

FE-Simulation des Füge- und Lösevorgangs eines Konusteleskops unter Berücksichtigung verschiedener Dimensionierungsparameter

Diplomarbeit von cand. ing. Christopher Fingerhut

Motivation:

Für die funktionelle und ästhetische Rekonstruktion eines Gebisses mit stark reduziertem Restzahnbestand ist die derzeit optimale Lösung die Konuskronen. Die Lebensdauer und Ästhetik dieser Prothese kann durch die Wahl einer Keramik- anstelle einer Kunststoffverblendung deutlich verbessert werden (Nachteil von Keramik: Sprödigkeit).



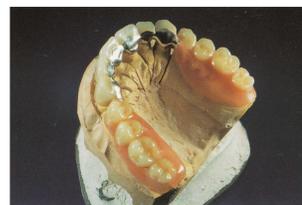
Typisches Lückengebiss



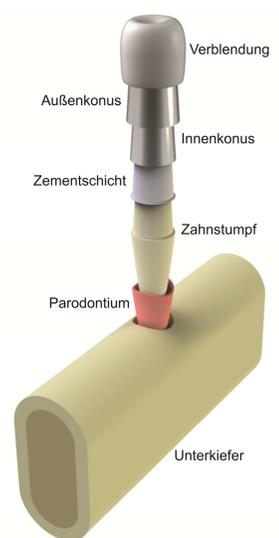
Überkronte Pfeilerzähne



Versorgung mit Konuskronen



Konuskronen auf Gipsmodell



Explosionsgrafik eines Konusteleskops

Problem:

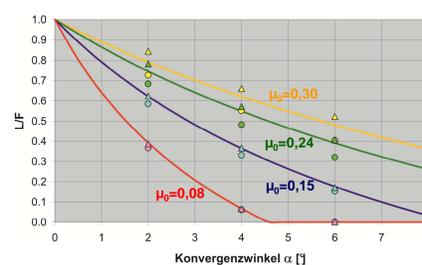
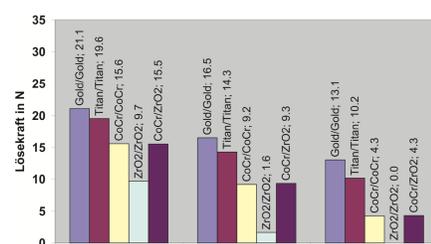
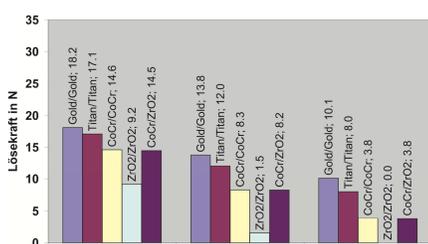
Keramik reagiert sehr empfindlich auf die Zugspannungen, die beim Einsetzen der Prothese und vor allem unter funktionellen und parafunktionellen Beanspruchungen (Pressen, Knirschen) entstehen. Bisher gab es keine Aussagen über die Größe der zu erwartenden Spannungen. Weiterhin von Bedeutung ist die Kenntnis der erforderlichen Kraft zum Lösen der Prothese (Lösekraft).

Vorgehen:

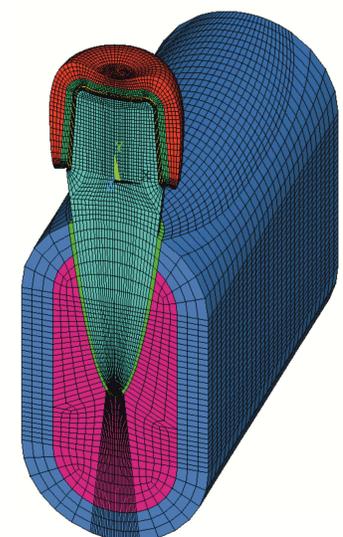
Erzeugung eines FE-Modells der Konuskronen inklusive der angrenzenden biologischen Strukturen und Durchführung einer Studie unter Variation verschiedener geometrischer und materieller Dimensionierungsparameter (insgesamt 75 Parameterkombinationen).

