



Die wöchentliche Zusammenfassung von dem, was in der Welt der Biomechanik so abgeht.

Nachdem wir in den vergangenen Wochen interessante Möglichkeiten zur Untersuchung biomechanischer Parameter beim Outdoor-Sport vorgestellt haben (siehe [hier](#) und [hier](#)), geht es diese Woche mit dem Snowboarden weiter. Eine Gruppe von Forschern hat sich das Verhalten des Snowboards in einem gecarvten turn angeschaut. Der Artikel könnte vor Anglizismen strotzen – dennoch Viel Spaß beim Lesen!

1. [Statisches Modell eines Snowboards in einer Carving-Schwungphase: Validierung durch einen Test in Originalgröße](#)
2. [Ein frei zugänglicher Datensatz zur Laufbiomechanik und zu den Auswirkungen der Laufgeschwindigkeit auf die Kinematik und Kinetik der unteren Extremitäten](#)
3. [Bump'em: ein Open-Source-Störungssystem zur Untersuchung des menschlichen Gleichgewichts und des Gangs](#)
4. [Höre niemals auf zu lernen!](#)

## **Statisches Modell eines Snowboards in einer Carving-Schwungphase: Validierung durch einen Test in Originalgröße**

Wenn es um Situationen geht die sich im Labor nur schwer nachstellen lassen, gibt es eine Methode, die wir uns zuletzt noch nicht angesehen haben: Es ist das Modellieren und Simulieren. Wenn man das Verhalten eines Snowboards untersuchen will, aber nicht mit dem MoCap-System in die Berge fahren will, macht man folgendes: Man misst Sie so viel wie möglich im Labor, berechnet daraus ein Modell (wie einen digitalen Zwilling), wendet Bedingungen der „realen Welt“ an und versucht, das Ergebnis zu validieren.

Das ist im Grunde das, was die Gruppe um Benoit Caillaud in dieser bemerkenswerten Studie



getan hat, aber wie du sehen wirst war es nicht so einfach, wie wir es gerade skizziert haben. So baute die Gruppe einen statischen Belastungsprüfstand, um die Belastungsbedingungen während einem Turn zu simulieren, und verwendete ein Twin-Tip-Snowboard nach Industriestandard (dieses hatte eine Dicke von 5,55 mm, einen Holzkern aus Esche und zwei Verbundstofflagen aus epoxidverstärktem Glasfasergewebe).

Wie man auf dem CAD-Bild des Aufbaus unten sehen kann, erlaubte der Prüfstand dem Team das Brett zwischen  $40^\circ$  und  $60^\circ$  zu neigen, und es wurden Gewichte verwendet um das auf die Bindungen wirkende Gewicht des Fahrers zu simulieren. Sieh dir gerne die schematische Darstellung der einwirkenden Kräfte und Momente aus dem Originalpaper [hier](#) an.

