



# MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

„Erstellung multimedialer Lerninhalte für den  
Sportkundeunterricht“

verfasst von

Alexander Kemethofer, BA

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Magisterstudium Sportwissenschaft

Betreuerin / Betreuer:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca

## **Eidesstattliche Erklärung**

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

Wien, am

---

(Unterschrift Verfasser)

# VORWORT

Die Fertigstellung der vorliegenden Diplomarbeit stellt für mich einen sehr bedeutenden Schritt für meine berufliche Neuorientierung dar und beschließt gleichzeitig einen wichtigen Lebensabschnitt. Da ich in meinen Berufserfahrungen vor dem Studium viel mit Computern im Allgemeinen gearbeitet habe und mich das Thema Informatik äußerst interessiert, war es für mich sehr schön und spannend, beim E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht-Projekt in Form meiner Diplomarbeit mitwirken zu können. Dafür möchte im Speziellen Mag. Dr. Roland Leser sehr herzlich danken, der mir von der Bakkalaureatsarbeit an bis zu der vorliegenden Arbeit angeboten hat, an diesem Projekt mitzuarbeiten und mich immer verlässlich betreut hat. Außerdem möchte ich mich bei Mag. Franz Mairinger bedanken, der mir fast die gesamte Projektdauer hindurch mit konstruktiven Anregungen zur Seite stand. Abschließend ist es mir ein besonderes Anliegen, mich bei Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca für die ausgesprochen informativ gestalteten Vorlesungen im Bereich Sportinformatik sowie für die äußerst kompetente Betreuung im Diplomandenseminar zu bedanken.

Auf diesem Wege spreche ich noch allen Personen herzlichen Dank aus, welche mir in der gesamten Erstellungsphase meiner Diplomarbeit auf die eine oder andere Weise unterstützend zur Seite gestanden haben. Im Speziellen ergeht mein Dank an...

... meine Eltern, welche mir immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben und speziell an meinen Vater, der mich jederzeit finanziell unterstützt hat,

... meine Schwester, die mir auch in schwierigen Zeiten Mut gemacht hat, das Studium ordentlich zu beenden,

... meine Freundin, die über die gesamte Dauer des Studiums hinweg Verständnis gezeigt hat und mir in jeder Situation die nötige Kraft gegeben hat, um mich auf das Studium zu konzentrieren und meinen Freunden, welche auch stets Verständnis für die fehlende Zeit hatten.

# ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Magisterarbeit ist es, zunächst in einem theoretischen Teil einen Überblick über das Bewegungslernen an sich zu geben und in weiterer Folge die Möglichkeiten der Multimedia- bzw. Computerunterstützung zu behandeln. Weiters wird die Erstellung von 27 multimedialen Lernobjekten für den Sportkundeunterricht zum Thema motorische Grundeigenschaften dokumentiert. Die Präsentation dieser Lernobjekte erfolgt auf einer im Rahmen des Sparkling Science-Projektes „Nawigate“ erstellten E-Learning-Plattform, welche zu Beginn ausgewählten Schulen als ergänzendes Unterrichtsmaterial dienen soll.

Im ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit werden die gängigsten wissenschaftlichen Konzepte zum Bewegungslernen - wie z. B. die funktionsorientierten und intensionsorientierten - überblicksartig vorgestellt und der Bezug zu den motorischen Grundeigenschaften beleuchtet. Weiters wird auf die Möglichkeiten der Computerunterstützung beim Erlernen von Bewegungen eingegangen. Im Detail werden hierzu diverse Feedbacksysteme beschrieben, mit denen das Bewegungslernen gefördert werden kann. Abschließend werden die Besonderheiten verschiedener multimedialer Formate (z. B. Animationen, Videos, Simulationen usw.) im Hinblick auf deren Einsatz als Instruktionsmittel beim Bewegungslernen beleuchtet.

Der zweite Teil der Magisterarbeit besteht aus der Dokumentation der 27 erstellten Lernobjekte zum Thema „Motorische Grundeigenschaften“. Das übergeordnete Thema „Motorische Grundeigenschaften“ ist in vier Module (Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Schnelligkeit) gegliedert, welche wiederum in jeweils zwei sogenannte „Lernblöcke“ unterteilt werden. Jeder dieser „Lernblöcke“ beinhaltet eine Aufgabenstellung und deren Lösung sowie verschiedene Zusatzmaterialien (sportmotorische Testverfahren) und Zusatzaufgaben (textbasierte Aufgabenstellungen als PDFs).

# ABSTRACT

The goal of this master thesis is to give an overview about motor learning in theory and in a follow-up section to deal with the possibilities of multimedia and computer support in the process of motor learning. Furthermore there will be a documentation of the production of 27 multimedia based objects for learning about basic motor abilities. These objects are available on the e-learning platform “Navigate” which was generated as part of the Sparkling Science project of the Austrian Ministry of Education. This platform serves as an additional tool for teaching at designated schools.

In the first chapter of this thesis the most common concepts of motor learning - e.g. function orientated and intension orientated - are depicted with the focus on their relation to basic motor abilities. In the following parts the options for computer support in the phase of motor learning are dealt with. Some feedback systems which facilitate motor learning are presented in details as well. Finally the peculiarities of different multimedia formats, such as animations, videos and simulations in regard to their possible use in motor learning are covered additionally.

The second part of this thesis consists of the documentation of the generating of the 27 learning objects. This main topic itself is divided into 4 modules (endurance, speed, mobility, power) which themselves are split into two so-called “learning sections”. Each of these contains a task and its respective solution as well as miscellaneous additional material (motor performance diagnostics) and additional tasks (text-based tasks in .pdf format).

# INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung .....	9
1.1.	Sparkling Science .....	9
1.2.	Das Projekt E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht .....	9
1.3.	Kapitelübersicht .....	11
2.	Bewegungslernen .....	12
2.1.	Wie werden Bewegungen erlernt? .....	13
2.2.	Motorische Grundeigenschaften und Bewegungslernen .....	14
2.3.	Funktionsorientierte Ansätze .....	16
2.3.1.	Programmtheoretischer Ansatz .....	16
2.3.2.	Ökologischer Ansatz .....	20
2.4.	Intensionsorientierte Ansätze.....	21
2.4.1.	Handlungstheoretischer Ansatz .....	22
2.4.2.	Phänomenologischer Ansatz.....	22
3.	Möglichkeiten der Computerunterstützung beim Bewegungslernen .....	24
3.1.	Unterstützung durch Feedbacksysteme .....	24
3.1.1.	Intrinsisches Feedback.....	25
3.1.2.	Extrinsisches Feedback.....	26
3.2.	Arten von Feedback .....	27
3.2.1.	Relative KR-Häufigkeit.....	27
3.2.2.	Bandwidth KR .....	28
3.2.3.	Summary KR .....	29
3.2.4.	Knowledge of Result versus Knowledge of Performance.....	30
3.3.	Beispiele für den Einsatz computerunterstützter Feedbacksysteme im Sport .....	31
3.3.1.	Videofeedback .....	32
3.3.2.	Knowledge of Result .....	36
3.3.3.	Kinematisches Feedback .....	37

3.3.4.	Kinetisches Feedback .....	41
3.4.	Unterstützung durch multimediale Instruktion .....	44
3.4.1.	Multimediaformate und deren spezifische Eigenschaften .....	45
3.4.1.1.	Animationen.....	45
3.4.1.2.	Simulationen .....	50
3.4.1.3.	Videos .....	55
4.	Beschreibung der Lernmodule.....	58
4.1.	Modul Ausdauer .....	60
4.1.1.	Lernblock – Unterschied zwischen aerober und anaerober Ausdauer .....	60
4.1.2.	Zusatzmaterial – Sportmotorische Testverfahren.....	73
4.1.3.	Zusatzaufgabe.....	83
4.1.4.	Lernblock – Unterschied zwischen allgemeiner Ausdauer und lokaler Muskelausdauer .....	87
4.1.5.	Zusatzmaterial –Sportmotorische Testverfahren.....	98
4.2.	Modul Kraft .....	103
4.2.1.	Lernblock – Schnellkraft .....	103
4.2.2.	Zusatzmaterial – Sportmotorisches Testverfahren .....	117
4.2.3.	Lernblock – Arbeitsweisen der Muskulatur .....	121
4.2.4.	Zusatzmaterial – Sportmotorisches Testverfahren .....	135
4.3.	Modul Beweglichkeit.....	138
4.3.1.	Lernblock – Einflussfaktoren auf die Beweglichkeit .....	138
4.3.2.	Zusatzmaterial – Sportmotorisches Testverfahren .....	147
4.3.3.	Zusatzaufgabe.....	149
4.4.	Modul Schnelligkeit.....	151
4.4.1.	Lernblock - Phasen des 100-m Sprints.....	151
4.4.2.	Lernblock - Reaktionsschnelligkeit.....	158
4.4.3.	Zusatzmaterial .....	164

5. Literatur .....	168
6. Video-Quellennachweise.....	171
7. Lebenslauf .....	173

# **1. EINLEITUNG**

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des in der Abteilung für Biomechanik und Sportinformatik des Instituts für Sportwissenschaft durchgeführten Projektes *E-Learning im Sportkunde- und Physikunterricht* verfasst, welches in übergeordneter Instanz vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung in dessen *Sparkling Science* Projektreihe initiiert wurde.

## **1.1. SPARKLING SCIENCE**

Das 2007 vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung ins Leben gerufene, österreichweit agierende Projekt Sparkling Science hat die Begeisterung junger Menschen für die Wissenschaft zum Ziel. Es versteht sich als ein Forschungsprojekt, welches den SchülerInnen ehestmöglich einen unkonventionellen Zugang bzw. einen Einblick in die Welt der Wissenschaft und Forschung gewähren soll und somit auch die Aufgabe hat, potentielle Forscher in der Zukunft zu gewinnen. In aktuell 209 Forschungsprojekten (Stand März 2013) werden je nach Projekt bestimmte Partnerschulen ausgewählt und die dort ansässigen SchülerInnen in die jeweiligen Projekte als JuniorkollegInnen eingebunden. Sie arbeiten Seite an Seite mit den betreuenden WissenschaftlerInnen zusammen und bekommen so einen bestmöglichen Einblick in diverse wissenschaftliche Tätigkeitsbereiche.

## **1.2. DAS PROJEKT E-LEARNING IM SPORTKUNDE- UND PHYSIKUNTERRICHT**

Das Ziel des Projektes *eLearning im Sportkunde- und Physikunterricht*, welches unter der Leitung von Univ. Prof. DI Dr. Arnold Baca vom Institut für Sportwissenschaft in Zusammenarbeit mit drei ausgewählten, sportorientierten Schulen aus Wien und Niederösterreich durchgeführt wurde, ist die Vermittlung von sportwissenschaftlichem Grundlagenwissen mittels eines Blended-Learning-Konzepts. Der Grundgedanke war, eine E-Learning Plattform für die beteiligten Partnerschulen (BG Parhamerplatz, Wien, BG/BRG Rosasgasse, Wien und die Liese Prokop Privatschule für Hochleistungssportler,

Niederösterreich) und in weiterer Folge auch für andere Schulen zu erstellen und diese mit Lernobjekten zu den Schwerpunktthemen Biomechanik, Bewegungswissenschaft und Sportinformatik sowie mit Teilbereichen des Physikunterrichtes zu befüllen. Diese Plattform soll den LehrerInnen alternative und multimediale Unterrichtsmaterialien zu den genannten Themen im Unterricht zur Verfügung stellen.

Im Detail wurde im gesamten Projekt darauf Wert gelegt, qualitativ hochwertige Lernmaterialien in Form von Videos, Arbeitsblättern, Animationen oder Bildern - thematisch geordnet und auf einer auf Moodle basierenden E-Learning-Plattform - bereitzustellen. Dies alles, um nicht nur den LehrerInnen die Möglichkeit der Einbindung zu bieten, sondern auch, um den SchülerInnen - welche z. B. aus sportlichen Gründen (Wettkampf im Ausland) nicht anwesend sein können - ein selbstgesteuertes und ortsunabhängiges Lernen mit den Lernobjekten zu ermöglichen.

Die Mitarbeit der SchülerInnen im Erstellungsprozess der E-Learning-Plattform fand auf allen Ebenen statt, so wurden diese schon zu Beginn des Projekts in die Auswahl der Themen bzw. im späteren Verlauf - in kleineren, thematisch organisierten Gruppen - auch bei der Produktion sowie der Evaluation der Lernobjekte mit einbezogen. Die Kommunikation zwischen StudentInnen, WissenschaftlerInnen und SchülerInnen erfolgte weitestgehend über die eLearning-Plattform sowie durch einige persönliche Treffen in den Partnerschulen und dem Institut für Sportwissenschaft.

Die für die vorliegende Arbeit erstellten und beschriebenen Lernobjekte sind für den Sportkundeunterricht konzipiert und behandeln das übergeordnete Thema der motorischen Grundeigenschaften wie Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit. Den SchülerInnen werden zu jeder der vier Grundeigenschaften je zwei Lernblöcke und ergänzende Zusatzmaterialien in Form einer Aufgabenstellung und deren Lösung zur Verfügung gestellt. Ziel der erstellten Lernobjekte ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse über die motorischen Grundeigenschaften, mit Hilfe derer die SchülerInnen neue Informationen über die Hintergründe sportlicher Bewegungsprozesse gewinnen können.

## 1.3. KAPITELÜBERSICHT

Im Kapitel 2 (*Wie werden Bewegungen erlernt?*) wird der theoretische Hintergrund von motorischen Lernprozessen skizziert sowie deren Bezug (Kapitel 2.2) zu den motorischen Grundeigenschaften wie Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit näher beleuchtet. Dazu werden die gängigsten wissenschaftlichen Konzepte zum Bewegungslernen überblicksartig vorgestellt.

In Kapitel 3 (*Möglichkeiten der Computerunterstützung beim Bewegungslernen*) werden zwei Aspekte des Einsatzes von Computern zum Erlernen sportlicher Bewegungen genauer beleuchtet. Als ersten Einsatzbereich von Computersystemen im Bereich des Bewegungslernens wird deren Verwendung als Feedbackinstrument beschrieben. Abgerundet wird der erste Einsatzbereich durch die in Kapitel 3.3 aufgelisteten, bereits umgesetzten Beispielanwendungen solcher Feedbacksysteme für diverse Sportarten. Als zweiter Einsatzbereich wird die Rolle von multimedial gestützten Instruktionsformen wie Animationen oder Videos zum Lernen näher beleuchtet.

Kapitel 4 (*Beschreibung der Lernmodule*) besteht aus einer vollständigen Dokumentation der - als praxisorientierter Teil der vorliegenden Arbeit - erstellten multimedialen Lerninhalte. Die Lerninhalte sind hierarchisch in einer Modul- > Lernblock- > Zusatzmaterial- bzw. Zusatzaufgabe-Struktur erstellt worden und umfassen vier Module, wobei sich jedes einzelne mit einer anderen motorischen Grundeigenschaft wie z. B. Kraft oder Ausdauer beschäftigt. Jedes dieser Module besitzt bis zu zwei Lernblöcke, welche sich wiederum mit einer konkreten Fragestellung zu einem Modulthema auseinandersetzen. Als Abschluss jedes Moduls sind bis zu drei Zusatzmaterialien wie z.B. die Vorstellung sportmotorischer Testverfahren oder Zusatzaufgaben in Form von Arbeitsblättern vorhanden. Tabelle 1 gibt einen detaillierten Überblick über sämtliche erstellten Module und deren Unterkategorien.

In Kapitel 5 ist die in der Arbeit verwendete Literatur aufgelistet.

## 2. BEWEGUNGSLERNEN

Die Frage „Wie werden Bewegungen erlernt?“ ist bei genauerer Betrachtung eine hochkomplexe und es ist unmöglich, mit nur einem wissenschaftlichen Konzept zu antworten. Vielmehr stehen zur Beantwortung dieser Frage mehrere bewegungswissenschaftliche Konzepte zur Auswahl, welche wiederum auf unterschiedlichen Vorannahmen über den Untersuchungsgegenstand Mensch basieren. Das heißt, dass die in den folgenden Kapiteln (2.1 bis 2.3) vorgestellten bewegungswissenschaftlichen Konzepte keineswegs als neutral zu betrachten sind, sondern wie Tamboer bemerkt (1997, S. 23) „.....*tiefgreifend imprägniert werden von einem Vorverständnis hinsichtlich dessen, was als charakteristisch für einen Menschen bezeichnet werden kann*“. Des Weiteren ist die Vielzahl an Erklärungsversuchen nach Dausg und Blischke (1984, S. 383) auch durch die „*unterschiedlichen wissenschaftstheoretischen Ausgangspositionen (Neurophysiologie, Psychophysik, Behaviorismus, Gestaltpsychologie, Handlungspsychologie, Kybernetik)*“ zu verstehen. Vor dem Hintergrund dieser Fülle an Konzepten ist es naheliegend, dass es auch keinen einheitlichen Begriff für das Erlernen von Bewegungen gibt. So findet man in der Literatur verschiedenste Termini zur Beschreibung des Bewegungslernens wie z. B. motorisches Lernen, sensomotorisches Lernen, perzeptivmotorisches Lernen, ideomotorisches Lernen, psychomotorisches Lernen oder auch Handeln lernen. In der vorliegenden Arbeit wird in weiterer Folge meist der Begriff *Bewegungslernen* zur Beschreibung dieser Prozesse verwendet.

Mit der großen Anzahl an verschiedenen Termini zur Beschreibung des Bewegungslernens gehen mindestens so viele Definitionen einher. Im Folgenden werden einige Definitionen beispielhaft angeführt. So versteht Rieder (1991, S. 31) unter motorischem Lernen „.....*die Aneignung - die Entwicklung, Anpassung und Vervollkommnung - von Verhaltensweisen und -formen, speziell von Handlungen und Fertigkeiten, deren Hauptinhalt die motorische Leistung ist*“. Nach Schöllhorn (2003, S. 42) wird das Bewegungslernen in ein fremd- bzw. selbstgesteuertes Lernen unterteilt. So geht es beim fremdgesteuerten Lernen darum, durch einen externen Lehrer und dessen Rückmeldungen das nötige Wissen über die richtige Zielbewegung zu erlangen, wobei beim selbstgesteuerten Lernen sich das Lernen ausschließlich auf den Lernenden selbst bezieht und dieser wie Birklbauer (2006, S. 327)

ausführt „... aus den eigenen Eigenschaften und Fähigkeiten heraus Strukturen - im Sinne der Emergenz von Ordnungszuständen - in seine Bewegungen bringt“.

Für Schmidt (1988, S. 347) ist motorisches Lernen „nicht direkt beobachtbar, denn es beinhaltet hochkomplexe Prozesse und Phänomene im Zentralnervensystem, die den Veränderungen von Fähigkeiten und Fertigkeiten zu Grunde liegen“. Birklbauer (2006, S. 327) führt weiter aus, dass somit nur die Ergebnisse dieser Veränderungen beobachtet werden können und dadurch mögliche Rückschlüsse auf die dahinterliegenden Abläufe möglich sind. Schmidt (1988, S. 345) betont in diesem Kontext die zeitliche Komponente der erworbenen Veränderungen und weist darauf hin, dass motorisches Lernen eine permanente Veränderung voraussetzt und kurzfristige Veränderung eher als Änderung der Performance zu betrachten sind. „*Motor learning is a set of processes associated with practice or experience leading to relatively permanent changes in the capability for responding*“ (Schmidt, 1988, S. 346; Schmidt & Lee, 1999, S. 264).

So ist es primär der außerordentlichen Plastizität des menschlichen Zentralnervensystems zu verdanken, dass der Mensch sich schnell und dauerhaft an neue Bedingungen anpassen - also lernen - kann. Dadurch ist der Mensch in der Lage, ihm gestellte Aufgaben in Abhängigkeit von seinen *persönlichen Fähigkeiten*, von *der Aufgabe* selbst sowie den *situativen Bedingungen* individuell unterschiedlich zu lösen. Das Lernen von Bewegungen ist somit immer als ein höchst individueller und von diesen drei Faktoren abhängiger Prozess zu betrachten.

Im Folgenden wird versucht, einen Überblick über die verschiedenen wissenschaftlichen Konzepte zum motorischen Lernen sowie deren kognitive Hintergründe zu geben.

## **2.1. WIE WERDEN BEWEGUNGEN ERLERNT?**

Grundsätzlich ist der Begriff des Bewegungslernens eng mit dem Begriff der Bewegungssteuerung, also der motorischen Kontrolle von Bewegungen, verbunden. Unter der motorischen Kontrolle oder auch Motorik verstehen Singer & Bös (1994, S. 17; zit. n. Wiemeyer, 1997, S.1) „.....alle an der Steuerung und Kontrolle von Haltung und Bewegung beteiligten Prozesse und damit auch sensorische, perzeptive, kognitive und motivationale Vorgänge“.

Das Erlernen von Bewegungen ist somit nichts anderes als die durch Erfahrungen beeinflusste und über einen längeren Zeitraum andauernde Veränderung der Bewegungssteuerung.

So lassen sich die verschiedenen wissenschaftlichen Konzepte zum Bewegungssteuern und -lernen in funktions- und intensionsorientierte Ansätze unterteilen. Für diese Konzepte existieren viele gleichbedeutende Bezeichnungen, so sind die funktionsorientierten Modelle auch als informationsverarbeitende und die intensionsorientierten auch unter systemdynamische Modelle bekannt. Die unterschiedlichen Ansätze dieser beiden Denkrichtungen beschäftigen die Bewegungswissenschaft seit den 80er Jahren unter dem Titel der *Motor-Action-Kontroverse*. Wobei *Motor* hier für die funktionsorientierten Modelle steht und ihren Ursprung in der Psychologie der Informationsverarbeitung hat. Dieses Modell versteht den Menschen wie einen Computer, der die Steuerung bzw. das Erlernen von Bewegungen mit Hilfe von Informationsaufnahme-, Informationsverarbeitungs- und Informationsabgabeprozessen realisiert (Roth & Willimczik, 1999, S. 177). Die intensionsorientierten oder systemdynamischen Modelle wiederum verstehen den Bewegungssteuerungs- und Bewegungslernprozess als einen interaktiven Vorgang zwischen dem Menschen und seiner Umwelt. Sie gehen davon aus, dass die Abläufe nicht nur vom Gehirn, sondern durch die Informationen, die durch die Selbstwahrnehmung der Umwelt aufgenommen werden, erlernt und gesteuert werden.

Diese beiden Überkategorien können wiederum in viele einzelne Unterkategorien unterteilt werden. In Kapitel 2.3 und 2.4 werden in weiterer Folge vier der bekanntesten „Mainstream“-Konzepte, zu denen der programmtheoretische und der ökologische als Vertreter der funktionsorientierten Ansätze sowie der handlungstheoretische und phänomenologische als Vertreter der intensionsorientierten Ansätze gehören, genauer beleuchtet.

## **2.2. MOTORISCHE GRUNDEIGENSCHAFTEN UND BEWEGUNGLERNEN**

Einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Steuerung der finalen Bewegung leisten dabei auch die motorischen Grundeigenschaften wie Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Koordination oder Schnelligkeit. Sie alle werden zur sogenannten Bewegungskoordination benötigt und

stellen laut Meinel & Schnabel (2007, S. 32) aus physiologischer Sicht die Koordination synergistischer und antagonistischer Muskeltätigkeit dar. Die Qualität dieser Koordinationsmechanismen hat wiederum direkten Einfluss auf die Qualität des Bewegungs- bzw. Lernergebnisses, da beim motorischen Lernen das Bewältigen einer Bewegungsleistung im Mittelpunkt steht und diese maßgeblich durch die konditionellen Fähigkeiten des Lernenden bestimmt wird.

Auch der Bewegungslernprozess baut wie jeder andere Lernprozess auf bereits vorhandenen Grundlagen auf und gestaltet sich abhängig von deren Ausprägung mehr oder weniger schwierig. Das Ausgangsniveau der motorischen Grundeigenschaften eines Lernenden, wie z. B. der Kraft, kann nach Meinel & Schnabel (2007, S. 160) „...entscheidende Bedeutung für den Verlauf eines Lernprozesses gewinnen“. Der genaue Stellenwert des motorischen Ausgangsniveaus beim Bewegungslernen ist einerseits abhängig von der einzusetzenden spezifischen Grundeigenschaft (Ausdauer, Kraft, usw.) und andererseits vom zu erreichenden Bewegungslernziel, also der Sportart.

Laut Meinel & Schnabel (2007, S. 160) werden im Bereich der Ausdauersportarten sowie in den Wurf- Stoß- oder Sprungdisziplinen im Hochleistungsbereich keine neuen Bewegungsformen mehr erlernt, da zu diesem Zeitpunkt der Fokus auf der Stabilisierung/Verfeinerung der Technik liegt. Im Bereich der technischen Sportarten wie Geräteturnen, Wasserspringen oder Eiskunstlauf werden hingegen selbst in diesem Trainingsbereich noch neue Elemente erlernt. Wenn man es vom Blickwinkel der benötigten motorischen Grundeigenschaft aus betrachtet, so ist der Stellenwert beim motorischen Lernen für jede Grundeigenschaft unterschiedlich hoch.

So kommt z. B. der *Kraftfähigkeit* für eine Vielzahl von Bewegungsaufgaben ein hoher Stellenwert zu, da ohne deren guter Ausprägung die ersten Fortschritte in einem Bewegungslernprozess - speziell in technisch anspruchsvollen Sportarten wie dem Geräteturnen - nur unzulänglich und wesentlich langsamer erreicht werden können. Auch andere motorische Grundeigenschaften wie die *Schnelligkeit* spielen bei gewissen Bewegungsaufgaben wie z. B. dem Erlernen des Hochsprungs eine wesentliche Rolle, da ohne einer gewissen Grundschnelligkeit nicht die notwendige Endgeschwindigkeit für einen erfolgreichen Absprung erreicht werden kann. Eine herausragende Position hat hierbei die Grundeigenschaft der *Beweglichkeit*, da diese nach Meinel & Schnabel (2007, S. 230) die muskuläre Interaktion ökonomisiert, eine adäquate Bewegungsökonomie ermöglicht und motorische Lernprozesse beschleunigt. Die Beweglichkeit spielt somit

„...besonders dort, wo Bewegungen mit einer großer Bewegungsamplitude leistungbestimmend sind (Geräteturnen, Schwimmen, Sportgymnastik, Hürdenlauf, u.a.)“ eine ganz essentielle Rolle (Meinel & Schnabel, 2007, S. 230).

Somit kann konstatiert werden, dass je höher das Ausgangsniveau der motorischen Grundeigenschaften und die damit einhergehenden Bewegungserfahrungen in der betreffenden Sportart eines Lernenden sind, desto schneller können Fortschritte im Bewegungslernprozess erzielt werden.

## **2.3. FUNKTIONSORIENTIERTE ANSÄTZE**

Diese verstehen den Menschen als biologisches System und analysieren die biologischen, chemischen oder physikalischen Strukturen, die den äußerlich sichtbaren Änderungen im Bewegungsverhalten zugrunde liegen. Die Konzepte der funktionalen Perspektive versuchen ihre Erkenntnisse entweder „.....durch *individuuminterne Repräsentationsstrukturen oder durch systematische Wechselwirkungen zwischen Organismus und Umwelt zu erklären*“ (Gröben, 2000, S. 15). Beispielhaft dafür wird im Folgenden der programmtheoretische sowie der ökologische Ansatz genauer erläutert.

### **2.3.1. Programmtheoretischer Ansatz**

Bei den programmtheoretischen Ansätzen handelt es sich nach Gröben (2000, S. 18) um Theorien, welche davon ausgehen, dass im Zentralnervensystem spezifische Programme gespeichert sind, die als Bindeglied zwischen den kognitiven und muskulären Prozessen bei der Bewegungsausführung fungieren. Die Programmtheorien haben sich über die Zeit weiterentwickelt und lassen sich wiederum in unterschiedliche Erklärungsansätze differenzieren, welche nachfolgend behandelt werden.

#### **Open-Loop-Modell:**

Zum einen gibt es das sogenannte Open-Loop-Modell, welches die Idee vertritt, dass Bewegungen alleine durch gespeicherte motorische Programme - völlig ohne sensorische Rückmeldungen - ausgeführt und gesteuert werden können. Somit ist es laut der Open-

Loop-Modelle nicht möglich, Feedback über den aktuellen Bewegungsvorgang zu erhalten und dadurch die Bewegung während der Ausführung zu beeinflussen. Abbildung 1 zeigt den Informationsfluss solcher Open-Loop-Systeme. Laut Birklbauer (2006, S. 46) ist bei den Open-Loop-Theorien die Bewegungssteuerung und -ausführung „...in Form eines prozeduralen Kodes wie in einem Computerprogramm abgelegt und jederzeit abrufbar“ und Konczak (1996, S. 37; zit. n. Birklbauer, 2006, S. 46) führt weiter aus: „Die Ausführung eines solchen motorischen Programms produziert einen definierten raumzeitlichen Output, eine bestimmte Bewegungsfolge über ein oder mehrere Gelenke.“ Es wird also davon ausgegangen, dass die Steuerung verschiedenster Bewegungen durch ein abstraktes Abbild der Zielbewegung im ZNS gespeichert ist und dieses Abbild (Programm) bei seiner Aktivierung die gewünschte Bewegung ohne jegliches sensorisches Feedback erzeugt.

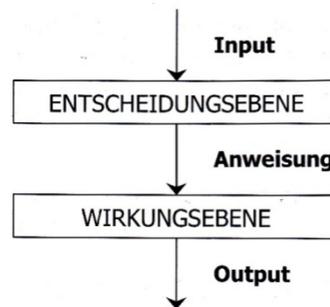


Abbildung 1: Strukturierung der Open-Loop-Systeme (nach Schmidt, 1988, S. 146; Schmidt & Lee, 1999, S. 132).

## Closed-Loop-Modell

Dem entgegen stehen verschiedene Closed-Loop-Modelle, welche die Idee postulieren, dass die Bewegungssteuerung anhand von in Echtzeit verarbeitetem, sensorischem Feedback funktioniert. Das Closed-Loop-Konzept basiert auf der Überlegung, dass „...eine koordinierte Bewegung kontinuierliches extero- bzw. propriozeptives Feedback erfordert“ (Gröben, 2000, S. 19), um auf die jeweiligen situativen Bedingungen abgestimmt bzw. angepasst werden zu können. Die Bewegungssteuerung wird als geschlossener Regelkreis betrachtet, in dem durch einen Referenzmechanismus „.....die Bewegungsziele als Input mit dem aus der Bewegung abgeleiteten Feedback verglichen“ (Birklbauer, 2006, S. 29) werden. Die Informationen aus dem Feedback werden in die Entscheidungsebene eingespeist und aufgrund dieser werden der Wirkungsebene die geänderten und passenden

Instruktionen vermittelt, wodurch die Ausführung der Bewegung an die aktuellen Gegebenheiten angepasst werden kann.

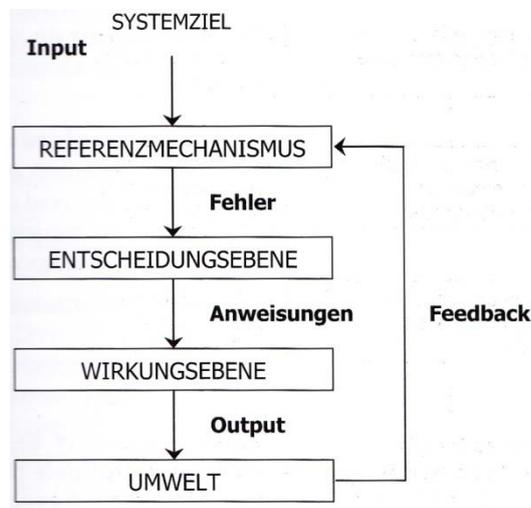


Abbildung 2: Strukturierung der Closed-Loop-Systeme (nach Schmidt, 1988, S. 142; Schmidt & Lee, 1999, S. 97).

Diese beiden Konzepte standen sich lange Zeit gegenüber und hatten beide mit Ungereimtheiten in der umfangreichen Erklärung der Bewegungssteuerung zu kämpfen. Beide Konzepte waren nicht ausreichend, um alle komplexen Abläufe der Bewegungskoordination bzw. des Bewegungslernens zu erklären. Aus dieser Unausgereiftheit der Konzepte entstanden wiederum neue - beide Ansätze vereinende - Konzepte, nämlich jenes der generalisierten motorischen Programme (GMP) bzw. die Schematheorien.

## Generalisierte motorische Programme

Dieser Ansatz geht davon aus, dass ein motorisches Programm nicht aus allen benötigten Parametern einer Bewegung besteht und gespeichert werden muss, sondern nur mehr generalisierte Elemente einer Art Bewegungsklasse enthält, welche „...*situationsadäquat spezifiziert und - nach einem kritischen Intervall von ~ 200 msec - bewegungsbegleitend korrigiert werden können*“ (Gröben, 2000, S. 20). Es wurden also die einzelnen Programme in Klassen zusammengefasst, vor allem um dem Kritikpunkt des Speicherproblems der Open- und Closed-Loop-Theorien etwas entgegen setzen zu können.

Folgende Punkte wurden als die Kernannahmen zur Definition des GMP-Konzepts von Schmidt (1991; Wollny 1993; Wulf 1994 zit. n. Gröben, 2000, S. 20) angeführt:

- *„Das Neuerlernen einer Bewegung entspricht dem Erwerb eines motorischen Programms.*
- *Inhalte des motorischen Programms sind Zeit- und Kraftinformationen, die in Form neuronaler Impulsmuster an die bewegungsproduzierende Muskulatur übermittelt werden und deren Aktivität regulieren.*
- *Motorische Programme enthalten nur eine begrenzte Anzahl von invarianten Bestandteilen, die durch variable Parameter situativ angepasst werden können.*
- *Die variablen Parameter werden in sog. Schemata gespeichert. Das Recall-Schema enthält Daten, die zu der Initiierung einer Bewegung benötigt werden, während die Daten des Recognition-Schemas ausführungsbegleitend Vergleichsmöglichkeiten schaffen.“*

Wie aus den Kernannahmen zur Spezifikation der generalisierten motorischen Programme hervorgeht, basiert diese Theorie auf der Idee, dass sich die Bewegung aus nicht variablen und variablen Teilen zusammensetzt. Die nicht variablen (invarianten) Teile des Bewegungsprozesses sind nach Schmidt (1988, S 244; Schmidt & Lee, 1999, S. 159):

- Die Sequenzierung (Reihenfolge der Muskelkontraktionen)
- Die relative Impulsdauer (Dauer der Muskelkontraktion)
- Die relative Impulsstärke (Verhältnis der Kontraktionsstärke verschiedener Muskeln zueinander)

Demgegenüber stehen für Schmidt (1988, S 246; Schmidt & Lee, 1999, S. 162) die für jeden Bewegungsablauf neu zu spezifizierenden, variablen Parameter der Steuerung:

- Absolute Zeiten
- Absolute Kräfte (Stärke der für diese Bewegung benötigte Muskelkontraktion)
- Muskelauswahl
- Räumliche Parameter

Somit setzt sich die Bewegungsausführung und -kontrolle immer aus fixen und situationsspezifischen, variablen Parametern zusammen. Die GMP-Theorie stellt dadurch einen guten Ansatz zur Erklärung von hochkomplexen, flexiblen Bewegungsfolgen dar. So ist es möglich, dass die invarianten Anteile in zeitlicher Hinsicht gedehnt oder gestaucht

werden können und die variablen Anteile wie z. B. die absolute Bewegungsdauer bzw. -kraft für jede Bewegung neu gewählt werden müssen.

### **2.3.2. Ökologischer Ansatz**

Die ökologischen Ansätze gehen davon aus, dass die komplexen Vorgänge beim Bewegungslernen bzw. deren Steuerung nicht alleine durch interne Repräsentationsstrukturen erklärt werden können. Sie betrachten den Menschen und seine Handlungen nicht analog zu einem Computer, dessen Wahrnehmungs- und Ausführungssysteme ausschließlich durch intern gespeicherte motorische Programme ermöglicht werden. Vielmehr betrachten sie die Beziehung zwischen dem Akteur und seiner Umwelt - und somit dessen Wahrnehmung und Bewegung - als ein eng miteinander verknüpftes System, welches in einer permanenten Wechselbeziehung zueinander steht.

Als Ergebnis dieser Wechselbeziehung - die in der Wahrnehmung nicht als passiver, „...sondern gerichteter Prozess und somit als Austausch von Informationen zu verstehen ist“ (Birklbauer, 2006, S. 165) - gilt der von Kugler und Turvey (1987; S. 88) entwickelte sogenannte Perception-Action-Cycle. Dieses Konstrukt stellt - wie in Abbildung 3 zu sehen ist - einen geschlossenen Kreislauf dar. Die wechselseitige Bedingtheit ergibt sich durch die Annahme, dass durch Bewegung die Wahrnehmung im sogenannten Flussfeld beeinflusst/erzeugt wird und umgekehrt die Wahrnehmung wiederum die Bewegung im sogenannten Kraftfeld leitet. Mit anderen Worten kann der Informationsfluss (Flussfeld) „...zur Kontrolle von Bewegungen in einer anpassungsfähigen Art verwendet werden“ (Birklbauer, 2006, S. 170). Sobald sich der Mensch bewegt ändert dies den Informationsfluss und generiert dadurch neue Informationen aus der Peripherie, mit denen man die Bewegung steuern kann (Birklbauer, 2006, S. 170).

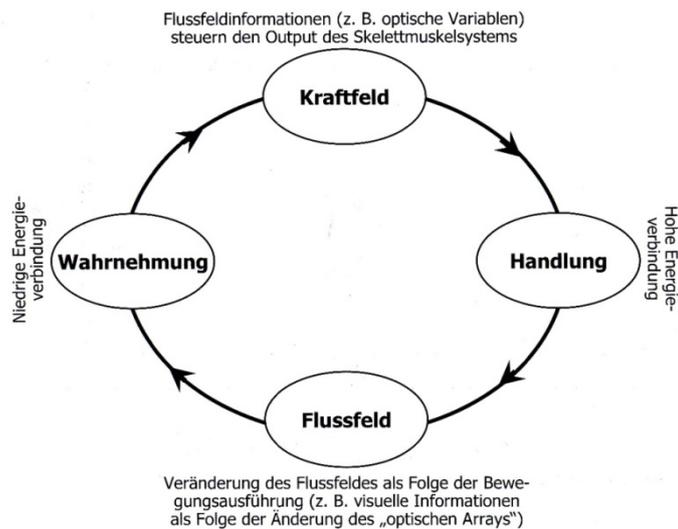


Abbildung 3: Der Wahrnehmungs-Handlungs-Kreis nach Kugler und Turvey (aus Williams et al., 1999, S. 199; zit. n. Birklbauer, 2006, S.170).

Bernstein (1988, S. 58) geht davon aus, dass die Bewegungssteuerung nicht nur vom ZNS (Zentralnervensystem), sondern auch durch die nervalen Strukturen in der Peripherie reguliert wird und somit die Steuerung und Ausführung von Bewegungen laut Gröben (2000, S. 27) als „...die Kontrolle peripherer Freiheitsgrade relativ zur zentralen Steuerung“ zu betrachten ist.

Auf das Erlernen von Bewegungen gemünzt bedeutet dies, dass die überdauernde Veränderung von Bewegungsmustern als ein sich sukzessive herausbildendes Produkt der Wechselbeziehung zwischen Organismus, Aufgabe und Umweltbedingungen zu verstehen ist (Gröben, 2000, S. 28).

## 2.4. INTENSIONSORIENTIERTE ANSÄTZE

Diese methodologischen Ansätze unterscheiden sich von den funktionalen Ansätzen vorwiegend dadurch, dass hier nicht die äußerlich sichtbaren Strukturen von Bewegungen analysiert werden, sondern vor allem die interne Perspektive und die inneren Strukturen der sich bewegenden Subjekte im Vordergrund stehen. Sie stellen somit „...den Sinn-, Ziel- und Wertbezug menschlichen Handelns in den Mittelpunkt“ (Gröben, 2000, S. 15) und verstehen die Entstehung sportlicher Bewegung als „...Tätigkeit, die etwas soll, etwas zeigt

und zu etwas führt“ (Christian, 1962, S. 21; zit. n. Gröben, 2000, S. 15). Sie werden unterteilt in den handlungstheoretischen und phänomenologischen Ansatz.

