

Das Biomechanische Laboratorium der ETH Zürich : ein Dienstleistungsunternehmen für Sport und Therapie

Autor(en): **Lörtscher, Hugo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Maggingen : Monatszeitschrift der Eidgenössischen Sportschule
Maggingen mit Jugend + Sport**

Band (Jahr): **44 (1987)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-992764>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

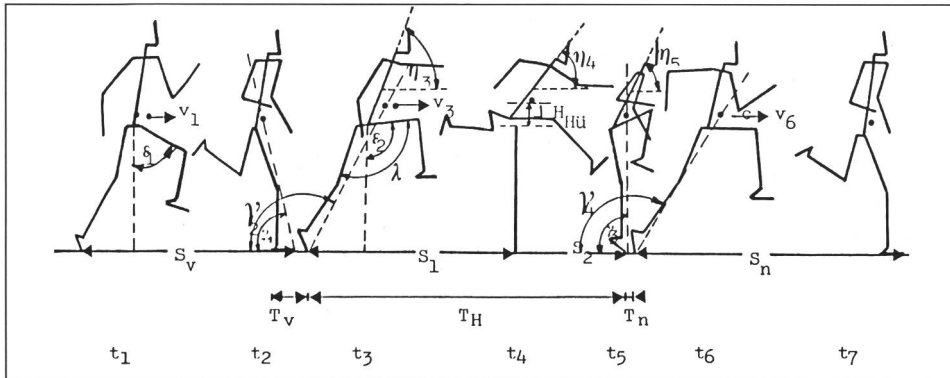
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

<http://www.e-periodica.ch>

Das Biomechanische Laboratorium der ETH Zürich – ein Dienstleistungsunternehmen für Sport und Therapie

Hugo Lörtscher



Kinogramm eines Hürdenläufers.

Geburtsstunde der Biomechanik Schweiz: 1961

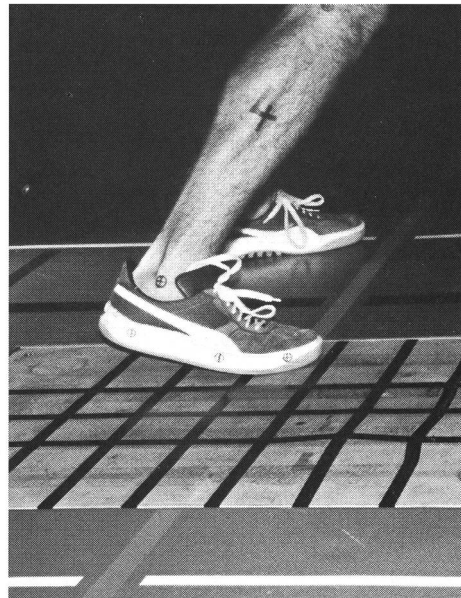
Die physikalischen Gesetze, nach denen eine Maschine optimal funktionieren muss, sind längst erforscht. Es erstaunt deshalb, dass die wissenschaftliche Erforschung des Menschen als Maschine relativ jung ist. Sie begann in der Schweiz um das Jahr 1961, als Prof. J. Wartenweiler, erster vollamtlicher Leiter der Turn- und Sportlehrerkurse der ETH Zürich, sich anschickte, die Gesetzmässigkeiten menschlicher Bewegungen im Sport zu analysieren und für die Trainingslehre wissenschaftlich auszuwerten. Die Biomechanik, nach dem Grossen Brockhaus 1978 «Zweig der Sportwissenschaft, der sich mit der Erforschung der Bewegungsabläufe nach den Gesetzen der Mechanik, dem Zusammenwirken der Kräfte (Dynamik) und Körperbewegungen (Kinematik) befasst», war geboren, und damit auch das Biomechanische Laboratorium der ETH Zürich, welches 1986 sein 25jähriges Bestehen feiern durfte. Ohne die Dienstleistungen des heute mit modernsten Mess- und Auswertungsgeräten operierenden Biomechanischen Laboratoriums der ETH Zürich wären weder die Leistungsoptimierungen im Spitzensport, noch eine erfolgreiche Rehabilitation in der medizinischen Orthopädie denkbar.

Das Biomechanische Laboratorium, eine selbständige Forschungseinheit der ETH Zürich

Innerhalb der Eidgenössisch-Technischen Hochschule ist das Biomechanische Laboratorium eine der unzähligen selbständigen Forschungseinheiten, mit zirka 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Es steht seit 1981 unter der Leitung des Physikers Dr. phil. nat. Edgar Stüssi und ist in die drei Forschungsgebiete «Grundlagenforschung und Modelling», «Sportbiomechanische Forschung» und

«Orthopädisch-Biomechanische Forschung» aufgeteilt. Als Labor zwar ohne Lehrstuhl, ist es dennoch weitverzweigt in der Lehre engagiert:

- Abtg. X ETH Zürich (Naturwissenschaften, Sportlehrerausbildung ETH)
- Medizinische Orthopädie
- Überverbandliche Trainerausbildung (Nationales Komitee für Elitesport NKES)
- Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Bern
- Schweizerische Gesellschaft für Sportmedizin (Fortbildungskurse)



Der Sportschuh – ein einflussreicher Faktor für die Belastung des Bewegungsapparates bei sportlichen Bewegungen.

(Foto Biomechanisches Laboratorium ETH)

Daneben nehmen nicht nur zahlreiche Sportverbände die Dienste des Labors in Anspruch, sondern auch die Sportartikel-Industrie und da vornehmlich im Bereich Sportschuhforschung, ferner der Sportstättenbau. Die Forschungsergebnisse in

Das Biomechanische Laboratorium der ETH Zürich befindet sich in einem alten, verschachtelten, gemütlichen Doppelhaus an der Weinbergstrasse, mit Treppen, Gängen, vielen Zimmern und einem kleinen, knarrenden Lift, welcher jeweils mit einem harten Rumpler hält, als hätte er von seiner Fracht die Nase voll.

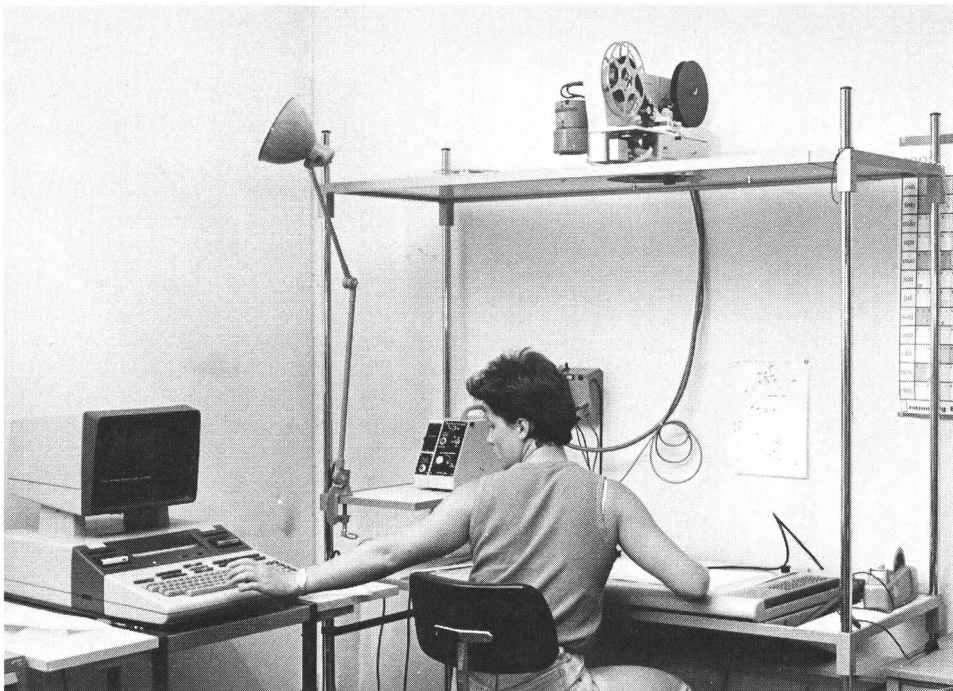
Zu sehen gibt es nicht viel an diesem heissen Julitag, denn viele Labors sind geschlossen. Keine zuckenden Froschschenkel, keine skurrilen, klappernden Geräte à la Tinguely, keine mit Elektroden verdrahtete Athleten auf dem Lauf-Ergometer, nur einige da und dort sich ausruhende Elektronenhirne. Es ist Ferienzeit. Meine geplante Reportage ist gewissermassen ein biomechanischer Misstritt. Zwei Photos entstehen: eine vom ehrfurchtgebietenden Filmanalyselabor, das andere in einem Kellerlabor mit viel Elektronik und einem eingespannten Knochen. Der attraktive Teil biomechanischer Forschung ist eben Feldarbeit – bei den Ruderern etwa. Doch erst nach den Ferien. Pech für mich, denn die Zeit drängt.