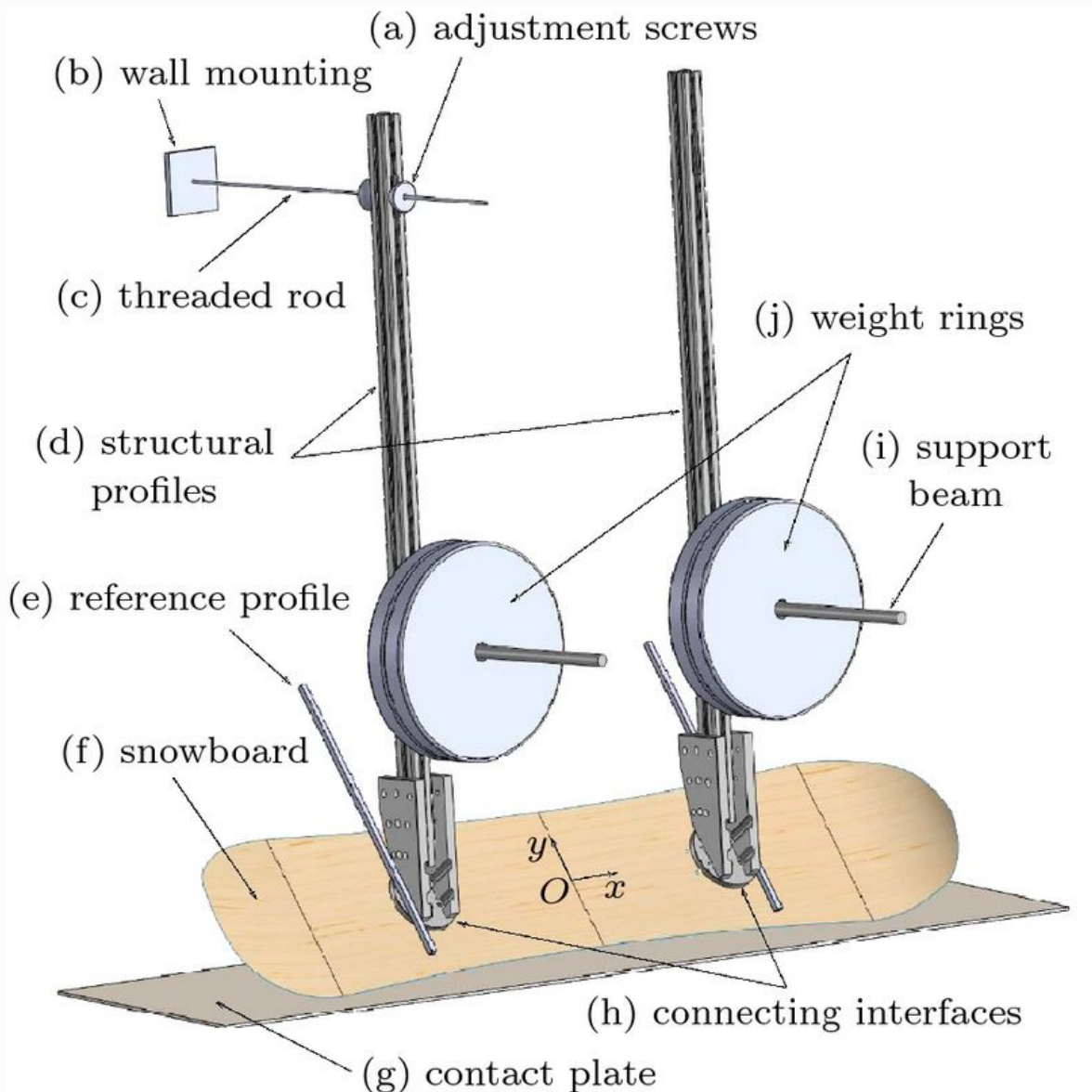


Image Credit: Caillaud et al.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12283-019-0307-4/figures/2>

Nach dem Aufbau des Prüfstandes verwendete die Gruppe ein Vicon MoCap-System, um die Verformung des Boards zu erfassen. Insgesamt wurden 12 Messsituationen definiert, die sich in der Gesamtbelastung (20, 40 und 60 kg) und im Neigungswinkel (von 39° bis 59°) unterschieden. Eine eher seltene Methode zur Messung des Kontaktdrucks zwischen Board und Oberfläche wurde verwendet, da die Gruppe einen Klebefilm zur Druckmessung



verwendete. Dabei handelt es sich im Grunde um ein Tape, das seine Farbe je nach Höhe des ausgeübten Drucks ändert. Der Fehler für diese Bänder liegt bei Niederdruckgradienten etwa 10-15%. Nach dem Scannen des Farbfilms wurden die Farbtöne in eine Druckeinheit (MPa) umgerechnet.

Nun verfügte die Gruppe über alle notwendigen Daten, um mit dem Aufbau eines Finite-Elemente-Modells zu beginnen, auf das wir hier nicht näher eingehen wollen. Wenn du an der genauen Vorgehensweise interessiert bist, würden wir empfehlen [das hier](#) zu lesen. Nachdem die Gruppe Simulationen mit dem Modell durchgeführt hatte, konnte sie die experimentellen Ergebnisse vom Prüfstand mit den Vorhersagen aus dem Modell vergleichen. Sie stellten fest, dass die grössten Diskrepanzen zwischen Modell und Experiment in den Bereichen um die Bindungen herum lagen, wo lokale Veränderungen im Experiment nicht erfasst werden konnten. Entlang der Kontaktkante zeigte die Simulation eine bessere Genauigkeit, doch an der gegenüberliegenden Kante wurden die Diskrepanzen wieder größer.

Alles in allem waren die experimentellen Messungen also in guter Übereinstimmung mit den numerischen Vorhersagen des Modells. Auch die Druckverteilung entlang der Kontaktkante des Boards war in guter Korrelation mit den Vorhersagen. In Zukunft könnte eine dynamische Herangehensweise an den Modellierungsprozess aufschlussreich sein, auch ein Überdenken des Designs von Snowboards könnte durch die Erkenntnisse über die Druckverteilung entlang der Kante beeinflusst werden.

Wie immer, wenn dies dein Interesse geweckt hat möchten wir dich ermutigen den ganzen Artikel, der reich an Abbildungen und Details ist, [hier](#) zu lesen. Viel Spaß!