### **2.4.1. Handlungstheoretischer Ansatz**

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen funktionsorientierten Erklärungskonzepten der Bewegungssteuerung stellt der handlungstheoretische Ansatz das Subjekt und dessen Absichten, Pläne und Ziele in den Mittelpunkt der Bewegungshandlung. Die Innensicht rückt dadurch in den Vordergrund und markiert somit den Perspektivenwechsel von System zum Subjekt bzw. analog dazu vom Verhalten zum Handeln. Den Entscheidungsprozessen, in welchen Absichten gebildet sowie deren Verwirklichung vorbereitet werden, wird dabei die größte Bedeutung zugemessen und somit stellen die individuellen Bedürfnisse, Ziele sowie Erlebnisse beim Bewegungslernen die perspektivischen Eckpfeiler handlungstheoretischer Ansätze dar. Kaminski (1973, S. 15) führt drei wesentliche Aspekte als Kennzeichnung einer Handlung bzw. eines handlungstheoretischen Ansatzes an:

- *„Dass ein Handelnder in einer spezifischen Situation eine bestimmte Position einnimmt (Ausgangszustand)*
- *Dass dieser zu einem anderen Zustand zu gelangen sucht (Zielzustand)*
- *Dass dies auf der Basis individueller Ziel-, Motiv- und Wertstrategien stattfindet“*

So lässt sich zusammenfassend festhalten, dass die handlungstheoretischen Erklärungskonzepte das Planen, Realisieren und Interpretieren als die grundlegenden Faktoren von Bewegungshandlungen ansehen und weiters versuchen, diese in einem ganzheitlichen Kontext zu verstehen.

### **2.4.2. Phänomenologischer Ansatz**

Im Grunde ähneln sich der handlungstheoretische und der phänomenologische Ansatz durch ihren Subjektbezug, allerdings mit dem einen Unterschied, dass sich die phänomenologischen Konzepte nicht nur auf die Zielorientierung (Was? und Wozu?) des Bewegungshandelns fixieren, sondern dem „Wie“ des Bewegungslernens und -handelns einen großen Stellenwert zuschreiben. Mit anderen Worten geht es in diesem Konzept um

„...das subjektive Erleben im umfassenden Sinne“ (Gröben, 2000, S. 39). Somit steht hier der Mensch-Welt-Bezug im Mittelpunkt der Überlegungen, welche implizieren, dass in diesem Bezugssystem nicht der Mensch das sinngebende Element ist und genauso wenig die Umwelt als so bedeutend betrachtet wird, dass diese nur noch entdeckt werden muss. Es ist vielmehr der Sinn nur durch die sogenannte Bedeutungsrelation gegeben. Tamboer (1991, S. 68) definiert Bedeutungsrelation wie folgt: „...der Mensch ist als körperliches Wesen auf vielfältige Weise intentional mit der Welt verbunden. Diese Unterhaltung von Bedeutungsrelationen ist eine dynamisch Aktivität und eigentlich nur in Verben auszudrücken; denken, sprechen, fühlen, bewegen usw.“. So zielt relationales Denken vor allem darauf ab, die Ansicht, dass ein Mensch in seine subjektive Innenseite (Psyche) und seine objektive Außenseite (körperliche Erscheinung) unterteilt werden soll, zu vermeiden. Das gesamte phänomenologische Konzept wird von der Idee der Leiblichkeit getragen, nach der der menschliche Körper nicht nur als tragende Struktur sondern als Möglichkeit Zugang zur Welt zu haben, angesehen wird. Nach Gröben (2000, S. 41) basiert diese Vorstellung auf der Überlegung „...dass - aus der Perspektive des agierenden Subjekts - der eigene Körper nicht einfach als ein Gegenstand neben anderen erscheint, sondern in umfassendem Sinne das eigene Dasein begründet“. Mit anderen Worten gesagt stellt der phänomenologische Ansatz dem üblichen Dualismus von Geist und Körper ein Konzept entgegen, welches von einer Einheit zwischen Subjekt und Welt ausgeht.

# **3.MÖGLICHKEITEN DER COMPUTERUNTERSTÜTZUNG BEIM BEWEGUNGSLEARNEN**

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, sich der Computerunterstützung beim Bewegungslernen zu bedienen. Zum einen besteht die Möglichkeit, sich vor, während oder nach der Bewegung extrinsisches Feedback geben zu lassen oder aber man verwendet den Computer zur multimedialen Instruktion von zu erlernenden Bewegungsabläufen. Die Verwendung als Instruktionsinstrument kann entweder zusätzlich zu herkömmlicher Instruktion durch Lehrpersonen oder Literaturinstruktion oder exklusiv eingesetzt werden und dient meistens dem Ausbau des theoretischen Wissens. Die Bandbreite der zur Instruktion verwendbaren Medien ist sehr groß, ist es doch möglich, von einfachen Animationen bis hin zu biomechanisch korrekten Simulationen oder 3D-Modellen alles zu Lehrzwecken einzusetzen. In den folgenden beiden Kapiteln wird detailliert auf den Einsatz von Computern als Feedbacksystem sowie als Instruktionsinstrument eingegangen.

## **3.1. UNTERSTÜTZUNG DURCH FEEDBACKSYSTEME**

Im Hochleistungssport entscheiden oft Bruchteile von Sekunden oder minimale Abweichungen vom Idealzustand einer Bewegung über Erfolg oder Misserfolg (Baca & Dabnichki, 2008, S. 43). Darum ist es in diesem Bereich von großer Bedeutung, durch computerbasierte Feedbacksysteme exklusive Informationen zu erhalten, die auf anderem Wege nicht zugänglich wären. Entweder weil diese Informationen für die menschlichen Sinnesorgane zu schnell erzeugt werden oder die Menge an generierten Daten zu umfangreich ist, um sie kognitiv verarbeiten zu können. Dieses computergenerierte Feedback steht oftmals in Echtzeit oder aber erst nach der Bewegung zur Verfügung und ermöglicht gezielte Rückmeldungen, um das Erlernen von Bewegungen oder das Training effektiver zu gestalten bzw. zu steuern.

Zu den Einsatzgebieten computergenerierten Feedbacks zählen sowohl Systeme, welche den Athleten mit biomechanischen Parametern versorgen - anhand derer bestimmte Bewegungsabläufe optimiert werden können - als auch Systeme, die z. B. in

Teamsportarten zur taktischen Optimierung des Mannschaftsverhaltens eingesetzt werden. Weiters gibt es auch Systeme, die eine große Menge an Daten aufzeichnen, sinnvoll verknüpfen und präsentieren können. Als weitere Beispiele für Anwendungen sind hierzu das Training in virtuellen 3D-Umgebungen (z. B. Formel 1-Simulator), die Analyse von Bewegungen anhand von Videomaterial sowie Systeme, die den Blick des Athleten (Eye-Tracking) überwachen und aufzeichnen u. v. m. zu nennen. In den folgenden Abschnitten werden ausgewählte Einsatzgebiete für computerunterstütztes Feedback vorgestellt und detailliert beschrieben. Um die Wirkweisen dieser Systeme besser verstehen zu können, wird davor noch auf den Unterschied zwischen intrinsischem bzw. extrinsischem Feedback näher eingegangen.

### **3.1.1. Intrinsisches Feedback**

Intrinsisches Feedback bezieht sich auf die Rückmeldungen, die der Mensch aus seinen eigenen exterozeptiven und propriozeptiven Sinnessystemen erhält. Laut Wiemeyer (1997, S. 16) ist es möglich dadurch „...*die Stellung im Raum, Bewegungen von Sportgeräten, Mit- und Gegenspielern, Position bzw. Positionsveränderungen in den Gelenken und Muskellängen bzw. Muskelkraft*“ zu erfassen. Wie aus dieser Definition zu erkennen ist, sind die körpereigenen Feedbacksysteme durchaus in der Lage, den Großteil der zum Bewegungslernen relevanten Parameter zu verarbeiten. Es ist also auch völlig ohne extrinsische Rückmeldungen möglich, neue Bewegungen oder andere Aufgaben zu erlernen. Ausschlaggebend dafür ist, dass der Lernende über das Ziel der zu erlernenden Aufgabe/Bewegung informiert ist und dass er Feedback über die Ausführung z. B. der Bewegung erhält. Dieses Feedback über die Ausführung muss nicht zwingend extrinsischer Natur sein, sondern kann durch die Entwicklung eigener Korrekturmechanismen bzw. Referenzsysteme aus intrinsischen Informationen gebildet werden. Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 42) beschreibt dies mit den Worten: „*To the extent that learners establish a solid reference-of-correctness and have access to reliable response-produced sensory information, they are able to detect and correct errors themselves.*“

### 3.1.2. Extrinsisches Feedback

Extrinsisches Feedback hingegen wird nicht durch körpereigene Sinnessysteme, sondern von außen – z. B. von einer Lehrperson oder einer computerunterstützten Messapparatur – gegeben. Das extrinsische Feedback ist jenes Feedback, welches in seinen Ergebnissen durch die Computerunterstützung optimal an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden kann, um genau jene Daten oder Informationen zu erhalten, die für die Optimierung dieser Bewegung am wichtigsten sind. Es ist im Vergleich zu dem immer vorhandenen intrinsischen Feedback als zusätzliche Information bzw. Ergänzung zu verstehen. Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 42) beschreibt den Stellenwert zusätzlichen Feedbacks folgendermaßen: *„When the task-intrinsic information sources are blocked and the learner is not well informed about the task to accomplish - two conditions that were present in traditional KR research - the importance of extrinsic information sources increases substantially.“* Dadurch unterstreicht er den alternierenden Aspekt von extrinsischem Feedback und stellt klar, dass in vielen Forschungsberichten zum Stellenwert extrinsischen Feedbacks dieses exklusiv als Rückmeldung vorhanden ist und daher die Aussagen über dessen Stellenwert kritisch zu betrachten sind. Das zeitgleiche Vorhandensein intrinsischen Feedbacks erhöht in den meisten Fällen den Lerneffekt und unterstreicht somit dessen Wichtigkeit. Wird extrinsisches Feedback exklusiv eingesetzt und darauf vergessen, den intrinsischen Sensorsystemen während des Lernens Raum zu geben, so entsteht auf Seiten des Lernenden eine gewisse Abhängigkeit von den externen Rückmeldungen, die darin enden kann, dass die Lerneffekte nur temporärer Natur sind.

Extrinsisches Feedback wird in Verlaufs- oder resultatsbezogenes Feedback unterteilt. Verlaufsbezogenes Feedback (Knowledge of Performance - KP) gibt Auskunft über die Ausführung einer Bewegung und resultatsbezogenes Feedback (Knowledge of Result - KR) informiert über das Ergebnis einer Bewegung, z. B. über den Auftreffpunkt des Balles nach einem Aufschlag im Tennis wie z. B. das „HawkEye“-System auf der ATP-Tour.

Im folgenden Abschnitt wird die Dosierung von extrinsischem Feedback und dessen Auswirkung auf den Lernenden noch genauer beschrieben.

## 3.2. ARTEN VON FEEDBACK

Grundsätzlich ist selbst das beste computerunterstützte Feedbacksystem nichts wert, wenn nicht darauf geachtet wird, wann und wie oft die daraus gewonnenen Informationen dem Lernenden mitgeteilt werden, um eine permanente Veränderung zu bewirken. So wird davon ausgegangen, dass der Erfolg von zusätzlich gegebenem Feedback im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängt: der Vorerfahrung des Lernenden und der Komplexität der zu erlernenden Bewegung/Aufgabe. Thorndikes (1931; zit. n. Swinnen, in Zelaznik, 1996, S. 45) Theorie des *Law of Effect* ging anfangs davon aus, dass Feedback am besten sofort nach einem Versuch und so oft als möglich gegeben werden soll. Diese Ansicht wurde in den darauffolgenden Jahren revidiert und vor allem genauer spezifiziert. Gleichzeitig zur Ausbildung diverser Möglichkeiten der Feedbackmanipulation entstand auch Kritik am unreflektierten Einsatz extrinsischen Feedbacks. Eine Kerntheorie auf diesem Gebiet ist die sogenannte *Guidance Hypothese* nach Schmidt (1991), aufgrund derer das externe Feedback - solange vorhanden - als eine den Lernenden zum Ziel führende Funktion verstanden wird. Diese Führungsfunktion (*guidance*) kann aber auch negative Auswirkungen auf das Bewegungslernen haben. So wird bei permanenter Versorgung mit externem Feedback das intrinsische Feedbacksystem zu wenig in den Lernprozess eingebunden und nach Ausbleiben der extrinsischen Rückmeldungen kann das Erlernte somit nicht mehr optimal reproduziert werden.

Um den richtigen Zeitpunkt bzw. die richtige Dosierung für die Gabe von Feedback zu finden, wurden viele Arten von Feedbackmanipulationen erforscht, doch eine allgemeingültige, klare Richtlinie darüber, wie Feedback am effektivsten gegeben wird, ist nach wie vor Gegenstand aktueller Forschung. Magill (2001, S. 86-114; zit. n. Baca & Dabnichki, 2008, S. 65) stellt hierzu eine umfangreiche Metaanalyse einflussreicher Faktoren für den Einsatz von Feedback zur Verfügung. Auf einige wichtige Feedbackmöglichkeiten wird im Folgenden genauer eingegangen.

### 3.2.1. Relative KR-Häufigkeit

*KR* ist in weiterer Folge als Abkürzung für *Knowledge of Result* zu verstehen und beschreibt externes Ergebnisfeedback. Grundsätzlich muss zwischen *relativem und absolutem KR* unterschieden werden, wobei Schmidt (1988; zit. n. Swinnen, in Zelaznik,

1996, S. 45) unter absolutem KR die Gesamtanzahl an Rückmeldungen in einer Übungseinheit versteht und relatives KR den Prozentsatz jener Versuche innerhalb einer Übungseinheit beschreibt, bei denen Feedback gegeben wurde.

Die Ergebnisse diverser Studien zu relativem KR, welche meist aus einer Aneignungsphase (Akquisition), einer KR-freien Pause (Minuten oder Tage) und einer Transfer- oder Behaltensphase (Retention) bestehen, sind nicht eindeutig. So wurde von Sparrow und Summers (1992, Experiment 1, Swinnen, 1984, Winstein und Schmidt, 1990, Experiment 1; zit. n. Swinnen, in Zelaznik, 1996, S. 45) kein Unterschied im Behalten von Informationen nach KR-freien Pausen zwischen den Gruppen mit 100% relativem (bei jedem Versuch) und Gruppen mit 50% oder weniger Feedback festgestellt. In anderen Versuchen (Winstein & Schmidt, 1990, zit. n. Swinnen, in Zelaznik, 1996, S. 46) wiederum kam zum Vorschein, dass eine kontinuierliche Reduktion des KR von 100% zu Beginn der Lernphase auf 50% zum Ende der Lernphase in der Aneignungsphase keinen Unterschied ergab, jedoch in der Behaltensphase - also nach einer zweitägigen Pause und einem darauffolgenden Versuch ohne jegliches Feedback - einen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe mit permanentem und jener mit kontinuierliche reduziertem Feedback zeitigte. Die Gruppe, bei welcher das Feedback über die Übungsdauer reduziert wurde, erreichte bessere Ergebnisse im Wiederholungstest als jene, die 100% relatives Feedback erhielten.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass es nach Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 46) nicht sicher ist, dass mit reduziertem relativem KR bessere Lernergebnisse zu erzielen sind, jedoch behauptet werden kann, dass ein allgemeines Mehr an Feedback den Lernerfolg nicht dauerhaft - solange die Informationen vorhanden sind -, jedoch aber temporär steigert.

### **3.2.2. Bandwidth KR**

Die Feedbackmanipulation mit der Bezeichnung *Bandwidth KR* basiert auf der Idee, Feedback nur dann zu geben wenn ein Bewegungsfehler außerhalb eines vordefinierten Bereichs (Bandwidth -> Bandbreite) liegt. In der Praxis könnte dies bedeuten, einer Person - die z. B. einen Salto erlernen will - nur dann eine Rückmeldung zu geben wenn der Versuch nicht auf beiden Beinen gelandet wurde. Bei allen anderen Versuchen, die nicht korrekt, aber zumindest irgendwie auf beiden Beinen ankamen, soll kein Feedback

gegeben werden. Das Berühren des Bodens mit beiden Beinen - egal wie - wäre in diesem fiktiven Fall die definierte Bandbreite, in der kein Feedback gegeben wird. Ähnlich dem relativen KR wird beim Bandwidth KR nicht nach jedem Versuch Feedback gegeben und dadurch vor allem der individuelle Fortschritt des Lernenden berücksichtigt. Dies deshalb, weil von der Überlegung ausgegangen wird, dass je besser die Versuche sind, umso weniger Rückmeldungen gegeben werden bzw. weniger Gründe es gibt, die Bewegung abzuändern. Ein positiver Aspekt dieses Ansatzes ist nach Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 46) der Umstand, dass der Lernende, wenn er bei den Versuchen kein Feedback erhält, davon ausgehen kann, dass dieser Versuch soweit in Ordnung war und er sich dadurch mehr auf seine intrinsische Feinabstimmung konzentrieren und verlassen kann. Diese Besinnung des Lernenden auf seine inneren Rückmeldungen verbessert demnach auch die langfristigen Lernerfolge und verringert die Variabilität der Lerneffekte.

Zusammenfassend betrachtet wirkt sich Bandwidth KR positiv auf die Stabilisierung des Erlernten und dadurch auf den langfristigen Lernerfolg aus.

### **3.2.3. Summary KR**

*Summary KR* oder *Überblicks KR* basiert auf der Idee, Feedback erst nach einer festgelegten Anzahl von Versuchen zu geben. Wenn beispielsweise definiert wird, dass dem Lernenden nach jedem fünften Versuch eine Rückmeldung gegeben wird, so erhält dieser nach Beendigung seines fünften Versuches detailliertes Feedback über die einzelnen Fehler in jedem seiner fünf Versuche. Frühe Versuche Laverys (1962; zit. n. Swinnen, in Zelaznik, 1996, S. 48) zeigten, dass sich kontinuierliches Feedback (nach jedem Versuch) in der Aneignungsphase besser eignete und - im Gegensatz dazu - summiertes Feedback für das Behalten des Gelernten von Vorteil war. Versuche, das optimale Intervall für die Gabe von summiertem Feedback zu finden, ergaben keine allgemeingültige Zahl. Es zeigte sich jedoch, dass in der Aneignungsphase kürzere Intervalle - zwischen 1 und 5 - vorteilhaft für das Erlernen einer Zielbewegung sind und sich bei einem Retest nach zweitägiger Pause größere Feedbackintervalle - zwischen 10 und 15 Versuchen - als besser für die langfristigen Effekte erwiesen.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen experimentierte Schmidt (1989; zit. n. Swinnen, in Zelaznik, 1996, S. 49) mit dem Zusammenhang zwischen der Komplexität einer Aufgabe und dem idealen Intervall für summiertes Feedback. Nach Swinnen et al. (1990; zit. n.

Baca & Dabnichki, 2008, S. 44) ist darauf zu achten, dass je komplexer die zu erlernende Bewegung ist, desto geringer die Anzahl der Versuche in diesen Feedbackhäppchen gehalten werden sollte. Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 49) führt dazu aus, dass „...*the optimal summary KR length should approach 1 (i. e. KR after every trial) as task complexity increases*“. Außerdem stellten Swinnen et al. (1990, zit. n. Baca & Dabnichki, 2008, S. 44) fest, dass im Allgemeinen die Zeitspanne zwischen der ausgeführten Bewegung und dem Erlangen des Feedbacks möglichst kurz sein sollte, um dieses für den Athleten optimal verwertbar zu machen.

### **3.2.4. Knowledge of Result versus Knowledge of Performance**

Die vorliegenden Erkenntnisse über extrinsisches Informationsfeedback beziehen sich alle auf das sogenannte *Knowledge of Result (KR)* - also das Rückmelden von Ergebnissen bestimmter Aufgaben. So liefert KR laut Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 54) in den meisten Fällen ein Ergebnis, welches sich lediglich auf eine Bewegungsebene (z. B. Zeit oder Position) bezieht und diese durch ein Ergebnis repräsentiert/abbildet wird.

Genau an dieser Eindimensionalität setzen die kritischen Ansätze hinsichtlich des uneingeschränkten Nutzens von KR an. Der Hauptangriffspunkt der Kritik ist, dass sich die Forschung rund um KR primär mit dem Erlernen einfacher Aufgabenstellung beschäftigt hat und dass dadurch die Übertragung der Erkenntnisse auf hochkomplexe Lernaufgaben als schwierig zu beurteilen ist. Swinnen (in Zelaznik, 1996, S. 54) merkt an, dass alleine die Unterscheidung zwischen einfachen und komplexen Aufgaben ein großes Problem darstellt und schlägt vor, anhand der Anzahl der an einer Bewegung - simultan oder sequentiell - beteiligten Körpersegmente und Gelenkbewegungen zu definieren, ob es sich um eine komplexe oder einfache Bewegung handelt. Nach diesem Vorschlag wären Bewegungen mit einer größeren Anzahl an beteiligten Segmenten bzw. einer höheren Anzahl an Freiheitsgraden als komplexer einzustufen. Legt man diesen Vorschlag auf das Feld des Sports um, so hat man es zum Großteil nur mit komplexen Bewegungen zu tun, da nahezu jede Sportart in ihren Abläufen mehrere Segmente bzw. mehrere Freiheitsgrade gleichzeitig zu bewegen hat. Mit steigender Komplexität der Bewegungen schwindet somit die Möglichkeit, über KR alle relevanten Parameter adäquat abzubilden, da dieses

Konvolut an Informationen einen zu großen Umfang erreichen würde, um für den Lernenden noch von Nutzen sein zu können.

Aufgrund dessen haben sich viele Experimente mit einer anderen Art des Feedbacks, dem sogenannten *Knowledge of Performance (KP)* beschäftigt. KP ist nach Schmidt (1988, S. 426, Schmidt & Lee, 1999, S. 332) eine „...Rückmeldung über das Bewegungsmuster (-verlauf), das der Übende während der Bewegungsausführung erreicht“. Es wird davon ausgegangen, dass durch das Feedback über den Verlauf einer Bewegung komplexere Abläufe wirksamer abgebildet werden und dem Lernenden somit nützlichere Informationen zur Fehlerkorrektur zur Verfügung gestellt werden können. Ergebnisse diverser Experimente (Swinnen et. al, 1993 zit. n. Swinnen, in Zelaznik, 1996, S. 56) haben keine eindeutigen Erkenntnisse darüber gebracht, ob nun aufgrund von KR- oder KP-Rückmeldungen besser gelernt werden kann. Es hat sich aber gezeigt, dass KP detaillierte Informationen über dahinterliegende Abläufe von komplexen Bewegungen liefert und somit mehr Anhaltspunkte zur Korrektur bietet. So ist es durch KP möglich, z. B. beim Weitsprung nicht nur die erreichte Weite als Feedbackparameter anzubieten, sondern auch eine genaue Beschreibung der Zusammenspiels verschiedener Körperteile bzw. deren zeitliche Abfolge zueinander anzubieten und somit die Chancen zur Verbesserung des Lernergebnisses zu erhöhen.

Zusammenfassend kann nicht festgestellt werden, ob KR oder KP die effektivere Art ist, Lernende zu unterstützen. Ziel dieses Abschnitts war es lediglich, die Unterschiede der beiden Feedbackarten aufzuzeigen.

### **3.3. BEISPIELE FÜR DEN EINSATZ COMPUTERUNTERSTÜTZTER FEEDBACKSYSTEME IM SPORT**

Im folgenden Abschnitt werden konkrete Beispiele für die Anwendung von computerunterstütztem, extrinsischem Feedback im Sport gegeben. Die Gliederung der Beispielanwendungen erfolgt nach den im oberen Kapitel bereits angeschnittenen Feedbackkategorien *Knowledge of Result (KR)* und *Knowledge of Performance (KP)* sowie dessen Unterkategorien, dem kinematischen bzw. kinetischen Feedback.

### 3.3.1. Videofeedback

Obwohl die Anfänge der Videotechnologie bis in die 1950er Jahre zurück datieren, ist deren Einbindung durch die Trainer in den Trainingsalltag erst mit Anfang der 1980er Jahre so richtig in Schwung gekommen. Heutzutage ist sie mit Sicherheit die am meisten verwendete Technologie im Sportbetrieb und wird in einer Vielzahl an unterschiedlichen Ausführungen eingesetzt. Dazu beigetragen hat vor allem die für jedermann erschwingliche Digitalisierung dieses Mediums, welche es möglich macht, große Datenmengen aufzuzeichnen und mit dem Computer auszuwerten. Dem konkreten Einsatz von Videomaterial als Feedbackquelle sind keine Grenzen gesetzt.

Es existieren einfachste Varianten der Videoaufzeichnung, welche sich der Athlet nach Beendigung seiner Bewegung ansehen kann. Durch beliebiges Vor- und Zurückspulen, Wiederholen oder Ansehen von Zeitlupeneinstellungen einzelner Sequenzen kann er sich ein genaues Bild seines Bewegungsablaufes und von den zu findenden Fehlern machen.

Abbildung 4 veranschaulicht eine computerunterstützte Lösung, mit welcher durch eine Software (z. B. Dartfish, [www.dartfish.com](http://www.dartfish.com)) die gleichen Bewegungen zweier unterschiedlicher Athleten nebeneinander gelegt werden können, um so Abweichungen im Bewegungsablauf zwischen einem Amateur und einem Profi sichtbar zu machen. Dadurch werden dem Lernenden die Schwachstellen seines Bewegungsablaufes aufgezeigt. Zusätzlich dazu ist es möglich, bestimmte Punkte (Schlüsselstellen) im Video zu markieren. Deren kinematischer Verlauf (siehe rote Linie in Abbildung 4) wird automatisch nachgezeichnet/verfolgt, um die Bewegungslinien von z. B. Gelenken sichtbar zu machen und dadurch auch Abweichungen vom Ideal besser beurteilen zu können.



Abbildung 4: Screenshot der Dartfish Software ([www.dartfish.com](http://www.dartfish.com)) mit welcher zwei Gewichtheber hinsichtlich ihrer Technik verglichen werden können. Zugriff am 12. Februar 2013 unter <http://www.dartfish.com/data/mediabooks/621/PerformanceAnalysis.html>

Eine andere Möglichkeit, Videofeedback einzusetzen ist, z. B. einem Trainer - der sich in weiter Entfernung vom Trainingsgeschehen befindet - das Videomaterial zur Verfügung zu stellen. So wurden Systeme entwickelt, mit denen z. B. auf dem Golfplatz ein Abschlag gefilmt und in digitaler Form per Smartphone auf einen zentralen Server geladen wird. Von diesem kann er von einem fachkundigen Personal heruntergeladen und beurteilt werden. So können dem Spieler am Golfplatz in kürzester Zeit verschiedenste Rückmeldungen zum eben ausgeführten Schlag gegeben werden (Liebermann et al., 2002, S. 756). Alle auf diese Weise generierten Daten können somit auch am Server verbleiben, wo sie später z. B. zu Forschungszwecken wiederverwendet werden können.

Im Folgenden wird ein konkretes Anwendungsbeispiel von Videofeedback genauer beschrieben.

## **Blickverfolgung im Fußball**

Ein interessanter Ansatz in der Verwendung von Videofeedback ist die Blickverfolgung (Eye Tracking) eines Athleten, um so den Fokus der Aufmerksamkeit/des Blickes zu bestimmen. Liebermann et al. (2002, S. 764) gehen davon aus, dass es vor allem in Sportsportarten einen signifikanten Unterschied im Aufmerksamkeitsfokus zwischen einem ungeübten und einem Profiathleten gibt. Mithilfe der Blickverfolgung versucht man zu analysieren, wohin und wie lange der Profi seinen Fokus richtet.

Im konkreten Beispiel haben Franks & Hanvey (1997) und Franks (2000; beiden zit. n. Liebermann, 2002, S. 765) mithilfe der Eye Tracking-Technik ein Versuchsdesign entwickelt, mit welchem die Qualität eines Trainingsprogramms für Fußballtorhüter getestet werden sollte. Sie sollten mit diesem unterstützt werden, einen Elfmeter zu halten. Als Gerät zur Verfolgung des Blickes wurde ein mobiles System ASL-501 der Firma Applied Science Laboratories verwendet. Abbildung 5 zeigt die aktuelle Version dieses mobilen Trackingsystems. Diese Art von Trackingsystemen ist in der Lage, die horizontalen und vertikalen Koordinaten des Blickes eines Auges aufzuzeichnen. Zusätzlich dazu werden die Koordinaten mit den Bildern einer auf der Brille sitzenden Videokamera überlagert, um bei der späteren Analyse alles auch aus der Perspektive des Trägers sehen zu können.



Abbildung 5: Mobiles Eye Tracking System "Mobile Eye –XG", die neuere Generation des im Beispiel verwendeten ASL-501. Zugriff am 22. Februar 2013 unter <http://www.asleyetracking.com/Site/Products/MobileEyeXG/tabid/70/Default.aspx>

Der Aufbau des Versuchsdesigns von Franks & Hanvey (1997 und Franks, 2000) bestand aus Pre- und Posttests, in welchen jeder der acht kanadischen U20-U23 Torhüter mindestens 40 Elfmetersituationen zu meistern hatte. Im Pretest wurden verschiedene Informationen gesammelt. Zum einen wurden Daten über die Bewegungen des Torhüters wie die Bewegungszeit, die richtige oder falsche Einschätzung der finalen Ballrichtung und die Anzahl der gehaltenen Versuche in Prozent ermittelt. Zum anderen wurden Aufzeichnungen über den Schützen gemacht, die Position des Fußes mit dem nicht geschossen wurde sowie die finale Ballrichtung nach dem Schuss. Anschließend an die Pretests wurde mit den Torhütern eine dreistufige Intervention durchgeführt. In der ersten wurde den Torhütern - anhand von Elfmetervideos vergangener Weltmeisterschaften - erläutert, welchen Stellenwert die Position des Nicht-Schuss-Fußes für die finale Flugrichtung des Balles hat.

In der zweiten Intervention kam das Trackingsystem zum Einsatz. Den Torhütern wurden in einem Labor auf einer großen Projektionsfläche Videos von anlaufenden Elfmeterschützen vorgespielt, wobei genau im Augenblick des Auftreffens des Fußes des Schützen auf den Ball das Video ausgeblendet wurde. Die Torhüter mussten nun so schnell als möglich ihren linken oder rechten Arm in die Richtung, in die sie wegspringen würden, bewegen. Während des Anschauens trugen die Torhüter das Trackingsystem als Brille und wurden nach jedem simulierten Elfmeter mit Feedback darüber versorgt, wie sich ihr Blickfokus verhalten hat. Dazu wurde ihnen die simulierte Videosequenz inklusive ihres letzten Fokusverlaufs eingespielt. Zusätzlich dazu wurde immer darauf hingewiesen, dass es darum geht, den Nicht-Schuss-Fuß im Fokus zu behalten und eine durchgängige Strategie darüber zu entwickeln, wohin sie vor dem Anlauf ihren Blick richten werden.

Dieses Feedback ermöglichte es den Torhütern, ihre anfängliche Inkonzanz hinsichtlich ihres Fokusverlaufs zu stabilisieren und die Konzentration verstärkt auf den Nicht-Schuss-Fuß des Schützen zu lenken.

Abbildung 6 zeigt die Blickverläufe eines der getesteten Torhüter - vor und nach der Intervention - während der Schütze anläuft.

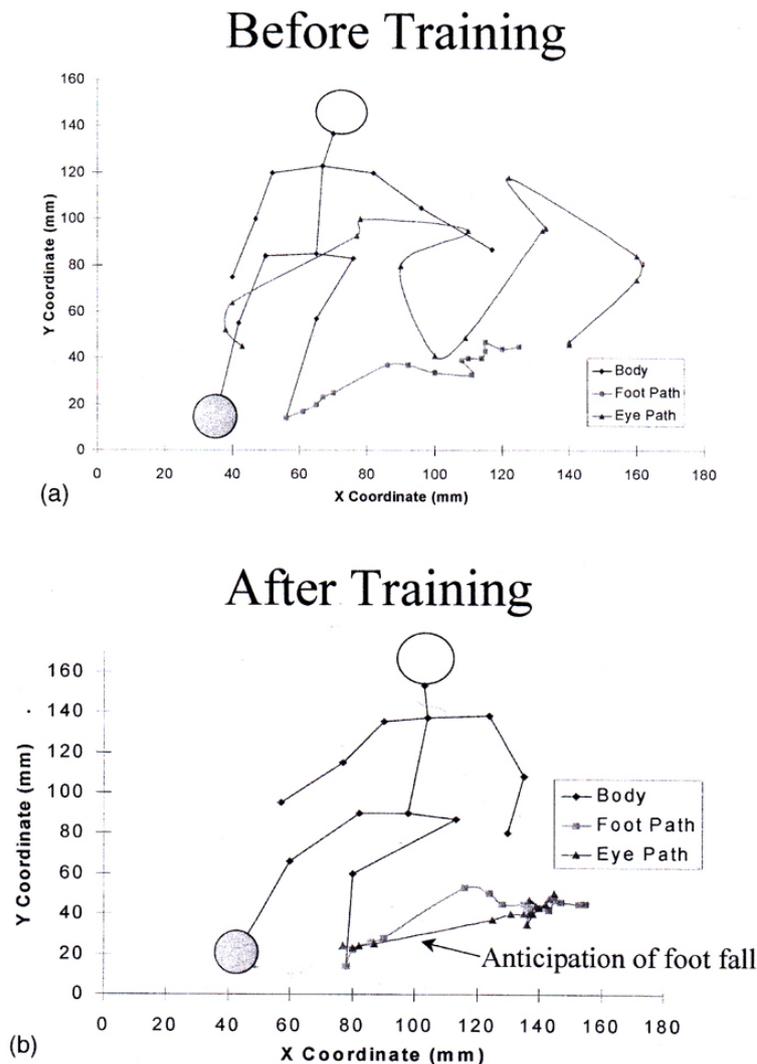


Abbildung 6: Blickverlauf eines Torhüters hinsichtlich des Nicht-Schuss-Fußes während der Schütze anläuft: a) vor der Intervention und b) nach der Intervention (Liebermann, 2002, S. 766).

Als letzten Teil des Experiments mussten die Torhüter in der dritten Intervention einem echten Schützen gegenüber treten. Der Ablauf war identisch mit der zweiten Intervention im Labor, nur dass dieses Mal auf kein Video reagiert werden musste, sondern auf einen realen Schützen. Aufgrund der Fragilität der Trackingausrüstung war es den Torhütern in

dieser Situation nicht erlaubt, richtig nach dem Ball zu springen. Stattdessen sollten sie wieder mit der Armbewegung die Richtung, in die sie springen würden, andeuten. Es wurden dabei - wie im Pretest - die Bewegungszeit, die finale Schussrichtung und der Blickfokus der Torhüter gemessen und aufgezeichnet, um einen möglichen Lerneffekt erkennen zu können.

Insgesamt ergaben die Auswertungen der 60 simulierten und 120 realen Elfmetersituationen, dass die Fähigkeit der Torhüter, die finale Schussrichtung des Balles korrekt einzuschätzen, nach dem Training von vorher ca. 46% auf 75% gestiegen war. Der Einsatz des Trackingsystems und die damit verbundene Steigerung der Konzentration auf die essentiellen Phasen des Ablaufs hatten signifikant positive Auswirkungen auf die Abwehrleistung eines Elfmeters.

### **3.3.2. Knowledge of Result**

Schmidt (1988, S. 426; Schmidt & Lee, 1999, S. 415) versteht unter KR „...*ein extrinsisches verbales (oder verbalisierbares) Feedback über das Ergebnis der Bewegung im Verhältnis zum Ziel in der Umwelt, das nach der Bewegung zur Verfügung steht...*“. Somit gibt KR zusätzliche Informationen über den gesamten Ablauf einer Bewegung und kann in qualitativer wie quantitativer Form gegeben werden. Ein klassisches Beispiel für ein quantitatives wäre z. B. die Weitenangabe nach einem Schlagballwurf. Die Information nach einem Hochsprungversuch, dass die Anlaufgeschwindigkeit zu niedrig war, wäre als qualitatives KR-Feedback zu werten. Um die Leistung des Lernenden optimieren zu können, sollte solch ein Feedback so spezifisch als möglich auf die jeweiligen Leistungsparameter bzw. -anforderungen abgestimmt sein.

Folgendes Beispiel zeigt, wie genau die Informationen auf den Nutzen des Athleten zugeschnitten werden können und dass es dadurch leichter möglich ist, die relevanten Parameter positiv zu beeinflussen.

### **Saskatchewan Sprint Start Apparatus**

An der Universität Saskatchewan wurde ein Gerät mit dem Namen *Saskatchewan Sprint Start Apparatus* entwickelt, welches mit Hilfe einer Art Radarpistole und eines Kraftmessstreifens die horizontalen und vertikalen Kräfte, die bei einem Sprintstart

auftreten, misst und so dem Sprinter nach Beendigung eines Versuchs sofort exaktes Feedback darüber geben kann. Sanderson et al. (1991; zit. n. Liebermann, S. 762) war es wichtig, dass die Apparatur in der normalen Trainingsumgebung eingesetzt werden kann, um keine laborspezifischen Abweichungen in den Ergebnissen zu erhalten und um durch das kurze Zeitintervall, in dem das Feedback gegeben werden konnte, den Lerneffekt so groß als möglich zu gestalten.

Der Aufbau dieses Systems besteht aus einer Radarpistole, welche hinter dem Startblock postiert ist und direkt auf den Mittelpunkt der Laufbahn gerichtet wird. Die Kraftmessstreifen sind direkt an einem professionellen Startblock, der sämtliche athletenspezifische Einstellungen ermöglicht, angebracht. Radarpistole und Kraftmessstreifen sind mit einem Computer verbunden und werden mit dem Abfeuern der Startpistole aktiviert. Die Berechnungen der Zeit, Kraft- und Geschwindigkeitsvariablen erfolgen sofort über den Computer und können bei der Rückkehr des Athleten zur Startlinie sofort präsentiert werden. Die dabei generierten Daten enthalten Informationen zur Reaktionszeit, zur resultierenden Reaktionskraft auf den Startblock sowie zur linearen Geschwindigkeit des Athleten in Richtung der Laufbahn und noch einige andere. Alle diese Parameter sind sowohl für den vorderen und den hinteren Teil sowie für die Summe beider Teile des Startblocks verfügbar.

Mithilfe dieser exakten Rückmeldungen ist es den Athleten möglich, Fehler schneller zu erkennen und die erhaltenen Informationen - aufgrund des kurzen Zeitintervalls - mit ihren eigenen intrinsischen Einschätzungen abzugleichen und im nächsten Versuch mit einer Änderung der Technik, Position oder dergleichen darauf zu reagieren.

### **3.3.3. Kinematisches Feedback**

Beim kinematischen Feedback handelt es sich um ein Feedback über den Verlauf einer Bewegung, d. h. es wird dem *Knowledge of Performance (KP)* zugeordnet. Einige Studien belegen, dass es unter gewissen Umständen besser ist, ein Feedback darüber zu erhalten, wie eine Bewegung ausgeführt wurde als nur ein Feedback über das Ergebnis der Bewegung (Baca & Dabnichki, 2008, S. 56) erhalten zu haben. Kinematisches Feedback erfasst grundsätzlich die Veränderung von Punkten oder Körpern in einem Raum und beschreibt diese mit Größen wie Geschwindigkeit, Beschleunigung oder deren Position.

Insofern sind für die computerunterstützte Aufbereitung kinematischen Feedbacks sogenannte Positionserfassungssysteme (z. B. GPS) von großer Bedeutung.

