

CAD/CAM-gestützte Fertigung implantatgetragener Brücken im Ober- und Unterkiefer – Teil 1

Veränderung, die Konstante der Zukunft

Ein Beitrag von Ztm. Ralf Bahle, Leutkirch/Deutschland

Noch vor wenigen Jahren haben viele müde gelächelt, als einige Visionäre sagten, dass der Computer Einzug in die Zahntechnik halten wird. Heute wird über diese anfängliche Skepsis eigentlich gar nicht mehr gesprochen, denn die CAD/CAM-Technik hat sich längst etabliert – in Labors, Fräszentren, Zahnarztpraxen und Klinken. Dennoch kann man nicht behaupten, die CAD/CAM-Technik sei zum Standard geworden. Sie hat gewiss ihre Duftmarken gesetzt und bleibt weiterhin eine interessante Technik, die einem stetigen Wandel unterworfen ist. Ztm. Ralf Bahle gibt in diesem Artikel einen Einblick in die computergestützte Zahntechnik 2010. Anhand eines echten Patientenfalls demonstriert er in drei Teilen die Chancen, die der gezielte Einsatz dieser Technik bietet.

Prolog

Zukunftsforscher haben uns bereits in den 1990er Jahren prognostiziert, dass künftig das Beständigste in unserer Gesellschaft die Veränderung sei. Diese Aussage ist heute Wirklichkeit. Denn wir beobachten in unserer Gesellschaft eine zunehmende Schnelllebigkeit, die dadurch unterstützt wird, dass sich das technische Wissen etwa alle zwei Jahre verdoppelt. Am besten lässt sich das an der Computertechnik verdeutlichen. Der Computer, den wir heute kaufen, ist morgen schon veraltet, weil es schon wieder neue Modelle mit noch größeren Speicherkapazitäten und umfangreicheren Funktionen gibt.

In der Automobilindustrie und im Maschinenbau lässt sich feststellen, dass immer komplexere und effizientere Maschinenstraßen den Menschen im digitalen Zeitalter zunehmend überflüssig machen. Nicht mehr nur der Einsatz un-

serer manuellen Kraft und Geschicklichkeit sind gefragt, sondern unser „Know-how“ am Computer.

Noch vor ein paar Jahren haben viele Zahntechniker müde gelächelt, als ihnen einige Visionäre sagten, dass dieser Trend auch in der Zahntechnik Einzug halten wird.

Heute werden diese Ungläubigen eines Besseren belehrt. Denn der Einzug der CAD/CAM-Technologie vor vielen Jahren und die stetige Weiterentwicklung haben sich auch in dieser Branche etabliert. Im nachfolgenden, ersten Teil eines auf drei Teile ausgelegten Fallberichts, wird die digitale Konstruktion und zahntechnische Umsetzung einer implantatgetragenen Sanierung in allen vier Quadranten vorgestellt. Dabei war es wichtig, die Versorgung und somit alle weiteren analogen oder digitalen Arbeitsschritte auf Grundlage eines Wax-ups, das ganz am Anfang der Vorgehensweise stand, zu planen und umzusetzen. Dadurch wird

verhindert, dass Arbeitsschritte doppelt oder zusätzlich durchgeführt werden müssen. Somit werden eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit und ein qualitativ optimales Ergebnis garantiert.

Fall

Da bei *Ztm. Ralf Bahle* umfangreiche Gesamtversorgungen zum Tagesgeschäft gehören, ist er sehr froh, dass das im Labor installierte Konzept zur sicheren, rationalen und reproduzierbaren Planung und Umsetzung derartiger Versorgungen, durch digitale Arbeitsschritte noch effizienter und damit wirtschaftlicher wird. Eine exakte Planung am Anfang der prothetischen Versorgung macht mit einem einmaligen handwerklichen Einsatz, mehrere Konstruktions- und Fertigungsschritte möglich. Wie in einer Art Baukastensystem lässt sich die Restauration digital generieren und frästechnisch im Labor umsetzen.