Caillaud, B., Winkler, R., Oberguggenberger, M., Luger, M., & Gerstmayr, J. (2019). Static model of a snowboard undergoing a carved turn: validation by full-scale test. *Sports Engineering*, 22(2), 15.



## **Ein frei zugänglicher Datensatz zur Laufbiomechanik und zu den Auswirkungen der Laufgeschwindigkeit auf die Kinematik und Kinetik der unteren Extremitäten**

Reginaldo Fukuchi, Claudiane Fukuchi und Marcos Duarte haben 2017 einen Datensatz zur Laufbiomechanik und zu den Auswirkungen der Laufgeschwindigkeit auf die Kinematik und Kinetik der unteren Extremitäten für den freien Zugang hochgeladen. Wenn Du also aufgrund der aktuellen Situation keine eigenen Daten aufzeichnen kannst, stehen sie unter diesem [Link](#) zur Verfügung.

Die Beschreibung der Aufzeichnungen der Autoren lautet wie folgt:

„The data set comprises raw and processed lower extremity gait kinematics and kinetics signals of 28 subjects in different file formats (c3d and txt). A file of metadata (in txt and xls formats), including demographics, running characteristics, foot-strike patterns, and muscle strength and flexibility measurements is provided. In addition, a model file (mdh) and a pipeline file (v3s) for the Visual 3D software program are also provided. The data were collected using a three-dimensional (3D) motion-capture system and an instrumented treadmill while the subjects ran at 2.5 m/s, 3.5 m/s, and 4.5 m/s wearing standard neutral shoes.“

Vielen Dank für die Veröffentlichung! Es kommt sehr selten vor, dass Wissenschaftler ihre gesamten Datensätze für Andere zur Verfügung stellen.

Das gefällt uns besonders, weil wir bei The Biomechanist etwas Ähnliches planen. In Zukunft wollen wir unsere gesamte Lehre auf diesem Schema aufbauen und für alles, was in der Theorie gelernt wird, Daten für die Praxis zur Verfügung stellen.



## **Bump'em: ein Open-Source-Störungssystem zur Untersuchung des menschlichen Gleichgewichts und des Gangs**

Die Gruppe um Michael Raitor, Guan Rong Tan und Steve Collins von der Stanford University veröffentlichte diese Woche alle Daten zu ihrem Projekt „Bump'em“. Dabei handelt es sich um ein Open Source Perturbationssystem zur Untersuchung des menschlichen Gleichgewichts und Gangs. Die Entwickler versprechen 200 N Störeinflüsse, 45 ms Anstiegszeit und Materialkosten von weniger als 2.500 Dollar.

Unter diesem [Link](#) hat das Team alle notwendigen Informationen sehr detailliert beschrieben. Du findest Bauteillisten, Werkzeuglisten, 3D-Modelle, Bauanleitungen für verschiedene Aufbauvarianten, Anleitungen zur Einrichtung von Software und Firmware und alles, was Du sonst noch benötigst.

Großartige Arbeit und vielen Dank, dass es auch noch Open Access ist!



## Höre niemals auf zu lernen!

In der kommenden Woche wird es wieder kostenlose Online-Webinare geben, die Du nicht verpassen solltest!

Unter anderem findet am Donnerstag, 14. Mai, die Dynamic Walking Conference 2020 statt. Alles dreht sich um die Themen Gang, Biomechanik, Robotik, Manipulation und Verhalten. Zu diesem Zweck werden mehrere parallele Chat-Räume eingerichtet, so dass nicht nur Vorträge gehört, sondern auch Poster mit viel Interaktion präsentiert werden können und der soziale Austausch, der ein Merkmal vieler Konferenzen ist, nicht zu kurz kommt. Du kannst dich unter diesem [Link](#) anmelden.

Falls Du die Webinare der ISBS Sportbiomechanik-Vorlesung verpasst hast, solltest Du sie noch einmal nachschauen. In den vergangenen Wochen gab es immer wieder neue Vorträge über die Biomechanik diverser Sportarten. Unter anderem Tennis, Rugby, Reiter, Fußball und viele mehr. Wirf doch einen Blick auf diesen [Link](#), um zu sehen, was es zu finden gibt. Besonders hervorheben möchten wir den Vortrag über inverse Dynamik von Bill Baltzopoulos. In diesem Video spricht er über die Bewertung der Belastung des Bewegungsapparats, grundlegende Schritte bei der Modellierung, den Umgang mit inverser Dynamik und mechanische Fehleinschätzungen. Am Ende seines Vortrags gibt er eine Reihe von Richtlinien und Empfehlungen, die Du in diesem Prozess unbedingt befolgen solltest. Wirf doch mal einen Blick darauf: