

<b>Zeitschrift:</b>	Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen
<b>Herausgeber:</b>	Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen
<b>Band:</b>	29 (1972)
<b>Heft:</b>	12
<b>Artikel:</b>	Zur Geschichte der Biomechanik
<b>Autor:</b>	Wartenweiler, J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-994803">https://doi.org/10.5169/seals-994803</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

**REDAKTION: FORSCHUNGSIINSTITUT DER ETS**

Nach internationalem wissenschaftlichem Brauch erscheinen Publikationen in dieser 8 Seiten umfassenden Beilage in der Originalsprache und werden durch die Redaktion lediglich mit einer anderssprachigen Zusammenfassung ergänzt.

**RÉDACTION: INSTITUT DE RECHERCHES DE L'EGS**

Selon la coutume internationale dans les sciences, les publications de ce complément de 8 pages se font dans leur langue d'origine. La rédaction ajoute uniquement un bref résumé dans l'autre langue.

Aus der Abt. X für Naturwissenschaften der ETH Zürich, Kurse für Turnen und Sport (Leiter: Prof. Dr. J. Wartenweiler)

## Zur Geschichte der Biomechanik

J. Wartenweiler

Die erste wissenschaftliche Überlegung zum Thema Biomechanik finden wir bei *Aristoteles* (384–322 v. Chr.). Er notierte: «Die Athleten laufen schneller, wenn sie ihre Arme schwingen, denn bei gestreckten Armen besteht die Möglichkeit, sich an die Hände und Handgelenke anzulehnen.» Bei dieser Bemerkung dachte Aristoteles offensichtlich an das Trägheitsmoment der Arme, welches der Läufer beim Vorschwingen der Beine ausnützt (Abbildung 1).



Abbildung 1  
Kreuzstreckenläufer mit intensiven Armbewegungen. Griechisches Vasenbild aus dem 6. Jahrhundert.

Aus dem Mittelalter sind uns keine Bewegungsstudien bekannt. Die Kunst zeigt den Menschen im Faltenwurf langer Gewänder oder in Ritterrüstung, und die geistige Auseinandersetzung bezog sich vor allem auf religiöse und philosophische Fragen; selbst die Naturwissenschaften waren philosophisch bestimmt (Alchemie).

In der Renaissance beschäftigte sich Leonardo da Vinci (1452–1519) im Rahmen seiner anatomischen und mechanischen Studien wieder intensiv mit der menschlichen Bewegung (Abbildung 2).

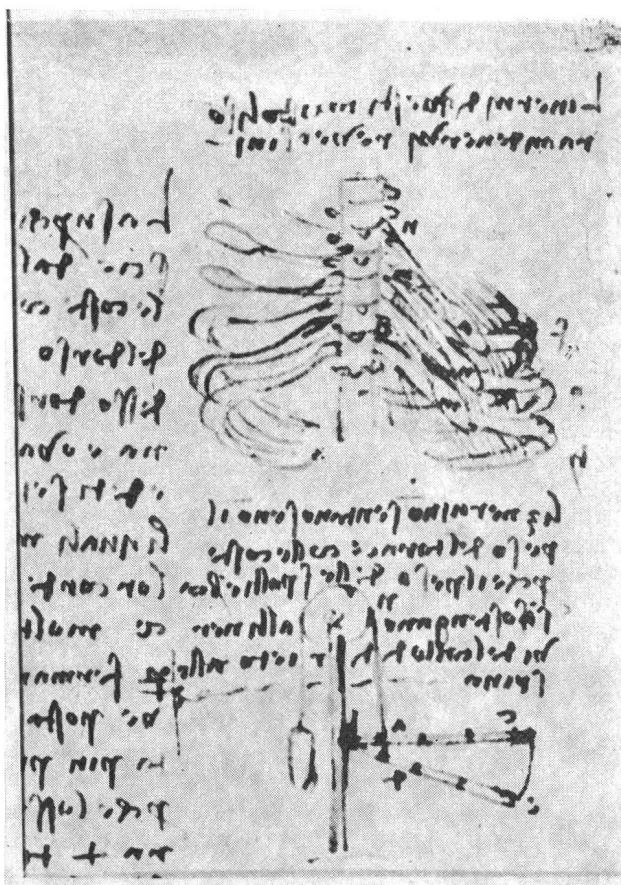


Abbildung 2  
Leonardo da Vinci. Funktion des Musculus serratus posterior superior als Rippenheber.

