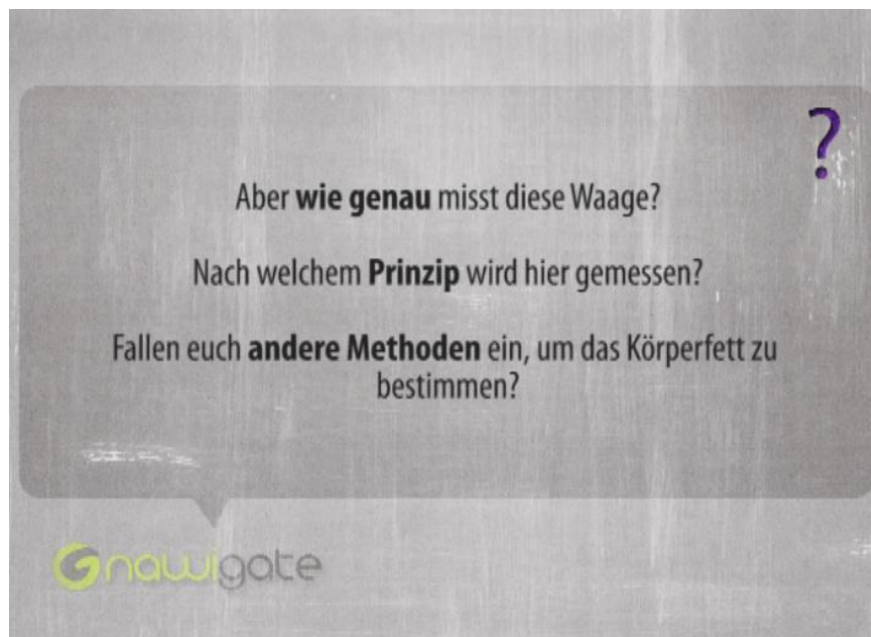


Abbildung 105: Screenshot der Fragestellung (Körperfettbestimmung)

Lösung

Die Dauer der ersten Lösung beträgt 2:22 min. Nach dem Intro und der Titelfolie wird den Lernenden die bioelektrische Impedanzanalyse anhand zweier Folien vorgestellt. Es wird

darauf hingewiesen, dass es sich bei dieser Methode um eine Widerstandsmessung von Strom handelt (Abbildung 106).

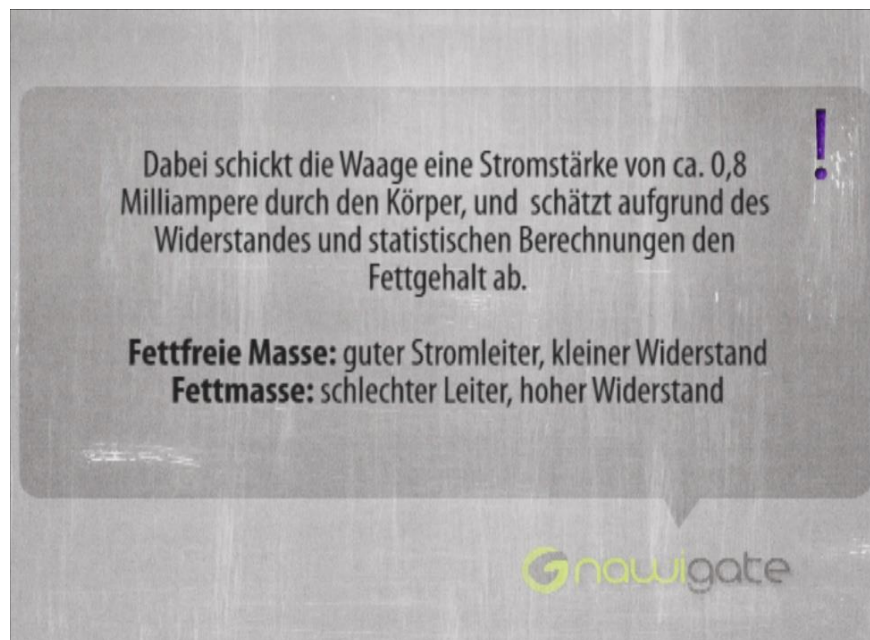


Abbildung 106: Screenshot vom Prinzip der Bioelektrischen Impedanzanalyse (Körperfettmessung)

Bezogen auf die Körperfettwaage werden die Probleme für eine genaue Messung angegeben (Abbildung 107).