Ziel:

Bestimmung optimaler Konfigurationen aus Material- und Geometrieparametern zur Erzielung von möglichst geringen Spannungen in der Verblendung und Lösekräften in einer Größenordnung, die einerseits den Zahnhalteapparat nicht schädigen und andererseits ein ungewolltes Lösen der Prothese ausschließen.



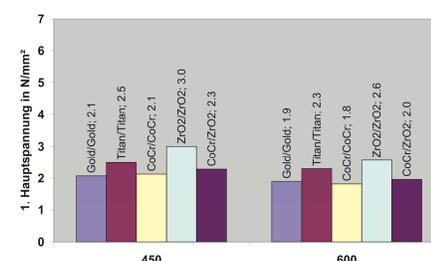
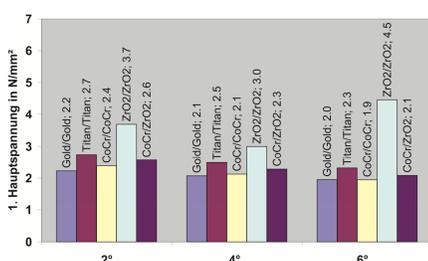
Lösekraft L in Abhängigkeit vom Konvergenzwinkel für eine Keramikverblendung (links) und eine Kunststoffverblendung (Mitte) sowie Vergleich der Simulationsergebnisse (rechts) mit theoretischen Ergebnissen für L/F nach Lenz (F : Fügekraft)



FE-Modell des Konusteleskops

Lösekräfte:

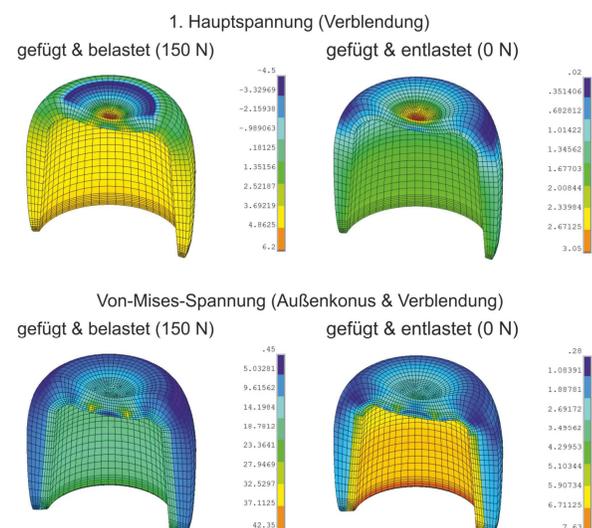
Die Lösekräfte sollten zwischen 5 N und 10 N liegen, um ein ungewolltes Lösen der Prothese zu verhindern und dem Parodontium nicht zu schaden. Folglich ist die Wahl konstruktiv sinnvoller Konfigurationen bereits durch die Lösekräfte eingeschränkt. Es konnte eine gute Übereinstimmung der Simulationsergebnisse für das Verhältnis von L/F mit den theoretischen Ergebnissen nach Lenz erzielt werden.



Verblendspannungen in Abhängigkeit vom Konvergenzwinkel (links) und von der Außenkonuswandstärke (rechts)

Spannungen:

Die Zugfestigkeit von Verblendkeramiken beträgt ca. 40 N/mm². Die maximalen Zugspannungen in der Verblendung erreichen selbst unter hohen Kaukräften (150 N) diesen kritischen Wert nicht. Unter funktionellen Beanspruchungen ist also keine Schädigung der Keramik zu erwarten. Auch die von Mises-Spannungen im Außenkonus sind jeweils deutlich geringer als die 0,2%-Dehngrenze des jeweiligen Materials.



Darstellung der Spannungsverteilungen für die Konfiguration von Innen- und Außenkonus aus CoCr mit Keramikverblendung