

Status Präsens:

Die additiven CAD/CAM-gestützten Fertigungstechnologien im zahntechnischen Labor

Prof. Dr. Daniel Edelhoff • Priv.-Doz. Jan Frederik Güth • Annett Kieschnick • Josef Schweiger



Impressum

© Copyright 2016

Verband Deutscher Zahntechniker-Innungen
Große Präsidentenstraße 10, 10178 Berlin

Bilder: Adobe Stock, Fotolia

Anschrift:

Verband Deutscher Zahntechniker-Innungen
Große Präsidentenstraße 10, 10178 Berlin
Tel.: 030 8471087-0
Fax: 030 8471087-29

VDZI-Servicezentrum
Gerbermühlstraße 9, 60594 Frankfurt am Main
Tel.: 069 665586-0
Fax: 069 665586-33

E-Mail: info@vdzi.de
www.vdzi.de

Autoren:

Annett Kieschnick, Fachjournalistin
Helmholtzstraße 27
10587 Berlin
ak@annettkieschnick.de

Josef Schweiger, Zahntechnischer Laborleiter
LMU München, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Goethestraße 70/1
80336 München
Josef.Schweiger@med.uni-muenchen.de

Prof. Dr. Daniel Edelhoff, Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
LMU München, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Goethestraße 70/1
80336 München
Daniel.Edelhoff@med.uni-muenchen.de

Priv.-Doz. Jan Frederik Güth, Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
LMU München, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Goethestraße 70/1
80336 München
Jan_Frederik.Gueth@med.uni-muenchen.de

Auftraggeber:

VDZI – Verband Deutscher Zahntechniker-Innungen
Große Präsidentenstraße 10
10178 Berlin
Telefon: 030 8471087-0
Telefax: 030 8471087-29

Inhalt

Zweck des Sachverständigenpapiers	5
Digitale Fertigung von Zahnersatz – Status Präsens	5
Geschichte des 3D-Drucks	6
Nomenklatur und Einteilung der additiven CAD/CAM-gestützten Fertigung	7
Status quo des dentalen 3D-Drucks	8
Anwendungsspektrum und Materialien	9
Perspektiven	11
Qualifikation: Zahntechnische Ausbildung	12
Fazit	13

Zweck des Sachverständigenpapiers

In vielen Publikumsmedien wird der „3D-Drucker“ häufig als gängige Technologie für die Herstellung von Zahnersatz dargestellt. Das vorliegende Sachverständigenpapier gibt eine objektive Darstellung der derzeitigen additiven digitalen Fertigungsmöglichkeiten (umgangssprachlich 3D-Druck) im zahntechnischen Labor. Ziel ist es, das Anwendungsspektrum der additiven CAD/CAM-Fertigung im Dentallabor darzulegen. Auf der Basis sachlicher Ausführungen wird gezeigt, dass die Anfertigung von Zahnersatz zum aktuellen Zeitpunkt ohne die fundierte zahntechnische Expertise – auch mit einem 3D-Drucker – nicht möglich ist. Der zu erwartenden Entwicklung der 3D-Drucktechnologie in der Zahntechnik wird mit diesen Ausführungen eine neutrale und realistische Gewichtung gegeben. Dargestellt werden aktuelle unterschiedliche Verfahren, derzeitige Anwendungen sowie Materialien. Zudem werden realistische Perspektiven erörtert und dargelegt, welche traditionellen zahntechnischen Leistungen und technische Herstellverfahren nach wie vor Bestand haben sowie aufgezeigt, welche qualifikatorischen Voraussetzungen für die digitale Fertigung von Zahnersatz notwendig sind.

