

Funktionelle und ästhetische Rehabilitation im Erosionsgebiss

Durchführung einer Bisshebung unter Einsatz von 3D-gedruckten Langzeitprovisorien

Ein Beitrag von Stefanie Jacob, Dr. med. dent., M.Sc.

Einleitung

Erosionen, die durch eine direkte Säureeinwirkung auf die saubere Zahnhartsubstanz ohne Bakterienbeteiligung hervorgerufen werden, erlangten in den vergangenen Jahren eine zunehmende klinische Relevanz.^{3,4} Das Ausmaß des erosiven Zahnhartsubstanzverlustes ist dabei von verschiedenen individuellen Faktoren abhängig.⁸ Als Säurequellen sind sowohl endogene Säuren (Magensäure) als auch von außen zugeführte, exogene Säuren möglich. Letztere können aus Medikamenten oder aus Säuredämpfen in der Luft bei beruflicher Exposition hervorgehen. Die häufigsten exogenen Säurequellen stellen jedoch Speisen und Getränke dar.²

Das klinische Bild von Erosionen reicht im Seitenzahngebiet von initialen muldenförmigen Defekten auf den Höckerspitzen

bis hin zum kompletten Verlust des okklusalen Reliefs mit Dentinbeteiligung. Dabei gehen ausgeprägte erosive Zahnhartsubstanzdefekte oftmals mit einem Verlust der vertikalen Dimension einher. Zur Wiederherstellung der ursprünglichen Bisshöhe stehen eine Vielzahl von Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung, wobei keine Überlegenheit einer Technik oder eines bestimmten Materials gezeigt werden konnte.^{5,6} Jeder irreversiblen rekonstruktiven Maßnahme sollte jedoch eine okklusale Erprobung mittels Okklusionsschienen und/oder Langzeitprovisorien (LZPV) vorangehen. Die provisorische Phase erlaubt ein Austesten des ästhetischen und phonetischen Optimums sowie eine „Probefahrt“ mit der neu eingestellten Vertikaldimension. Neben dem Bestreben, möglichst minimalinvasiv vorzugehen, kommen steigende Ansprüche an die Ästhetik und Funktion bereits in

der provisorischen Phase hinzu. Bei guter Akzeptanz seitens der Patient/-innen kann die Bisslage der LZPV in eine definitive prothetische Versorgung überführt werden. Langzeitprovisorien können im zahntechnischen Labor durch CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing) mittels subtraktiver Verfahren hergestellt werden. Der subtraktiven Fertigung steht die additive gegenüber, welche oft als 3D-Druck bezeichnet wird und zunehmend als ergänzende oder alternative Herstellungsmethode in der digitalen Zahnheilkunde in Erscheinung tritt. Während es beim subtraktiven Verfahren durch den Anpressdruck der Werkzeuge zu Abplatzungen im Randbereich von dünn auslaufenden Restaurationen kommen kann, bietet die additive Technik durch den schichtweisen Aufbau die Möglichkeit, komplizierte Geometrien zeit- und kosteneffizient herzustellen.⁷

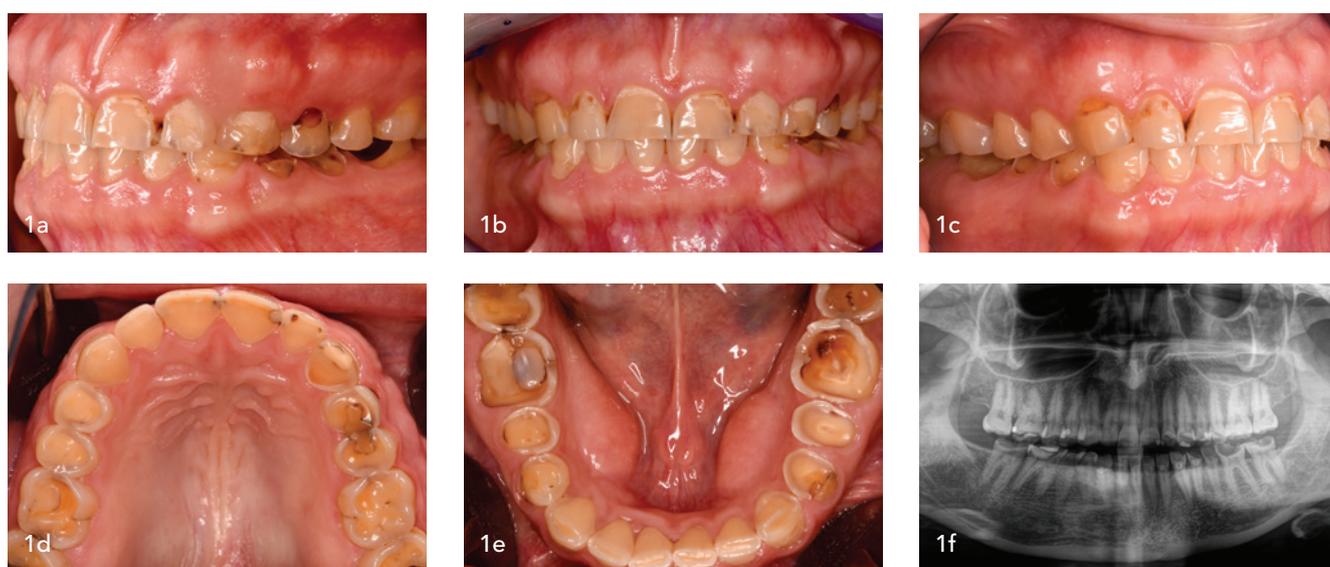


Abb. 1a–f: Klinische Ausgangssituation (a bis e). Deutlich erkennbarer Verlust der Vertikaldimension in der Ansicht von frontal (a); nahezu vollständiger erosionsbedingter Verlust des okklusalen Reliefs im Ober- und Unterkiefer (b und c); Orthopantomogramm der Ausgangssituation (f).

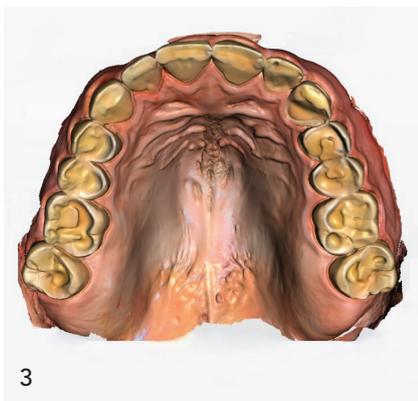
In diesem Beitrag werden die Behandlungsschritte bei der Durchführung einer Bisshebung auf digitalem Wege erläutert und das Potenzial von 3D-gedruckten Langzeitprovisorien bei komplexen Rehabilitationen vorgestellt.

Klinischer Fall

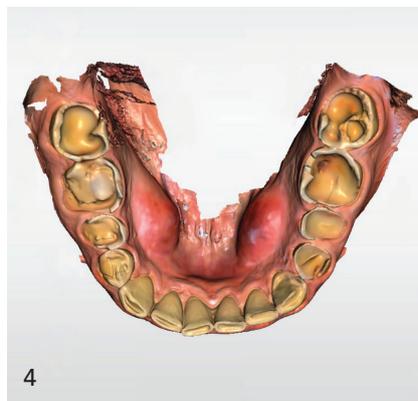
Ausgangssituation

Eine 40-jährige Patientin mit unauffälliger Anamnese stellte sich im Januar 2023 in der allgemeinen Ambulanz der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie am LMU Klinikum in München vor. Die Patientin war unzufrieden mit dem ästhetischen Erscheinungsbild ihrer Zähne und klagte über gelegentliche Hypersensibilitäten beim Verzehr von heißen und kalten Speisen bzw. Getränken. Die Ernährungsanamnese ergab einen übermäßigen Cola-Konsum von etwa zwei Litern pro Tag.

Bei der klinischen und röntgenologischen Untersuchung waren ausgeprägte erosionsbedingte Defekte an allen Zähnen augenfällig (Abb. 1a–f). Eine Schiene zur Reduktion der nächtlichen Abnutzung der Restzahnhartsubstanz wurde in der Vergangenheit vom Hauszahnarzt angefertigt. In Anbetracht des deutlichen Zahnhartsubstanzverlustes, vor allem im Seitenzahnbereich, wurde ein CMD-Kurzbefund erhoben, der keine Anzeichen für eine Funktionsstörung des stomatognathen Systems und insbesondere keine muskulären oder arthrogenen Probleme ergab.



