



Stahlbeton besteht üblicher Weise aus Stahlgeflecht und einem Sand-Zement-Gemisch, dem zusätzlich Kieselsteine beigemischt sind. In Analogie zu den Verhältnissen in der extrazellulären Matrix entsprechen die Kieselsteine den Bindegewebszellen, das Stahlgeflecht den Kollagenfibrillen und das Sand-Zement-Gemisch den Glykosaminoglykanen.\*

Dr. Ronald Möbius, M.Sc.

# Die parodontale Therapie ist überholt und braucht ein Update

**FACHBEITRAG – TEIL 12: Ganzheitliche parodontale Therapieunterstützung – Ernährung (Teil 4) - Kollagen Typ I:** Der Autor geht davon aus, dass die lokal keimreduzierende Therapie am Parodontium eine lokal temporäre Therapie ist. Nach seiner Auffassung hat Parodontitis einen multifaktoriellen Ursachenkomplex.

Der professionelle Therapiebeginn stellt die Voraussetzung, die Grundlage dar, ist aber nicht die Therapie und somit auch nicht ausreichend zum Stopp des Knochenabbaus. Für einen ausgeglichenen Knochenstoffwechsel ist ein regelmäßiges, individuelles Recall notwendig, kontinuierlich mit drei Therapieschritten:

1. Therapie der Entzündung durch Vermehrung positiver, regenerativer Mikroorganismen und Umstellung des Patienten auf Effektive Mikroorganismen (EM) – Teil 1, 4
2. Therapie des Bone Remodeling – Teil 2, 3, 4, 5
3. Ganzheitliche Betrachtung, mit Blick auf den Knochenstoffwechsel, einen ausgeglichenen Flüssigkeitshaushalt und eine adäquate Ernährung – Teil 6, 7, 8, 9, 10, 11

## Kollagen Typ I

Knochen ist eine starre Form des Bindegewebes. Er besteht aus einem Grundgerüst aus Zellen (Osteozyten)

und einer Grundsubstanz (Osteoid). Osteoid ist die weiche, noch nicht mineralisierte Grundsubstanz (Matrix) des Knochengewebes, die von den Osteoblasten gebildet wird.<sup>3</sup> In das Osteoid sind vor allem kollagene Fasern vom Typ I, zu circa 90 Prozent, eingelagert. Die restlichen zehn Prozent sind andere Proteine. Diese übernehmen nachfolgende Aufgaben:<sup>22</sup>

- **Kollagen Typ V**  
– dient der Regulation der Kollagen I-Fibrillenbildung
- **Osteocalcin**  
– inhibiert die Mineralisierung
- **Matrix GIA Protein**  
– inhibiert die überschüssige Mineralisierung
- **Proteoglykane**  
– regulieren die Kollagenfibrillenbildung  
– inhibiert die Mineralisierung  
– bindet TGF-beta in der Matrix  
– ist wichtig für die Matrixhaftung

- **Osteonect**  
– fördert die Zellmigration und hemmt die Mineralisierung
- **Fibronectin**  
– ist für die Zelladhäsion zuständig
- **Metalloproteinasen**  
– sind für den Matrixabbau zuständig

Nach circa zehn Tagen wird das Osteoid mineralisiert, es werden anorganische Substanzen, Kalzium und anorganisches Phosphat eingelagert. Dabei werden Hydroxylapatitkristalle gebildet und zwischen den kollagenen Fasern abgelagert. Dadurch erhält der Knochen mehr Zug- und Bruchfestigkeit.

