

**1. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
21.-22. November 1997 in  
München**



**„Ein neuer Ansatz zur Diagnose des krankhaften Gehens“**

Christian Lutzenberger, Friedrich Pfeiffer  
Lehrstuhl B für Mechanik, TU-München, Garching, Deutschland

# Ein neuer Ansatz zur Diagnose des krankhaften Gehens

**Christian Lutzenberger, Friedrich Pfeiffer**

Lehrstuhl B für Mechanik

TU-München, 85747 Garching, Germany

Die bisher zur Diagnose des krankhaften Gehens angewendeten Verfahren beschränken sich meistens auf die Analyse der kinematischen Größen. In den Laflaboratorien wird mit Hilfe von Kamerasystemen die Laufbewegung des Patienten aufgezeichnet und anschließend analysiert. Oft findet man auch noch Kraftmeßplattformen, die die Bodenreaktionslasten bestimmen und eventuelle Anomalien aufdecken. Teilweise werden EMG-Aufzeichnungen zur Analyse der Muskelerregung durchgeführt.

Der neue Ansatz zur Diagnose des krankhaften Gehens berücksichtigt neben den kinematischen auch noch die kinetischen Größen wie Muskelkräfte, Gelenkmomente, Muskelleistungen, Gelenklasten u.s.w. Damit stehen mehr Quantitäten zur Verfügung und Laufstörungen lassen sich besser und genauer diagnostizieren. Es ist weiterhin geplant, die zeitlichen Verläufe der Muskelerregungen zu berechnen. Eventuell auftretende Anomalien im Erregungsmuster werden ebenfalls zur Diagnose herangezogen. Die Implementierung eines Reglers im Modell, der die Regelung des menschlichen Laufens vereinfacht wiedergibt kann zur Diagnose von Störungen im Regelsystem verwendet werden.

Zur Berechnung der kinetischen Größen wird das aus der Mechanik bekannte Prinzip der inversen Dynamik verwendet. Aus den Gelenkwinkeln und deren zeitlichen Ableitungen werden mit Hilfe eines Mehrkörpermodells die Kräfte und Momente berechnet. Das mechanische Ersatzmodell des laufenden Menschen umfaßt 13 starre Einzelkörper, die durch Gelenke mit drei rotatorischen Freiheitsgraden miteinander verbunden sind. Insgesamt ergeben sich 42 Freiheitsgrade. Die Bewegungsgleichungen werden mit Hilfe der Newton-Euler Gleichungen aufgestellt. Eine Kraft-Längen-, eine Kraft-Geschwindigkeits-Kennlinie und ein Muskelaktivierungsgesetz beschreiben das dynamische Verhalten der Muskeln. Parameter skalieren die allgemeinen Kennlinien auf einen spezifischen Muskel. Der Einsatz von Optimierungsverfahren ist aus zweierlei Gründen notwendig. Erstens lassen sich aufgrund der mechanischen Überbestimmtheit des Systems die Bodenreaktionslasten nicht mehr aus den Bewegungsgleichungen berechnen. Zweitens ist das Modell wegen der großen Anzahl von Muskeln redundant. Auch hier lassen sich die Kräfte nicht mehr aus den Bewegungsgleichungen bestimmen. Die Optimierungskriterien sind zunächst noch unbekannt, weshalb auch von der "Methode der unbekannteten Kriterien" gesprochen wird. Der Test verschiedener Kriterien und ein Vergleich mit Messungen soll auf das geeignete Kriterium führen.

Das Projekt ist Teil des Sonderforschungsbereichs 462 "Sensomotorik" und wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik der TU München und der Neurologischen Klinik in Bad Aibling durchgeführt.