

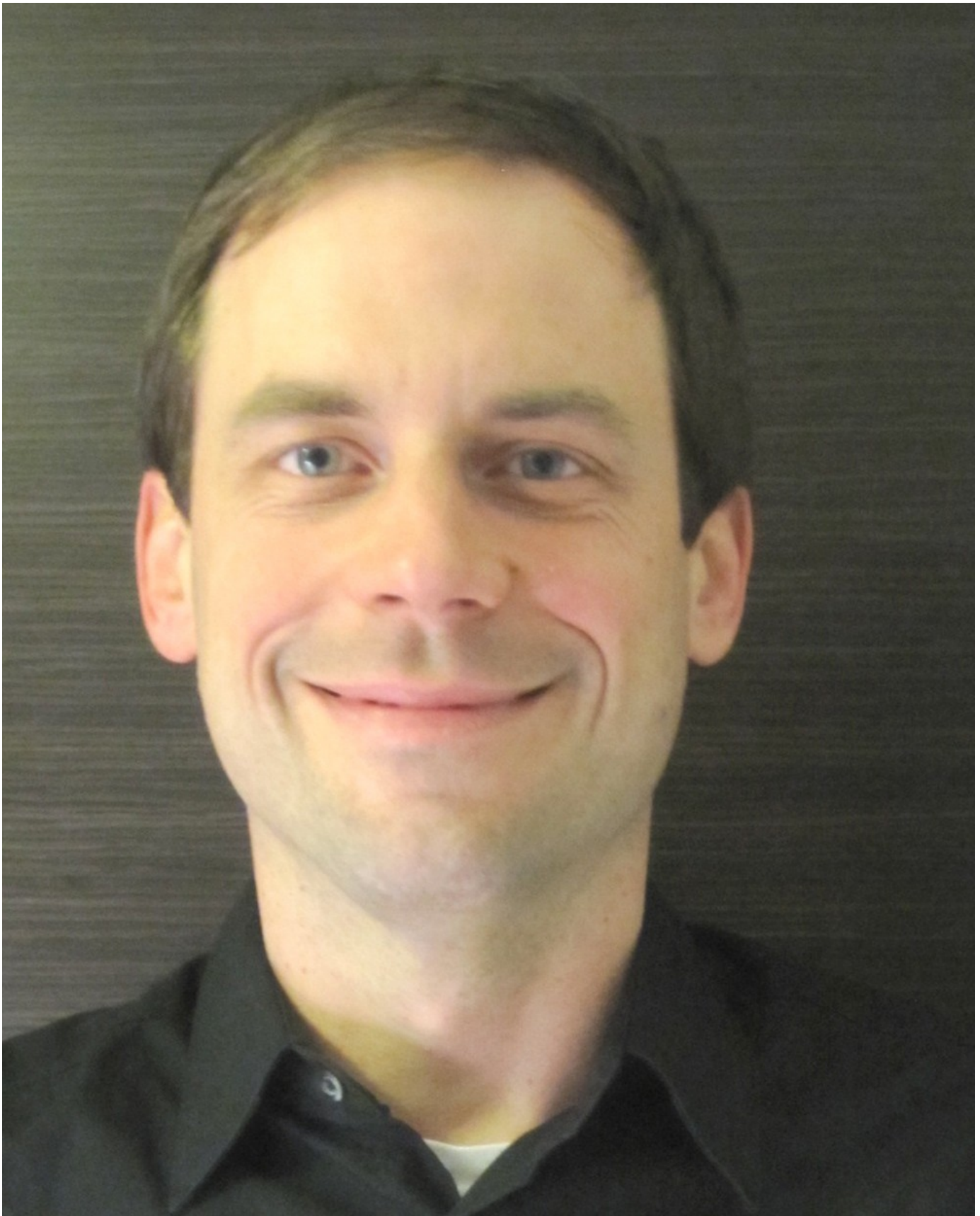
Menschlicher Bewegung auf den Zahn gefühlt

Schon das ganz normale Stehen und Vorwärtsgehen sind komplexe Leistungen des Körpers, die längst noch nicht völlig verstanden sind. Das gilt erst recht für das Springen, Rennen und Hüpfen. Wie das muskuloskelettale System zusammenwirkt, um Bewegungen zu erzeugen und wie sich Störungen auswirken, ist eines der Forschungsgebiete am Stuttgarter Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft. Ein wichtiges Forschungsinstrument ist die Computersimulation menschlicher Bewegung.