## **Biathlon**

Das folgende Beispiel behandelt ein von Baca & Kornfeind (2006) erforschtes, videobasiertes Feedbacksystem für die Sportart Biathlon. Ziel dieses Systems ist es, den Bewegungsverlauf des Gewehrlaufes vor dem Abgeben des Schusses aufzuzeichnen und grafisch in Form einer Linie abzubilden. Aufgrund der hohen körperlichen Belastung der Biathleten vor dem Schuss ist dies eine kritische Phase hinsichtlich der Treffsicherheit und ist für die Trainer deshalb von besonderer Bedeutung. Bis zu diesem neuen System wurden derlei Aufgaben vorwiegend mit laserbasierten Systemen wie z. B. mit dem der finnischen Firma Noptel realisiert. Das Problem dabei war immer der Eingriff in das Gewicht bzw. Gleichgewicht des Gewehres durch die Anbringung eines Sensors auf diesem. Der Ansatz von Baca & Kornfeind ist es daher, auf zusätzliche Geräte auf der Waffe zu verzichten und das Tracking der Gewehrmündung mithilfe einer Videokamera und speziellen Bildbearbeitungsalgorithmen zu realisieren.

Im Detail wurde im ersten Schritt der Entwicklung dieses Systems versucht, mit einer seitlich versetzten und 5 Meter vor dem Athleten positionierten Videokamera die Bewegungen des Gewehrlaufes anhand von Bildbearbeitungsalgorithmen aufzuzeichnen. Dazu ist die Videokamera mit einem Laptop (Pentium IV) verbunden, auf welchem eine LabVIEW-Applikation läuft. Mit dieser ist es dem Anwender möglich, die Form seiner Gewehrmündung einzustellen, um diese dadurch leichter und automatisch verfolgbar zu machen. Nach erfolgter Kalibrierung wandelt das LabVIEW-Programm die durch die Kalibrierung erhaltenen Bildkoordinaten in die tatsächlichen Raumkoordinaten um. Die Anzahl bzw. der Zeitpunkt der Schüsse werden durch den gleichzeitig aufgenommenen Audiokanal der Videokamera bestimmt und den Bewegungsverläufen zugeordnet. Erste Versuche haben gezeigt, dass eine handelsübliche Videokamera mit einer Auflösung von 720x576 Pixeln selbst die kleinsten Bewegungen der Mündung adäquat aufzeichnen kann. Nach erfolgter Schusserie benötigt die LabVIEW-Applikation ca. 1 Minute, um den Bewegungsverlauf in Form der in Abbildung 7 dargestellten Linie zu präsentieren.



Abbildung 7: Screenshot der LabVIEW-Applikation zum Tracking der Mündungsbewegungen. Die Linie im rechten Bereich der Anwendung stellt den rekonstruierten Bewegungsverlauf der Gewehrmündung dar (Baca & Kornfeind, 2006, S. 74).

Studien über eine Steigerung der Treffsicherheit unter Anwendung des eben beschriebenen Systems liegen nicht vor. Das videobasierte Trackingsystem wurde allerdings hinsichtlich seiner Genauigkeit und seines Nutzens für kinematisches Feedback mit dem laserbasierten der Firma Noptel verglichen. Dazu wurden 15 Schüsse von vier (eine Frau und drei Männer, Alter 16-19 Jahre) Mitgliedern des Österreichischen Biathlon-Juniorennationalteams auf eine Distanz von 50 Metern im stehenden Anschlag herangezogen. Abbildung 8 zeigt den Versuchsaufbau.

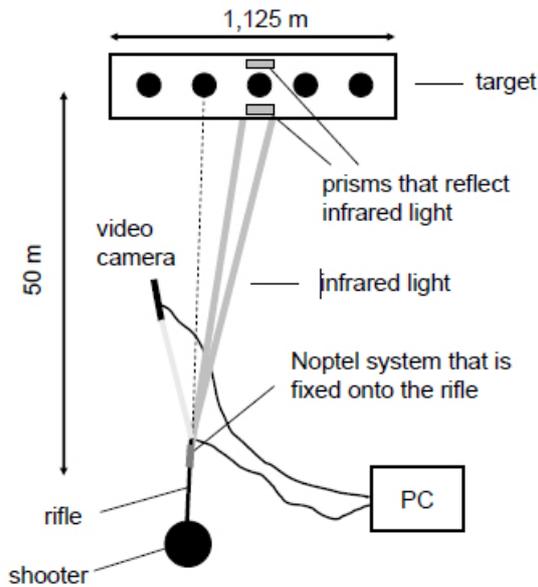


Abbildung 8: Skizze des Versuchsaufbaus zum Vergleich des video- und laserbasierten Trackingsystems (Baca et al., 2006, S. 2).

Die Erhebung der Daten erfolgte bei der laserbasierten Version (Noptel ST-2000 - Noptel Oy, Oulu, Finnland) durch die Messung des Gewehrausrichtungspfades zum Ziel vor und nach dem Schuss. Die videobasierte Lösung (Baca & Kornfeind, 2006) misst den Ausrichtungspfad der Gewehrmündung vor und nach dem Schuss. Für beide Systeme wurde in der letzten Sekunde vor dem Schuss die Standardabweichung der horizontalen und vertikalen Komponente des Bewegungspfades berechnet. Abbildung 9 zeigt die Mittelwerte der Standardabweichung inklusive der Abhängigkeit ( $r$  = Pearson Koeffizient) der Abweichungen beider Systeme (Laser, Video) für jeden der vier Athleten.

athlete	dev_x			dev_y		
	laser [hit ring]	video [mm]	r	laser [hit ring]	video [mm]	r
I	0.59 ± 0.22	0.95 ± 0.52	-0.26	0.45 ± 0.23	0.28 ± 0.13	0.83*
II	0.64 ± 0.14	1.02 ± 0.50	-0.02	0.74 ± 0.17	0.55 ± 0.47	0.05
III	0.64 ± 0.20	1.22 ± 0.71	-0.03	0.59 ± 0.26	0.31 ± 0.15	0.84**
IV	0.60 ± 0.25	0.88 ± 0.58	0.18	0.52 ± 0.15	0.22 ± 0.06	0.89**

Abbildung 9: Horizontale (dev\_x) und vertikale (dev\_y) Standardabweichung der Bewegungspfade – eine Sekunde vor dem Schuss und Korrelationskoeffizient  $r$  (Baca et al., 2006, S. 3).

Die Ergebnisse dreier Athleten zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen der vertikalen Ausrichtung der Gewehrmündung und der Verteilung der Treffer im Ziel.

Hingegen wurden für die horizontale Komponente keine signifikanten Zusammenhänge gefunden. Im horizontalen Bereich wurden sowohl hohe als auch niedrige Ähnlichkeiten der beiden Bewegungspfade gemessen. Abbildung 10 veranschaulicht diese Daten.

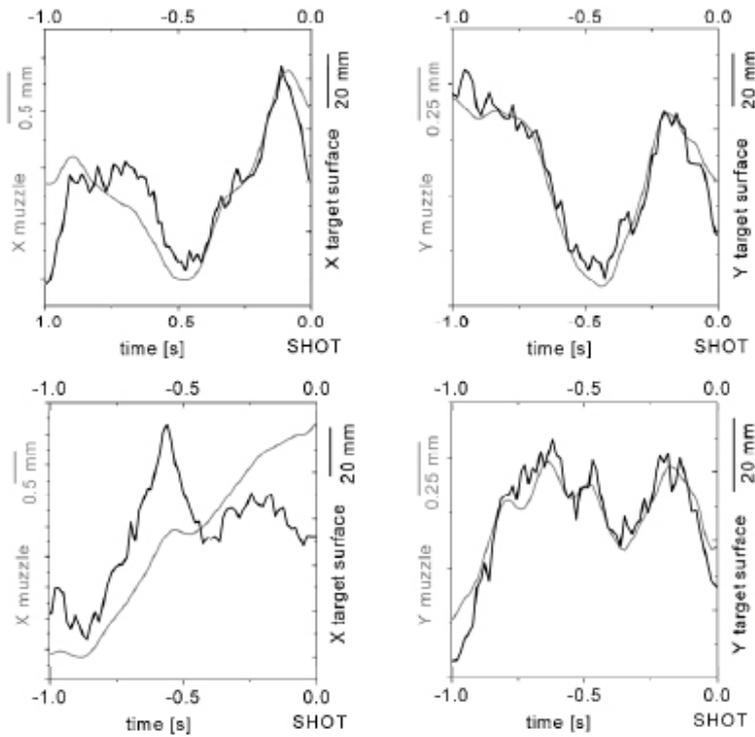


Abbildung 10: Beispielhafte Bewegungspfade der horizontalen sowie der vertikalen Komponente zweier Schüsse im zeitlichen Kontext. Oben: Beispiel für eine hohe Ähnlichkeit der horizontalen und vertikalen Komponente. Unten: Beispiel für eine niedrige Ähnlichkeit der horizontalen Komponente (Baca et al., 2006, S. 4).

Abschließend kann festgehalten werden, dass das von Baca & Kornfeind (2006) erforschte videobasierte Trackingsystem ein brauchbares, kostengünstiges Instrument zur Einschätzung der zweidimensionalen Bewegungsverläufe der Gewehrmündung im Biathlon darstellt.

### 3.3.4. Kinetisches Feedback

Auch das kinetische Feedback ist der Gruppe des KP-Feedbacks zuzuordnen und liefert Informationen über z. B. Kräfte, Drehmomente oder Winkelgeschwindigkeiten einer Bewegung (Baca & Dabnichki, 2008, S. 61). Im Vergleich zum kinematischen Feedback

beschreibt das kinetische nicht die Veränderung einzelner Positionen im Raum, sondern die physikalischen Größen, die auf dieser Position bzw. an dem Punkt wirken, um die räumliche Veränderung zu ermöglichen. Umgelegt auf den Einsatz im Bereich des Sports können solche Informationen helfen, bestimmte unsichtbare Unstimmigkeiten einer Bewegung ans Tageslicht zu bringen und so die Leistung positiv beeinflussen. Im Rudersport ist beispielsweise die Winkelstellung des Rudergriffes ein wichtiges Kriterium, um dem Boot eine dauerhaft hohe Geschwindigkeit verleihen zu können. Dies wurde von Sprinks & Smith (1994; zit. n. Smith & Loschner, 2002, S. 784) dadurch getestet, dass sie die einen Ruderergometer bedienenden ProbandInnen mit visuellem Echtzeitfeedback über die Winkelstellung ihres Rudergriffes versorgten. Anhand dieser Information - welche mit freiem Auge nicht in dieser Form erkennbar ist - war es den ProbandInnen möglich, die Winkelstellung immer an das Ideal anzupassen und so eine konsistent höhere Leistung am Ergometer zu erzielen.

Im Folgenden wird ein weiteres kinetisches Feedbacksystem im Bereich des Rudersports vorgestellt.

## **Rudern**

Zur Technikverbesserung im Rudern ist es - wie im vorangegangenen Kapitel bereits erwähnt - von Bedeutung, Kenntnis über kleinste Details der Bewegung im Verhältnis zum Boot zu haben (Baca & Dabnicki, 2008, S. 61). So sind vor allem kinetische Informationen der Ruderbewegung wichtig, um Einblicke in die Stärken und Schwächen eines Bewegungsablaufes zu erhalten. Dazu wurden einige Feedbacksysteme (Gerber et al., 1985; Bachev et al., 1989; Christov et al., 1989; Duchesnes et al., 1989; Smith et al. 1994; alle zit. n. Smith & Loschner, 2002, S. 784) entwickelt, die einerseits direkt in einem Boot montiert sind und somit auf dem Wasser eingesetzt werden können oder aber andererseits im Labor an einem Ergometer ebenso verwendet werden können. Das Problem, welches den Ergometerlösungen anhaftet, ist der Unterschied in der Bewegung, der zwischen einem Ruderergometer und einem realen Boot auf dem Wasser besteht. Um die Daten, die auf einem Ergometer erhoben werden, aussagekräftig zu machen, müsste zuallererst ein Vergleich zwischen den Ergometer- und Nicht-Ergometerbewegungen gemacht werden und danach müssten diese Differenzen in die Ergebnisse des Ergometerexperiments einbezogen werden. Das von Baca & Kornfeind (2007) entwickelte

Feedbacksystem versucht, genau diesem Problem Herr zu werden indem es die Unterschiede zwischen den Bewegungen am Ergometer und denen im Ruderboot sichtbar macht.

So wurden mobile Messeinheiten entwickelt, welche die Auflage- bzw. Druckkraft des linken und rechten Beines (siehe Abbildung 11 „foot stretcher“) getrennt messen und in einem Boot oder einem Ergometer (Concept II) - mit oder ohne Schlitten - angebracht werden können. Diese Messeinheiten wurden mit Dehnmessstreifen und Kraftaufnehmern realisiert. Die Genauigkeit der Messeinheit zur Messung der Beinkraft wurde anhand einer stationären Kraftmessplatte (Kistler, type 9281C) validiert und dabei wiesen die horizontal erhobenen Kraftwerte keine signifikante Abweichung zwischen den beiden Systemen auf (Baca & Kornfeind, 2005, S. 747). Ergänzend kann mit diesem System auch die Zugkraft der Arme gemessen werden. Hierzu werden - je nachdem, ob die Messwerte am Ergometer oder im Boot erhoben werden sollen - verschiedene Sensorkonstruktionen eingesetzt. Um die Zugkraft der Arme am Ergometer messen zu können, wird ein Kraftaufnehmer am Seil mit dem Handgriff angebracht. Im Boot ist es schwieriger, die Armkraft messbar zu machen. Deshalb hat man dafür die Ruderdolle mit Kraftmessaufnehmern versehen und die dadurch generierten Daten werden auf einem PDA gespeichert. Die kabellose Übertragung der Daten aus dem Boot an den Laptop des Trainers ist noch in der Entwicklung.

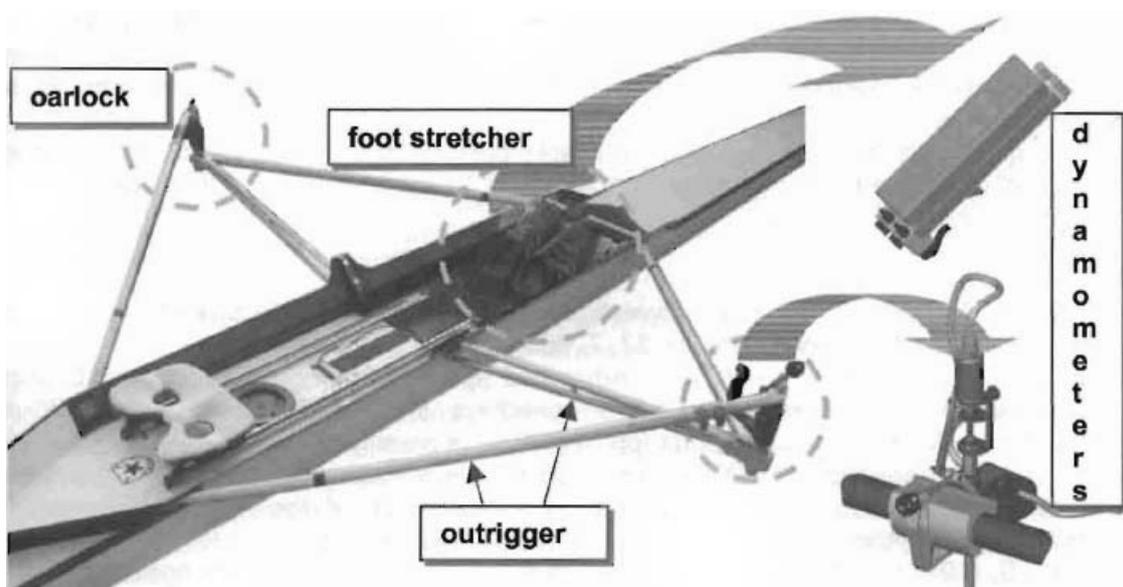


Abbildung 11: Skizze des Feedbacksystems zur Messung der Kraftentwicklung im Fuß- und Ruderbereich. Die Kraftmesseinrichtungen für die Beine können so wie hier am Boot oder am Ruderergometer montiert werden. An der Rudergabel wurden die Dynamometer zur Messung der Zugkraft eingesetzt (Baca, 2008, S. 63).

Das Feedback, welches aus den beiden mobilen Messeinheiten generiert wird, ist im Falle des Ergometers in Echtzeit über einen vor dem Athleten angebrachten Bildschirm sichtbar und im Falle des Einsatzes im Boot wird das Feedback erst nach erfolgter Bewegung gegeben. Die Ergometervariante hat den großen Vorteil des Echtzeitfeedbacks, welches es dem Athleten ermöglicht, die Auswirkung einer minimalen Änderungen in der Rudertechnik sofort in Bezug zur Idealbewegung zu setzen und so schneller ein Gespür für die optimale Bewegungsausführung zu bekommen.

### **3.4. UNTERSTÜTZUNG DURCH MULTIMEDIALE INSTRUKTION**

Mit der ständigen Entwicklung der Computer- und Medienbranche steigt auch die Möglichkeit, hochwertige multimediale Inhalte zum Lernen einzusetzen. Aber was versteht man eigentlich unter dem omnipräsenten Begriff *Multimedia*?

Die Bedeutung dieses Begriffes ist an Vielschichtigkeit kaum zu überbieten und Wiemeyer (in Baca & Dabnicki, 2008, S. 293) beschreibt diese mit den Worten „...*a technological or electronic system that allows users to independently produce, use, manipulate, store, communicate or combine different time-dependent and time-independent media like texts, pictures, videos and audios*“. So handelt es sich bei multimedialen Inhalten also primär um einen Mix verschiedenster Medien, welche nicht nur passiv konsumiert, sondern auch aktiv gesteuert ergänzend zur Erklärung eines Themas eingesetzt werden können. Speziell im Bereich des Sports und der dafür interessanten Abbildung und Instruktion von Bewegungen nimmt die Einbindung unterschiedlicher Medien zum Erläutern komplexer Sachverhalte einen immer größeren Stellenwert ein. Die Videotechnologie, welche schon seit Anfang der 80er Jahre ihren Platz in der Analyse und Instruktion von Bewegungen hat, wird zunehmend von Animationen und Simulationen flankiert und hat dennoch nach wie vor den am meisten verbreiteten Anteil an multimedialer Unterstützung. Speziell Simulationen sind in der Lage, den Nutzen in der Instruktion von bewegungsbezogenen Problemen durch ihre Interaktivität - und der daraus resultierenden umfassenderen Darstellung des Sachverhaltes - enorm zu verstärken. Durch die Interaktivität von Lerninhalten ist es möglich, z. B. die Geschwindigkeit einer Bewegung zu ändern, um einen genaueren Blick auf fehlerhafte Sequenzen zu erhalten oder den Blickwinkel bzw.

den Abstraktionsgrad (vereinfachte, gezeichnete Darstellung) einer Bewegung anzupassen (Leser et al., 2011, S. 184), wodurch die Lokalisation der Fehlerquelle wesentlich erleichtert wird.

Grundsätzlich sollen multimediale Lernmittel nicht als Ersatz für traditionelle Informations- und Instruktionsformern verstanden werden, sondern als deren Ergänzung. Außerdem ist der allgemeine Nutzen des Einsatzes multimedialer Lernmittel schwer zu bestimmen, da dieser immer in einer komplexen Beziehung aus Nutzer, Medium, Aufgabe und dem Kontext in dem sie angewendet werden, besteht.

Die meisten Untersuchungen hinsichtlich des Nutzens von multimedialen Lerninhalten beziehen sich auf die kognitive Domäne (Wiemeyer, 2008; zit. n. Leser et al., 2011, S. 184) und nur sehr wenige auf die motorischen Komponenten (Vernadakis et al., 2002, 2004 und 2006; zit. n. Leser et al., 2011, S. 184) des Lernens. Ein Grund dafür dürfte mit Sicherheit die Komplexität des motorischen Lernprozesses an sich und vor allem dessen schwere Beobachtbarkeit sein.

Im folgenden Abschnitt werden einige Medienformate, die in der Instruktion von Bewegungslernprozessen ihre Anwendung finden, genauer beschrieben.

### **3.4.1. MULTIMEDIAFORMATE UND DEREN SPEZIFISCHE EIGENSCHAFTEN**

In den folgenden Kapiteln werden die drei Multimediaformate *Animationen*, *Simulationen* und *das Videoformat* hinsichtlich ihrer Unterschiede sowie ihres Nutzens beim Lernen genauer beleuchtet.

#### **3.4.1.1. Animationen**

Im allgemeinen Verständnis wird der Begriff Animation mit bewegten Bildern gleichgesetzt. Bei genauerer Betrachtung stimmt diese Einschätzung prinzipiell, jedoch muss festgestellt werden, dass es sich in Wirklichkeit nur um scheinbar bewegte Bilder handelt. Bei einer Animation liegt keine reale Bewegung eines Körpers in eine bestimmte Richtung vor, sondern eine schnelle Abfolge von Standbildern, welche als Bewegung

wahrgenommen werden. Diesen Effekt nennt man stroboskopische Bewegung (Goldstein, 1999; zit. n. Niegemann, 2008, S. 240) und er wird nicht nur durch eine schnelle Folge von Bildern, sondern z. B. auch durch eine schnelle Abfolge von Lichtern erreicht. Als Definition des Animationsbegriffes ist jene von Betrancourt & Twersky (2000; zit. n. Niegemann, 2008, S. 241) anzuführen, die Animationen als „...Anwendungen, die eine Folge von Bildern generieren, so dass jedes Bild als eine Veränderung des vorherigen Bildes erscheint, wobei die Reihenfolge der Bilder entweder vom Designer oder dem Lernenden bestimmt wird“ verstehen. Schnotz & Lowe (2008; zit. n. Niegemann, 2008, S. 241) wiederum definieren Animationen als „...bildhafte Darstellungen, deren Struktur und Eigenschaften sich über die Zeit verändern und die Wahrnehmung einer kontinuierlichen Veränderung erzeugen“.

## **Arten von Animationen**

Grundsätzlich werden verschiedene Animationsarten unterschieden. Das Augenmerk der Unterscheidung liegt auf bestimmten Eigenschaften, welche im Folgenden aufgelistet werden.

Die **zeitliche Veränderung** kann nach Lowe (2003, 2004; zit. n. Niegemann, 2008, S. 241) auf folgende drei Arten geschehen:

- Transformation: Beschreibt die Veränderung des Objekts hinsichtlich seiner Größe, Form oder Farbe
- Translation: Darunter versteht man sämtliche örtlichen Veränderungen eines Objekts über die Zeit. Diese Positionswechsel beziehen sich sowohl auf das Objekt an sich als auch auf das selbige im Vergleich zu anderen in der Animation enthaltenen Objekten
- Transition: Dieser Typ einer Animation bezieht sich auf das Ein- und Ausblenden eines Objekts über die Zeit

## **Komplexität der dargestellten Bewegung**

Je nach dem Lernzweck, den die Animation zu erfüllen hat, kann die Gestaltung dieser unterschiedlich detailliert ausfallen. Als Beispiel für einen niedrigen Komplexitätsgrad könnte z. B. die Flugbahn eines Balles in einfachster Weise nur in Form eines Kreises, der

sich von einer Seite zur anderen bewegt, dargestellt werden. Ist aber notwendig, z. B. die korrekten Abläufe aller Gliedmaßen während eines Sprints zu beschreiben, so ist es notwendig, bestimmte Elemente relativ zu anderen zu bewegen, weshalb die Animation einen höheren Komplexitätsgrad erfordert.

### Abstraktionsgrad der Darstellung

Abhängig von ihrem Abstraktionsgrad können konkrete oder abstrakte Animationen unterschieden werden, je nachdem ob eine realistische oder symbolische Darstellung der Elemente gewählt wird. Folgende beiden Beispiele veranschaulichen die Unterschiede zwischen der abstrakten bzw. konkreten Darstellung eines Sachverhaltes am Beispiel der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Anhand von abstrakten und konkreten Animationen soll das Ziehen einer Stichprobe ohne Zurücklegen erläutert werden. Abbildung 12 wählt hierzu eine ikonische Darstellung in Form eines Wettrennens. In Abbildung 13 hingegen wird der Sachverhalt symbolisch in Form von Urnen dargestellt.

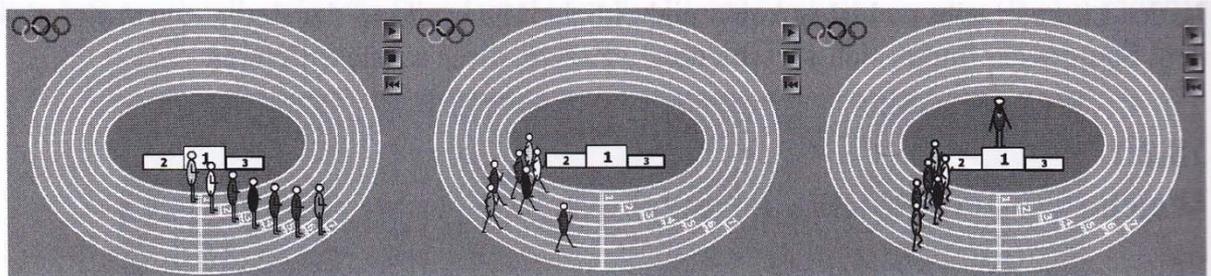


Abbildung 12: Konkrete Animation zur Erklärung der Wahrscheinlichkeitsrechnung. (Niegemann, 2008, S. 242).

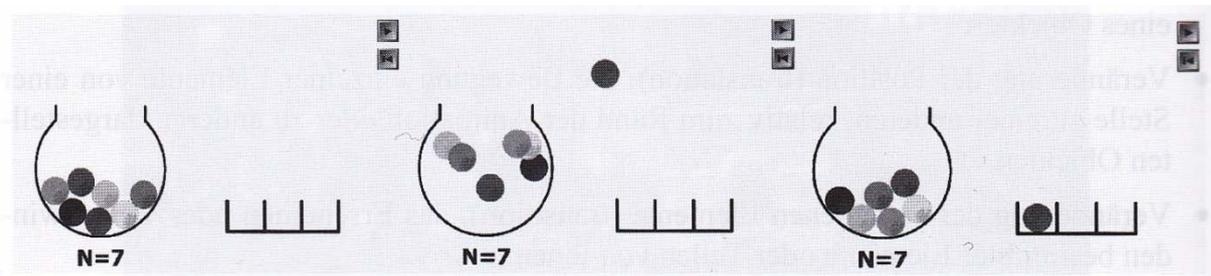


Abbildung 13: Abstrakte Animation zur Erklärung der Wahrscheinlichkeitsrechnung (Niegemann, 2008, S. 242).

## Welcher Inhalt wird dargestellt?

Hierbei wird zwischen der Darstellung von Prozessen oder Objekten unterschieden. In den meisten Fällen werden Animationen zur Erklärung von prozesshaften Abläufen eingesetzt und bieten dadurch eine externe Repräsentation von realen zeitlichen Veränderungen.

Als Beispiel für die Darstellung von Prozessen können sowohl natürliche - wie menschliche oder tierische - Bewegungsabläufe als auch technische Prozesse - wie die Funktionsweise eines Motors - dargestellt werden. Abbildung 14 veranschaulicht die prozesshafte Darstellung einer Animation.



Abbildung 14: Darstellung einer prozessorientierten Animation zur Erklärung der Phasen des Laufens. Zugriff am 25. März 2013 unter <http://www.kusem.de/konz/su1/s1setup.htm>

Auf der anderen Seite steht die Darstellung von Objekten, welche sowohl für technische als auch natürliche Erklärungsbereiche eingesetzt werden kann. Als Beispiel hierzu wäre im technischen Bereich die Zusammensetzung der Einzelteile eines Motors anzuführen. Mit dieser erhält man eine bessere interne Repräsentation der Lage der Elemente. Als Beispiel für den Einsatz einer objektorientierten Animation (siehe Abbildung 15) im natürlichen Bereich kann die Darstellung des Aufbaus z. B. des Kniegelenks mitsamt seinen Knochen, Muskeln und Bändern angeführt werden.

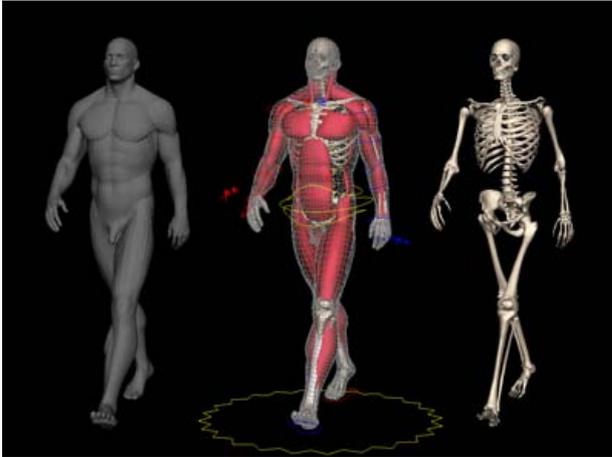


Abbildung 15: Darstellung einer objektorientierten, interaktiven Animation zur Erklärung der einzelnen Schichten des menschlichen Körpers. Zugriff am 25. März 2013 unter <http://portfolio.multimediatechnology.at/projects/2009-muskeln-und-animation>

## Spezifische Eigenschaften von Animationen

Jene Eigenschaft, nach der Animationen am besten beschrieben werden können, ist sicher der gegenüber einem statischen Bild höhere Informationsgehalt, welcher durch die zusätzlich vorhandene zeitliche Dimension ermöglicht wird. So enthalten Animationen primär mehr Information als z. B. statische Abbildungen. Das heißt jedoch nicht, dass sie deswegen immer besser zum Lernen geeignet sind. Vielmehr muss die vorhandene Information vom Lernenden auch genutzt werden können. Um diese zusätzlichen Informationen auch nutzen zu können müssen - nach einer Metaanalyse der Unterschiede zwischen statischen und animierten Bildern von Höffler & Leutner (2007) - bestimmte Bedingungen eintreten. Diese Bedingungen werden folgend in verkürzter Form angeführt:

- Animationen müssen lernzielrelevante Inhalte darstellen und dadurch kognitive Funktionen erfüllen und nicht nur zu dekorativen Zwecken eingesetzt werden. Als Beispiel für einen vorteilhaften Einsatz einer Animation ist das korrekte Anlegen der Bandagen unter einem Boxhandschuh zu erwähnen.
- Es sollte ein Augenmerk auf die Vermittlung von deklarativen Wissen (Faktenwissen) und nicht nur auf die Abbildung von dynamischen Prozessen gelegt werden. Nach Schnotz & Lowe (2008, zit. n. Niegemann, 2008, S. 258) ist zu erwarten, dass Animationen auch für die Vermittlung statischer Inhalte sinnvoll eingesetzt werden können.

- Der Realitäts- bzw. Abstraktionsgrad hat keine Auswirkungen auf die Effizienz einer Animation.
- Wenn der Lernende ein schlechtes räumliches Vorstellungsvermögen besitzt, können Animationen hilfreich in der Wissensvermittlung sein.

Ein weiteres Spezifikum stellt die nicht vom Lernenden selbst gesteuerte Betrachtungszeit der einzelnen Sequenzen dar. Während es möglich ist, ein statisches Bild beliebig lange auf bestimmte Informationen zu scannen, laufen die Einzelsequenzen der Animation meist in einem fix definierten Intervall ab und verunmöglichen so die ausführliche und genaue Betrachtung bestimmter Einzelbilder. Diese Eigenschaft der nur für Sekundenbruchteile sichtbaren Informationen macht es umso wichtiger, dass bei der Entwicklung von animierten Lernunterlagen die Aufmerksamkeit des Betrachters auf die inhaltlich relevanten Elemente gelenkt wird. Wenn es darum geht, Prozesse/Abläufe zu verstehen und nicht die Unterschiede einzelner Zustände zu vergleichen ist den Animationen der Vorzug vor statischen Bildern zu geben.

Abschließend muss noch die Möglichkeit erwähnt werden, Animationen interaktiv zu gestalten. Der Grad der Interaktivität beschreibt gleichzeitig den Übergang zur sogenannten Simulation. Im Detail wird unter der Interaktivität einer Animation vor allem die vom Nutzer kontrollierbare Abspielsteuerung (Start, Stop, Pause, Vor- und Zurückspulen oder Zeitlupe) oder ein Perspektivenwechsel im Raum verstanden. Sobald es möglich ist, durch die Eingabe/Änderung bestimmter Parameter - wie z. B. die Geschwindigkeit einer Laufanimation - diese zu beeinflussen, spricht man von einer Simulation. Die Interaktivität hat für den Nutzer große Vorteile, denn er kann dadurch den Lernfortschritt bzw. den Ablauf an seine kognitiven Ressourcen anpassen und dazu bestimmte Sequenzen entweder wiederholt oder im Standbild genauer betrachten.

### **3.4.1.2. Simulationen**

Wie bereits im vorigen Abschnitt erwähnt, wird eine Animation dann zur Simulation wenn sie einen bestimmten Grad an Interaktivität aufweist. Dieser Interaktivitätsanteil muss dabei über die einfache Abspielsteuerung hinausgehen. Betrancourt (2005, zit. n. Niegemann, 2008, S. 260) spricht dann von einer Simulation wenn *„...der Lernende die Möglichkeit hat, bestimmte Parameter zu verändern und damit beeinflussen kann, was im*

*Verlauf der Animation dargestellt wird*“. Eine andere Definition des Begriffs liefert Rieber (2005, zit. n. Niegemann, 2008, S. 260) und beschreibt Simulationen als „...*Computerprogramme, die Phänomene oder Aktivitäten modellieren und die dafür vorgesehen sind, dass die Nutzer durch Interaktionen mit ihnen etwas über diese Phänomene und Aktivitäten lernen*“. Somit ist die Explorationsmöglichkeit als wesentlicher Aspekt einer Simulation zu verstehen. Der Nutzer hat dadurch die Chance, durch eigene Versuche im Ändern bestimmter Parameter der Simulation die Auswirkungen davon zu erfahren. Diese virtuellen Erfahrungen können auf diese Weise eventuell für eigene, reale Lernprozesse genutzt werden. Als praktikables Beispiel im Bereich des Sports könnte eine Simulation zum Erlernen des Kugelstoßes von Nutzen sein. Der Athlet könnte durch eine simulierte Änderung des z. B. Abstoßwinkels oder der Lage der Kugel in der Hand die Auswirkungen auf die Stoßweite beobachten und die dabei gewonnen Informationen zur Optimierung der folgenden Versuche verwenden. Ein anderes immer weiter verbreitetes - wenn auch wesentlich kostenintensiveres - Einsatzgebiet komplexer Simulationen stellen sogenannte Virtual Reality-Anwendungen (VR-Anwendungen) dar. Diese Anwendungen beschäftigen sich mit der virtuellen Nachbildung bestimmter Umgebungen/Situationen, die sich für den Nutzer auf mehreren Sinnesebenen wie real anfühlen. Im Feld des Sports stellen solche Anwendungen z. B. eine Möglichkeit dar, die Zusammenarbeit in Teams hinsichtlich des taktischen Verhaltens zu verbessern oder die Technik bestimmter Bewegungen zu erlernen bzw. im Rehabilitations- und Präventionsbereich durch virtuelle Schulung das Verletzungsrisiko zu minimieren. Abbildung 16 zeigt eine detaillierte Aufschlüsselung der VR-Anwendungsoptionen im Sport.

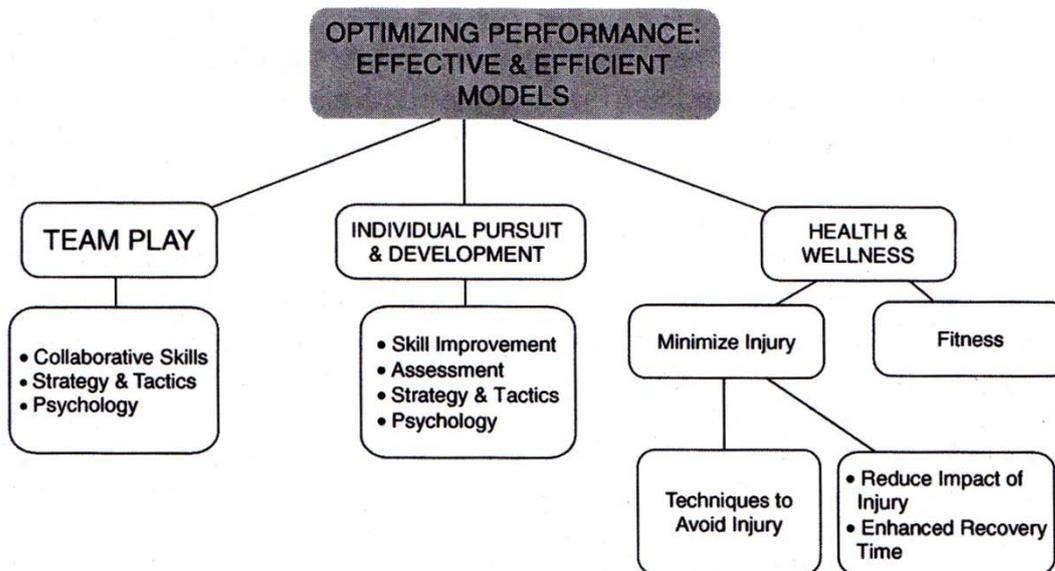


Abbildung 16: Überblick über die Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality Anwendungen im Bereich des Sports (Katz et al., 2008, in Baca & Dabnichki, 2008, S. 7).

## Arten von Simulationen

Je nachdem, wie eine Simulation eingesetzt wird, wird zwischen modellanwendenden bzw. modellbildenden Simulationen sowie Virtual Reality-Anwendungen unterschieden. Die Unterscheidung erfolgt primär hinsichtlich der Konzeption des zugrundeliegenden Modells der Simulation.

### Modellanwendende Simulationen

Bei modellanwendenden Simulationen ist das Modell, auf welchem die Simulation fußt, bereits vorprogrammiert und lässt sich in seinen essentiellen Parametern nicht mehr vom Nutzer beeinflussen. Es können lediglich bestimmte, gewünschte Parameter geändert und deren Auswirkung beobachtet werden. In Abbildung 17 wird ein Segelsimulator dargestellt, welcher es Segelanfängern ermöglichen soll, die Steuerung einer Jolle im Verhältnis zu den Windgegebenheiten zu erlernen.

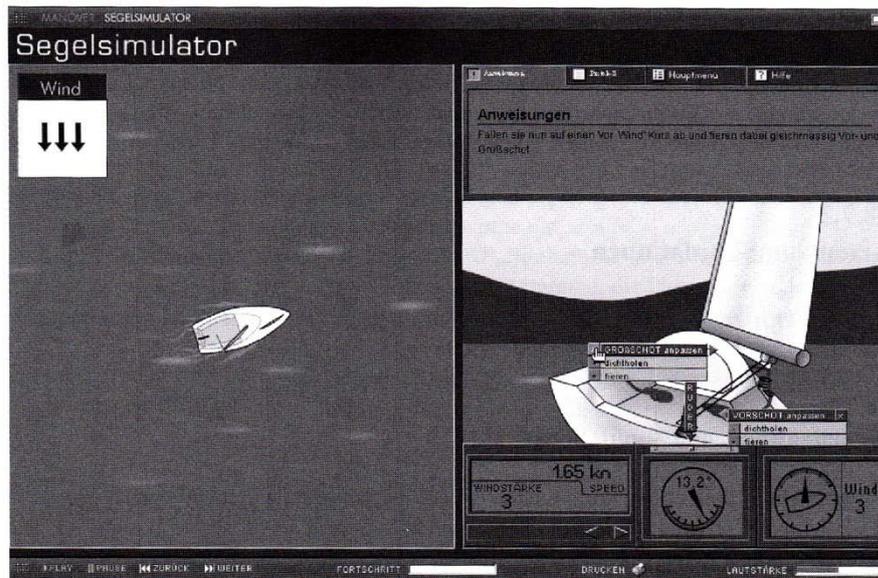


Abbildung 17: Screenshot des Segelsimulators (Niegemann, 2008, S. 262).

Sämtliche - auch in der Realität - vorkommenden Parameter wie die Windstärke, die Neigung, Position oder Geschwindigkeit des Segelbootes verändern sich entsprechend der Eingaben des Nutzers und können bei falscher Steuerung bis zum Kentern des Bootes führen.