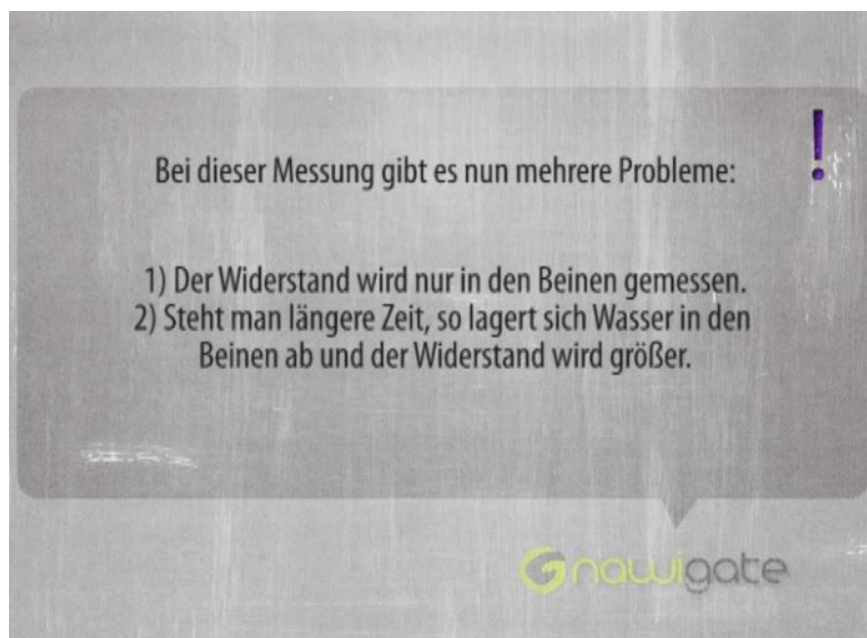


Abbildung 107: Screenshot von den Problemen bei der Fettmessung mit einer Körperwaage (Körperfettmessung)

Danach wird in einer Folie darauf hingewiesen, dass ähnliche Probleme bei der Messung mit einem Handmessgerät auftreten (Abbildung 108).



Abbildung 108: Screenshot von der Körperfettmessung mit einem Handmessgerät (Körperfettmessung)

Anschließend folgt die Erklärung der Bioelektrischen Impedanzanalyse am gesamten Körper. Hierbei wird erklärt, dass der Widerstand an einer gesamten Körperhälfte gemessen wird erklärt.



Abbildung 109: Screenshot der Bioelektrischen Impedanzanalyse am gesamten Körper (Körperfettmessung)

Den Abschluss bilden eine zusammenfassende Folie und das Outro.

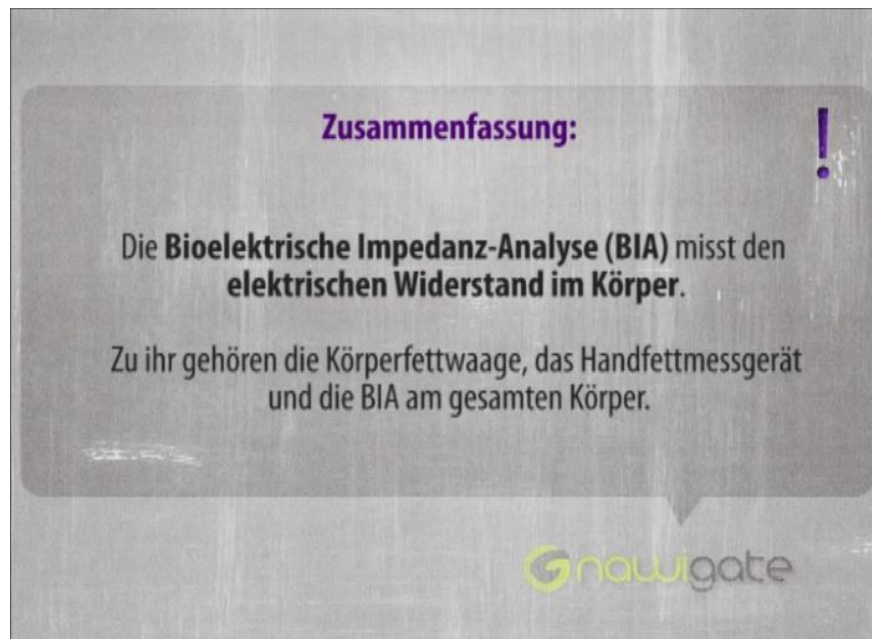


Abbildung 110: Screenshot der zusammenfassenden Folie (Fettmessung)

Zusatzmaterial

Im Zusatzmaterial befinden sich ein weiteres Video, welches weitere Methode für die Fettbestimmung am menschliche Körper beschreibt und eine Power Point Präsentation welche den Schüler und Schülerinnen die Möglichkeit geben soll mithilfe eines Kalipers den eigenen Fettgehalt zu bestimmen.

Video

Die Dauer des Videos beträgt 4:00 min. Das Video erklärt weitere Messungen und zwar die Infrarot Reflektionsmessung, die Hautfaltendickenmessung und die Densitometrie. Die Beschreibung der Messmethode beinhaltet die Vor-und Nachteile sowie Aussagen über ihre Genauigkeit.

Es beginnt mit der Infrarot Reflektionsmessung. Dabei wird die Messung mithilfe eines Messgerätes gezeigt (Abbildung 111).



Abbildung 111: Screenshot von der Infrarot Reflektionsmessung (Körperfettbestimmung)

Es wird darauf hingewiesen, dass die Messung nur an einer Stelle erfolgt und deshalb keine genauen Aussagen über den gesamten Körperfettgehalt zulässt.

Die Hautfaltendickenmessung wird den Lernenden als genauere Methode gezeigt, da sie an insgesamt 10 Messstellen erfolgt. Die 10 Messstellen werden dabei nicht genauer beschrieben, allerdings wird eine Abbildung mit den eingezeichneten Messstellen präsentiert (Abbildung 112 und Abbildung 113).



Abbildung 112: Screenshot von der Hautfaltendickenmessung (Körperfettbestimmung)

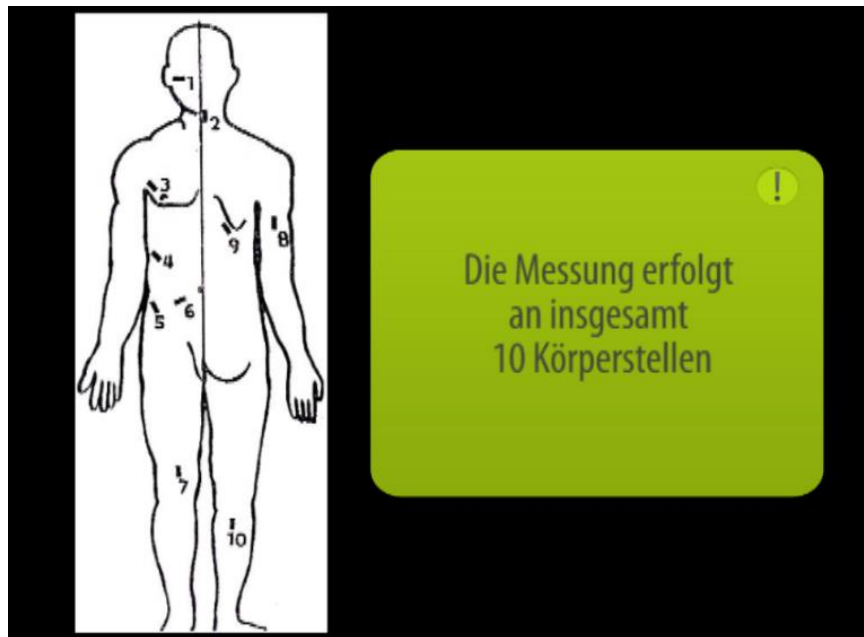


Abbildung 113: Screenshot von den 10 Messstellen (Körperfettbestimmung)