Als eigentlicher Begründer der Biomechanik darf *Borelli* (1608–1679) bezeichnet werden. Er hat als Mathematiker und Physiker zusammen mit den Anatomien seiner Zeit die Bewegungen und die Kräfte beim Gehen, Laufen und Springen sowie beim Schwimmen und Fliegen untersucht (Abbildung 3).

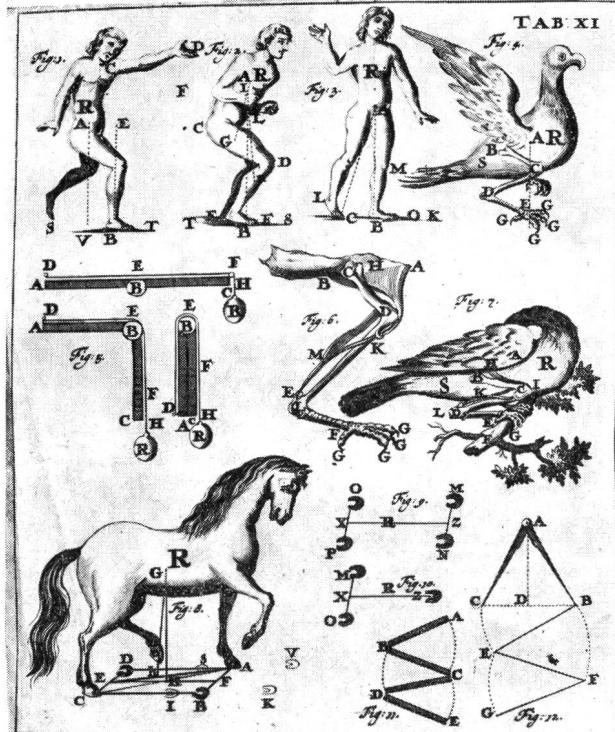


Abbildung 3  
Borelli. Haltungs- und Bewegungsstudien bei Mensch und Tier.

Gang und Lauf waren 1838 wiederum Gegenstand wissenschaftlicher Studien der Gebrüder Weber.

Marey hat Ende des 19. Jahrhunderts die Zyklographie entwickelt, bei welcher durch intermittierendes Belichten einer photographischen Platte Reihenbilder entstehen. Die Versuchspersonen waren für die Ganganalysen mit reflektierenden Metallstreifen gekennzeichnet (Abbildung 4), die später von Braune und Fischer durch Geissler-Röhren ersetzt wurden.

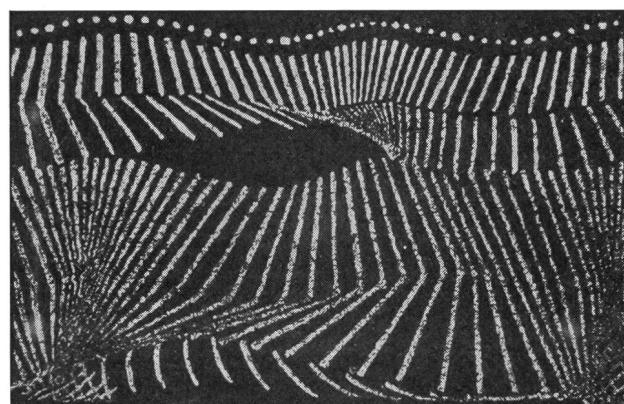


Abbildung 4  
Marey. Zyklographische Analyse des menschlichen Ganges.

Marey war auch der erste, welcher die Reaktionskräfte und die Auf- und Abwärtsbewegung des Kopfes beim Sprung auf einem Kymographen registrierte (Abbildung 5).

