

Sind preisgünstige NiTi-Bögen praxistauglich?

Fortsetzung von Seite 1

Eigenschaften

Nitinol-Bögen zeichnen sich durch die sogenannte Martensit-Austenit-Umwandlung und dem damit verbundenen Formgedächtnis-Effekt aus, der bei Temperaturen unter 50 °C stattfindet und damit biologisch nutzbar ist. Martensit und Austenit sind temperaturabhängige Phasen einer Legierung mit unterschiedli-

chem Gefüge und daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften. In der martensitischen Phase (bei niedrigen Temperaturen) ist Nitinol plastisch verformbar. In der austenitischen Phase (bei höheren Temperaturen) ist es elastisch. Ein klinisch „idealer“ Draht hängt damit werkstoffkundlich von der Aktivierungstemperatur ab, bei der ein reines austenitisches Gefüge vorliegt und das Formgedächtnis vollständig „aktiviert“ ist.

Vermeintlich „gute“ moderne NiTi-Bögen weisen eine fast gleichmäßige Kraftlinie auf, sodass die resultierende Kraftabgabe relativ konstant ist. Bei der werkstoffkundlichen Testung spricht man in der Entlastungsphase von einem sogenannten „Plateau“. Je geringer das Kraftniveau ist, umso schonender ist die Zahnbewegung. Nach jüngsten Erkenntnissen muss das Plateau aber nicht absolut horizontal verlaufen, da kontinuierliche Kräfte im Vergleich zu langsam abnehmenden Kräften über die Aktivierungsstrecke die Gefahr von Wurzelresorptionen erhöhen können. Zusammenfassend kann man also sagen:

- › Nitinol appliziert bei gleicher Auslenkung wesentlich geringere Kräfte als Stahl.
- › Nitinol zeigt nur einen moderaten Kraftzuwachs bei zunehmender Auslenkung.
- › Nitinol ermöglicht größere Biegewinkel.
- › Nitinol hat ein extrem geringes Korrosionspotenzial und daher eine hohe Biokompatibilität.

Die von unterschiedlichen Nitinolbögen abgegebenen Kräfte unterscheiden sich nicht nur im Vergleich zu Stahl, sondern auch untereinander erheblich. Ohne spezielle Kenntnisse sind diese für den Anwender praktisch nicht erkennbar. Nach der neuen ISO-Norm 15841 sind die Hersteller zwar verpflichtet, genormte Angaben zu machen. Dies ist aber bisher noch nicht sehr verbreitet.

Nomenklatur

Nitinol ist physikalisch gesehen nicht elastisch, sondern pseudoelastisch. Da der klinische Sprachgebrauch in der Kieferorthopädie nicht immer naturwissenschaftlichen Grundlagen folgt, haben sich in den letzten Jahren folgende Begriffe in der täglichen Praxis „eingebürgert“:

- › **Superelastische NiTi-Bögen** (Synonyme: NiTi-Bögen, NiTi Standard, NiTi Classic)
- › **Hitze-aktivierte NiTi-Bögen** (Synonyme: NiTi-Thermobögen, thermoaktive NiTi-Bögen, martensitische NiTi-Bögen).

Leider wird diese Nomenklatur im Handel nicht immer konsequent eingehalten. Manche Hersteller verwenden den Begriff „superelastisch“ generell

für alle modernen NiTi-Bögen. Andere wiederum bezeichnen nur die Bögen mit dem geringsten Kraftniveau als „superelastisch“. Werbeversprechen wie „Ideal Force“, „thermisch“, „thermo memory“, „superelastisch“, „low force“ lassen nur schwer einen Schluss auf die eigentlichen Eigenschaften dieser Bögen zu. Nitinolbögen mit gleichen Abmessungen können unterschiedlich biegesteif sein. Vergleiche zwischen Herstellern scheitern häufig daran, dass selten Angaben über die Bedingungen gemacht werden, unter denen diese Werte ermittelt wurden. Deswegen wurde die DIN ISO 15841 erstellt, in der die Prüfwerte und -bedingungen festgelegt wurden. Wenn in Zukunft bei Untersuchungen von Nitinolbögen konsequent auf die ISO 15841 Bezug genommen wird, können Bögen verschiedener Hersteller erstmalig miteinander verglichen werden.