Digitale Fertigung von Zahnersatz – Status Präsens

Wie in den meisten Industrie- und Handwerksbranchen werden in der Zahntechnik zunehmend Arbeitsschritte durch digitale Fertigungstechnologien unterstützt, ergänzt oder substituiert. Der Fortschritt in der Computertechnologie kann dabei die Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung von Einzelstücken erhöhen. Somit hat die computergestützte Fertigung in einem Teilbereich zahnprothetischer Versorgungsarten in den vergangenen Jahren einen stetig steigenden Anteil am Gesamtmarkt erhalten. Grundsätzlich wird die digital gestützte Fertigung von Zahnersatz bzw. von Vor- oder Teilleistungen als CAD/CAM-Technologie bezeichnet. Auf Basis einer digitalen Konstruktion (CAD, Computer Aided Design) wird mittels einer Maschine (CAM = Computer Aided Manufacturing) die Hilfsstruktur oder Teilleistung für Zahnersatz gefertigt. Der Fertigungsweg kann subtraktiv (Fräsen, Schleifen) oder additiv (Drucken, Additiv Manufacturing, kurz: AM) sein. Während das subtraktive Vorgehen in den vergangenen Jahren zum integralen Bestandteil der zahntechnischen Arbeitswelt geworden ist, steht aktuell die additive Fertigung im Fokus des Interesses. Momentan ist die Herstellung eines gedruckten definitiven Zahnersatzes nicht möglich und dies scheint bei genauer

Betrachtung auch nicht in greifbarer Nähe zu liegen. Hier werden Erwartungen geschürt, die im Alltag aus verschiedenen Gründen nicht realisierbar sind. In einigen Publikumsmedien wird berichtet, dass dem Zahnarzt mit einem 3D-Drucker völlig neue Möglichkeiten offen stünden. Es wird von „bahnbrechenden“ Einsatzmöglichkeiten des 3D-Druckers in der Zahnarztpraxis berichtet. Glaubt man diesen Aussagen, können hochpräzise digitale Scandaten schnell und kostengünstig zu einem definitiven Zahnersatz gedruckt werden. Sachlich und auf Grundlage fundierter Fakten betrachtet, stellt sich die Situation zurzeit anders dar.

Geschichte des 3D-Drucks

Schon Anfang der 1980er Jahre kamen erste industrielle Maschinen für die additive Fertigung (geläufiger Begriff: 3D-Druck) auf den Markt. Der erste 3D-Drucker wurde 1986 von Charles Hull zum Patent angemeldet. Zum damaligen Zeitpunkt wurden die Druckmaschinen hauptsächlich für das Herstellen von Prototypen eingesetzt (Rapid Prototyping). In den Folgejahren entwickelte sich die Technik schnell. Die Drucker wurden kleiner und günstiger. Die Einsatzgebiete veränderten sich. Die zu druckenden Materialien erweiterten sich auf Kunststoff, Metall, Keramik und sogar menschliches Gewebe. Die Rapid Prototyping-Verfahren unterscheiden sich u. a. nach der Art der verwendeten Materialien unterscheiden (zum Beispiel Kunststoffe, Metalle oder Pulverbett).

Dentalbereich

Auch im Dentalbereich ist die additive Fertigung schon seit längerer Zeit etabliert. Beispiele sind das Lasersinterverfahren (SLM-Verfahren) der Firmen BEGO Medical (Bremen, D) sowie EOS (Krailling, D). Die Vorstellung der Technologie für den Druck von Metallen sorgte im November 2002 für Aufsehen. Die Meinung der Fachleute bescheinigte dieser Technik ein hohes Potenzial. In der Tat hat sich das SLM-Verfahren weltweit als Fertigungsgrundlage für metallische Strukturen durchgesetzt. Es können zum Beispiel Kronen- und Brückengerüste aus einer Metalllegierung „gedruckt“ und vom Zahntechniker mit weiteren Be- und Verarbeitungsprozessen zu einem funktionellen, ästhetischen Zahnersatz fertiggestellt werden. Die Technologie wird von mehreren industriellen Anbietern bereitgestellt und oft als verlängerte Werkbank des zahntechnischen Labors bezeichnet. Zudem wird im Dental-

bereich seit Jahren die Stereolithografie (SL) angewendet. Beispiele sind die Herstellung von Bohrschablonen u.a. bei Materialise (Leuven, B) oder Swissmeda (Zürich, CH) sowie die Modellfertigung u.a. bei 3M Espe (Seefeld, D) oder bei Dreve (Unna, D). Die Stereolithografie beruht auf der punkweisen Verfestigung eines Harzbades (Epoxidharze, Acrylate) mittels Laserstrahls bzw. mit Hilfe von Blaulicht-LED`s (DLP-Verfahren = Digital Light Processing = Maskenbelichtung).