Die Densitometrie zeigt den Goldstandard der Fettvermessung, denn sie ist die genaueste Methode. Den Lernenden wird das Prinzip dieser Messung erklärt (Abbildung 114) und folgend eine Messung gezeigt (Abbildung 115).

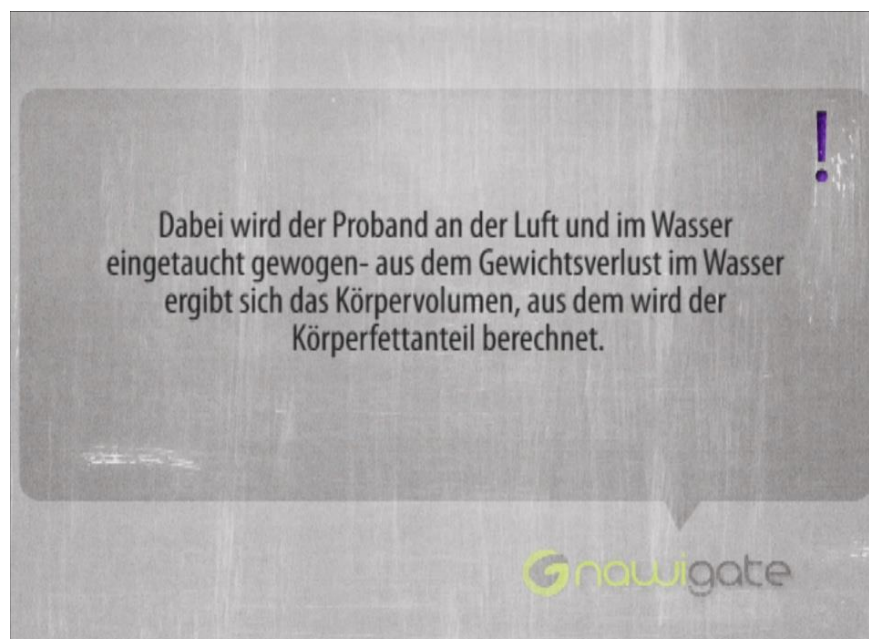


Abbildung 114: Screenshot von der Erklärung der Densitometrie (Körperfettbestimmung)



Abbildung 115: Screenshot von einer Densitometriemessung (Körperfettbestimmung)

Zum Schluss folgt eine zusammenfassende Folie und ein Outro. Die zusammenfassende Folie beinhaltet die Genauigkeit der unterschiedlichen Messmethoden (Abbildung 116).

