

## **Muskel- und Gelenkkräfte beim Pressen – experimentell gewonnene Optimierungsstrategien**

S. Rues <sup>1</sup>  
H. J. Schindler <sup>1</sup>  
J. Lenz <sup>1</sup>  
K. Schweizerhof <sup>2</sup>

<sup>1</sup> FG Biomechanik, Universität Karlsruhe

<sup>2</sup> Institut für Mechanik, Universität Karlsruhe

Das Kausystem ist vielfach statisch unbestimmt. Die bei isometrischen Kontraktionen tatsächlich in den individuellen Muskeln auftretenden Kräfte lassen sich daher nur über Messung der elektrischen Muskelaktivitäten und gleichzeitiger intraoraler Messung der zwischen Unter- und Oberkiefer übertragenen Beißkraft ermitteln. Darüber hinaus können diese Beiträge aber auch mit realistischen biomechanischen Modellen und geeigneten Optimierungsstrategien berechnet werden.

Bei 10 Probanden wurden die EMG-Aktivitäten aller Kaumuskeln und die Beißkraft bei verschiedenen motorischen Aufgaben zeitgleich gemessen. Über ein Feedback-System konnten die Probanden dabei die Beißkraft, die bei den Experimenten nach Richtung und Betrag variiert wurde, gezielt ansteuern. Zusätzlich wurde anhand von frontalen und horizontalen MRI-Aufnahmen für jeden Proband ein 3D-Modell seiner Kaumuskulatur generiert. Aus diesen Modellen konnten die Wirkungslinien der Muskeln, ihre physiologischen Querschnittsflächen und der Angriffspunkt der resultierenden Beißkraft bestimmt werden. Mit einer Serie vertikal zur Okklusionsebene orientierter Beißkräfte wurde schließlich für jeden Proband ein Kraftgesetz ermittelt, das die vom individuellen Muskel entwickelte Kraft mit seiner EMG-Aktivität verknüpft.

Unter der Annahme, dass der Unterkiefer als Starrkörper modelliert werden kann, und dass die Wirkungslinien der Gelenkkräfte die Achse durch die Kondylenmittelpunkte schneiden, konnten dann die Muskel- und Gelenkkräfte mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen bestimmt werden. Anhand dieser auf den Versuchsdaten beruhenden Ergebnisse konnte nun geprüft werden, welche Optimierungsstrategien die real auftretenden Muskelkräfte am besten wiedergeben.

Folgende wesentlichen Resultate konnten gefunden werden:

- Bei rein vertikaler Beißkraft betragen die Gelenkkräfte jeweils etwa 60 bis 70% der Beißkraft.
- Muskeln entwickeln hohe Kräfte, wenn ihre Wirkungslinie näherungsweise mit der Richtung der resultierenden Beißkraft übereinstimmt.
- Die Minimierung der elastischen Energie des kontraktiven Gewebes ist die Optimierungsstrategie, mit der die experimentell gefundenen Daten am besten übereinstimmen.