Material und Methode

In der vorliegenden Pilotstudie wurden sowohl superelastische als auch hitze-aktivierte NiTi-Bögen der Firmen DENTAURUM Inc. (USA) und NiTi4U (Deutschland) untersucht. Im Einzelnen gelangten folgende Drähte zur Anwendung:

DENTAURUM Inc.
 0.0120 Rematitan „lite“ (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.0140 Rematitan „lite“ (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.016 x 0.0220 Rematitan „lite“ (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.017 x 0.0250 Rematitan „lite“ (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.0120 Tensic (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)
 0.0140 Tensic (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)
 0.016 x 0.0220 Tensic (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)
 0.017 x 0.0250 Tensic (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)

NiTi4U
 0.0120 SE NiTi (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.0140 SE NiTi (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.016 x 0.0220 SE NiTi (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.017 x 0.0250 SE NiTi (superelastischer NiTi-Bogen)
 0.0120 HA NiTi (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)
 0.0140 HA NiTi (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)

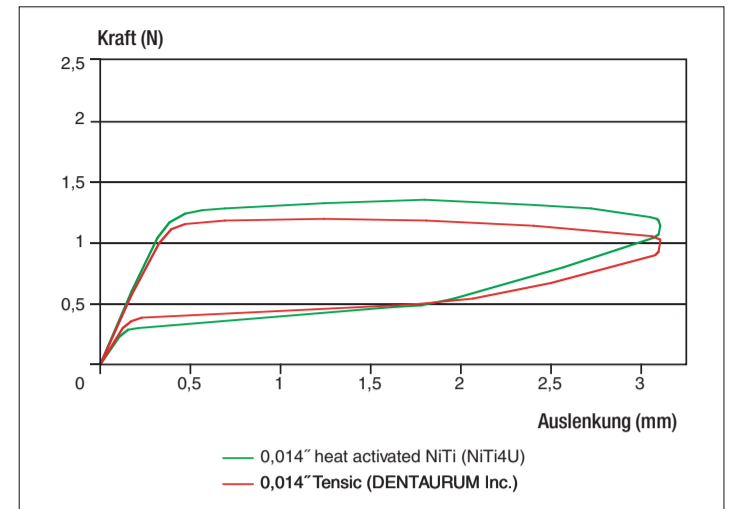


Abb. 2: Grafische Darstellung der Ergebnisse des 3-Punkt-Biegeversuchs von 0.014" hitze-aktiviertem NiTi „HA NiTi“ der Fa. NiTi4U (grün) und dem 0.014" hitze-aktivierten NiTi-Bogen „Tensic“ der Fa. DENTAURUM Inc. (rot). Das Kraftplateau beim HA NiTi ist im Hinblick auf die klinische Kraftabgabe deutlich günstiger.

0.016 x 0.0220 HA NiTi (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)
 0.017 x 0.0250 HA NiTi (hitze-aktivierter NiTi-Bogen)

Die 3-Punkt-Biegeversuche wurden an einer United Test Machine (Modell SSTM-1, United Calibration Corp., Huntington Beach, CA, USA) durchgeführt. Beim 3-Punkt-Biegeversuch wird die Prüfprobe auf zwei Auflagen positioniert und in der Mitte mit einem Prüfstempel belastet. Das Versuchsprotokoll entsprach den Vorgaben der DIN ISO 15841: Die Länge der Drahtstücke betrug 30 mm, der Abstand der zwei äußeren Punkte war 10 mm, der Ansatz der Auslenkung der Drähte erfolgte zentral und die rechtwinkligen Bögen wurden über die schmale Seite getestet. Die Geschwindigkeit des Prüfstempels betrug 7,5 mm/Minute. Alle Untersuchungen erfolgten bei 36 °C. Die Drähte wurden initial auf 3,1 mm ausgelenkt und anschließend die Kräfte in der Deaktivierungsphase bei 3, 2, 1 und 0,5 mm registriert.

