

DAS
OLYMPISCHE
MUSEUM

Lehrmaterial

ATHLETEN

INTERAKTIVE UND AUSSTELLUNG

WISSENSCHAFT

BALL OUT

BALL IN

OFFICIAL REVIEW

81%

68%

72%

56%

ManorJ

63%

AlbanI

70%

LauraN

85%

DamienD

49%

EINLEITUNG

2

1 RUNDGANG SCHRITT FÜR SCHRITT

4

- 1.1 ATHLET – FÄHIGKEITEN 5
- 1.2 ATHLET – LEISTUNG 7
- 1.3 TRAINER 9
- 1.4 RICHTER 9
- 1.5 ZUSCHAUER 10
- 1.6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 11

2 3 TECHNISCHE INNOVATIONEN IM FOKUS

13

- 2.1 SCHWIMMANZÜGE AUS POLYURETHAN 14
- 2.2 BILDVERARBEITUNG: VOM ZUSCHAUER
ZUM TRAINER 16
- 2.3 DIE KÄLTEKAMMER:
-110 °C FÜR EIN VERBESSERTES TRAINING 18

3 + INFORMATIONEN

20

- 3.1 ZUR VERTIEFUNG 20
- 3.2 GLOSSAR 21
- 3.3 BIBLIOGRAFIE ZUM THEMA 22
- 3.4 PRAKTISCHE HINWEISE 23

EINLEITUNG

Die Tochter der Wissenschaft, die Technik, verändert unsere Gesellschaft und unseren Lebenswandel grundlegend – und dies in immer rascherem Tempo. Die Ausstellung *Athleten und Wissenschaft* beleuchtet, inwiefern technische Innovationen den Hochleistungssport beeinflussen: Wie verbessern sie das Training und die Leistungen der Sportler? Wie tragen sie dazu bei, neue Rekorde aufzustellen?

Die Ausstellung ist in vier Themenbereiche aufgeteilt: Zuerst werden **die Sportler** unter die Lupe genommen, die von neuen Erkenntnissen in der Physiologie (Lehre des Körpers, seiner Fähigkeiten und seiner Grenzen), ausgeklügelten Trainingsgeräten und neuen Materialien zur Optimierung der Ausrüstung profitieren. Anschließend werden die technischen Fortschritte erläutert, welche die Arbeit der Trainer dank Instrumenten zur Visualisierung und statistischen Auswertung objektiver gestaltet. Auch die immer genaueren Messsysteme, welche **die Richter** verwenden, werden eingehend erörtert. Und schließlich werfen wir einen Blick auf die Bildverarbeitungssoftware, die **den Zuschauern** spektakuläre Detail- und Vergleichsaufnahmen liefert.

Athleten und Wissenschaft deckt verschiedene Bereiche der Wissenschaft auf sehr konkrete Art und Weise ab. In der Ausstellung werden sowohl die wissenschaftlichen Grundprinzipien als auch deren Anwendung im Sport dargelegt. Mittels dieser Beispiele wird unser **Verhältnis zur Technologie** durchleuchtet: Stichworte sind die „Allgegenwart der Technologie“ und die Angst, dass der Mensch angesichts des wachsenden Einflusses der Technik schließlich in den Hintergrund rückt. Auch die Frage der **Relativität von Rekorden** wird in der Ausstellung angesprochen und anhand von Leistungen, die in verschiedenen Epochen und mit nicht vergleichbaren technischen Mitteln aufgestellt wurden, illustriert.

In der Ausstellung werden nur legale Mittel betrachtet: **das Thema Doping** wird daher nicht direkt behandelt (eine Zone der Dauerausstellung ist dieser Frage gewidmet).

WESHALB MIT SCHÜLERINNEN UND SCHÜLERN DIESE AUSSTELLUNG BESUCHEN?

Die Ausstellung *Athleten und Wissenschaft* ermöglicht Lehrkräften, Fragen der Wissenschaft praktisch und konkret zu behandeln sowie den Einfluss der Technik anhand des Sports – eines Universums, das fest im Alltag der Schülerinnen und Schüler verankert ist, – anzusprechen. Als Zuschauer von Leistungssport und/oder Amateursportler können die Schülerinnen und Schüler:

- Die Rolle von Wissenschaft und Technologie bei der sportlichen Leistungssteigerung entdecken (**Geschichte, Sport**).
- Die zugrunde liegenden Mechanismen erlernen und verstehen (**Naturwissenschaften**).
- Die Veränderungen, welche Wissenschaft und Technologie bei der Ausübung von Sport herbeiführen, distanziert analysieren (**Gesellschaft**).
- Das alltägliche Verhältnis zwischen Mensch (Sportler) und Technologie thematisieren (**Gesellschaft**).
- Ihre eigenen Erfahrungen in diese Gespräche einbringen (**Gesellschaft**).

Es ist wichtig, dass der **Ausstellungsbesuch** vorab im Klassenzimmer vorbereitet wird. Die Schülerinnen und Schüler sollen dazu angeregt werden, sich gewisse Fragen zur Beziehung zwischen Wissenschaft und Sport zu stellen. Sie können so über die eigenen Erwartungen nachdenken, um die Ausstellung aktiv und interessiert zu entdecken.

DAS LEHRMATERIAL

Der erste Teil des Lehrmaterials umfasst einen **Schritt für Schritt beschriebenen Rundgang** durch die Ausstellung. Darin werden nicht alle Einzelheiten angesprochen, sondern vielmehr der Fokus auf bestimmte Themen gerichtet und Vorschläge für Aktivitäten¹ vor Ort geboten. Eine Reihe von Fragen² soll der Lehrkraft helfen, den Dialog mit den Schülerinnen und Schülern während des Ausstellungsbesuchs zu fördern und ihre Betreuung zu erleichtern.

Der rote Faden für diesen Ausstellungsbesuch besteht in der Annäherung zwischen den gezeigten Innovationen und dem **Alltag der Schülerinnen und Schüler**. Benutzen sie ein ähnliches Videosystem? Haben sie schon Reaktionstests gemacht? Haben sie kürzlich ihre Ausrüstung gewechselt, um vom technischen Fortschritt zu profitieren?

Ein weiterer Leitgedanke ist die Verbindung zwischen den **verschiedenen Anwendungsbereichen der Technologien**. Eine Technologie, die als Hilfsmittel im Training eingesetzt wird, verbessert die Leistungen des Athleten, kann jedoch auch vom Trainer zu statistischen Zwecken verwendet werden. Techniken zur Visualisierung von Bewegungsabläufen im Sport kommen dem Sportler zugute, dienen jedoch auch den Richtern als Hilfsmittel bei der Benotung und erhöhen die Attraktivität für den Zuschauer. So sieht man, wie eine Technologie, die für einen bestimmten Bereich gedacht war, schließlich oftmals auf weitere Anwendergruppen ausgeweitet wird.

Im zweiten Teil des Lehrmaterials werden drei technische Innovationen genauer unter die Lupe genommen. Dies ist als Zusatz zum Ausstellungsbesuch zu verstehen und ermöglicht eine vertiefte Auseinandersetzung³ mit der Thematik im Klassenzimmer. Es handelt sich um eine umfassende Darstellung dieser Innovationen mit Erklärungen⁴.

¹ **Aktivitäten in der Ausstellung**



² **Anregungen für Fragen**



³ **Verweis auf die Ausstellung**

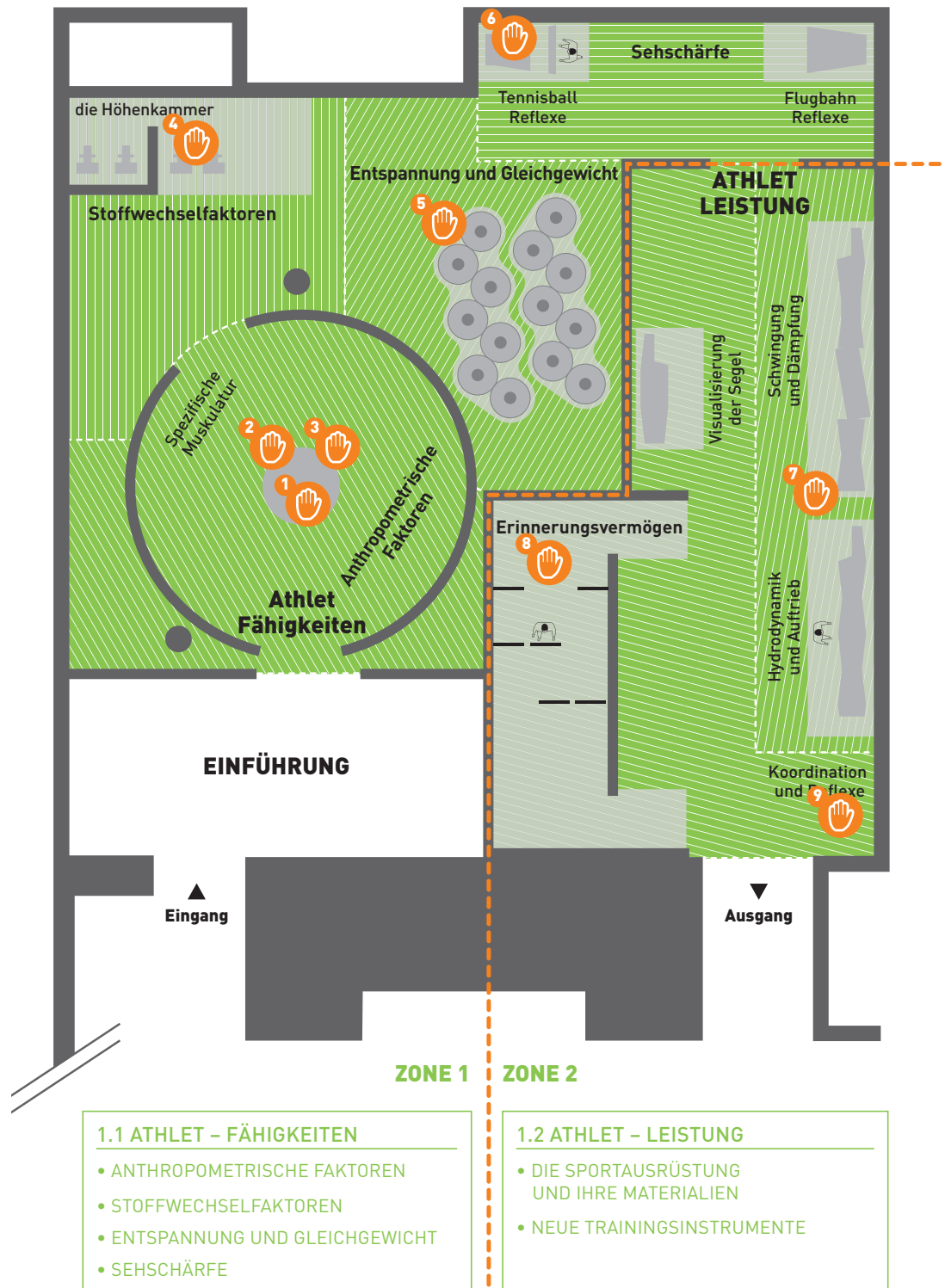


⁴ **Gesprächsthemen**



OBERGESCHOSS +1

Der Rundgang beginnt im 1. Obergeschoss, das ganz den Athleten gewidmet ist.



