Evolution der Knochenrekonstruktion

Mit navigierter Knochenringtechnik sicher und vorhersagbarer augmentieren

Autoren_ZA Jan Kielhorn, ZTM Björn Roland

Digitale Verfahren in der Zahnmedizin erlauben weit mehr als nur dreidimensionale Planung und schablonengeführte Implantatinsertion. Auch die Konzeption der Knochenrekonstruktion ist dadurch möglich. Anhand eines Patientenbeispiels sollen hier verschiedene Planungsvarianten in Kombination mit Implantatinsertion inklusive des sogenannten „Bone & Implant-Protokolls" dargestellt werden.

_**Die innovativen Ideen** der digitalen Zahnmedizin beeinflussen die Implantologie wie kaum eine andere Neuerung in der jüngeren Vergangenheit. Durch die computergestützte Therapie entsteht nicht nur ein ungekanntes Gefühl der Sicherheit bei der Planung. Die Möglichkeiten, angefangen von der genauen Übertragung der Daten auf den Patienten bis hin zum revolutionären Ansatz der digitalen Abdrucknahme, sind atemberaubend. Selbstverständlich bedeutet das nicht, dass präzises Handwerk und profundes Wissen zukünftig überflüssig werden. Im Gegenteil. Nur wer die klinische Situation richtig interpretieren kann, fundierte Kenntnisse der Anatomie hat und chirurgisch versiert ist, kann tatsächlich von diesen neuen Methoden profitieren. Denn eins ist sicher, mangelndes Know-how kann auch der leistungsfähigste Computer und die beste Software nicht ausgleichen.

Digitale Zahnmedizin bedeutet heute vor allem die exakte Konzeption und Durchführung von Implantatinsertionen. Dabei bietet die 3-D-Planung zusammen mit der schablonengeführten Chirurgie weit mehr als nur die Bestimmung und Lokalisierung der idealen Implantatposition. Mit der ExpertEase-Software (DENTSPLY Friadent, Mannheim) wird Guided Surgery schon jetzt im Bereich der Knochenrekonstruktion anwendbar. Insbesondere hier können die durch CTs oder DVTs gewonnenen Daten von unschätzbarem Wert sein, geht es doch gerade bei Transplantationen von autologem Knochen um höchst sensible Eingriffe. In Kombination mit klinisch bewährten Techniken wird die Vorhersagbarkeit von Knochentransplantationen gesteigert, die Morbidität dagegen gesenkt.

An Beispiel eines Patientenfalls möchten wir die virtuelle Planung und die Methodik der navigierten Knochenringtechnik darstellen. Darüber hinaus zeigen wir auch, wie andere infrage kommenden Rekonstruktionsprotokolle computergestützt geplant werden können. Tatsächlich ist die Patientin bereits mit einem Knochenblock und anschließender Implantatinsertion versorgt worden. Zwar wurde auch diese Behandlung schon digital geplant, zum Zeitpunkt der Therapie waren die für das Bone & Implant-Protokoll notwendigen Instrumente aber noch nicht erhältlich, sodass das retromolar gewonnene Knochentransplantat für uns Therapie der Wahl war. Der gezeigte Fall soll verdeutlichen, wie schon in dieser Phase die Vor- und Nachteile einer Technik, bezogen auf die individuelle Patientensituation, abgewogen werden können. Allerdings sind für dieses Protokoll auch genaue Kenntnisse der Techniken, so auch der klassischen Knochenringtechnik mit simultaner Implantatinsertion, wie sie von Giesenhagen beschrieben wurde, unabdingbar.[2–5]

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts haben sich zur Rekonstruktion verloren gegangener Hartgewebe unterschiedliche Verfahren etabliert, durch die – unter Vermeidung zusätzlicher Operationsfelder außerhalb der Mundhöhle – ein suffizientes Knochenangebot erzielt werden kann. Khoury beschrieb bereits 1999 die erfolgreiche dreidimensionale Knochenrekonstruktion mittels eines retromolar gewonnenen Blocks.[6] Mittels sagittaler Spaltung des Kieferknochens lässt sich das horizontale Knochenangebot optimieren.[1,7,8] Allerdings kann man mit diesem Bone Splitting keine zusätzliche Höhe gewinnen und auch die real erzielbare Kno-

pritidenta®

Er könnte eine Krone werden.

Sie ist eine.

pr.t.® crown

www.pritidenta.com

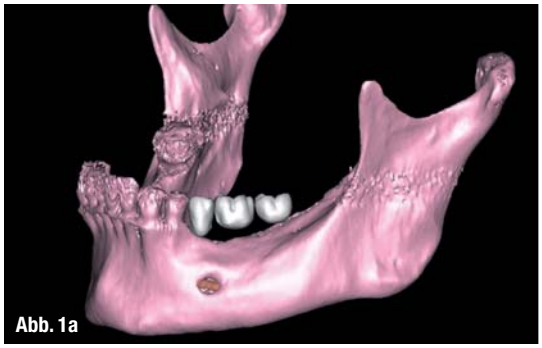


Abb. 1a

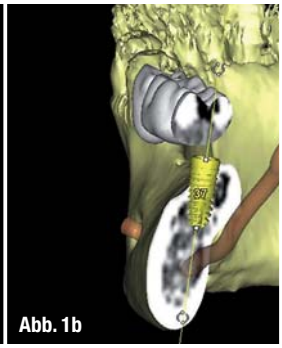


Abb. 1b

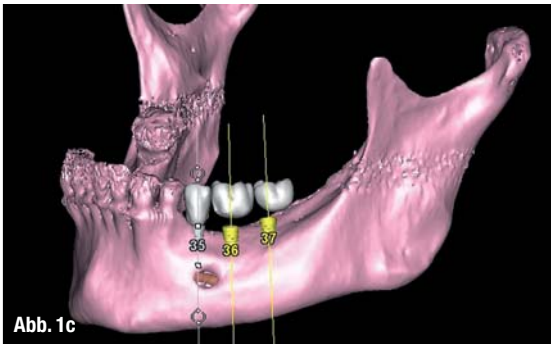


Abb. 1c

Abb. 1a_ Virtuelle Planung der idealen Kronenposition („Backward Planning") mit der ExpertEase-Software (DENTSPLY Friadent, Mannheim, Deutschland).
Abb. 1b und c_ Unterschiedliche Ansichten der ideal positionierten Implantate.

chenbreite ist nicht exakt planbar, selbst mithilfe des Computers nicht. Dies liegt zum Beispiel an der tatsächlichen Qualität, der Sprödigkeit und Dehnfähigkeit des Knochens. Auch bezüglich des Weichgewebes gibt es hier limitierende Faktoren. Um dieses Verfahren anwenden zu können, wird eine minimale Knochenbreite von drei Millimetern für das Standardverfahren angegeben.

Auch bei genauer Kenntnis der Anatomie und fundierter chirurgischer Erfahrung ist selbst für den kundigsten Behandler die Durchführung dieser Konzepte sehr anspruchsvoll. Dies unter anderem deshalb, weil bislang nur höchstens teilnormierte Instrumente zur Verfügung standen. So wählen wir für die Präparation des Knochens bei diesen beiden Verfahren ausschließlich Piezochirurgie. Zudem ist eine zweidimensionale Diagnostik mittels OPG oft suboptimal, um alle sensiblen anatomischen Strukturen detailliert beurteilen zu können. Alles in allem bedeutet die erfolgreiche Umsetzung der beschriebenen Verfahren eine hohe Lernkurve mit unter Umständen auch unbefriedigendem Ergebnis. Das gilt insbesondere für auftretende Komplikationen, wie Frakturen oder Sensibilitätsstörungen in der Spenderregion bis hin zu ungenügender Weichgewebsabdeckung.

