



Bei den ersten Olympischen Spielen der Neuzeit **1896** in Athen wurden Stoppuhren eingeführt. Jeder Richter brachte seine eigene mit.

Bei den Spielen **1932** in Los Angeles gingen die Uhren auf eine Zehntelsekunde genau. 1952 massen sie auf die Hundertstelsekunde genau. 1972 erreichten sie die Tausendstelsekunde.

Bei den Sommerspielen **1948** in London kam die erste Fotofinish-Kamera zum Einsatz.

Bei den Olympischen Spielen **1988** in Calgary und Seoul waren die ersten mit Computern unterstützten Zeitnehmer zum Einsatz.

In Rio **2016** wurde eine neue Zeitmessung mit 480 Tonnen optischer Faserkabel sowie 450 Chronographen eingesetzt. Fast 200 Kilometer elektrische und optische Faserkabel sowie 450 Chronographen.

Impressum

SATW Technoscope 1/18 | Januar 2018
 www.satw.ch/technoscope
 Konzept und Redaktion: Beatrice Huber
 Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber |
 Alexandra Rosakis
 Bilder: Fotolia | SATW | ArildV (Eisbearbeitungs-
 maschine) | ClickHole
 Titelbild: Fotolia

Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich
 technoscope@satw.ch | Tel +41 44 226 50 11
 Technoscope 2/18 erscheint im April 2018 zum Thema
 «Technik in der Freizeit».

TechnoScope

by satw

1/18

Technik im Sport

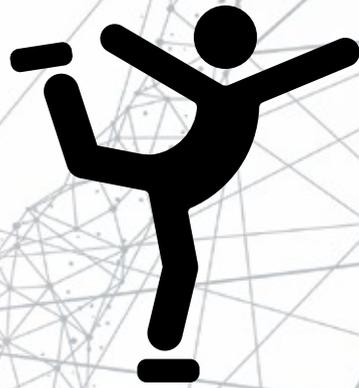


Training ist mehr als trainieren

Sporttraining bedeutet nicht nur endlos Runden zu laufen oder Gewichte zu stemmen. Es bedeutet auch Techniktraining – im doppelten Sinne. Die Athletinnen und Athleten feilen an ihrer Technik, beispielsweise an der Sprungtechnik im Eiskunstlauf oder der Lauftechnik im Langlauf. Um ihre Leistung zu optimieren, werden sie ausserdem im Training oft durch technische Hilfsmittel unterstützt. Zum Einsatz kommen dabei häufig Technologien, die ursprünglich für andere Bereiche entwickelt wurden und erfolgreich im Sport angewandt werden.

Auf den Spuren von Gollum

Ohne sie wären Filmproduktionen wie «Der Herr der Ringe» gar nicht möglich: Die Motion-Capture-Technologie (Bewegungserfassungstechnologie) erfasst die Bewegungen eines Menschen mithilfe am Körper angebrachter Marker und erweckt Figuren wie Gollum so zum Leben. Sie wird aber auch im Eiskunstlauf verwendet. Juri, ein vielversprechendes Talent, lässt sich bei seinen Sprüngen von 10 Kameras filmen. Die über die Marker erfassten Bewegungsdaten werden in ein virtuelles 3D-Modell



umgesetzt, das Juri Bewegungen genau wiedergibt. So können Juri und seine Trainerin die Sprungtechnik am Computer analysieren. Besonders auf die Körperhaltung in der Luft kommt es an. Das 3D-Modell zeigt, wie Korrekturen der Körperhaltung die Drehgeschwindigkeit in der Luft beeinflussen. Dank der gewonnenen Erkenntnisse kann Juri gezielt seine Sprünge verbessern.

Ein Augenblick kann den Sieg bedeuten

Nicht nur Körperbewegungen können technisch erfasst werden, sondern auch die Bewegungen der Augen. Mithilfe von Eye Tracking (Blickerfassung) wird zum Beispiel in der Marktforschung ermittelt, wo eine Werbung auf einer Website platziert werden muss, damit sie möglichst viel Aufmerksamkeit bekommt.

