

Beschreibung:

Beim CAC-System (Computer-aided-cavity) handelt es sich um ein Verfahren, mit dem die präzise Fräsung von festsitzendem Zahnersatz möglich sein wird.
 Das System befindet sich derzeit in einem experimentellen Entwicklungsstadium. An extrahierten Zähnen werden zweidimensionale Einlagefüllungen aus Keramik hergestellt. Die erzielbare Präzision und die Parameter, die auf diese einen Einfluß haben, werden untersucht.
 Der Unterschied zu anderen CAD/CAM-Verfahren besteht darin, daß bereits die Präparation des Zahnes computergesteuert durchgeführt wird. Zu diesem Zweck ist es notwendig, eine dreiaxiale Fräsvorrichtung relativ zum Zahn für die Dauer der Präparation zu fixieren.

Vorteile:

- Durch die numerisch gesteuerte Präparation werden die Erfordernisse der computerunterstützten Fertigung berücksichtigt.
- Große Auflösung (< 1µm) trotz einfacher Technik.
- Dreidimensionaler Abstrahvorgang entfällt.
- => **Hohe Präzision.**
- Reduktion des Infektionsrisikos für den Behandler.
- Manuelle Arbeitsschritte werden automatisiert.
- Weitere Automatisierung möglich.

Nachteile:

- Komplexe Fräseinheit muß am Kiefer des Patienten befestigt werden.
- Apparatemedizin!

Diskussion:

Bereits mit einfachen technischen Mitteln lassen sich mit dem CAC-System Präzisionen erzielen, die weit höher sind als bei anderen Verfahren. Stellt man an keramische Inlaysysteme die Forderung, daß deren Randspaltraten im Bereich der konventionellen Gutblech liegen, so bietet das CAC-Verfahren eine Möglichkeit, dies zu erreichen.
 Die Akzeptanz von Seiten der Patienten für diese Art der "Apparatemedizin" kann im Moment noch nicht beantwortet werden, ist aber sicherlich von deren Ausführung abhängig und steht im Zusammenhang mit deren Wünschen nach Qualität, Ästhetik und Biokompatibilität ihrer zahnärztlichen Versorgung.



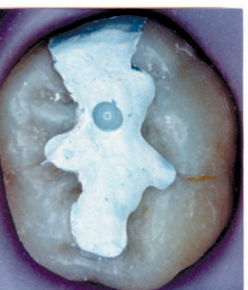
Vorbereitung:



Der "karöse" Zahn 46 soll mit einem mesial-okkusalen Inlay versorgt werden.



Zustand nach vollständiger Entfernung der Karies mit konventioneller Technik.

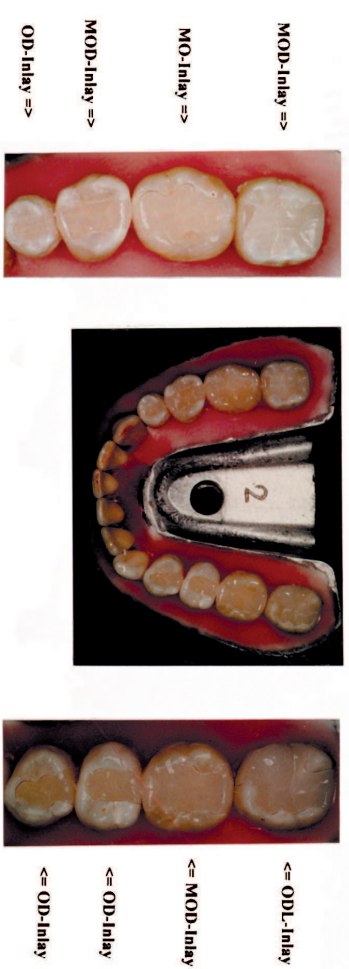
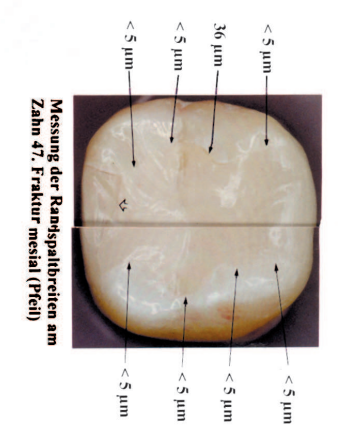
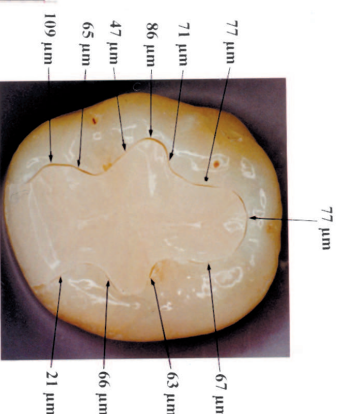


Zur Ausblockung von unterschichtenden Bereichen wird der Zahn mit einer "Inlay-vorbereitung" aus Zement versorgt. Die Vertiefung stellt den Referenzpunkt dar, um die Fräsvorrichtung relativ zum Zahn justieren zu können.