In unserer Praxis verwenden wir zunehmend als alternative Vorgehensweise die von Giesenhagen erweiterte Knochenringtechnik, da sie auch bei größeren Defekten eine simultane Augmentation mit Implantatinsertion erlaubt: Mit einer Trepanfräse wird ein auf die Empfängerregion angepasster Knochenring aus der Spenderregion entnommen und zur vertikalen Knochenrekonstruktion im Bereich des zu inserierenden Implantats eingesetzt.[2–5, 9, 10] Das Implantatbett wird durch den Ring präpariert und dieser dann durch Presspassung zunächst stabilisiert und schließlich über das Implantat fixiert. Besonders in Kombination mit dem Ankylos-Implantat lassen sich sehr gute Ergebnisse erzielen, wie in verschiedenen Fallberichten dargelegt werden konnte. Durch das progressive Gewindedesign wird einerseits apikal eine gute Primärstabilität erreicht, während andererseits der krestale Bereich gewindefrei ist und so eine Überbelastung des verankerten Knochenrings vermieden wird. Obwohl wir mit diesem Protokoll in unserer Praxis bereits sehr erfolgreich waren, kann die Verwendung von nicht normierten Instrumenten immer auch Unwägbarkeiten beinhalten. Man könnte fast sagen, dass die Planungsphase hierbei tatsächlich erst intraoperativ, also am Patienten finalisiert wird: Erst nach Darstellung von Spender- und Empfängerregion kann der erfahrene Chirurg die Knochentransplantation vor allem durch Ein- und Abschätzen der Situation durchführen. Die Zeit ist reif, um die Techniken aus dem letzten Jahrhundert mit den Möglichkeiten des neuen Jahrtausends zu kombinieren! Mit der aktuellen ExpertEase-Software kann auch die exakte Planung der Knochenentnahme in 3-D vorgenommen werden. Ebenso ist dank genormter Instrumente ab jetzt auch die geführte Chirurgie durchführbar. Wir haben ein Protokoll entwickelt, mit dem normierte Instrumente (Flexi Kit mit Bone & Implant-Modul, Fa. Ustomed, Tuttlingen) ausgehend von der dreidimensionalen Planung über die Augmentation bis hin zur Implantation ein komplett computerunterstütztes Vorgehen erlauben.

Abb. 2_ Virtuelle Entnahme des Knochenblocks an der Linea obliqua externa.
Abb. 3a_ Positionierung der Osteosyntheseschrauben.
Abb. 3b_ Ansicht des fixierten Blocks von bukkal.

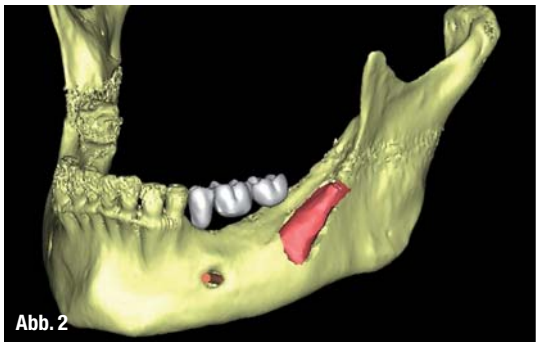


Abb. 2

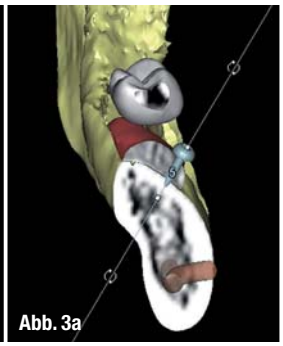


Abb. 3a

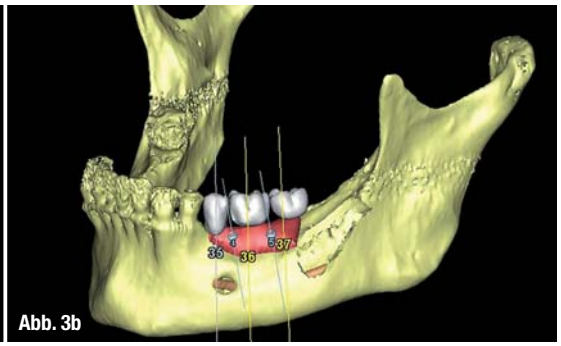


Abb. 3b

Abb. 4

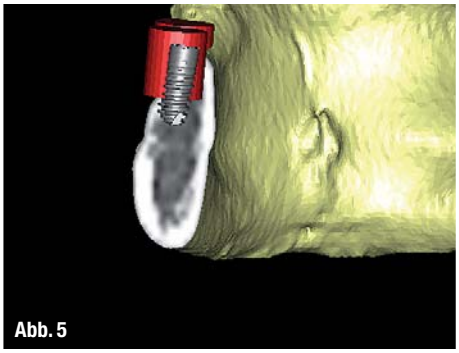


Abb. 5

Abb. 6

Diese neuartige Kombination aus Hard- und Software wird als „Bone & Implant"-Konzept bezeichnet. Im Folgenden stellen wir diese zukunftsweisende Interpretation von „Guided Bone Regeneration" vor. Tatsächlich wurde der gezeigte Fall bereits vor Kurzem in unserer Praxis versorgt. Da die speziellen Trepanfräsen noch nicht zur Verfügung standen, entschieden wir uns für die Knochenblockentnahme. Heute allerdings könnten wir die Therapie noch individueller planen und durch die Kombination aus realen Instrumenten und den dazugehörigen virtuellen Analogen weitaus sicherer und vorhersagbarer arbeiten. Wir zeigen die virtuelle Knochenblockentnahme an der Linea obliqua, das Bone Splitting und die navigierte Knochenringtechnik.

_Ausgangssituation

Bei einer 70-jährigen Patientin sollten der zweite Prämolar und die folgenden beiden Molaren im linken unteren Quadranten durch Implantate ersetzt werden. Da die Zähne bereits vor längerer Zeit verloren gegangen waren, hatten sich auch die knöchernen Strukturen entsprechend zurückgebildet. Die genaue Analyse zeigte, dass eine Augmentation zwingend erforderlich war, um eine Implantatinsertion zu ermöglichen.

Die 3-D-Planungssoftware erlaubt verschiedene Ansichten der zur Verfügung stehenden DVT-Daten. Neben der detailgetreuen Abbildung des Kiefers sind auch sensible Strukturen, wie der Verlauf des Nervus alveolaris inferior, unter anderem auch im Knochenquerschnitt, darstellbar. Die idealen Positionen der Suprakonstruktion und der entsprechenden Implantate mit Länge und Durchmesser können genau festgelegt werden. Dieses klassische „Backward Planning" macht außerdem das ganze Ausmaß des Knochendefizits sichtbar und lässt erkennen, dass eine Übertragung der idealen Rekonstruktion auf die klinische Situation ohne weitere Maßnahmen nicht möglich ist (Abb. 1a bis c). Daher werden im zweiten Schritt unterschiedliche Optionen zur virtuellen Augmentation durchgespielt.

Retromolarer Knochenblock

Für die Augmentation des Implantatlagers wurde zuerst die retromolare Knochenblockentnahme digital geplant. Eine Gewinnung von autologem Material an der Linea obliqua externa böte sich an, da sie in unmittelbarer Nachbarschaft zum Empfängerort liegt. Die Ausdehnung und Form des Defekts können detailgetreu auf den retromolaren Bereich übertragen werden (Abb. 2). In allen Dimensionen lässt sich der Knochenaufbau beurteilen. Nicht nur die Positionen der Implantate, sondern sogar die Lokalisationen der Schrauben zur Fixierung des Knochenblocks können präzise festgelegt werden, dabei immer den Verlauf des Unterkiefernervs im Blick (Abb. 3a und b). Sogar die Übertragung der Position und Ausdehnung des Knochenblocks mittels knochengestützter Schablone wäre denkbar.

Bone Splitting

Als Alternative kam die Planung der sagittalen Spaltung des Unterkieferkamms für einen Aufbau der fehlenden Strukturen in Betracht. Die Durchtrennung der krestalen Kortikalis mit bukkalen Entlastungsschnitten würde, genau wie die retromolare

Abb. 4_ Spezielle Trepanfräsen für die navigierte Knochenringtechnik (Ustomed).
Abb. 5_ Dreidimensionale Planung der navigierten Knochenringtechnik: Die Abbildung zeigt die positionierten Implantate und Knochenringe im Querschnitt.
Abb. 6_ Positionierung der Knochenringe im Knochen.