Vom Golfen bis zur Formel 1, Eye Tracking kann in vielen Sportdisziplinen eingesetzt werden. Sogar beim Eishockey soll eine Eye-Tracking-Brille helfen, die Blickrichtung von erfolgreichen Torschützen beim Schlagschuss nach einem

Pass zu analysieren. Dabei wurde die Dauer der Fixierung des Pucks, des Netzes und des Eisfelds ermittelt. Die gewonnenen Informationen sollen dazu dienen, die Trainingsmethoden und die Schiesstechnik der Spieler zu verbessern.



Zuhause im Gelände

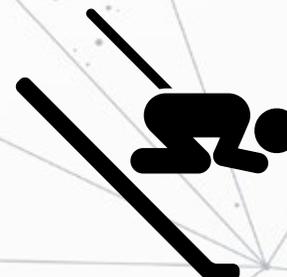
Auch Langläuferinnen und Langläufer profitieren von Technikentwicklungen. So gibt es Trainingslaufbänder, bei denen nicht nur die Geschwindigkeit und die Steigung nach Belieben eingestellt werden können, sondern dank GPS- und Video-Daten das komplette Terrain einer bestimmten Wettkampfstrecke simuliert werden kann. Die Läuferinnen und Läufer können für einen Wettkampf trainieren, ohne dass sie je am Wettkampfort gewesen sind.



Motion Capture

Diese Technologie erfasst Bewegungen eines Menschen mithilfe von Markern (weisse Punkte), die am Körper angebracht werden.

Gut geschützt und schnell



Technische Innovationen, zum Beispiel neue Materialien, erhöhen die Sicherheit, die Leistung und den Komfort. Auch hinter den alltäglichsten Sportutensilien wie einem Helm steckt viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Ein Helm gehört auch für viele Hobbysportler zur Standardausrüstung, so beispielsweise beim Skifahren. Im Prinzip besteht ein Skihelm aus zwei Schalen. Die harte Aussenschale schützt den Kopf vor spitzen Gegenständen, beispielweise der Spitze eines Skistocks oder einem Ast. Ausserdem verteilt die Aussenschale die Kraft eines Aufpralls über die gesamte Oberfläche des Helms. Die weichere Innenschale absorbiert die Aufprallenergie, indem sie bricht oder sich verformt. Der Skihelm von Abby, einer ambitionierten Skirennfahrerin, ist zusätzlich innen mit einer glatten Schicht ausgeklei-

det. Bei einem Aufprall kann ihr Kopf der Schicht entlang gleiten, wodurch ein Teil der Energie abgeleitet wird, die sonst auf das Gehirn wirken würde.

Der Körper gegen den Wind

Nicht nur die Materialien oder Utensilien werden ständig weiterentwickelt, sondern auch die Methoden, mit denen sie getestet werden. Schwimmanzüge oder Bobs beispielsweise werden am Computer entworfen und anschliessend im Windkanal auf ihre Aerodynamik geprüft. Dort werden seitlich wirkende Kräfte, Auftrieb und Luftwiderstand gemessen. Der Prototyp des Schweizer Bobs, der bei den olympischen Spielen in Vancouver 2010 und Sotschi 2014 an den Start ging, wurde im Windkanal bei einer Luftströmung mit bis zu 150 km/h Geschwindigkeit getestet, was eine Abfahrt auf der Bobbahn simulierte. Die Messungen ergaben – wie erhofft – einen geringeren Luftwiderstand als beim Vorgängermodell.

Auch Juris Kollegin Dina war schon im Windkanal. Sie ist Eisschnellläuferin. Dort entscheiden manchmal nur Hundertstelsekunden über den Sieg. Schon der Schnitt des Anzugs kann den Unterschied machen. Im Windkanal können Textilien in verschiedenen Ausführungen getestet werden. Schlitze, Grübchen und Streifen an strategisch gewählten Stellen können den Luftwiderstand verringern.