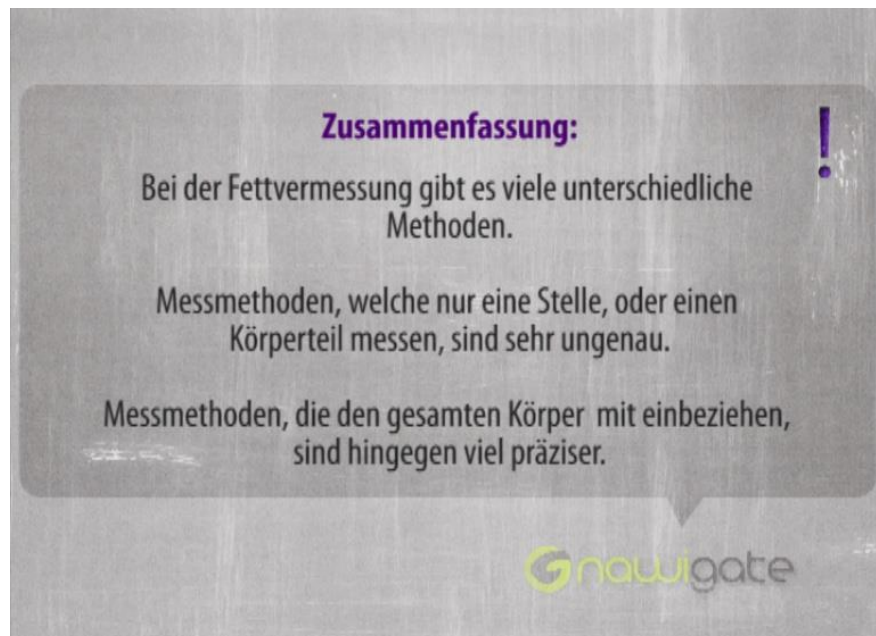


Abbildung 116: Screenshot von der zusammenfassenden Folie (Körperfettbestimmung)

Power Point Präsentation

Die Power Point Präsentation beinhaltet den genauen Ablauf der Hautfaltendickenmessung. Die Lernenden sollen damit die Möglichkeit bekommen ihren Fettgehalt mithilfe eines in der Schule vorhandenen Kalipers zu bestimmen.

7 Schlussbetrachtung und Ausblick

Als Absolvent eines Gymnasiums mit Schwerpunkt Sport und Maturafach Sportkunde, musste ich in meiner Anfangszeit des Studiums „Sportwissenschaften“ feststellen, dass im Hinblick auf Biomechanik mein Vorwissen sehr gering gewesen ist. Im Sportkundeunterricht wurde dieser Bereich für die Schüler und Schülerinnen vernachlässigt. Somit hatte ich beim Studium z.B. Probleme beim Vorstellen einer Kraftmessplatte, welche in 3 Richtungen misst. Mir waren Kraftmessplatten bekannt, welche in die vertikale Richtung messen. Wie Messungen in die horizontale Richtung aussehen könnten, war für mich schwer vorstellbar.

Dies war ein Denkanstoß für die Erstellung dieser Magisterarbeit. Sie soll den SchülerInnen einen Einblick in die biomechanische Messmethodik geben, und ihnen helfen, das Prinzip einer Messung zu verstehen. Diese 7 Messmethoden geben den SchülerInnen allerdings nur einen Überblick und eine Erklärung des Prinzips. Die Anwendung der Lernobjekte kann auch in anderen Fächern wie z.B. Physik oder Mathematik erfolgen. Die Berechnung von Fußdruckverteilungen oder die Wirkung von Kräften kann den Lernenden die Vorstellung auf den menschlichen Körper erleichtern.

Da diese Magisterarbeit ausschließlich die Messmethoden beinhaltet, wäre es sinnvoll weitere biomechanische Teilbereiche aus der Sportwissenschaft für den Schulunterricht zu erstellen. Biomechanische Prinzipien oder die Analyse könnten in Sportschulen einen hohen Anklang finden. Damit verknüpfend wäre es möglich, biomechanische Berechnungen in den Mathematikunterricht miteinzubeziehen, um den angehenden SportlerInnen anschaulich zu machen, welche Kräfte auf den menschlichen Körper wirken.

Die Absicht dieser Arbeit war es, die Biomechanik mehr in den Schulunterricht einzugliedern. Sie soll den Schülern naturwissenschaftliche Gesetze und Zusammenhänge, welche meiner Meinung nach für eine Allgemeinausbildung notwendig sind, näher bringen.