### Modellbildende Simulationen

Bei modellbildenden Simulationen hingegen hat der Nutzer die Möglichkeit, das zugrundeliegende Modell selbst zu kreieren. Es werden weniger Parameter vorgegeben und es wird somit die Kreativität des Nutzers gefordert. Sinn und Zwecks solch offener Simulationskonzepte ist die möglichst realistische Darstellung bestimmter Szenarien wie z. B. großer Bauvorhaben. Eine in Abbildung 18 dargestellte Simulation des Erfurter Doms soll den Verantwortlichen bei der Wahl des Kranstandplatzes behilflich sein. Durch die eigenständige Änderung der Kranposition können verschiedenen Varianten simuliert werden, um so die ideale Position ausfindig zu machen. Diese Simulation ist die Chance, sämtliche Variablen und deren gegenseitigen Einfluss aufeinander und auch auf den gesamten Erfolg des Projekts vorab zu testen und spart so den Planern in der späteren, realen Phase viele Kosten. Auf den Bereich des Sports umgelegt könnte eine modellbildende Simulation z. B. im Fußball eingesetzt werden, um die Auswirkungen bestimmter offensiver taktischer Varianten des Gegners auf die eigene Verteidigung zu

testen. Der Trainer baut sich quasi im Vorfeld das gewünschte Angriffsverhalten zusammen und beobachtet die computergenerierte, taktische Reaktion darauf.

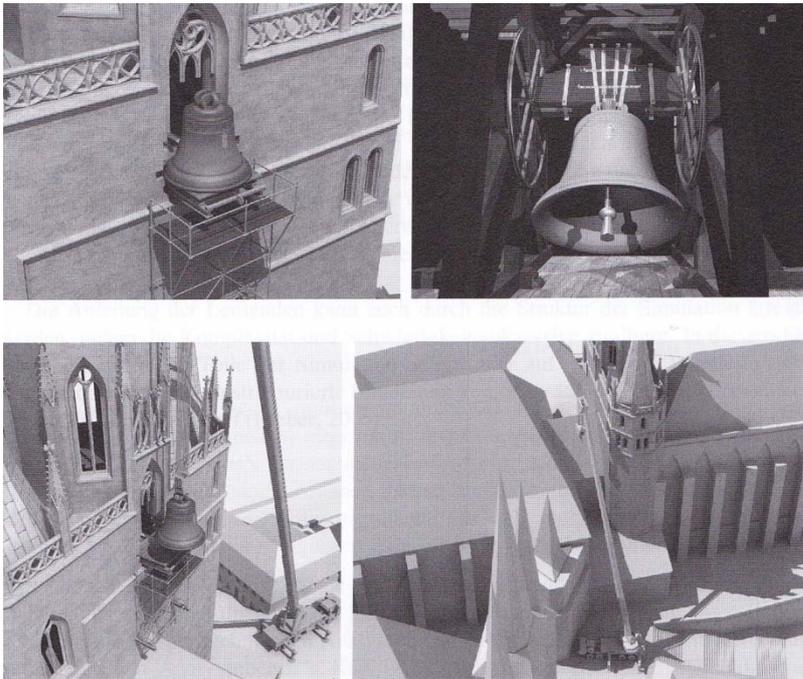


Abbildung 18: Screenshot der Baustellensimulation (Quelle: Bennert MonuMedia in Niegemann, 2008, S. 263).

## **Virtual Reality**

Virtual Reality-Anwendungen bieten für den Einsatz im Sport eine Reihe konkurrenzloser Möglichkeiten zur Simulation bestimmter Situationen. So ist es mithilfe von VR-Anwendungen möglich, menschliche Bewegungen aufzuzeichnen, zu analysieren und später zu reproduzieren. Man bietet damit dem Athleten Trainingsszenarien an, in welchen er Strategien entwickeln muss, um bestimmte programmierte Situationen unter kontrollierten Bedingungen zu lösen. Die Lösungswege wie auch die Leistungsparameter können dabei aufgezeichnet und visualisiert werden und es kann dadurch zu jeder Zeit ein akkurates Feedback über den Lernfortschritt bzw. die gewählte Lösung gegeben werden. Durch die Visualisierung gewisser Leistungsparameter ist der Athlet in der Lage, seine Leistung besser einzuschätzen und sie hinsichtlich eines Fortschritts anzupassen. So können durch effektiv gestaltete VR-Anwendungen Fähigkeiten erlernt und die Auswirkungen der eigenen Fehler verletzungs- und risikofrei studiert werden. Zusätzlich dazu wird dem Nutzer die Chance geboten, in komplexen Situationen die Auswahl der richtigen Entscheidungen zu üben und dadurch für den realen Einsatz zu optimieren.

## **Spezifische Eigenschaften von Simulationen**

Eine wichtige Eigenschaft von Simulationen stellt deren Explorationsmöglichkeit dar. Gemäß Domagk (in Niegemann, 2008, S. 260) zielen die meisten anderen multimedialen Lernunterlagen ja auf reine Instruktion durch Erläuterungen ab. Mit Hilfe von Simulationen können Prozesse, die in der Realität sonst nicht beobachtbar wären (z. B. die Bewegung von Elektronen) sichtbar und erfahrbar gemacht werden. Eine Simulation hat von sich aus kein vorgegebenes Lernziel, sondern zielt auf Exploration ab. Dem Lernenden können jedoch durch konkrete Problemstellungen Lernziele vorgegeben werden (Rieber, 2005; zit. n. Domagk, in Niegemann, 2008, S.260).

Den offensichtlichsten Vorteil haben Simulationen aber in Bereichen, wo im realen Versuch ein Fehler katastrophale Auswirkungen hätte, wie z. B. beim Fliegen eines Flugzeuges. Hier ist es in den VR-Anwendungen erlaubt, Fehler zu machen und es ist trotzdem möglich, ein Gefühl für die reale Situation zu erlangen.

Im Bereich der Simulationen liegt der Schwerpunkt auf dem *learning by doing*-Gedanken und somit auf der Erfahrbarkeit der Konsequenzen bestimmter Parameteradaptionen. Jeder Simulation liegt ein mathematisches Modell zugrunde, welches vorher programmiert wurde und die Genauigkeit dieses ist entscheidend für die Qualität der gesamten Simulation. Die Grenzen von Simulationen liegen genau in den zugrundeliegenden Modellen und in der z. B. begrenzten Modellierbarkeit von menschlichem Verhalten. So werden Simulationen fast ausschließlich in naturwissenschaftlichen Disziplinen wie Physik, Chemie oder auch zur Simulation der mechanischen Komponente menschlicher Bewegung eingesetzt.

### **3.4.1.3. Videos**

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt, stellt das Video mit Sicherheit das am meisten verbreitete multimediale Format im Sport dar. Durch die immer günstiger zu erstehenden technischen Geräte wie Kameras, Schnittprogramme und Computer im Allgemeinen ist die Verbreitung der Videotechnik selbst bis in die untersten Amateurbereiche des Sports vorgeedrungen. Die Animation bzw. das Video werden auf der Wahrnehmungsebene nahezu gleichgesetzt. So konstatiert Domagk (in Niegemann, 2008, S. 264) in diesem Zusammenhang, dass es sich „...auf semiotischer und psychologischer

*Ebene“ „...sowohl bei Animationen als auch bei Videos um Bewegtbilder (mit Ton/oder Text)“ handelt „...die auf dieselbe Art und Weise verarbeitet werden“. Der Unterschied zwischen beiden Formate liegt - auf der technischen Ebene - in künstlich erzeugten Bewegtbildern bei der Animation und in Abbildungen der Realität in Form von Bewegtbildern beim Videoformat. Im Folgenden werden dazu einige spezifische Eigenschaften des Videoformates näher betrachtet.*

## **Spezifische Eigenschaften von Videos**

Im Allgemeinen decken sich die Eigenschaften der Animation bzw. des Videoformates über weite Strecken. Nach Domagk (in Niegemann, 2008, S. 265) ist auch beim Video die fliehende Natur der Informationen ein wesentliches Charakteristikum, das es nötig macht, die Aufmerksamkeitslenkung des Betrachters bewusst zu steuern. Hierzu stehen - im Vergleich zur Animation - andere Möglichkeiten, den Fokus auf die wesentlichen Inhalte des Videos zu lenken, zur Verfügung. Da wären zu nennen die Kameraführung, der Kamerawinkel, der Abstand zum Objektiv sowie der finale Schnitt. Ein wichtiger Aspekt des Videoformates ist auch der hohe Realitätsgrad der Darstellungen, welcher nicht - wie bei der Animation - so einfach um die weniger bedeutenden Ausschnitte reduziert werden kann, sondern vom Betrachter selbst eine bewusste Selektion der Kernelemente verlangt.

Der hohe Realitätsgrad einer Videoaufnahme hat für das Bewegungslernen deshalb so große Bedeutung, weil nur durch die Beobachtung realer Bewegungsabläufe alleine der Lernende für die Erreichung seines eigenen, bewegungsbezogenen Lernziels Fortschritte machen kann. Die Erforschung von Bewegungslernprozessen bzw. der dafür zuständigen Areale im Gehirn brachte ans Tageslicht, dass Bewegungslernen durch Beobachtung ein wichtiger Faktor bei der Aneignung neuer Bewegungsabläufe ist. So sind nach Mattar & Gribble (2005, S. 153) beim Betrachten einer Bewegungshandlung anderer die gleichen neuronalen Schaltkreise aktiv wie bei der Planung und Ausführung einer Eigenbewegung. Der Benefit für die darauffolgende Eigenbewegung liegt genau genommen in dem während der Beobachtung erstellten geistigen Abbild, das bei der eigenen Ausführung der Bewegung bestimmte nervale Steuerungsprozesse aktiviert. So konstatieren Petrosini et al. (2003, S. 253) dazu, dass sowohl die Beobachtung wie auch die alleinige Vorstellung einer Bewegung das Bewegungshandeln sowie das Bewegungslernen positiv beeinflussen können. Somit kommt einem realitätsnahen Medium wie dem Videoformat - mit dem die

Beobachtung von Bewegungshandlungen in verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedenen Winkeln interaktiv gesteuert werden kann - beim Erlernen von neuen Bewegungsformen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

Im Vergleich zu qualitativ hochwertigen Animationen ist beim Videoformat auch der Kostenfaktor als Vorteil hervorzuheben, denn Videos können bereits mit geringen finanziellen Mitteln produziert werden.

Eine weitere Eigenschaft von Videos ist, dass sie Gefahr laufen vom Betrachter mit dem Medium Fernsehen gleichgesetzt und somit als Unterhaltung eingestuft zu werden. Wenn das Video als Lernmaterial eingesetzt wird, kann es durch den Effekt der Gleichsetzung (Domagk, in Niegemann, 2008, S. 265) von Video, Fernsehen und Unterhaltung („Video=Fernsehen=Unterhaltung“) zu einer sogenannten *illusion of knowing* (Weidemann, 2006; in Niegemann, 2008, S. 265) kommen. Diese besagt, dass nur etwa 20% der zuvor betrachteten Informationen wirklich vom Betrachter aufgenommen/verstanden wurden. Um diesem Effekt vorzubeugen ist es ratsam, den Einsatzbereich eines Videos gut zu planen und speziell für die Darstellung bestimmter Prozesse speziell zu nutzen. Abhilfe kann hier auch der Einsatz von sogenannten *hyperlinked videos* schaffen, mit denen es möglich ist, den Ablauf des Videos an bestimmten Stellen zu stoppen und durch eine aktive Auswahl der gegebenen Optionen des Nutzers wieder fortzusetzen. Dafür können in der Videosequenz Verlinkungen auf andere Medien (Texte, Bilder, zusätzliche Videos) eingebaut werden, die dem Nutzer somit eine Form der Kontrolle über den weiteren Verlauf mit gleichzeitig vergrößerter Aufmerksamkeit ermöglichen. Durch diese Art der aktiven Steuerung der Inhalte eines Videos ist der Nutzer nach Schwan & Riemp (2004, S. 296) selbst in der Lage, die Informationen an seine kognitiven Bedürfnisse hinsichtlich der Geschwindigkeit bzw. Dichte der Inhalte anzupassen. Ob dadurch a priori ein höherer Lerneffekt zu erzielen ist, sei dahingestellt, da sich die kognitive Belastung in diesem Fall von der reinen Aufnahme der Informationen hin zur Steuerung/Planung des Ablaufs dieser verlagert.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der alleinige Einsatz sämtlicher der in den Kapiteln zuvor vorgestellten Medienformate keinen erhöhten Lernerfolg garantiert. Diese Formate bzw. die enthaltenen Lerninhalte müssen laut Clark (1994; zit. n. Domagk in Niegemann, 2008, S. 270) immer dem Lernziel bzw. dem Kontext angepasst werden, um das Erlernen bestimmter Sachverhalte - also ihren didaktischen Mehrwert - optimal zu unterstützen.

## 4. BESCHREIBUNG DER LERNMODULE

In diesem abschließenden Kapitel wird jedes einzelne Lernobjekt hinsichtlich seines zeitlichen sowie inhaltlichen Ablaufs in Form von Screenshots und textlichen Erklärungen dokumentiert. Wie in Kapitel 2.2 detailliert ausgeführt, spielen die in den folgenden Lernobjekten behandelten motorischen Grundeigenschaften (Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit) eine wesentliche Rolle beim Bewegungslernprozess, denn deren gute oder weniger gute Ausprägung determiniert den weiteren Verlauf des Lernprozesses maßgeblich. Den Schülerinnen und Schülern soll durch die erstellten Lernobjekte die Möglichkeit geboten werden, sich ein sportwissenschaftliches Basiswissen im Bereich der im Sport omnipräsenten motorischen Grundeigenschaften aneignen zu können. Die in Tabelle 1 abgebildete Strukturierung der Lernobjekte und -inhalte zeigt die genaue Anzahl und deren thematische Einordnung in das übergeordnete Thema motorische Grundeigenschaften. Jeder der Lernblöcke besteht immer aus einem Aufgabe- und Lösungsvideo, sodass die Schülerinnen und Schüler nach dem Ansehen des Aufgabenvideos die Möglichkeit haben, sich selbständig Lösungsvorschläge zu überlegen und danach mit der Lösung zu vergleichen. Zusätzlich gibt es zu den einzelnen Lernblock-Themen noch Zusatzmaterialien in Form von Videosequenzen mit sportmotorischen Tests zur Überprüfung der jeweiligen Grundeigenschaft. Als Zusatzaufgaben werden meist Arbeitsblätter in PDF-Form welche wie in Kapitel 4.1.3 wiederum aus einem Aufgaben- und einem Lösungs-Arbeitsblatt bestehen, zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1: Übersicht über alle erstellten Lerninhalte nach Modulen/Lernblöcken und Zusatzmaterialien- bzw. aufgaben geordnet.

<b>MODUL - AUSDAUER</b>		
<b>Lernblock1</b>	Unterschied zwischen aerober und anaerober Ausdauer	
<b>Lernblock2</b>	Unterschied zwischen der lokalen Muskelausdauer und der allgemeinen Ausdauer	
<b>Zusatzmaterialien</b>	Sportmotorischer Test – LB1	Sportmotorischer Test – LB2
	6min-Lauf Stufensteigen	Beine anheben Über Mattenstapel
<b>Zusatzaufgaben</b>	Arbeitsblatt zum Anteil aerober bzw. anaerober Energiebereitstellung bei Belastungen von unterschiedlich langer Dauer	

## MODUL - KRAFT

<b>Lernblock1</b>	Einschätzen des Schnellkraftanteils bei unterschiedlichen Bewegungsformen	
<b>Lernblock2</b>	Einschätzen der unterschiedlichen Arbeitsweisen der Muskulatur anhand von unterschiedlichen Bewegungsformen	
<b>Zusatzmaterialien</b>	Sportmotorischer Test – LB1	Sportmotorischer Test - LB2
	Jump & Reach – Test Standweitsprung	Handdynamometer

## MODUL - BEWEGLICHKEIT

<b>Lernblock1</b>	Von welchen Faktoren wird die aktive und passive Beweglichkeit hauptsächlich beeinflusst	
<b>Zusatzmaterialien</b>	Sportmotorischer Test – LB1	Armführen in Rückhalte
<b>Zusatzaufgaben</b>	Unterschied zwischen aktiver/passiver Beweglichkeit, was ist die Bewegungsreserve	

## MODUL - SCHNELLIGKEIT

<b>Lernblock1</b>	100-m-Sprint
<b>Lernblock2</b>	Unterschied zwischen akustischer und optischer Reaktionsschnelligkeit
<b>Zusatzmaterialien</b>	Reaktionstest in Form eines Flash-Spiels

## **4.1. MODUL AUSDAUER**

Dieses Modul besteht aus zwei Lernblöcken, welche beide die Ausdauer als motorische Grundeigenschaft zum Thema haben. Im ersten Lernblock wird mittels eines Videos versucht, den Unterschied zwischen der aeroben und anaeroben Ausdauer/Energiebereitstellung zu klären. Der zweite Lernblock versucht den Unterschied zwischen lokaler Muskelausdauer und der allgemeinen Ausdauer zu veranschaulichen.

Weiters beinhaltet dieses Modul noch Videos zu je zwei sportmotorischen Testverfahren, welche angewendet werden können, um einerseits die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit und andererseits die anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit von Personen zu testen.

Den Abschluss dieses Moduls bildet ein Arbeitsblatt, mit welchem die Schüler(innen) aufgefordert werden, den Anteil aerober bzw. anaerober Energiebereitstellung bei Belastungen mit unterschiedlich langer Dauer zu schätzen.

### **4.1.1. Lernblock – Unterschied zwischen aerober und anaerober Ausdauer**

#### **Aufgabe**

Die Dauer dieses Videos beträgt 1 min 28 s. Zu Beginn des Videos werden die Schülern durch eine Frage zur Aufgabenstellung hingeführt. Die folgenden beiden Screenshots veranschaulichen diese Frage. Die Screenshots werden im Video nacheinander eingeblendet.



Abbildung 19: Screenshot des ersten Teils der Fragestellung des Aufgabenvideos



Abbildung 20: Screenshot des zweiten Teils der Fragestellung des Aufgabenvideos

Anschließend werden die in Abbildung 19: Screenshot des ersten Teils der Fragestellung des Aufgabenvideos angesprochenen Videos der beiden Weltklasse-Ausdauerathleten eingeblendet und damit die Schüler(innen) angehalten, sich aufgrund der gezeigten Sportarten eigene Gedanken - ohne zusätzliche Informationen - zum Unterschied dieser beiden Ausdauerleistungen zu machen.



Abbildung 21: Screenshot eines Marathonlaufs als erste zu beurteilende Ausdauerleistung (Quelle Video [1])



Abbildung 22: Screenshot eines 800m-Laufs als zweite zu beurteilende Ausdauerleistung (Quelle Video [2])

Nach Ablauf der beiden Ausdauervideos (Marathon und 800m-Lauf) wird die eingangs gestellte Frage noch einmal wiederholt (siehe Abbildung 23: Screenshot der abschließenden Frage des Aufgabenvideos), um die Schüler(innen) damit auf die nachfolgende Lösung der Aufgabe vorzubereiten. Zum Schluss der Aufgabenstellung wird das in jedem Lernobjekt verwendete Standard-Outro eingeblendet.



Abbildung 23: Screenshot der abschließenden Frage des Aufgabenvideos

## Lösung

Die Dauer des dazugehörigen Lösungsvideos beträgt 2 min 45 s und startet mit der Wiederholung der zum Schluss der Aufgabe gestellten Fragestellung. Das Wiederholen der Frage (siehe Abbildung 24) soll den Schülern diese wieder ins Gedächtnis rufen und somit auf die bevorstehende Auflösung vorbereiten.



Abbildung 24: Screenshot der einleitenden Fragestellung

Anschließend werden die beiden Videos der Ausdauersportarten, welche es zu beurteilen gilt, noch einmal kurz abgespielt (siehe Abbildung 21 und Abbildung 22), um durch Wiederholung das Lernen zu festigen. Nach dem Abspielen der Videosequenzen wird mit der Auflösung der Fragestellung begonnen. Durch eine Textfolie (siehe Abbildung 25), welche eine Tabelle mit den wichtigsten Unterscheidungsparametern zwischen der aeroben und anaeroben Ausdauer - nämlich die Dauer sowie die Intensität der Belastung – zeigt, soll den Schülern der wesentliche Unterschied vor Augen geführt werden.

Disziplin	Dauer	Intensität
Marathon	02:03:00	niedrig-mittel
800 m-Lauf	00:01:42	hoch

Abbildung 25: Screenshot der Tabelle mit den wichtigsten Unterscheidungsmerkmalen der beiden Ausdauerbelastungen

Ausgehend von der Beantwortung der Fragestellung durch die Tabelle in Abbildung 25 wird die Lösung nun schrittweise erklärt und die Auseinandersetzung mit der Thematik vertieft. Die folgende Textfolie (siehe Abbildung 26) weist darauf hin, dass den Unterschieden in den beiden Ausdauerformen der Begriff der Energiebereitstellung zugrunde liegt. In der darauffolgenden Textfolie (Abbildung 27) werden - ergänzend zu den Unterscheidungsparametern - erstmals die beiden Fachbegriffe für den Unterschied der gefragten Ausdauerbelastungen angeführt. In der darauffolgenden Textfolie (Abbildung 28) werden die Schüler(innen) darauf hingewiesen, dass eine Unterscheidung niemals ganz exakt getroffen werden kann.



Abbildung 26: Screenshot der Textfolie welche den Aspekt der Energiebereitstellung aufzeigt

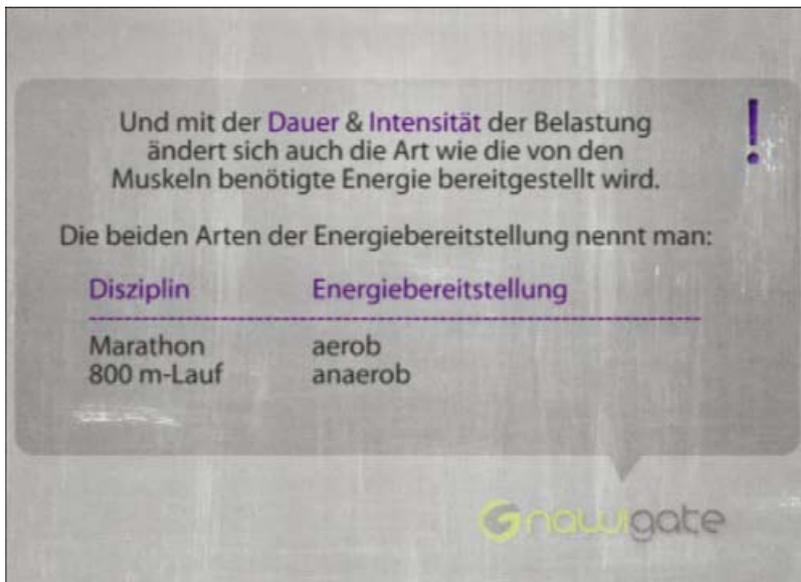


Abbildung 27: Screenshot der Textfolie, welche die Fachbegriffe der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung den Disziplinen zuordnet

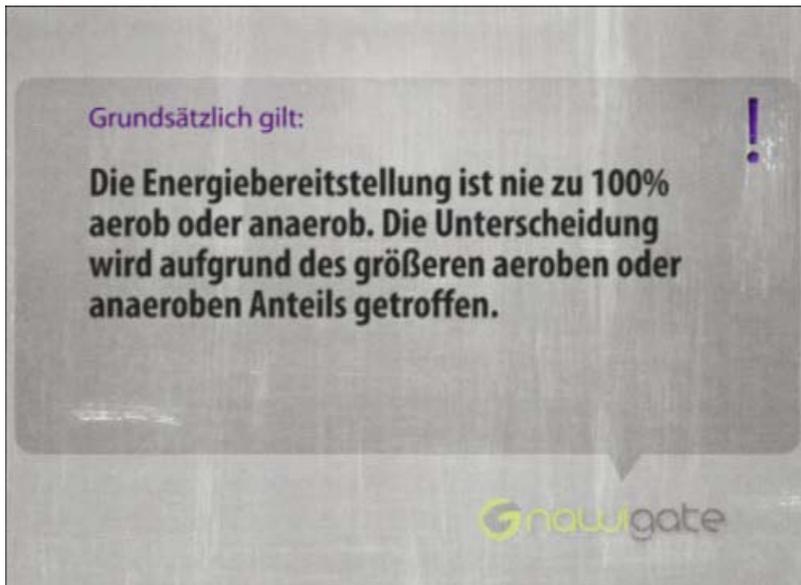


Abbildung 28: Screenshot der Textfolie, welche auf die nicht eindeutige Zuordnung von Ausdauerbelastungen hinweist

Ausgehend von der Information, dass die Zuordnung nie zu 100% gemacht werden kann, wird in der nächsten Textfolie (Abbildung 29) die genaue prozentuale Verteilung des Anteils der jeweiligen Energiebereitstellung für den Marathonlauf und den 800m-Lauf in Form einer Tabelle angezeigt. Dies soll den Schülern ein verständlicheres Bild davon vermitteln, wie im sportwissenschaftlichen Kontext Ausdauerleistungen in die beiden Kategorien (aerobe bzw. anaerobe Energiebereitstellung) eingeteilt werden.

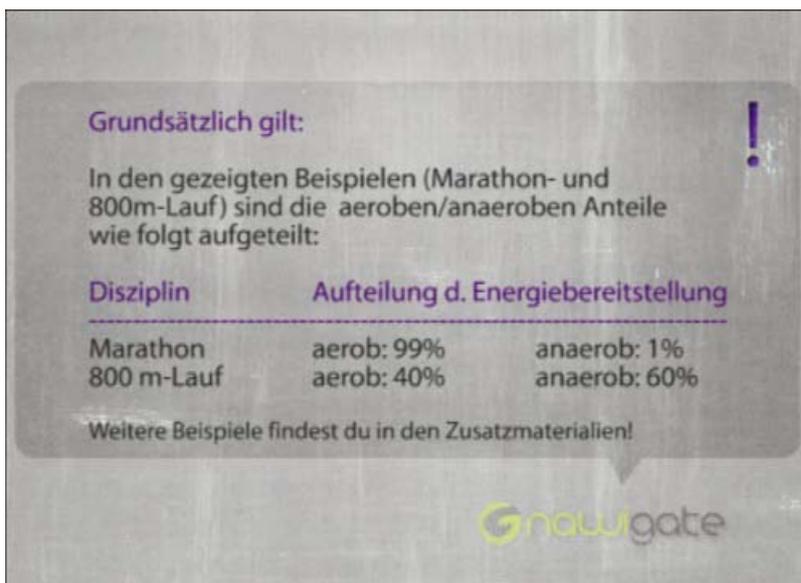


Abbildung 29: Screenshot der Erklärungsfolie, welche den genauen Anteil der Energiebereitstellung der beiden Ausdauerbelastungen zeigt

In den folgenden Textfolien wird explizit auf den Begriff der Energiebereitstellung bzw. die Unterscheidung von aerober und anaerober Energiebereitstellung eingegangen und versucht, den Schülern diesen mit einfachen Worten verständlich zu machen.

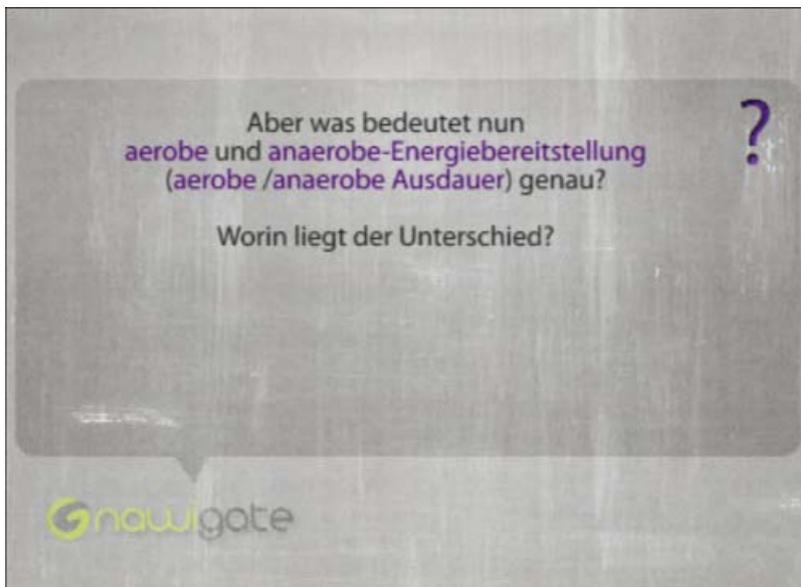


Abbildung 30: Screenshot der Fragefolie zum Begriff der aerob/anaeroben Energiebereitstellung

Die folgende Erklärungsfolie (Abbildung 31) definiert die aerobe Energiebereitstellung/Ausdauer und weist darauf hin, dass das kardiopulmonale System bei dieser Form die Hauptrolle spielt. Zusätzlich dazu werden Beispiele für charakteristische Sportarten genannt.

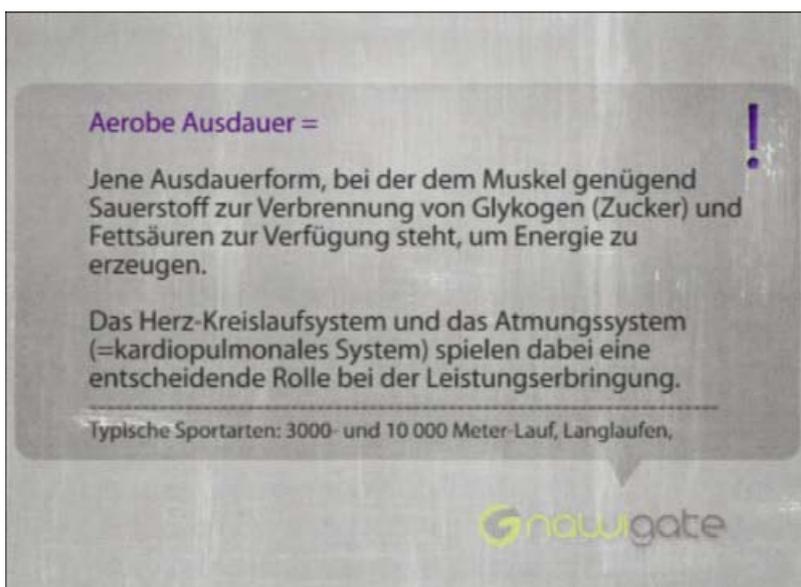


Abbildung 31: Screenshot der Erklärungsfolie zur aeroben Energiebereitstellung

Die nächste Erklärungsfolie (Abbildung 32) stellt einen weiteren wesentlichen Aspekt der Definition von aerober Ausdauer/Energiebereitstellung in Form eines kurzen prägnanten Satzes dar und soll den Schülern einen weiteren Anhaltspunkt zum Verstehen dieser Definition geben.

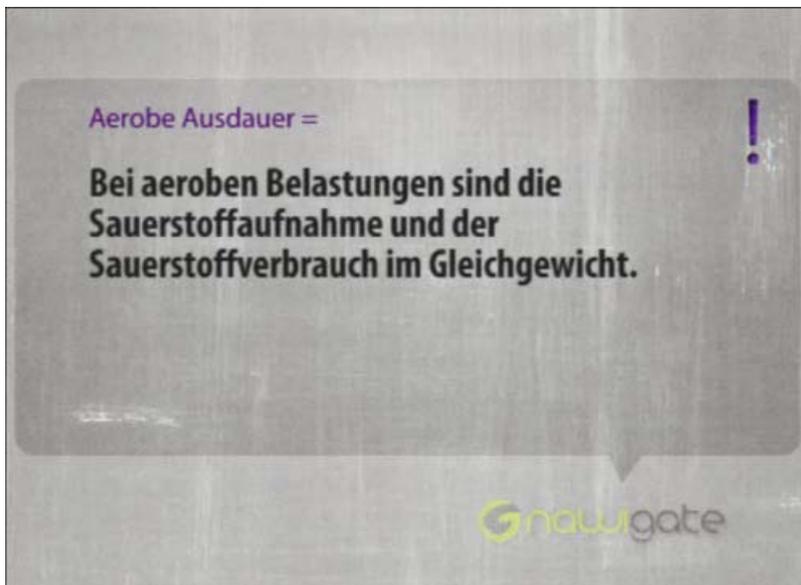


Abbildung 32: Screenshot der Erklärungsfolie mit einer zusätzlichen Definition der aeroben Energiebereitstellung

Die folgende Erklärungsfolie (Abbildung 33) definiert den Begriff der anaeroben Energiebereitstellung/Ausdauer und versucht in verständlichen Worten zu umschreiben, dass bei dieser Energiebereitstellungsform das kardiopulmonale System nicht mehr in der Lage ist, genug Sauerstoff für die Energieversorgung der Muskulatur zu liefern. Zusätzlich dazu werden Beispiele für charakteristische Sportarten genannt.

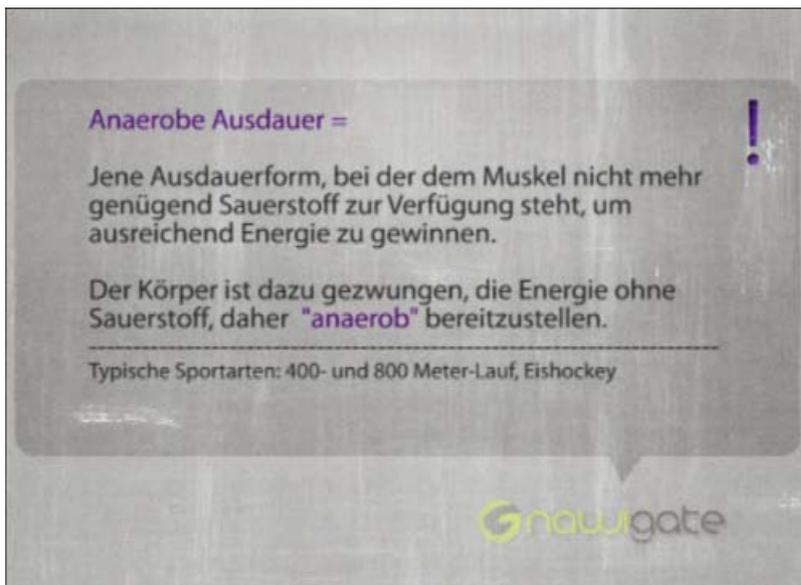


Abbildung 33: Screenshot der Erklärungsfolie zur anaeroben Energiebereitstellung

In der nächsten Erklärungsfolie (Abbildung 34) wird erläutert, wie der Körper trotz mangelnder Versorgung durch das kardiopulmonale System es schafft, Energie bereitzustellen. Es wird dabei auf die energetischen Reserven in den Muskelzellen eingegangen und gleichzeitig bemerkt, dass der Füllzustand dieser „Speicher“ vom Trainingszustand des Athleten abhängig ist.

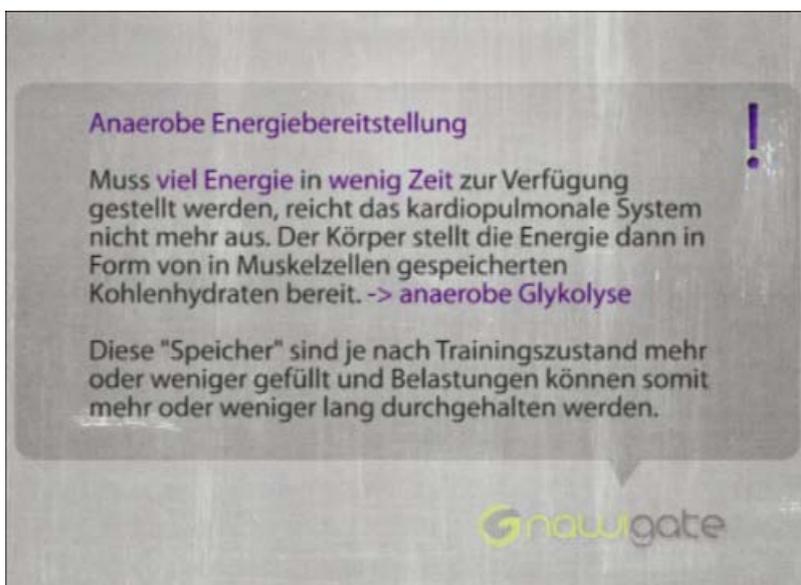


Abbildung 34: Screenshot der vertiefenden Erklärungsfolie zur anaeroben Energiebereitstellung

Die letzte Erklärungsfolie (Abbildung 35) zum Begriff der anaeroben Energiebereitstellung soll einen leichteren Vergleich mit der aeroben Definition ermöglichen und ist daher wieder auf das Sauerstoffgleichgewicht fokussiert. Diese Folie soll den Schülern eine alternative Information zum Verständnis des Begriffes bieten und in einem Satz die beiden vorangegangenen Erklärungsfolien zu einem besseren Verständnis zusammenfassen.

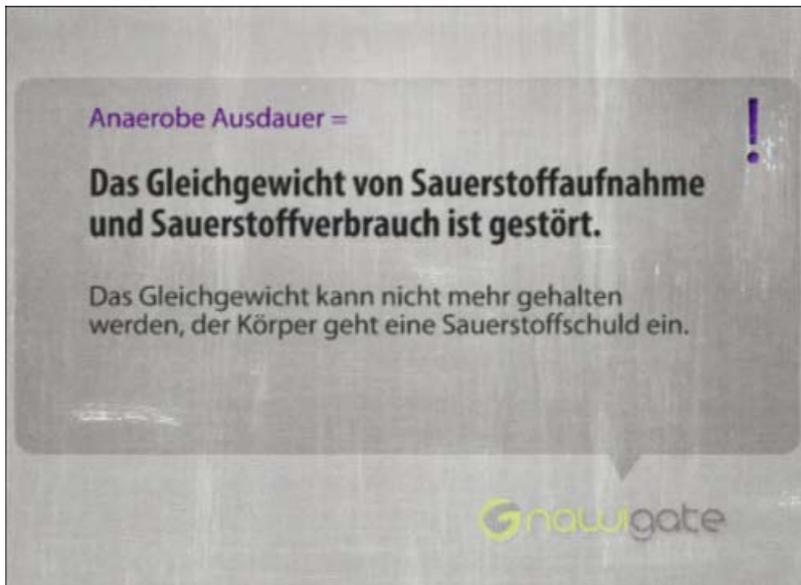


Abbildung 35: Screenshot der Erklärungsfolie mit einer zusätzlichen Definition der anaeroben Energiebereitstellung

Nachdem in der abschließenden Definition der anaeroben Energiebereitstellung die Begriffe Sauerstoffschuld bzw. Laktat genannt wurden, wird in der folgenden Textfolie versucht, diese beiden Ausdrücke in leicht verständliche Worte zu fassen. Dabei wird - wie in Abbildung 36 ersichtlich - dargestellt, dass sich bei einer Sauerstoffunterversorgung in der Muskulatur Laktat bildet und diese Säurebildung die betroffene Muskulatur früher oder später zum Abbruch der Bewegung zwingt.

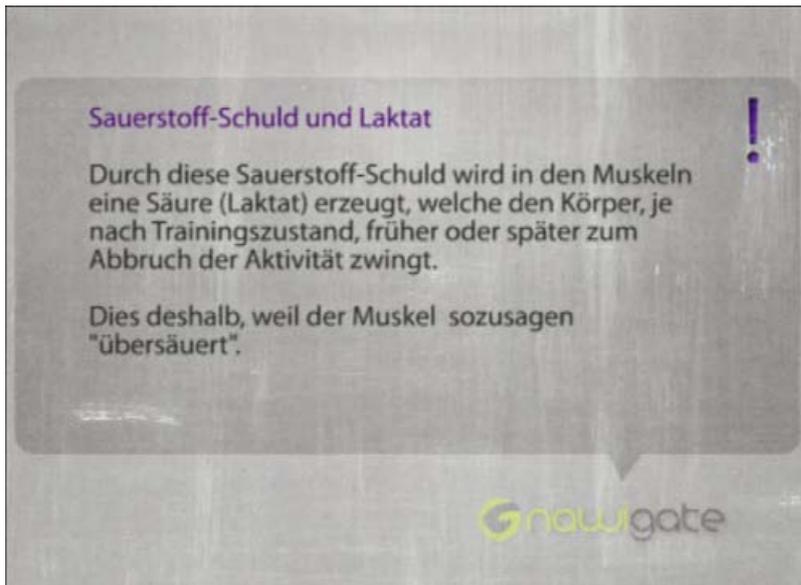


Abbildung 36: Screenshot der Erklärungsfolie zum Thema Sauerstoffschuld und Laktat

In der folgenden Textfolie (Abbildung 37) ist abschließend eine Tabelle zu sehen, welche die wesentlichsten Unterscheidungsparameter zwischen der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung auf einen Blick ersichtlich machen soll. Dabei werden die Kennzahlen der beiden Energiebereitstellungsformen hinsichtlich ihrer Dauer, Intensität, der Zeit in welcher die Energie bereitgestellt werden muss bzw. in ihrer Art der Energiegewinnung aufgeschlüsselt dargestellt, damit den Schülern abschließend einen aussagekräftiger Überblick über das vorher Erklärte ermöglicht wird, um die Begriffe besser einordnen zu können.