Optimale Konstruktion

Dina profitiert auch von weiteren Entwicklungen. Im Eisschnellauf sind die Kufen nicht mehr fest mit dem Schlittschuh verbunden. Mit schwenkbaren Kufen, die am hinteren Ende nach unten klappen, ist man deutlich schneller. Die Kufe bleibt während der gesamten Abstossphase auf dem Eis, während die Läuferin die Ferse bereits abgehoben hat. Eine Feder bringt die Kufe zurück zum Schuh, sobald sich der Fuss komplett vom Eis abhebt.



Schwenkbare Kufen

Die Kufe bleibt während der gesamten Abstossphase auf dem Eis, wodurch man schneller laufen kann. Das Bild zeigt Monique Angermüller aus Deutschland.

Schnelle Pisten, glattes Eis



Eisbearbeitungsmaschine

Das Fahrzeug sorgt dafür, dass die Oberfläche eines Eisfeldes wieder ganz glatt ist.



Zuerst war Abby enttäuscht, als sie erfuhr, dass die Winterspiele in Südkorea stattfinden. Denn eine Traumdestination für Skifahrer war das Land in ihren Augen nicht, im Gegensatz zum benachbarten Japan mit seinem legendären «Sushi Powder», dem unvergleichlich locker leichten Tiefschnee. Zu Abbys grosser Überraschung liess ihr Trainer diese Vorbehalte aber nicht gelten: «Als ob das für eine so technologieverliebte Nation ein Problem wäre!», lachte er und erklärte, was er damit meinte: «Die Koreaner machen all diese Nachteile durch Topinfrastrukturen wett, die in ganz Asien ihresgleichen suchen.»

Es fängt bei der Produktion des Kunstsnees an, gilt für die Fahrzeuge, mit denen die Pisten planiert werden, und geht bis zum computergesteuerten Pistenpräparierungssystem, das dem Schneebeleg die richtige Härte und Widerstandskraft verleiht. Auch bei der Kurssetzung stehen technische Hilfsmittel zur Verfügung: Computermodelle ermitteln das ideale Design einer Abfahrt unter Berücksichtigung der Geländeform, der Hangneigung und angestrebten Maximalgeschwindigkeit. «Ihr Skirennfahrer braucht nur eure Skis anzuschlappen – alles Übrige macht die Technik», spottet Abbys russischer Sportkollege Juri. «Als ob das bei euch Eiskunstläufern anders wäre», gibt sie zurück.

Eine Eisbahn braucht einen ebenen Untergrund, auf dem mithilfe einer Maschine eine Eisschicht erzeugt und bewahrt wird. Wie hoch bzw. niedrig die Oberflächentemperatur sein muss, kommt auf die Sportart an: Eiskunstläufer brauchen weiches, griffiges Eis um minus drei Grad, Eishockeyspieler hartes um minus sechs Grad. Für perfekte Wettkampfbedingungen genügt das allerdings noch nicht, auch die Oberfläche muss genau richtig beschaffen sein. Hier kommt die Eisbearbeitungsmaschine ins Spiel, ein spezielles Fahrzeug, an dessen Heck ein scharfes Messer angebracht ist, das die oberste Eisschicht abhobelt. Anschliessend spritzt die Maschine Wasser auf die bearbeitete Fläche, spült Furchen aus, sammelt die Reste des abgeschabten «Eissnees» zusammen und saugt alles wieder auf. In einem zweiten Durchgang verwendet sie 60 Grad warmes Wasser, das die oberste Eisschicht antaut. Und bevor die neue mit der alten Eisschicht zusammenfriert, poliert die Maschine Unebenheiten weg und füllt Rillen aus. Dieser ganze Prozess, von der normalerweise ziemlich energiefressenden Kühlung bis zur Eisbearbeitung, soll in der ultramodernen Gangneung-Eishalle in Südkorea besonders ökofreundlich gestaltet sein.