Dafür werde ich von Dr. Simon Lüthi und von Dr. Edgar Stüssi, Leiter des Labors, freundlich empfangen, und bei einem frischen, herrlich duftenden Kaffee aus der Getränke-Bar entwickelt sich ein langes Gespräch, dessen Substrat der folgende Bericht über das Biomechanische Laboratorium der ETH ist. Der Bericht eines Laien über eine ihm vorher ebenso fremde wie ihn verwirrende Wissenschaft.

Zusammenarbeit mit Industrie und Verbänden, wurden publiziert und so einem breiteren Kreis von Interessenten zugänglich gemacht.

Bedeutende Sammlung wissenschaftlicher Publikationen

Die Zahl der Publikationen, Diplom-, Lizentiatsarbeiten und Dissertationen am Laboratorium für Biomechanik, aber auch der Lehreinträge und Referate, ist important: 139 Diplomarbeiten, 2 Lizentiatsarbeiten, 7 Dissertationen, worunter jene des Zehnkampf-Nationaltrainers Hansruedi Kunz mit dem Thema: «Leistungsbestimmende Faktoren im Zehnkampf». Im Jubiläumsjahr 1986 erschienen aus der Feder der wissenschaftlichen Mitar-



Das Filmanalyse-Labor des Biomechanischen Laboratoriums ETH (normalerweise verdunkelt).

beiter des Labors 37 Publikationen, denen ebenfalls 37 Vorträge gegenüberstanden.

Diplomarbeitstitel wie:

- Erschütterungsmessungen beim Reiten (Irene Clematide-Staub, 1974)
- Ganganalyse. Über den Einsatz verschiedener biomechanischer Messmethoden zur Ganganalyse an Patienten
- Weitsprung. Biomechanische Untersuchungen am Schweizerischen Weitsprungkader mittels Filmanalyse und Messungen mit der Mehrkomponenten-Messplattform (Roland Fischer, 1975)
- Psychomotorik und Mikrovibrationen. Untersuchungen über das Quasistatische Gleichgewichtsverhalten von psychomotorisch auffälligen und nicht-auffälligen Kindern (Ingbert Kaczmarczyk, 1982)
- Drehbewegungen auf Bodenbelägen. Drehmomente bei Rotationen mit verschiedenen Schuhen auf verschiedenen Unterlagen (Heinz Michel, 1978)
- Biomechanik des Ruderns, die Bedeutung der Kraftkurve im Hinblick auf leistungsbestimmende Faktoren (Felix Angst, 1976),

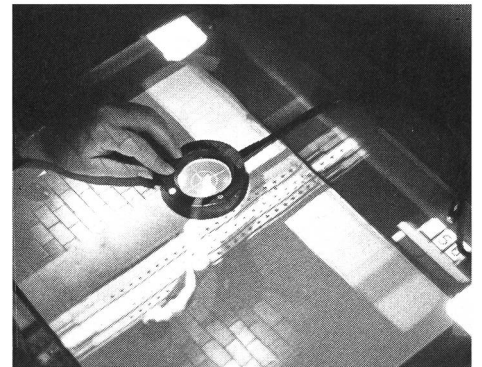
(um nur einige zu nennen), mögen die Vielgestalt biomechanischer Messungen und Projekte andeuten.

Bemerkenswert ist das grosse Interesse der Absolventen der Turnlehrerkurse an der Biomechanik, sind doch zuweilen bis zu 10 Studentinnen und Studenten im Labor an der Arbeit zu sehen. Kein Zufall, dass sich unter dem ständigen Mitarbeiterstab des Biomechanischen Laboratoriums 8 ehemalige Turn- und Sportlehrer(innen) ETH befinden, unter ihnen Dr. Hansruedi Kunz, Dozent auch an der ETS Magglingen.