Können Sie stillstehen, ganz ruhig dastehen, ohne sich zu bewegen? Wie sehr Sie es auch versuchen, es wird Ihnen nicht gelingen. Denn jeder Mensch schwingt ganz leicht vor und zurück, wenn er scheinbar regungslos dasteht und zwar mit einer Frequenz von 0,4 bis 1,2 Herz, wie Dr. Syn Schmitt und seine Forschungspartner herausgefunden haben. Schmitt leitet die Forschergruppe „Computersimulation menschlicher Bewegung“ am Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft der Uni Stuttgart und befasst sich unter anderem mit dem aufrechten Stand.

Die leichten Pendelbewegungen braucht der Mensch, um sein muskuloskelettales System funktionsfähig zu halten. „Völlig starres Stehen wäre eine muskuläre Anstrengung, die schnell zur Überbeanspruchung und zu Verkrampfungen führen würde“, erklärt Schmitt. Dass es eine Pendelbewegung gibt, war bereits seit Jahrzehnten bekannt: Aus biomechanischer Sicht ist der Mensch ein inverses Einfachpendel. Invers, also umgekehrt, ist es, weil ein normales Pendel seine Aufhängung oben hat. Der Mensch hingegen schwingt über dem Fußknöchel als Fixpunkt. Soweit die gängige Lehrmeinung. „Seit rund 15 Jahren wurde vermutet, dass die Pendelbewegung noch über andere Gelenke reguliert wird, zumindest über das Hüftgelenk. Das konnten wir mit unserem Modell jetzt bestätigen“, so Schmitt. Damit ist der Mensch nun zum inversen Doppelpendel avanciert.

Vom Einfach- zum Doppelpendel – und weiter?

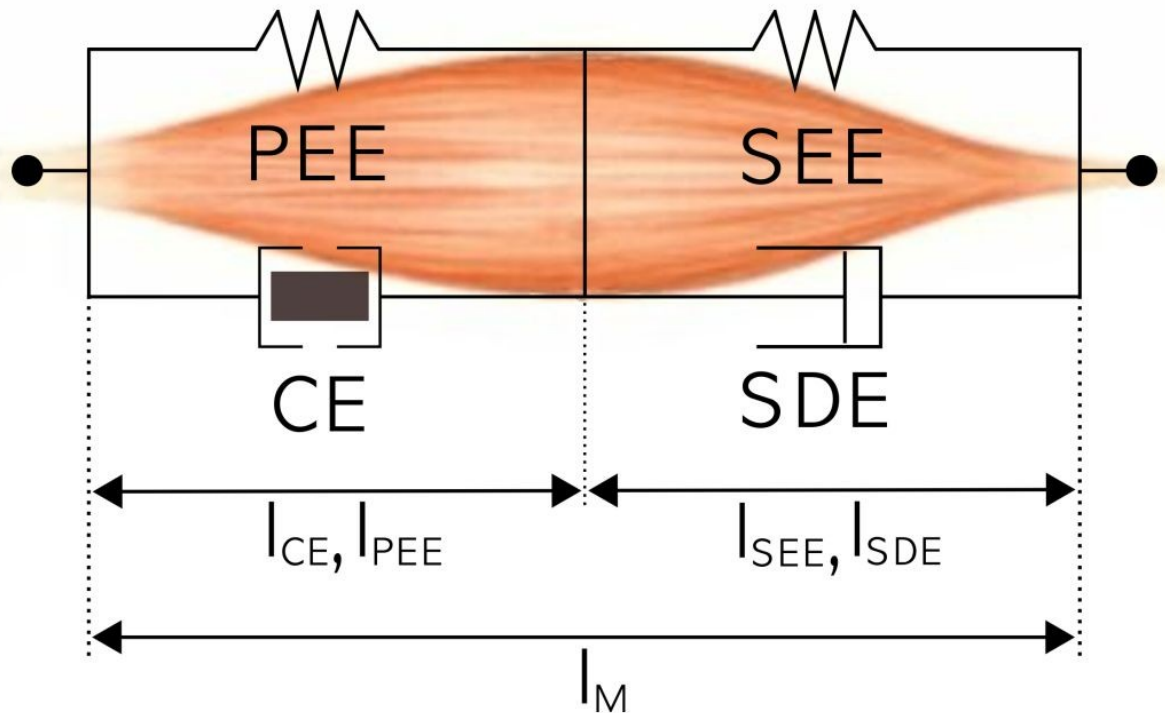


Dr. Syn Schmitt hat Physik und Sportwissenschaft studiert und leitet heute die Forschungsgruppe "Computersimulation menschlicher Bewegung" an der Uni Stuttgart.

© privat

Der Weg zu dieser Erkenntnis war alles andere als leicht. Am Anfang standen zeitaufwändige und sehr komplexe Analysen der Bewegungsmomente in den Gelenken. „Dabei fanden wir beim aufrechten Stehen auch in der Hüfte Momentfluktuationen vor und zurück, die Bewegung in der

Hüfte generieren“, sagt Schmitt. Das Modell des Einfachpendels reichte nicht aus, um das zu erklären. Deshalb haben die Forscher ein Gleichungssystem für ein Doppelpendel entwickelt. Wesentliche Arbeiten wurden dabei von Dr. Michael Günther von der Uni Jena durchgeführt, der inzwischen auch in dem Stuttgarter Team mitwirkt. Schließlich passte alles zusammen: Die Forscher konnten ausgehend vom Doppelpendel aufrechtes Stehen simulieren, mehr noch: „Die Simulationen liefern uns detaillierte Aussagen über das menschliche Stehen“, so Schmitt.



Das Muskelschema zeigt die Ansatzpunkte, zwischen denen die Kräfte berechnet werden.
© Schmitt, Inspo Uni Stuttgart

Die Ergebnisse sind nicht nur grundlagentheoretisch interessant, sondern haben auch ganz praktischen Nutzen, etwa für das Gleichgewichtstraining. Früher wurde dabei hauptsächlich das Sprunggelenk trainiert, mit den neuen Erkenntnissen können jetzt Übungen unter Einbeziehen des Hüftgelenks entwickelt werden. Auch die Diagnose von krankhaften Bewegungsstörungen dürfte profitieren. Beispiel Parkinson: Die neuen Analysemethoden könnten zeigen, dass der aufrechte Stand bei Parkinson-Patienten anders zustande kommt als bei Gesunden. „Die Schwingungen unterscheiden sich etwas, zum Beispiel in der Frequenz. Möglicherweise werden bei Parkinson mehr Muskeln im Sprunggelenk oder in der Hüfte angespannt“, vermutet Schmitt. Er hat bereits ein Projekt angedacht, um die Momentfluktuationen in den Gelenken aufzudecken und zu vergleichen. Zurzeit fehlen ihm allerdings noch die Forschungsgelder und die Mitarbeiter dafür.

Die Funktion des Sprunggelenks entschlüsseln

Das Sprunggelenk beschäftigt Schmitt auch in einem anderen, stark interdisziplinär angelegten Projekt. Zusammen mit Prof. Dr. Wilfried Alt und seiner Arbeitsgruppe, die ebenfalls am Sportinstitut der Uni Stuttgart angesiedelt ist, erforscht Schmitt die inverse Dynamik von Sprunggelenken. Eines der Ziele dabei ist es, eine Basis für neuartige Prothesen zu liefern. Diese sollen dann von weiteren Kooperationspartnern entwickelt werden: Dr. Urs Schneider und seinem Team am Stuttgarter

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA). „Bisher gibt es nur relativ starre Prothesen, weil noch wenig verstanden ist, wie die untere mit der oberen Sprunggelenkachse funktional gekoppelt ist. Außerdem wollen wir verstehen, warum es überhaupt zwei Achsen im Sprunggelenk gibt“, sagt Schmitt.