Der erste Ausstellungsbereich (Zone 1) beschäftigt sich mit der Messung der **physischen Fähigkeiten** der Athleten, der zweite (Zone 2) mit der **Leistung** und dem Training.

Die Wissenschaft interessiert sich von jeher für den menschlichen Körper und seine physischen Fähigkeiten. So ist die Anthropometrie beispielsweise die Lehre der Ermittlung und Anwendung der Maße des menschlichen Körpers. Jede Sportart erfordert bestimmte Fähigkeiten. Neue Messtechniken helfen, den Körper des Athleten zu analysieren und seine künftige Entwicklung bei Jugendlichen vorauszusagen.

ANTHROPOMETRISCHE FAKTOREN

Es ist für einen Basketballer von Vorteil, groß zu sein. Mit etwas Körperfett gleitet ein Schwimmer besser durchs Wasser. Es bleibt jedoch schwierig, einen „Idealkörper“ für jede Sportart zu definieren. Die Leistung hängt nämlich auch von der Technik, der Taktik und, im Falle von Mannschaftssportarten, vom richtigen Mix der verschiedenen Talente ab.



Größe und Gewicht messen und seinen eigenen Körperbau mit jenem der Spitzensportler verschiedener Sportarten vergleichen.



Seinen Körperfettanteil (→vgl. Glossar, S. 21) mithilfe der Körperfettwaage schätzen.

Die Waage schätzt die Wassermenge im Körper und somit den Körperfettanteil. Dazu wird ein sehr schwacher Stromstoß von einem Fuß zum anderen geleitet. Dieser fließt weniger gut durch Fett als durch Wasser, da dieses Elektrolyten enthält. Elektrolyten sind Salze, die über eine gute elektrische Leitfähigkeit verfügen. Die Methode ist nicht sehr verlässlich, da sie sich auf die untere Körperhälfte konzentriert und auch von Temperatur, Stress oder Müdigkeit beeinflusst wird. Man muss lernen, solche Daten mit Vorsicht zu genießen. Oft sind sie nur im Rahmen einer umfassenden Analyse nützlich.



Sein Sprungvermögen messen: Höhe zwischen Boden und Sohlen, ohne Schwungholen.

Hier kann das Sprungvermögen gemessen werden. Dieses ist im Basketball und im Volleyball äußerst wichtig. Erstaunlicherweise wird der Weltrekord (1,52 m) vom französischen Basketballer Kador Ziani gehalten, der nur gerade 1,79 m groß ist. Auf die Einfachheit dieses Messsystems hinweisen: nicht immer ist Hightech notwendig.

STOFFWECHSELFAKTOREN

Der Körperbau ist nicht alles. Seine Fähigkeiten (Sauerstoffzufuhr, Reflexe usw.) kann man auch durch Training verbessern.



Die Höhenkammer zeigen und ihre Funktionsweise erklären (der Test dauert zu lange für eine ganze Klasse). Sie illustriert, inwiefern Sauerstoffmangel die körperliche Anstrengung erschwert. Eine positive Wirkung wird erst nach einem Aufenthalt von mehreren Tagen erzielt.

Muskeln brauchen Sauerstoff, um zu arbeiten. Deshalb atmen wir stärker, wenn wir Sport treiben. Da der Sauerstoff oberhalb von 2000 Metern über Meer knapp ist, wird die körperliche Betätigung anstrengender. Doch nach einer Akklimatisierungszeit beginnt der Körper, mehr rote Blutkörperchen zu produzieren, die den Sauerstoff im ganzen Körper verteilen. Da diese zusätzlichen Blutkörperchen während Wochen im Körper verbleiben, kann ein Sportler, wenn er wieder im Tal ist, seine Muskeln besser mit Sauerstoff versorgen und ist somit leistungsfähiger.

In Höhenkammern (oder Hypoxiekammern, „Hypoxie“ bedeutet „Sauerstoffarmut“) kann dieser Sauerstoffmangel simuliert werden, ohne dass man sich dafür in die Berge begeben muss. Das IOC kam zum Schluss, dass diese Technik die Gesundheit des Sportlers nicht beeinträchtigt und keine Form von Doping darstellt. Die Frage bleibt komplex, da ein sehr hoher Anteil an roten Blutkörperchen tatsächlich gefährlich sein könnte. So ist die Einnahme des Dopingmittels EPO, das durch die Stimulierung der Produktion von roten Blutkörperchen zum selben Resultat verhilft, verboten ...



Welche anthropometrischen Maße kennt ihr?

Größe, Gewicht, Body Mass Index (Gewicht/Größe*Größe), Muskelmasse, Körperfettanteil, Muskelverteilung, Arm- und Beinlänge, Hand- und Fußgröße, Hüftumfang usw...



Wie wichtig sind sie im Sport?



Welche verschiedenen Arten von „Erschöpfung“ gibt es?

Im Sport setzen uns Muskeln, Schmerzen und Atmung („Kurzatmigkeit“) Grenzen.



Sollte Doping über die Methode oder über das Resultat definiert werden?

→ (Vgl. auch „Die Kältekammer“, S. 18)



Welche Sportarten erfordern am meisten Gleichgewicht?

Bogenschießen, Eiskunstlauf, Turnen, aber auch Skifahren, Speerwerfen, Boxen usw.



Wie könnte die Sprunghöhe sonst noch gemessen werden?

- Das System zur Messung des Sprungvermögens aus dem ersten Raum ist bereits bekannt.
- Verwendung einer Videokamera.
- Eine mit lichtempfindlicher Farbe bestrichene Mauer und ein Blitz.



Wo findet man sonst noch Accelerometer?

- In digitalen Fotoapparaten und einigen Smartphones zur Erkennung der Ausrichtung mittels Beschleunigung der Schwerkraft.
- In digitalen Kameras zur Bildstabilisierung bei Verwacklung.
- In Laptops zum Notstopp der Festplatte, sollte der Laptop irgendwo herunterfallen.
- In Joysticks von Videospielen zur Erkennung der Bewegungen des Spielers.

SPRUNGKRAFT UND GLEICHGEWICHT

Die Sprungkraft wird von der Leistung der Muskeln beeinflusst. Leistung wird durch eine rasche Bewegung mit hohem Kraftaufwand erzeugt. In der Physik wird die Leistung als das Produkt von Kraft mal Geschwindigkeit definiert. Es handelt sich also um eine explosive Bewegung, wie sie beispielsweise beim Gewichtheben zu beobachten ist. Andere Sportarten wiederum bringen zwar auch einen Kraftaufwand mit sich, erfordern jedoch eine „bewegungsarme Leistung“. Ein Beispiel dafür sind Skifahrer, die in einer geschwindigkeitssteigernden Position verharren (was paradox scheinen mag).

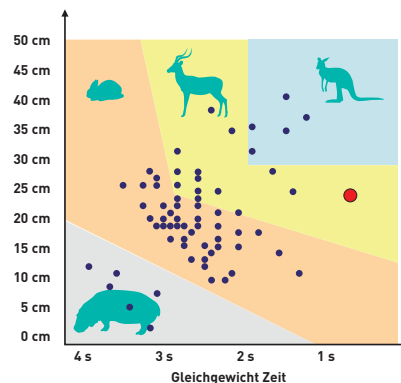
Auch das Gleichgewicht spielt im Sport eine zentrale Rolle, denn ohne Gleichgewicht müsste der Athlet ständig Energie aufwenden, um seine Stellung zu korrigieren.



Seine Sprungkraft und sein Gleichgewicht messen.

Der Parcours vereint explosive Leistung (man muss möglichst hoch springen) und Gleichgewicht (man muss nach jedem Sprung möglichst rasch sein Gleichgewicht finden). Er zeigt, wie die Technologie neue Trainingsarten schafft und im Prinzip neue Sportarten hervorbringen könnte.

Im Gerät ist ein Accelerometer integriert, der die Beschleunigung misst. So kann die Flugbahn und die Höhe des Sprungs berechnet werden (diese Aufgabe kann im Physikunterricht gelöst werden). Auch die Zeit bis das Gleichgewicht gefunden wird, d. h. bis eine Beschleunigung nahe Null erreicht ist, kann gemessen werden.



Sprungkraft und Gleichgewicht. Am Ende der Aktivität seine Sprungkraft und sein Gleichgewicht mit den Resultaten der anderen Besucher vergleichen.

SEHSCHÄRFE

Die Sehschärfe (Fähigkeit des Auges, zwei sehr nahe beieinanderliegende Punkte zu unterscheiden) kann man nicht wirklich trainieren. Es besteht jedoch die Möglichkeit, Kontaktlinsen zu tragen oder sich einer Laseroperation zu unterziehen (wie der Golfer Tiger Woods), die nicht nur eingeschränkte Sehfähigkeiten ausgleichen, sondern bisweilen auch über das Normale hinausgehen können. Die Wahrnehmung hingegen kann trainiert werden.



Seine visuelle Wahrnehmung eines Balls testen.