Indizes

- CAD/CAM
- Implantatprothetik
- Silikon Schlüssel
- Übertragungstempel
- Wax-up

Kategorie

Systembezogene Beitragsreihe

Übersicht:

5/10 Teil 1
6/10 Teil 2
7/10 Teil 3

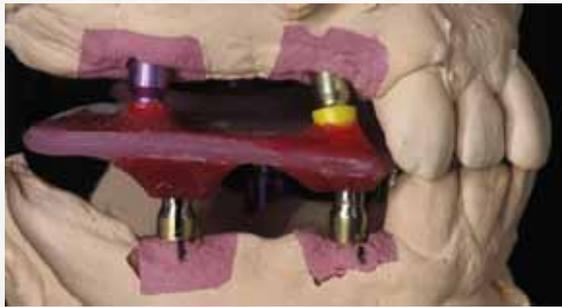


Abb. 1 und 2 Der 47-jährige Patient ist bereits seit 4 Jahren im Seitenzahnbereich zahnlos. In regio 4 und 6 jedes Quadranten wurden daher Implantate gesetzt. Die Meistermodelle wurden auf Grundlage einer provisorischen Zentrik einartikuliert und implantatgestützte Schablonen für die Zentrikregistrierung angefertigt



Abb. 3 Der Behandler konnte eine reproduzierbare Zentrik erarbeiten und in derselben Sitzung die Lage des Oberkiefers mit einem arbiträren Gesichtsbogen bestimmen, die im Labor auf den Artikulator übertragen wurde

So gibt uns der Einsatz von Maschinen die Möglichkeit, dass wir uns wieder mehr mit Funktion und Ästhetik beschäftigen und uns mehr Zeit für die Kundenbetreuung und Patientenberatung nehmen können.

Die Ausgangssituation

In diesem Fall sollte ein 47-jähriger Patient, der im Seitenzahnbereich bereits seit 4 Jahren zahnlos war, mit Zahnersatz versorgt werden. Die Schwierigkeit bestand darin, die Zentrik wieder zu finden, schließlich war der Patient über einen langen Zeitraum im Seitenzahngebiet ohne Abstützung. Nach entsprechenden Planungsabläufen wurden mithilfe von Bohrschablonen in regio 4 und 6 jedes Quadranten Implantate gesetzt. Nach der Einheilung und Abformung der Implantate wurden Meistermodelle hergestellt und auf Grundlage der provisorischen Zentrik Schablonen

für die Zentrikregistrierung angefertigt. Diese sind auf den Implantaten abgestützt (Abb. 1 und 2). Der Behandler konnte damit eine reproduzierbare Zentrik erarbeiten. In derselben Sitzung wurde mit einem arbiträren Gesichtsbogen die Lage des Oberkiefers bestimmt und diese später im Labor auf den Artikulator übertragen (Abb. 3).

Aufgrund der lange andauernden Zahnlosigkeit im Seitenzahnbereich hat sich der Patient im Frontzahnbereich ein Kaumuster mit Kopfbissstellung angeeignet. Darum galt es, die muskuläre Verspannung des orofazialen Systems wieder zu lockern und die Kondylen in ihre lagerichtige Position zu bekommen. Die Umstände, derer sich der Behandler und das Labor bewusst waren, wurden daher in alle weiteren Behandlungsschritte und Konstruktionen mit einbezogen.

Gedanken zum Versorgungskonzept

Oft heißt es ja so schön, dass jeder natürliche Zahn einem Implantat im Weg steht. Manchmal könnte man aber noch zynischer werden und behaupten, der Patient stünde einer vernünftigen Versorgung im Weg.

Um bei dieser Ausgangssituation (Abb. 4 und 5) die zentrische Relation wieder zu finden, hätte man normalerweise eine auf Implantaten abgestützte provisorische Versorgung fertigen müssen. Der Patient wollte jedoch so schnell wie möglich definitiv versorgt werden und möglichst wenig Geld ausgeben. Wie das eben so oft der Fall ist. Deswegen haben wir uns dafür entschieden, im Oberkiefer die Arbeit auf einem keramisch verblendeten Zirkoniumdioxid-Gerüst anzufertigen. Der Unterkiefer sollte dagegen mit einem mit Komposit verblendeten Metallgerüst aus einer EMF-Legierung versorgt werden.