Das Osteoid macht etwa die Hälfte des Knochenvolumens und etwa ein Viertel des Knochengewichtes aus.<sup>20</sup> Knochen ist ein gegen Druck, Zug, Biegung und Torsion belastbares Gewebe, welches sich optimal an die sich verändernden Anforderungen anpassen und bei Veränderungen umgebaut werden kann. Funktion und Anatomie

passen sich somit ständig an. Nach Weiner et. al. lässt sich Knochen in sieben hierarchisch geordnete Organisationsebenen einteilen:<sup>20</sup>

- Level 1: Die Hauptbestandteile
- Level 2: Die mineralische Kollagenfibrille
- Level 3: Fibrillenbündel
- Level 4: Anordnung der Fibrillenbündel
- Level 5: Osteone
- Level 6: Compacta und Spongiosa
- Level 7: Der ganze Knochen

#### Level 1 – Die Hauptbestandteile des Knochens

a) Neben den oben bereits beschriebenen zehn Prozent, bildet das Kollagen vom Typ 1 den Hauptbestandteil der organischen Matrix. Kollagen Typ1 besteht aus einzelnen Fibrillen, die entsprechend der Level angeordnet sind. Eine einzelne Fibrille hat einen Durchmesser von 80–100 nm. Jede Fibrille besteht



aus Polypeptidketten mit einer Länge von circa 1.000 Aminosäuren. Diese in einer Dreifachspirale zylindrisch geformten Moleküle haben einen Durchmesser von circa 1,5 nm und eine Länge von 300 nm.

b) Der zweite Hauptbestandteil ist das Hydroxylapatit ( $\text{Ca}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_3(\text{OH})$  bekannte Mineralkristall. Messungen des JOUNG-Moduls an synthetisch hergestellten Hydroxylapatitpulver ergab Werte von 109 GPa. Eisen als Vergleich hat 218 GPa. Nimmt man den Knochen als Ganzes, werden Werte von 16 GPa angegeben.

c) Die dritte Komponente des Knochenverbundes ist Wasser. Dieses befindet sich in den Fibrillen, den Hohlräumen, zwischen den Triple-Helix-Molekülen zwischen den Fibrillen und zwischen den Faserverbänden. Wasser hat einen entscheidenden Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Verbundes.<sup>2</sup> Das Volumen-

verhältnis der einzelnen Komponenten zeigt einen relativ konstanten Anteil an organischer Kollagenmatrix, während unterschiedliche Mineralisierungsgrade auf Kosten des Wasseranteils gehen. Je älter der Patient oder besser je älter das Gewebe wird, desto größer werden die Mineralkristalle. Es besteht eine starke Korrelation zwischen Mineralanteil und dem ermittelten YOUNG-Modul.<sup>2</sup>

Wie alle Gewebe, braucht auch Knochen einen ständigen Knochenaustauschprozess. Aber dieser Prozess läuft sehr langsam. Osteocyten haben eine Lebensdauer von bis zu zehn Jahren. Normalerweise werden 0,7 Prozent des menschlichen Skeletts täglich resorbiert und durch neuen gesunden Knochen ersetzt.<sup>3</sup> Verlangsamte dieser Knochenaustauschprozess, überaltert der Knochen und es folgt eine eingeschränkte Heilungskapazität. Diese wiederum führt nicht nur zu Problemen in der Kieferorthopädie und Implantation, sondern auch bei der ganz normalen Zahnerhaltung. Bedingt ist dieses durch den negativen Knochenstoffwechsel und die schlechter werdende Knochenqualität.<sup>1</sup>

Bei diesem ständigen Knochenumbau (Remodeling) werden jährlich in der Spongiosa 28 Prozent und in der Kompakta vier Prozent erneuert. Da die Spongiosa nur ein Viertel der gesamten Skelettmasse ausmacht, die Kompakta hingegen drei Viertel, ergibt sich statistisch ein durchschnittlicher jährlicher Knochenumbau von zehn Prozent des Skeletts. Dieser ständige Umbau dient verschiedenen Zwecken:<sup>5</sup>

1. Vorbeugung gegen Materialermüdung
2. Reparatur von Mikroschäden
3. Anpassung der Materialmenge Kompakta sowie der Spongiosa Architektur an Veränderungen der mechanischen Beanspruchung (funktionelle Anpassung)
4. Bereithaltung von rasch verfügbarem Kalzium