3



4

Abb. 3: Intraoralscan der Ausgangssituation im Oberkiefer. – **Abb. 4:** Intraoralscan der Ausgangssituation im Unterkiefer.

Diagnose

Generalisierte, stark ausgeprägte Erosionen durch exogene Säurezufuhr (Softdrinks) mit damit einhergehenden Hypersensibilitäten; zusätzlicher Zahnhartsubstanzverlust durch Abrasionen und Attritionen mit Verlust der vertikalen Dimension; teils kariöse Läsionen; Gingivitis, keine Parodontitis; keine funktionellen Einschränkungen; reduzierte Ästhetik.

Therapieplanung und präprothetische Vorbehandlung

Der Behandlungsablauf wird in Abbildung 2 schematisch dargestellt.

Es wurden zunächst alle Einzelzahnprognosen unter Berücksichtigung der Defektausdehnung sowie endodontaler und parodontaler Parameter bestimmt. Die Zähne reagierten während der klinischen Untersuchung auf die Sensibilitätsprüfung mit Kältespray positiv und nicht perkussionsempfindlich. Die Prognose wurde an allen Zähnen als sicher eingestuft.

Im Rahmen der konservierenden Vorbehandlung wurden die vorhandenen kariösen Läsionen mit Kompositfüllungen versorgt. Zudem erfolgten eine professionelle Zahnreinigung, eine Mundhygieneinstruktion sowie eine Aufklärung über mundgesunde Ernährung (Vermeidung eines übermäßigen Cola-Konsums).

Die Zahnreinigung wurde im Verlauf der Behandlung mehrmals wiederholt.

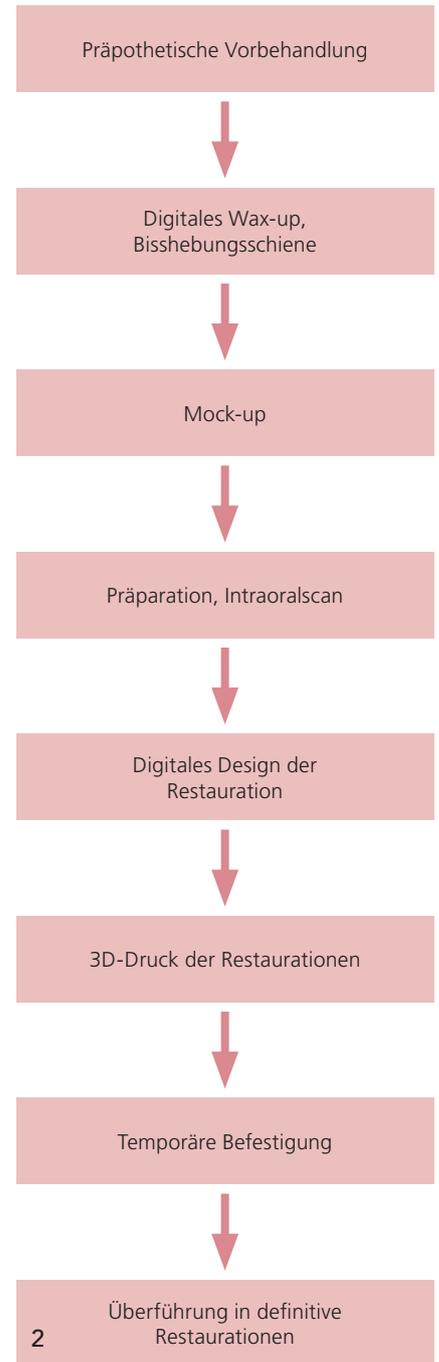


Abb. 2: Behandlungsablauf

In diesem Fall wurde der konventionelle Weg, die Adaptation des Kausystems an eine neue Bisslage mittels monomaxillärer Bisshebungsschiene für ca. drei Monate, gewählt. Hierfür wurde die Ausgangssituation im Ober- und Unterkiefer mit dem Intraoralscanner Primescan (Scan Software 5.2.9, Dentsply Sirona) digital abgeformt (Abb. 3+4). Es erfolgte eine Bissnahme in zentrischer Kondylenposi-

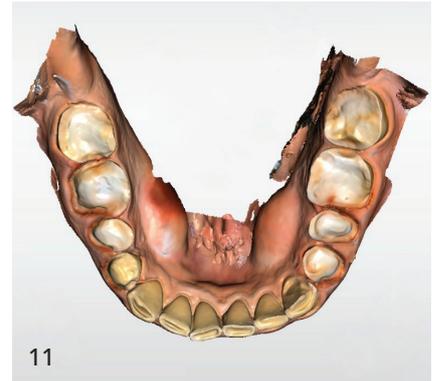
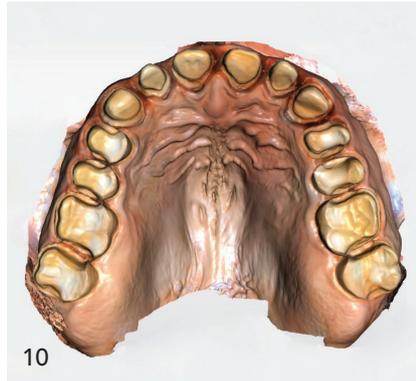


Abb. 5: Im subtraktiven Verfahren hergestellte Schiene aus PMMA. – **Abb. 6:** Bisshebungsschiene in situ. – **Abb. 7:** Eingegliedertes 3D-gedrucktes Mock-up. – **Abb. 8:** Präparation im Oberkiefer. – **Abb. 9:** Präparation im Unterkiefer. – **Abb. 10:** Intraoralscan der präparierten Zähne im Oberkiefer. – **Abb. 11:** Intraoralscan der präparierten Zähne im Unterkiefer.

tion mithilfe eines anterioren Jigs, die Kieferrelation wurde dann mit Registriersilikon verschlüsselt und über einen Bukkalbiss digitalisiert. Der Datensatz wurde an das zahntechnische Labor übermittelt und die Modelle mithilfe der Laborsoftware exocad (exocad DentalCAD, exocad) digital einartikuliert. Die angestrebte Bisshöhe wurde anhand eines digitalen diagnostischen Wax-ups bestimmt. Die Schiene wurde im Unterkiefer in der angestrebten Vertikaldimension digital designt und aus Polymethylmethacrylat (PMMA) im subtraktiven Verfahren hergestellt (Abb. 5+6).

Mock-up

Um die Kommunikation mit der Patientin im weiteren Behandlungsverlauf zu erleichtern, wurde ein Mock-up mithilfe von 3D-gedruckten Restaurationen des digitalen Wax-ups erstellt (Abb. 7). Hierdurch konnte der Patientin eine erste Vorstellung von den möglichen ästhetischen und funktionellen Korrekturen gegeben werden. Die additive Herstellung des Mock-ups erfolgte aus dem druckbaren Komposit V-Print c&b temp (Voco).

Präparation

Nach Abschluss der dreimonatigen Schienenbehandlung und guter Akzeptanz der neu definierten Bisslage vonseiten der Patientin wurden die Zähne unter größtmöglicher Schonung der vorhandenen Restzahnhartsubstanz präpariert. Im Seitenzahnggebiet erfolgte ein primär additives Vorgehen, und großflächig exponierte Dentinareale wurden zunächst mit adhäsiven Aufbaufüllungen (Tetric EvoFlow Bleach, Ivoclar Vivadent) versorgt und scharfe Kanten geglättet (Abb. 8+9).

Die Präparationsform wechselte im Seitenzahnggebiet je nach Defektlokalisierung zwischen Kauflächenveneer- und Teilkronenpräparation. Die oberen Frontzähne wurden aufgrund der Dentinexposition auf den Palatinalflächen zur Aufnahme von Full-Veneers präpariert. An den unteren Frontzähnen wurde eine „klassische“ Veneerpräparation an den Labialflächen durchgeführt. Zuerst wurden die oberen und unteren Seitenzähne und danach die Frontzähne des Oberkiefers zur Aufnahme von 3D-gedruckten Langzeitpro-

visorien präpariert. Die Veneerpräparation an den Unterkieferfrontzähnen erfolgte später im Rahmen der definitiven Versorgung im letzten Behandlungsschritt.