Gold für die USA, Silber für Russland



Abby, unsere Skifahrerin, fiebert ihrem ersten Rennen an Olympia entgegen. Sie ist zuversichtlich, das Training war hart, aber jetzt ist sie gut im Schuss. Auch das Material ist auf ihrer Seite. Seit ein paar Abenden schauen sie und ihre Teamkolleginnen nach dem Abendessen zur Entspannung Videos alter Skirennen an. Auch damals waren die Athletinnen gut, aber ihre Ausrüstung war zum Schreien!

Exakte Zeitmessung

Am meisten beeindruckt Abby, wie unverlässlich die Zeitmessung war. Sie ist beruhigt, dass die Technologie heute so fortgeschritten ist, dass Irrtümer und Fehlentscheidungen praktisch ausgeschlossen sind. Beim Start sorgt das «Snowgate» dafür, dass die Uhr bei jeder Fahrerin im exakt selben Moment zu laufen beginnt – nämlich dann, wenn es in einem bestimmten Grad aufgestossen wurde. Wann die Athletin ins Ziel kommt, misst eine Lichtschranke. Sollte sie ausfallen, dann liefern die Zielaufnahmen des Fotofinishs die nötigen Angaben. Und selbst während des Rennens überträgt ein kleiner, am Schuh der Fahrerinnen befestigter Kasten mit Radar- und Bewegungssensoren Verlaufsdaten: also nicht nur die Geschwindigkeit, sondern auch Beschleunigung und Abbremsen sowie die Analyse

aller Sprünge. Das «Schlimmste», was heute passieren kann, ist, dass zwei Athletinnen zeitgleich ins Ziel kommen, wie Tina Maze und Dominique Gisin beim Abfahrtslauf 2014 in Sotchi. Abby macht sich dazu aber keine Gedanken: lieber eine «halbe» Medaille als gar keine!

Juri, unser Eiskunstläufer, hat es da schwerer: Eiskunstlauf ist seit 1924 olympisch. Und seit damals wird der Sieg durch die Punkte entschieden, welche die Preisrichterinnen und Preisrichter für die technische und die künstlerische Leistung vergeben. Seit 2002 tun sie es sogar anonym – in jenem Jahr war es an den Olympischen Winterspielen in Salt Lake City zu einem Skandal gekommen, weil sich Preisrichterinnen und Preisrichter verschiedener Länder ganz offensichtlich abgesprochen hatten.

Subjektive Stilnoten

Die Anonymität der Richterinnen und Richter, die nun niemand mehr unter Druck setzen kann, war nur eine der damals vorgenommenen Änderungen. Das gesamte Wertungssystem wurde modernisiert, um es transparenter und objektiver zu gestalten. Aus demselben Grund werden die Preisrichterinnen und

Preisrichter jetzt auch durch ein Computersystem unterstützt: Es soll sie in die Lage versetzen, die Elemente eines Laufs – bestimmte Schritte und Sprünge, die Zahl der Umdrehungen bei vorgeschriebenen Pirouetten oder den Absprung von der richtigen Kante – mithilfe hochauflösender Zeitlupenaufnahmen zu identifizieren und genau zu analysieren. Ob das wirklich mehr Gerechtigkeit in die Bewertung gebracht hat, ist umstritten. Juri denkt, dass mit dem neuen System die

technische Leistung zu stark ins Gewicht fällt. Er selber ist ein sehr eleganter Läufer, die Präzision seiner Sprünge hingegen ist nicht immer einwandfrei. Er tröstet sich damit, dass der Eiskunstlauf, zusammen mit dem Kunstturnen, weiterhin eine der wenigen weitgehend subjektiv bewerteten Olympiadisziplinen bleibt. Wenn es ihm also gelingt, die Richterinnen und Richter mit seiner Präsenz auf dem Eis zu überzeugen, dann liegt vielleicht ein Platz auf dem Podest drin.



Erkenne dein Talent!

Hast du technisches Talent? Bestimmt mehr, als du glaubst. Das Programm «Swiss TecLadies» eröffnet dir spielerisch Zugang zu technischen Themen. Probiere es aus!