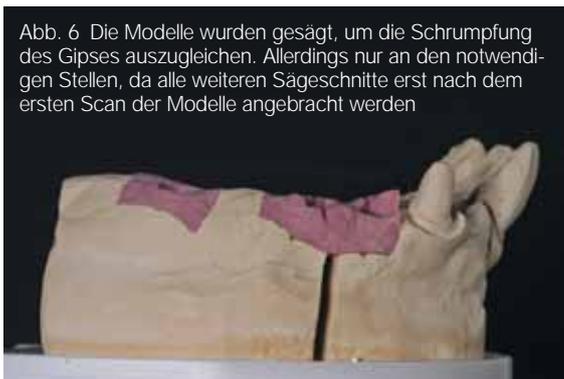
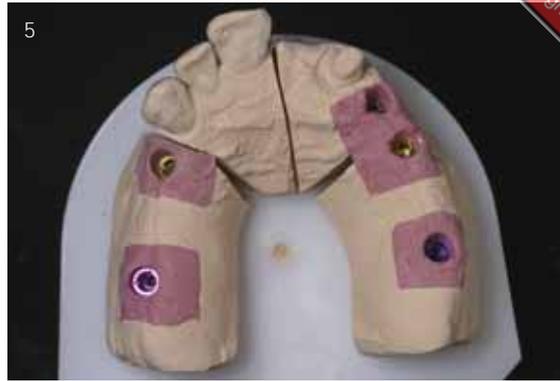
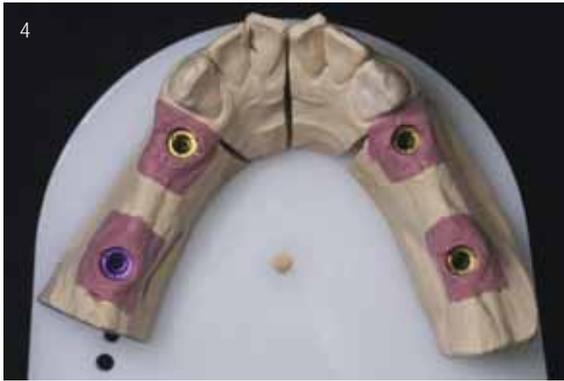


Abb. 6 Die Modelle wurden gesägt, um die Schrumpfung des Gipses auszugleichen. Allerdings nur an den notwendigen Stellen, da alle weiteren Sägeschnitte erst nach dem ersten Scan der Modelle angebracht werden

Abb. 4 und 5 Um angesichts dieser Ausgangssituation die zentrische Relation wieder zu finden, hätte normalerweise ein auf Implantaten abgestütztes Provisorium angefertigt werden müssen. Der Patient wollte jedoch so schnell und günstig wie möglich definitiv versorgt werden

Abb. 7 Für ein konsequent rationelles Vorgehen wurden passende Zahngarnituren mit 9:1 Silikon dupliert. Die Hohlformen konnten mit Wachs befüllt werden, ...

Dadurch würden wir eventuelle zentrische Veränderungen oder Überbelastungen durch den gezielten Ab- oder Auftrag von Komposit ausgleichen und nachträglich verändern können. Gleichzeitig hatten wir im Oberkiefer von 21 auf 23 eine provisorische Brücke mit Metallverstärkung angefertigt, da der Zahn 21 nach der Inserierung der Seitenzahnimplantate verloren ging. In regio 21 wurde 4 Monate später ein Implantat inseriert.