Die präparierten Zahnstümpfe wurden mithilfe des Intraoralscanners Primescan digital abgeformt und der Datensatz an das zahntechnische Labor übermittelt (Abb. 10+11). Die präparierten Zahnstümpfe wurden bis zur Fertigstellung des Langzeitprovisoriums mit einem im direkten Verfahren hergestellten Provisorium aus Luxatemp (Luxatemp Plus, DMG) versorgt. Mithilfe von Tiefziehschienen von 3D-gedruckten Modellen des digitalen diagnostischen Wax-ups war eine intraorale Übertragung zur Provisorienherstellung möglich.

Herstellung der Langzeitprovisorien

In der Laborsoftware exocad wurde der Datensatz des gescannten Ober- und Unterkiefers mit dem Intraoralscan der Ausgangssituation anhand von anatomischen Bezugspunkten digital gematcht. Die Kieferrelation, die zur Schienenherstellung an-

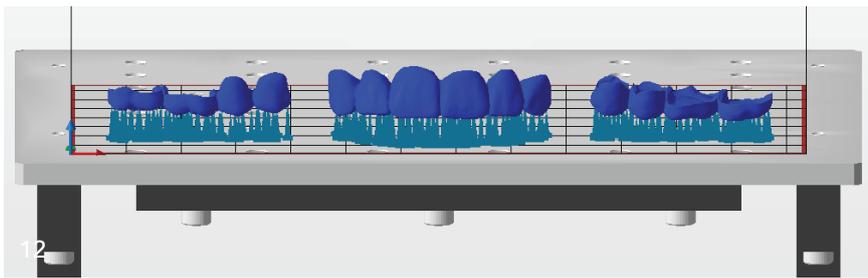


Abb. 12: Digital designte Restaurationen auf der Bauplatte mit Stützstrukturen in der Nesting-Software. – **Abb. 13:** 3D-gedruckte Provisorien auf der Bauplatte nach dem Druckprozess. – **Abb. 14a+b:** Ausgearbeitete Provisorien nach dem Post-Processing und Hochglanzpolitur; oberes Frontzahnsegment in Detailansicht (a), Front- und Seitenzahnsegmente (b). – **Abb. 15a–c:** Temporär befestigte Langzeitprovisorien. Ansicht von frontal (a) und lateral (b, c).

fangs bestimmt wurde, konnte dadurch übernommen und das digitale Design der Restaurationen vorgenommen werden. Aus Stabilitätsgründen wurden die Provisorien im Front- und Seitenzahnbereich in diesem Fall jeweils als zusammenhängende Segmente designt. Es wurde sichergestellt, dass die Reinigungsfähigkeit der Provisorien durch dünne Zwischenraumbürsten gewährleistet war. Der STL-Datensatz der Restaurationen wurde anschließend in eine CAM-Software importiert und ausgerichtet sowie dem Material entsprechende Stützstrukturen auf den nicht funktionellen Bereichen hinzugefügt (Abb. 12). Die Langzeitprovisorien wurden im additiven Verfahren mithilfe des DLP-Druckers D20II (Rapid Shape) aus dem Material V-Print c&b temp gedruckt (Abb. 13). Nach einer Abtropfzeit von zehn Minuten wurden unpolymerisierte Harzrückstände auf den Druckobjekten mithilfe eines mit Isopropanol getränkten Pinsels entfernt, die Objekte von der Bau-

platte abgenommen und die Stützstrukturen entfernt. Nach dem Post-Processing wurden die Provisorien ausgearbeitet und hochglanzpoliert (Abb. 14a+b). Die temporäre Befestigung erfolgte schließlich mit einem dualhärtenden temporären Befestigungskomposit (Bifix Temp, Voco; Abb. 15a–c).

Definitive Versorgung

Nach einer Tragedauer der Langzeitprovisorien von etwa sechs Monaten erfolgte die Umsetzung der neu erarbeiteten und getesteten Kieferrelation in definitiven Zahnersatz. Adhäsiv befestigte Restaurationen aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent) stellten hier die erste Wahl für die definitive Versorgung dar. Wegen der teils dünn auslaufenden Ränder wurden die Restaurationen bevorzugt im Pressverfahren hergestellt. Nach der Einprobe der Restaurationen mit wasserlöslichen Try-in-Pasten

erfolgte deren adhäsive Befestigung mit einem dualhärtenden Befestigungskomposit (Variolink Esthetic DC, Ivoclar Vivadent; Abb. 16a–f).

