

# **Konsensus für die dentale Implantologie: Beschreibung der Wege zur Erzielung der Osseointegration.**

© 2012, Internationale Implantatstiftung, München/ Deutschland

From the  
Dental Implant Faculty  
International Implant Foundation  
Head of the Dental Implant Faculty  
Prof. Dr. Stefan Ihde  
DE-80802 Munich  
Germany  
e-mail: [contact@implantfoundation.com](mailto:contact@implantfoundation.com)

## **I. Terminologie**

In der dentalen Implantologie wird der Begriff „Osseointegration“ verwendet, um einen Zustand zu beschreiben, bei dem vitales, hinreichend mineralisiertes Knochengewebe kraft- und formschlüssig an Implantatoberflächen zu liegen kommen, dass eine dauerhafte Übertragung von Kräften unterschiedlicher Richtung in oder auf den Knochen ermöglicht wird. Die Erreichung der Osseointegration dentaler Implantate stellt nach einem bisherigen Denkkonzept einen biologischen Vorgang dar, bei dem sich Knochengewebe aktiv an Implantatoberflächen annähert. Verschiedene biologische Wege, die zu diesem Ziel führen, können unter dem Begriff „biologische Osseointegration“ subsummiert werden. Die erfolgreiche Anwendung von sofortbelasteten Implantaten in allen Knochenregionen des Menschen legt den Gedanken nahe, dass diese biologische Integration von Implantaten nicht der einzige Weg zur dauerhaften Implantatintegration darstellen kann.

## **II. Stand der Entwicklung**

Im Bereich der orthopädischen Chirurgie ist die kraftschlüssige Sofortbelastung von Implantaten spätestens seit der Einführung von Verschraubungen und Platten-Osteosynthesen (seit ca. 1980) Stand der Technik: Bei der Behandlung von Frakturen der Gliedmaßen werden zugleich (einzeitig) die Schrauben für die Frakturplatten wie auch die Frakturplatten selbst eingesetzt. Das wohlverstandene Patienteninteresse und die chirurgische Praxis stehen hier im Einklang. In der zahnärztlichen Implantologie wird – je nach verwendetem Implantattyp – demgegenüber ein verzögertes (zweizeitiges) Vorgehen immer noch praktiziert. Das Argument der sterilen gedeckten Einheilung zur Infektionsprävention kann auf Implantatdesigns mit weitem Durchmesser am Implantatthals bei gleichzeitiger oberflächenvergrößernden Struktur angewandt werden. Zwischenzeitlich sind diverse Implantatsysteme für den Implantologen verfügbar, die eine Sofortbelastung ermöglichen oder gerade für diese Behandlungsoption weiter entwickelt wurden. Lange wurde

darüber diskutiert, ob es nach Erreichen der sogenannten „Osseointegration“ noch eine letzte, ultradünne Bindegewebsschicht zwischen dem Implantat und dem Knochen gibt, oder ob wirklich Knochenmatrix direkt auf dem Implantat abgeschieden wird. Beweise in Form von histologischen Schnitten wurden für beide Varianten vorgelegt. Somit steht fest, dass es mindestens zwei unterschiedliche Wege zu „biologischen Osseointegration“ geben muss.

Es ist davon auszugehen, dass vollständig aufgeklärte Patienten, - sofern man ihnen die Auswahl anbietet und sofern keine ästhetischen Indikationen vorliegen-, im Regelfall ein Sofortbelastungs-Protokoll ohne Knochenaufbau wählen würden. Insofern stehen das wohlverstandene Patienteninteresse und die behandlerische Praxis heute oft nicht im Einklang. Denn es werden viele unnötige Knochenaufbauoperationen durchgeführt, die alleine dem Zweck der Implantatverankerung dienen.