Helmborg vergleicht die Statik von Knochen mit der des Stahlbetons. „Hydroxylapatit ist druckbeständig, während die eingebauten Kollagenfasern die auftretenden Zugkräfte abfangen. Dieses Bild hilft zu verstehen, warum Knochenabbau und Knochenaufbau eine untrennbare funktionelle Einheit darstellen. Durch die mechanische Belastung treten im Knochen dauernd Mikrorisse auf. Dort sind

die Kollagen- („Stahl“-) Fasern gerissen. Eine Reparatur kann an dieser Stelle nur erfolgen, wenn eine größere Resorptionslagune gemacht wird, sodass neue, intakte Fasern mit ausreichender Verankerung diesseits und jenseits des ursprünglichen Risses eingebaut („einbetoniert“) werden können. Ein reines Mineralisieren („Vergipsen“) des Risses, würde die ursprüngliche Belastbarkeit nicht wiederherstellen. Analog gibt es seltene genetische Erkrankungen, bei denen durch einen Defekt im Knochenbaumechanismus zwar sehr dichter, aber trotzdem fragiler (leicht brechender) Knochen entsteht, da er durch zahlreiche unzulänglich reparierte („vergipste“) Mikrorisse durchzogen ist (Osteoporose oder Marmor-Knochenkrankheit).“

### Knochenproblematik: Oftmals ein selbst gemachtes Problem

Genauso wie bei der Sanierung eines alten Hauses, wird auch beim Knochenaustauschprozess (Remodeling) Material benötigt. Dieses Material muss mit der Ernährung aufgenommen werden. Ernährung ist folglich der entscheidende Faktor hinsichtlich der Frage, ob wir gesunde Knochen haben. Fehlen essenzielle Bestandteile, kommt der Knochenaustauschprozess ins Stocken oder es werden fehlerhafte Strukturen gebaut.<sup>21</sup>

Nehmen wir nur mal den 3. Hauptbestandteil des Knochens, das Wasser. Wasser ist ein integraler Bestandteil von Kollagen. Im natürlichen Zustand macht es rund 60 Gewichtsprozent des Kollagens aus. Bei diesem hohen Wassergehalt verwundert es nicht, dass sich der Entzug von

Wasser dramatisch auswirkt. Nimmt die relative Luftfeuchtigkeit von 95 auf 5 Prozent ab, trocknet man das Kollagen praktisch aus. Das Kollagenmolekül zieht sich um 1,3 Prozent und die entsprechenden Fibrillen um 2,5 Prozent zusammen. Trotz dieser geringen Längenänderung entsteht dabei ein Zug von 100 Megapascal, was über 300 Mal mehr ist, als ein Muskel an Zug erzeugt.<sup>6</sup>

Für einen ausgeglichenen Flüssigkeitshaushalt sind 30 ml Flüssigkeit je kg Körpergewicht erforderlich. Bei heißem Sommerwetter oder bei körperlicher Betätigung sogar 40–50 ml.<sup>15</sup> Es ist daher überaus wichtig, ausreichend Wasser als Teil einer gesunden Ernährung zu sich zu nehmen.

*Im Teil 13 erfahren Sie mehr darüber, welche essentiellen Nahrungsbestandteile in die regelmäßige Ernährung gehören, um einen ausgeglichenen Knochenaustauschprozess zu unterstützen.*

## INFORMATION

**Dr. Ronald Möbius,  
M.Sc. Parodontologie**

Fax: 038483 31539  
info@moebius-dental.de  
www.moebius-dental.de

Infos zum Autor



Literaturliste



## FORTBILDUNGSANGEBOTE ...

... zu dieser Thematik mit Referent Dr. Ronald Möbius, M.Sc.:

Güstrower Fortbildungsgesellschaft für Zahnärzte (gfza)

**Die Revolution in der Parodontaltherapie**

9. September 2017 | Güstrow | info@gfza.de

Landes Zahnärztekammer Sachsen (LZÄK Sachsen)

**PA-Therapie mit regenerativer Selbstheilung**

15./16. September 2017 | Dresden | anders@lzk-sachsen.de

Landes Zahnärztekammer Thüringen (LZÄK Thüringen)

**Ein neuer Denkansatz in der Parodontologie/PA-Therapie mit regenerativer Selbstheilung**

24./25. November 2017 | Erfurt | fb@lzkth.de