Wichtigste Unterscheidungsmerkmale		
	Aerob	Anaerob
Dauer	3 - >30min	20sec-3min
Intensität	niedrig-mittel	hoch
Zeit, in der die Energie benötigt wird	schnell	langsam
Energiegewinnung	aerobe Oxidation	anaerobe Glykolyse

Abbildung 37: Screenshot der Textfolie zur Zusammenfassung der wesentlichen Unterschiede zwischen aerober und anaerober Energiebereitstellung

Abschließend wird mit einer Fragefolie auf die Zusatzmaterialien (Sportmotorische Testverfahren) des Moduls verwiesen und gefragt, ob die Schüler(innen) bereits sportmotorische Testverfahren kennen, mit welchen die aerobe bzw. anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit überprüft werden können. Abbildung 38 zeigt diese Fragefolie.

Nachdem du jetzt weißt, was den Unterschied zwischen der aeroben und der anaeroben Ausdauer ausmacht, überlege dir noch...

...welche sportmotorischen Testmethoden es gibt um

1. die **aerobe** und die
2. **anaerobe** Ausdauer zu testen?

Abbildung 38: Screenshot der abschließenden Fragestellung nach sportmotorischen Testverfahren zur aeroben und anaeroben Ausdauer

## **4.1.2. Zusatzmaterial – Sportmotorische Testverfahren**

Zweck der Zusatzmaterialien ist es, den Schülern Möglichkeiten aufzuzeigen, mit welchen sie in einfachster Weise ihre Leistungsfähigkeit der in den Modulen behandelten motorischen Grundeigenschaften selbst überprüfen können. Zusätzlich dazu werden jedem Testverfahren Normwerte in Form eines PDFs beigelegt. Mit diesen können die Schüler(innen) ihre Leistung selbst einordnen.

### **Stufensteigen**

#### **Überprüfung der anaeroben Ausdauerleistungsfähigkeit**

Das Video, welches als Testverfahren zur Ermittlung der anaeroben Ausdauerleistungsfähigkeit das Stufensteigen zeigt, hat eine Dauer von 2 min 51 s.

Dieses Video wird als einziges Video aller folgenden Zusatzmaterialien (sportmotorische Testverfahren) in seinem ganzen Umfang anhand von Screenshots dokumentiert. Bei den in späteren Abschnitten vorkommenden Zusatzmaterialien werden - wegen einer dadurch sicherlich entstehenden zu hohen Seitenanzahl - die Testverfahren ausschließlich textlich und in zusammengefasster Form beschrieben. Der Aufbau sowie der Ablauf aller folgenden Zusatzmaterialien (sportmotorische Testverfahren) sind identisch mit dem folgenden Video zur Überprüfung der anaeroben Ausdauerleistungsfähigkeit.

Das Video beginnt mit einer einleitenden Fragefolie (Abbildung 39) welche die zu testenden motorische Grundeigenschaft in Erinnerung rufen soll.

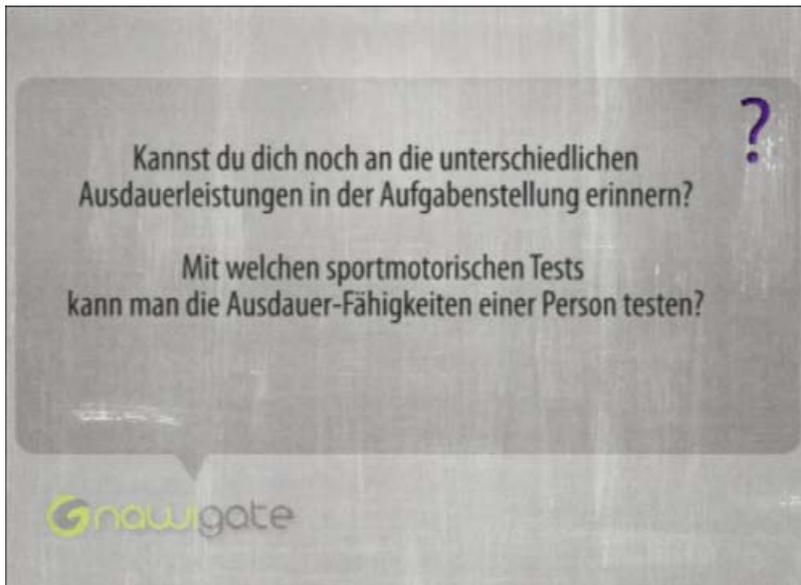


Abbildung 39: Screenshot der einleitenden Fragefolie

In der nächsten Textfolie (Abbildung 40) wird aufgelöst, dass es sich bei den gesuchten Grundeigenschaften um die aerobe bzw. anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit handelt.

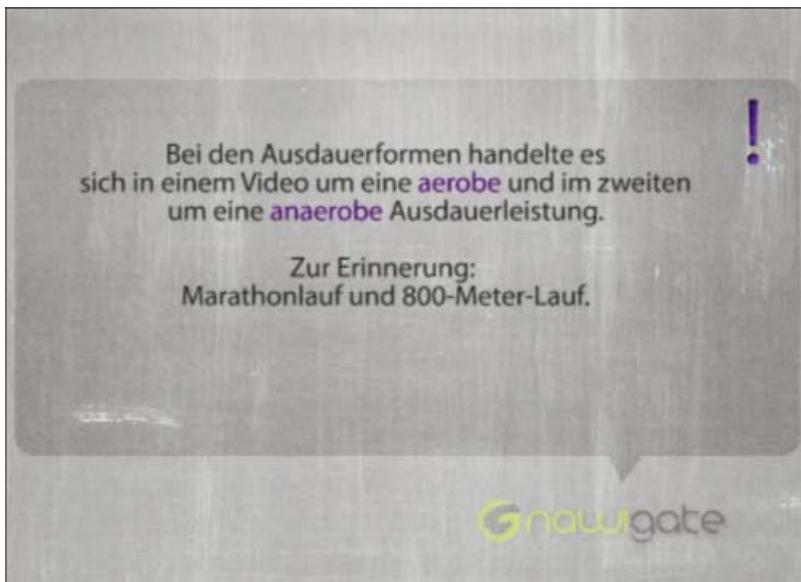


Abbildung 40: Screenshot der Erklärungsfolie welche die zu testende Eigenschaft zeigt

Danach werden die beiden Videosequenzen der Ausdauersportarten (Marathon- und 800m-Lauf) noch einmal ganz kurz eingeblendet (siehe auch Abbildung 21 und Abbildung 22), um den Schülern die beiden Sportarten auch visuell in Erinnerung zu rufen.

Nach dem Abspielen der Videosequenzen folgen zwei weitere Textfolien (Abbildung 41 und Abbildung 42), mit denen informiert wird, wie das folgende sportmotorische Testverfahren heißt und dass es zur Überprüfung der anaeroben Ausdauerleistungsfähigkeit dient.



Abbildung 41: Screenshot der Einleitungsfolie für das folgende Testverfahren



Abbildung 42: Screenshot der Titelfolie für das folgende Testverfahren

Abbildung 43 zeigt eine Textfolie, mit welcher die Testaufgabe in Worten beschrieben wird. Darauf folgt eine Textfolie, auf welcher das benötigte Material für die Durchführung des Testverfahrens aufgelistet wird.

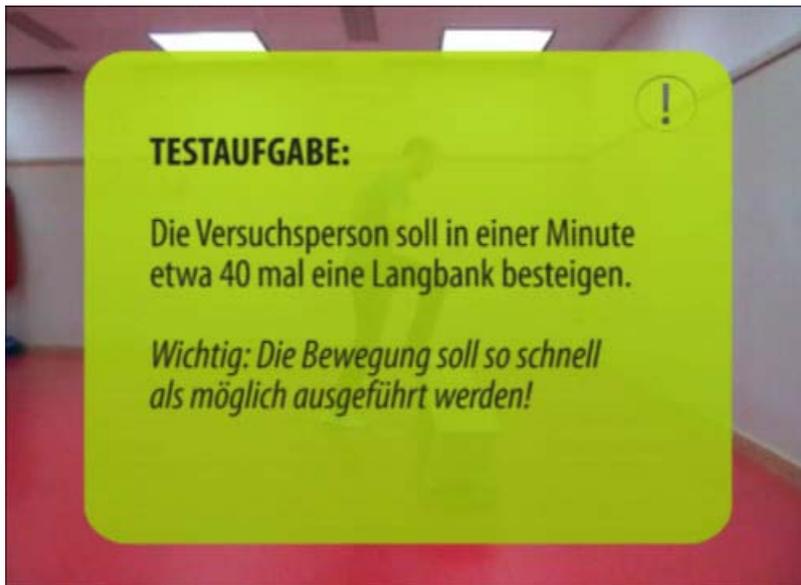


Abbildung 43: Screenshot der Textfolie mit der Testaufgabe

Auf die Textfolie mit dem benötigten Material folgt eine ebensolche mit den einzelnen Schritten zum Testaufbau. Abbildung 44 zeigt eine Textfolie, welche die Durchführung des Tests in ihren einzelnen Schritten dokumentiert und von den Schülern ausgedruckt werden kann, um bei der praktischen Umsetzung die Anleitung parat zu haben.

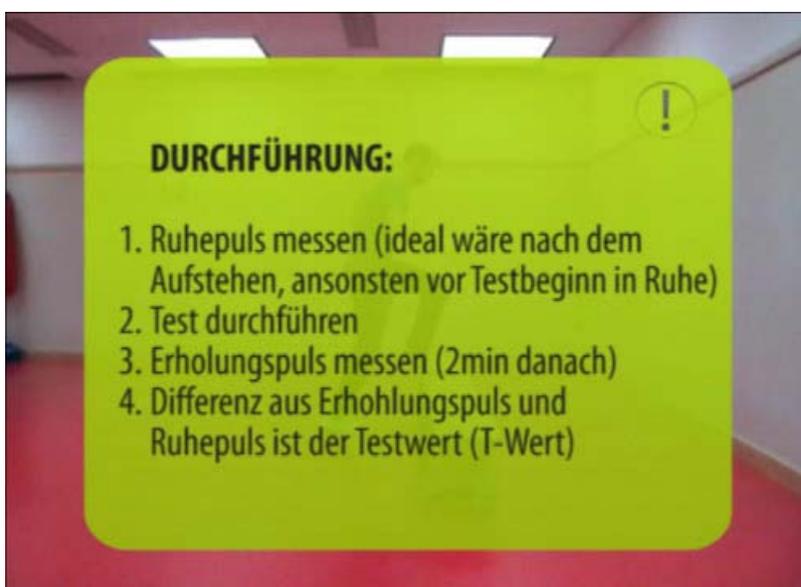


Abbildung 44: Screenshot der einzelnen Schritte zur Testdurchführung

Im Anschluss daran werden sämtliche Schritte der Durchführung nicht nur textlich, sondern auch die aktive Durchführung von Testpersonen filmisch festgehalten (Abbildung

45 und Abbildung 46) und mit Textinserts versehen, um den Schülern detailliertere Infos zu den jeweiligen Durchführungsschritten zu bieten.



Abbildung 45: Screenshot der anfänglichen Pulsmessung



Abbildung 46: Screenshot der Durchführung des Stufensteigen-Tests

Abbildung 47 zeigt die abschließende Ermittlung des Erholungspulses und stellt somit die letzte Videosequenz der Testdurchführung dar.



Abbildung 47: Screenshot der Ermittlung des Erholungspulses am Ende des Tests

Abschließend wird eine Textfolie (Abbildung 48) eingeblendet, mit welcher die Schüler(innen) darauf aufmerksam gemacht werden, dass sie ihre ermittelten Testergebnisse auch anhand einer Normwerttabelle (Abbildung 49) einordnen bzw. vergleichen können.

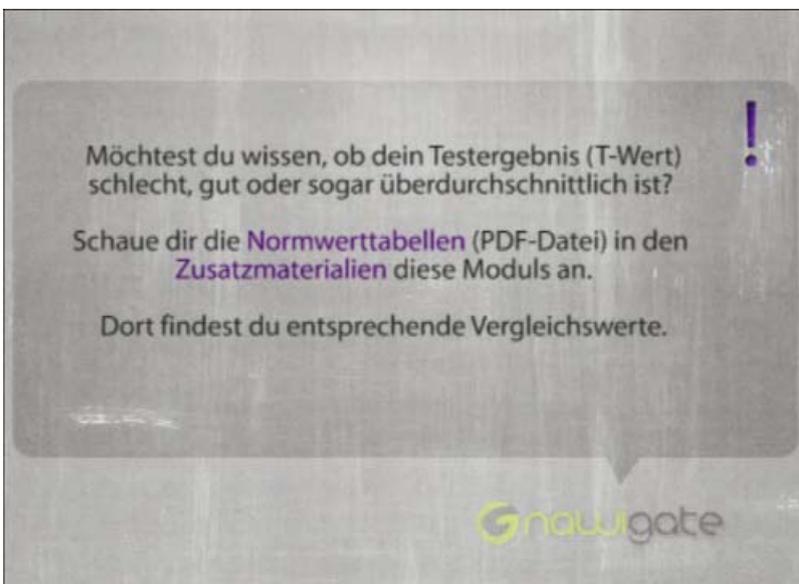


Abbildung 48: Screenshot der Textfolie mit dem Hinweis auf die Normwerttabelle

## ANAEROBE AUSDAUER – Stufensteigen

### Meßwertaufnahme / Bewertung

Pulsmessungen werden vor der Belastung (Ruhepuls) und zwei Minuten nach der Belastung (Erholungspuls) vorgenommen und die ermittelten Werte in die Testkarte eingetragen. Als Rohwert wird die Differenz aus Erholungspuls und Ruhepuls notiert und in der folgenden Tabelle, der zur Alterstufe passende T-Wert eruiert.

*z.B.: Eine Schülerin im Alter von 12 Jahren hat als Rohwert eine Pulsdifferenz von -4 Schlägen. Dies würde für sie einen T-Wert von 58 ergeben.*

Anhand der folgenden Beurteilungstabelle lässt sich ihre Leistungsfähigkeit als Gut einstufen.

Beurteilungsskala	mangelhaft	ausreichend	befriedigend	gut	sehr gut
T-Wert Skala	-35	36 - 45	46 - 55	56 - 65	66 -

Normierungstabelle für Übung 6: Stufensteigen																
männlich										weiblich						
T-	Alter (Jahre)									T-	Alter (Jahre)					
Wert	8-9	10	11	12	13	14	15/17	Wert	8-9	10	11	12	13	14	15/17	
30	42	51	00	56	53	56	45	30	40	30	08	43	54			
31	40	50	58	52	52	57	42	31	38		88	39	52			
32	30	48	58	50	51	56	40	32	34	49	83	38	50		81	
33	36	45	52	48	50	54	38	33	33	48	80	32	48	42		
34	32	42	48	40	49	51	37	34	32	47	58	31	42	41		
35	26	40	46	46	46	46	38	35	30	45	57	30	36			
36	24	38	42	44	46	45	34	36	27	44	56	28	38	40		
37	22	36	41	42	44	42	32	37	24	42	54	24	36	39	60	
38	21	35	40	40	42	40	30	38	22	40	46	23	32	36	58	
39	20	33	34	38	40	39	29	39	21	37	45	21	30	32	67	
40	19	30	30	36	39	37	28	40	20	36	42	20	26	31	54	
41	18	28	27	34	36	36	18	41	19	29	37	18	26	36	53	
42	17	27	25	32	35	34	15	42	18		30	17	24	29	51	
43	16	24	24	30	33	32	14	43	17	28	28	16	21	28	48	
44	15	22	23	28	28	30	12	44	16	26	24	15	19	26	39	
45	14	20	22	26	26	28	9	45	15	24	22	14	16	24	37	
46	12	18	19	25	24	24		46	14	23	19	12	15	21	34	
47	10	15	17	23		22	8	47	12	20	17		12	16	31	
48	9	14	15	20	23	20	5	48	10	19	16	11	8	15	28	
49	8	12	12	18	20	18	4	49	9	10	14	7	7	12	24	
50	6	9	11	17	16		2	50	8	14	12	6	6	9	21	
51	4	7	10	16	16	17	1	51	8	12	9	6	6	8	18	
52	3	6	6	14	15	16	0	52	5	8	6	4	4	7	15	
53	2	5	5	12	12	12	-1	53	3	7	4	3	3	0	11	
54	1	3	4	10	7	8	-2	54	2	6	2	2	2	5	7	
55	0	2	3	8	8	8	-4	55	1	4	1	0	1	4	3	
56	-1	1	2	3	5	5	-6	56	0	2	0	-1	0	3		
57	-2	0	1	2	4		-7	57	-1	0	-1	-2	-1	2	2	
58	-4	-1	0	1	2	4	-9	58	-3	-3	-2	-4	-2	0		
59	-6	-3	-1	0	1	2	-10	59	-4	-6	-4	-6	-4	-1	1	
60	-8	-6	-3		0	0	-12	60	-6	-12	-6	-6	-5	-2		
61	-9	-8	-4	-1	-1	-3		61	-7	-14	-8	-7	-6	-3		
62	-10	-10	-6	-2	-2	-6	-13	62	-8	-16	-10	-8	-7	-6	0	
63	-12	-12	-9	-6	-3	-11	-14	63	-9	-18	-12	-9	-8	-7		
64	-14	-13	-12	-7	-4		-15	64	-10	-24	-15	-10	-11	-8		
65	-15	-15	-13	-12	-5		-16	65	-12	-28	-16	-12		-19		
66	-16	-18	-14	-15	-6	-12	-18	66	-13	-32	-20	-13	-12	-11		
67	-18	-21	-18	-18		-15	-24	67	-14	-36	-21	-15	-14	-12		
68	-20	-25	-24	-21		-17	-26	68	-15	-39	-22	-16	-16	-13	-1	
69	-21	-27	-42	-24	-7	-20	-27	69	-16	-42	-24	-16	-16			
70	-22	-30	-44	-26	-11	-22	-28	70	-17	-43	-26	-20	-20	-14		

Rohwert der Schülerin im Beispiel.

Daraus resultierender T-Wert.

Quelle: Rusch, H. & Irrgang, W. (1994). Der Münchner-Fitmeßtest (MFT) für Schüler/innen im Alter von 11-14 Jahren. *Sportunterricht - Lehrhilfen*, 43 (1), 1-7.

Abbildung 49: Screenshot der Normwerttabelle für den Stufensteigen-Test

## 6 min-Lauf

### Überprüfung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit

Das Video, welches als Testverfahren zur Ermittlung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit den 6 min-Lauftest zeigt, hat eine Dauer von 2 min 58 s. Zu Beginn des Videos wird den Schülern anhand von Textfolien die Testaufgabe näher gebracht. Der Testaufgabefolie folgen weitere Textfolien, welche Informationen zu den für die Durchführung benötigten Materialien sowie die einzelnen Schritte der Durchführung selbst enthalten. Daraufhin wird anhand einer mit Adobe Flash erstellten Animation der Aufbau (Abbildung 50) und die Durchführung (Abbildung 51) des Testverfahrens noch zusätzlich grafisch dargestellt. Die Animation soll die bei den anderen sportmotorischen Testverfahren eingesetzte Videosequenz ersetzen und zeigt in skizzierter Form die Positionierung der Markierungen sowie den Ablauf des Tests. Zusätzlich zu dem in der Animation gezeigten Ablauf werden in den grünen Infoboxen die wichtigsten Schritte der Durchführung auch textlich angezeigt.



Abbildung 50: Screenshot der Animation mit einer Skizze des Testaufbaus



Abbildung 51: Screenshot der Animation mit der Anleitung zur Durchführung des Testverfahrens

Zum Abschluss des Testverfahrens wird eine Fragefolie eingeblendet, die die Schüler(innen) auf die zugehörige Normwerttabelle und somit auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse hinweist.

Abbildung 52 zeigt die Normwerttabelle für den 6 min-Lauftest, welche in Form eines PDFs den Schülern zur Verfügung gestellt wird.

## NORMWERTE – 6min-Lauf

### Messwertaufnahme / Bewertung

Die Anzahl der in den 6 Minuten zurückgelegten Runden wird als Testwert eingetragen und anschließend in Meter umgerechnet. 1 Runde eines Volleyballfeldes hat 54 Meter. Die Leistung der Probanden kann mittels der folgenden Beurteilungstabelle eingeordnet werden.

*z.B.: Ein 15 jähriger Junge läuft 20, 5 Runden ( $x 54 = 1107$  Meter).*

Anhand der Beurteilungstabelle ist diese aerobe Ausdauerleistung mit der Note 3 also als **durchschnittlich** einzustufen.

Jungen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥1026	969-1025	887-968	792-886	659-791	0-659
7 Jahre	≥1146	1007-1145	936-1006	774-935	515-773	0-514
8 Jahre	≥1170	1070-1169	981-1069	843-980	666-842	0-665
9 Jahre	≥1255	1134-1254	1007-1133	895-1006	773-894	0-772
10 Jahre	≥1226	1116-1225	995-1115	872-994	756-871	0-755
11 Jahre	≥1271	1110-1270	999-1109	864-998	708-863	0-707
12 Jahre	≥1259	1179-1258	1036-1178	878-1037	764-877	0-763
13 Jahre	≥1269	1161-1268	1071-1160	936-1070	699-935	0-698
14 Jahre	≥1348	1215-1347	1107-1214	954-1106	688-953	0-687
15 Jahre	≥1423	1260-1422	1153-1259	988-1152	546-987	0-545
16 Jahre	≥1425	1322-1424	1164-1321	1045-1163	742-1044	0-741

Mädchen:

Alter/Note	1	2	3	4	5	6
6 Jahre	≥1022	966-1021	840-965	736-839	430-735	0-429
7 Jahre	≥1062	940-1061	846-930	758-845	663-757	0-662
8 Jahre	≥1097	991-1096	877-990	738-876	553-737	0-552
9 Jahre	≥1090	992-1089	900-991	837-899	726-836	0-725
10 Jahre	≥1138	979-1137	891-978	819-890	653-818	0-652
11 Jahre	≥1160	1015-1159	879-1014	802-878	678-801	0-677
12 Jahre	≥1143	1060-1142	937-1059	805-936	639-804	0-638
13 Jahre	≥1193	1088-1192	981-1087	862-980	693-861	0-692
14 Jahre	≥1185	1103-1184	1008-1102	864-1007	718-863	0-717
15 Jahre	≥1241	1089-1240	957-1088	847-956	437-846	0-436
16 Jahre	≥1230	1108-1229	972-1107	715-971	437-714	0-436

Abb.: Normwerttabelle für den 6min-Lauf in der Halle. (Jouck, 2008, S. 264)

### **4.1.3. Zusatzaufgabe**

#### **Schätzung des aeroben bzw. anaeroben Anteils an der Energiebereitstellung bei unterschiedlich langen Belastungen**

Zweck der Zusatzaufgabe in Form eines Arbeitsblattes ist es, die Schüler(innen) zu eigenen Überlegungen über den in diesem Lernblock präsentierten Lernstoff anzuregen und dadurch das Verständnis zu fördern. In dem Arbeitsblatt werden die Schüler(innen) aufgefordert - abhängig von der Dauer einer sportlichen Belastung -, den Anteil aerober bzw. anaerober Energiebereitstellung zu schätzen. Sie sollen ihre Schätzungen in die dafür vorgesehene leere Tabelle im Aufgabenblatt eintragen. Abbildung 53 zeigt das Arbeitsblatt.

### AUFGABE

#### Anteil von aerober bzw. anaerober Ausdauer bei unterschiedlich langen Belastungen

Du hast in der Lösung der Aufgabe bereits gelernt, daß die Form der Ausdauer im wesentlichen von ihrer Dauer und ihrer Intensität abhängt. Im folgenden Beispiel wird davon ausgegangen dass die Belastung immer maximal ist, es ist also nur aufgrund der Dauer der Belastung zu schätzen.

#### Aufgabe

**Schätze den prozentualen Anteil der aeroben bzw. anaeroben Energiebereitstellung bei unterschiedlich langen Belastungsdauern.**

Beispiel

Dauer	<b>60min</b>
Aerob (%)	<b>98%</b>
Anaerob (%)	<b>2%</b>

Im Folgenden siehst du Beispiele für unterschiedlich lange Belastungen.

Trage nun selbst, für jede Dauer, deine Einschätzung in die Tabelle ein und vergleiche sie anschließend mit der Auflösung!

Dauer	10s	1min	2min	4min	10min	30min	60min	120min
<b>Aerob (%)</b>								
<b>Anaerob (%)</b>								

Abbildung 54 zeigt die Lösung der Aufgabenstellung. Auf Seite 1 der Lösung ist ein kurzer Exkurs zum Thema anaerobe Energiebereitstellung und Laktat abgebildet. Seite 2 ist auf die Auflösung der Aufgabenstellung fokussiert und zeigt die Tabelle mit den korrekten Werten zur aeroben und anaeroben Energiebereitstellung.



**LÖSUNG**  
**Anteil von aerober bzw. anaerober Ausdauer bei unterschiedlich langen Belastungen**

Aufgrund der Tatsache dass der Körper nicht ausreichend Energie gespeichert hat und sich bei leeren Speichern und andauernder Belastung eine Säure im Muskel (Laktat) bildet, die den Körper zum Abbruch zwingt, spielt damit bei Belastungen über einen längeren Zeitraum das kardiopulmonale System eine entscheidende Rolle für die Energiebereitstellung.

An der folgenden Grafik (Abb.1) lässt sich folgendes ablesen:

**Je kürzer eine Belastung andauert umso mehr Laktat wird produziert**  
 --> **Der Anteil anaerober Energiebereitstellung ist höher!**  
 Seinen Gipfel erreicht der Laktatanstieg nach einem 400-Meter Lauf.

**Je länger eine Belastung andauert umso weniger Laktat wird produziert**  
 --> **Der Anteil aerober Energiebereitstellung ist höher!**  
 Während er seinen Tiefpunkt nach einem 10 000-Meter Lauf aufweist.

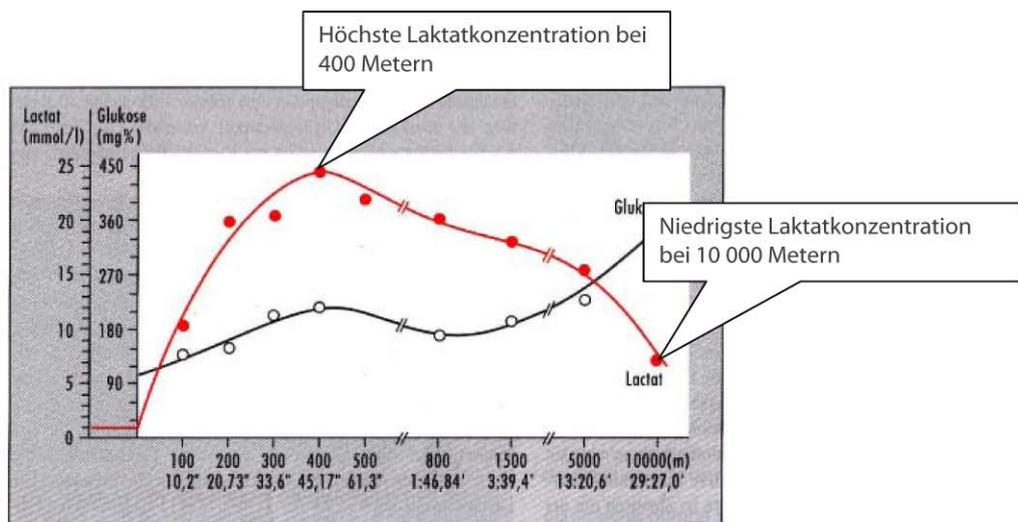


Abb.1: Der Laktat Spiegel nach Wettkämpfen über die 100 – 10 000m-Distanz. (nach Keul, 1975 in Hollman & Hettinger, 2000, S.258)

Lösung zum Arbeitsblatt

Für die Lösung ist somit klar, daß je länger die Dauer umso größer der Anteil an Aerobenergieversorgung. Vergleiche deine Schätzungen mit der nachfolgenden Tabelle.

Dauer	10s	1min	2min	4min	10min	30min	60min	120min
Anaerob (%)	85%	65-70%	50%	30%	10-15%	5%	2%	1%
Aerob (%)	15%	30-35%	50%	70%	85-90%	95%	98%	99%

	10 s		1 min		2 min		4 min		10 min		30 min		60 min		120 min	
	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal	kJ	kcal
Anaerob	105	25	165	40	190	45	190	45	150	35	125	30	85	20	65	15
	85		65-70		50		30		10-15		5		2		1	
Aerob	20	5	85	20	190	45	420	100	1050	250	2950	700	5450	1300	10050	2400
	15		30-35		50		70		85-90		95		98		99	
Gesamt	125	30	250	60	380	90	610	145	1200	285	3075	730	5535	1320	10115	2415

Abb.2: Originaltabelle der energetischen (kJ, kcal) und prozentualen Anteile aerober bzw. anaerober Energiebereitstellung bei unterschiedlichen langen Belastungen. (nach Astrand, 1972 in Hollman & Hettinger, 2000, S.62)

Quellen:

Hollmann, W. Und Hettinger, T. (2000). Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Stuttgart: Schattauer.

#### 4.1.4. Lernblock – Unterschied zwischen allgemeiner Ausdauer und lokaler Muskelausdauer

##### Aufgabe

Das Video, welches die Aufgabenstellung zu diesem Lernblock beinhaltet, hat eine Dauer von 2 min 21 s. Anfangs werden die Schüler(innen) durch die Einleitung (Abbildung 55) zur Aufgabenstellung hingeführt. Daran anschließend wird eine Textfolie gezeigt, welche die in der Abbildung 56 gezeigte Fragestellung beinhaltet.



Abbildung 55: Screenshot der einleitenden Textfolie

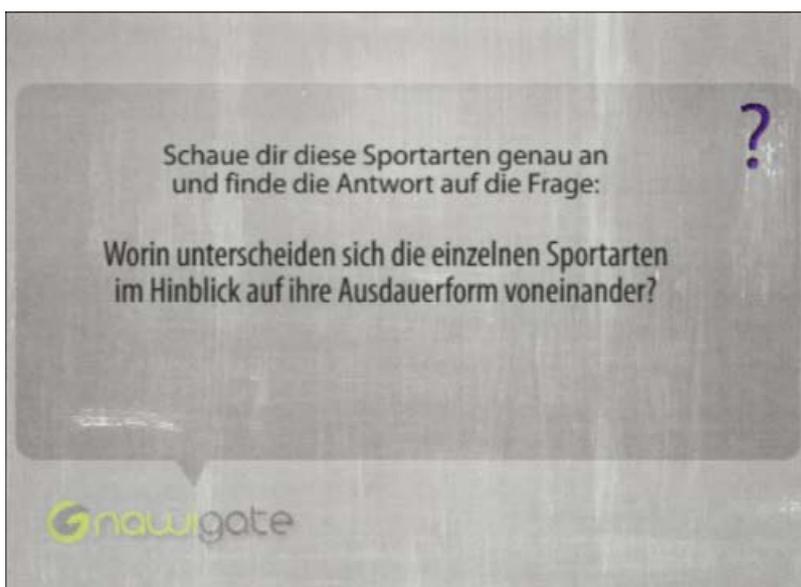


Abbildung 56: Screenshot der Fragestellung

Den Schülern werden im Folgenden fünf verschiedene Ausdauersportarten (Radrennfahren, Sit-ups, Bizeps Curl, Liegestütze und Marathonlauf) in Form von kurzen Videosequenzen gezeigt. Jede dieser Ausdauerformen ist - sofern dies ohne Vorwissen und durch eine Darstellung in einer Videosequenz möglich ist - eindeutig entweder der allgemeinen Ausdauer oder aber der lokalen Muskelausdauer zuzuordnen. Die Aufgabe ist es nun, anhand der Videosequenzen und durch eigene Überlegungen festzustellen, was der Unterschied zwischen den Ausdauerbelastungen sein könnte bzw. in weiterer Folge, welche Ausdauerform den einzelnen Ausdauerbelastungen zugeordnet werden kann. Als zusätzliche Hilfestellung bei der Beurteilung der Videosequenzen soll den Schülern der in Abbildung 57 gezeigte Hinweis dienen.



Abbildung 57: Screenshot der Textfolie mit einem Hinweis zum besseren Verständnis der Aufgabenstellung

Da alle fünf im Video gezeigten Sportarten/Belastungen nach dem gleichen Schema aufgebaut sind, werden aus Gründen der unnötigen Redundanz nur die Screenshots von zwei der fünf Sportarten gezeigt.

Aufbauend auf den Hinweis in Abbildung 57 wird immer vor der Videosequenz jeder Sportart eine Titel-/ Fragefolie (Abbildung 58) eingeblendet. Diese soll die Schüler(innen) dazu veranlassen sich zu fragen: Welche und wie viele Muskelgruppen sind bei der Ausübung dieser Sportart notwendig?



Abbildung 58: Screenshot der Titel-/ Fragefolie vor der Rennrad-Videsequenz



Abbildung 59: Screenshot der Rennrad-Videsequenz (Quelle Video [3])



Abbildung 60: Screenshot der Titel-/ Fragefolie vor der Biceps Curl-Videosequenz



Abbildung 61: Screenshot der Biceps Curl-Videosequenz (Quelle Video [4])

Als Abschlussfolie (Abbildung 62) ist eine Textfolie zu sehen, die durch die Wiederholung der Aufgabenstellung die Schüler(innen) auf das Lösungsvideo des Lernblocks einstimmen soll. Ganz zum Schluss wird - wie bei jedem Lernobjekt - das Standard-Outro eingeblendet.

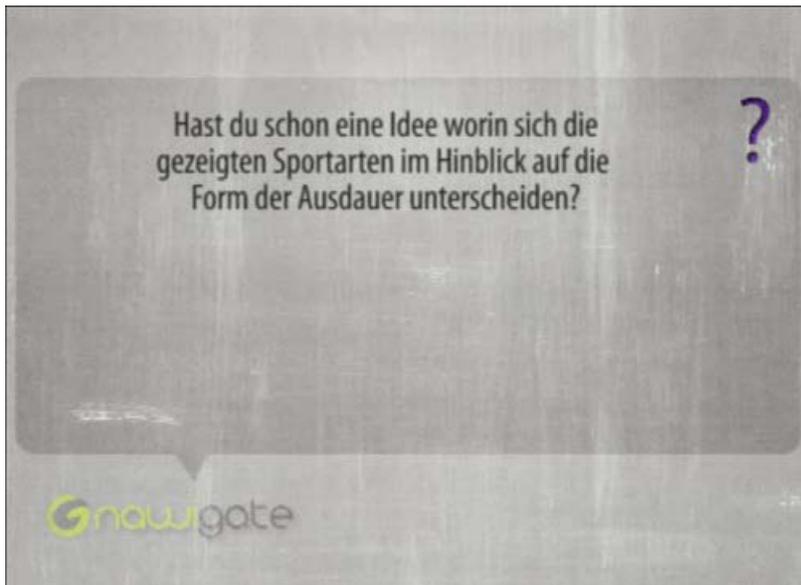


Abbildung 62: Screenshot der abschließenden Frage des Aufgabenvideos

## Lösung

Die Dauer des Lösungsvideos beträgt 4 min 20 s. Zu Beginn des Videos wird die Fragestellung wiederholt (siehe auch Abbildung 62), um die Aufmerksamkeit der Schüler(innen) auf die bevorstehende Lösung zu lenken.

Als erster Schritt der Lösung wird eine Textfolie (Abbildung 63), auf der der wichtigste gesuchte Unterschied zwischen den Ausdauerformen beschrieben wird, eingeblendet. Abbildung 64 zeigt die als nächstes eingeblendete Textfolie, mit welcher die Fachbegriffe für die gesuchten Ausdauerformen angeführt und deren Unterscheidungskriterien in Stichworten vermerkt sind.



Abbildung 63: Screenshot der einleitenden Textfolie mit der Erklärung des wichtigsten Unterschieds

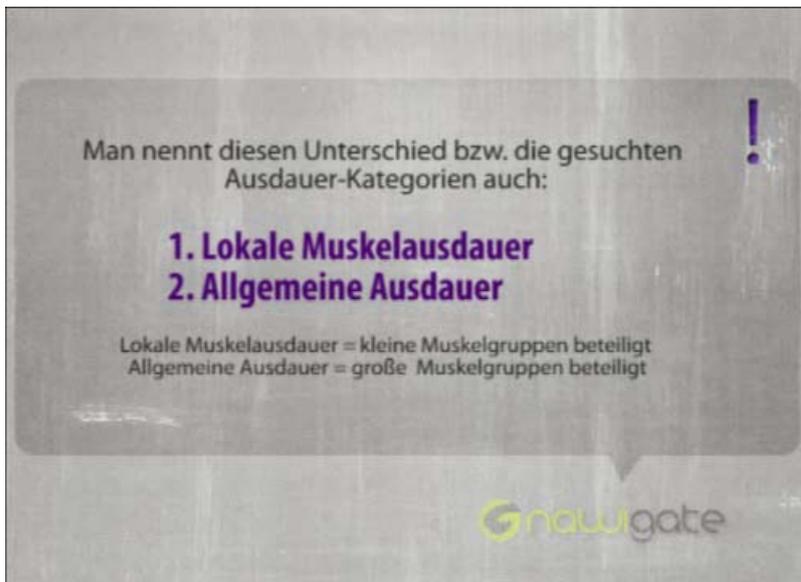


Abbildung 64: Screenshot der Textfolie mit den Fachbegriffen für die gesuchten Ausdauerformen

Da davon ausgegangen werden muss, dass die Schüler(innen) kein Vorwissen über sportwissenschaftliche Definitionen der motorischen Grundeigenschaften haben, zeigen die folgenden Textfolien die Definitionen für Ausdauer im Allgemeinen (Abbildung 65) und darauf folgend die speziellen Definitionen der beiden gesuchten Ausdauerformen.

In Abbildung 66 wird die Definition der lokalen Muskelausdauer eingeblendet. Die Frage, wie viel Muskelmasse  $\frac{1}{6}$ -  $\frac{1}{7}$  der gesamten Skelettmuskulatur darstellen, wird in Abbildung 67 beantwortet.