Hier der Sport – dort die Medizin

Die Biomechanik deckt auf wissenschaftlicher Grundlage nicht nur dem Athleten beispielsweise auf, welcher Art seine Fehler im Bewegungsablauf sind und wie er seine Technik optimieren könnte, sie gibt auch dem Mediziner unentbehrliche Informationen über bestehende Mängel oder Veränderungen am passiven oder aktiven Bewegungsapparat eines Athleten oder auch eines Nichtsportlers. Zudem lassen sich durch spezielle Messverfahren auch psychomotorische Störungen oder einen durch Stress oder andere seelische Belastungen bedingten Leistungsabfall nachweisen.

Ursprünglich in Zürich aus rein sportlichen Bedürfnissen gewachsen, erlangt heute die Biomechanik in der allgemeinen Medizin, hauptsächlich in der Orthopädie, eine immer grössere Bedeutung. Das Verhältnis Sport zu medizinisch-orthopädischer Forschung beträgt 50:50. Das Laboratorium für Biomechanik ETH unterhält ausser Haus zwei sogenannte «Gang-Labors»: Das eine befindet sich in der Rennbahn-Klinik Muttenz (Ärzte: Feinstein, Segesser und Jenoure), das andere in der Rheuma-Klinik des Universitätsspitals Zürich (Prof. Wagenhäuser). Beide sind zur digitalen Messung mit mobilen LSI-Computern ausgerüstet, welche ermöglichen, an Ort zu messen, die Daten zu speichern und teilweise auszuwerten.



Der Bewegungsanalyse-Tisch.

An der Abteilungskonferenz der Abteilung X der ETH vom 5. Dezember 1986 wurde einstimmig beschlossen, das Fach «Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates» in den Katalog der Prüfungsfächer aufzunehmen.



Bodenbeläge und ihr Einfluss auf den passiven und aktiven Bewegungsapparat sind Gegenstand verschiedener Forschungsprojekte in Zusammenarbeit mit der Industrie.

Forschungsprojekte des Laboratoriums für Biomechanik ETH

Sportbiomechanische Forschung

Technikanalysen (Leichtathletik, Zehnkampf):

In einer Längsschnittstudie an Schweizer Spitzenzehnkämpfern werden die technischen Disziplinen des Zehnkampfes mit folgenden Zielsetzungen analysiert: Feststellen von leistungsbestimmenden Messgrößen, Suche nach geeigneten Trainingsmassnahmen, Überprüfen der Auswirkungen der Trainingsmassnahmen und Feststellen von räumlichen und zeitlichen Bewegungsverwandtschaften unter den Zehnkampfdisziplinen. Die entsprechenden Resultate finden ihre Anwendung im Training, werden dort laufend überprüft und sollen zur Optimierung des Trainingsprozesses beitragen.

Krafttraining und seine Anwendungsbereiche:

Das Krafttraining ist heute eine gebräuchliche Trainingsform zur Steigerung der sportlichen Leistung, zur Erhaltung der Gesundheit, zur Rehabilitation nach Operationen usw. Trotz einer grossen Zahl von Untersuchungen im Bereich des Krafttrainings existieren aber noch viele Unklarheiten. Einerseits verwenden verschiedenste Autoren ganz unterschiedliche Begriffe, andererseits sind immer mehr Kraftmaschinen im Handel erhältlich, so dass die Situation im Moment etwas unübersichtlich ist. Es drängt sich deshalb auf, die Begriffe des Krafttrainings zu ordnen und richtigzustellen und die gebräuchlichen Krafttrainingsgeräte gründlich zu untersuchen, so dass daraus auf ihre Eignung geschlossen werden kann.

Laufen:

Die Biomechanik des Laufens ist Gegenstand dieses Projektes. Anhand von kinematischen, aber auch kinetischen Studien soll der Unterschied zwischen den verschiedenen Lauftechniken (Sprint bis Langstrecken) untersucht und deren Unterschiede besser verstanden werden. Die Resultate sollen direkt in die Beratung und die Trainingsplanung von Trainern und deren Sportler einfließen.

Skilanglauf:

Im Skilanglauf sind gegenüber dem «gewöhnlichen» Laufen, bedingt durch die Möglichkeit des Gleitens, verschiedene zyklische Schrittartern möglich. Die wechselnden Geländeprofile und Gleitverhältnisse wirken sich zudem auf die Anteile der verschiedenen Schrittartern aus. Entsprechend vielfältig sind die leistungsbestimmenden Faktoren, die mittels filmanalytischer Methoden erarbeitet werden.