Literatur

- Ayres, P. & Sweller, J. (2005). The Split-Attention Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S.135-146). New York: Cambridge University Press.
- Astleitner, H., Pasuchin, I. & Wiesner, Ch. (2006). Multimedia und Motivation - Modelle der Motivationspsychologie als Grundlage für didaktische Mediengestaltung. *Medien Pädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*. [WWW Dokument] Verfügbar unter: <http://www.medienpaed.com/2006/astleitner0603.pdf> [Datum des Zugriffs: 25.09.09]
- Atkinson, R. C; Shiffrin, R. M. (1968).Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J.T. Spence, *The psychology of learning and motivation (Volume 2)* (S. 89–195).New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1999). *Human memory*.Boston: Allyn& Bacon.
- Ballstaed, S. P. (1990). Integrative Verarbeitung bei audiovisuellen Medien. In K. Böhme-Dürr, J. Emig & N. Seel (Hrsg.), *Wissensveränderung durch Medien* (S. 189-196). München: Saur.
- Barron, A. E. & Atkins, D. (1994). Audio Instruction in multimedia education: Is textual redundancy important? *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 4 (3), 295-306.
- Barron, A. E. & Kysilka, M. L. (1993).The Effectiveness of Digital Audio in Computer-Based Training. *Journal of Research on Computing in Education*, 25(3), 277-289.
- Bauer, S. (1997). *Entwicklung einer computer-unterstützten Lernhilfe für die Vermittlung von biomechanischen Prinzipien*. Universität Wien: Diplomarbeit.
- Baacke, D. (1997). *Medienpädagogik*. Tübingen: Niemeyer.
- Betrancourt, M. (2005).The Animation and Interactivity Principles in Multimedia Learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 287-296), New York: Cambridge University Press.
- Chadwick, J. (1992). The development of a museum multimedia program and the effect of audio on user completion rate. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 3 (1), 331-340.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction.*Cognition and Instruction*, 8(4), 293-332.
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2002). *E-Learning and the science of instruction. Proven Guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. San Francisco: Jossey-Bass / Pfeiffer.
- Fletcher, J. D., & Tobias, S. (2005).The multimedia principle. In R. E, Mayer (Ed.) *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 117-133). New York: Cambridge University Press.
- Frater, H. (1994).*Das große Buch zu Multimedia: Multimedia total: alles rund um den PC 1 und 2*. Düsseldorf: Data Becker.
- Friedrich, H. F. & Mandl, H. (2006). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 1-23). Göttingen: Hogrefe.
- Girwidz, R. (2009). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Heidelberg: Springer.
- Hauser, T. & Wenz, C. (2003). *Das Einsteigerseminar - Macromedia Director MX*. Landsberg: Moderne Industrie Buch AG & Co.KG.
- Hettinger, J. (2008). *E-Learning in der Schule. Grundlagen, Modelle, Perspektiven*. München: Kopaed.
- Hillmann, H. (1994). *Multimedia: Geräte, Grundlagen, Anwendungen*. Bornheim: Kreuzer.
- Holzinger, A. (2001). *Basiswissen Multimedia. Band 2: Lernen*. Würzburg: Vogel.

- Kalyuga, S. (2005). Prior knowledge principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 325-337). New York: Cambridge University Press.
- Keller, J. M. (1999). Motivation in cyber learning environment. *International Journal of Educational Technology*, 1, 7-30.
- Konrad, P. (2005). *EMG- Fibel. Eine praxisorientierte Einführung in die kinesologische Elektromyographie Version 1.0*. USA: Noraxon.
- Kron, F. W. (1994). *Grundwissen Didaktik*. München: Reinhardt.
- Langer, I., Schultz v. Thun, F. & Tausch, R. (1981). *Sich verständlich ausdrücken*. München: Reinhardt.
- Lasseter, J. (1987). Principles of traditional animation applied to 3D computer animation *Computer Graphics*, 21, 35-44.
- Mayer, R.E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. (2005a). Cognitive Theorie of Multimedia Learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 169-182). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. (2005b). Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pretraining, and Modality Principles. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 169-182). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005c). Principles of Multimedia Learning Based on Social Cues: Personalization, Voice, and Image Principles. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 201-214). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., Heiser, J. & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93, 187-198.
- Meschenmoser, H. (2002). *Lernen mit Multimedia und Internet*. Hohengehren: Schneider.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358-368.
- Niegemann H.M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *KompPENDIUM multimediales Lernen*. Heidelberg: Springer.
- Paechter, M. (1996). *Visuelle und auditive Texte in Lernsoftware. Herleitung und empirische Prüfung eines didaktischen Konzepts zum Einsatz auditiver und visueller Texte in Lernsoftware*. Münster: Waxmann.
- Pavio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Paiget, J. (1984). *Theorien und Methoden der modernen Erziehung*. Frankfurt: Fischer.
- Schnotz, W. (2005). An integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 49-69). New York: Cambridge University Press.
- Schröder, H. & Schröder, R. (1989). *Theorie und Praxis der AV-Medien im Unterricht*. München: Michael-Arndt.
- Schulmeister, R. (1996). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie-Didaktik-Design*. München: Oldenbourg.
- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 19-30). New York: Cambridge University Press.
- Tobias, S. (1976). Achievement treatment interactions. *Review of Educational Research*, 46, 61-74.
- Tobias, S. (1982). When do instructional methods make a difference? *Educational Researcher*, 11 (4), 4-9.
- Tobias, S. (1989). Another look at research on the adaptation of instruction to student characteristics. *Educational Psychologist*, 24, 213-227.