Sowohl die Restaurationen als auch die Zahnoberflächen wurden hierfür gemäß den Regeln der Adhäsivtechnik vorbereitet. Die Basalflächen der Keramikrestaurationen wurden 20 Sekunden mit 5%iger Flußsäure geätzt und mit Silan (Monobond Plus; Ivoclar Vivadent) konditioniert. Unter Kofferdam erfolgte mithilfe eines Sandstrahlgerätes (CoJet System, 3M) eine tribochemische Vorbehandlung der teils großflächigen Aufbaufüllungen im Seitenzahnbereich. Nachdem die Strahlmittelrückstände (CoJet-Sand [kieselsäuremodifizierte Korundpartikel], 3M) mit ölfreier trockener Druckluft entfernt wurden, erfolgte eine Silanisierung der sandgestrahlten Oberflächen (Monobond Plus). Zur Schmelz-Dentinkonditionierung wurde ein 37%iges Phosphorsäuregel im Total



Abb. 16a–f: definitive Restaurationen aus Lithiumdisilikatkeramik bei Behandlungsabschluss (a); die Keramikrestorationen zeigen eine gute ästhetische Integration in die Zahnreihe (b, c); wiederhergestelltes okklusales Relief im Ober- und Unterkiefer (d, e); Präparation der Unterkieferfrontzähne zur Aufnahme von Keramikveneers (f).

Etch-Verfahren angewendet. Sowohl die Zahnhartsubstanz als auch die vorbehandelten Oberflächen der Aufbaufüllungen wurden anschließend mit einem lichthärtenden Einkomponentenadhäsiv (Adhese Universal, Ivoclar Vivadent) konditioniert.

Nach der adhäsiven Eingliederung der Restaurationen erfolgte eine penible Kontrolle auf vorhandene Kompositüberschüsse, die Kontrolle der statischen und dynamischen Okklusion sowie die Politur der Restaurationsränder.

Bei Behandlungsabschluss wurde neben präventiven Maßnahmen (Empfehlung einer wenig abrasiven fluoridhaltigen Zahnpasta, Vermeidung von sauren Speisen und Getränken zum Schutz vor säurebedingter Erosion) eine Schutzschiene für die Nacht empfohlen, um die klinische Langzeitstabilität zu gewährleisten.

Schlussbemerkung

Die additive Fertigung eröffnet neue Chancen bei der Durchführung von komplexen Rehabilitationen. Während einer Tragezeit von sechs Monaten konnte im dargestellten Fall durch 3D-gedruckte LZPV eine deutliche Optimierung der Ästhetik verbunden mit einer Anhebung der Vertikaldimension erreicht werden. Da geringste Schichtstärken gedruckt werden können, kann der Übergang der Restauration zum Zahn sehr grazil gestaltet wer-

den.¹ Das Risiko der Entstehung von Sekundärkaries wird dadurch verringert und Verfärbungen im Randbereich können jederzeit nachpoliert werden.

Während beim subtraktiven Verfahren die Schleifzeit linear mit der Anzahl der zu fertigenden Objekte steigt, ist diese im 3D-Druckverfahren unabhängig von der Anzahl der Objekte auf der Bauplatte. Hierdurch ergibt sich ein großer zeitlicher Vorteil bei der Fertigung von Langzeitprovisorien. Rein ökonomisch gesehen werden im additiven Verfahren nur das benötigte Objekt sowie die dünnen Stützstrukturen aufgebaut. Im subtraktiven Verfahren hingegen muss neben dem Verschleiß der Bearbeitungsinstrumente auch der Materialverlust des Rohlings bis zur finalen Objekterzeugung berücksichtigt werden.

Der dargestellte Fall zeigt, dass das additive Verfahren zum Druck von LZPV vielversprechende Vorteile bietet. Durch den Wegfall produktionstechnischer Restriktionen wird eine ökonomische Herstellung von Restaurationen mit erhöhter Komplexität und Ästhetik möglich.

Die Verfasserin des Textes pflegt keinerlei wirtschaftliche oder persönliche Verbindung zu den genannten Unternehmen.

Stefanie Jacob



Literatur



Zu den eFortbildungen der KZVB: <https://www.kzvb.de/efortbildungen>



STEFANIE JACOB, DR. MED. DENT., M.SC.

Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
LMU Klinikum
Goethestraße 70
80336 München
Stefanie.Jacob@med.uni-muenchen.de