Swiss TecLadies ist ein Programm für Mädchen – aber nicht nur. Im ersten Teil des Programms können alle teilnehmen: Mädchen, Knaben, Erwachsene. In einer Online-Challenge kannst du 15 Missionen spielen. Jede Mission erzählt eine kleine Geschichte aus dem Alltag und umfasst 6 bis 8 Fragen.

Beim Lösen der Aufgaben erhältst du Punkte und am Schluss eine Auswertung, für welche Bereiche du ein besonderes Flair hast. Ausserdem haben alle Personen, welche die gesamte Challenge absolviert und mindestens die Hälfte der Punktzahl erreicht haben, die Chance, einen schönen Preis zu gewinnen.

Schnuppermission mit Dominique Gisin

Die Online-Challenge beginnt im März 2018. Du kannst aber bereits ab Mitte Januar schnuppern und eine erste Mission lösen. Diese haben wir zusammen mit Dominique Gisin erstellt, also mit unserer Olympiasiegerin, die auch Pilotin und Physik-Studentin ist. Probiere die Schnuppermission aus und finde heraus, ob dir die Challenge Spass macht.

Baue dein Talent aus!

Es gibt noch nicht viele Frauen in Technik und Informatik. Deshalb möchten wir Mädchen Gelegenheit geben, Frauen in technischen Berufen kennen zu lernen. Mädchen der Jahrgänge 2002 bis 2005 bzw. im 7. bis 10. Schuljahr, welche die Online-Challenge besonders gut absolviert haben, können sich für das Mentoring-Programm bewerben.

Im Mentoring-Programm erhält jedes Mädchen eine Mentorin zugeteilt. Die Mentorinnen zeigen ihre Lebens- und Arbeitswelt und wie Schulwissen in der Praxis Anwendung findet. Zudem können die Mädchen an Besichtigungen, Persönlichkeitstrainings und Workshops zur Zukunftsgestaltung teilnehmen.



swiss **TecLadies**



«Make it happen!
Glaube an deine
Fähigkeiten und gehe
auch Wege, die dir
auf den ersten Blick
unwegsam erscheinen.
Swiss TecLadies hilft
dir dabei.»

Dominique Gisin, Olympiasiegerin Abfahrt,
Pilotin und Physik-Studentin

Probier es aus!

Schnuppermission

ab 15. Januar 2018

Online-Challenge

1. März – 31. Mai 2018

www.tecladies.ch

«Sport» erleben

Olympisches Museum in Lausanne

www.olympic.org/museum

Noch mehr erleben

educamint.ch

Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) können viel Spass machen! Auf educamint.ch findest du unter rund 800 MINT-Angeboten zahlreiche spannende Freizeitaktivitäten in der ganzen Schweiz.

www.educamint.ch

Science Guide App

Erlebe Wissenschaft in der Schweiz. Erhältlich bei **google play** oder **app store**

Museum für Kommunikation

Tauche spielerisch und lehrreich in Erlebnisstationen rund um alte und neue Arten der Kommunikation ein. www.mfk.ch

SimplyScience

Immer noch nicht genug? Dann besuche die Website SimplyScience. Dort findest du auch Inspiration für deine Berufs- oder Studienwahl.

www.simplyscience.ch



AHA – Dem Falkenauge entgeht nichts

Kämpft Roger Federer jeweils um den Turniersieg, verfolgen nicht nur seine Fans seine Bälle aufmerksam. Noch viel genauer schaut Hawk-Eye hin. So heisst das Video-System, das die Schiedsrichter unterstützt. Es besteht aus mindestens sechs Hochgeschwindigkeitskameras, einem zentralen Rechner und einem grossen Bildschirm. Jede Kamera verfolgt den Ball aus einem anderen Blickwinkel, schießt dabei Tausende von Bildern und übermittelt die Daten an den Computer. Aus den verschiedenen Ansichten errechnet dieser ein 3D-Modell der Flugbahn und den exakten Landepunkt des Balls. Das Ergebnis wird als Videoanimation auf dem Bildschirm dargestellt. So können umstrittene Entscheidungen überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden.