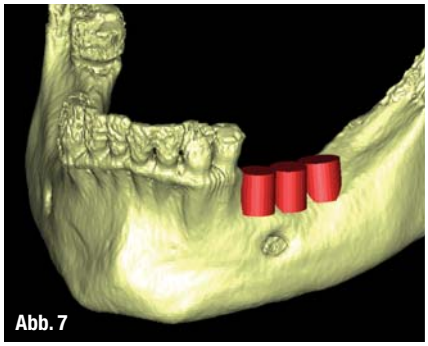


Abb. 7

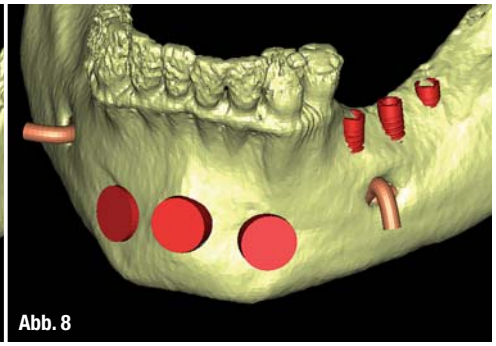


Abb. 8

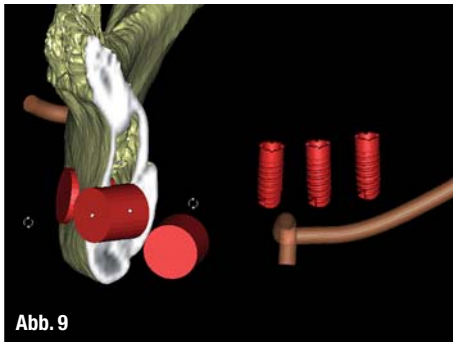


Abb. 9

Abb. 7_ Alle drei geplanten Knochenringe in Position.
Abb. 8_ Screenshot der Knochenring-Entnahmestellen im Kinn und korrespondierende Implantatpositionen.
Abb. 9_ Knochenringe mit Führungspins.

Abb. 10_ Virtuelle Planung und Auswahl der benötigten Trepanfräse.
Abb. 11_ Virtuelle Bohrschablone mit positionierten Knochenringen und Implantaten sowie festgelegten Entnahmestellen.

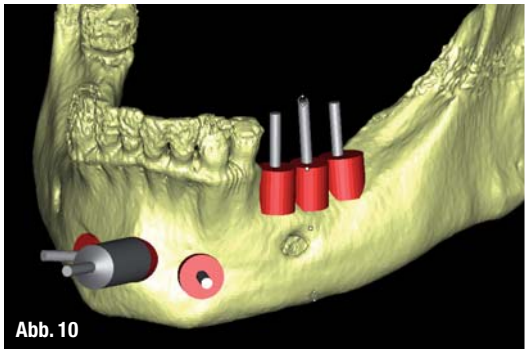


Abb. 10

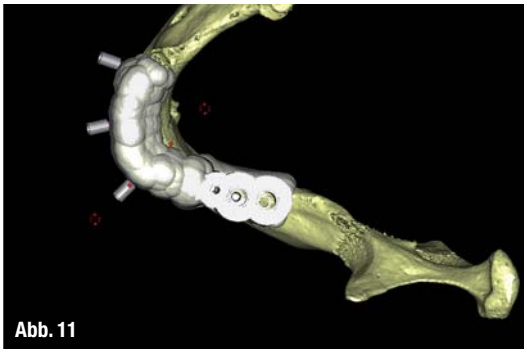


Abb. 11

Knochenentnahme, mit einer Piezotom erfolgen. Dabei bleibt das Periost im bukkalen Bereich unangetastet und die vertikalen Schnitte werden unterminierend durchgeführt. Die Knochenhaut hält die Ernährung des Knochendeckels aufrecht.
In unserem Fall hätte die mangelnde vertikale Augmentation zu einem ungünstigen Verhältnis von Implantatlänge und Aufbauhöhe geführt. Zudem müssen die Bereiche zwischen den Implantaten aufgefüllt werden. Hierzu können anfallende autogene Knochenspäne verwendet werden, die aber für eine vollständige Füllung nicht ausreichen würden, sodass entweder xenogenes Material zum Einsatz kommt oder aber über eine zusätzliche intraorale Spenderregion Eigenknochen entnommen werden muss. Durch die digitale Planung und Abwägung aller Vor- und Nachteile lässt sich in diesem Fall erkennen, dass dies nicht die Therapie der Wahl sein sollte.

