

Sportwissenschaft und Technologie im Leistungssport

Silvio Lorenzetti, ZHAW School of Engineering, Winterthur, CH

Abstract

Der Leistungssport ist seit jeher vom Wunsch nach Leistungssteigerung geprägt. Mit der technologischen Entwicklung entstanden immer präzisere Möglichkeiten zur Analyse von Bewegung und Belastung. Pioniere wie Eadweard Muybridge und Archibald Vivian Hill legten wichtige Grundlagen für die moderne Sportwissenschaft und Biomechanik.

Heute werden in sportwissenschaftlichen Laboren Kraftmessplatten, 3D-Bewegungsanalysen, EMG sowie physiologische Messsysteme eingesetzt, um Athlet:innen präzise zu untersuchen. Für Bauingenieur:innen sind dabei insbesondere Schwingungsdämpfung, die Integration von Kraftmessplatten und die konstruktive Entkopplung sensibler Messsysteme relevant.

Gleichzeitig ermöglichen Smartphones und Wearables eine zunehmende Erfassung von Bewegungs- und Gesundheitsdaten im Alltag. Die Analyse dieser grossen Datenmengen wird verstärkt durch künstliche Intelligenz unterstützt, beispielsweise im Bereich des markerlosen Motion-Captures.

Die Sportwissenschaft wird auch künftig stark durch technologische Innovationen geprägt sein. Ziel bleibt die Optimierung sportlicher Leistung, die Erhöhung der Sicherheit sowie ein verbessertes Erlebnis für Zuschauer:innen.

Sportwissenschaft und Technologie im Leistungssport

Silvio Lorenzetti, School of Engineering, ZHAW silvio.lorenzetti@zhaw.ch

Abstract

Der Leistungssport ist seit jeher vom Wunsch nach Leistungssteigerung geprägt. Mit der technologischen Entwicklung entstanden immer präzisere Möglichkeiten zur Analyse von Bewegung und Belastung. Pioniere wie Eadweard Muybridge und Archibald Vivian Hill legten wichtige Grundlagen für die moderne Sportwissenschaft und Biomechanik.

Heute werden in sportwissenschaftlichen Laboren Kraftmessplatten, 3D-Bewegungsanalysen, EMG sowie physiologische Messsysteme eingesetzt, um Athlet:innen präzise zu untersuchen. Für Bauingenieur:innen sind dabei insbesondere Schwingungsdämpfung, die Integration von Kraftmessplatten und die konstruktive Entkopplung sensibler Messsysteme relevant.

Gleichzeitig ermöglichen Smartphones und Wearables eine zunehmende Erfassung von Bewegungs- und Gesundheitsdaten im Alltag. Die Analyse dieser grossen Datenmengen wird verstärkt durch künstliche Intelligenz unterstützt, beispielsweise im Bereich des markerlosen Motion-Captures.

Die Sportwissenschaft wird auch künftig stark durch technologische Innovationen geprägt sein. Ziel bleibt die Optimierung sportlicher Leistung, die Erhöhung der Sicherheit sowie ein verbessertes Erlebnis für Zuschauer:innen.

Sportwissenschaft und Technologie im Leistungssport

Der Leistungssport fasziniert die Menschen seit hunderten von Jahren. Bereits im antiken Griechenland wurde gerannt, geworfen und gerungen. Der Sieg in einem Wettkampf hatte damals wie heute einen hohen gesellschaftlichen Wert. Auch die römischen Gladiatoren versuchten gezielt ihre körperliche Leistungsfähigkeit zu verbessern, um in der Arena erfolgreicher zu sein beziehungsweise zu überleben. Schon früh wurde also erkannt, dass Training, Technik und Vorbereitung entscheidend für sportlichen Erfolg sind.

Mit der technologischen Entwicklung entstanden immer bessere Möglichkeiten, sportliche Leistungen zu messen und zu analysieren. Besonders erwähnenswert ist dabei Eadweard Muybridge (1830–1904). Er gilt als einer der Pioniere der Bewegungsanalyse. Mit Hilfe der Fotografie entwickelte er ein System aus mehreren entlang einer Laufstrecke aufgestellten Kameras, welche nacheinander ausgelöst wurden. Dadurch konnte erstmals die Bewegung eines Menschen oder Tieres in einzelnen Phasen sichtbar gemacht werden. Diese Untersuchungen waren ein wichtiger Schritt für die moderne Biomechanik und die heutige Bewegungsanalyse im Sport.

Aus sportwissenschaftlicher Sicht ist auch Archibald Vivian Hill (1886–1977) von grosser Bedeutung. Hill führte Experimente an einzelnen Muskelfasern durch und beschrieb dabei die Kraft-Längen- sowie die Kraft-Geschwindigkeits-Relation von Muskeln. Diese Zusammenhänge bilden bis heute eine Grundlage der Trainingswissenschaft und der menschlichen Bewegungsanalyse. Seine Arbeiten zeigten, wie eng Biologie, Physik und Mechanik miteinander verbunden sind.

Heute werden in spezialisierten sportwissenschaftlichen Laboren unterschiedlichste Messsysteme eingesetzt, um den Zustand und die Leistungsfähigkeit von Athlet:innen möglichst präzise zu bestimmen. Dabei werden unter anderem Bodenreaktionskräfte mit Kraftmessplatten gemessen, dreidimensionale Bewegungsdaten mit Motion-Capture-Systemen aufgenommen und Muskelaktivitäten mittels Elektromyographie (EMG) analysiert. Zusätzlich werden Herzfrequenz, Atemfrequenz, Sauerstoffverbrauch und weitere physiologische Parameter erfasst. Durch diese Kombination verschiedener Messmethoden können Bewegungen optimiert, Trainingsfortschritte dokumentiert und Verletzungsrisiken reduziert werden.

Für Bauingenieur:innen ist insbesondere die bauliche Umsetzung solcher Labore interessant. Das Ziel besteht darin, möglichst präzise und reproduzierbare Kraftmessungen zu ermöglichen. Dabei kommen hauptsächlich zwei unterschiedliche Bauweisen für Kraftmessplatten zum Einsatz. Die Messplatten arbeiten entweder mit Dehnmessstreifen oder mit steiferen Piezosensoren. Beide Systeme stellen hohe Anforderungen an die Konstruktion des Gebäudes und insbesondere an den Bodenaufbau.

Im ersten Fall werden die Kraftmessplatten direkt in eine Aussparung im Boden integriert. Die Herausforderung besteht darin, die Oberkante der Messplatte exakt auf dieselbe Höhe wie den restlichen Boden zu bringen. Gleichzeitig sollten die mechanischen Eigenschaften möglichst ähnlich sein. Oftmals ist die Bodenkonstruktion deutlich elastischer als die sehr steife Kraftmessplatte. Dadurch können Messfehler entstehen oder Bewegungen des Athleten beeinflusst werden. Mindestens wird deshalb derselbe Bodenbelag sowohl auf der Kraftmessplatte als auch auf dem umliegenden Boden eingebaut, um Unterschiede für die Sportler:innen zu minimieren.

Ein konkretes Beispiel dafür war der Bau des Sportlabors am Lärchenplatz. Dort bestanden Bedenken bezüglich der Übertragung von Schwingungen über die Bodenplatte auf die Kraftmesssysteme. Insbesondere ein grosses Laufband für den Langlaufbetrieb, welches sich auf demselben Stockwerk befand, hätte die Messungen beeinflussen können. Dieses Problem wurde durch baustatische und dynamische Berechnungen gelöst. Die Bodenplatte wurde verstärkt und ihre zusätzliche Masse beziehungsweise Höhe führte zu einer stärkeren Dämpfung der Schwingungen. Dadurch konnten die Vibrationen reduziert und präzise Messungen gewährleistet werden.

