



# Statik und Kräfteverteilung in der Implantologie

Hintergrundüberlegungen auf dem Weg zu Präzision und Perfektion

*Was bedeutet Statik, und wie wirkt sich die Kräfteverteilung tatsächlich aus? Die Grundlagen berechenbarer und beweisbarer Analysen werden dargestellt, klinische Aspekte und weiterführende Fragen aufgezeigt.*

**H**aben Sie unter Ihren Patienten einmal diejenigen, die sich mit Statik beschäftigen (z. B. Ingenieure) gefragt, wie sie sich eine implantologische Planung unter biostatistischen Gesichtspunkten vorstellen? Diese Statik-Profis gehen meist davon aus, daß dies selbstverständlich etwas mit Berechnungen und mit Simulationen, am besten computerunterstützt, zu tun hat. Schließlich sind in diesen Berufen CAD-, 3D- und andere Statikprogramme zur Routine geworden. Bei uns dominieren natürlich mit Recht prothetische Gesichtspunkte bei der Planung. Dennoch können uns aber die Statik und insbesondere auch die *Finite-Elemente-Analyse (FEM)* sehr hilfreiche Informationen geben.

## Was bedeutet Statik?

Einfach gesagt wird bei der statischen Berechnung ermittelt, *ob* eine Konstruktion bei bestimmten Kraftvektoren überhaupt hält bzw. funktioniert, also z. B. der Träger in der Wand, die Einheit aus Implantat und Prothetik im Knochen etc. Es wird dabei berechnet, wann eine Kraft den Träger, die Brücke oder eben ein Implantat aus der Wand/ dem Knochen herauszubrechen droht.

## Was bedeutet FEM-Analyse?

Die FEM ist dann der nächste Schritt der Analyse. Bei der FEM geht es darum herauszufinden, *wie* die Kraft sich tatsächlich auswirkt und ausbreitet. Dies erfolgt völlig anders als bei der oben genannten Statikberechnung und wird mit anderen Parametern berechnet. Die graphische Darstellung zeigt in den Abbildungen 1-4 dabei die unterschiedlichen

Kraftauswirkungen in verschiedenen Farbstufen. Anhand dieser Kraftauswirkungsrechnung kann der Planer sehen, wo Schwachstellen sind, Überlastungen drohen oder auch unnötig viel Material verwendet wurde. Er kann dies in einer Simulation korrigieren, Überschüsse reduzieren, Schwachstellen verstärken, die Gesamtplanung also in verschiedener Hinsicht optimieren. Diese Technik wurde erst durch den Einsatz leistungsfähiger Rechner ermöglicht. Erst durch die Finite-Elemente-Analyse sind also Errungenschaften der heutigen Zeit wie Raumfahrt, Flugzeugbau, Rennsport etc. überhaupt möglich geworden. Jede Maschine oder auch sämtliche Instrumente im Medizinbereich müssen DIN-Normen und Qualitätsstandards erfüllen, die mit der FEM-Analyse bewiesen werden. Jeder kennt den Sicherheitsstandard unserer Fahrzeuge, selbst bei hohen Geschwindigkeiten – die Bleche sind dabei nur wenige Zehntel mm dick.

## FEM-Analyse eines Einzelzahnimplantats mit vertikaler Belastung

Abbildungen 1 und 2: Der Bereich der stärksten Kraftauswirkung ist rot dargestellt. Im Bereich des geringsten Suprakonstruktionsdurchmessers ist die Kraftauswirkung am höchsten. Eine wichtige Erkenntnis ist, daß die Implantatlänge für die

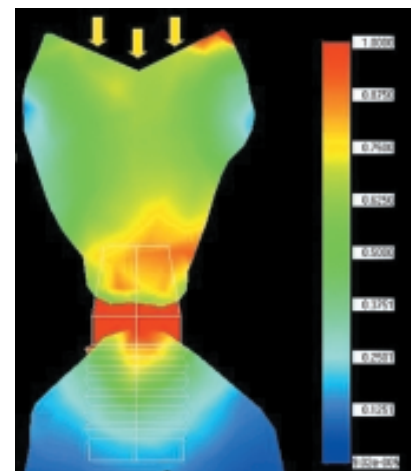


Abbildung 1

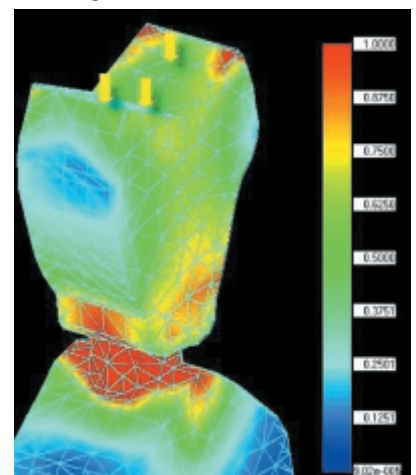


Abbildung 2

Fotos: Kasten