Navigierte Knochenringtechnik (Bone & Implant-Protokoll)

Durch die elegante Kombination dieses Konzepts mit den Möglichkeiten der 3-D-Planung und der Anwendung von normierten, für die navigierte Knochenringtechnik entwickelten Trepanfräsen (Abb. 4) wird sich diese Vorgehensweise mehr und mehr in der Praxisroutine etablieren. Es ermöglicht auch bei großen Defekten den gezielten Aufbau des Implantatlagers. Die Knochenentnahme und Transplantation des Rings kann mit den in der Software hinterlegten Daten detailliert geplant und alle möglichen Risiken schon im Vorfeld bewertet werden (Abb. 5 bis 9). Auf Basis dieser Daten wird die zunächst virtuell erstellte Bohrschablone (Abb. 11) im stereolithografischen Verfahren hergestellt (Materialise, Leuven, Belgien). Mit dieser Bohrschablone kann sowohl die Knochenringtechnik als auch die Implantatinsertion navigiert durchgeführt werden (indirekte Navigation).
Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile der gezeigten Konzepte hätten wir heute mit den zur Verfügung stehenden computergestützten Planungstools, den genormten Instrumenten und unter Verwendung von Ankylos, der navigierten Knochenringtechnik den Vorzug gegeben.
Das Bone & Implant-Protokoll ermöglicht dank virtueller dreidimensionaler Planung und geführter Operationstechnik (stereolithografische Schablone und speziell für die indirekte Navigation entwickelte Trepanfräsen) eine sehr präzise, vorhersagbare knöcherne Rekonstruktion bei gleichzeitiger Implantation. Der im Rahmen dieser Technik gewonnene Knochen überzeugt qualitativ als auch quantitativ. Zusätzlich werden die Anzahl der Eingriffe, das Trauma und die Behandlungsdauer deutlich reduziert.
Das Design des hier verwendeten Implantates ist ein wichtiger Bestandteil des Bone & Implant-Protokolls. Ein Grund dafür ist die primärstabile Fixierung des Rings auch in reduziertem ortsständigem Knochen durch das progressive Gewindedesign. Darüber hinaus erlaubt die mikrobewegungsfreie TissueCare-Verbindung in Kombination mit dem gewindefreien Hals ohne krestale Auftulpung eine in alle Dimensionen völlig freie Platzierung des Implantats.
Das Bone & Implant-Protokoll wird in unserer Praxis bereits angewendet und aktuell erste Fälle dokumentiert. Diese werden an anderer Stelle vorgestellt. Die Anwendung aller beschriebenen Techniken setzt eine fundierte Ausbildung voraus. Zum Erlernen der klassischen Knochenringtechnik empfehlen wir daher den Besuch eines Kurses in einem Knochenringzentrum (www.knochenring.de). Für die navigierte Knochenringtechnik bieten wir Weiterbildungen im Bone & Implant Center Öhringen an._

_Kontakt

digital dentistry

ZA Jan Kielhorn
Praxisklinik Kielhorn
Verrenberger Weg 15
74613 Öhringen
Tel.: 07941 605620
E-Mail: info@praxisklinik-kielhorn.de
www.praxisklinik-kielhorn.de