Im zweiten Fall wird das Fundament der Kraftmessplatten mechanisch vom restlichen Gebäude entkoppelt. Die Messsysteme werden dabei beispielsweise direkt auf dem Untergrund verankert oder auf einem separaten Sockel montiert. Diese Bauweise erlaubt auch dann noch sehr präzise Messungen, wenn auf der eigentlichen Bodenplatte grössere Vibrationen auftreten. Für Bauingenieur:innen zeigt sich hier deutlich die Bedeutung von Schwingungsanalyse, dynamischer Tragwerksplanung und konstruktiver Entkopplung.

Obwohl im Labor sehr präzise Messungen möglich sind, bleibt die Übertragbarkeit auf die Realität eine Herausforderung. Es ist offensichtlich, dass beispielsweise eine alpine Skipiste nicht vollständig in ein Labor gebracht werden kann. Gleichzeitig hat in den letzten Jahren eine starke Demokratisierung der Messtechnologie stattgefunden. Heute tragen die meisten Menschen ein Smartphone mit sich, das über IMU-Sensoren, Gyroskope, GPS, Beschleunigungssensoren und hochauflösende Kameras verfügt. Kameras mit 250 Bildern pro Sekunde galten vor wenigen Jahrzehnten noch als professionelle Highspeed-Systeme. Heute befinden sie sich in vielen Mobiltelefonen.

Zusätzlich erfassen Athlet:innen immer mehr Daten selbstständig im Alltag. Schlafdauer, Herzfrequenz, Trainingsbelastung, Ernährung, Bewegungszeit oder Regeneration werden kontinuierlich aufgezeichnet. Dadurch entsteht eine enorme Datenmenge. Die eigentliche Herausforderung besteht zunehmend nicht mehr in der Datenerfassung, sondern in der Analyse und Interpretation dieser Daten. Insbesondere die Kombination präziser Labordaten mit mobilen Messungen aus dem Alltag ist komplex.

Deshalb versuchen Sportwissenschaftler:innen immer häufiger, Messungen direkt im Feld durchzuführen. Dabei entstehen neue Herausforderungen hinsichtlich Genauigkeit, Robustheit und Datenqualität. Gleichzeitig eröffnet dies die Möglichkeit, sportliche Leistungen unter realistischen Bedingungen zu analysieren.

Eine immer wichtigere Rolle spielt dabei künstliche Intelligenz. Bereits heute werden beispielsweise Bodenreaktionskräfte allein anhand von Bewegungsdaten eines Läufers berechnet. Besonders im Bereich des markerlosen Motion Captures hat künstliche Intelligenz grosse Fortschritte ermöglicht. Dabei werden Bewegungen ausschliesslich mit Videokameras analysiert, ohne dass reflektierende Marker am Körper befestigt werden müssen. Die Qualität dieser Systeme hat sich in den letzten Jahren massiv verbessert und bietet grosses Potenzial für die Zukunft.

Auch für Zuschauer:innen werden Messdaten zunehmend sichtbar gemacht. Geschwindigkeiten, Herzfrequenzen, Laufwege oder biomechanische Analysen werden live während Sportveranstaltungen eingeblendet. Dadurch wird das Erlebnis eines Sportevents interaktiver und verständlicher. In diesem Bereich steht die Entwicklung erst am Anfang.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Sportwissenschaft stark durch technologische Entwicklungen geprägt wird. Der Leistungssport zeichnet sich durch den ständigen Wunsch nach Exzellenz und Verbesserung aus. Messdaten liefern dabei eine evidenzbasierte Grundlage für Trainings- und Wettkampfentscheidungen. Evidence-based Coaching wird deshalb künftig weiter an Bedeutung gewinnen.

Auch die Zukunft des Leistungssports wird stark durch technologische Innovationen beeinflusst werden. Neue Messsysteme, künstliche Intelligenz und verbesserte Analysemethoden werden dazu beitragen, Athlet:innen leistungsfähiger zu machen, Sportarten sicherer zu gestalten und gleichzeitig das Erlebnis für Zuschauer:innen attraktiver zu machen. Die Verbindung zwischen Sportwissenschaft, Technologie und Ingenieurwesen wird deshalb in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen.

KI Deklaration. Der Entwurf wurde von S. Lorenzetti erstellt. Korrekturlesen mit Hilfe von Copilot.