Alte Regel digital unterfüttert

Hawk-Eye bedeutet Falkenauge. Entwickelt wurde es vom britischen Informatiker Paul Hawkins, einem grossen Cricket-Fan. Dort kam sein Video-Beweis ab 2001 zum Einsatz, fünf Jahre später dann im Tennis. Und seit 2012 entscheidet Hawk-Eye auch bei manchem Fussballspiel, ob der Ball die Torlinie überquert ist. Dabei bedient sich das ausgeklügelte System im Grunde einer Erkenntnis der alten Griechen: Es genügt, den Abstand zwischen zwei Punkten eines Dreiecks und ihren Winkel zum dritten Punkt zu kennen, um dessen Entfernung genau berechnen zu können.

Zu Beginn konnte Roger Federer dem System nicht viel Gutes abgewinnen: «Geldverschwendung!», urteilte er damals streng – tatsächlich kostet die Installation rund 50 000 US-Dollars. Inzwischen hat er seine Meinung geändert – zu gut 99 Prozent habe das Falkenauge Recht, räumt er heute ein. Das kommt nicht zuletzt davon, dass es weiter perfektioniert wurde.

Studien- und Berufswahl

Liebe Frau Dal Maso

Ich bin begeisterte Läuferin, Sport interessiert mich, besonders auch die technischen Hilfsmittel. Könnte ich diese Interessen in einem Studium verbinden? (Fabienne, 18)



Graziella Dal Maso, Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung St.Gallen

Liebe Fabienne

Ja, da gibt es Möglichkeiten, allerdings brauchst du je nach Fach etwas Geduld. Denn viele Studienfächer, die zu Innovationen im Sport beitragen, sind nicht speziell auf Sport ausgerichtet, da dieser ein Anwendungsgebiet unter anderen ist. Das gibt aber auch Raum, mit unterschiedlichem Hintergrund Lösungen für Sportbedürfnisse zu entdecken und zu entwickeln.

Direkt mit Sport verbunden sind Gesundheitswissenschaften und Technologie oder Bewegungs- und Sportwissenschaften; hier gibt es auch technisch orientierte Vertiefungen. Wenn du dich für die Leistungsspanne des menschlichen Körpers interessierst, kannst du dich z.B. mit technikerunterstützten Trainingsmethoden oder dem Bewegungsapparat und neuronaler Steuerung befassen.

Daneben gibt es weitere Studienfächer, die erst auf den zweiten Blick zur Nutzung im Sport vorbereiten. Man sucht sich mit einem solchen Abschluss dann Institutionen oder Firmen, die im

Sportbereich forschen, testen oder Ausrüstungen entwickeln und produzieren, sei es für die persönliche Trainingsoptimierung, sei es für Studien- und Wettkampfeinrichtungen (Visualisierungen, Modellierungen, Trackingmethoden usw.). Dazu gehören die Materialwissenschaften (Bekleidung, Testmethoden), aber auch Elektrotechnik, Informatik oder Physik (Beispiele: Sensoren in Schuhen, Zeitmessung, virtuelle Trainingsumgebungen). Auch ein Maschinenbau- oder Mikrotechnikstudium kann in die Entwicklungsabteilung von Sportgeräteherstellern führen; Bezüge gibt es auch zu den Life Sciences oder zum Biomedical Engineering.

Überlege dir, welche sporttechnischen Innovationen dich am meisten faszinieren, suche nach entsprechenden Forschungsarbeiten und Firmen – so siehst du, wer mit welchem Studienhintergrund Beiträge leistet. Informiere dich über die Vertiefungen im Studium, mit einer entsprechenden Masterarbeit kannst du eine Verbindung zum Sport schaffen.

Infos & Links

Beschriebe und Studienorte der erwähnten Richtungen: www.berufsberatung.ch, mit Verlinkungen zu den Institutsseiten der Unis / ETHs und Fachhochschulen. Beispiele für Forschungsprojekte an der ETH Zürich:

www.sms.hest.ethz.ch/research/current-research-projects/robot-assisted-training-in-sports
www.cybathlon.ch