Um Wettkämpfe zu gewinnen, müssen Sportler nicht nur ihre Fähigkeiten verbessern, sondern in erster Linie ihre Leistungen steigern. Die Technologie unterstützt sie beim Training und bei der Messung ihrer Fortschritte. Sie bringt zahlreiche Innovationen hervor bei der Ausrüstung, der physischen Vorbereitung und der Suche nach idealen Bewegungsabläufen.

DIE SPORTAUSRÜSTUNG UND IHRE MATERIALIEN

Damit Skifahrer weniger durchgeschüttelt werden und Schwimmer besser durchs Wasser gleiten, wurden neue Materialien im Labor entwickelt, geprüft und verbessert.

→ Vgl. auch „Schwimmanzüge aus Polyurethan“, S. 14



Die Dämpfungsfähigkeit und Auftrieb verschiedener Gegenstände testen.



Dämpfung: verschiedene Oberflächen.



Auftrieb: verschiedene Gegenstände.



Was beeinflusst die Leistung eines Sportlers an einem Wettkampf ausser den anthropometrischen Faktoren (die man nicht ändern kann)?

Sein physisches Training, seine mentale Verfassung, seine taktische Vorbereitung und seine Entscheidungen, seine Konkurrenten (z. B. die „Pacemaker“ in den Rennen), die Witterungsverhältnisse, die Zuschauer („Heimspiel“ oder „Auswärtsspiel“) und natürlich die Ausrüstung.

NEUE TRAININGSINSTRUMENTE

Die Suche nach dem idealen Segel.

Echtzeit-Bildtechnologien, die an der ETH Lausanne entwickelt wurden, helfen Seglern, die ideale Segelform zu finden.

Training des Erinnerungsvermögens ...

Das Erinnerungsvermögen spielt eine wichtige Rolle, insbesondere in Sportarten, bei denen es einen Parcours zu absolvieren gilt.



Sich einen Kanu-Parcours einprägen.

... und der Koordination.

Die Koordination von Bewegungen sowie die Ausführungs- und Reaktionsgeschwindigkeit sind in vielen Disziplinen äußerst wichtig: Kampf- und Ballsport, Automobilsport usw. Heute können Reflexe an Maschinen getestet und trainiert werden.



Mithilfe eines Geräts, das in der Formel 1 eingesetzt wird, seine Reflexe testen. Piloten wie Fernando Alonso und Heikki Kovalainen haben 138 Knöpfe pro Minute geschafft. Der Rekordhalter ist jedoch ein Amateur (152).



Ist es fair und erlaubt, sich an einer Regatta auf eine solche Technologie zu stützen?

An olympischen Regatten untersagt, im Training zulässig.

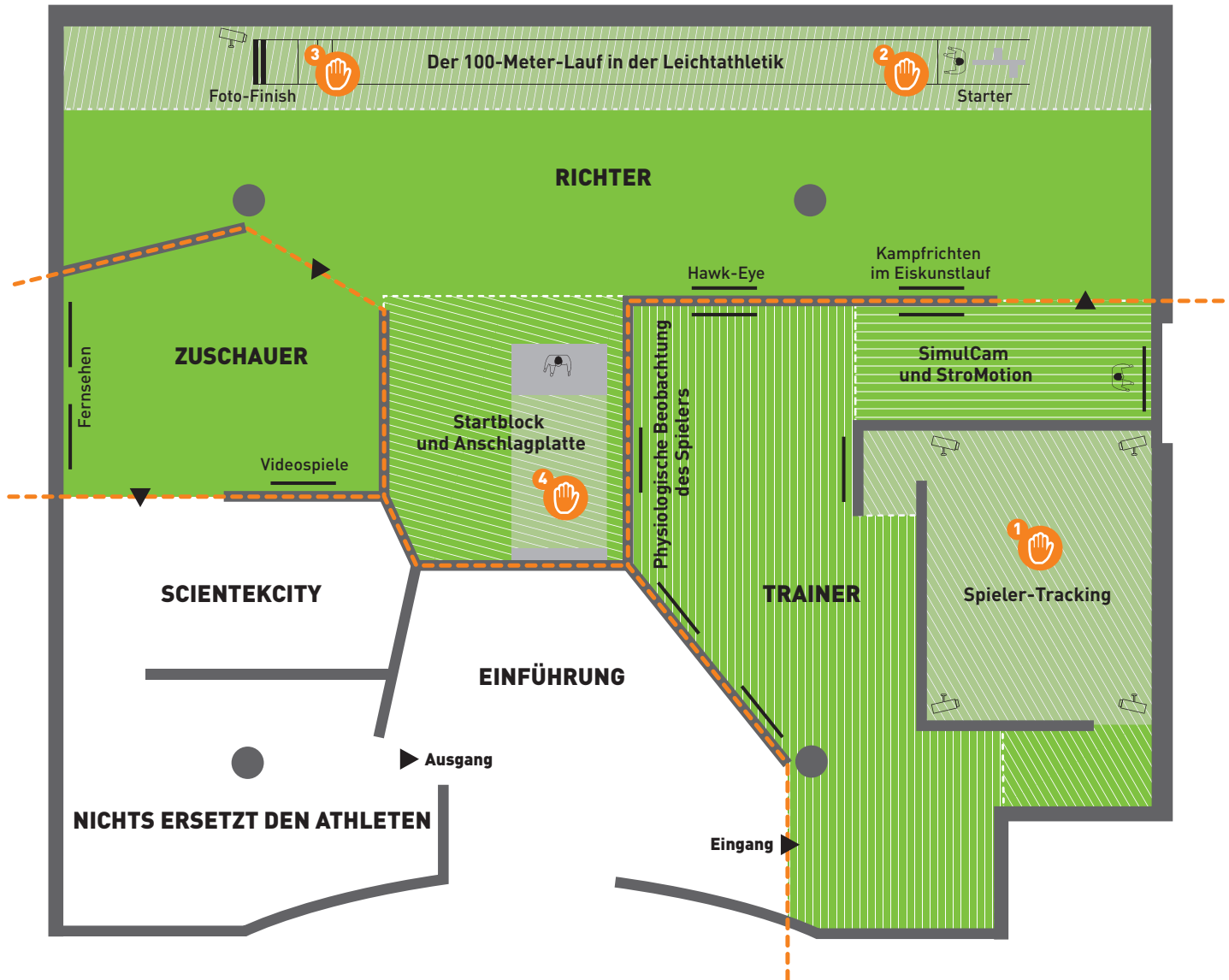


In welchen Sportarten braucht man ein gutes Erinnerungsvermögen?

Auto-Rallye, Skisport, Parcoursreiten usw.

ERDGESCHOSS

Dieser Teil der Ausstellung ist den Trainern, Richtern und Zuschauern gewidmet.



1.3 TRAINER

- SPIELER-TRACKING
- PHYSIOLOGISCHE BEOBACHTUNG DES SPIELERS
- SIMULCAM UND STROMOTION

1.4 RICHTER

- DER 100-METER-LAUF IN DER LEICHTATHLETIK
- STARTBLOCK UND ANSCHLAGPLATTE

1.5 ZUSCHAUER

1.3 TRAINER

RUNDGANG
1.3 TRAINER
1.4 RICHTER

Die Technologie hat auch die Arbeit des Trainers stark verändert. Sie ist heute weniger intuitiv und stützt sich auf objektive Zahlen und Statistiken, die mithilfe von Sensoren, Kameras und Trainingsgeräten, wie wir sie im vorherigen Ausstellungsraum gesehen haben, an eine Computersoftware übermittelt werden. So können die Trainingsfortschritte und Wettkampfleistungen der Spieler überwacht werden.

Der Trainer wird heute von Spezialisten unterstützt, die über spezifische Fachkenntnisse verfügen: Materialspezialisten, Konditionstrainer, Physiotherapeuten und Sportärzte sowie Psychologen, die sich um die mentale Vorbereitung des Athleten kümmern – denn Siege werden auch im Kopf errungen.

SPIELER-TRACKING

Als Tracking bezeichnet man einen Vorgang, bei dem ein Computer mithilfe von Kameras jeden Spieler einer Mannschaft verfolgt und Statistiken zu seiner Fortbewegung erstellt. Der Trainer weiß so, welche Distanzen die Spieler zurückgelegt und wie viele Sprints sie eingelegt haben, kann Spielsequenzen analysieren sowie prüfen, ob die strategischen Muster richtig umgesetzt wurden.



Ein Tracking-System testen.

PHYSIOLOGISCHE BEOBACHTUNG DES SPIELERS

Jogger kennen dieses Gerät längst: eine Armbanduhr, welche die Herzfrequenz misst. Ein ausgeklügeltes Dispositiv stellt die drahtlose Übermittlung der Daten sicher. So kann der Trainer die Herzfrequenz des Sportlers in Echtzeit verfolgen und sehen, ob dieser noch über Reserven zur Leistungssteigerung verfügt.

SIMULCAM UND STROMOTION

→ Vgl. „Bildverarbeitung: vom Zuschauer zum Trainer“, S. 16.



Welche mentalen Verhaltensweisen sind für einen Sportler positiv und welche negativ? Es gibt darauf keine allgemeingültigen Antworten, da sie natürlich vom jeweiligen Charakter abhängig sind!

(+) Selbstvertrauen, Konzentration, Motivation, Kampfegeist, Siegeswille.

(-) Zweifel, Befangenheit, Konzentrationsmangel, Ärger (außer für gewisse Sportler wie beispielsweise den Tennisspieler John McEnroe). Teilnahmslosigkeit, Mutlosigkeit.



Weshalb braucht es mehrere Kameras?

Eine Kamera allein könnte kaum analysieren, was geschieht, wenn zwei Spieler aufeinandertreffen. Mit mehreren Blickwinkeln vermag der Computer das Bewegungsmuster der Spieler auch in solchen Situationen nachzuvollziehen.

1.4 RICHTER

RUNDGANG
1.3 TRAINER
1.4 RICHTER

Die Technologie ist heute nicht mehr wegzudenken, wenn Richter darüber entscheiden müssen, wer an der Ziellinie die Nase vorn hat, ob ein Fehlstart vorliegt oder ob ein Ball „in“ oder „out“ ist („Hawk-Eye“-System im Tennis). Sie ist gewissermaßen das „dritte Auge“ des Richters.