Ergebnisse

Die grafische Darstellung der Ergebnisse der 3-Punkt-Biegeversuche an runden NiTi-Bögen zeigte, dass die preisgünstigen Bögen der Fa. NiTi4U für die klinische Anwendung entweder günstigere (Abb. 1) oder identische Kraftniveaus (Abb. 2) abgeben. Der direkte Vergleich von superelastischen (SE NiTi) und hitze-aktivierten Bögen (HA NiTi) konnte eindrucksvoll nachweisen, dass durch die kombinierte Auswahl „SE versus HA“ und „Bogendurchmesser“ für den individuellen Patienten mit unterschiedlichem Ausmaß an Engständen jeweils optimale Kräfte in der Nivellierungs-

phase eingesetzt werden können (Abb. 3). Von daher gibt es nicht eine generelle Empfehlung „immer SE NiTi“ oder „immer HA NiTi“. Auch bei den rechtwinkligen NiTi-Bögen zeigten die preisgünstigen Produkte entweder günstigere (Abb. 5) oder identische Kraftniveaus (Abb. 4).

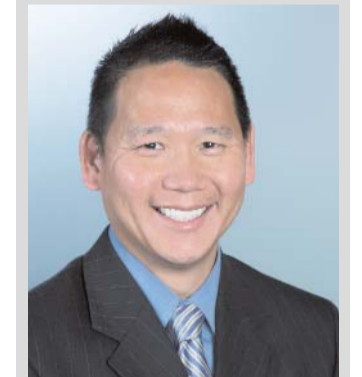
Zusammenfassung

Wenn preisgünstige NiTi-Bögen bessere oder die gleichen werkstoffkundlichen Eigenschaften wie teurere NiTi-Bögen von sogenannten Markenherstellern aufweisen, können sie gerade unter dem zunehmenden Zwang zur Wirtschaftlichkeit in der täglichen Praxis klinisch sinnvoll eingesetzt werden. **KS**

KN Adresse

Prof. Dr. James Mah
 Prof. Dr. Axel Bumann
 Dept. of Craniofacial Sciences and Therapy
 USC School of Dentistry
 925 W 34 St. #312
 Los Angeles, CA 90089-0641
 USA
 E-Mail: jamesmah@usc.edu
 E-Mail: bumann@usc.edu

KN Kurzvita



Prof. Dr. James Mah

- Associate Clinical Professor an der University of Southern California und University of Nevada, Las Vegas
- Direktor des Redmond Imaging Center der USC
- Direktor des Craniofacial Virtual Reality Laboratory der USC
- Bachelor of Science, Promotion (Dental Surgery), Master of Science sowie Spezialisierung im Fach Kieferorthopädie an der University of Alberta, Kanada
- Studium und Promotion (Medical Science) an der Harvard Medical School
- Post-Doctoral Fellowship am Department of Orthopaedics, Children's Hospital, Boston
- derzeitiger Forschungsschwerpunkt: Erschaffung virtueller dreidimensionaler kraniofazialer Patienten, an denen Diagnose, Behandlungsplanung sowie Simulationen durchgeführt werden können