- Tulodziecki, G. (1996). *Unterricht mit Jugendlichen. Eine handlungsorientierte Didaktik mit Unterrichtsbeispielen*. Hamburg: Klinkhardt.
- Tulodziecki, G. & Herzig, B. (2002). *Computer & Internet im Unterricht. Medienpädagogische Grundlagen und Beispiele*. Berlin: Cornelsen.
- Weidenmann, B. (2001). Lernen mit Medien. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 415-464). Hemsbach: Beltz.
- Weidenmann, B. (2002). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 45-62). Weinheim: Beltz.
- Wittrock, M. C. (1989). Generative process of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 345-376.
- Zumbach, J. (2010). *Lernen mit neuen Medien. Instruktionspsychologische Grundlagen*. Stuttgart: Kohlhammer.

Internetvideo-Verzeichnis (Zugriff am 20.07.2012)

Elektromyographie

<http://www.kine.is/Video/>

Körperfettvermessung

http://www.youtube.com/watch?v=KMIghOd_Bu8

http://www.youtube.com/watch?v=0og2_UjYWyg

<http://www.youtube.com/watch?v=TkavltPs5Ro>

<http://www.youtube.com/watch?v=Q3gjS0wxVXY>

<http://www.youtube.com/watch?v=GwNXXG6K4a4>

Kraftmessplatte

http://www.youtube.com/watch?v=-1CqNEMj_iU

http://www.youtube.com/watch?v=q8kZxwk_mGQ

Motion Capture

<http://www.youtube.com/watch?v=uct1yzYpPd4>

<http://www.youtube.com/watch?v=Gb5T4qk8Bfw>

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Andreas Bauer

Adresse Ortsstraße 57
2292 Loimersdorf

Telefon 0699 / 12181171

E-Mail a0705653@unet.univie.ac.at

Staatsangehörigkeit Österreich

Geburtsdatum 02.09.1988

BERUFSERFAHRUNG

seit 06.2012 Klinik Bad Pirawarth

- * Trainingstherapeut in der Abteilung Sportwissenschaft
- * Arbeitsbereich: Rehabilitation von neurologischen und orthopädischen Patienten

seit 10.2004 *Familienbetrieb*

- * Aushelfen in der eigenen Landwirtschaft

04.2011 *Klinik Bad Pirawarth*

- * Praktikum in der Abteilung Sportwissenschaft
- * Patienten: Neurologie, Orthopädie

10.2010 - 02.2011 *Burgenländischer Fußballverband*

- * Kinder und Jugendtrainer der Bezirksauswahl Neusiedl am See

06. 2009 - 06.2010 *West Side Soccer Arena (Hütteldorf)*

- * Kinder und Jugendtrainer bei einwöchigen Fußballtrainingscamps

06.2009 - 06.2010 *SC Neusiedl am See*

- * Kinder und Jugendtrainer der U8 - U14
- * Kinder und Jugendtrainer bei Fußballcamps