Skispringen

Die Dynamik des Absprunges und der Landung, sowie die aerodynamischen Gegebenheiten während der Flugphase sind von besonderem Interesse für die Leistung im Skispringen. Diese Studie wird in Zusammenarbeit mit dem Institut Straumann, Waldenburg und dem Schweizerischen Skiverband durchgeführt. Die Erkenntnisse basieren einerseits auf einem theoretischen Teil (Analytische Modelle, Computersimulationen) und andererseits von experimentellen Untersuchungen (Filmanalyse, Kraftmessung auf dem Schanzentisch).

Rudern:

Anhand einer Studie über einen ganzen Trainings- und Wettkampfyklus soll die Bedeutung biomechanischer Messgrößen für die Trainingsgestaltung untersucht werden. Gemessen werden nebst den biomechanischen Grössen (Kräfte, Winkel usw.) auch physiologische, wie Lactat und Pulsfrequenz.

Belastung des Bewegungsapparates (Tennis):

Die Belastung von Muskeln, Bändern, Knochen und Gelenken soll mittels Messung äusserer Kräfte und des Elektromyogramms (EMG) abgeschätzt werden. Durch die geplante Untersuchung soll festgestellt werden:

1. Wie weit das EMG zur Verbesserung der Beurteilung der Belastung des menschlichen Bewegungsapparates beigezogen werden kann,
2. welchen Belastungsgrößen der Tennisspieler ausgesetzt ist, das heisst die Gefahren dieser Sportart aufzeigen, um ihre gesundheitsfördernden Möglichkeiten besser zu nutzen.

Grundlagen zur funktionellen Sportschuhkonstruktion:

Die Zunahme der sportlichen Aktivitäten und die Entwicklung neuer Kunststoffsportplatzbeläge einerseits, mangelhafte Bewegungstechniken und falsche Sportschuhkonstruktionen andererseits, bewirken eine Zunahme der Beschwerdebauhäufigkeit und/oder eine Abnahme der Leistungsfähigkeit bei den betreffenden Sportlern. Mittels biomechanischer Analysen soll versucht werden, die Zusammenhänge zwischen Leistung, Belastung und Sportschuhkonstruktion besser zu verstehen, um daraus Hinweise für die Verbesserung von Sportschuhen zu gewinnen.

Druckverteilung:

Die Belastung des Fusses, im speziellen die Druckverteilung unter der Fussfläche, konnte früher nur statisch oder integriert über eine ganze Stützphase (Podogramm) erfasst werden. Dank der Weiterentwicklung und Verbesserung einer käuflichen Druckmessplatte können wir heute die ersten gesicherten Ergebnisse über die Belastungsdynamik des Fusses sammeln. Die Messapparatur soll nun sowohl in der Orthopädie zur Erfassung von Fussdeformitäten als auch zum Quantifizieren der äusseren Belastung des Fusses bei sportlichen Aktivitäten eingesetzt werden.

Schuhsynthese:

Durch eine Versuchsreihe mit einem sukzessive aufgebauten Sportschuh wird mittels Parameteranalyse der äusseren Kräfte der Einfluss der einzelnen Schuhkomponenten auf die Bewegungscharakteristik erfasst. Die Resultate sollen uns erlauben, die Wechselwirkung Boden-Schuh-Fuss besser zu verstehen.

Biomechanische Grundlagen- forschung und Modelling

Belastung des menschlichen Bewegungsapparates:

Die Kenntnis der Belastung – im Vergleich zur Belastbarkeit – von Muskeln, Sehnen, Bändern und Gelenken bei gegebener Bewegung wäre ein wesentlicher Beitrag zum Verständnis der Zusammenhänge, zum Beispiel zwischen Bewegung und Beschwerden, oder Bewegung und degenerativen Prozessen usw. Durch die Messung von äusseren Kräften oder auch kinematischer Analyse von Bewegungen, lässt sich jedoch nur bedingt die innere Belastung des Bewegungsapparates abschätzen.

Mittels Analyse kinematischer Ketten wird einerseits versucht, die inneren Kräfte abzuschätzen, andererseits aber auch aus der Bodenreaktionskraft, die einfach messbar ist, mehr Information herauszuholen. Mittels statistischer Erhebungen wird versucht, den Komplex Bewegung, Umwelt und Beschwerden besser zu charakterisieren.