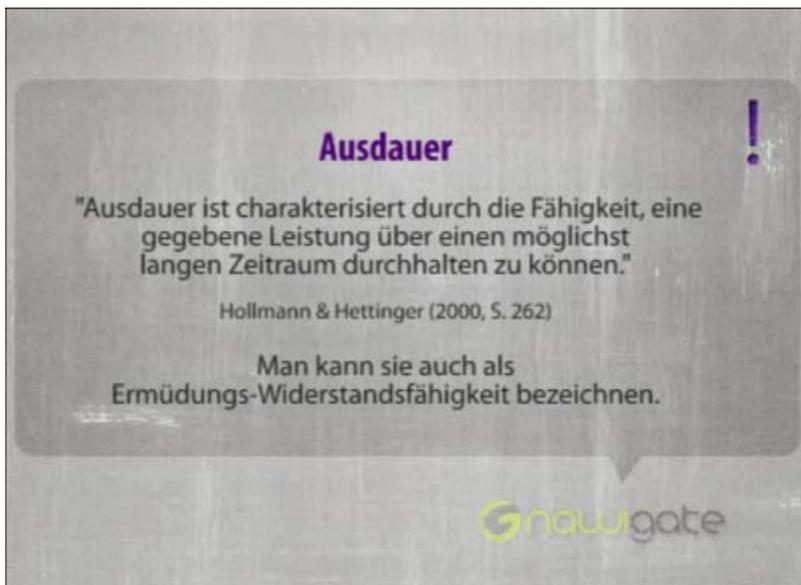


Abbildung 65: Screenshot der Textfolie mit der Definition von Ausdauer

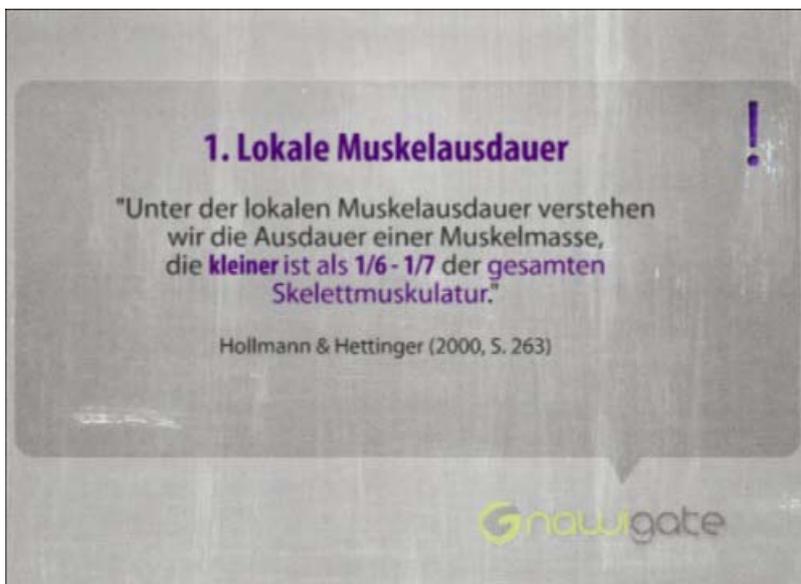


Abbildung 66: Screenshot der Textfolie mit der Definition der lokalen Muskelausdauer

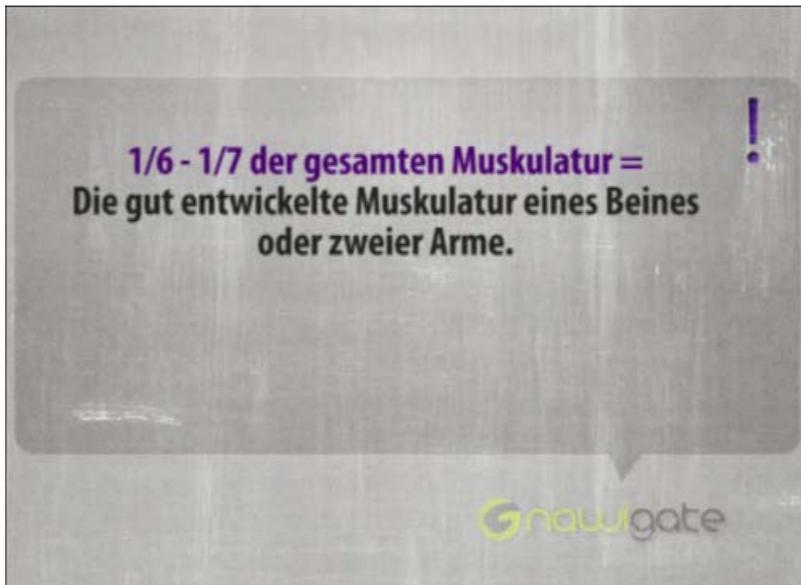


Abbildung 67: Screenshot der Textfolie mit der Erklärung, was 1/6 der Skelettmuskulatur bedeutet

Die folgenden Textfolien definieren die allgemeine Ausdauer im Hinblick auf die Menge der eingesetzten Skelettmuskulatur (Abbildung 68) und ergänzen die Definition insofern, als – wie in der Abbildung 69 gezeigten Textfolie beschrieben wird -, nicht nur die Menge der Muskulatur, sondern auch der hauptsächliche Einsatz des kardiopulmonalen Systems für die Unterscheidung der beiden Ausdauerformen ausschlaggebend ist.

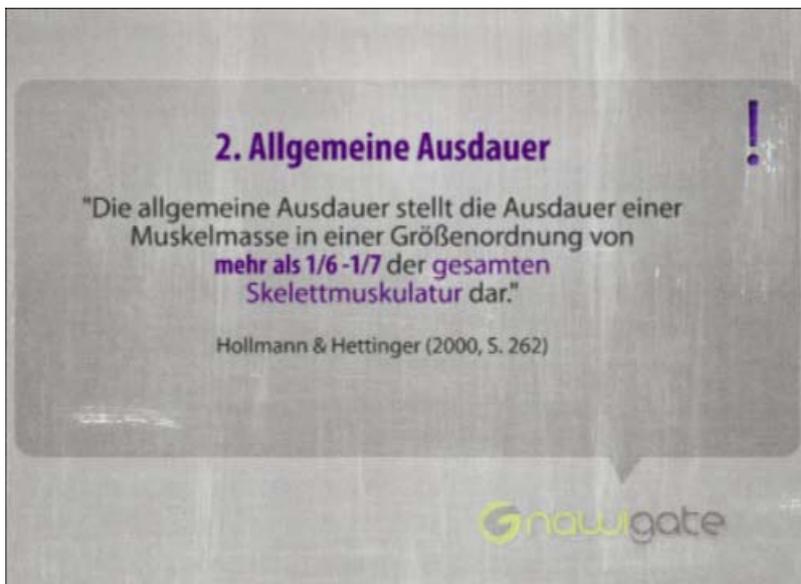


Abbildung 68: Screenshot der Textfolie mit der Definition von allgemeiner Ausdauer

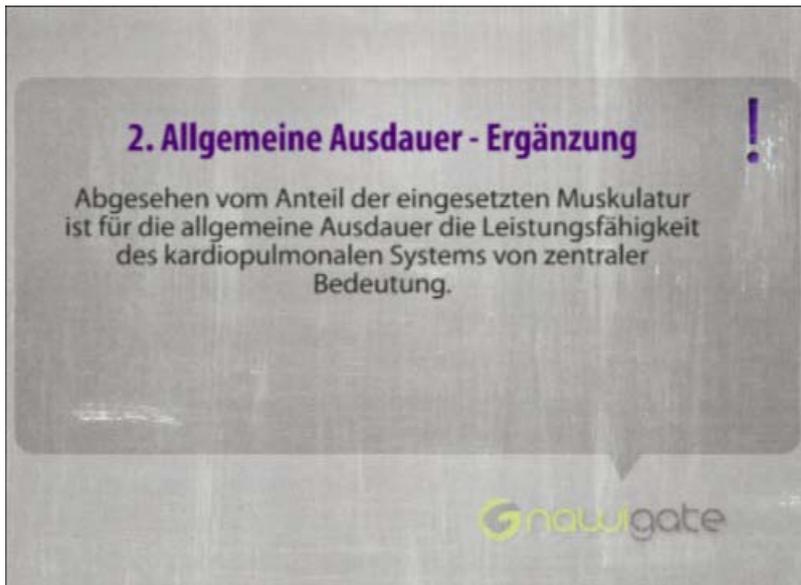


Abbildung 69: Screenshot der Textfolie mit einer Ergänzung zur Definition der allgemeinen Ausdauer

Nachdem den Schülern die Definitionen der beiden Ausdauerformen erläutert wurden, folgt die Auflösung in welcher dargestellt wird, zu welcher Ausdauerform die einzelnen Sportarten gezählt werden. Es werden - stellvertretend für die fünf gezeigten Sportarten - nur die auch in der Aufgabenstellung angeführten Sportarten Radrennfahren (allgemeine Ausdauer) und Bizeps Curl (lokale Muskelausdauer) mit Screenshots näher beschrieben.

Das Erklärungsschema ist bei allen fünf Sportarten ident. Begonnen wird mit dem Einblenden der Videosequenz (Abbildung 70 und Abbildung 72), in welcher in den grünen Infoboxen die beanspruchten Muskelgruppen grob eingezeichnet werden mit dem Zweck, die Definition bezüglich der eingesetzten Muskelmasse zu visualisieren. Danach wird pro Sportart eine Folie (Abbildung 71 und Abbildung 73), in der die Zuordnung zur jeweiligen Ausdauerform textlich näher erläutert wird, eingeblendet.



Abbildung 70: Screenshot der Videosequenz der Sportart Radrennfahren (Quelle Video [3])

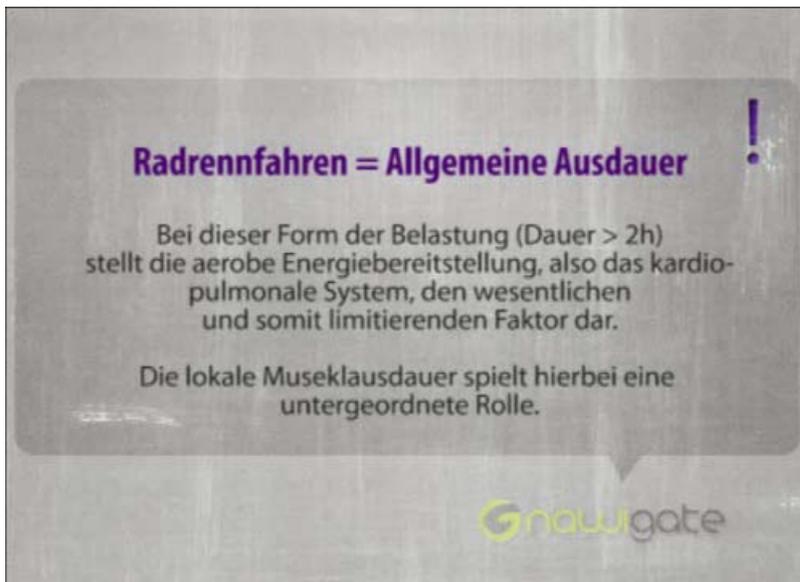


Abbildung 71: Screenshot der Textfolie mit der ergänzenden Erklärung zur Sportart Radrennfahren



Abbildung 72: Screenshot der Videosequenz der Sportart Bizeps Curl (Quelle Video [4])



Abbildung 73: Screenshot der Textfolie mit der ergänzenden Erklärung zur Sportart Bizeps Curl

Zum Abschluss des Lösungsvideos wird eine Fragefolie eingeblendet, welche die Schüler(innen) zu eigenen Überlegungen hinsichtlich der Möglichkeit, die im eben beschriebenen Video gezeigten Ausdauerformen sportmotorisch zu testen, anregen soll. Abbildung 74 zeigt diese Fragefolie.



Abbildung 74: Screenshot der Fragefolie bezüglich sportmotorischer Testverfahren zur Überprüfung der gezeigten Ausdauerformen

## 4.1.5. Zusatzmaterial –Sportmotorische Testverfahren

### Beine anheben

#### Überprüfung der lokalen Muskelausdauer der Bauchmuskulatur

Das Video zur Beschreibung des sportmotorischen Testverfahrens „Beine anheben“ hat eine Dauer von 1 min 46 s.

In weiterer Folge werden - wie bei jedem der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Testverfahren - Textfolien eingeblendet, welche die Testaufgabe, die benötigten Materialien, den Testaufbau sowie die genaue Testdurchführung in Worten beschreiben.

Anschließend an die eingeblendeten Textfolien wird die Durchführung des Testverfahrens in Form einer Videosequenz Schritt für Schritt beschrieben. Dabei wird die Videosequenz an den Schlüsselstellen der Durchführung angehalten und in dem Standbild per Einblendung der grünen Infoboxen eine textliche Erklärung des Durchführungsschrittes angezeigt.

Zum Abschluss des Videos werden die Schüler(innen) per Textfolie auf die Möglichkeit hingewiesen, dass sie ihre Testergebnisse, die sie bei diesem Testverfahren erreicht haben, mit einer Normwerttabelle vergleichen können.

Abbildung 75 zeigt diese Normwerttabelle, die in den Zusatzmaterialien des Lernblockes zur Verfügung steht.



### NORMWERTE – Beine anheben

#### Messwertaufnahme / Bewertung

Als Testwert wird die Dauer in Sekunden, in der die Testperson die Beine anheben konnte, verwendet. Die Beurteilungstabelle ist in neun Stufen skaliert, wobei die Stufe neun das beste Ergebnis darstellt.

z.B.: Die Testperson konnte die Beine 26 Sekunden lange in der Luft halten.

Anhand der folgenden Beurteilungstabelle lässt sich die Leistung als **durchschnittlich** einzustufen.

Stanine (Stufenwert)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Hindernislauf (Koordination 1)	21,3+	20,7–21,2	19,2–20,6	17,8–19,1	16,2–17,7	14,7–16,1	13,2–14,6	11,7–13,1	–11,6
2. Ballwerfen u. -fangen (Koordination 2)	–2	3–4	5–6	7	8	9	10–11	12–13	14+
3. Zielschießen u. -kegeln (Koordination 3)	–3,5	4–5,5	6–6,5	7–8,5	9–10,5	11–12,5	13–13,5	14–15,5	16+
4. Steptest (Schnelligkeit 1)	–30	31–39	40–45	46–50	51–55	56–61	62–65	66–71	72+
5. Reaktionstest (Schnelligkeit 2)	2,5+	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	–1,7
6. Klatschtest (Schnelligkeit 3)	–24	25	26	27	28	29	30	31	32+
7. Standweitsprung (Kraft 1)	–1,26	1,27–1,37	1,38–1,49	1,50–1,60	1,61–1,72	1,73–1,84	1,85–		
8. Medizinballstoßen (Kraft 2)	–3,00	3,01–3,30	3,31–3,60	3,61–3,90	3,91–4,20	4,21–4,50	4,51–		
9. Beine anheben (Ausdauer 1)	–2	3–13	14–24	25–36	37–47	48–58	59–69	70–81	82+
10. Ausdauerlauf (Ausdauer 2)	196,8+	187,7–196,7	180,7–187,6	172,4–180,6	164,1–172,3	155,9–164,0	148,1–155,8	139,1–148,0	–139,0
Prozentrang:	0–3	4–11	12–22	23–40	41–60	61–77	78–89	90–96	97–100

Abb.: Beurteilungstabelle.: Haag & Dassel (1981, S.148)

Quellen: Haag, H. & Dassel, H. (1981). *Fitness-Tests. Lehrhilfen zum Testen im Schulunterricht für Schule und Verein.* Schorndorf: Hofmann.

Abbildung 75: Normwerttabelle für den „Beine anheben“-Test

## Über den Mattenstapel

### Überprüfung der lokalen Muskelausdauer der Schultergürtel-, Brust- und Armmuskulatur

Das Video zur Vorstellung des sportmotorischen Testverfahrens „Über den Mattenstapel“ dient zur Überprüfung der lokalen Muskelausdauer der Schultergürtel-, Brust- und Armmuskulatur und hat eine Dauer von 2 min 06 s.

Einleitend wird den Schülern eine Textfolie präsentiert, auf welcher der Name des Testverfahrens sowie die zu überprüfende Muskulatur beschrieben sind.

Als weitere Textfolien werden Informationen zur Testaufgabe, dem benötigten Material, dem Testaufbau sowie die einzelnen Schritte zur Durchführung des Tests in chronologischer Reihenfolge eingeblendet.

Darauf folgt die Videosequenz, welche die einzelnen Schritte der Durchführung mit bewegten Bildern und Standbildern dokumentiert. Abbildung 76 zeigt einen Screenshot der Videosequenz, in der der Ablauf eines Übungsdurchganges zu sehen ist. In Abbildung 77 ist ein Standbild der Videosequenz zu sehen. In diesem wird zusätzlich eine grüne Infobox, die den Schülern spezifische Hinweise zur korrekten Durchführung bieten soll, eingeblendet.



Abbildung 76: Screenshot der Videosequenz zur Durchführung des Testverfahrens



Abbildung 77: Screenshot eines Standbildes der Videosequenz mit einem Hinweis zur richtigen Durchführung

Die letzte Textfolie enthält einen Verweis auf die passende Normwerttabelle, welche in Abbildung 78 zu sehen ist.

**NORMWERTE – Beine anheben**

**Messwertaufnahme / Bewertung**

Als Testwert wird die Dauer in Sekunden, in der die Testperson die Beine anheben konnte, verwendet. Die Beurteilungstabelle ist in neun Stufen skaliert, wobei die Stufe neun das beste Ergebnis darstellt.

z.B.: Die Testperson konnte die Beine 26 Sekunden lange in der Luft halten.

Anhand der folgenden Beurteilungstabelle lässt sich die Leistung als **durchschnittlich** einzustufen.

Stafine (Stufenwert)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Hindernislauf (Koordination 1)	21,3+	20,7–21,2	19,2–20,6	17,8–19,1	16,2–17,7	14,7–16,1	13,2–14,6	11,7–13,1	–11,6
2. Ballwerfen u. -fangen (Koordination 2)	–2	3–4	5–6	7	8	9	10–11	12–13	14+
3. Zielschießen u. -kegeln (Koordination 3)	–3,5	4–5,5	6–6,5	7–8,5	9–10,5	11–12,5	13–13,5	14–15,5	16+
4. Steptest (Schnelligkeit 1)	–30	31–39	40–45	46–50	51–55	56–61	62–65	66–71	72+
5. Reaktionstest (Schnelligkeit 2)	2,5+	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	–1,7
6. Klatschtest (Schnelligkeit 3)	–24	25	26	27	28	29	30	31	32+
7. Standweitsprung (Kraft 1)	–1,26	1,27–1,37	1,38–1,49	1,50–1,60	1,61–1,72	1,73–1,84	1,85–1,96	1,97–2,08	2,09–2,20
8. Medizinballstoßen (Kraft 2)	–3,00	3,01–3,30	3,31–3,60	3,61–3,90	3,91–4,20	4,21–4,50	4,51–4,80	4,81–5,10	5,11–5,40
9. Beine anheben (Ausdauer 1)	–2	3–13	14–24	25–36	37–47	48–58	59–69	70–81	82+
10. Ausdauerlauf (Ausdauer 2)	196,8+	187,7–196,7	180,7–187,6	172,4–180,6	164,1–172,3	155,9–164,0	148,1–155,8	139,1–148,0	–139,0
Prozentrang:	0–3	4–11	12–22	23–40	41–60	61–77	78–89	90–96	97–100

Abb.: Beurteilungstabelle.: Haag & Dassel (1981, S.148)

Quellen: Haag, H. & Dassel, H. (1981). *Fitness-Tests. Lehrhilfen zum Testen im Schulunterricht für Schule und Verein.* Schorndorf: Hofmann.

Abbildung 78: Normwerttabelle für das Testverfahren „Über den Mattenstapel“

## **4.2. MODUL KRAFT**

Dieses Lernmodul hat die motorische Grundeigenschaft Kraft zum Thema und ist in zwei Lernblöcke unterteilt. Jeder dieser beiden Lernblöcke besteht aus einem Video mit der Aufgabenstellung und einem dazugehörigen Lösungsvideo. Thematisch werden die beiden Unterkategorien Schnell- und Maximalkraft behandelt.

Im Lernblock mit dem Thema Schnellkraft wird versucht, den Schülern die grundlegenden Kriterien der Schnellkraft näher zu bringen. Dazu werden Videosequenzen verschiedenster Sportarten gezeigt. Aufgrund dieser sollen die Schüler(innen) herausfinden, welche einen hohen Schnellkraftanteil aufweisen und welche nicht. Im Lösungsvideo folgen Definitionen der Schnellkraft sowie die Auflösung, warum die gezeigten Sportarten der Schnellkraft zuzuordnen sind.

Der Lernblock zum Thema Maximalkraft weist die gleiche Struktur wie der Schnellkraft-Lernblock auf. Es werden verschiedene Sportarten/Bewegungen gezeigt und die SchülerInnen) sollen feststellen, welche Arbeitsweisen der Muskulatur dabei vorkommen. Im Lösungsvideo werden die einzelnen Arbeitsweisen (exzentrisch, konzentrisch und isometrisch) definiert und jede Sportart hinsichtlich ihrer Arbeitsweise erklärt.

Abschließend beinhaltet das Kraft-Modul noch drei Videos zu sportmotorischen Testverfahren. Zwei zur Überprüfung der Schnellkraft und eines zur Überprüfung der Maximalkraft.

### **4.2.1. Lernblock – Schnellkraft**

#### **Aufgabe**

Das Aufgabevideo zum Lernblock Schnellkraft dauert 1 min 35 s. Zu Beginn werden die Schüler(innen) durch eine Textfolie darauf hingewiesen, dass sie im Laufe des Aufgabenvideos verschiedene Sportarten sehen werden und diese danach beurteilen sollen, für welche davon eine hohe Schnellkraft nötig ist. Abbildung 79 zeigt den Screenshot der Fragestellung.



Abbildung 79: Screenshot der Fragefolie mit der Aufgabenstellung

Im weiteren Verlauf des Aufgabenvideos werden nun sechs unterschiedliche Bewegungsformen in Form kurzer Videosequenzen vorgestellt. Vor dem Beginn einer solchen Videosequenz wird jeweils eine Textfolie mit der Bezeichnung der Sportart/Bewegung eingeblendet. Abbildung 80 veranschaulicht diese Textfolie und ist stellvertretend für die Textfolien der anderen fünf Sportarten/Bewegungen zu betrachten, da diese - bis auf die Bezeichnung - ident sind. Abbildung 81 zeigt einen Screenshot der zu beurteilenden Videosequenz der Sportart Fußball. Die folgenden Abbildungen (Abbildung 82 bis Abbildung 86) zeigen die Videosequenzen der restlichen fünf Sportarten/Bewegungen, welche die Schüler(innen) hinsichtlich ihres Schnellkraftanteils beurteilen sollen.



Abbildung 80: Screenshot der Textfolie mit der Bezeichnung der Sportart der darauffolgenden Videosequenz



Abbildung 81: Screenshot der Videosequenz der Sportart Fußball (Quelle Video [5])



Abbildung 82: Screenshot der Videosequenz einer normalen Gangbewegung (Quelle Video [6])



Abbildung 83: Screenshot der Videosequenz der Sportart Volleyball (Quelle Video [7])



Abbildung 84: Screenshot der Videosequenz der Sportart Skateboarding



Abbildung 85: Screenshot der Videosequenz einer statischen Kraftmessung



Abbildung 86: Screenshot der Videosequenz der Sportart Skifahren (Quelle Video [8])

Nachdem alle Videosequenzen eingeblendet wurden, wird das Aufgabenvideo mit einer Fragefolie (Abbildung 87) abgeschlossen. Mit dieser sollen die Schüler(innen) zu eigenen Überlegungen bzw. Recherchen zum Thema Schnellkraft angeregt werden und gleichzeitig stellt sie eine Überleitung zum Lösungsvideo dar.



Abbildung 87: Screenshot der abschließenden Fragefolie des Aufgabenvideos

## Lösung

Die Dauer des Lösungsvideos des Schnellkraftlernblocks beträgt 4 min 04 s.

Eröffnet wird das Video wieder mit der Wiederholung der Frage des Aufgabenvideos (siehe auch Abbildung 79). Anschließend daran werden die Videosequenzen der zu beurteilenden Sportarten im Schnelldurchlauf wiederholt abgespielt, um danach mit der Lösung der Fragestellung fortzufahren. Den ersten Teil der Lösung stellen zwei Definitionen der Schnellkraft dar, Abbildung 88 und Abbildung 89 veranschaulichen diese. Um den Schülern das Verstehen der wissenschaftlichen Definitionen zu erleichtern, wurde eine weitere Textfolie (Abbildung 90) eingefügt, welche die vorangegangenen Definitionen in einfachen Worten zusammenfasst.



Abbildung 88: Screenshot der Textfolie mit einer Definition der Schnellkraft



Abbildung 89: Screenshot der Textfolie mit einer alternativen Definition der Schnellkraft

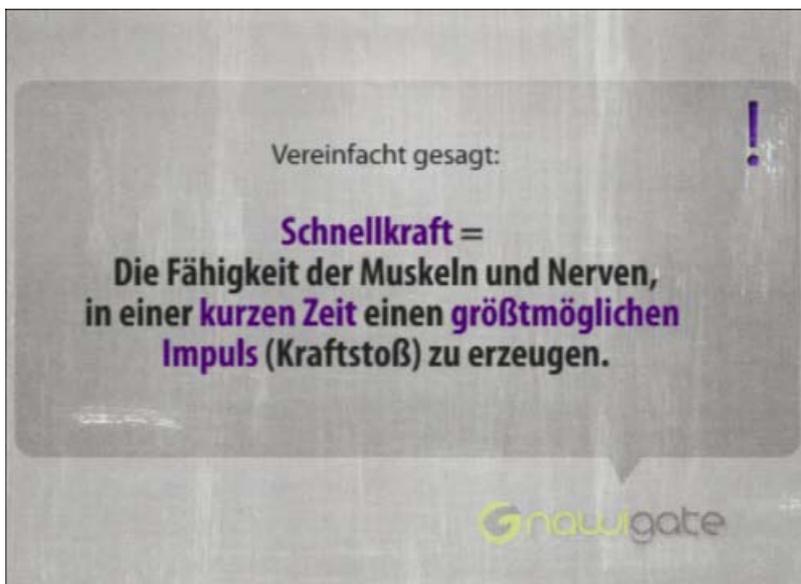


Abbildung 90: Screenshot der Textfolie welche die beiden Definitionen mit einfachen Worten zusammenfasst

Um den theoretischen Input hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen dem Kraftstoß und der dafür benötigten Zeit etwas plastischer und klarer zu machen, wurde als nächste Folie eine Grafik mit einem Kraft-Zeit-Verlauf während eines Vollspannstoßes beim Fußball eingefügt. Es werden die Vollspannstöße von vier Spielern mit dem Zweck verglichen, den Spieler mit der besten Schnellkraftfähigkeit beim Vollspannstoß zu lokalisieren. Abbildung

91 zeigt jene Textfolie, welche vor der eigentlichen Kraft-Zeit-Verlaufs-Grafik eingeblendet wird, um die Schüler(innen) auf diese Grafik vorzubereiten.



Abbildung 91: Screenshot der Textfolie mit der Einstimmung auf die Grafik mit dem Kraft-Zeit-Verlauf

Abbildung 92 zeigt die Textfolie mit dem Kraft-Zeit-Verlauf der vier Vollspannstöße. Im Video ist diese Grafik in drei Sequenzen geteilt. Diese werden nacheinander eingeblendet. In Sequenz 1 ist in der Legende (linke Absätze in Abbildung 92) nur der erste Absatz zu sehen. In Sequenz 3 werden dann alle drei Absätze eingeblendet. Aus Platzgründen wird in der hier gleich die dritte und vollständige Sequenz (Abbildung 92) abgebildet.

Die Grafik soll den Schülern veranschaulichen, dass der Spieler A (grün markiert) von allen vier Spielern in kürzester Zeit den höchsten Kraftstoß erzielen konnte und somit für einen Vollspannstoß im Fußball den besten Schnellkraftwert erreicht hat.

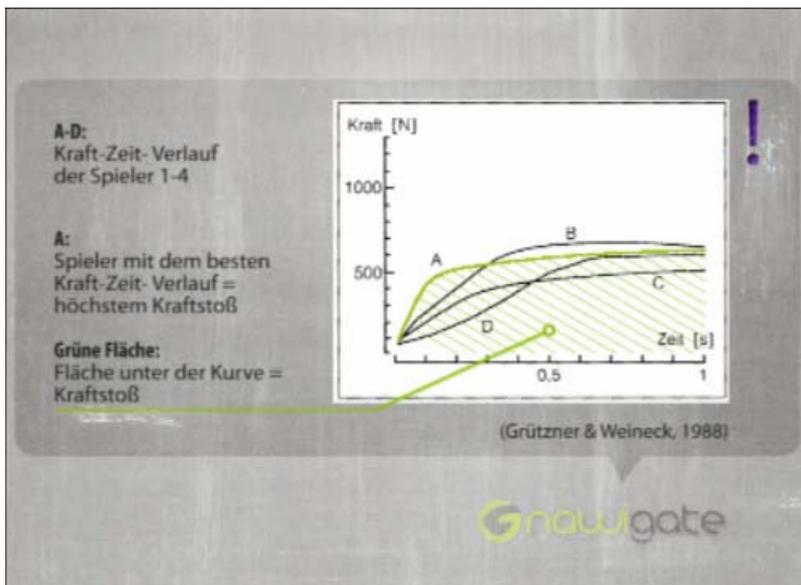


Abbildung 92: Screenshot der Grafik mit dem Kraft-Zeit-Verlauf eines Fußball-Vollspanstoßes

Nach der bildlichen Darstellung des Kraft-Zeit-Verlaufes werden den Schülern weitere theoretische Fakten hinsichtlich der Schnellkraft mit dem Zweck präsentiert, die wichtigsten Parameter dieser motorischen Grundeigenschaft möglichst umfassend zu erklären. Abbildung 93 enthält eine Erklärung zu den zwei Ausprägungsformen der Schnellkraftfähigkeit. In Abbildung 94 werden die wichtigsten Faktoren, welche Einfluss auf die Schnellkraftfähigkeit einer Person haben, erläutert.

Abbildung 93: Screenshot der Textfolie zu den zwei Ausprägungsformen der Schnellkraft

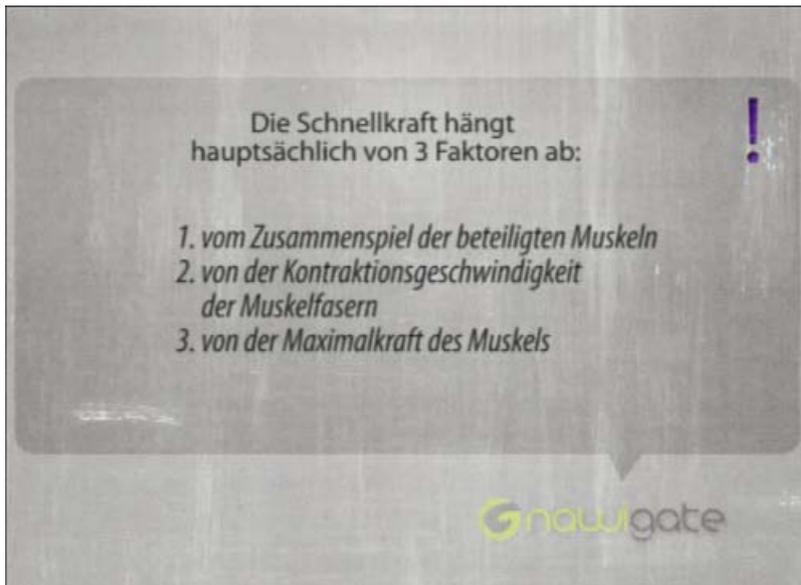


Abbildung 94: Screenshot der Textfolie mit den wichtigsten Einflussfaktoren auf die Schnellkraftfähigkeit

Nach dieser Textfolie ist der theoretische Input zum Thema Schnellkraft abgeschlossen und es folgt die Auflösung der Aufgabenstellung in Bezug auf die gezeigten Sportarten. Es wird auf jede Sportart einzeln eingegangen und erklärt, ob und wie stark diese von der Schnellkraft abhängig ist. Vor der Erklärung, ob diese Sportart einen hohen Schnellkraftanteil aufweist, wird jeweils die Videosequenz mit der betreffenden Sportart abgespielt. Es wird nun in weiterer Folge auf die redundante Einbindung der Screenshots dieser Videosequenzen (siehe auch Abbildung 81 - Abbildung 86) verzichtet und stattdessen nur die dazugehörige Textfolie als Abbildung dargestellt.

Die Textfolien mit der Auflösung bestehen jeweils aus einer Wiederholung der Frage, einer dualen Antwort (ja/nein) und der Erklärung, warum bei dieser Bewegung/Sportart die Schnellkraft eine Rolle spielt. Die Abbildung 95 bis Abbildung 100 zeigen in chronologischer Reihenfolge die Erklärungsfolien für alle in der Aufgabenstellung behandelten Sportarten/Bewegungsformen.



Abbildung 95: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung für den Fußball-Vollspannstoß



Abbildung 96: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung zur Gehbewegung

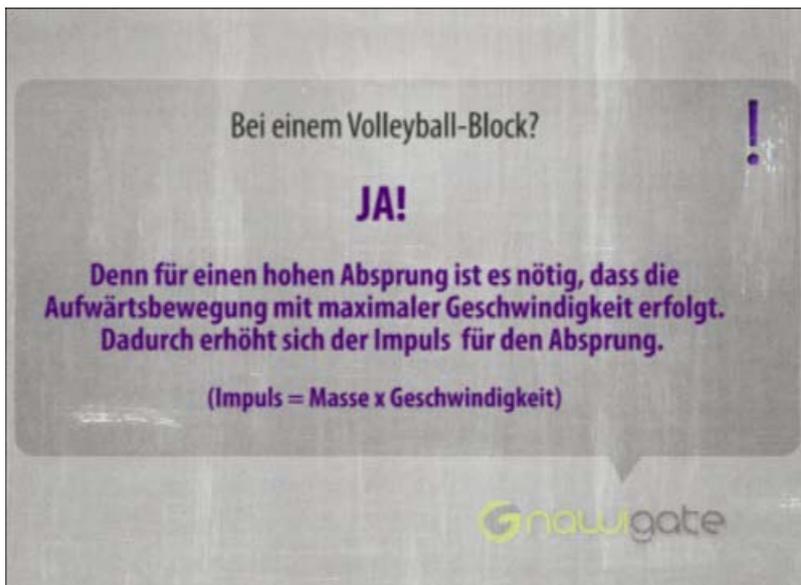


Abbildung 97: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung für den Volleyball-Block

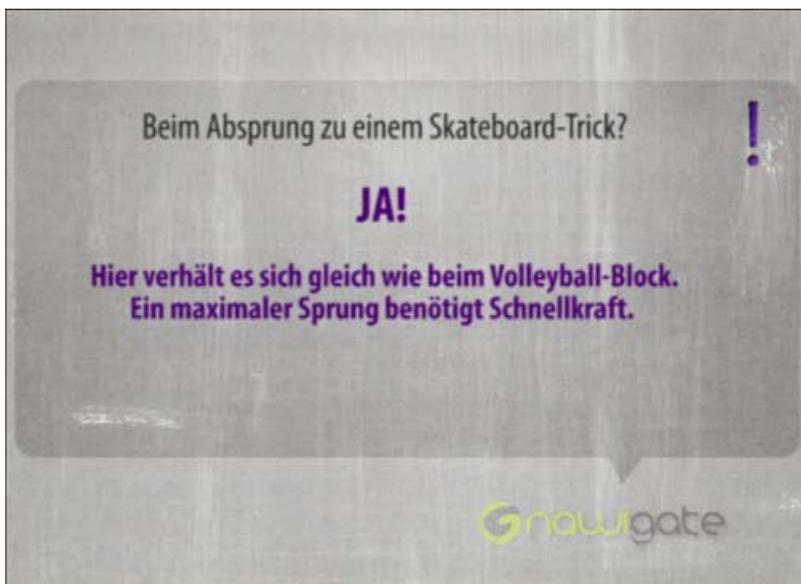


Abbildung 98: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung für den Absprung zu einem Skateboard-Trick

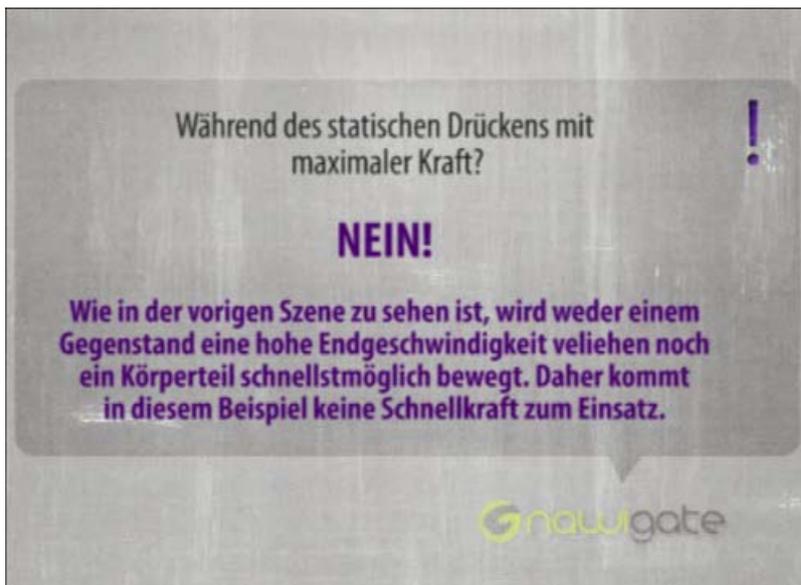


Abbildung 99: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung für das statische Drücken



Abbildung 100: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung für den Carvingschwung beim Skifahren

Zum Abschluss des Schnellkraft-Lernblocks wird den Schülern in Form von Abbildung 101, hinsichtlich der Zusatzmaterialien, noch die Frage gestellt welche sportmotorischen Testverfahren sie kennen um die Schnellkraft einer Person zu ermitteln.



Abbildung 101: Screenshot der Textfolie mit der abschließenden Frage nach den passenden sportmotorischen Testverfahren

## 4.2.2. Zusatzmaterial – Sportmotorisches Testverfahren

### Jump & Reach und Standweitsprung

#### Überprüfung der Schnellkraftfähigkeit der unteren Extremitäten

Das Video mit der Vorstellung zweier Testverfahren zur Überprüfung der Schnellkraftfähigkeit der unteren Extremitäten weist eine Dauer von 3 min 54 s auf.

Zu Beginn des Videos werden die Schüler(innen) durch Textfolien auf die anschließend vorgestellten Testverfahren und die damit mögliche Überprüfung von motorischen Grundeigenschaften hingewiesen. Als erstes wird mit der Vorstellung des Standweitsprung-Tests begonnen. Die Vorstellung des Testverfahrens setzt sich aus einleitenden Textfolien, welche die Beschreibung der Testaufgabe, des Testmaterials und des Testaufbaus beinhalten, sowie den Durchführungsschritten zusammen. Nach der Einblendung dieser Textfolien wird die Durchführung des Testverfahrens zusätzlich anhand einer Videosequenz gezeigt. Diese Videosequenz stellt eine visuelle Umsetzung der Durchführungsschritte der davor gezeigten Textfolie dar und wird an den Schlüsselstellen angehalten, um im Standbild mit Infoboxen auf die wichtigsten Handlungen/Abläufe aufmerksam zu machen. Abbildung 102 zeigt exemplarisch einen Screenshot eines solchen Standbildes inklusive der Infoboxen.



Abbildung 102: Screenshot eines Standbildes der Videosequenz des Standweitsprunges

Als zweites Testverfahren wird den Schülern der Jump & Reach-Test vorgestellt. Der Aufbau des Videos ist identisch mit dem des Standweitsprunges. Den Textfolien mit der Beschreibung der Aufgabe, des Materials, des Ablaufes und der Durchführung folgt die visuelle Präsentation der Durchführung anhand einer Videosequenz, in der die einzelnen Schritte zur Abwicklung des Testverfahrens anhand von bewegten Bildern und Standbildern erklärt werden. Abbildung 103 zeigt die Erklärung der Messwertaufnahme nachdem der Sprung durchgeführt wurde.



Abbildung 103: Screenshot der Videosequenz zur Durchführung des Jump & Reach-Tests

Abschließend werden die Schüler(innen) auf die vorliegenden Normwerttabellen (Abbildung 104 und Abbildung 105) in den Zusatzmaterialien aufmerksam gemacht.