SCHULBILDUNG/STUDIUM

seit 03.2012	<i>Universität Wien</i> * Lehramtsstudium Physik und Sport
seit 03.2011	<i>Universität Wien</i> * Master - Studiengang - Sportwissenschaften
03.2008 - 03.2011	<i>Universität Wien</i> * Bachelor - Studiengang - Sportwissenschaften
09.2002 - 06.2007	BSSM (Burgenländisches Schule & Sport Modell) Hauptplatz 7, 7432 Oberschützen Schwerpunkt: Sport Abschluss: Reife- und Diplomprüfung

PERSÖNLICHE KOMPETENZEN

Muttersprache	Deutsch
Fremdsprachen	Englisch – gute Kenntnisse Französisch – 5 Jahre Schulkenntnisse

ZUSÄTZLICHE ANGABEN

seit 06.2012	<i>SC Mannsdorf</i> * Fußballspieler in der Niederösterreichischen Landesliga * Trainer1: Robert Haas / Trainer 2: Roman Mählich
06.2007 - 06.2012	<i>SC Neusiedl am See</i> * Fußballspieler in der Kampfmannschaft (Regionalliga Ost) * Trainer: Harald Toth
2006	Fitnesslehrwart für Kinder- und Jugendtraining
2005 - 2006	Mehrere Einberufungen in das U18 und U19 Fußballnationalteam unter Teamchef Hermann Stadler
2005	Führerschein: B, B+E, F
2004	Gewinner der österreichweiten Coca-Cola Talentaktion in Obertauern
1997 - 2002	Ausbildung zum Trompetenspieler in der Musikschule Hainburg

Abstract

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Sparkling Science Projekts „E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht“ verfasst. Dabei lag das Hauptaugenmerk bei der Erstellung von E-Learning-Material mit dem Schwerpunkt „Biomechanische Messmethoden“. Das E-Learning-Material soll den SchülerInnen ermöglichen Einblick in die biomechanischen Messmethoden zu erlangen. Das E-Learning-Material wurde in sogenannte Lernobjekte unterteilt. Dabei erwies es sich als sinnvoll eine Messmethode mithilfe eines Lernobjekts darzustellen. Insgesamt entstanden sieben Lernobjekte. Ein Lernobjekt gliedert sich in zwei Videos (Aufgabenstellung, Lösung der Aufgabenstellung) und einem Zusatzmaterial, welches für genauere Informationen dient.

Die Arbeit gliedert sich in zwei Teilbereiche, nämlich den theoretischen und den praktischen. Im theoretischen Teil wird hermeneutisch auf die wichtigsten Aspekte vom computerunterstützten Lernen eingegangen. Der praktische Teil fasst die insgesamt 7 Lernobjekte inhaltlich zusammen. Die fertigen Lernobjekte (auf CD-Rom gebrannt) befinden sich auf der ersten Seite der gebundenen Magisterarbeit.

Abstract

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Sparkling-Science-Projektes „E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht“. Der Schwerpunkt ist die Erstellung von E-Learning Material für SchülerInnen der Sekundarstufe 2, mit dem Thema „Biomechanische Messmethoden“. Die biomechanischen Messmethoden sind für eine übersichtliche Darstellung, in 7 Lernobjekte (Elektromyographie, Motion Capture, Kraftmessplatte, Druckmessfolie, 2D-Bewegungsanalyse, Körperfettbestimmung, KSP-Bestimmung mittels Körperwaage) gegliedert. Ein Lernobjekt besteht aus einem Fragevideo, einem Antwortvideo und einem Zusatzmaterial. Das Zusatzmaterial dient den SchülerInnen als Ergänzung und hat die Form von Videos, Pdf-Dateien und Powerpoint-Folien. Die SchülerInnen erhalten durch die Lernobjekte eine genaue Beschreibung und Darstellung der biomechanischen Messmethoden.