Mechanische Eigenschaften des Extremitätenskeletts:

Für die Beurteilung der Belastung, respektive der Belastbarkeit des menschlichen Bewegungsapparates, im speziellen des Extremitätenskeletts, sind nicht nur die Bereiche Knorpel, Sehnen, Bänder von Interesse, sondern ebenso die mechanischen Eigenschaften des Röhrenskeletts. Zum Beispiel Ermüdungsfrakturen sind die Folge von Entmineralisierung des Knochens.

Mittels schwingungsanalytischer Ansätze und morphometrischen Messungen in vitro wird versucht, eine Methode zur nichtinvasiven, nichtbelastenden Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Extremitätenskeletts in vivo zu entwickeln.

Muskelmechanik:

Das Verhalten eines Muskels oder einer Muskelgruppe – beschrieben zum Beispiel durch die Hill'schen Gleichungen – wird an einfachen Beispielen simuliert. Der Sinn dieser Simulation ist, das Verständnis der Muskelmechanik zu verbessern.

Orthopädisch-biomechanische Forschung

Fussbiomechanik:

Funktion und Belastung des fibulären Bandapparates. Nicht nur im Sport werden die fibulären Bänder durch «Übertreten» häufig überlastet. Akute Bandläsionen oder chronische Bandlaxität ist die Folge. Die Medizin bemüht sich in diesem Zusammenhang erfolgreich um die Diagnose und Wiederherstellung (operativ oder konservativ) dieser Bänder. Jedoch die Eigenschaften (Funktion und Belastung) des fibulären Bandapparates in Abhängigkeit der Fussposition oder Fussbewegung bleibt nach wie vor mit vielen Fragen behaftet. Darum ist die Kenntnis dieser Bänderigenschaften nicht nur interessant für den Biomechaniker (in Zusammenhang mit Modellbetrachtungen des menschlichen Fusses), sondern auch für den Mediziner im Sinne von präventiven und postoperativen Massnahmen.

Parametrisierung des Gehens und Laufens:

Für die Beurteilung einer so komplexen Bewegung wie das Gehen oder das Laufen beim Menschen (zum Beispiel mittels Kraftkurven) ist eine Datenreduktion unumgänglich. Je nach Fragestellung muss deshalb ein optimaler Satz von Parametern, der sensitiv auf kleinste Veränderungen reagiert, gefunden werden. Ziel dieser Arbeit ist, die Parametrisierung der Kraftkurven beim Gehen und Laufen so weiterzuentwickeln, dass sie bei ausgewählten Patientengruppen zur Objektivierung von Therapieerfolgen beigezogen werden können.

Einfluss von Medikamenten auf die Gangcharakteristik:

Posttraumatische Therapie wird meistens medikamentös begleitet. Die wahre Wirkung von Medikamenten wird durch psychische Einflüsse verfälscht. Durch biomechanische Methoden soll deshalb versucht werden, die Wirkung der Medikamente zu objektivieren.

Historischer Rückblick

Die Aera Prof. J. Wartenweiler (1961–1976)

Wie bereits einleitend dargestellt, beginnt Anfang der sechziger Jahre Prof. J. Wartenweiler, Leiter der Turn- und Sportlehrerkurse an der ETH, erste Bewegungsanalysen zu erstellen, um daraus neue Erkenntnisse der Bewegungs- und Trainingslehre zu gewinnen. Sein Einzimmer-Labor diente als Büro, Werkstatt, Vorlesungs- und Übungsraum. Seine erste Publikation, «Untersuchungen der Mechanik der menschlichen Bewegungen» im Jahre 1961 gilt als Gründung des Laboratoriums für Biomechanik der ETH Zürich. Mit A. Wettstein wird 1962 der erste wissenschaftliche Vollmitarbeiter eingestellt. Erste praktische Untersuchungen gelten dem Kunstturnen und dem Kugelstossen. Die siebziger Jahre bringen einen ersten grossen Entwicklungsschub mit neuen, zumeist im Eigenbau realisierten Geräten und verbesserten Messmethoden. Das Ausland wird «hellhörig», und die ETH organisiert 1968 das erste internationale Seminar für Biomechanik. Als Mitbegründer und Initiator der «International Society of Biomechanics» 1974 wird Prof. J. Wartenweiler deren erster Präsident. 1976 stirbt Prof. Wartenweiler. An dessen Stelle wird Dr. B.M. Nigg zum neuen Leiter des Biomechanischen Laboratoriums gewählt.