Bis vor einigen Jahren waren die – umgangssprachlich oft als 3D-Drucker bezeichneten – Geräte mit einer für die dentale Anwendung entsprechenden Präzision der Industrie respektive großen Fertigungszentren vorbehalten. Seit einiger Zeit sind die Präzisionsdrucker für Dentallabore erhältlich, zum Beispiel der Firmen BEGO (Bremen), Shera (Lemförde, D), Dentona (Essen, D). Mit diesen Geräten können Dentallabore Objekte aus Harz/Komposit umsetzen, wie zum Beispiel für arbeitsvorbereitende Leistungen wie Kiefermodelle, chirurgische Schablonen oder Abformlöffel.

Nomenklatur und Einteilung der additiven CAD/CAM-gestützten Fertigung

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff „3D-Druck“ als Synonym für alle additiven Verfahren angewandt. Eine eindeutige Klassifizierung lässt sich nach der ISO/DIN 17296 treffen, in welcher die additiven Verfahren (= Generative Verfahren = Rapid Prototyping = RP-Verfahren) in zwei Gruppen unterteilt werden:

1. Binderverfahren

Beim Binderverfahren wird zunächst eine komplette Schicht eines Materials (flüssig, pulvrig oder fest) ausgelegt und entsprechend den Konturen des Objektes in geeigneter Weise verfestigt. Zu diesen Verfahren zählen:

- Lasersinterverfahren (LS, SLS, SLM DMLS)
- Stereolithografie (SL) und Digital Light Processing (DLP) = Maskenbelichtung
- 3D-Pulverbett drucken
- Schicht-Laminat-Verfahren (LOM, LLM)

2. Abscheidungsverfahren

Beim Abscheidungsprozess wird über eine Düse oder einen Druckkopf das Material kontinuierlich oder tropfenförmig abgegeben und als Punkt- oder Linienmuster Schicht für Schicht abgelegt. Zu diesen Prozessen gehören:

- Extrusionsverfahren (FDM, Fused Deposition Modeling)
- Direkter 3D-Druck (3DP)

Status quo des dentalen 3D-Drucks

An die additive Fertigung werden hohe Erwartungen gestellt. Dementsprechend wird das allgemeine Marktpotenzial als beachtlich eingeschätzt. Eine ausdrucksstarke Momentaufnahme zu aktuellen Trends bietet der „Gartner Hype Cycle“. Bei dieser Trendstudie wird die öffentliche Aufmerksamkeit für eine bestimmte Technologie (z.B. 3D-Druck) im Kontext zum zeitlichen Verlauf gestellt. Der Hype Cycle wird in vier Zyklen unterteilt. Zum Zeitpunkt des „Peak of inflated“ (Gipfel der überzogenen Erwartungen) wird das Thema angeheizt und mit hochgeschraubtem Enthusiasmus werden unrealistische Erwartungen geschürt. Danach folgen die „Periode der Enttäuschung“ (Trough of disillusionism) und der „Pfad der Erleuchtung“ (Slope of enlightenment), in dem das öffentliche Interesse zwar abgenommen hat, aber die Technologie weiterentwickelt wird. Auf dem „Plateau der Produktivität“ (Plateau of productivity) ist die Technologie anerkannt und reift aus. Diesem Hype Cycle folgt auch der 3D-Druck. Die Gartner-Analyse 2014 hat dem 3D-Druck bis zur vollständigen Akzeptanz etwa 10 bis 15 Jahre vorausgesagt. Dies könnte in etwa auf den Dentalbereich zutreffen, doch voraussichtlich nicht in der Intensität, wie es derzeit in Marketingversprechen oft dargestellt wird. Momentan ist es realistisch möglich, mit dem 3D-Drucker Hilfsstrukturen (Kiefermodelle, Implantatbohrschablonen, Aufbisschienen, Abformlöffel etc.) zu fertigen – keinen definitiven Zahnersatz. Etabliert ist die Technologie heute u. a. in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Medizintechnik. Für die kommenden Jahre wird ein Branchenwachstum erwartet.