Datenbasis: N = 55676

Alter [Jahre]	Leistungsbeurteilung [Jungen/Männer]				
	4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
	weit überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	durchschnittlich	unterdurchschnittlich	weit unterdurchschnittlich
6	> 133	117 - 133	99 - 116	82 - 98	< 82
7	> 141	124 - 141	105 - 123	86 - 104	< 86
8	> 154	135 - 154	115 - 134	95 - 114	< 95
9	> 161	143 - 161	123 - 142	104 - 122	< 104
10	> 177	158 - 177	139 - 157	119 - 138	< 119
11	> 186	168 - 186	150 - 167	131 - 149	< 131
12	> 195	176 - 195	156 - 175	136 - 155	< 136
13	> 206	185 - 206	163 - 184	141 - 162	< 141
14	> 225	200 - 225	174 - 199	148 - 173	< 148
15 - 18	> 244	216 - 244	187 - 215	158 - 186	< 158
19 - 25	> 258	239 - 258	219 - 238	199 - 218	< 199
26 - 30	> 256	236 - 256	215 - 235	194 - 214	< 194
31 - 35	> 252	234 - 252	214 - 233	195 - 213	< 195
36 - 40	> 244	228 - 244	210 - 227	192 - 209	< 192

Alter [Jahre]	Leistungsbeurteilung [Mädchen/Frauen]				
	4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
	weit überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	durchschnittlich	unterdurchschnittlich	weit unterdurchschnittlich
6	> 125	109 - 125	99 - 108	75 - 98	< 75
7	> 133	118 - 133	101 - 117	85 - 100	< 85
8	> 146	129 - 146	110 - 128	92 - 109	< 92
9	> 178	145 - 178	111 - 144	77 - 110	< 77
10	> 169	153 - 169	135 - 152	118 - 134	< 118
11	> 176	161 - 176	145 - 160	129 - 144	< 129
12	> 187	169 - 187	151 - 168	132 - 150	< 132
13	> 195	176 - 195	157 - 175	138 - 156	< 138
14	> 200	181 - 200	161 - 180	141 - 160	< 141
15 - 18	> 193	173 - 193	153 - 172	133 - 152	< 133
19 - 25	> 211	195 - 211	178 - 194	161 - 177	< 161
26 - 30	> 189	180 - 189	170 - 179	160 - 169	< 160
31 - 35	> 193	172 - 193	151 - 171	130 - 150	< 130
36 - 40	> 193	171 - 193	148 - 170	125 - 147	< 125

Abbildung 104: Normwerttabelle für den Standweitsprung. (Bös & Mechling, 1983, S. 120)

Datenbasis: N = 26232

		Leistungsbeurteilung [Jungen / Männer]				
		4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Alter [Jahre]		weit überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	durchschnittlich	unterdurchschnittlich	weit unterdurchschnittlich
6		zur Zeit keine Normdaten verfügbar				
7		> 31	25 - 31	18 - 24	11 - 17	< 11
8		> 31	26 - 31	21 - 25	15 - 20	< 15
9		> 31	27 - 31	23 - 26	18 - 22	< 18
10		> 30	30 - 30	26 - 29	20 - 25	< 20
11		> 38	33 - 38	28 - 32	22 - 27	< 22
12		> 40	35 - 40	30 - 34	24 - 29	< 24
13		> 42	37 - 42	32 - 36	26 - 31	< 26
14		> 43	39 - 43	33 - 38	28 - 32	< 28
15 - 18		> 57	50 - 57	43 - 49	35 - 42	< 35
19 - 25		> 62	56 - 62	49 - 55	42 - 48	< 42
26 - 30		> 60	54 - 60	46 - 53	39 - 45	< 39
31 - 35		> 56	50 - 56	42 - 49	34 - 41	< 34
36 - 40		> 53	46 - 53	38 - 45	30 - 37	< 30

		Leistungsbeurteilung [Mädchen / Frauen]				
		4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Alter [Jahre]		weit überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	durchschnittlich	unterdurchschnittlich	weit unterdurchschnittlich
6		zur Zeit keine Normdaten verfügbar				
7		> 28	23 - 28	18 - 22	12 - 17	< 12
8		> 30	25 - 30	21 - 24	15 - 20	< 15
9		> 31	27 - 31	23 - 26	18 - 22	< 18
10		> 34	31 - 34	25 - 30	20 - 24	< 20
11		> 38	33 - 38	27 - 32	21 - 26	< 21
12		> 40	36 - 40	29 - 35	23 - 28	< 23
13		> 43	37 - 43	31 - 37	25 - 30	< 25
14		> 45	40 - 45	32 - 39	26 - 31	< 26
15 - 18		> 47	41 - 47	34 - 40	27 - 33	< 27
19 - 25		> 49	43 - 49	37 - 42	30 - 36	< 30
26 - 30		> 44	39 - 44	32 - 38	25 - 31	< 25
31 - 35		> 40	35 - 40	28 - 34	22 - 27	< 22
36 - 40		> 40	34 - 40	28 - 33	21 - 27	< 21

Abbildung 105: Normwerttabelle für den Jump&Reach-Test. (Bös & Mechling, 1983, S. 108)

### 4.2.3. Lernblock – Arbeitsweisen der Muskulatur

#### Aufgabe

Im folgenden Lernblock wird - auf Basis der motorischen Grundeigenschaft Kraft – versucht, den Schülern die unterschiedlichen Arbeitsweisen der Muskulatur näher zu bringen. Als Mittel zum Zweck werden wieder Videosequenzen von verschiedenen Sportarten gezeigt, welche die Schüler(innen) hinsichtlich der muskulären Arbeitsweise einzuschätzen haben.

Das Video mit der Aufgabenstellung zu diesem Lernblock dauert 1 min 57 s. Zu Beginn des Videos werden die Schüler(innen) darauf eingestimmt, dass sie gleich unterschiedliche Bewegungsformen sehen werden und diese auf eventuelle Unterschiede hin analysieren sollen. Diese Textfolie wird von der Fragefolie mit der Aufgabenstellung gefolgt. Die Aufgabenstellung setzt sich - wie in Abbildung 106 zu sehen ist - aus zwei Fragen zusammen.



Abbildung 106: Screenshot der Fragefolie mit den beiden Aufgabenstellungen

Im Anschluss an die Fragefolie mit der Aufgabenstellung wird den Schülern noch ein Hinweis gegeben, der ihnen bei der Lösung der Aufgabenstellung helfen soll. Abbildung 107 zeigt den Screenshot dieser Textfolie.



Abbildung 107: Screenshot der Textfolie mit einem Hinweis zur Beantwortung der Fragen

In weiterer Folge werden die Videosequenzen der vier zu beurteilenden Bewegungsformen abgespielt. Als Bewegungsformen wurden das Stemmen (konzentrisch), Heben (konzentrisch) und Senken (exzentrisch) eines Gewichtes sowie das Halten (isometrisch) gegen einen Widerstand ausgewählt. Vor jeder Videosequenz wird immer eine Textfolie, welche eine Wiederholung der Fragestellung sowie die Beschreibung der Bewegungsform beinhaltet, eingeblendet. Die folgenden Screenshots zeigen für jede Bewegungsform die dazugehörige Textfolie samt einem Ausschnitt aus der betreffenden Videosequenz.

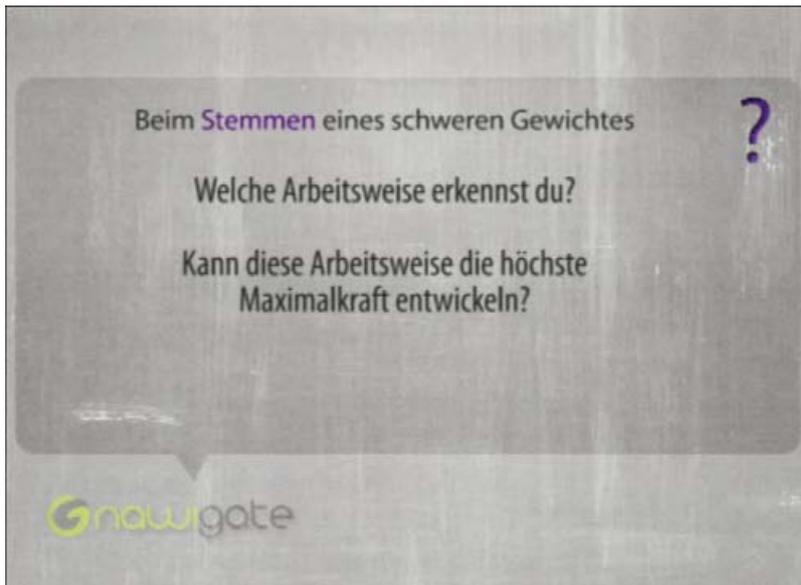


Abbildung 108: Screenshot der Textfolie mit der Beschreibung und der Fragestellungen bezüglich des Stemmens eines Gewichtes



Abbildung 109: Screenshot der Videosequenz zum Stemmen eines Gewichtes (Quelle Video [9])

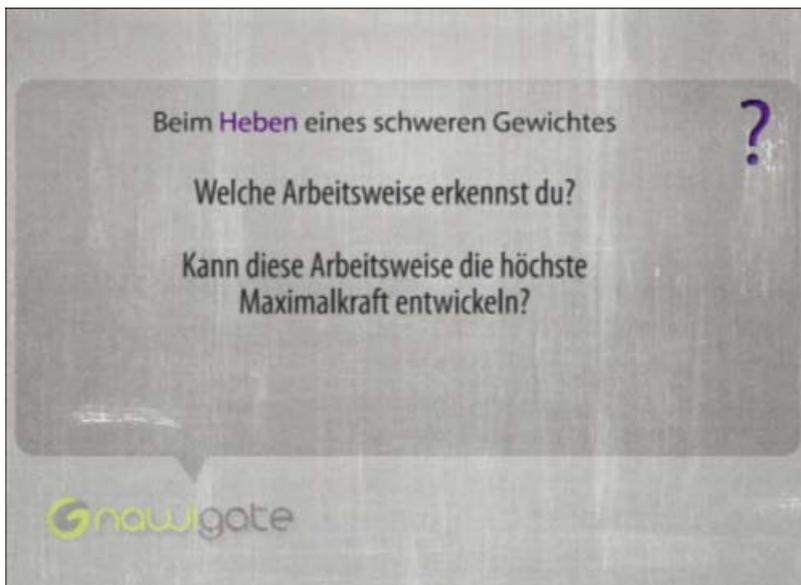


Abbildung 110: Screenshot der Textfolie mit der Beschreibung und der Fragestellungen bezüglich des Hebens eines Gewichtes



Abbildung 111: Screenshot der Videosequenz zum Heben eines Gewichtes (Quelle Video [10])



Abbildung 112: Screenshot der Textfolie mit der Beschreibung und der Fragestellungen bezüglich des Haltens gegen einen Widerstand



Abbildung 113: Screenshot der Videosequenz zum Halten gegen einen Widerstand (Quelle Video [11])

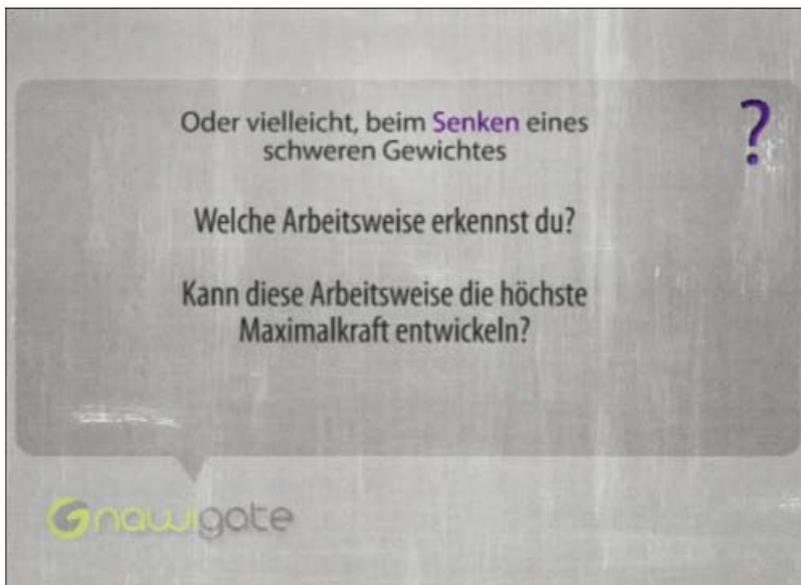


Abbildung 114: Screenshot der Textfolie mit der Beschreibung und der Fragestellungen bezüglich des Senkens eines Gewichtes



Abbildung 115: Screenshot der Videosequenz zum Senken eines Gewichtes (Quelle Video [12])

## Lösung

Die Dauer des Lösungsvideos zum Thema Arbeitsweisen der Muskulatur beträgt 2 min 40 s. Eröffnet wird das Video mit der Auflösung durch eine Textfolie (Abbildung 116), die die Wiederholung der Fragestellung beinhaltet. Anschließend daran werden die einzelnen Videosequenzen mit den Bewegungsformen noch einmal kurz abgespielt, um den Schülern - falls diese das Lösungsvideo nicht gleich nach dem Aufgabenvideo betrachten haben

sollten - die Bewegungen noch einmal in Erinnerung zu rufen. Auf die wiederholte Abbildung dieser Videosequenzen (siehe Abbildung 109 bis Abbildung 115) wird aus Platzgründen verzichtet.

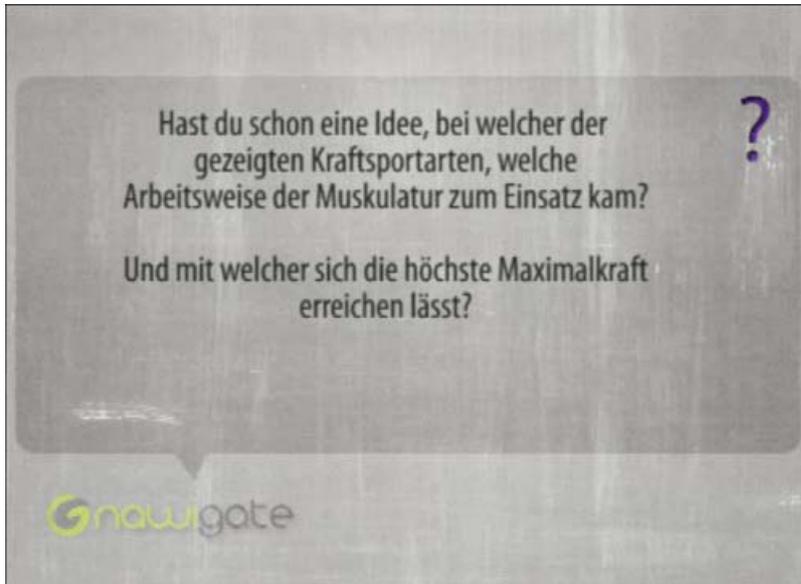


Abbildung 116: Screenshot der Textfolie mit der Wiederholung der Fragestellung

Nachdem die Videosequenzen mit den einzelnen Bewegungsformen abgespielt wurden, wird aufgelöst, bei welcher der Bewegungen welche Arbeitsweise zum Einsatz kam bzw. wie diese Arbeitsweise bezeichnet und definiert wird. Vor jeder Videosequenz wird eine Textfolie mit der Beschreibung der Arbeitsweise präsentiert. Als weiteren Teil der Lösung werden in die einzelnen Videosequenzen grüne Infoboxen eingeblendet. In diesen finden die Schüler(innen) eine Information zur eingesetzten Muskulatur für die jeweilige Bewegungsform. Abbildung 117 bis Abbildung 123 zeigen die Screenshots der beschriebenen Lösungsstrategie.



Abbildung 117: Screenshot der Textfolie zur Beschreibung der exzentrischen Arbeitsweise



Abbildung 118: Screenshot der Videosequenz der exzentrischen Arbeitsweise mit der Information darüber, welche Muskeln für diese Bewegung eingesetzt werden (Quelle Video [12])



Abbildung 119: Screenshot der Textfolie zur Beschreibung der isometrischen Arbeitsweise



Abbildung 120: Screenshot der Videosequenz der isometrischen Arbeitsweise mit der Information darüber, welche Muskeln für diese Bewegung eingesetzt werden (Quelle Video [11])



Abbildung 121: Screenshot der Textfolie zur Beschreibung der konzentrischen Arbeitsweise



Abbildung 122: Screenshot der Videosequenz der konzentrischen Arbeitsweise mit der Information darüber, welche Muskeln für diese Bewegung eingesetzt werden (Quelle Video [9])



Abbildung 123: Screenshot der zweiten Videosequenz der konzentrischen Arbeitsweise mit der Information darüber, welche Muskeln für diese Bewegung eingesetzt werden (Quelle Video [10])

Im zweiten Teil des Lösungsvideos wird auf die Frage eingegangen, mit welcher der sieben beschriebenen Arbeitsweisen sich die höchste Maximalkraft erzielen lässt. Bevor diese Frage beantwortet wird, werden zwei Textfolien eingeblendet, welche - wie in Abbildung 124 zu sehen ist - kurz auf den Kraft-Zeit-Verlauf bei der Entwicklung von Maximalkraft eingehen. Abbildung 125 zeigt eine ergänzende Grafik hinsichtlich des Kraft-Zeit-Verlaufes bei Muskelkontraktionen.



Abbildung 124: Screenshot der Textfolie zum Thema Kraft-Zeit-Verlauf bei maximalen Muskelkontraktionen

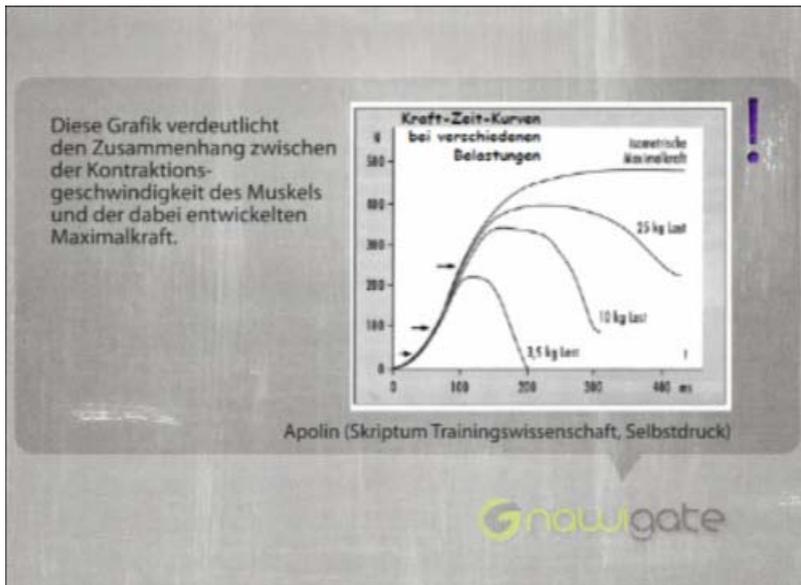


Abbildung 125: Screenshot der Grafik zum Thema Kraft-Zeit-Verlauf bei maximalen Muskelkontraktionen

An diesen Exkurs anschließend wird mit der Beantwortung der eigentlichen Frage fortgefahren. Dazu wird in Form von Textfolien aufgelöst, welche und warum mit dieser muskulären Arbeitsweise die höchste Maximalkraft erzielt werden kann.

**Die höchste Maximalkraft kann bei einer exzentrischen Arbeitsweise entwickelt werden.**

In etwa 105-145% der Grundkraft!  
(Apolin, Skriptum-Trainingswissenschaft)

*Grundkraft = isometrische Maximalkraft*

Gnawigate

Abbildung 126: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung, dass die exzentrische Arbeitsweise die höchste Maximalkraft erzielen kann

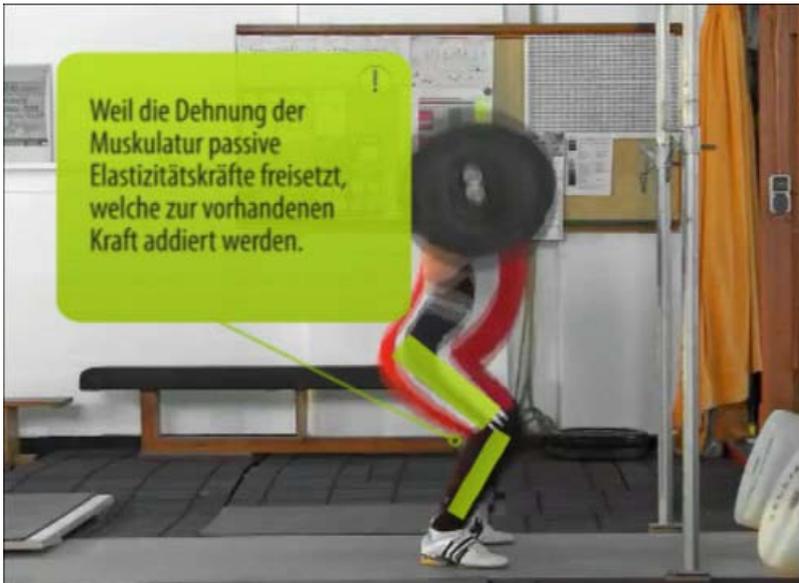


Abbildung 127: Screenshot der Videosequenz mit einer vertiefenden Erklärung, warum die exzentrische Arbeitsweise die höchste Maximalkraft erzielen kann (Quelle Video [12])



Abbildung 128: Screenshot der Videosequenz mit dem zweiten Teil der vertiefenden Erklärung, warum die exzentrische Arbeitsweise die höchste Maximalkraft erzielen kann (Quelle Video [12])



Abbildung 129: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung, warum die isometrische Arbeitsweise die zweithöchste Maximalkraft erzielen kann



Abbildung 130: Screenshot der Textfolie mit der Auflösung, dass die konzentrische Arbeitsweise die geringste Maximalkraft erzielen kann

Zum Schluss dieses Lernblocks werden die Schülern durch die Frage in Abbildung 131 dazu angeregt, sich Gedanken zu einem passenden sportmotorischen Testverfahren zur Beurteilung der Maximalkraftfähigkeit einer Person zu machen.



Abbildung 131: Screenshot der Fragefolie zum Abschluss des Maximalkraft-Lernblocks

## 4.2.4. Zusatzmaterial – Sportmotorisches Testverfahren

### Handdynamometer

#### Überprüfung der Maximalkraftfähigkeit der Finger- und Handmuskulatur

Das Video mit der Vorstellung eines Handdynamometer-Tests zur Überprüfung der Maximalkraft der Hand- und Fingermuskulatur hat eine Dauer von 2 min 33 s. Mit diesem werden der Ablauf, die benötigten Materialien sowie die Bedienung des hydraulischen Handdynamometers genau erläutert. Das Video setzt sich aus folgenden Textfolien zusammen:

- Der Beschreibung der Testaufgabe
- Der Aufzählung des benötigten Materials
- Der genauen Beschreibung des Testablaufs

Nach der Einblendung der aufgezählten Textfolien wird der gesamte Testablauf anhand einer Videosequenz dargestellt, um den Schülern eine bildlichere Vorstellung des Ablaufs zu vermitteln und um eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für die eigene Reproduktion des Testverfahrens zu bieten. Zum Abschluss des Videos werden die Schüler(innen) aufgefordert, ihre Testwerte mit der in den Zusatzmaterialien beigelegten und in Abbildung 132 und Abbildung 133 dargestellten Normwerttabelle zu vergleichen.

**Leistungsbeurteilung (Jungen/Männer) in Newton**

	4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Alter (Jahre)	weit überdurch- schnittlich	überdurch- schnittlich	durch- schnittlich	unterdurch- schnittlich	weit unterdurch- schnittlich
6	156,9	132,4 - 156,9	98,1 - 127,5	63,7 - 93,2	63,7
7	171,6	142,2 - 171,6	103,0 - 137,3	68,6 - 98,1	68,6
8	201,0	166,7 - 201,0	127,5 - 161,8	88,3 - 122,6	88,3
9	220,6	186,3 - 220,6	147,1 - 181,4	107,9 - 142,2	107,9
10	240,3	196,1 - 240,3	147,1 - 191,2	103,0 - 142,2	103,0
11	255,0	210,8 - 255,0	166,7 - 205,9	117,7 - 161,8	117,7
12	362,8	304,0 - 362,8	235,4 - 299,1	166,7 - 230,5	166,7
13	407,0	338,3 - 407,0	264,8 - 333,4	191,2 - 259,9	191,2
14	500,1	416,8 - 500,1	328,5 - 411,9	235,4 - 323,6	235,4
15-18	627,6	539,4 - 627,6	441,3 - 534,5	343,2 - 436,4	343,2
19-25	617,8	524,7 - 617,8	431,5 - 519,8	333,4 - 426,6	333,4
26-30	657,0	549,2 - 657,0	436,4 - 544,3	323,6 - 431,5	323,6
31-35	637,4	554,1 - 637,4	460,9 - 549,2	367,7 - 456,0	367,7
36-40	666,9	549,2 - 666,9	426,6 - 544,3	304,0 - 421,7	304,0

Tab.2: Umrechnung der Normwerte der Handgriffkraft in Newton.

**Leistungsbeurteilung (Mädchen/Frauen) in Newton**

	4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Alter (Jahre)	weit überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	durchschnittlich	unterdurchschnittlich	weit unterdurchschnittlich
6	132,4	107,9 - 132,4	73,5 - 103,0	44,1 - 68,6	44,1
7	147,1	117,7 - 147,1	83,4 - 112,8	49,0 - 78,5	49,0
8	166,7	137,3 - 166,7	103,0 - 132,4	68,6 - 98,1	68,6
9	201,0	161,8 - 201,0	122,6 - 156,9	83,4 - 117,7	83,4
10	225,6	186,3 - 225,6	147,1 - 181,4	107,9 - 142,2	107,9
11	240,3	196,1 - 240,3	147,1 - 191,2	98,1 - 142,2	98,1
12	328,5	274,6 - 328,5	215,7 - 269,7	152,0 - 210,8	152,0
13	362,8	304,0 - 362,8	240,3 - 299,1	176,5 - 235,4	176,5
14	387,4	328,5 - 387,4	264,8 - 323,6	201,0 - 259,9	201,0
15-18	392,3	338,3 - 392,3	279,5 - 333,4	220,6 - 274,6	220,6
19-25	441,3	348,1 - 441,3	255,0 - 343,2	156,9 - 250,1	156,9
26-30	407,0	343,2 - 407,0	279,5 - 338,3	210,8 - 274,6	210,8
31-35	426,6	357,9 - 426,6	289,3 - 353,0	215,7 - 284,4	215,7
36-40	426,6	357,9 - 426,6	289,3 - 353,0	201,0 - 274,6	201,0

Tab.3: Umrechnung der Normwerte der Handgriffkraft in Newton.

*Quellen:*

Beck, J. & Bös, K. (1995). Normwerte motorischer Leistungsfähigkeit. Köln: Strauß.

Abbildung 133: Von Kilopfund in Newton konvertierte Normwerttabelle für Mädchen/Frauen des Handdynamometer-Tests (nach Beck & Bös, 1995, S.90).

## **4.3. MODUL BEWEGLICHKEIT**

Dieses Modul besteht aus einem Lernblock, der sich mit den verschiedenen Einflussfaktoren auf die Beweglichkeit auseinandersetzt. Den Schülern werden Videos zweier konträrer Sportarten gezeigt. In den beiden Videosequenzen ist zuerst ein Bodybuilder und daraufhin eine Sportgymnastin während der Sportausübung zu sehen. Aufgrund dieser Videosequenzen sollen die Schüler(innen) Überlegungen darüber anstellen, wer von beiden als beweglicher zu bezeichnen ist und sich vor allem überlegen, warum die Sportgymnastin um so vieles beweglicher ist.

Weiters beinhaltet dieses Modul noch Videos zu einem sportmotorischen Testverfahren, mit dem die Beweglichkeit des Schultergürtels überprüft werden kann.

Den Abschluss dieses Moduls bildet ein Arbeitsblatt, mit welchem den Schülern die Begriffe aktive/passive Beweglichkeit und Bewegungsreserve näher gebracht werden.

### **4.3.1. Lernblock – Einflussfaktoren auf die Beweglichkeit**

#### **Aufgabe**

Das Aufgabenvideo dauert 1 min 50 s und startet mit einer Textfolie, mit welcher die Schüler(innen) auf zwei Videosequenzen mit unterschiedlichen Sportarten, welche im Folgenden zu sehen sein werden, aufmerksam gemacht werden. Daran anschließend folgt eine Fragefolie mit den in Abbildung 134 gezeigten zwei Aufgabenstellungen.



Abbildung 134: Screenshot der Fragefolie mit den zwei Aufgabenstellungen

Im Anschluss an die Fragefolie werden die Videosequenzen der beiden Sportarten (Abbildung 135 und Abbildung 136) abgespielt. Anhand dieser sollen die Schüler(innen) ihre Überlegungen zu den Einflussfaktoren auf die Beweglichkeit anstellen.



Abbildung 135: Screenshot der Videosequenz der Sportart Bodybuilding (Quelle Video [13])



Abbildung 136: Screenshot der Videosequenz der Sportart Rhythmische Sportgymnastik (Quelle Video [14])

Am Ende des Aufgabenvideos wird die Kernfrage nach dem Unterschied in der Beweglichkeit noch einmal wiederholt und gleichzeitig darauf hingewiesen, dass es nicht nur die unterschiedliche Muskelmasse ist, welche die Sportgymnastin beweglicher sein lässt.



Abbildung 137: Screenshot der abschließenden Fragefolie mit einem Hinweis zur Lösung der Aufgabenstellung

## Lösung

Das Lösungsvideo hat eine Dauer von 3 min 09 s. Die Wiederholung der Fragestellung beginnt und daraufhin werden die Videosequenzen der beiden Sportarten (siehe Abbildung 135 und Abbildung 136) noch einmal kurz abgespielt und im Anschluss daran mit der Lösung der Aufgabenstellungen begonnen. Den Einstieg der Lösung bilden die in Abbildung 138 und Abbildung 139 gezeigten zwei Definitionen von Beweglichkeit.



Abbildung 138: Screenshot der Textfolie mit der ersten sportwissenschaftlichen Definition von Beweglichkeit

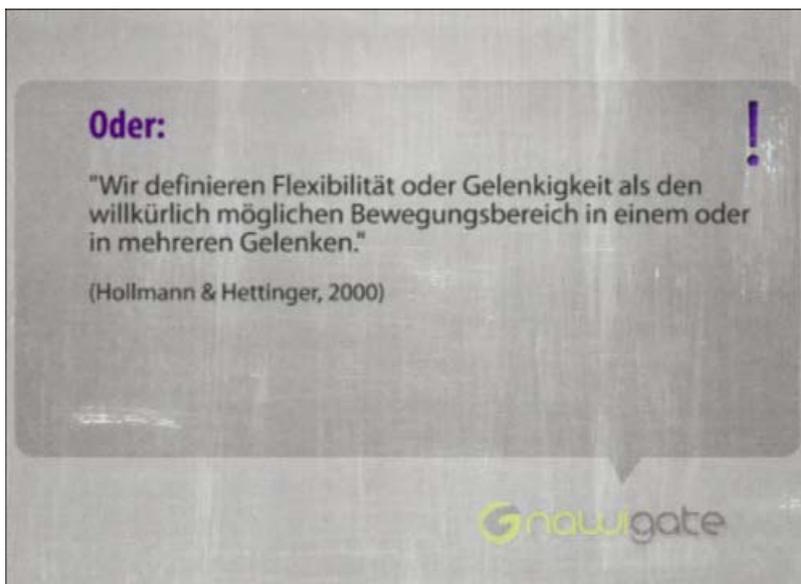


Abbildung 139: Screenshot der Textfolie mit einer weiteren sportwissenschaftlichen Definition von Beweglichkeit

Im Anschluss an die Definitionen von Beweglichkeit werden zwei Textfolien eingeblendet. Mit diesen soll eine Überleitung zur eigentlichen Auflösung (Abbildung 141) der Fragestellungen erreicht werden und es wird versucht, die Definitionen mit anderen Worten zu wiederholen (Abbildung 140). Der naheliegende Gedanke, dass der Unterschied in der Beweglichkeit nur mit der größeren Muskelmasse des Bodybuilders zu erklären ist, wird durch Abbildung 142 bereits im Vorfeld verneint.

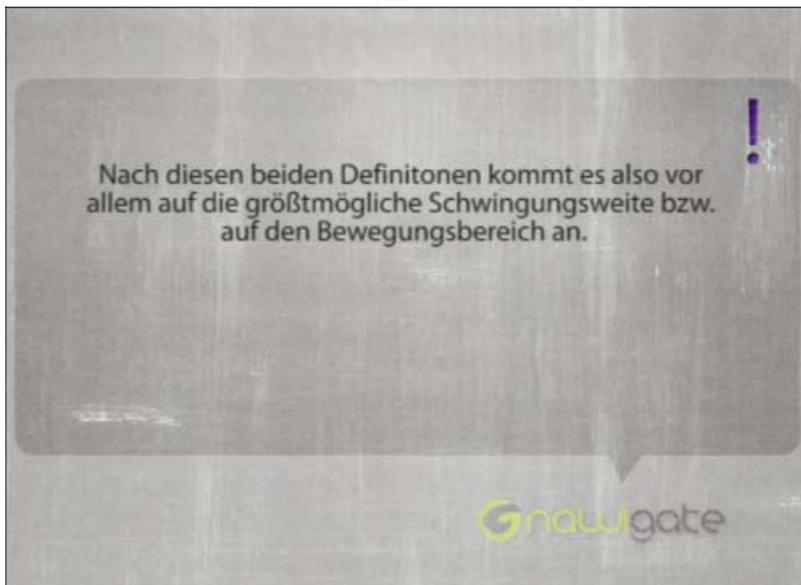


Abbildung 140: Screenshot der Textfolie mit einer vereinfachten Erklärung der vorangegangenen Definitionen

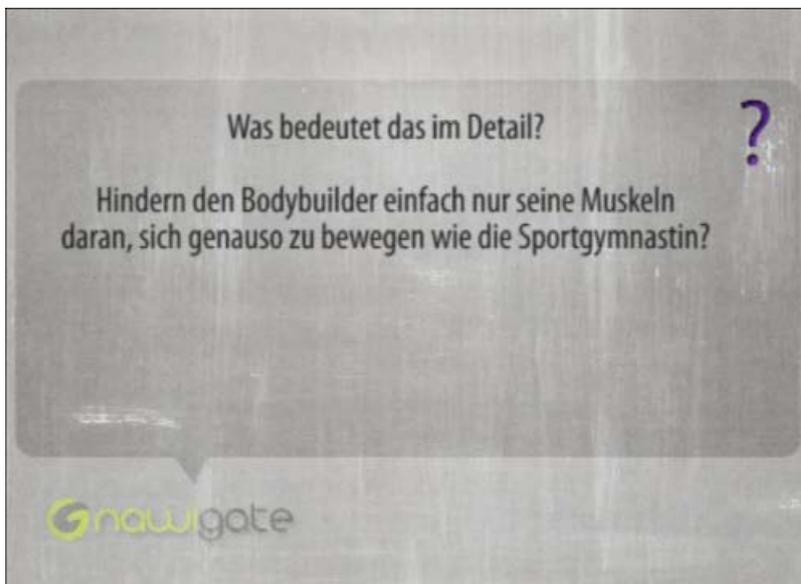


Abbildung 141: Screenshot der Textfolie mit einer Überleitung zur Auflösung



Abbildung 142: Screenshot der Textfolie zur Einleitung der eigentlichen Auflösung

Im Folgenden werden Textfolien mit den vier zentralen Einflussfaktoren der Beweglichkeit eingeblendet und jeder dieser Faktoren wird anhand eines Standbilds der Videosequenz genauer erläutert. Abbildung 143 zeigt die letzte Textfolie, welche alle vier Faktoren auf einen Blick beinhaltet. Im Video selbst werden die vier Faktoren jedoch nacheinander eingeblendet und nach jedem Faktor wird dazwischen ein Standbild der Videosequenz eingeblendet, um die textliche Information durch eine bildliche zu ergänzen. In den Standbildern (Abbildung 144 - Abbildung 148 ) der Videosequenz wird versucht, mit Hilfe der Einblendung der grünen Infoboxen die betreffenden Stellen am Körper der Sportgymnastin zu markieren und mit zusätzlichen textlichen Informationen die Genauigkeit der Erklärungen zu erhöhen.



Abbildung 143: Screenshot der Textfolie mit allen vier Einflussfaktoren auf die Beweglichkeit



Abbildung 144: Screenshot eines Standbildes zur ergänzenden Erläuterung der muskulären Dehnfähigkeit als ersten Einflussfaktor am Beispiel der Sportgymnastin (Quelle Video [14])



Abbildung 145: Screenshot eines Standbildes zur Erläuterung des hohen Bewegungsumfanges als zweiter Einflussfaktor am Beispiel der Sportgymnastin (Quelle Video [14])



Abbildung 146: Screenshot eines Standbildes zur Erläuterung der Kraft des Agonisten als dritter Einflussfaktor am Beispiel der Sportgymnastin (Quelle Video [14])



Abbildung 147: Screenshot eines Standbildes zur Erläuterung der intermuskulären Koordination als vierter Einflussfaktor am Beispiel der Sportgymnastin (Quelle Video [14])



Abbildung 148: Screenshot eines ergänzenden Standbildes zur Erläuterung der intermuskulären Koordination als vierter Einflussfaktor am Beispiel der Sportgymnastin (Quelle Video [14])

Zum Abschluss dieses Lernblocks wird den Schülern wieder die Frage gestellt, welche sportmotorischen Testverfahren sie kennen, um die Beweglichkeit einer Person zu überprüfen. Gleichzeitig wird damit auf die in den Zusatzmaterialien zur Verfügung gestellten Videos mit den betreffenden Testverfahren hingewiesen.

## 4.3.2. Zusatzmaterial – Sportmotorisches Testverfahren

### Armführen über die Hochhalte in die Rückhalte

#### Überprüfung der Beweglichkeit des Schultergürtels

Das Video mit der Beschreibung dieses Testverfahrens hat eine Dauer von 1 min 58 s. Bei diesem sportmotorischen Testverfahren handelt es sich um einen leicht durchzuführenden Test, im Zuge dessen die Testperson ein Sprungseil in den gestreckten Armen hält und diese von der Vorhalte über die Hochhalte in die Rückhalte führen soll ohne dabei die Arme abzuwinkeln. Abbildung 149 veranschaulicht den beschriebenen Bewegungsablauf.

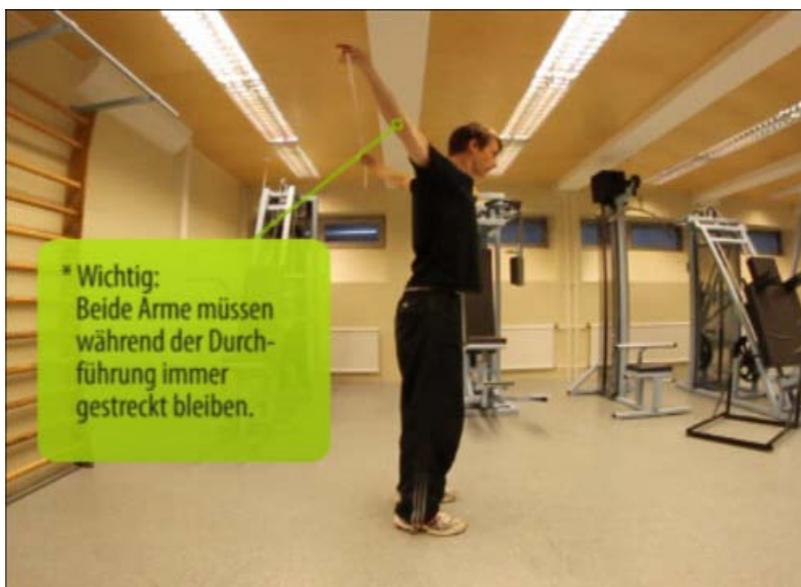


Abbildung 149: Screenshot eines Standbildes in dem die Testperson das Seil in Richtung Rückhalte bewegt

Überdies werden im Video - wie in bei den sportmotorischen Testverfahren zuvor - Textfolien eingeblendet, auf denen genaue Angaben zur Testaufgabe, dem verwendeten Material, dem Testaufbau sowie der exakten Testdurchführung gemacht werden. Auf die Textfolien folgt eine Videosequenz (siehe Abbildung 149), welche die Testdurchführung anhand bewegter Bilder und dazwischen geschalteter Standbilder genauer erläutert. In den Standbildern werden Infoboxen mit zusätzlichen Informationen eingeblendet. Abschließend werden die Schüler(innen) darauf hingewiesen, dass sie ihre eigenen Ergebnisse bei diesem Test mit der beigelegten Normwerttabelle (Abbildung 150) vergleichen können.

**NORMWERTE - Armführen**

**Messwertaufnahme / Bewertung**

Als Testwert wird der kleinstmögliche Griffabstand (cm) herangezogen, mit dem noch ein ordnungsgemäßes Überdrehen möglich ist.

z.B.: Eine 20 jährige Frau schafft die Überdrehung mit einem Griffabstand von 38 cm.

Anhand der Beurteilungstabelle ist diese Leistung als **durchschnittlich** einzustufen.