Der Wachs-Prototyp

Um unser Modell in der Ceramill Motion Einheit sicher platzieren zu können, stellten wir Giroform Sägemodelle her, die wir mit den entsprechenden Split-cast Sockeln artikulierten. Um die Schrumpfung des Gipses auszugleichen, wurden die Sägemodelle nur an den notwendigen Stellen gesägt (Abb. 6). Alle weiteren Sägeschnitte wurden erst nach dem ersten Scan des Modells vorgenommen. Dadurch vermieden wir eventuelle Ungenauigkeiten.

Für unser weiteres rationelles Vorgehen wurden adäquate Creaparl Zahngarnituren mit 9:1 Silikon dupliert. Die so erhaltenen Hohlformen können immer

wieder mit Wachs befüllt werden. Dadurch erhalten wir wunderschöne Zahnformen, die funktionell optimal aufeinander abgestimmt sind (Abb. 7).

Die abgekühlten Wachs Zähne konnten der Form entnommen werden, um sie nach funktionellen Gesichtspunkten auf unserem Meistermodell aufzustellen (Abb. 8 bis 11).

Nachdem die optimale Okklusion, Artikulation und die Exkursionsbewegungen erarbeitet wurden (Abb. 12 bis 17), konnten wir uns den Feinheiten der zukünftigen implantatprothetischen Versorgung widmen. So waren wir nun in der Lage, für die zukünftigen Implantatkronen die Durchtrittsstellen am Zahnfleisch (Emergenzprofil) sowie den exakten Pontik den erarbeiteten Zahnformen entsprechend festzulegen. Hierzu zeichneten wir mit einem Filzstift die Begrenzung der klinischen Zahnkrone am Modell an (Abb. 18).

Es ist wichtig, dass die Anzeichnungen vorgenommen werden, bevor man die Wachsmodellation mit Scanspray besprüht. Ansonsten lässt sich die Filzstiftanzeichnung nicht richtig am Modell anbringen (Abb. 19 und 20).

Das Scanspray wird benötigt, um Spiegelungen (Reflexionen) an der Wachs Oberfläche zu vermeiden. Reflexionen werden vom Scanner nicht erkannt oder falsch gedeutet. Sie führen zu virtuellen „Löchern“ im 3D-Bild.

Nun wurde das Oberkiefer-Meistermodell in den 300er Scanner montiert. Über die Split Cast Sockelplatten der Giroform Modelle lässt sich das Modell sicher im Scanner befestigen (Abb. 21). Wir haben die CAD/CAM-Technologie in einem separaten Raum untergebracht, da diese Art der zahntechnischen Arbeit unserer Ansicht nach nicht in die alltägliche Arbeitsumgebung passt. Zudem fordert die präzise Technologie eine gewisse Sauberkeit und möglichst standardisierte Verhältnisse (Abb. 22a).

Der Situationsscan

Bevor das Modell gescannt werden konnte, musste zunächst von der gesamten Situation in der Software eine Karteikarte angelegt werden. In dieser wurden Daten wie der Patientennamen, die Zahnfarbe aber auch die Konstruk-

Abb. 8 bis 11
 ... wodurch wir funktionell optimal aufeinander abgestimmte Wachsduplikate erhielten. Diese wurden nach funktionellen sowie phonetischen Gesichtspunkten auf unseren Meistermodellen aufgestellt

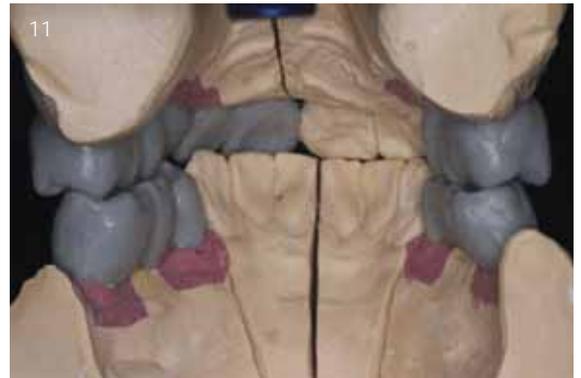


Abb. 12 bis 17
 Nachdem die Okklusion, Artikulation und Exkursionsbewegungen erarbeitet wurden, konnte es an die Feinheiten der zukünftigen implantatprothetischen Versorgung gehen





Abb. 18 Mit einem Filzstift zeichnen wir das Durchtrittsprofil der zukünftigen Implantatkronen sowie den exakten Pontik auf dem Modell an



Abb. 19 und 20 Die Anzeichnungen sollten vorgenommen werden, bevor die Wachsmodellation mit Scanspray besprüht wird. Das Scanspray mattiert die Oberfläche und verhindert, dass Reflexionen das Scanergebnis beeinträchtigen



Abb. 21 Über die Splitcast Sockelplatten der Giroform Modelle lassen sich die Meistermodelle sicher im Scanner des Ceramill Motion Systems montieren



Abb. 22 a Wir haben die CAD/CAM-Technologie in einem separaten Raum untergebracht. Diese Form der zahntechnischen Arbeit passt unserer Ansicht nach nicht in die alltägliche Arbeitsumgebung. Ein positiver Nebeneffekt. Der digitale Arbeitsplatz bleibt sauber

tion sowie die einzelnen Materialien, die verwendet wurden, festgehalten. Sie muss exakt ausgefüllt werden, damit der Fräsauftrag später richtig bearbeitet werden kann (Abb. 22b).

Nun wurde zunächst von der Okklusalsicht ein 2D-Scan angefertigt, damit der vordefinierte Zahnkranz im Programm auf den tatsächlichen Zahnkranz des Modells angepasst werden konnte. Das Programm findet dann zum Beispiel die genaue Position des Zahns 26 wieder (Abb. 23).

Anschließend startete der automatische Scanvorgang, der an einzelnen Stellen so lange wiederholt wurde, bis die 3D-Aufnahme lückenlos dargestellt werden konnte (Abb. 24 und 25). Hierauf wurden alle überschüssigen Anteile beschnitten, sodass nur noch das gescannte Wax-up übrig blieb (Abb. 26 und 27). Dieser Arbeitsschritt bildete später eine wichtige Grundlage für alle weiteren und ist grundsätzlich für die räumliche Darstellung der geplanten Konstruktionen wichtig.

Zurück in der analogen Welt

Nach dem Scannen aller Wachs-Prototypen – das unbedingt zu diesem Zeitpunkt und zu keinem späteren abgeschlossen sein sollte – fixierten wir die in Wachs erarbeiteten anatomischen Formen für die Unterkieferbrücken sowie die Oberkiefer-Frontzahnversorgung, der

ja zunächst provisorisch versorgt werden sollte, zunächst in glasklarem Silikon. Als Referenz für eine absolut genaue Reproduktion der Okklusion dient uns hierbei der Artikulator. Mithilfe spezieller Silikonmanschetten fertigten wir nun Gipstische an (Abb. 28). Zunächst ging es um die lagegerechte Fixierung des Wax-ups im Unterkiefer (Abb. 29).

Produktliste

Produkt	Name	Hersteller/Vertrieb
Artikulatorsystem	Artex	Amann Girrbach
CAD/CAM-System, Inhouse	Ceramill Motion	Amann Girrbach
Gesichtsbogen	Artex-Gesichtsbogen	Amann Girrbach
Implantatsystem	Screw-Line	Camlog
Modellgips	Alpenrock	Amann Girrbach
Modellsystem	Giroform System	Amann Girrbach
Modellierwachs	GEO	Renfert
Prothesenzähne	Creapearl, Dynamicline, nach D. Schulz	Creation Willi Geller/ Amann Girrbach
Scanspray	Ceramill Scanmarker	Amann Girrbach
Silikon, glasklar	-	Dreve
Silikonmanschette	Silikonmanschette, groß (Creation CP Zubehör)	Creation Willi Geller/ Amann Girrbach
Zahnfleischmaske	GumQuick	Dreve
Zentrikmaterial	Zetatracy LC	Zhermack