### **III. Wissenschaftliche Absicherung der Sofortbelastung von Knochenimplantaten**

Eine generelle wissenschaftliche Absicherung der Sofortbelastung von Knochenimplantaten liegt längst vor. Im Dentalbereich wie auch im Bereich der Traumatologie werden Sofortbelastungsprotokolle in Abhängigkeit vom örtlichen Einsatz des Implantats und der Tragfähigkeit der Knochenlager eingesetzt. Seit mehr als 25 Jahren sind Systeme erhältlich, die aufgrund ihres Designs und ausweislich der Herstellerinstruktionen gerade auf ein einzeitiges Vorgehen und eine prothetische Sofortbelastung abzielen. Andere dentale Implantatsysteme, die diese Option nur bedingt bieten (z.B. weil sie mehrere - auch präimplantologische- Eingriffe und längere zeitliche Abstände von der präimplantologischen Chirurgie erfordern), sind bei der Planung einer Sofortbelastung eher kritisch zu beurteilen.

Nicht wenige Zweifasen-Implantate könnten ebenfalls in Sofortbelastung eingesetzt werden. In der Praxis fehlt für ihren Einsatz jedoch oft der notwendige Knochen, weswegen die Anwendung dieser Implantate dann mit Knochenaufbaumassnahmen kombiniert wird. Damit fällt dann die Sofortbelastungsmöglichkeit weg.

Sehr viele Systeme auf dem Weltmarkt,- und bedauerlicher Weise gerade auch markt-führende Systeme -, sind für die Sofortbelastung aufgrund des Implantatdesigns ungeeignet. Als Faustregel kann gelten, dass diejenigen Systeme, von denen der Hersteller behauptet, dass deren besondere Oberfläche ein Anwachsen des Knochens begünstigen, vermutlich eher nicht für die Sofortbelastung konzipiert und geeignet sind, da ein solches Heranwachsen von Knochen mehrere Wochen bis Monate und zudem freie Räume (zumindest Spalten) in der Nähe des Implantates bedingt.

Es gibt bis heute keine nachprüfbaren wissenschaftlichen Beweise dafür, dass bestimmte Besonderheiten der enossalen Implantatoberfläche (Ätzen, Sandstrahlen) die Sofortbelastung dentaler Implantate begünstigen oder gar erst ermöglichen würden. Hingegen ist hinlänglich bekannt, dass Oberflächenvergrößerungen mittel- und langfristig die

Entwicklung und/oder den Unterhalt einer Peri-Implantitis begünstigen.

Langjährige klinische Erfahrung aus der orthopädischen Chirurgie und speziell der Traumatologie hat gezeigt, dass makro-mechanisch im kortikalen Knochen verankerte Implantate bei insgesamt günstigen Gesamtumständen der sofortigen Belastung unterworfen werden können. Es wird dabei zwischen Bewegungsstabilität, Uebungsstabilität und Belastungsstabilität unterschieden. Grundsätzlich ist in der Traumatologie und der orthopädischen Chirurgie die frühzeitige Wiederaufnahme der Funktion erwünscht, weil nur hinreichende Funktion vor der Inaktivitätsatrophie und der damit verbundenen Demineralisation des Knochens schützt.

#### **IV. Wege zur Integration von Dentalimplantaten**

##### **a.) Biologische Integration in Geflechtknochen und duale Einheilung**

Es ist davon auszugehen, dass die bekannten Vorgänge der Knochenfrakturheilung auch auf die Heilungsvorgänge um dentale Implantate herum anzuwenden sind. Alle bekannten histologischen Studien zeigen, dass für den Fall, dass postoperativ (genügend) Platz zwischen der enossalen Implantatoberfläche und dem Knochen besteht, zunächst Geflechtknochen gebildet wird. Diese Knochenneubildung geht vom Blutgefäss-System aus, aus dem Osteoblasten und Substrate für diese Aufgabe entweichen. Zahlreiche Implantathersteller bringen an ihren Implantaten so genannte „Knochenbuchten“ an, die mehr Platz für die Neubildung von Geflechtknochen in Implantatnähe bieten. Im Ergebnis liegt dann zunächst eine Einscheidung des Implantats mit Geflechtknochen vor. Für die reibungslose Einscheidung dürfte die Art und die Topografie der Oberfläche eine entscheidende Rolle spielen, denn es erweist sich als Vorteilhaft für diesen Vorgang, wenn das geronnene Blut an der Implantatoberfläche haftet.