In vielen Sportarten (Basketball, Eishockey, Baseball, Rugby) ist die Verwendung von Videoaufzeichnungen während des Spiels (als Hilfsmittel für Schiedsrichterentscheidungen) oder nach dem Spiel (zur Ahndung von Spielern, die grobe Fouls begingen) zulässig. Eine große Ausnahme bildet nach wie vor der Fußball, wo offenkundige Schiedsrichterfehler (z. B. die berühmten Handspiele von Diego Maradona oder Thierry Henry, die ohne Konsequenzen blieben) viele Fans schockierten.



Welche Argumente sprechen gegen das Herbeiziehen von Videoaufzeichnungen?

Das Spiel nicht unterbrechen müssen; jede Entscheidung – ob mit oder ohne technische Unterstützung – bleibt subjektiv; allzu häufiges Herbeiziehen von Videoaufzeichnungen verhindern; die Autorität des Schiedsrichters nicht hinterfragen.



Eine Fotomontage zeigt 100-Meter-Weltrekorde verschiedener Epochen. Was ermöglichte diesen Fortschritt?

- Die Trainingsmethoden.
- Die Erkenntnisse der Medizin.
- Das Material (Pistenbelag, Schuhe, Startblöcke).

Die Athleten selbst können anhand dieser Rekorde nicht verglichen werden. Sie stellen vielmehr Bestleistungen einer bestimmten Epoche dar.

DER 100-METER-LAUF IN DER LEICHTATHLETIK

Start...

Vorschnelles Handeln ist beim Sprint nicht erlaubt. Ein Fehlstart wird angezeigt, wenn ein Läufer in den ersten 100 ms (=Millisekunden) nach dem Startschuss aus dem Startblock schnell. Untersuchungen haben ergeben, dass eine kürzere Reaktionszeit (→vgl. Glossar, S. 21) fast unmöglich ist. Sie wäre somit ein Hinweis dafür, dass der Sprinter auf gut Glück vor dem Startschuss die Startbewegung eingeleitet hat. Um diese Startzeit zu messen, registriert ein Gerät den Moment, in dem der Sprinter beginnt, mit den Füßen gegen den Startblock zu drücken.

Sprinter haben ausgezeichnete Reaktionszeiten: An den Olympischen Spielen von Beijing 2008 startete Usain Bolt in 165 ms, während Durchschnittsbürger hierfür im Durchschnitt 235 ms bräuchten. Tatsächlich kann man ein Rennen auch als schnellster Läufer verlieren: 1991 in New York wurde Carl Lewis Zweiter hinter Leroy Burrell. Zurückgeworfen hat ihn sein um 49 ms langsamerer Start, denn die 100 Meter ist Lewis anschließend schneller gelaufen als Burrell.

Zudem wird der Startschuss auf Lautsprecher übertragen, die sich hinter jedem Sprinter befinden. Andernfalls hätten die Läufer, die sich näher bei der Pistole befinden, einen leichten Vorteil, da der Schuss dort lauter ist und damit eine rasche Reaktion begünstigt.



Einen echten Sprintstart hinlegen und seine Reaktionszeit testen.

... und Zieleinlauf

Die Position des Oberkörpers entscheidet über den Ausgang eines Rennens. Wenn die Spitzenläufer dicht gedrängt die Ziellinie überqueren, wird der Sieger anhand des Zielfotos (→vgl. Glossar, S. 21) eruiert.



Am Ende des Rennens wird ein Zielfoto geschossen.

STARTBLOCK UND ANSCHLAGPLATTE

Beim Schwimmen gilt als Zieleinlauf, wenn der Schwimmer die Anschlagplatte drückt. An den Olympischen Spielen von Beijing 2008 entschied eine Hundertstelsekunde über den Finalausgang im 100 Meter Schmetterling zwischen Phelps und Cavic. Die Analyse der vertikalen Bilder des Zieleinlaufs bestätigten das Ergebnis der Anschlagplatten.



Einen Schwimmwettkampf simulieren, vom Startblock bis zur Anschlagplatte. Man muss die nötige Kraft finden (entspricht 3 kg), um die Anschlagplatte auszulösen. Diese darf nicht allzu sensibel sein, sonst könnte sie durch eine Welle ausgelöst werden.

RUNDGANG
RICHTER 1.4
ZUSCHAUER 1.5

1.5 ZUSCHAUER



Wie denkt ihr werdet ihr euch in 50 Jahren die Olympischen Spiele ansehen?

Mehr Interaktivität, Wahl des Blickwinkels, Statistiken. Die Spieler über Lautsprecher aus dem Wohnzimmer anfeuern.

Zum besseren Verständnis von Sportübertragungen am Fernsehen profitieren Zuschauer (und Sportkommentatoren) von denselben Visualisierungsinstrumenten wie die Trainer.

Betrachtet man die Übertragungsmethoden der Olympischen Spiele über die Jahre hinweg, so sind diese ein perfektes Spiegelbild der Entwicklung unserer Gesellschaft, die immer weiter in ein Zeitalter der globalen und sofortigen Information vorrückt.

Bei den Videospiele, die heute einen größeren Markt darstellen als das Kino, werden von jeher virtuelle Sportwettbewerbe angeboten. Deren Realitätsnähe ist beeindruckend geworden. Dank Technologien zum Aufzeichnen und Analysieren von Bewegungen wird diese virtuelle Welt von naturgetreuen Nachbildungen echter Spieler bevölkert.

Der letzte Ausstellungsraum bietet Gelegenheit, die Schwerpunkte des Ausstellungsbesuchs zusammenzufassen und mit den Schülerinnen und Schülern auf ein paar Fragen zurückzukommen, die in der Einleitung (vgl. S. 2) aufgeworfen wurden. So kann die Ausstellung nochmals kurz durchgegangen werden, damit sie besser in Erinnerung bleibt.

Es wird empfohlen, all diese technischen Innovationen mit einer gewissen Vorsicht zu genießen. Diese Datenlawinen helfen zwar, Leistungen objektiver zu beurteilen, ihre Auswertung nimmt jedoch viel Zeit in Anspruch.

SCIENTEKITY

Der Raum „ScienTekCity“ regt dazu an, sich Gedanken zur Zukunft des Sports zu machen. Im Klassenzimmer fortsetzen (→vgl. „Zur Vertiefung“, S. 20).

NICHTS ERSETZT DEN ATHLETEN

Die Technologie fasziniert, darf den Menschen jedoch nicht in den Schatten stellen. Sportler sind nach wie vor sehr oft die Triebkraft revolutionärer Verbesserungen, wie beispielsweise die Technik der Rückwärtsrolle im Hochsprung, die von Dick Fosbury erfunden wurde.



GESPRÄCHSTHEMEN

Auf eine Innovation zurückkommen, die in der Ausstellung gezeigt wird, und beobachten, wie sie die verschiedenen Akteure (vom Athleten über den Trainer und die Richter bis hin zum Zuschauer) beeinflussen.

Geräte zur Messung der physischen Leistung nützen dem Athleten, helfen aber auch dem Trainer bei der Planung der Trainingseinheiten und bei der Überwachung der Fortschritte des Sportlers. Sie können auch die Arbeit der Richter erleichtern (Fehlstarts beim Sprint aufgrund der Reaktionszeit) und gleichzeitig die Spannung für die Zuschauer erhöhen (Hawk-Eye im Tennis).

Visualisierungsinstrumente (wie die Bildsequenzen mit StroMotion), die in erster Linie für das Fernsehen entwickelt wurden, unterstützen im Eiskunstlauf auch die Richter.

Welche anderen Akteure (außer den Athleten, Trainern, Richtern und Zuschauern) gibt es im Umfeld des Sports?

Medien, Sponsoren, Politiker (Vereinnahmung aus wahlpolitischen Überlegungen, Patriotismus), Familien der Athleten, Fans.

Welche Eigenschaften haben viele der Innovationen, die in der Ausstellung gezeigt werden, gemeinsam?

Viel Elektronik und Zahlen. Alles was gemessen werden kann, wird heute „digitalisiert“: das gemessene Signal wird in numerische Daten umgewandelt, die vom Computer verarbeitet werden können. Das Signal kann drahtlos übertragen, grafisch dargestellt und statistisch ausgewertet werden. Diese Entwicklung im Sport reflektiert die Entwicklung unserer Gesellschaft, in der die Intuition mehr und mehr den rationalen Zahlen weicht.

Bilder und Visualisierungsinstrumente werden immer wichtiger.



In diesem Teil des Lehrmaterials werden drei technische Innovationen und ihr Einfluss auf den Hochleistungssport eingehender betrachtet. Es werden ihre Mechanismen erläutert und Gedankenanstöße gegeben, die mit den Schülerinnen und Schülern im Anschluss an den Ausstellungsbesuch im Klassenzimmer besprochen werden können. Ausgehend von diesen drei Innovationen, können die Schülerinnen und Schüler zudem dazu angeregt werden, in Gruppen eine Forschungsarbeit durchzuführen.

DIE SCHWIMMANZÜGE AUS POLYURETHAN werfen die Frage auf, inwiefern sich Amateursport und Hochleistungssport unterscheiden. Oftmals dient der Wettkampf als Plattform für Entdeckungen, die Jahrzehnte später der breiten Öffentlichkeit dienlich sind. Doch was bringt ein Hightech-Schwimmanzug einem Amateursportler wirklich? Ist es für ihn befriedigend, seine Leistung ohne Kraftaufwand zu verbessern? Diese Doppelseite bietet eine kurze wissenschaftliche Analyse des Schwimmens und erklärt, wie solche Anzüge die Leistung der Schwimmer steigern.



Schwimmanzüge aus Polyurethan.

Die Doppelseite **BILDVERARBEITUNG: VOM ZUSCHAUER ZUM TRAINER** widmet sich neuen Darstellungsarten von Bildern. Sie knüpft an den Alltag der Schülerinnen und Schüler an, die durch Videospiele und bestimmte Smartphones mit diesen neuen Visualisierungsformen vertraut sind. Sie zeigt auch, wie ein Start-up-Unternehmen aus dem Hightechbereich sich auf dem Markt etabliert und mit seinen Innovationen sowohl Fernsehzuschauer als auch Sportler und Trainer anspricht.



StroMotion.