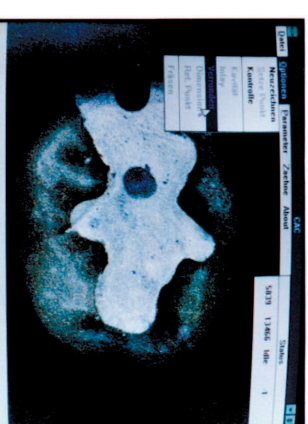
Ergebnisse:

An einem Unterkiefermodell wurden an extrahierten Prämolaren und Molaren unterschiedliche keramische Inlays hergestellt und ohne Befestigungsmittel in die Kavität eingesetzt und deren Randspalten vermessen. Die Größe des Randspaltes kann beim CAC-Verfahren digital festgelegt werden. Da derzeit systembedingt nur parallelwandige Präparationen durchgeführt werden können, ist es erforderlich, einen minimalen Randspalt einzuplanen, um das Inlay mit konventionellen Dualzementen einlegen zu können. In Versuchsreihen ergab

sich die Notwendigkeit eines Randspaltes in der Größenordnung von 70 µm, um das Inlay trotz parallelwandiger Präparation adhäktiv einsetzen zu können. Eine solche Präparation wurde am Zahn 46 durchgeführt. Am Zahn 47 wurde der Versuch unternommen, den Randspalt zu minimieren. Dies führte dazu, daß die Einlagefüllung nach der ersten Einprobe nicht mehr entfernt werden konnte. Beim Versuch der Entfernung kam es mesial zur Fraktur des Inlays.



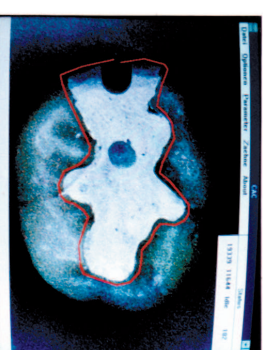
Digitale Planung:



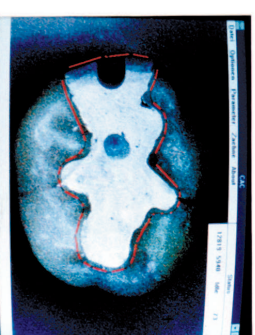
Mit einer Video-Kamera wird ein zweidimensionales Abbild des Zahnes digitalisiert und im CAC-Programm dargestellt.



Der Kavitätsrand wird durch einfache Funktionen wie Linien (rot) und Kreisabschnitte (grau) vollständig definiert. Die Anforderungen an die eingesetzte Hardware und Software sind somit geringe.

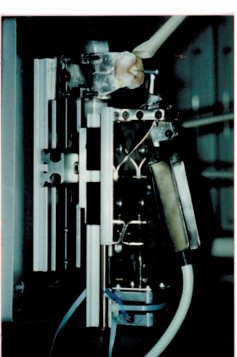


Nach Festlegung der Parameter wird die Präparationslinie eingezeichnet. Sie besteht aus einer begrenzten Anzahl von Punkten, die mit Linien verbunden werden.



Da die entstandenen Winkel durch computerunterstützte Fertigung nicht hergestellt werden können, müssen diese entsprechend dem Fräseradius abgerundet werden. Es muß sichergestellt sein, daß die Präparationsgrenze vollständig in der Zahnsubstanz liegt.

Herstellung der Kavität und des Inlays:



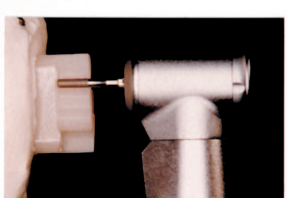
Die derzeitigen Ergebnisse werden mit einer einfach konstruierten zweiaxialen, Schrittmotor getriebenen Bewegungseinheit erzielt, in die ein konventionelles Winkelstück eingesetzt wurde.



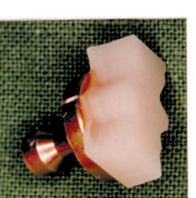
Fräsen der Kavität: Beim derzeitigen Entwicklungsstand mit nur zwei Achsen werden zylindrische Schleifkörper eingesetzt. D.h. das Inlay hat in vertikaler Dimension den gleichen Querschnitt.



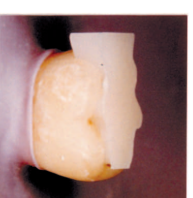
Zustand nach Präparation der Kavität. Reste der "Inlayvorbereitung" dienen als Unterfüllung.



Fräsen des Inlays aus einem Keramikrohling. Nach einer ersten Formfräsung wird die Oberfläche mit Fingerringelant nachgearbeitet, da die Rauhiefe zum Randspalt beiträgt.



Fertig bearbeiteter Inlayrohling vor dem Abtrennen vom Halter.



In die Kavität eingesetzter Inlayrohling. Die Bearbeitung der Außenkontur ist im derzeitigen Entwicklungszeitpunkt noch nicht möglich.