Es wurden die direkte Osteogenese und die Distanzosteogenese als zwei unterschiedliche Fälle der Knochenbildung auf Geflechtknochenbasis postuliert. Grundlage dieser Hypothesen sind histologische Beobachtungen in der frühen Phase nach der Knochenimplantation (< 4 Wochen).

Bedauerlicher Weise ist fast ausschliesslich die vorstehend unter IV a. beschriebene Art der biologischen Osseointegration Gegenstand universitärer Untersuchungen und der universitärdentalen Forschung. Vergeblich, und wohl auf Betreiben der Marketing-Abteilungen marktbestimmender Hersteller wurde versucht einen Nachweis zu führen, dass bestimmte Implantatoberflächen schnellere Osseointegration gemäss IV a. herbeiführen. Dabei wurde die grundsätzliche Tatsache übersehen, dass Geflechtknochen überhaupt nur dann Stabilität bieten kann, wenn davon (im Vergleich zu wesentlich tragfähigerem osteonalem Knochen) überproportional grosse Räume für die Einblutung und die Entwicklung von Geflechtknochen vorliegen. Solche Verhältnisse liegen beispielsweise bei der Frakturheilung langer Extremitätenknochen vor: der Platz wird zwischen dem Periost und der lamellären Knochenoberfläche (subperiostaler Kallus) bzw. innerhalb des Röhrenknochen (endostealer Kallus) geschaffen. Bei den mikroskopische kleinen Spalträumen, die im Umfeld kleiner Dentalimplantate nach dem

Einsetzen entstehen, kann nicht von einem hinreichenden, klinisch für die Sofortbelastung oder die Kraftübertragung nutzbarem Geflechtknochenvolumen ausgegangen werden. Publikationen, die einen , speziell über die so genannte „SLA-Oberfläche“ haben der wissenschaftlichen Nachprüfung bekanntlich nicht standgehalten.

### **b.) Biologische Integration in osteonalen Knochen**

Histologische Spätbeobachtungen zeigen demgegenüber ein anderes Bild: an Stelle des Geflechtknochens finden sich sekundäre Osteone direkt am Implantat. Da alle Osteone grundsätzlich eine äussere dünne, nicht mineralisierte Grenzmembran aufweisen, liegt bei einer auf diese Weise erreichten Osseointegration kein direkter Kontakt zwischen mineralisierter Knochenmatrix und der Implantatoberfläche vor. Es ist davon auszugehen, dass die „Knochenfreundlichkeit“ des Implantatmaterials und der Implantatoberfläche für diese Art der biologischen Integration eine weitaus geringere Rolle spielt, als für die Integration von Implantaten in Geflechtknochen als Folge des Umbaus von geronnenem Blut. Die Richtung des osteonalen Remodellings wird bekanntlich von enossalem Stress beeinflusst und nicht etwa von chemischen Signalen, die von besonders aufgebauten Implantatoberflächen ausgehen könnten.

### **c.) Gap Jumping & Slip Lines**

Innerhalb des Knochens können Trabekel auch ohne vorhergehende Geflechtknochenmatrix gebildet werden. Die Einknöcherung von Implantatoberflächen über Distanz ohne vorhergehende Geflechtknochenbildung wurden im Bereich der dental Implantate und im Bereich der traumatologischen Implantate auf der Grundlage von histologischen Untersuchungen beschrieben.

Dabei ist es offenbar so, dass der Vortrieb des Knochens quer durch intra-ossäre Bindegewebe erfolgt, die dem Knochen eventuell als Leitstruktur dienen.

Von diesem Vorgang zu unterscheiden ist die Verschiebung von unterschiedlichen Knochenebenen über die „Slip lines“. Solche Verschiebungen entlang oder innerhalb der Osteone könnten zur frühen postoperativen Implantatstabilisation gerade im Unterkiefer beitragen.