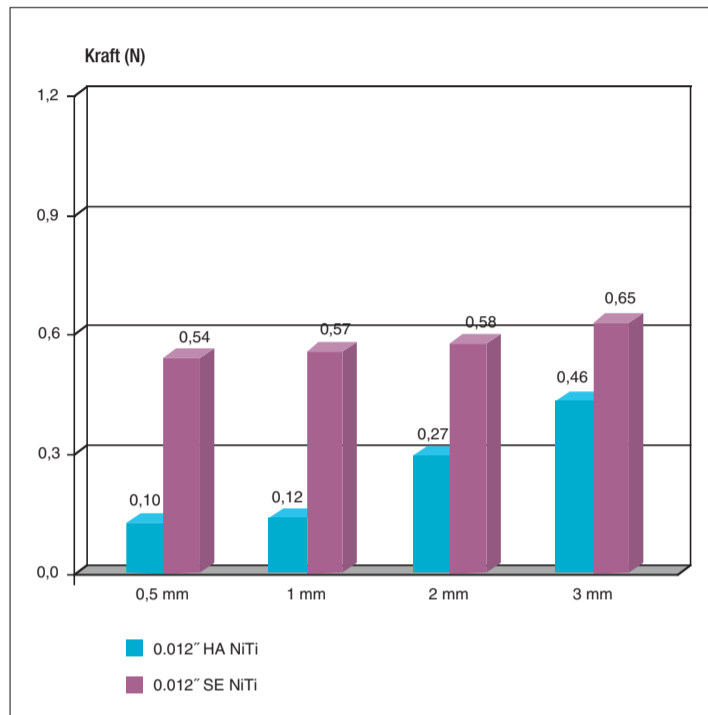


Abb. 3: Direkter Vergleich der Kraftniveaus von superelastischem (SE NiTi) und hitze-aktiviertem (HA NiTi) NiTi-Bögen (Fa. NiTi4U). Der HA NiTi-Bogen weist deutlich niedrigere Kraftniveaus auf und ist daher für die initiale Nivellierung bei ausgeprägtem Engstand ideal.

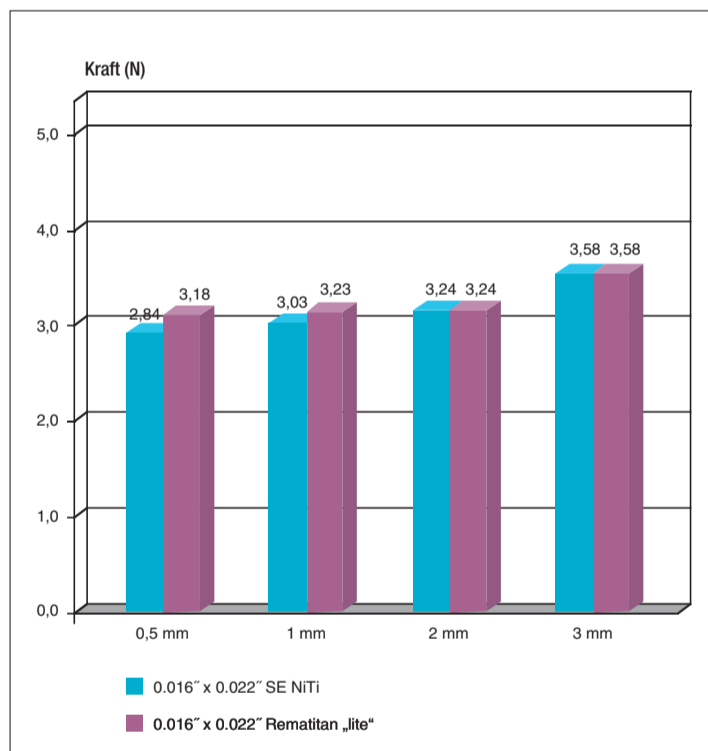


Abb. 4: Direkter Vergleich der Kraftniveaus von SE NiTi (Fa. NiTi4U) und superelastischem Rematitan „lite“ (Fa. DENTAURUM Inc.) in der Dimension 0.016" x 0.022". Zwischen den Bögen gibt es keine signifikanten Unterschiede.