Alt hat bereits wichtige Vorarbeiten für das Projekt geliefert und die Lage der Sprunggelenkachsen charakterisiert. „Die Lage ist vermutlich essenziell für das abrollende Gehen. Unsere Gruppe berechnet nun, welche Kräfte dabei wirken. Wir simulieren, welche Gelenkmomente bei verschiedenen Bewegungen wie Laufen und Springen, aber auch bei verschiedenen Schuhen und bei unterschiedlichen Untergründen auftreten“, so Schmitt. Die Ergebnisse könnten nicht nur für Prothesenhersteller, sondern auch für Sportartikelhersteller interessant sein.

Vom virtuellen zum künstlichen Muskel





Computersimulation des ruhigen aufrechten Standes, ein Projekt in Kooperation mit Dr. Michael Günther (Uni Jena) und der Biomotion Solutions GbR, Tübingen
© Gernot Zech, Weil der Stadt

Ebenfalls von interdisziplinärem Interesse sind Schmitts Arbeiten zur Entwicklung eines künstlichen Muskels. Dabei kooperiert er mit Prof. Dr. Reinhard Blickhahn und Dr. Michael Günther vom Lehrstuhl für Bewegungswissenschaft an der Uni Jena, mit denen er bereits ein gemeinsames Patent angemeldet hat. „Wir messen, analysieren und simulieren die menschliche Muskelbewegung, damit Antriebe entwickelt werden können, die wie der menschliche Muskel und ähnlich ökonomisch funktionieren“, erklärt Schmitt. Darüber hinaus kann auch dieses Projekt einen Beitrag zur Entwicklung neuartiger Prothesen leisten.

Muskeln, genauer gesagt das Zusammenspiel der Muskeln mit Bändern, Sehnen, Knochen und Knorpel, sind Thema eines weiteren Kooperationsprojektes, bei dem Schmitt im Rahmen des Exzellenzclusters SimTech eng mit Prof. Dr. Wolfgang Ehlers und Jun.-Prof. Oliver Röhre vom Institut für Mechanik der Uni Stuttgart zusammenarbeitet. „Wir entwickeln gemeinsam eine Mehrkörpersimulation der menschlichen Lendenwirbelsäule. Die besondere Herausforderung dabei ist, unsere Simulationen aufeinander abzustimmen“, sagt Schmitt. Die Kooperationspartner berechnen muskuläre Kräfteverläufe mit den Methoden der Kontinuumsmechanik, während Schmitt und seine Mitarbeiter Muskeln als Stränge betrachten, die von einem Punkt zum anderen ziehen und Kräfte messen, die zwischen ihnen wirken. Die Simulationen müssen jedoch das gleiche Verhalten erzeugen. „Wir wollen die Randbedingungen zur Bewegung der Wirbelsäule im Menschen möglichst genau erfassen und eine optimale Testumgebung schaffen“, sagt Schmitt und nennt auch zu diesem

Projekt einen medizinischen Nutzwert: „Die Simulationen sollen zum Beispiel dazu dienen, Bandscheibenimplantate zu optimieren.“

Fachbeitrag

17.04.2010

leh

BioRegio STERN

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen

Universität Stuttgart

Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft (Inspo)

Forschungsgruppe Computersimulation menschlicher Bewegung

Dr. Syn Schmitt

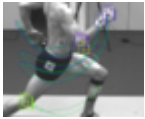
Allmandring 28

70569 Stuttgart

Tel. 0711 685-60484

E-Mail: schmitt[at]inspo.uni-stuttgart.de

Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Die Biomechanik - ein weites Feld