## **V. Implantattypen zur Erzielung der sofortigen Osseointegration**

### **d.) Rein kortikal abgestützte Implantate**

Seit langem sind rein kortikal abgestützte Implantate, sogenannte „basale Implantate“ bekannt und in Verwendung. Diese Systeme können in zwei Untergruppierungen zusammengefasst werden:

Laterale basale Implantate stützen sich je nach der räumlichen Situation der Einbringung breitflächig bis punktförmig auf kortikalen Knochenarealen ab. Sie können jedoch, - obwohl sie in Sofortbelastung verwendet werden-, designbedingt nicht überall und sofort osseointegriert sein. Zur zunehmenden Osseointegration dieser Im-

plantate kommt es jedoch mit der Zeit, und zwar über den unter a.) und dem unter b.) beschriebenen Vorgang. Zentral im Kiefer liegende Knochenareale ohne initialen Knochenkontakt sowie polierte Implantatareale integrieren auch durch den unter c.) beschriebenen Vorgang. Da sich die Osteotomieschlitze zunächst mit Geflechtknochen schliessen, der später osteonal durchremodelliert wird, wurde zurecht der Begriff „dualer“ Einheilungsvorgang dafür vorgeschlagen. Die sofortige Osseointegration entlang aller enossalen Implantatoberflächen ist nicht nötig. Die Sofortbelastung ist indiziert, sofern ausreichend grosse Oberflächenanteile mit kortikalem Knochen in stabilem Kontakt stehen.

Basale Kortikalschrauben die funktionell und im Hinblick auf ihre strukturelle Elastizität ebenfalls als basale Implantate bezeichnet werden können, weisen hingegen sofort nach Insertion im Bereich der basalen Gewinde einen zumeist breitflächigen, direkten Kontakt mit dem Kortikalknochen auf. Da die Remodellingneigung dieser Knochenareale nicht besonders ausgeprägt ist kann davon ausgegangen werden, dass eine zusätzliche „biologische Integration“ im Nachgang zur mechanischen Verankerung weder stattfinden muss, noch stattfinden wird. Die Stabilität des Knochen-Implantat-Verbunds von lateralen Implantaten wird alleine durch die präoperativ vorhandene Menge von Kortikalis und ihrem Mineralisationsgrad definiert. Daher ist es nicht nötig, solche Implantate mit irgendwelchen besonders gearteten Oberflächen auszustatten: es genügt, polierte Titanoberflächen oder zu verwenden. Hilfreich hingegen können infektionsverhindernde, physikalisch wirkende Zusätze auf den Oberflächen sein, z.B. wie sie bei der Osmoactive® -Oberfläche gegeben ist. Auch Beschichtungen mit Biphosphonaten oder Strontium erwiesen sich als wirksam, wenn es um die Herabsetzung des implantatnahen, postoperativen Remodellings geht.

Kortikal abgestützte Implantate sollen entweder in hoch mineralisierte Knochenareale oder so eingebracht werden, dass die sogenannte „2. Kortikalis“ mit den abutmentfernen Gewindeanteilen zuverlässig erreicht wird. Um dies sicher zu stellen penetrieren Sie typischer Weise die Kortikalis des Sinus Maxillaris, des Nasenbodens, der distalen Maxilla, der processus Pterygoideus sowie die Kortikalis des Unterkiefers in verschiedenen Richtungen.

Die beschriebene Vorgehensweise der makro-Verankerung findet seit langem in der orthopädischen Chirurgie, und speziell in der Traumatologie breite Anwendung. Sie kann auch in der dentalen Implantologie angewendet werden und kann als „sofortige Osseointegration“ bezeichnet werden.

### **e.) Kortikalisierung von spongiösen Knochenarealen**

Werden dentale Implantate (vor allem im Oberkiefer) gemäss dem früher üblichen Konzept von Branemark in vorwiegend spongiöse Knochenareale eingebracht (D3- D4 – Knochen nach Misch), so besteht die Möglichkeit dass im Rahmen der Einbringung des Implantats den vorhandenen Knochen nur in geringem Masse zu entfernen. Darüber hinaus wird der Knochen lateral komprimiert. Durch diese Kom-

primierung kann der Mineralisationsgrad des Knochens in Implantatnähe lokal zunehmen, womit auch bei schlechter Knochen-Ausgangsqualität eine erhebliche Primärstabilität erreicht werden kann. Zudem kommt es zu einer gezielten und lokalisierten Schädigung der Knochenstruktur im Kompressionsbereich. Der geschädigte Knochen weist eine geringere Remodellingrate auf als ungeschädigter Knochen. Hierdurch wird die Implantatstabilität erfreulicher Weise sogar mittel- bis langfristig erhöht, was Sofortbelastungsprotokolle möglich machen kann und die kurze Zeitspanne bis zur prothetischen Versorgung verlängert.

Für dieses Verfahren kommen nur Implantate mit konischem Kerndesign (z.B. KOS<sup>®</sup>, Hexacone<sup>®</sup>, Nobelactive) in Frage, da es bei zylindrischen Implantaten (z.B. Straumann Synokata) praktisch nicht möglich ist, Knochen entlang der vertikalen Implantatachse zu kondensieren.

Aufgrund der Knochenkondensation kann eine Geflechtknochenbildung gemäss IV a. in der direkten Umgebung von Kompressionschraubenimplantaten gar nicht mehr vorkommen, weil dafür der Raum fehlt. Demzufolge spielen besondere Oberflächeneigenschaften der Implantate jedenfalls für den Einheilungsvorgang keine Rolle. Oberflächenvergrößerungen (z.B. durch Standstrahlen) erhöhen jedoch die notwendigen Ausdrehkräfte.

Die Verbesserung der Qualität des Knochenlagers durch Kompression kann dazu führen, dass auch bei reduziertem Knochenangebot oder qualitativ schlechtem Knochenangebot hervorragende Ergebnisse in Sofortbelastung erzielt werden können. Dadurch werden die Indikationen zum sogenannten „Knochenaufbau“. heute noch weiter eingeschränkt. Knochenaufbauten können daher heute auf ästhetische Korrekturen beschränkt bleiben. Die Risiken und Nebenwirkungen, sowie die Kollateralschäden sind bekanntlich erheblich.

#### **f.) Kombinationsimplantate**

Seit kurzem sind Implantate bekannt, die sowohl über Kompressionsbereiche als auch selbstschneidende Gewindeareale zur Verankerung in der 2. Kortikalis verfügen.

## **VI. Zusammenfassung**

Es können heute in der dentalen Implantologie sowohl die früher üblichen Integrationskonzepte mit unbelasteten Einheilzeiten (nach Branemark), als auch moderne Konzepte im Sofortbelastungsprotokoll verwendet werden.

Wir unterscheiden somit die „biologische Osseointegration“

- in Geflechtknochen
  - in osteonalen Knochen
  - und das Gap Jumping,
- von der

- direkten Integration in kortikalen Knochen (unter Kompression) , und der
- direkten Integration in komprimierten spongiösen Knochen
- eine Kombination der beiden vorgenannten direkten Integrationstechniken.

In erster Linie führen die unter IV d. und IV e. und IV f. beschriebenen Konzepte die Möglichkeit der sicheren Sofortbelastung in der dentalen Implantologie. Konzepte, die ein „biologische Integration“ einschliessen, sind hingegen schon theoretisch nicht für Sofortbelastungsprotokolle geeignet.

Angesichts der sehr guten Möglichkeiten, die wir mit modernen Sofortbelastungsimplantaten heute haben, sollte ausgenommen von vereinzelt ästhetischen Indikationen heute auf jeglichen Knochenaufbau verzichtet werden. Mit Ausnahme von Einzelzahnimplantationen können im Regelfall alle Standardsituationen mit basalen Implantaten oder mit Kompressionsschrauben und zumeist in Sofortbelastungsprotokollen versorgt werden.

Die Behandlung mit zweiteiligen Implantaten in Spätbelastungsprotokollen (speziell unter Einbeziehung von Knochenaufbauten) stellt aus heutiger Sicht sowohl eine unnötige Erschwernis, als auch einen teuren Umweg bei der implantologischen Behandlung der Zahnlosigkeit dar.