DIE KÄLTEKAMMER veranschaulicht die manchmal extremen Hilfsmittel, die Athleten zur Steigerung ihrer Leistungen hinzuziehen. Sich bei -110 °C abzukühlen, um bessere Trainingsergebnisse zu erzielen, sieht auf den ersten Blick der Science-Fiction ähnlich. Für einen Athleten, der ständig an seinem Körper arbeitet, ist jedoch jede Hoffnung auf Verbesserung ein Versuch wert. Der Körper wird zu einer Maschine, die man pflegen, schmieren, ja gar tiefkühlen muss ... Wie weit soll man gehen? Diese dritte Innovation ist in der Ausstellung Athleten und Wissenschaft nicht zu sehen. Sie soll jedoch zum Nachdenken anregen (→vgl. "Zur Vertiefung", S.20), nämlich durch eine Arbeit über die Zukunft des Sports.



Kältekammer.

2.1 SCHWIMMANZÜGE

PÄDAGOGISCHE ZIELE

Darstellung von Rekorden als etwas Relatives und nicht nur als „nackte“ Leistung des Sportlers.

Erläuterung der Verbesserungen, die diese Schwimmanzüge gebracht haben, ausgehend von der Analyse des Schwimmens.

Hinterfragung des Nutzens solcher Innovationen für Amateursportler.



Blick in die Vergangenheit

Die Badekleider von 1924 (Johnny Weissmüller), 1982 (Alexander Baumann) und 2009 (Alain Bernard) vergleichen. Was fällt auf?

Die Badekleider werden wieder lang wie zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Damals deckten sie weite Körperteile ab, jedoch mehr aus Gründen der Schicklichkeit als aus einem Leistungsgedanken heraus.



Johnny Weissmüller (1924).



Alexander Baumann (1984).



Alain Bernard (2009).

Im Jahr 2008 wurden 108 neue Schwimmweltrekorde aufgestellt (davon 21 an den 32 Wettbewerben der Olympischen Spiele von Beijing). In diesem Jahr unterboten 11 Schwimmer die Marke von 48 Sekunden für 100 Meter, während dies zwischen 2000 und 2007 nur ein einziger Schwimmer geschafft hat. Der Grund? Die Einführung von Hightech-Schwimmanzügen aus Polyurethan.

Diese spektakuläre Leistungssteigerung gab Anlass zu einer großen Polemik, insbesondere an den Schwimmweltmeisterschaften von Rom 2009. Ab 2010 verbietet der Internationale Schwimmverband (FINA) diese absolut wasserundurchlässigen Anzüge. Die Schwimmer müssen Badekleider aus wasserdurchlässigen Textilien tragen.

Die Vorteile solcher Anzüge sind nicht von der Hand zu weisen und werfen die Frage auf, inwiefern Rekorde vergleichbar sind. Wie können Leistungen, die von Athleten in verschiedenen Epochen und mit unterschiedlichen Materialien erreicht wurden, miteinander verglichen werden?

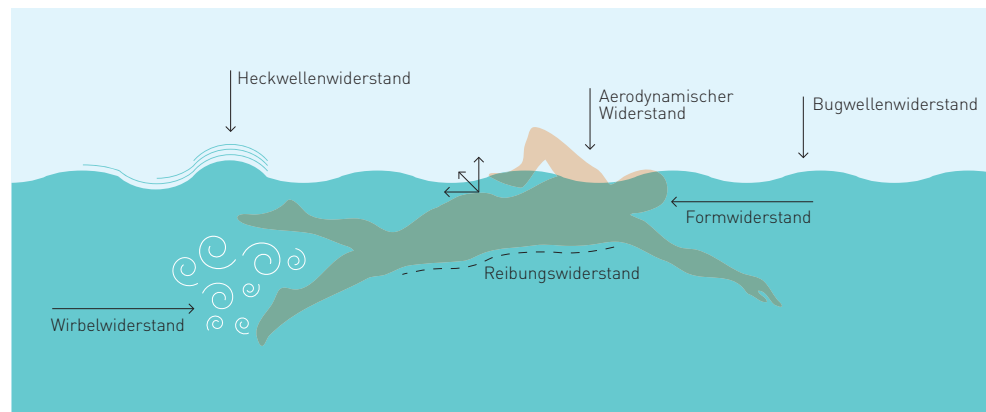


In der Ausstellung Athleten und Wissenschaft: (A) Neben einem Versuch, anhand dessen der Auftrieb verschiedener Gegenstände getestet werden kann, ist ein Schwimmanzug ausgestellt.

DIE WISSENSCHAFT DES SCHWIMMENS

Das Wasser bremst den Schwimmer auf mehrere Arten.

- Die **Form** des Schwimmers im Wasser ist von zentraler Bedeutung. Mit der liegenden Wasserlage wird der Bewegung eine möglichst kleine Fläche entgegengesetzt, um hydrodynamisch durch das Wasser zu gleiten (vgl. geschwindigkeitssteigernde Position beim Skifahren). Ein langer Schwimmer mit breiten Schultern und schmalen Becken bietet der Vorwärtsbewegung den geringsten Widerstand (erinnert an einen Wassertropfen, der im Fall eine Form annimmt, die den geringsten Luftwiderstand bietet). Auch die Verwirbelungen (oder Turbulenzen), die sich hinter dem Schwimmer bilden, gilt es zu meiden.



Schema: Wissenschaft des Schwimmens.

- Die vom Schwimmer erzeugten **Wellen** generieren Hochdruckzonen, die der Athlet durchqueren muss und ihn bremsen. In neuen Schwimmbecken sind die Bahnen mit Wellenbrechern versehen, damit die Schwimmer in den randnahen Bahnen, wo die Wellen von Natur aus stärker sind, nicht benachteiligt sind. Es wäre von Vorteil, unter Wasser zu schwimmen (wo es keine Wellen gibt) – dies ist jedoch verboten.
- Die **Reibung** des Wassers auf dem Körper des Athleten und auf seinem Schwimmanzug wirkt bremsend. Um diese Wirkung zu minimieren, rasieren sich Schwimmer den Körper.

DAS GEHEIMNIS DER HIGHTECH-ANZÜGE

- Sie sind **elastisch**. Sie wirken wie eine Hülle, welche die Muskeln zusammendrückt und so den Formwiderstand des Wassers reduziert.
- Sie sind **wasserundurchlässig**, sodass die Luftblasen eingeschlossen werden und der Auftrieb des Schwimmers erhöht wird. Der Wasserwiderstand wird gesenkt, da ein kleinerer Teil des Körpers ins Wasser eintaucht.
- Ihre Oberfläche ist **glatt** und weist geringe Reibungskoeffizienten auf. Außerdem sind sie mit **wasserabweisenden** Produkten behandelt, welche die Strömungsfähigkeit des Anzugs verbessern.
- Ihre Nähte und der Reißverschluss sind so gestaltet, dass sie einen **möglichst kleinen Widerstand** bieten.
- Sie sind aus **Polyurethan** gefertigt, einem Kunststoff, der hier Elastizität und Wasserundurchlässigkeit garantiert. Dieses Polymer (eine Verbindung aus Makromolekülen) kann verschiedene Formen annehmen (Hartschaum, Hart- und Weichkunststoff, synthetische Stoffe usw.).



GESPRÄCHSTHEMEN

Wo liegen die Grenzen für innovative Hilfsmittel?

Sollte man nackt schwimmen? Nicht unbedingt: die Regeln der FINA sind klar und verbieten alle Anzüge oder Hilfsmittel, welche die Geschwindigkeit, den Auftrieb oder die Ausdauer des Schwimmers steigern. Es gilt jedoch zu bedenken, dass in allen Sportarten Hilfsmittel verwendet werden (Ski, Hochsprungstab, Tennisschläger, Schuhe usw.), deren Reglementierung notwendig – und möglich – ist. Der technologische Fortschritt ist jedoch dermaßen rasant, dass es bisweilen schwierig ist, sie vorwegzunehmen und das Reglement anzupassen, bevor sie im Wettkampf eingesetzt werden. Müsste man also „Moratorien“, d. h. vorübergehende Verbote, einführen bis alle erforderlichen Testergebnisse vorliegen?

Welchen Nutzen hat der Amateursportler davon?

Oftmals werden Innovationen für den Wettkampf konzipiert, die auch für Amateursportler interessant sind – insbesondere bezüglich Komfort und Sicherheit. Der Schwimmanzug aus Polyurethan hingegen steigert in erster Linie die Leistung. Ist es für einen Amateursportler attraktiv, eine solche teure Anschaffung zu tätigen (rund CHF 450)? Die meisten Amateursportler verfügen ohnehin nicht über die nötige Technik, um aus den Anzügen einen Nutzen zu ziehen.

Die Hydrodynamik

Verschiedene Gegenstände in ein Glas Wasser fallen lassen und die Gründe analysieren, weshalb sie mit unterschiedlicher Geschwindigkeit sinken. Ihr Volumen beeinflusst das archimedische Prinzip, ihre Form verändert den Widerstand und ihre Oberfläche bestimmt die Reibung. Dasselbe gilt in der Luft, wo das archimedische Prinzip meist vernachlässigbar ist. Den Fall eines zu einer ganz kleinen Kugel zerknüllten Papiers mit jenem einer lockerer zerknüllten Kugel vergleichen. Die Form, die ein fallender Wassertropfen annimmt beobachten. Das Verhältnis zwischen verschiedenen Formen (Würfel, Kugel, Tropfen) und ihren Strömungswiderstandskoeffizienten (→vgl. *Glossar, S. 21*) analysieren.



Welche technologischen Fortschritte aus dem Hochleistungssport können für Amateursportler nützlich sein? Welche sind für sie unnützlich?

- (Nützlich) schwingungsreduzierende Ski, leichtere Fahrräder, Gangschaltung am Lenkrad in der Formel 1.
- (Unnützlich) Schwimmanzüge, Systeme zum Spieler-Tracking.



Welche Faktoren sind für Amateursportler wichtig?

Komfort, Sicherheit, Kontrolle, Präzision.

PÄDAGOGISCHE ZIELE

Erläuterung, inwiefern
Technologie unsere
Sehgewohnheiten verändert
(Zeitlupe, Multidisplay, 3D).

Spektakuläre Bilder: die Rennen zweier Skifahrer werden überlagert und lassen diejenigen Passagen erkennen, wo die entscheidenden Hundertstelsekunden gewonnen wurden. Der Weitsprung eines Athleten wird in rund zwanzig Bilder zerlegt.

Auf diese Weise ermöglicht die Videoaufnahme den Trainern, die Bewegungen der Athleten und den Verlauf der von ihnen zurückgelegten Strecke im Detail zu analysieren. Solche Systeme dienen dem Vergleich des Stils der Spieler und dem besseren Verständnis der Spielphasen bei Mannschaftssportarten. Sie erleichtern insbesondere die Kommunikation zwischen dem, was der Trainer von außen sieht, und dem, was der Sportler von innen wahrnimmt.



In der Ausstellung Athleten und Wissenschaft (A) sind Bildverarbeitungssysteme („SimulCam“ und „StroMotion“) zu sehen.



Die stroboskopische Aufnahme erleichtert das Analysieren einer Athletenbewegung sowie einer Spielphase.

WIE WIRD EINE STROBOSKOPISCHE AUFNAHME GEMACHT?

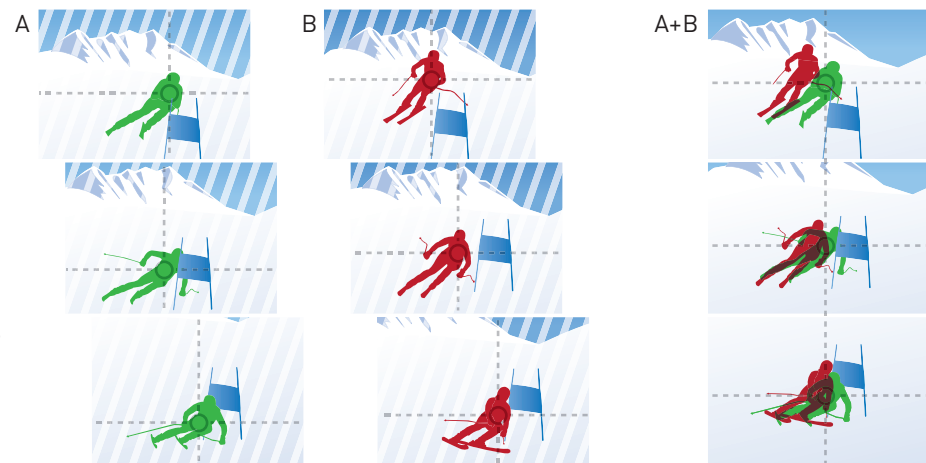
Der Bildschnitt zur Erzeugung eines Stroboskopeffekts (→vgl. Glossar, S. 21) ist leicht, sofern die Kamera nicht bewegt wird. Man braucht lediglich diejenigen Bilder auszusuchen, die man zeigen will. Mit einer gewöhnlichen Digitalvideokamera, die 30 Bilder pro Sekunde aufzeichnet, würde die Anzeige von einem der 30 Bilder die Bewegung in Sekundenschritten zerlegen.

Die Situation ist jedoch komplexer, wenn die Kamera mit dem Athleten mitgeht. In einem solchen Fall muss ein Computer ihn isolieren, d. h. den Hintergrund entfernen, und das Bild des Athleten auf dem Bildschirm zurückversetzen, um damit die Kamerabewegung zu kompensieren (→vgl. Schema).

Dazu muss man die Kamerabewegung kennen. Zwei Techniken werden eingesetzt: Man kann entweder an der Kamera Bewegungssensoren anbringen oder die Bewegung anhand des Hintergrunds berechnen, der selbst unbewegt bleibt.



Das SimulCam-System ermöglicht den gleichzeitigen Vergleich des Verlaufs der zurückgelegten Strecke zweier Skifahrer.



Linke Sequenzen (A und B): die Athleten werden mit einer spezifischen Software isoliert.

Rechte Sequenzen (A+B): die Bilder werden anschliessend zentriert und überlagert.

Ähnliche Probleme ergeben sich bei der Überlagerung zweier Bilder. Da die Kameraleute den Athleten bei ihren Wettläufen folgen, ist die Ausrichtung der Kamera bei zwei Bildaufnahmen nie dieselbe. Um also zwei Bilder vergleichen zu können, muss man die Kamerabewegung kennen und so tun, als ob die zwei Bilder gleich wären, indem diese neu positioniert werden.

FERNSEHEN, SPORTLER UND PERSONALABTEILUNGEN

Die Bildüberlagerungstechnik „SimulCam“, die im Rahmen einer Doktorarbeit an der ETH Lausanne entwickelt und vom freiburgischen Start-up-Unternehmen „Dartfish“ vermarktet wurde, ist im Januar 1998 während der Abfahrt von Wengen erstmals öffentlich zum Einsatz gekommen. Ursprünglich war sie für die Fernsehbranche gedacht, die diese spektakulären Bilder als Zuschauerattraktion übertragen wollte. Doch auch die Trainer waren schon bald daran interessiert.

Im Januar 2001 wurde die stroboskopische Aufnahmetechnik „StroMotion“ während eines Eiskunstlauf-Wettkampfes lanciert. Heute wird sie von den Richtern zum Benoten der Eiskunstlaufprogramme genutzt. An den Olympischen Winterspielen von Turin 2006 machten mehr als 60 % der Athleten und Trainer Gebrauch von derartigen Systemen. Das Unternehmen verkauft seine Software heute auch Physiotherapeuten sowie Personalabteilungen, damit diese das Verhalten ihrer Angestellten analysieren können. Während zahlreiche Innovationen zuerst für einen Nischenmarkt entwickelt werden, bevor die breite Öffentlichkeit sie sich zu eigen macht, ist Dartfish gerade umgekehrt vorgegangen, indem es beim Fernsehen begann und schließlich zu den Spezialisten gelangte. Dieses Beispiel zeigt, wie eine Technologie alle Akteure des Hochleistungssports betreffen kann, vom Fernsehzuschauer über den Trainer und den Richter bis hin zum Sportler.



GESPRÄCHSTHEMEN

Von der Chronofotografie bis zur Analyse des Blicks

Ab Ende des 19. Jahrhunderts erfanden Fotografen wie Eadweard Muybridge und Etienne-Jules Marey Systeme, die das Fotografieren von sehr schnell aufeinanderfolgenden Bildern ermöglichte: die Chronofotografie. Sie wurde vorerst zur Erforschung von Tierbewegungen genutzt (Insektenflug, Pferdegalopp). Die Analyse von Bewegungsabläufen im Sport wurde allmählich wissenschaftlich, geometrisch und physikalisch.

Zu Beginn konzentrierte man sich auf die „offensichtlichsten“ Momente einer Bewegung (zum Beispiel den Sprungverlauf beim Weitsprung). Gegen Mitte des 20. Jahrhunderts galten die Analysen vermehrt den versteckten und sehr flüchtigen Augenblicken, die ausschlaggebend sein können, wie etwa dem Abstoß bei einem Sprung. In den 1970er-Jahren entstand die Hoffnung, die „ideale Bewegung“ zu finden, aber oft haben diese Analysen bei den Athleten nur wenige Schwachstellen entdeckt, die sie zuweilen beheben konnten.

Wissenschaftler wandten sich schließlich vermehrt der Wahrnehmung und den Reaktionen der Athleten zu – und fanden beispielsweise heraus, dass ein Torhüter gewöhnlich nicht den Ball fixiert, sondern sich vielmehr auf den Spieler konzentriert, um dessen Körpersprache besser zu verstehen.

Bewegungsanalyse per Stroboskop

Der Stroboskopeffekt ermöglicht eine fotografische Aufnahme, die den Bewegungsverlauf eines Gegenstands in mehreren Etappen darstellt. Es braucht lediglich eine lange Belichtungszeit sowie ein Stroboskop – ein Apparat, der periodisch unterbrochenes Licht abgibt (beispielsweise einen Blitz jede Zehntelsekunde) –, das den Gegenstand beleuchtet. Stroboskope werden im Physikunterricht verwendet, um den Bewegungsverlauf eines fliegenden Gegenstandes zu beobachten.

Entwicklung der Wiedergabe

Über das Thema „Bild“ und seine Entwicklung sprechen. Welche neuen Wiedergabemöglichkeiten von Bildern kennen die Schülerinnen und Schüler? Für jede Art der Wiedergabe beschreiben, wie diese die Sportpraxis und ihre Darstellung verändern könnte.

- Zeitlupe, Zeitraffer.
- Split-Screen, Zapping.
- Bullet-Time-Effekt dank mehreren Kameras, die um ein „in der Zeit eingefrorenes“ Objekt herum plaziert werden (wurde im Film „The Matrix“ verwendet).
- Fotografische Effekte (verstärkter Kontrast, Fischauge, Tilt-Shift-Effekt).
- Videospiele, die es ermöglichen, die Handlung unter verschiedenen Aufnahmewinkeln nochmals zu sehen.
- erweiterte Realität (→vgl. Glossar, S. 21).



Die Chronofotografie ist das erste System, das die Analyse von Bewegungsabläufen im Sport ermöglicht.

PÄDAGOGISCHE ZIELE

Erklärung der Kältewirkung auf den Körper.

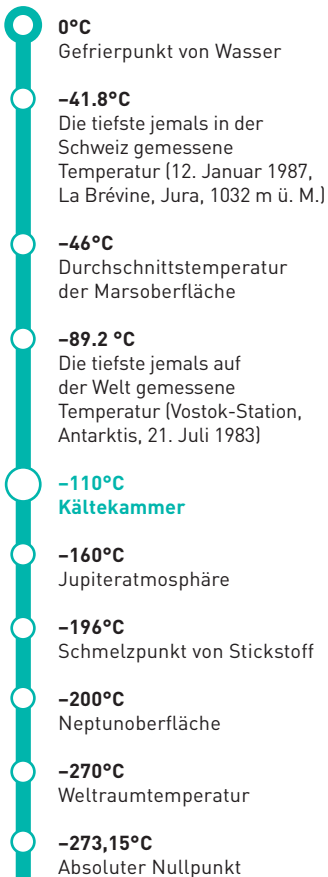
Hinterfragung der Grenzen der Wissenschaft: wie weit soll man gehen, um die Leistungsfähigkeit seines Körpers zu steigern?

Lediglich mit Handschuhen, Socken, einer Mütze und einer Maske über Mund und Nase bekleidet, betreten die Sportler eine Kammer, die auf -110 °C heruntergekühlt wurde. Dort bleiben sie zwei bis drei Minuten. Ziel dieses „Kälteschocks“ ist es, Traumata zu behandeln, Schmerzen zu verringern und den Heilungsprozess nach einer Verletzung zu beschleunigen – jedoch nicht nur. Sportler wenden diese Technik auch an, um die Verletzungsrisiken während einer intensiven Trainingsphase herabzusetzen oder sich gar auf einen Wettkampf vorzubereiten. Ist dies also Doping oder nicht?

Die „Ganzkörper-Kältebehandlung“ ist noch sehr jung, und die Wissenschaft hat noch nicht alle Fragen zu ihrer Wirksamkeit beantwortet. Aber der Sport wartet nicht... Die Anwendung dieser futuristischen Technik durch die Sportler ist ein schönes Beispiel für den grenzenlosen Einfallsreichtum des Hochleistungssports, wenn es darum geht, die Leistung der Athleten noch weiter zu steigern. Was bedeutet das für den Sport der Zukunft?



Was ist wirklich kalt?



GESCHICHTE UND PRINZIP

Die Kältebehandlung (oder „Kryotherapie“) ist uns allen bekannt: Wer hat nicht schon eine Kältekompressen auf eine geschwollene Verletzung gelegt? Der griechische Arzt Hippokrates hat schon 400 Jahre v. Chr. die Verwendung von Eis und Schnee zur Behandlung von Verletzungen empfohlen. Die Kälte lässt die Schwellung (oder Entzündung) zurückgehen, indem sie die Gefäße verengt, was wiederum die Durchblutung reduziert. Auch der Schmerz wird gelindert, da die Übertragung der Nervensignale verringert wird.

Man kann Kälte auch auf den ganzen Körper anwenden. Eisbäder werden traditionell in zahlreichen nordischen Ländern praktiziert (Skandinavien, Russland), und einige Sportmannschaften wenden sie nach dem Training an, um Muskelkater zu verhindern und die Muskelregeneration zu fördern.

Kältekammern wurden in den 1980er-Jahren in Japan entwickelt und anschließend nach Deutschland und Polen exportiert, ursprünglich zur Behandlung von Problemen wie etwa Rheuma und Arthritis (Gelenkentzündung). Diese Behandlung wird nur in wenigen medizinischen Zentren angeboten, oft in Verbindung mit Kurhäusern. Sie ist nach wie vor umstritten, da noch nicht genügend wissenschaftliche Studien vorliegen. Dennoch wird sie in immer mehr Schönheitszentren praktiziert, da sie angeblich Zellulitis entgegenwirkt.

AUCH DIE SPORTLER SIND DABEI

Sehr bald schon interessierten sich auch die Sportler für diese neue Technik. Zuerst zur Rehabilitation nach einer Verletzung. Die Schmerzlinderung, die sogar noch bis mehrere Stunden nach der Behandlung anhält, hilft ihnen bei den Physiotherapie-Übungen. „Bei gleichem Training schneidet derjenige Athlet besser ab, der sich besser erholt hat“, sagt ein Spezialist.

Einige Mannschaften machen eine „Kryotherapie-Kur“ während intensiven Trainingsstunden, um die Verletzungsrisiken zu mindern. Es gibt auch Sportler (wie etwa die irische Rugbymannschaft), die diese Technik während der Spielsaison regelmäßig zur Leistungssteigerung anwenden, oder gar kurz vor einem Wettkampf. Ob die Leistungen damit jedoch wirklich gesteigert werden, bleibt aus wissenschaftlicher Sicht nach wie vor unsicher. Es wird angenommen, dass die Kälte während Ausdauerwettkämpfen helfen kann (vor allem bei Hitze und hoher Luftfeuchtigkeit), aber weniger bei intensiver körperlicher Anstrengung wie dem Sprint.

Die Kryotherapie zeigt sehr schön, wie eine Innovation ihren Platz in der Gesellschaft findet. Während sich die medizinische Anwendung progressiv entwickelt, mit Sorgfalt und mittels strenger wissenschaftlicher Studien, verwenden Schönheitssalons neue Techniken sobald diese verkäuflich werden (d. h. ungefährlich und potenziell wirksam sind). Auch Sportler zögern nicht lange, um neue Methoden auszuprobieren, in der Hoffnung, ihre Leistung zu verbessern. In solchen Fällen funktioniert die Mundpropaganda sehr gut: wenn Stars es machen und damit zufrieden sind, machen es andere nach...

Und ihr, wie würdet ihr reagieren? Würdet ihr diesen Schritt in die Eiseskälte wagen?



In der Ausstellung Athleten und Wissenschaft: (A) Die Ausstellung zeigt keine Kältekammer, jedoch eine ähnliche Vorrichtung: die Höhenkammer (→vgl. S. 5).

DIE KÄLTEKAMMER IN DER PRAXIS

Die Sitzung geschieht unter paramedizinischer Aufsicht. Man muss einen medizinischen Fragebogen ausfüllen (um Bluthochdruck- oder Herzprobleme zu verhindern), sich ausziehen, dicke Socken und Handschuhe überstülpen, ein Stirnband über die Ohren und eine chirurgische Maske über Mund und Nase ziehen. Dann kann man eintreten ... Nachdem man kurz durch eine erste Schleuse bei -10 °C und eine zweite bei -60 °C gegangen ist, tritt man in die auf -110 °C abgekühlte Kammer. Die Körpertemperatur sinkt nicht, oder nur sehr gering. Die der Haut kann bis zu 10 °C oder gar 5 °C erreichen – wie übrigens bei der lokalen Anwendung von Eis oder einer Kältekompressen.

Man bleibt höchstens einige Minuten. Auch muss man sich etwas bewegen. Die Kälte sei beißend, berichten die Benutzer, jedoch leichter erträglich als befürchtet. Man kann über Mikrofon und Lautsprecher mit der Person, welche die Kammer überwacht, kommunizieren. Wenn die Patienten herauskommen, sind sie begeistert, in Form und bereits ein bisschen süchtig danach – am nächsten Tag möchten sie schon wieder hinein.



GESPRÄCHSTHEMEN

Warum erfriert man bei -110 °C nicht?

Der Eindruck von Wärme und Kälte hängt weniger von der Temperatur selbst, sondern vielmehr von der Wärmeleitung (Wärmeverlust oder -gewinn) ab: ein Holzgegenstand scheint immer eher lauwarm, ob er nun 10 °C oder 40 °C warm ist, denn Holz ist ein schlechter Wärmeleiter – im Gegensatz zu Metall oder Beton, die schnell sehr kalt oder sehr warm wirken. Wasser ist ein guter Wärmeleiter, deshalb ist ein Eisbad sehr schnell unerträglich, und ein trockener Wintertag scheint weniger kalt als ein feuchter Herbsttag. Die Luft der Kältekammer ist sehr trocken und bewegt sich nicht (kein Wind), sodass die Wärmeleitung schwach bleibt. Die Gliedmassen (Füße, Hände und Ohren) müssen jedoch geschützt werden, weil diese infolge weniger guter Durchblutung sonst erfrieren könnten. Eine Maske schützt die Mund- und Nasenschleimhaut.

Ist Kryotherapie Doping und muss verboten werden?

Es soll eine Diskussion mit zwei Gruppen geführt werden, denen die Lehrkraft ein paar Pro- und Kontra-Argumente vorlegt.

Doping wird als eine „Anwendung von Substanzen zur vorübergehenden Steigerung der körperlichen Leistung“ definiert.

Kontra:

- Doping betrifft lediglich chemische Produkte.
- Die Kryotherapie schadet der Gesundheit nicht, und das ist das einzig Wichtige.
- Sie gleicht der Höhenkammer, die erlaubt ist.
- Man soll nicht Methoden, sondern bestimmte anormale oder für den Sportler gefährliche Körperzustände verbieten.

Pro:

- Es handelt sich um eine „künstliche“ Technik.
- Man muss Grenzen setzen, sonst werden Sportler am Ende noch alles Mögliche treiben vor den Wettkämpfen.
- Nur die medizinische Anwendung sollte erlaubt sein.

Die Zukunft des Sports

Wie stellt ihr euch die Vorbereitung der Sportler von morgen vor?

(→ Vgl. „Zur Vertiefung“, S. 20).

3.1 ZUR VERTIEFUNG

DISKUSSION ÜBER DEN ZUNEHMENDEN EINFLUSS DER TECHNOLOGIE IM SPORT

Wie denken die Schülerinnen und Schüler darüber? Wird dem Athleten überhaupt noch Bedeutung beigemessen? Ist es denn möglich, ohne Technologie Sport zu treiben? Wie könnte die Gesellschaft, wenn sie es wollte, die Dynamik der Neuerungen bremsen, die von der Faszination für die Technologie, den Erwartungen der Trainer, den finanziellen Anreizen oder gar dem Druck der Medien zugunsten von immer mehr Rekorden und Show getragen werden?

AUFZÄHLUNG DER TECHNOLOGIEN UND IHRES EINFLUSSES AUF DEN SPORT

Alle Technologien aufzählen (auch solche, die in der Ausstellung nicht gezeigt werden) und ihren Einfluss auf die verschiedenen Akteure des Hochleistungssports sowie ihren Nutzen für Amateursportler angeben.

Zum Beispiel :

- Die Zeitlupe (in allen Sportarten). Für Richter, Trainer und Zuschauer.
- Die Geschwindigkeitsmessung (in allen Rennen, oder beim Tennis für den Aufschlag). Für Trainer, Zuschauer und Sportkommentatoren.
- Zahlreiche neue Materialien (wie beispielsweise die Kohlenstofffaser).

DER SPORT VON MORGEN

Die Überlegungen der Zone „ScienTekCity“ weiterspinnen. Wie könnte Sport in 100 Jahren aussehen?

In Form eines Gesprächs oder eines Workshops. Den Schülerinnen und Schülern eine Liste mit technologischen Innovationen austeilen. Sie sollen sich ausdenken, inwiefern jede Innovation die Sportpraxis für den Athleten (A), den Trainer (T), den Richter (R) und den (Fernseh-)Zuschauer (Z) verändern könnte.