	Männer Frauen	m w	Altersgruppen			
			20-29	30-39	40-49	50-59
sehr gut	m	< 36	< 42	< 47	< 56	← Über 56 cm Griffabstand
	w	< 26	< 33	< 38	< 43	
gut	m	36-46	42-50	47-55	56-63	
	w	26-34	33-41	38-46	43-52	
mittel	m	47-55	51-59	56-63	64-71	
	w	35-42	42-49	47-54	53-61	
schwach	m	56-67	60-68	64-73	72-79	
	w	43-53	50-59	55-64	62-72	
sehr schwach	m	> 67	> 68	> 73	> 79	
	w	> 53	> 59	> 64	> 72	

Abb.: Beurteilungstabelle des Griffabstandes in cm (Fetz&Kornexl, 1993, S.106).

Quellen: Fetz, F. & Kornexl, E. (1993). *Sportmotorische Tests*. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag GmbH.

### 4.3.3. Zusatzaufgabe

#### Unterschied zwischen aktiver und passiver Beweglichkeit

Die Zusatzaufgabe zum Thema Beweglichkeit steht in Form eines Arbeitsblattes für die Schüler(innen) zur Verfügung. Die Schülern werden darin angehalten, sich Gedanken zum Unterschied zwischen aktiver und passiver Beweglichkeit zu machen sowie eine Erklärung zum Begriff der Bewegungsreserve zu finden.

In der Aufgabe finden die SchülerInnen eine Skizze eines Gelenks (Abbildung 151) mit verschiedenen Gelenkwinkelstellungen vor. Die Aufgabe besteht nun darin, diese Gelenkwinkelstellungen entweder der aktiven oder der passiven Beweglichkeit zuzuordnen und sich zusätzlich zu überlegen, welcher der beiden Begriffe den größten Bewegungsumfang zulässt. Die Schüler(innen) sollen ihre Überlegungen in der in Abbildung 151 vorgefundenen leeren Skizze selbst einzeichnen und später mit der Lösung vergleichen.

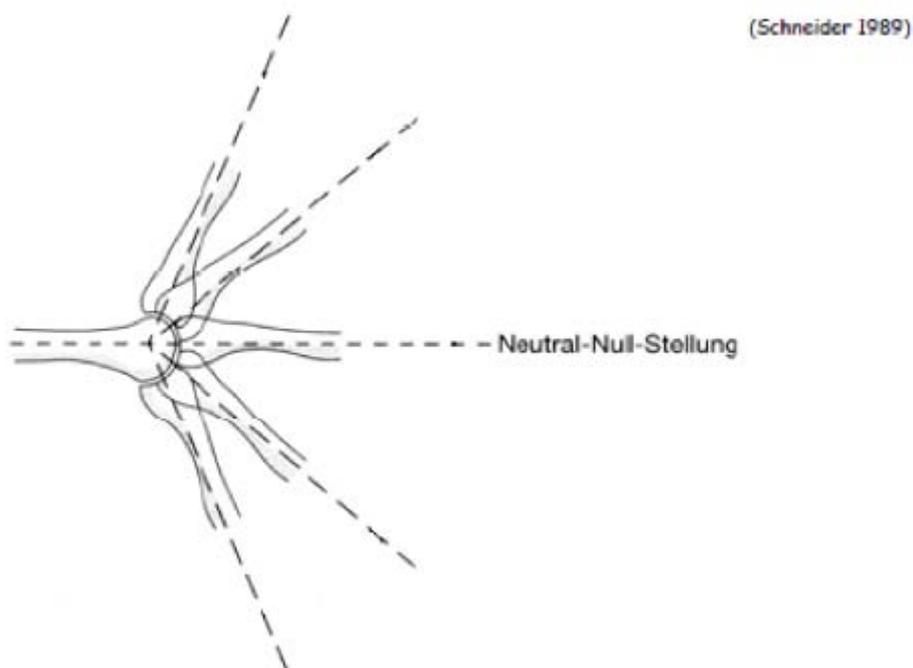


Abbildung 151: Skizze der Gelenkwinkelstellungen im Aufgaben-Arbeitsblatt

Die Lösung der beiden Aufgaben - in Form eines PDF-Arbeitsblattes - besteht aus den beiden Definitionen von aktiver und passiver Beweglichkeit sowie einer Erklärung des

Begriffs der Bewegungsreserve. Auf der zweiten Seite des Lösungs-Arbeitsblattes befindet sich die korrekt ausgefüllte Skizze mit der richtigen Zuordnung der aktiven sowie passiven Beweglichkeit. Die Schüler(innen) können ihre eigene Einschätzung mit Abbildung 152 vergleichen.

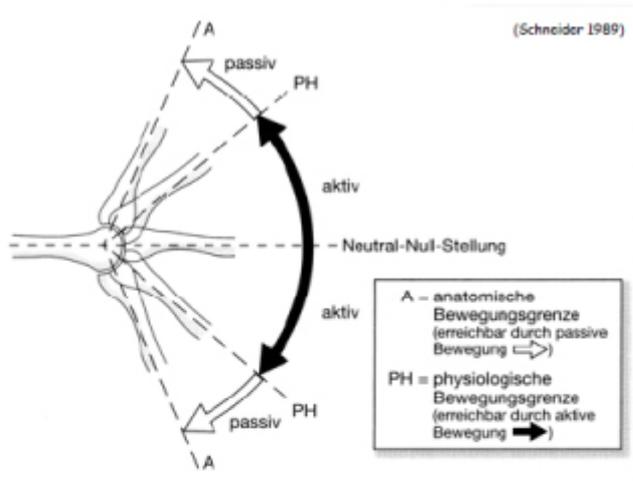


Abb.1: Unterschied zwischen aktivem und passivem Bewegungsbereich eines Gelenks.(nach Schneider, 1989 in Apolin, 2007)



Abb.2: Ein Beispiel zum Kniegelenk. Ohne Zuhilfenahme des Armes wäre es nicht möglich, die Ferse zum Gesäß zu bringen (=> passive Beweglichkeit). (Haag et al, 1981, S. 50)

Abbildung 152: Auflösung der Zuordnung der Gelenkwinkelstellungen mit zusätzlicher grafischer Erklärung anhand einer bekannten Bewegung

## **4.4. MODUL SCHNELLIGKEIT**

Dieses Modul besteht aus zwei Lernblöcken, die sich mit den Unterkategorien Aktions- bzw. Reaktionsschnelligkeit auseinandersetzen. Im Lernblock zum Thema Aktionsschnelligkeit werden anhand eines Videos eines 100-m Sprints die einzelnen Phasen dieser Schnelligkeitsdisziplin näher beleuchtet und im Lösungsvideo im Detail erläutert. Die Aufgabe für die Schüler(innen) besteht darin, sich nach der Besichtigung des Sprint-Videos eigene Gedanken über die während des Sprints ablaufenden Phasen zu machen.

Im zweiten Lernblock mit dem Thema Reaktionsschnelligkeit werden den Schülern Videos von einem Formel 1-Start sowie einem Sprintstart gezeigt. Ihre Aufgabe besteht darin, sich Gedanken darüber zu machen, ob eine akustische oder eine optische Reaktion eine kürzere Reaktionszeit zulässt. Im Lösungsvideo wird aufgelöst, auf welchen Reiz hin man schneller reagieren kann und zusätzlich wird das Ergebnis anschließend begründet.

Als Zusatzmaterial steht den Schülern ein selbst programmiertes Reaktionsspiel zur Verfügung anhand dessen sie ihre eigene Reaktionszeit auf optische Reize testen können.

### **4.4.1. Lernblock - Phasen des 100-m Sprints**

#### **Aufgabe**

Das Aufgabenvideo dauert 1 min 05 s und startet mit einer Textfolie, welche die Schüler(innen) auf eine anschließende Videosequenz eines 100-m Sprints vorbereitet. Nach einigen Sekunden wird die Fragefolie mit der Aufgabenstellung eingeblendet. Abbildung 153 und Abbildung 154 zeigen die Screenshots dieser beiden Folien.

Nach den Textfolien wird die zu beurteilende Videosequenz des 100-m Sprints (Abbildung 155) eingeblendet. Zum Schluss des Aufgabenvideos wird die Aufgabenstellung noch einmal wiederholt (siehe auch Abbildung 154).



Abbildung 153: Screenshot der einleitenden Textfolie



Abbildung 154: Screenshot der Textfolie mit der Aufgabenstellung



Abbildung 155: Screenshot der Videosequenz des 100-m Sprints (Quelle Video [15])

## Lösung

Das Video mit der Auflösung der Fragestellung hat eine Dauer von 2 min 39 s. Einleitend wird die Fragestellung anhand einer Textfolie (siehe auch Abbildung 154) wiederholt. Daran anschließend wird mit der Erklärung der einzelnen Phasen begonnen. Die Erklärung setzt sich immer aus einer Textfolie und einem Ausschnitt aus der Videosequenz zusammen, wobei die Textfolie nur die Aufgabe hat, die Phase zu benennen und erst in der Videosequenz wird anhand von Infoboxen eine genaue Erklärung der betreffenden Phase eingeblendet.

Im Video werden die Textfolien von der ersten bis zur vierten Phase hintereinander eingeblendet. Um Platz zu sparen, wird hier nur die letzte Textfolie (Abbildung 156), auf der schon alle vier Phasen zu sehen sind, eingeblendet.



Abbildung 156: Screenshot der Textfolie mit allen vier Phasen des 100-m Sprints

Im Folgenden werden in chronologischer Reihenfolge jene Screenshots der Standbilder aus der Videosequenz, welche die Erklärungen der einzelnen Phasen beinhalten, gezeigt.



Abbildung 157: Screenshot der Videosequenz mit einer genauen Erklärung der Phase der Reaktionsschnelligkeit (Quelle Video [15])



Abbildung 158: Fortsetzung der Erklärung der Phase der Reaktionsschnelligkeit (Quelle Video [15])



Abbildung 159: Screenshot der Videosequenz mit einer genauen Erklärung der Phase der Sprintbeschleunigung (Quelle Video [15])



Abbildung 160: Fortsetzung der Erklärung der Phase der Sprintbeschleunigung (Quelle Video [15])

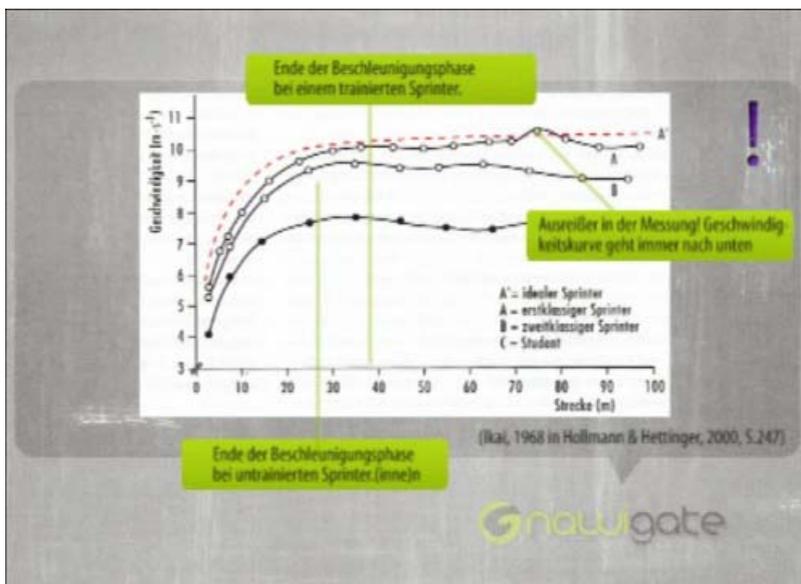


Abbildung 161: Screenshot einer Graphik zur Veranschaulichung der Unterschiede der Sprintbeschleunigung zwischen Weltklasse- und Hobbysprintern



Abbildung 162: Screenshot der Videosequenz mit einer genauen Erklärung der Phase der Sprintschnelligkeit (Quelle Video [15])



Abbildung 163: Fortsetzung der Erklärung der Phase der Sprintschnelligkeit (Quelle Video [15])



Abbildung 164: Screenshot der Videosequenz mit einer genauen Erklärung der Phase der Sprintausdauer (Quelle Video [15])



Abbildung 165: Fortsetzung der Erklärung der Phase der Sprintausdauer (Quelle Video [15])

## 4.4.2. Lernblock - Reaktionsschnelligkeit

### Aufgabe

Das Aufgabenvideo dauert 1 min 13 s und beginnt mit einer Textfolie, welche die Schüler(innen) darauf vorbereitet, dass sie anschließend zwei Videosequenzen mit zwei Starts auf unterschiedliche Signalformen zu sehen bekommen werden. Gefolgt wird diese

Textfolie von einer Fragefolie (Abbildung 166), welche die beiden Aufgabenstellungen beinhaltet.

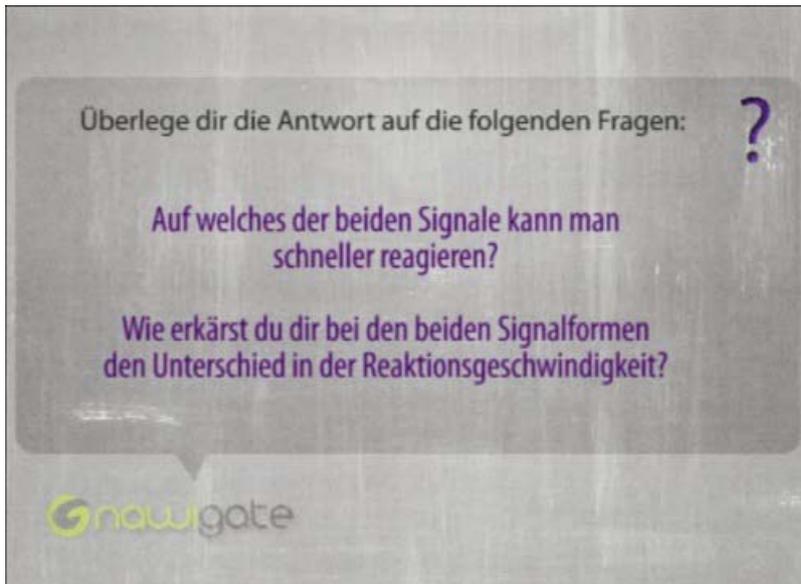


Abbildung 166: Screenshot der Textfolie mit den Aufgabenstellungen

Auf die Textfolie mit den Aufgabenstellungen folgend werden Screenshots der beiden Startsequenzen (Abbildung 167 und Abbildung 168), welche von Schülern beurteilt werden sollen, eingeblendet.



Abbildung 167: Screenshot des Formel 1-Starts (Quelle Video [16])



Abbildung 168: Screenshot des Sprintstarts (Quelle Video [17])

## Lösung

Das Video mit der Lösung der beiden Aufgabenstellungen hat eine Dauer von 2 min 12 s.

Zu Beginn des Lernobjekts werden die beiden Fragestellungen mit dem Zweck wiederholt (siehe Abbildung 166), den Schülern den Einstieg in die darauf folgenden Lösungsfolien zu erleichtern.

Die Auflösung wird mit einer Textfolie eingeleitet. Diese weist die Schüler(innen) auf die folgende Erläuterung des Unterschiedes zwischen beiden Arten auf Signale zu reagieren hin. Anschließend daran folgt eine allgemeine Definition (Abbildung 169) des Begriffs Reaktionszeit. Die beiden nächsten Textfolien (Abbildung 170 und Abbildung 171) gehen auf die Gründe der unterschiedlichen Dauer von Reaktionen auf optische bzw. akustische Reize genauer ein.



Abbildung 169: Screenshot der Textfolie mit der Definition von Reaktionszeit



Abbildung 170: Screenshot der Textfolie mit der Begründung, warum auf akustische Reize schneller reagiert werden kann

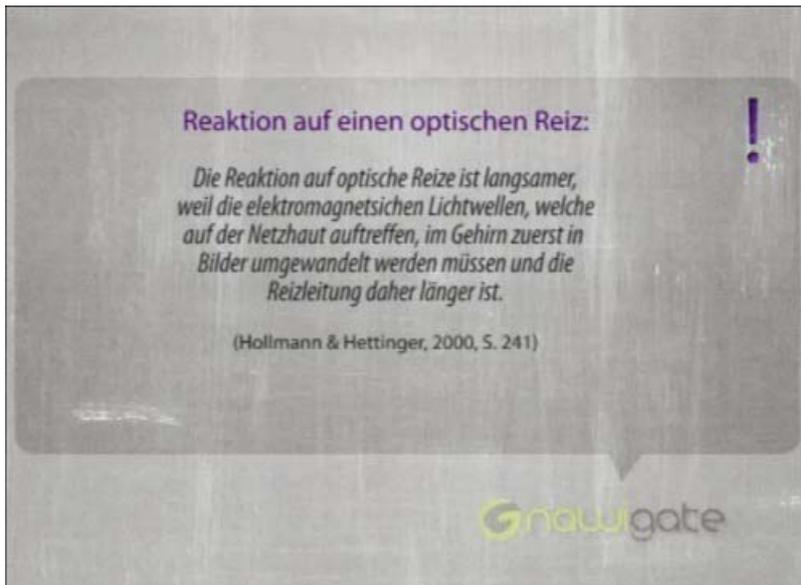


Abbildung 171: Screenshot der Textfolie mit der Begründung, warum auf optische Reize langsamer reagiert werden kann

Auf die beiden Textfolien mit der Begründung der unterschiedlichen Reaktionszeiten folgen zwei Grafiken, welche den Unterschied visuell unterstreichen sollen und einen Überblick über die durchschnittliche Reaktionsdauer auf akustische (Abbildung 172) sowie optische (Abbildung 173) Reize geben sollen.

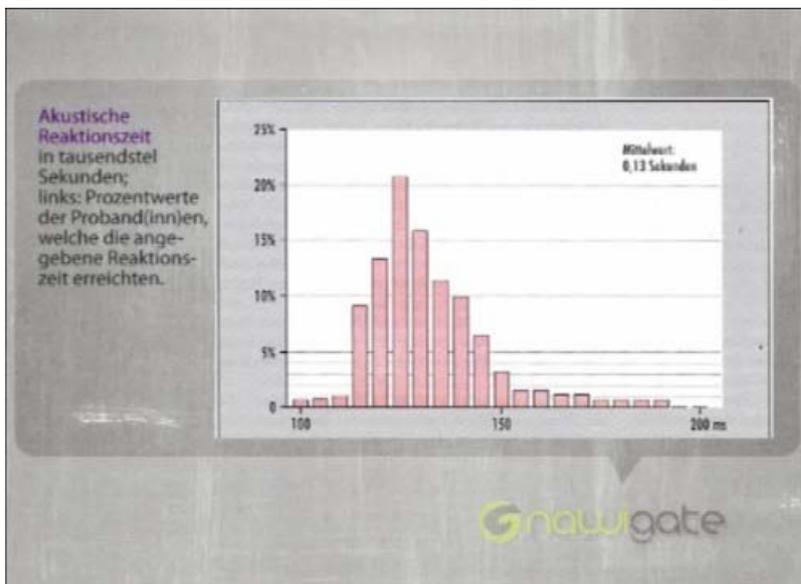


Abbildung 172: Screenshot der Grafik mit den mittleren Reaktionszeiten auf akustische Reize

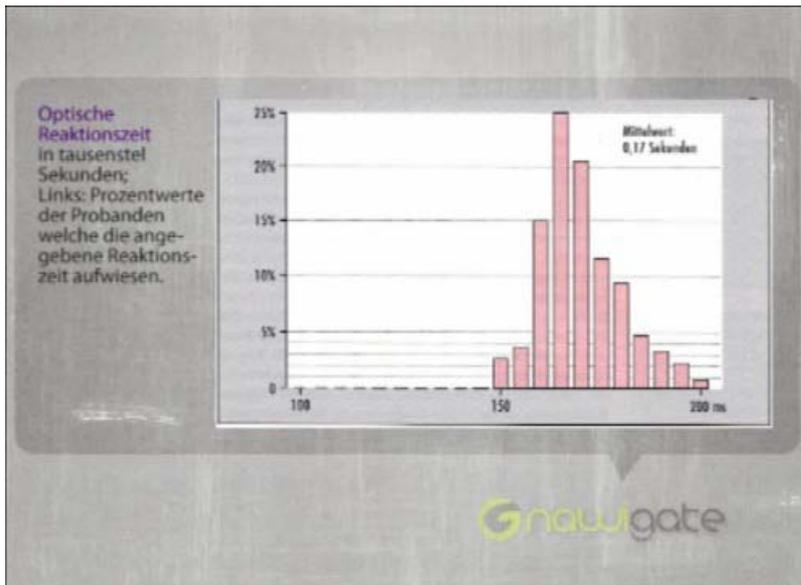


Abbildung 173: Screenshot der Grafik mit den mittleren Reaktionszeiten auf optische Reize

Das Lernobjekt wird mit einer Textfolie abgeschlossen. Sie soll die Schüler(innen) dazu animieren, das in den Zusatzmaterialien dieses Lernblocks abgelegte Flash-Spiel zur Reaktion auf optische Reize auszuprobieren und so ihre eigene Reaktionszeit zu ermitteln. Abbildung 174 veranschaulicht diese Textfolie.



Abbildung 174: Screenshot der abschließenden Textfolie mit dem Hinweis auf das Flash-Spiel

### 4.4.3. Zusatzmaterial

#### Flash-Spiel zur Ermittlung der Reaktionszeit auf optische Signale

Um den Schülern eine Möglichkeit zu bieten ihre eigene Reaktionsgeschwindigkeit zu ermitteln, wurde mit Adobe Flash ein Reaktionstest auf optische Signale in Form eines Spiels entwickelt. Die Programmierung des Spiels erfolgte in ActionScript 3 und misst die Dauer zwischen der Einblendung eines grafischen Objekts und dem Mausklick auf einen Button. Um das Endergebnis aussagekräftiger zu machen, erfolgt diese Zeitmessung fünf Mal hintereinander und das Gesamtergebnis wird als der Durchschnitt aller fünf Messungen dargestellt.

Der grundsätzliche Aufbau des Spiels gliedert sich in einleitende Textfolien zur Erklärung des Ablaufes sowie den fünf Einblendungen des grafischen Objekts und schlussendlich einer Berechnung des Gesamtergebnisses.

Die folgenden Screenshots des Reaktionsspiels sollen den Ablauf visuell dokumentieren. Im Folgenden sind die drei einleitenden Folien mit der Spielanleitung zu sehen.

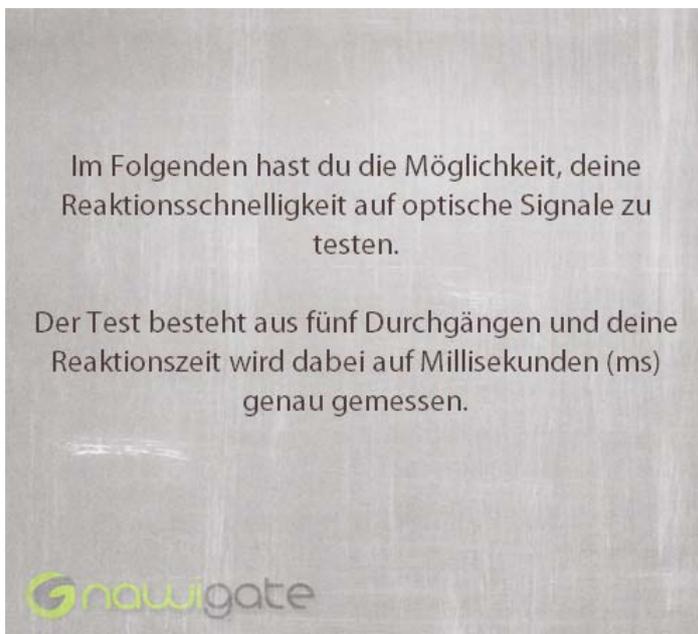


Abbildung 175: Screenshot der ersten Textfolie mit der Spielanleitung

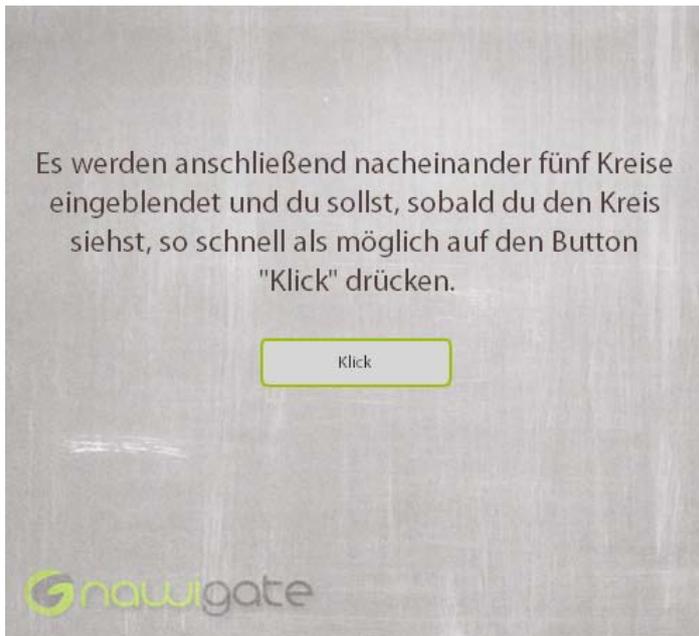


Abbildung 176: Screenshot der zweiten Textfolie mit der Spielanleitung.



Abbildung 177: Screenshot der dritten Textfolie mit der Spielanleitung

Zwischen den Abbildungen 177 bis Abbildung 178 werden drei Textfolien mit einem Countdown mit dem Zweck eingeblendet, die Schüler(innen) auf den Start der Messungen vorzubereiten. Es folgt der Start des eigentlichen Spiels. Der grüne Kreis stellt das grafische Objekt dar, auf welches mit einem Klick auf den Button „Klick“ reagiert werden

soll. Alle fünf Kreise werden randomisiert eingeblendet, um einen Lerneffekt zu vermeiden und die Ergebnisse der Reaktionszeiten nicht zu verfälschen.



Abbildung 178: Screenshot des Spielbeginns und Einblendung des ersten Objekts, auf welches so schnell als möglich der Button Klick betätigt werden soll, um die Zeitmessung zu stoppen

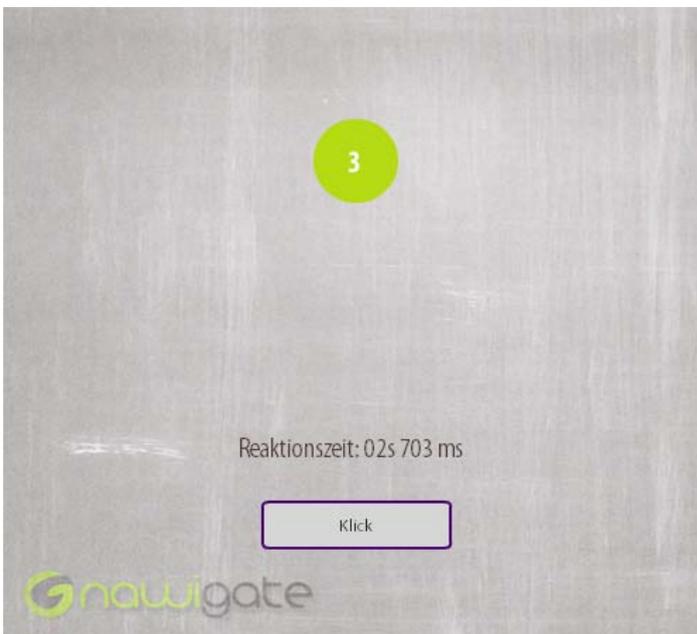


Abbildung 179: Screenshot der Spielsequenz nachdem auf den Button „Klick“ gedrückt wurde. Es wird pro Objekt jeweils sofort die aktuelle Reaktionszeit eingeblendet.

Nachdem auf alle fünf Objekte (Kreise) möglichst schnell auf den Button „Klick“ gedrückt wurde, können die Schüler(innen) über den am Schluss eingeblendeten Button „Ergebnis anzeigen“ ihre fünf Einzelergebnisse sowie das daraus gemittelte Gesamtergebnis sehen. Abbildung 180 veranschaulicht dies. Durch einen Klick auf den Button „Spiel starten“ kann das Spiel von neuem gestartet werden.



Abbildung 180: Screenshot der abschließenden Spielsequenz mit den fünf Einzel- bzw. dem Gesamtergebnis

## 5. LITERATUR

- Baca, A. & Dabnichki, P. (2008). *Computers in Sport*. Southampton: Witpress.
- Baca, A. & Heller, M. & Kornfeind, P. & Baron, R. (2006). *Analysis of Methods for assessing the aiming process in biathlon shooting*. In Schwameder, H. & Strutzenberger, G. & Fastenbauer, V. & Lindinger, S. & Müller, E. (Hrsg.), Proc. of the 24<sup>th</sup> Int. Symposium on Biomechanics in Sports (S. 817-820). Salzburg: University Press.
- Baca, A. & Kornfeind, P. (2006). Rapid Feedback Systems for Elite Sports Training. *IEEE Pervasive Computing*, 5 (3), 70-76.
- Baca, A. & Kornfeind, P. (2005). *Pervasive Computing to enhance sport performance*. In Wang, Q. (Hrsg.), Proc. of the 23<sup>th</sup> Int. Symposium on Biomechanics in Sports (S. 745-748). Beijing: The China Institute of Sport Science.
- Birklbauer, J. (2006). *Modelle der Motorik*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Bös, K. & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Daug, R. & Blischke, K. (1984). *Sensomotorisches Lernen*. In Carl, D. & Kayser, H. & Mechling, H. & Preising, W. (Hrsg.). Handbuch Sport. Wissenschaftliche Grundlagen von Unterricht und Training (S. 381-240). Düsseldorf: Schwann.
- Fetz, F. & Kornexl, E. (1993). *Sportmotorische Tests*. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag GmbH.
- Gröben, B. (2000). *Einheitenbildung im Bewegungshandeln. Zur phänomenalen Struktur des sportbezogenen Bewegungslernens*. Schorndorf: Hofmann.
- Höffler, T.N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17, 722-738.
- Haag, H. & Dassel, H. (1981). *Fitness-Tests. Lehrhilfen zum Testen im Schulunterricht für Schule und Verein*. Schorndorf: Hofmann.
- Hoffman, J. (2006). *Norms for Fitness, Performance and Health*. Champaign: Human Kinetics.
- Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart: Schattauer.

- Jouck, S. (2008). *Dordel-Koch-Test (DKT). Ein Test zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter*. Köln: Sporthochschule Köln, Institut für Sportmedizin.
- Kaminski, G. (1973). Bewegungshandlungen als Bewältigung von Mehrfachaufgaben. *Sportwissenschaft*, 2, 51-63.
- Klein, M. et al. (2004). Sportmotorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Saarland – Ausgewählte Ergebnisse der IDEFIKS-Studie (Teil 2). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55(9), 211-221.
- Leser, R. & Baca, A. & Uhlig, J. (2011). Effectiveness of multimedia-supported education in practical sports courses. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 184-192.
- Liebermann, D.G. & Katz, L. & Hughes, M. & Bartlett, R. & McClements, J. & Franks, I.M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 755-769.
- Mattar, A.G. & Gribble, P.L. (2005). Motor Learning by Observing. *Neuron*, 46, 153-160.
- Markovic, G., Dizdar, D. , Jukic, I. & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Meinel, K. & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Niegemann, H., M. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Berlin: Springer Verlag.
- Petrosini, L., Graziano, A., Mandoles, L., Neri, P., Molinari, M., Leggio, M. G. (2003). Watch how to do it! New advances in learning by observation. *Brain Research Reviews*, 42, 252-264.
- Rieder, H. (1991). *Bewegungslernen*. In Rieder, K. & Lehnertz, K. (Hrsg.). *Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport*. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaften (S. 7-103). Schorndorf: Hofmann.
- Roth, R. & Willimczik, K. (1999). *Bewegungswissenschaft*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.

- Rosser, T. & Müller, L. & Lüthy, F. & Vogt, M. (2008). Basistests SUISSE Sport Test Konzept: Validierung einer sportmotorischen Basistestbatterie für den Schul- und Nachwuchssport. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 56 (3), 101-120.
- Rusch, H. & Irrgang, W. (1994). Der Münchner-Fitnesstest (MFT) für Schüler(innen)/innen im Alter von 11-14 Jahren. *Sportunterricht - Lehrhilfen*, 43 (1), 1-7.
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor control and learning. A behavioral emphasis*. Champaign: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. & Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning. A behavioral emphasis*. Champaign: Human Kinetics.
- Schöllhorn, W. (2003). *Differenzielles Lernen. Eine Sprint – und Laufschiule für alle Sportarten*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Schwan, S. & Riempp, R. (2004). The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots. *Learning and Instruction*, 14, 293-305.
- Smith, R.M. & Loschner, C. (2002). Biomechanics feedback for rowing. *Journal of Sports Sciences*, 20, 783-791.
- Steinhöfer, D. (2008). *Athletiktraining im Sportspiel. Theorie und Praxis zu Kondition, Koordination und Trainingssteuerung*. Münster: Philippka Sportverlag.
- Tamboer, J. W. J. (1991). Relationsmodalitäten statt Leib-Seele-Verhältnisse. *Integrative Therapie*, 1-2, 58-84.
- Tamboer, J. W. J. (1997). *Die menschliche Bewegung in der Bewegungsforschung – Über den Zusammenhang von Menschenbild, Bewegungsauffassung und Untersuchungsmethoden*. In Loosch, E. & Tamme, M. (Hrsg.). *Motorik – Struktur und Funktion* (S. 23-37). Hamburg.
- Wiemeyer, J. (1997). *Bewegungslernen im Sport. Motorische, kognitive und emotionale Aspekte*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Zelaznik, H.N. (Hrsg.). (1996). *Advances in Motor Learning and Control*. Champaign: Human Kinetics.

## 6. VIDEO-QUELENNACHWEISE

Im folgenden wird als „Autor“ jener Username (z.B. [User: videohai02]) genannt unter dem das Video im Internet bereitgestellt wurde. Wenn bei Screenshots in denen Videos enthalten sind keine Quelle angeführt ist, wurden diese selbst produziert.

*Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bild/- Videorechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Videos in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.*

[1] *Berlin-Marathon 2011 Weltrekord 2:03:38. Patrick Makau*, YouTube [User: videohai02] Zugriff am 10. März 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=-G-1XDmk2vs>

[2] *Rieti 2010 M-800m David Rudisha New World Record 1:41.01!*, Youtube [kobel8] Zugriff am 10. März 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=bYfNEIHP0OY&feature=fvwrel>

[3] *Vuelta a España 2011: Alto de L'Angliru (Part 2 of 2)*, Youtube [User: Peter Laermans] Zugriff am 10. März 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=ulViOm2PqR8&feature=fvwrel>

[4] *Bizepscurls sitzend mit der Kurzhantel (Bizeps)*, Youtube [User: bodydiscounter] Zugriff am 16. August 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=hPYVgxJtTOU>

[5] *Vollspannstoß*, Internet [Sport Multimedial] Zugriff am 04. März 2012 unter <http://iacss.org/~multi/test/sportarten/fussball/bewegungswissenschaftliche-aspekte/beispiele-korrekt-ausgefuehrter-fussballtechniken/fussballtechnik-vollspannstoss/>

[6] *baby\_walking.mpg*, Internet Zugriff am 04. März 2012 unter <http://archive.org/details/TommyWalking>

[7] *volleyball\_block\_1.46min.mpg*, Internet Zugriff am 04. März 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=zMBT0BrbZJA&feature=related>

[8] *Alpiner Skilauf*, Internet [Sport Multimedial] Zugriff am 04. März 2012 unter <http://iacss.org/~multi/test/sportarten/alpiner-skilauf/>

- [9] *EV\_Fit ohne Fleisch\_ Der stärkste Mann Deutschlands*, Youtube [User: zoominde] Zugriff am 18. Dezember 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=UYXzp3jccW4>
- [10] *stärkste mann der welt*, Youtube [User: gerald12000] Zugriff am 18. Dezember 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=zMBT0BrbZJA&feature=related>
- [11] *Die Swiss Open 2011*, Youtube [User: Armwrestlingvideos] Zugriff am 18. Dezember 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=0UxHZMvJnC8&list=UUkN1a5ucuPQwNDeyvIVzsqg&index=1&feature=plcp>
- [12] *Ideales Ganzkörpertraining mit dynamischen Kniebeugen*, Youtube [User: AthletenclubHamburg] Zugriff am 18. Dezember 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=IfPC06CjYx4>
- [13] *300lb Kai Greene Guest Posing at the 2010 IFBB Jacksonville Pro!*, Youtube [User: rxmuscle] Zugriff am 10. März 2012 unter [http://www.youtube.com/watch?v=HhpSXgJ\\_PcI&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=HhpSXgJ_PcI&feature=related)
- [14] *Alina Kabaeva 2001 EC Geneve AA ball*, Youtube [User: Anita Sericano] Zugriff am 10. März 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=IaWgqNaCifg&feature=related>
- [15] *Usain Bolt 9.58 100m New World Record Berlin [HQ]*, Youtube [User: GERrevolt] Zugriff am 11. Juli 2012 unter [http://www.youtube.com/watch?v=3nbjhcZ9\\_g&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=3nbjhcZ9_g&feature=related)
- [16] *F1 2011 | Alonso Start Spa*, Youtube Zugriff am 11. Juli 2012 unter <http://www.youtube.com/watch?v=qGU8KNw2V04&feature=related>
- [17] *Usain Bolt Olympic Record (19.30sec) at Beijing Olympics 200m Final (High Quality Video)*, Youtube Zugriff am 11. Juli 2012 unter [http://www.youtube.com/watch?v=KaGsBo\\_Ia0c&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=KaGsBo_Ia0c&feature=related)

## 7.LEBENS LAUF

### Curriculum Vitae // ALEXANDER KEMETHOFER

---

#### Persönliche Daten:

Titel:	Bakk. rer. nat
Geburtsdatum:	10.02.1978 in Wels
Adresse:	Kölblgasse 26/23 1030 Wien
Telefon:	0699/184 911 33
E-Mail:	alex.kemethofer@gmail.com
Staatsbürgerschaft:	Österreich
Familienstand:	ledig, keine Kinder

#### Schulbildung:

---

1984 - 1988:	VS Asten bei Linz
1988 - 1992:	HS St. Florian bei Linz
1992 - 1993:	1 Jahr HAK / Linz
1993 - 1994:	BS 7 Linz/Urfahr
1994 - 1996:	BS 2 in Ried

## Berufsausbildung:

---

1993 - 1996                      Lehre zum Einzelhandelskaufmann, Firma Sport  
EYBL in Linz

## Präsenzdienst:

---

1996 - 1997:                      Ebelsberg / Linz

## Aus/Weiterbildung:

---

1997 - 2000:                      Ausbildung zum Webdesigner, WIFI / Linz

2000 - 2000:                      Ausbildung zum Datenbankentwickler, Firma  
Badegruber / Linz

2002 - 2002:                      Macromedia Flash (I+II), Firma Teamwork / Wien

2004 - 2005:                      Ausbildung zum DTP-Grafiker, WIFI / Wien

2006 - 2007                      Studienberechtigungsprüfung, Abendschule

2007 - 2011                      Bakkalaureatsstudium der Sportwissenschaften, Uni  
Wien

2011                                  Abschluß des Bakkalaureatstudiums  
Sportwissenschaft

2011 - dato                      Masterstudium der Sportwissenschaften, Uni Wien

## Berufserfahrung:

---

- 2000 - 2001: *Upart Werbeagentur, Linz / Webdesigner*
- 2001 - 2002: *Lion.cc, Wien / Webdesigner/Grafiker*
- 2002 - 2004: *Die Presse.com, Wien / Webdesigner*
- 2005 - 2007: *Brainbox Werbeagentur, Wien /  
Webdesigner/Grafiker*
- 2007 - dato: *Selbstständiger Grafiker/Webdesigner*
- 2007 - 2010: *GIN, Wien*  
*Realisierung von Sportangeboten für Menschen mit  
Behinderung*
- 11/2010 – 12/2010 *Orthopädisches Spital Speising (Abt. Ganganalyse),  
Wien / Praktikum*
- 2008 - 2010: *Populär Werbeagentur, Wien / Grafiker*
- 2010 - 2012: *Verein Gesundheit durch Bewegung, Wien /  
Trainer für Senioren, -Rücken- und  
Ausgleichstraining*
- 2011 - dato: *Uni Wien – Institut für Sportwissenschaft, Wien /  
Computerunterstützte Spielanalyse*