Anwendungsspektrum und Materialien

Derzeitige Illusion: Definitiver Zahnersatz aus dem 3D-Drucker

Die Anforderungen an ein Material für Zahnersatz sind hoch. Für einen definitiven Zahnersatz werden Materialien benötigt, die zahnfarben aussehen sowie den hohen Kaufkräften und den unterschiedlichen Einflüssen im Mund standhalten. Während der Tragedauer dürfen keine gesundheitsschädlichen Substanzen freigesetzt werden. Zudem müssen die Materialien eine glatte Oberfläche haben, um bakteriellen Anlagerungen (Plaque) entgegenzuwirken. Letztlich muss ein praktikabler, wirtschaftlicher Herstellungsprozess gegeben sein und eine Präzision im Mikrometerbereich erzielt werden können. Alle diese Kriterien können von derzeitigen Druckermaterialien nicht vollumfänglich erfüllt werden. Daher ist der definitive Zahnersatz aus dem 3D-Drucker zurzeit noch als Illusion zu bezeichnen.

Mundbeständige Materialien entsprechend dem Medizinproduktegesetz

Die Möglichkeit, einen definitiven Zahnersatz mittels des 3D-Drucks herzustellen, wird deutlich überschätzt. Außer mit der SLM-Technologie (Metalldruck) können derzeit weder Kronen oder Brücken noch Prothesen für den dauerhaften Einsatz im Mund gedruckt werden. Dies ist insbesondere den Materialien (Harze, Kunststoffe) geschuldet. Die photopolymerisierenden Materialien sind hinsichtlich ihres Einsatzes im Mundmilieu chemisch durchaus als kritisch zu betrachten. Hier lohnt sich ein kurzer Blick auf das Medizinproduktegesetz (MPG). Jeder Zahnersatz, der in einer deutschen Zahnarztpraxis eingesetzt wird, muss den Richtlinien dieses Gesetzes entsprechen. Medizinprodukte werden in Klassen eingeteilt. Die Klassifizierung erfolgt nach I, IIa, IIb und III (Richtlinie 93/42/EWG). Wesentliches Merkmal ist die Dauer der Anwendung. Definitiver Zahnersatz unterliegt der Klasse IIa (ununterbrochene Anwendung im Mund über einen Zeitraum von mehr als 30 Tagen). Derzeit gibt es nur wenige Materialien für den 3D-Druck, die dieses Kriterium erfüllen. Beispielsweise hat das Unternehmen Shera (Lemförde, D) ein Druckmaterial (Kunststoff) entwickelt, das länger als 29 Tage im Mund angewandt werden darf. Dies kann aufgrund der Materialeigenschaften jedoch ausschließlich für Biss-Schienen verwendet werden. Funktionierender dauerhafter Zahnersatz ist daraus nicht herzustellen. Die meisten für den dentalen 3D-Druck angebotenen Kunststoffmaterialien sind der MPG-Klasse 1 zuzu-

ordnen. Das bedeutet, deren ununterbrochene Anwendung im Mund ist auf 29 Tage begrenzt.

Anwendung in Zahnarztpraxis und Dentallabor

Fest steht, die 3D-Drucktechnologie hat ein hohes Potenzial, darf aber nicht überfordert werden. Im Dentalbereich werden gewisse Anwendungen (Hilfsstrukturen) von Dentallaboren und von Zahnarztpraxen wahrgenommen. Grundsätzlich funktioniert der 3D-Drucker nur in Verbindung mit einem Computer. Die Technologie kann vereinfacht dargestellt werden: Der Zahntechniker konstruiert am Rechner einen digitalen Datensatzes (CAD). Er entwirft ein dreidimensionales Objekt, dessen Daten an den 3D-Drucker übergeben werden. Damit der Drucker die CAD-Informationen verarbeiten kann, werden diese in einer Software in hauchdünne Scheiben geschnitten (Slices). Die mikroskopisch feinen Lagen werden beim Druck wieder übereinandergelegt und es entsteht ein physisches Objekt der CAD-Konstruktion.

Großer Vorteil aller additiven Verfahren ist, dass dreidimensionale Objekte in nahezu uneingeschränkter Formvielfalt und Komplexität am Computer konstruiert und umgesetzt werden können. Seit zirka zwei Jahren werden spezielle Drucker für das Dentallabor und die Zahnarztpraxis angeboten.

