

Technische Erklärung

Computersimulation Sturz in die Badewanne

Für die Erstellung des Gutachtens und damit zur Beantwortung der Frage, ob ein Sturz ohne Fremdeinwirkung zur Endlage der in der Badewanne tot aufgefundenen Person Lieselotte K. und den bei der Obduktion entdeckten Kopfschwellenhämatomen führen kann, wurde eine biomechanische Computersimulation durchgeführt. In der Fachsprache wird diese Art der Computersimulation als neuro-muskuloskeletale oder neuromechanische Simulation unter Verwendung eines Menschmodells bezeichnet. Sie besteht aus der Rekonstruktion der Person, der Modellierung der Bewegungsabläufe, der Modellierung der Kontakte zwischen dem Menschmodell und der Umgebung und der Rekonstruktion der Umgebung. Für dieses Gutachten wurde das Badezimmer und insbesondere die Badewanne rekonstruiert.

Computergestützte Verfahren sind in der forensischen Biomechanik bekannt und werden hauptsächlich bei Verkehrsdelikten eingesetzt. Zum Beispiel wird zur Eingrenzung der Anfahrtschwindigkeit bei einem Verkehrsunfall zwischen PKW und Fußgänger die Situation am Computer rekonstruiert und damit in mehreren Versuchsschritten unter Veränderung der Anfahrtschwindigkeit und -position sowohl die Verletzungsorte am Menschen als auch die Schädstellen am Fahrzeug in Einklang gebracht. Üblicherweise werden dafür passive Menschmodelle verwendet, wie sie auch in der Fahrzeugsicherheit eingesetzt werden.

Die neuromechanische Simulation unterscheidet sich dadurch, dass zusätzlich zur Mechanik des biologischen Körpers auch seine Neurophysiologie modelliert. Mit dieser Art von Simulation wird also auch das Nervensystem und sein Einfluss auf die Bewegung einbezogen. Die Komplexität der Modellierung ist dabei erheblich größer als bei herkömmlichen, passiven Menschmodellen, da ein Mensch über mehr als 600 Muskeln verfügt, die alle mit dem Rückenmark und ins Gehirn verknüpft sind und die bei Bewegungen einbezogen werden müssen. Für die Erzeugung einer komplexen Bewegung werden daher auch natürliche Lernverfahren erforscht. Selbst bei einfachen Bewegungen zeigt sich der Einfluss der Muskulatur, da diese durch ihre Art der Anbringung bereits ohne gezielte Stimulation einen Beitrag zur Bewegung der Körpersegmente hat. Die neuromechanische Simulation ist daher sowohl biologisch als auch physikalisch näher am natürlichen Vorbild und damit valider.

Für die Rekonstruktion der Person wurde das Menschmodell in seiner Größe, in den Körpersegmentlängen, in der Verteilung der Körpermasse und bei der Einstellung der Kraftfähigkeiten und weiteren Körpereigenschaften mithilfe von Anknüpfungstatsachen aus Zeugenberichten oder Gutachten auf Lieselotte K. angepasst. Frau K. war 1,65m groß und wog 74kg. Die Modellierung der Bewegungsabläufe wurde hauptsächlich auf die Ausgangsposition vor der Wanne, die Körperhaltung vor der Wanne, den Eintritt von Schwindel bzw. des Gleichgewichtsverlusts und die Bewusstlosigkeit beschränkt. Darüber hinaus wurde nur in einem Fall eine aktive Rettungsbewegung während des in die Badewanne Hineinfallens simuliert. Mit dieser Methode ist es aber grundsätzlich möglich weitere, komplexere Bewegungsabläufe zu simulieren. Kontakte zwischen dem Menschmodell und der Umgebung, also dem Fußboden und der Badewanne müssen bei dieser Methode modelliert werden. D.h. es wurden durch in der Literatur übliche mathematische Formulierungen die physikalischen Bedingungen eingeführt. Im vorliegenden Fall wurden 200 Punkt-Flächen-Kontakte verwendet die sowohl Haft- als auch Gleitreibung berücksichtigen. Die Rekonstruktion des Badezimmers wurde durch Aufnahmen und Vermessungen dieses vorgenommen. Dabei wurde die

Badewanne mit 12 Kontaktflächen repräsentiert. Separat am Menschmodell angebrachte Kontaktpunkte detektierten den Kontakt und stellten eine korrekte physikalische Lösung sicher.

Die Ergebnisauswertung erfolgt anhand von Grafiken, die die Simulationsergebnisse darstellen. Damit wurde zum Beispiel die Kontaktkraft und -geschwindigkeit aufgezeigt. Darüber hinaus bietet die Animation der Simulation die Möglichkeit den Bewegungsablauf visuell zu überprüfen. Die Animation einer repräsentativen Simulation ist bereitgestellt und wird im Folgenden beschrieben. Die Animation (hv2023_basis_wm.mov) zeigt das Menschmodell der rekonstruierten Lieselotte K. in einer typischen Haltung bei der Bedienung von Wasserhähnen an der Badewanne. Die linke Hand stützt am Wannenrand ab, mit beiden Beinen wird versucht die Knie an der Wanne abzustützen und der Körper ist bereits in gebeugtem Oberkörper über der Wanne. Mehrere Ereignisse könnten dann für die folgende Fallbewegung ursächlich sein: akuter Schwindel, neurologische Störung, einfacher Gleichgewichtsverlust, Ausrutschen am Boden, etc. Die damit ausgelöste Fallbewegung führt zum Hineinfallen des Oberkörpers mit mindestens zweimaligem Kopfkontakt an der Badewanne. Gleichzeitig wird durch die Oberkörperrotation in die Wanne und die steifen Gelenke der alten Dame das entlastete Bein nach hinten geschleudert und mit in die Drehbewegung einbezogen. Durch Kontakt mit dem Wannenrand und dem bereits in der Wanne liegenden Oberkörper wird das rechte Bein vollständig in die Wanne verbracht. Eine durch den Kopfkontakt aufgetretene teilweise oder vollständige Bewusstlosigkeit führt zur Muskeler schlaffung und damit zu einem Verharren in der eingenommenen Endlage.

Die neuromechanische Simulation wurde für viele unterschiedliche Ausgangspositionen vor der Wanne durchgeführt. Für alle plausiblen Anfangsbedingungen fällt das Menschmodell in die Wanne und schlägt den Kopf an der Wanne an. Nur in sehr wenigen Fällen führt das Hineinfallen auch dazu, dass das linke Bein in die Wanne hineingleitet. Damit kann gezeigt werden, dass ein Sturz in die Wanne ohne Fremdeinwirkung zur Endlage der in der Badewanne tot aufgefundenen Person Lieselotte K. und den bei der Obduktion entdeckten Kopfschwartenhämatomen führen kann. Da die überwiegende Zahl aller Simulationen einen Sturz mit Kopfkontakt und als Endlage das linke Bein aus der Wanne ragend zeigen, kann sogar geschlossen werden, dass dies ein wahrscheinliches Bewegungsszenario ist und somit Frau K. durch einen häuslichen Unfall ums Leben gekommen ist.