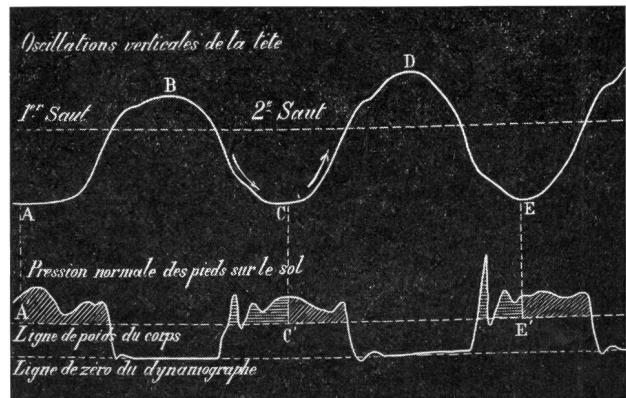
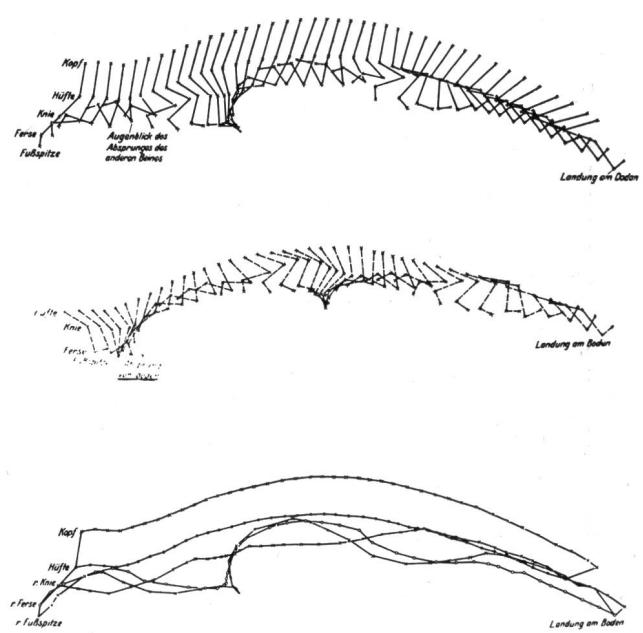


Abbildung 5  
Marey. Simultanaufzeichnung der vertikalen Reaktionskraft und der Auf- und Abwärtsbewegung des Kopfes beim Standsprung.

Demeney arbeitete mit den Methoden Marey's. In seinem Buch «Mécanisme et Education des Mouvements», Paris 1904, finden wir exakte Analysen aller wichtigen Bewegungsformen.

Aus den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts stammen die Filmstudien von Jokl (Abbildung 6) sowie Krueger und Klemm. Jokl stellte als erster fest, dass gut qualifizierte Bewegungen durch regelmässigen Weg-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf charakterisiert sind.



Zeichnung 1a. Aus einem Zeitloptofilm eines der besten Weitspringer der Welt. Die einzelnen Sprungphasen. Oberkörper und linkes (Schwung) Bein.  
Zeichnung 1b. Aus einem Zeitloptofilm eines der besten Weitspringer der Welt. Die ersten Sprungphasen. Rechtes Bein (pausiert). Bein.  
Zeichnung 1c. Aus einem Zeitloptofilm eines der besten Weitspringer der Welt. Die wichtigsten Bewegungskurven im Raum. Oberkörper und linkes (Schwung) Bein.

Abbildung 6  
Jokl. Analyse des Weitsprungs.

Mit *Bernstein*, gefolgt von *Donskoi*, erreichten die russischen Bewegungsstudien um 1950 ihren Höhepunkt. Viele neuere Bücher über Biomechanik von *Novak* (1965), *Hochmuth* (1968), *Fetz* (1968) und andere mehr basieren teilweise auf dem klassischen Werk von *Donskoi*, «Biomechanik» (deutsche Ausgabe 1960).

Die angelsächsische Literatur über Biomechanik erscheint heute grösstenteils unter dem Begriff *Kinesiology*. Wir erwähnen die Standardwerke von *Cooper and Glassow* (1968), *Steindler* (1963), *Wells*.

1967 hat in Zürich das erste Internationale Seminar für Biomechanik des International Council of Sport and Physical Education stattgefunden, dem 1969 eine zweites Seminar in *Eindhoven* folgte.

### **Histoire de la biomécanique (résumé)**

L'auteur poursuit l'histoire de la biomécanique dès ses tout premiers débuts au temps d'Aristote (384 à 322 avant Jésus-Christ), à travers le Moyen Age jusqu'aux temps contemporains.