Indikationen

Beispielsweise werden Kiefermodelle über das Druckverfahren (Stereolithografie) hergestellt. Der Zahnarzt erfasst mit einem Mundscanner die Gebissituation. Die digitalen Daten werden für den Drucker aufbereitet und das Modell wird aus einem speziellen Harz gedruckt. Außerdem können auf Basis hochpräziser digitaler Scandaten Bohrschablonen für die Implantatchirurgie gedruckt werden. Eine weitere sinnvolle Anwendung sind Abformlöffel, die z.B. innerhalb des digitalen implantatprothetischen Workflows vorteilhaft sind. An der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München befindet sich eine interessante Technologie im Versuchsstadium. Die Forscher (Zahnärzte, Zahntechniker) der LMU drucken geschichtete mehrfarbige Zahnkronen und -brücken, welche im Mund des Patienten auf ihre Funktion und Ästhetik hin überprüft werden können. Auch als Unterstützung in der

Totalprothetik (Zahnersatz für den zahnlosen Kiefer) könnte der 3D-Druck in naher Zukunft ein sinnvolles Hilfsmittel sein. Dafür gibt es Ansätze, Totalprothesen für eine Einprobe am Patienten (Try-In-Prothese) mittels 3D-Druck anzufertigen. Die gedruckten Prothesen werden dann im Mund des Patienten auf funktionelle Kriterien (Passung, Bisslage, Sprechabstand) und ästhetische Kriterien hin getestet. Der Zahntechniker erhält somit konkrete Informationen für die Herstellung des definitiven Zahnersatzes. Als dominante Indikation des dentalen 3D-Drucks ist die Aligner-Technologie zu nennen (Align Technology, USA). Bei dieser kieferorthopädischen Anwendung können Zahnfehlstellungen bis zu einem gewissen Maße korrigiert werden. Der Zahnarzt konstruiert in einer speziellen Software die Einzelschritte bis zur idealen Zahnstellung. Für jeden Schritt wird ein Kiefermodell benötigt und darauf eine Zahnschiene hergestellt. Da teilweise bis zu 50 Modelle notwendig sind, ist der 3D-Druck hier zweckmäßig und hat gegenüber der konventionellen Modellherstellung viele Vorteile.

Perspektiven

Zum aktuellen Zeitpunkt forschen die Mitarbeiter der LMU München am Multimaterialdruck. Hierbei können sechs verschiedene Materialien aus mehr als 360.000 Farben gedruckt werden. Das gesamte CMYK- und RGB-Farbspektrum wird abgedeckt. Allerdings kann auch mit dem Multimaterialdruck derzeit kein definitiver Zahnersatz angefertigt werden. Zudem scheinen keramische Werkstoffe ein hohes Potenzial für den Druck zu haben, wobei die Anwendung im Dentalbereich noch Zukunftsmusik ist. In einem öffentlichen Forschungsprojekt haben die Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München und das Friedrich-Baur Institut für Biomaterialien Bayreuth im Jahr 2011 ein Lasersinter-Verfahren für den Druck des Zahnersatzmaterials Zirkonoxid entwickelt. Dieses Verfahren hat sich jedoch aus verfahrens- und materialtechnischen Gründen nicht für die Herstellung von Zahnersatz durchgesetzt. Ein vielversprechender Ansatz für den Druck von Keramik ist das LCM-Verfahren (Lithography-based Ceramic Manufacturing), das von der Firma Lithoz am Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der TU Wien entwickelt worden ist. Die Technologie basiert auf der selektiven Lichthärtung einer Kunststoffmischung, in der keramische Partikel homogen dispergiert sind. Innerhalb des Herstellungsprozesses dienen Photopolymere als Binder zwischen den keramischen Partikeln. Der keramische „Grünling“ muss nach dem Druck dicht gesintert werden und bekommt so seine definitiven

Materialeigenschaften. Allerdings ist die Technologie bislang nicht für dentale Anwendungen freigegeben.

Mit bewusster Redundanz: Das Drucken eines definitiven Zahnersatzes ist – außer der additiven Fertigung von Metallgerüsten mittels SLM-Verfahren – zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Es werden noch einige Jahre vergehen, bis funktionierende Materialsysteme für die dauerhafte Anwendung im Mund zugelassen sind.