Innovationen:

- **Außergewöhnliche Materialien:** extrem glatt, haftend, elastisch, leicht, solid, formbar, aero- und hydrodynamisch, oder sogar eine „Tarnkappe“ (A).
- **Die erweiterte Realität** ermöglicht das Überlagern von elektronischen Daten und der natürlichen Wahrnehmung der Wirklichkeit: drahtlose Verbindung und unmittelbare Datenübertragung, Lokalisierung der Gegner, der Position und der Geschwindigkeit des Balls, der Verfassung der Spieler, der Geländebedingungen (T, R, Z).
- **Die künstliche Intelligenz** würde zahlreiche Faktoren analysieren, um die beste Strategie zu ermitteln (beispielsweise vom Segler Alinghi angewandt) (A, T).
- **Der Trend hin zum Cyborg, einer Mischung aus Mensch und Maschine:** extrem leistungsfähige Prothesen (vgl. das Beispiel des behinderten Sportlers Oscar Pistorius und seiner Prothese „Cheetah“), direkte Verbindung zwischen den Nerven, dem Gehirn und den Computern, die dem Sportler beim Analysieren des Spiels und der Strategie hilft.

WÄRE MEHR TECHNOLOGIE FÜR DEN SCHULSPORT WÜNSCHENSWERT?

Den potenziellen Nutzen von Hightechhilfsmitteln im Schulsport analysieren.

- Für welche Sportarten und in welcher Form?
- Für welche Investition (in Geld und Zeit)?
- Wird man sie auch wirklich verwenden? Die nötige Zeit für die Einstellung der Apparate, die Übertragung der Ergebnisse sowie deren Wiedergabe und Analyse abschätzen.

Es kann hinterher ein Projekt in Zusammenarbeit mit den Lehrkräften für Sport, Physik (Messgeräte), Biologie (physiologische Aspekte) und Mathematik (statistische Datenverarbeitung) durchgeführt werden.

Anschlagplatte	Platte, die der Schwimmer drücken muss, um den Zieleinlauf zu signalisieren.
Chronofotografie	Methode zur Analyse der Bewegung, die in die schnelle Aufeinanderfolge von Fotografien zerlegt wird.
Erweiterte Realität	Überlagerung eines reellen Bildes mit computergenerierten Zusatzinformationen (zum Beispiel die iPhone-App „WorldPeaks“, welche die Richtung und die Höhe der umliegenden Berge anzeigt).
Fähigkeiten	Das körperliche und geistige Vermögen einer Person, eine bestimmte Aufgabe auszuführen.
Hypoxie	Sauerstoffmangel, zum Beispiel in den Bergen oder in einer Höhenkammer.
Körperfettanteil	Fettanteil im Verhältnis zur Gesamtmasse des Körpers.
Kryotherapie	Therapie durch Kälte.
Leistung	Ergebnis, das vom Athleten oder der Mannschaft während des Trainings oder des Wettkampfs erzielt wird.
Polyurethan	Transformations Kunststoffpolymer (Makromolekül), das in verschiedenen Formen (Hartschaum, Hart- und Weichkunststoff usw.) verwendet wird und in den neuesten Schwimmanzügen zu finden ist.
Reaktionszeit	Verzögerung zwischen dem Eintreten eines Reizes (akustisch, visuell usw.) und der willentlichen motorischen Reaktion darauf.
Sehschärfe	Fähigkeit des Auges, zwei sehr nahe beieinanderliegende Punkte zu unterscheiden.
Stoffwechsel	Molekulare und energetische Umwandlungen, die in der Zelle stattfinden (im weiteren Sinne: die muskulären und respiratorischen Fähigkeiten des Körpers).
Stroboskopische Aufnahme	Fotografiertechnik, in welcher die periodisch unterbrochene Belichtung eines sich bewegenden Objekts eine Aufeinanderfolge von Bildern produziert, welche seinen Bewegungsverlauf zerlegen.
Strömungswiderstandskoeffizient	Maß, das von der Form eines Körpers abhängt und den Widerstand gegenüber seiner Fortbewegung in einem Fluid beschreibt.
Technologie	Technische Verfahren und Anwendungen, die aus der Wissenschaft hervorgehen.
Wissenschaft	Erforschung und Analyse der Gesetze, die gewisse Phänomene bestimmen.
Zielfoto	Fotografie der Rennteilnehmer beim Zieleinlauf, die den Sieger bestimmt.

WISSENSCHAFT UND SPORT



Tara Magdalinski
Sport, technology and the body: the nature of performance
London: Routledge, 2009

Stewart Ross
Higher, further, faster: is technology improving sport?
Chichester, West Sussex, England; New York: Wiley, 2008

Jürgen Edelemann-Nusser
Sport und Technik – Anwendungen moderner Technologie in der Sportwissenschaft
Aachen: Shaker, 2005

Gunter Gebauer, Stefan Poser, Robert Schmidt, Martin Stern [Hrsg.],
Kalkuliertes Risiko: Technik, Spiel und Sport an der Grenze
Frankfurt: Campus Verlag, 2006

Albrecht Hummel, Alfred Rütten [Hrsg.],
Handbuch Technik und Sport: Sportgeräte – Sportausrüstungen – Sportanlagen
Schorndorf: Hofmann, 2001

Olympisches Museum Lausanne, Erfolg durch neue Materialien:
Katalog des Olympischen Museums Lausanne, Ausstellung vom 12. September 2002 bis 16. März 2003
Lausanne: Olympisches Museum, 2002



Universität Basel
<http://eva.unibas.ch/download/23376-Biomechanik.pdf>
Biomechanik Schwimmen

Sport Multimedial
<http://iacss.org/~multi/test/sportarten/schwimmen/bewegungswissenschaftliche-aspekte/biomechanische-gesetze/>
Schwimmen: Biomechanische Gesetze

3 TECHNISCHE INNOVATIONEN IM FOKUS

Schwimmanzüge aus Polyurethan



Vergleich verschiedener Strömungswiderstandskoeffizienten:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mungswiderstandskoeffizient>

Bildverarbeitung: vom Zuschauer zum Trainer



Dartfish
www.dartfish.com/fr/index.htm
Verwendung der stroboskopischen Aufnahmetechnik von Dartfish im Schulsport:
http://www.dartfish.com/data/htmleditor/file/Dartfish_fuer_Schulen.pdf

Die Kältekammer: –110 °C für ein verbessertes Training
GymnaUniphy:
www.kryotherapie.com

Virtuelle Ausstellung über Marey
www.expo-marey.com/home.html

Weitere in der Ausstellung dargestellte Technologien



Myotest
www.myotest.ch

Hawk eye
www.hawkeyeinnovations.co.uk (auf Englisch)

Batak
www.batak.com (auf Englisch)

Das Olympische Museum

Quai d'Ouchy 1
Case postale
1001 Lausanne
edu.museum@olympic.org
www.olympic.org/pedagogie
Tél. +41 (0)21 621 65 11
Fax +41 (0)21 621 65 12

MODULE FÜR EINEN BESUCH DER AUSSTELLUNG *ATHLETEN UND WISSENSCHAFT* ZWISCHEN DEM 5. MAI 2010 UND DEM 13. MÄRZ 2011

Führung und Workshop

Schulklassen können die Ausstellung in Begleitung eines Museumsführers besuchen. Die Entdeckungsreise wird mit einem Workshop abgeschlossen, der einen historischen Ansatz verfolgt: Fokus auf einige symbolträchtige Sportarten mit Videoausschnitten der olympischen Wettkämpfe im Laufe des Jahre, Vergleich von Sportausrüstungen, praktische Beispiele.

Für 8- bis 16-Jährige. Dauer: 1 ½ Std.

Information und Reservation über +41 (0)21 621 67 27 oder edu.museum@olympic.org.

Museumsbesuch ohne Führung

Öffnungszeiten

Das Olympische Museum ist täglich von 9 bis 18 Uhr geöffnet.

Vom 1. November bis 31. März ist das Olympische Museum jeweils montags geschlossen.

Eintrittspreise

Schulen (obligatorische Schulzeit)	CHF 6.–/Schüler
Begleitperson/10 Schüler	Eintritt frei
Führung für Schulen (mit Workshop)	CHF 50.–
Kinder von 6 bis 16 Jahren und Studierende (Einzelpersonen)	CHF 10.–
Erwachsene (Einzelpersonen)	CHF 15.–

ANREISE

Mit der U-Bahn

M2 (Richtung „Ouchy“) bis zur Haltestelle „Ouchy“ oder „Délices“

Mit dem Bus

Mit dem Bus Nr. 8 oder Nr. 25 bis zur Haltestelle „Musée Olympique“

Mit dem Bus Nr. 4 bis zur Haltestelle „Montchoisi“

Mit dem Auto

Autobahnausfahrt „Lausanne-Sud“. Beim Kreisell dem See entlang bis Ouchy fahren, dann den Schildern „Musée Olympique“ folgen.

Parkplätze

Parkplätze befinden sich entlang des Quai d'Ouchy oder im Parkhaus „Port d'Ouchy“ (Einfahrt vor dem Hotel Mövenpick Radisson).

Besucher mit Mobilitätsbehinderung

Zugang über den Nord-Eingang des Museums.

Herausgeber

© CIO, Das Olympische Museum, Lausanne
1. Ausgabe 2010

Verfasser

Daniel Saraga, wissenschaftlicher Journalist

Projektkoordinatorin

Sandrine Moeschler, Abteilung für Bildung und Kultur

Projektleiterin

Anne Chevalley, Abteilung für Bildung und Kultur

Pädagogische Validierung

Sylvie Delisle, Primarschule La Sallaz

Deutsche Übersetzung

Cornelia Heimgartner, Judith Schwegler

Grafische Gestaltung

DidWeDo GmbH

Druck

NBmedia, Genève

Dieses Dokument ist auch auf Englisch und Französisch verfügbar.
Es kann auf www.olympic.org/pedagogie heruntergeladen werden.

Das Olympische Museum

Quai d'Ouchy 1

Postfach

1001 Lausanne

edu.museum@olympic.org

www.olympic.org/pedagogie

Tél. +41 (0)21 621 65 11

Fax +41 (0)21 621 65 12