Abb. 22 b
Vor dem Scannen des Modells musste in der Software eine Karteikarte des Patientenfalls angelegt werden. Dort wurden alle patienten- und auftragsspezifischen Daten eingegeben



Abb. 23
Zunächst wurde zur Referenzierung von der Okklusalanzeige ein 2D-Scan angefertigt. Das Programm findet dann zum Beispiel die genaue Position des Zahns 26 wieder



Abb. 24 und 25
Anschließend startete automatisch der eigentliche 3D-Scanvorgang. Dieser wird an einzelnen Stellen automatisch wiederholt, bis die 3D-Aufnahme lückenlos ist

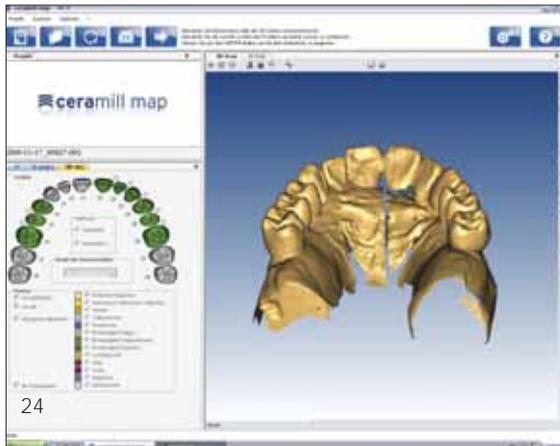


Abb. 26 und 27
Am digitalen Modell wurden alle überschüssigen Anteile automatisch weggeschnitten, sodass nur noch das gescannte Wax-up übrig blieb

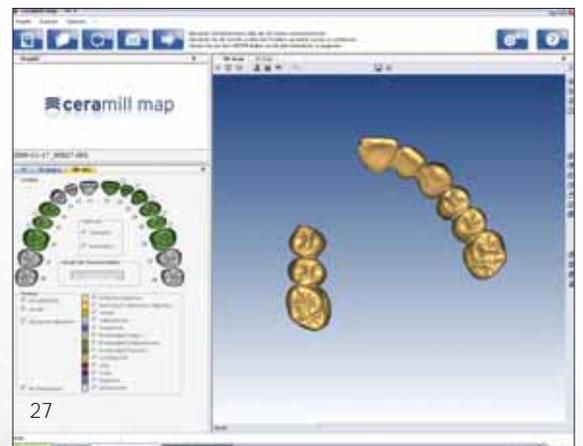


Abb. 28
Als Referenz für eine absolut genaue Reproduktion der Okklusion dient uns in unserem Konzept der Artikulator. Mit einer Silikonmanschette fertigten wir einen Übertragungstisch aus Gips an



Abb. 29
Im Artikulator wurden die Modelle mitsamt Wax-up lagerichtig montiert





Abb. 30 Der Gipstisch wurde mit einer Manschette aus Wachsplatten versehen, um die Modellsituation mitsamt Wax-up mit glasklarem Silikon artikulatorgerecht duplizieren zu können



Abb. 31 Diese Wachsmanschette wurde mit transparentem Silikon befüllt und der Artikulator bis zum Stützstiftanschlag geschlossen. Hier ist die beschriebene Situation zur besseren Visualisierung noch ohne Silikon dargestellt

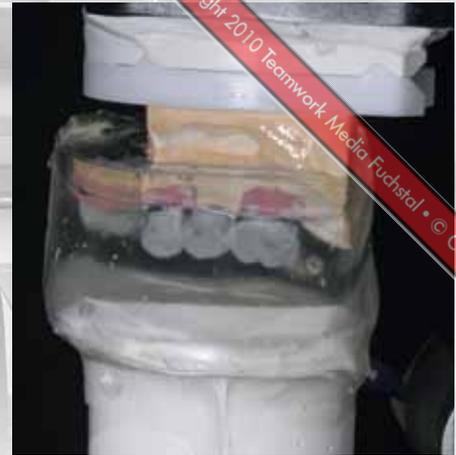


Abb. 32 Nach dem Aushärten des Silikons und Entfernen der Wachsplatten steht uns ein reponierbarer Silikonschlüssel zur Verfügung. Mit diesem lässt sich das Metallgerüst Wax-up-konform mit lichthärtendem Komposit verblenden

Auf den Gipstisch bauten wir mit Wachsplatten eine Form für das transparente Silikon (Abb. 30). Nachdem die Wachsplatten mit transparentem Silikon befüllt worden war, wurde der Artikulator bis zum Stützstiftanschlag geschlossen. In der Abbildung 31 ist die Situation zur besseren Visualisierung noch ohne Silikon dargestellt.