Aus dem Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Zürich (Direktor: Prof. Dr. med. M. Schär)

## **Frau und Skiunfall**

W. Theler und K. Biener

### **1. Ziel der Arbeit**

In der Literatur über Skiunfälle überwiegt das männliche Geschlecht hinsichtlich der Verletzungshäufigkeit bei weitem, zum Beispiel in den Angaben von *Petitpierre* (1939), *Marberger* (1953), *Schönbauer* (1960), *Gelehrter* (1966). Aus dieser Tatsache lassen sich jedoch noch keine Schlüsse auf eine erhöhte Unfallgefährdung des Mannes schliessen, zumal es sich in vielen Erhebungen um klinische Statistiken handelt. Fest scheint zu stehen, dass sich Männer vermehrt Wunden, Prellungen sowie Kopfverletzungen zuziehen, Frauen eher Zerrungen, Bänderrisse und Kniegelenkverletzungen sowie nach *Boder* (1957) häufiger Frakturen des äusseren Knöchels zuziehen. Man hat bisher jedoch noch selten die Zahlen der wirklich Sporttreibenden bzw. die Zahl der gefahrenen Höhenkilometer mit den Zahlen der Verletzten geschlechtsspezifisch verglichen. Auch über den Unfallhergang mit seinen physischen und psychischen Komponenten sowie über das Verletzungsrisiko bei Männern und Frauen sind noch viele Fragen offen.

Ziel unserer Arbeit war daher, Ursachen und Mechanismen der Skiverletzungen auf geschlechtsspezifische Unterschiede hin zu untersuchen und Skiverletzte während zwei Wochen in Relation zur Gesamtzahl skifahrender Männer und Frauen zu bringen sowie diese Verletzten mit einer Kontrollgruppe gesunder unverletzter Skifahrer zu vergleichen.

### **2. Material und Methodik**

Wir wählten als Untersuchungsgruppe sämtliche Skifahrer aus, welche in Zermatt vom 1. Januar bis zum 15. April 1971 verunfallten, vom Rettungsdienst bzw. der Rettungsflugwacht abtransportiert wurden und nach Ansicht des behandelnden Arztes eine Skipause von mehr als drei Tagen einhalten mussten. An diese Verunfallten wurde ein Fragebogen in vier Sprachen (deutsch, englisch, französisch, italienisch) verteilt, um Auskünfte zu erhalten über Lebensgewohnheiten, frühere Skiunfälle, das gegenwärtige Unfallgeschehen, über innere Unfallursachen. Von 250 verteilt, bzw. verschickten Fragebögen kamen 183 wieder zurück, davon waren 13 wegen

ungenügender Angaben wertlos. Ausgewertet wurden also die Bögen von 100 verunfallten Männern und 70 Frauen. Einer geschlechtsspezifischen Sonderbetrachtung haben wir die Knieverletzungen unterworfen, welche in einer Zermatter Klinik anfielen und das Tal oft ohne Rettungsdienst erreichten. Durch die Wahl eines Kurortes beschränkten sich unsere Untersuchungen auf ein bereits selektiertes Untersuchungsgut; es handelte sich um Feriengäste und nicht um Wochenendskifahrer. An sieben Stichtagen innerhalb von zwei Wochen wurden weiterhin sämtliche weiblichen und männlichen Skifahrer an drei Talstationen von unserem Team gezählt und jeder 80. Skifahrer befragt. An einer höheren Bahnsektion wurde zusätzlich der prozentuale Frequenzanteil ermittelt, um die Leistungsintensität in geschlechtsspezifischer Hinsicht zu untersuchen.

### **3. Äussere Unfallursachen**

Es zeigte sich in unseren Ergebnissen, dass sich 18 Prozent als sehr gute, 44 Prozent als gute, 26 Prozent als mittelgute Skifahrer und 12 Prozent als Anfänger bezeichneten; die Männer bezeichneten sich im Verhältnis 7:2 als gute: mittlere Skifahrer, die Frauen hingegen im Verhältnis 3:4. Die Männer gaben als äussere Skiunfallursache in 65 Prozent mangelhafte Pistenverhältnisse an, die Frauen hingegen nur in 29 Prozent. Die Frau suchte häufiger innere Gründe. Als weitere äussere Unfallursachen kamen unter anderen in Frage: Personenkollisionen, Verletzungen am Skilift bei Bergfahrt und Abfahrt, Schneerutsch, Stahlkantenverletzungen, Öffnen der Bindung. Da in der Untersuchungszeit in Zermatt starker Schneemangel herrschte, kam dem relativ schlechten Pistenzustand grosse Unfallbedeutung zu.

### **4. Innere Unfallursachen**

In der Literatur weist schon *König* (1959) auf eine erhöhte Verletzungsbereitschaft bei psychischen Konflikten hin. Die Frauen gaben doppelt so häufig innere Verletzungursachen an wie die Männer, zum Beispiel Konzentrationsschwäche, Übermüdung, Kältegefühl, seelische Konflikte. Drei verunfallte Frauen geben Angst als Ursache an, jedoch kein einziger ver-