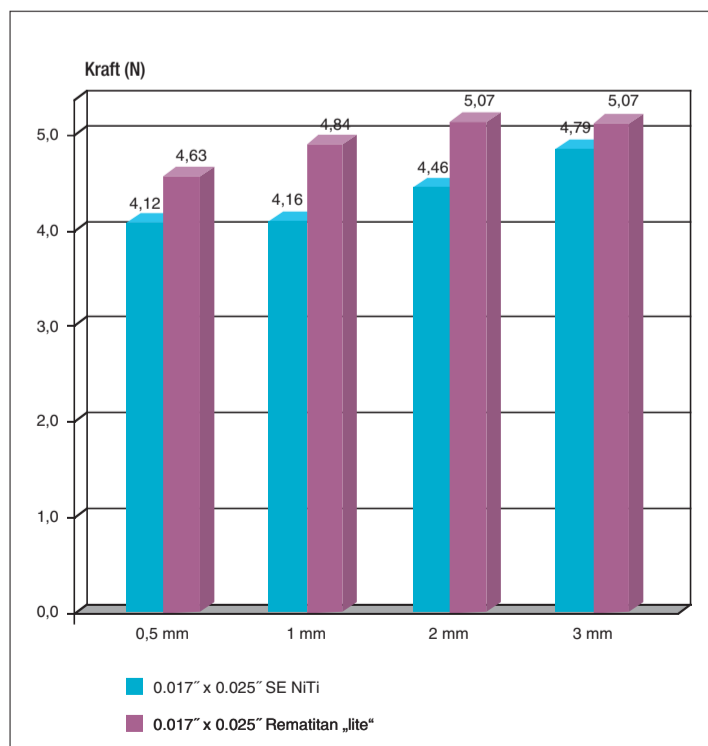


Abb. 5: Direkter Vergleich der Kraftniveaus von SE NiTi (Fa. NiTi4U) und superelastischem Rematitan „lite“ (Fa. DENTAURUM Inc.) in der Dimension 0.017" x 0.025". Der „SE NiTi“-Bogen wies signifikant niedrigere Kraftniveaus auf.

KN Kurzvita



Prof. Dr. Axel Bumann

- 1980–1985 Studium der Zahnmedizin in Kiel
- 1986–1989 Fachzahnarzt Ausbildung „Oralchirurgie“ in Kiel
- 1988 Promotion
- 1989–1992 Fachzahnarzt Ausbildung „Kieferorthopädie“ in Kiel

- 1991 Lehrer der „Akademie Praxis und Wissenschaft“
- 1992 Habilitation
- 1992 Oberarzt und stellv. Abteilungsdirektor der Abt. KFO in Kiel
- 1993 Visiting Professor, University of Manitoba in Winnipeg (Kanada)
- 1996 Ernennung zum apl. Professor an der Universität Kiel
- 05/97 bis 06/98 Visiting Professor an der Harvard Medical School, Boston (USA)
- 05/97 bis 06/00 Visiting Professor an der Harvard School of Dental Medicine, Boston (USA)
- 07/98 bis 06/00 Research Associate im Laboratory for Musculoskeletal Disorders an der Boston University, Boston (USA)
- Autor Farbatlanten der Zahnmedizin „Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien“ (Band 12, Thieme; übersetzt in 7 Sprachen)

- 14 nationale und internationale Forschungs- und Posterpreise
- Geladener Hauptreferent auf zahlreichen nationalen und internationalen wissenschaftlichen Kongressen

Gegenwärtige Tätigkeiten

- Internationaler Referent (Themenschwerpunkte DVT, KFO sowie Funktionsdiagnostik/-therapie)
- seit 2000 Clinical Professor am Dept. of Craniofacial Sciences and Therapy, University of Southern California, Los Angeles (USA)
- seit 2000 Kieferorthopädische Gemeinschaftspraxis in Berlin
- seit 2002 Vizepräsident Advanced Dental Imaging in Las Vegas und Palm Desert (USA)
- seit 2006 Geschäftsführer MESANTIS – 3D-Röntgenprofis GmbH