Die Forschung muss von den physikalischen Aspekten ausgehen und dann sukzessive diejenigen Phänomene mit einbeziehen, die anatomisch, physiologisch oder psychologisch denkbar sind.

Prof. J. Wartenweiler

Die Aera Dr. Benno M. Nigg (1976–1981)

In der Zeit mit Dr. B.M. Nigg wird zunehmend der menschliche Körper als biomechanisches System analysiert und die Bewegungen an Leistungssportlern verschiedenster Sportarten bezüglich Kinetik und Kinematik untersucht. Um Bewegungsabläufe zu verstehen hat sich die Notwendigkeit ergeben, geeignete Parameter der Leistung oder der Belastungsgrenze zu erkennen, um leistungsfördernde Bewegungen zu unterstützen oder vor Überbelastung zu warnen. Zum Forschungsprogramm gehören u.a. Erschütterungsmessungen in den Sportarten Skifahren, Kunstturnen, und Laufen, Untersuchungen an Sportplatzbelägen (mit der Problematik bezüglich Boden Härte, Beschwerden und Verletzungen), Untersuchungen von Sprüngen in der Leichtathletik, im Wasserspringen, Skispringen und beim Pferdsprung, ferner Filmanalysen im Skilanglauf.

Die Aufgabe der Biomechanik besteht darin, die Gesetzmässigkeiten der verschiedenen Bewegungsabläufe zu verstehen, sowie die Effektivität der aufgewendeten Kräfte zur Erreichung eines gesteckten Zieles zu untersuchen.

Dr. Benno M. Nigg

In diese Zeit fällt auch der Beginn der Zusammenarbeit mit Sportmedizinerinnen und der Industrie.

Zur Entwicklung zuverlässigerer Messmethoden und -geräte werden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen der ETH eine Reihe von Messeinrichtungen fabriziert, so u.a. zwei Telemetrie-Anlagen. Ferner wird zur Leistungsanaly-

se von Rudermannschaften ein Mess-System mit Kraftaufnehmern entwickelt, bei dem die Daten telemetrisch zur Empfangs- und Speichereinheit an Land übertragen werden. 1976 wird das Biomechanische Labor an die Weinbergstrasse 98 verlegt und gleichzeitig von der Turn- und Sportlehrerausbildung getrennt. 1981 verlässt Dr. B.M. Nigg die ETH, um an der kanadischen Universität von Calgary eine Professur anzutreten. Als sein Nachfolger wird Dr. E. Stüssi bestimmt.

Die Aera Dr. Edgar Stüssi (seit 1981)

Die Zeit mit Dr. Stüssi ist die Zeit der Moderne mit der Verfeinerung der methodischen und instrumentellen Messungen, dem Wandel von der analogen zur digitalen Messtechnik, Sieg des Computers.

Die bisherigen Projekte werden weitergeführt, neue kommen hinzu, viele von ihnen wie bis anhin finanziell unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds für die wissenschaftliche Forschung und der Expertenkommission für sportwissenschaftliche Forschung (EKSF).

Projekte wie «Ganganalyse» (Einführung der Messtechnik des Doppelschrittes im klinischen Umfeld), «Schwingungsanalyse» (eine Arbeit, bei welcher versucht wird, mit schwingungsanalytischen Methoden die mechanischen Eigenschaften des Skeletts in den Griff zu bekommen [bedeutsam im Zusammenhang mit Ermüdungsfrakturen und krankhaften Knochenveränderungen]) werden angegangen. Begleitet wird das Projekt von der Morphometrie, welche gestattet, den Mineralgehalt von Knochenschnitten in vitro mit hoher Auflösung zu bestimmen. Höhepunkt der Aera Stüssi waren zweifellos die Jubiläumsfeierlichkeiten «25 Jahre Biomechanisches Laboratorium ETH» vom vergangenen Jahr, mit unter anderem einem Symposium «Biomechanik» unter dem Titel «Kraft – ein Aspekt der sportlichen Leistung».

Die Biomechanik versucht, die auf die biologischen Gewebe wirkenden Kräfte und Belastungen abzuschätzen und somit Ursache und Wirkung von Schädigungen zu erfassen.