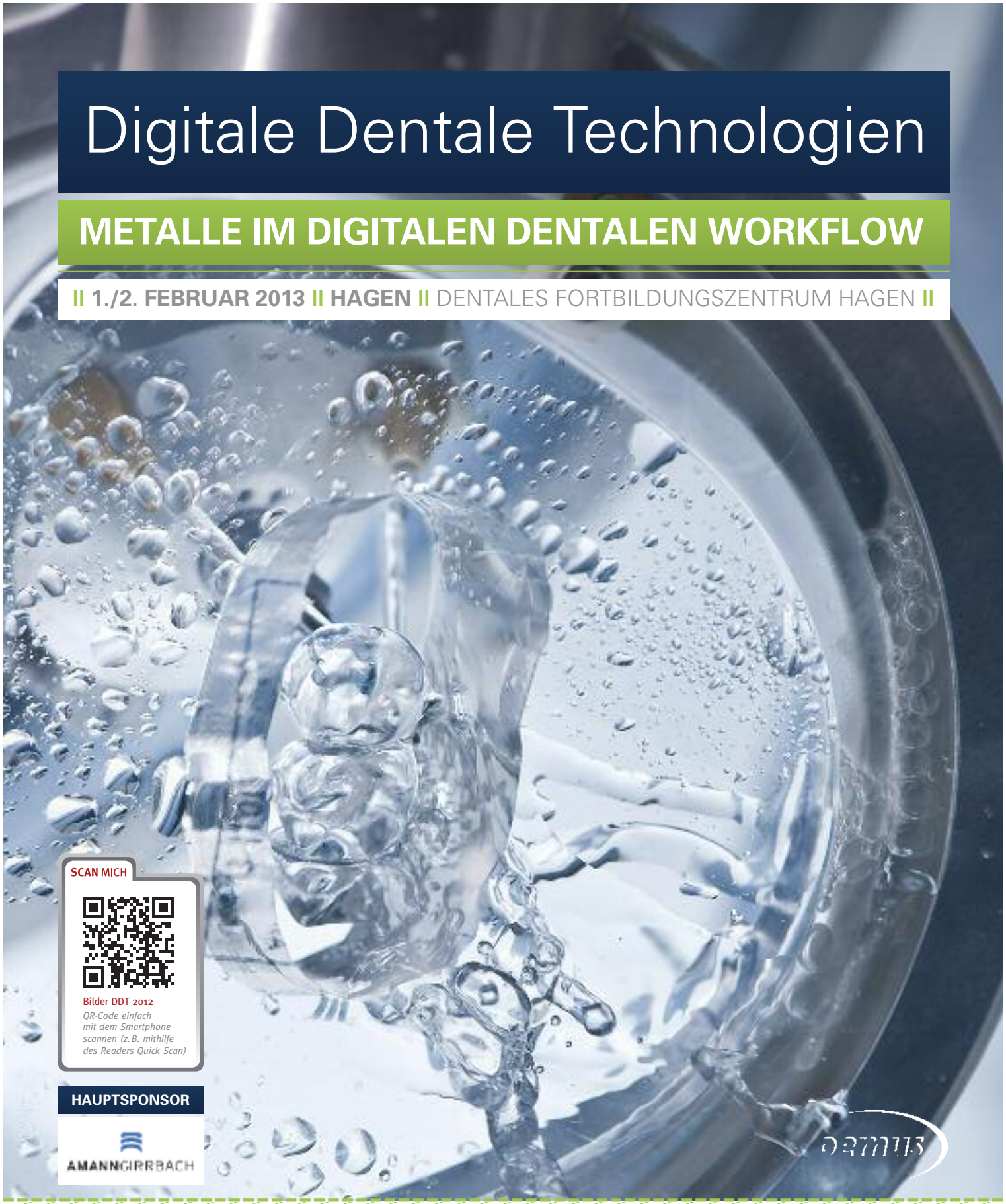
Autor

Literaturliste

Digitale Dentale Technologien

METALLE IM DIGITALEN DENTALEN WORKFLOW

II 1./2. FEBRUAR 2013 II HAGEN II DENTALES FORTBILDUNGSZENTRUM HAGEN **II**



SCAN MICH

Bilder DDT 2012

QR-Code einfach mit dem Smartphone scannen (z. B. mithilfe des Readers Quick Scan)

HAUPTSPONSOR

AMANNGIRRBACH

FAXANTWORT

0341 48474-390

Bitte senden Sie mir das Programm zum Symposium
DIGITALE DENTALE TECHNOLOGIEN
am 1./2. Februar 2013 in Hagen zu.

E-MAIL

STEMPEL

DD 2/12