Nach dem Aushärten des Silikons wurde die Wachsplattenform entfernt. Wir erhielten dadurch, für die spätere Verblendung des Metallgerüsts mit lichthärtendem Komposit, einen reponierbaren Silikonschlüssel (Abb. 32). Dieses lässt sich einfach injizieren und durch das glasklare Silikon hindurch polymerisieren.

Im zweiten Teil beschreibt *Ztm. Ralf Bahle* die CAD/CAM-gestützte Anfertigung der Brückengerüste sowie die Vorbereitung für die Gerüsteinprobe.

Fortsetzung folgt ...

Zur Person

Ralf Bahle wurde 1963 in Stuttgart als Sohn eines Feinmechanikermeisters geboren. Bereits in seiner Jugend entdeckte er seine künstlerische Ader beim kreativen Basteln und Malen. Von 1980 bis 1984 absolvierte er seine Ausbildung zum Zahntechniker in Stuttgart. Nach seiner Ausbildung begannen erfahrungsreiche Gesellenjahre, die er bis 1988 in zahlreichen Labors in und um Stuttgart erlebte. Darunter war er für ein Jahr im Labor Braunwarth, wo er – für damalige Verhältnisse – neue Erkenntnisse in der Ästhetik vermittelt bekam. 1989 „siedelte“ er, angezogen von der Schönheit der Natur, ins Allgäu über, wo er sich ein mehr als 100 Jahre altes Bauernhaus kaufte und originalgetreu restaurierte. Von 1989 bis 1992 arbeitete er in verschiedenen, im Allgäu ansässigen Dentallabors – davon auch mehr als ein Jahr im Labor Thiel. Dort lernte er dem Zeitgeist entsprechende, neue Erkenntnisse über Präzision und Funktion kennen. Nach einer zweijährigen Laborleitertätigkeit machte er sich 1993 in seinem Bauernhaus selbstständig. Hierfür wurde aus den ehemaligen Stallungen ein 100 m² großes, modernes und außergewöhnlich gelegenes Labor. Jetzt konnte er seine Erfahrungen und Erkenntnisse, die er auf zahlreichen Kursen, darunter bei Heinz Polz (†), Klaus Mütterthies, Jochen Peters und vielen mehr sammeln konnte, in seinem eigenen Konzept verwirklichen. Bereits 1989 fertigte er seine ersten Implantatarbeiten an. Fasziniert von dieser Technik und den damit verbundenen Herausforderungen stand für ihn schnell fest: auf dieses Gebiet spezialisiert sich unser Labor! Durch die Zusammenarbeit mit namhaften Implantologen wie Dr. Wolfram Bücking, Dr. Gerhard Iglhaut und Dr. Ralf Masur und Partner entwickelte sich ein sicheres, rationelles und reproduzierbares Teamkonzept, das er seit 2000 in Kursen und Abendveranstaltungen vermittelt. In einem 2005 eigens eingerichteten Schulungsraum können Kursteilnehmer in kleinen Gruppen sein Erfolgskonzept erlernen und die reizvolle Umgebung genießen. Seit 2008 ist er Referent beim Curriculum Implantatprothetik und Zahntechnik der DGI.



Kontaktadresse

Ztm. Ralf Bahle • Dentaris GmbH • Missener Straße 63 • 88299 Leutkirch • Fon +49 7567 1264 • Fax +49 7567 1265 • labor@dentaris.de