Dr. Edgar Stüssi



Der Schock des Öffnens des Fallschirms auf verschiedene Körperteile kann mit Hilfe von Beschleunigungsmessungen und drahtloser Telemetrie bestimmt werden.

(Foto Biomechanisches Laboratorium ETH)

Dr. E. Stüssi als Leiter und seine 24 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dürfen mit berechtigtem Stolz auf die 26 Jahre Laboratorium für Biomechanik der ETH Zürich zurückblicken, ist es doch gelungen, dank eines permanenten Leistungswillens, das Labor aus einem Kleinbetrieb zu einem Unternehmen mit internationaler Ausstrahlung zu entwickeln. ■

Zu Ihrer Orientierung

Wenn Sie Ratsuchende betreuen müssen,
wenn Sie für sich selber ein Wissensgebiet neu aufbereiten wollen:
Hier die Schwerpunkte des AKAD-Programms.
Der Beginn der Lehrgänge ist jederzeit möglich – das Studium ist
unabhängig von Wohnort und Berufsarbeit.



Einzelfächer

im Fernunterricht, von der Anfängerstufe bis zum
Hochschulniveau; Studienbeginn auf jeder Stufe
möglich.

Englisch ● Französisch ● Italienisch ●
Spanisch ● Latein
mit dem eingebauten Tonkassettenprogramm seriös
und trotzdem bequem zu erlernen.

Deutsche Sprache ●
Deutsche Literatur ● Praktisches Deutsch

Erziehungs- und Entwicklungspsychologie

Psychologie ● Soziologie ● Politologie ●
Philosophie

Weltgeschichte ● Schweizergeschichte ●
Geographie

Algebra und Analysis ● Geometrie ● DG

Physik ● Chemie ● Biologie

Buchhaltung ● EDV-Informatik ●
Betriebswirtschaftslehre ●
Volkswirtschaftslehre usw.

Geschäftskorrespondenz ● Maschinen-
schreiben

Diplomstudiengänge

in der Verbundmethode Fernunterricht-mündlicher
Seminarunterricht. Qualitätsbeweis: über 7000
Diplomanden, weit überdurchschnittliche Erfolgsquoten.

Eidg. Matura Typus B, C, D ●
Eidg. Wirtschaftsmatura ●
Hochschulaufnahmeprüfung (ETH/HSG)

Bürofachdiplom VSH ●
Handelsdiplom VSH ●
Eidg. Fähigkeitszeugnis für Kaufleute

Englischdiplome Universität Cambridge ●
Französischdiplome Alliance Française Paris ●
Italienischdiplom CCT ●
Deutschdiplome ZHK

Eidg. Buchhalterdiplom ●
Eidg. Treuhänderprüfung ●
Eidg. Bankbeamtendiplom ●
Eidg. dipl. Kaufmann K+A ●
Diplom Betriebsökonom AKAD/VSH

IMAKA-Diplomstudiengänge:
Management-Diplom IMAKA ●
Eidg. dipl. Organisator ●
Eidg. dipl. EDV-Analytiker ●
Eidg. dipl. Verkaufsleiter ●
Diplom Wirtschaftsingenieur STV ●
Diplom Techn. Kaufmann IMAKA ●
Diplom Personalassistent ZGP ●
Chefsekretärinnen-Diplom IMAKA

Persönliche Auskünfte:

AKAD-Seminargebäude Jungholz (Oerlikon)
Jungholzstrasse 43, 8050 Zürich
Telefon 01/302 76 66

AKAD-Seminargebäude Seehof (b. Bellevue)
Seehofstrasse 16, 8008 Zürich, Tel. 01/252 10 20

AKAD Akademikergesellschaft für
Erwachsenenfortbildung AG

Informationscoupon

An die AKAD, Jungholzstrasse 43, 8050 Zürich

Senden Sie mit bitte unverbindlich
(Gewünschtes bitte ankreuzen ☒)

- Ihr ausführliches AKAD-Unterrichtsprogramm
 Mich interessieren nur (oder zusätzlich)
 IMAKA-Diplomstudiengänge
 Technische Kurse Zeichnen und Malen

Name: _____

Vorname: _____

Strasse: _____

Plz./Wohnort: _____



69

987

Keine Vertreter!

69