Qualifikation: Zahntechnische Ausbildung

Werden die 3D-Drucker den Beruf des Zahntechnikers ersetzen? Eine ähnliche Frage ist vielen Zahntechnikern aus den Anfangszeiten der CAD/CAM-Frästechnologie bekannt. Das war vor zirka 15 bis 20 Jahren. Heute leidet die Zahntechniker-Branche unter einem Fachkräftemangel. Der Beruf wurde durch die CAD/CAM-Frästechnologie nicht ersetzt und wird es voraussichtlich auch durch die Etablierung des 3D-Drucks nicht. Die Herstellung eines hochwertigen Zahnersatzes bedarf immer der zahntechnischen Expertise, die trotz digitaler Technologien auf einem breiten analogen Wissens- und Erfahrungsfundament beruht. Das Berufsbild ist im Wandel. Die analogen konventionellen Herstellungsverfahren werden um alternative digitale Technologien erweitert. Und doch ist Zahntechnik nach wie vor ein Handwerk. Ein guter Zahntechniker erarbeitet sich sein Können durch manuelle Arbeit. Die Perspektiven für den Beruf sind hervorragend, sofern der Zahntechniker den Wandel dynamisch begleitet. Hierfür gibt es diverse Möglichkeiten. Dass die CAD/CAM-Technologie in das Berufsbild des Zahntechnikers bereits eingebettet ist, zeigen die diversen Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten. Beispielsweise organisiert die Südbayerische Zahntechniker-Innung (SZI) in ihrem Innungsbezirk eine überbetriebliche Lehrlingsunterweisung (ÜLU), in Form einer einwöchigen Intensivausbildung, die sich ausschließlich mit angewandter CAD/CAM-Technik befasst. Die Teilnahme gilt als Zulassungsvoraussetzung für die Gesellenprüfung.

Der Beruf des Zahntechnikers ist anspruchsvoll. Zahntechniker sind der Mehrfachbelastung aus manuellen Fertigkeiten, digitalen Fähigkeiten, fundiertem Material-Know-how, anatomischem Wissen und handwerklicher Kunstfertigkeit ausgesetzt. Genau dies macht den Beruf für viele Zahntechniker attraktiv und für Patienten sowie für Zahnärzte unverzichtbar.

Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden: In den Patientenmund eingesetzt wird ein Zahnersatz und kein Datensatz! Es ist zum jetzigen Zeitpunkt illusorisch, dass ein definitiver Zahnersatz auf Knopfdruck automatisch gedruckt werden kann. Die digitale additive Fertigung (3D-Druck) ist lediglich ein Werkzeug, welches vom kompetent ausgebildeten Zahntechniker auf dem zeitgemäßen Weg zu einem hochwertigen Zahnersatz angewandt werden kann.

Quellen / Weiterführende Literatur:

Klassifizierungsregeln von Medizinprodukten gemäß Anhang IX der CE-Richtlinie 93/42/EWG (Medizinprodukte-Verordnung)

Medizinprodukte-Verordnung vom 20. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3854), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 10. Mai 2010 (BGBl. I S. 542) geändert worden ist.

Gebhardt A: Rapid Prototyping. Verlag Hanser Fachbuch, 2. Auflage 2000, ISBN-10: 3446212426

Nagel M, Striezel R: Ein neues CAD/CAM-Verfahren: Bego Medifactoring, Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e. V., Sindelfingen, 2003

Van Noort R: The future of dental devices. dental Materials, 2011, pp. 3-12

Michael Riesmeier, 2014, 3D-Druck. Auswirkungen auf Fertigungsabwicklung und Logistik, München, GRIN Verlag



Raum für Ihre Notizen

Verband Deutscher Zahntechniker-Innungen

Große Präsidentenstraße 10

10178 Berlin

Tel.: 030 8471087-0

Fax: 030 8471087-29

VDZI-Servicezentrum

Gerbermühlstraße 9

60594 Frankfurt am Main

Tel.: 069 665586-0

Fax: 069 665586-33

info@vdzi.de

www.vdzi.de

