

Frakturprophylaxe

❖ FRAKTUR ⁽¹¹⁾ =	QUERKRAFT	X	BELASTUNGSZYKLEN
Schmerzbild ⁽⁴⁾	Zahnschmerz		Kopf-/Muskelschmerz
Kennzeichen ⁽⁷⁾	tiefe Zentrik, Haarrisse, ...		Attrition, Korrosion, ...
① Prophylaxe ⁽⁸⁾	Einschleifen, Ansetzen, ... , verstärkte Füllung, FOS/NTI, Gespräch, ...		

Es gibt bis jetzt noch keine zahnmedizinische Frakturprophylaxe, weil sich gespaltene Zähne mit gewöhnlichen Füllungen und Porzellankronen nicht reparieren lassen. Wird Komposit jedoch mit Drähten verstärkt, dann ist es bruchfester als der Zahn. So werden Zähne mit Haarrissen und Frakturen gut und preisgünstig reparierbar. Viele Zähne brechen bei durchaus normalen Kaukräften, weil die Kaufläche eine ungünstige Form hat und der Gegenzahn wie ein Keil ein Spaltkraft entfaltet. Bei der Reparatur muss man solche schädlichen Formen erkennen und verändern. Das ist nicht so einfach wie bei der Karies, sondern verlangt ein geometrisches Vorstellungsvermögen und ein gewisses theoretisches Wissen.

So entwerfe ich jetzt eine eigentliche **Frakturlehre** mit physikalischen und histologischen Grundgedanken. Die Patienten erscheinen aufgrund eines Schmerz-bildes. Dieses ist eine subjektive und meist mehrdeutige Schilderung. Hingegen entstehen lange vor dem Bruch pathognostische Befunde im Mund. Sie zeigen, was Sache ist, ungeachtet der Anamnese. Die frakturprophylaktischen Massnahmen umfassen eine grosse therapeutische Breite vom einfachen Einschleifen bis hin zur Psychotherapie.

Das erste Gesetz (Fraktur = Querkraft x Belastungszyklen) weist darauf hin, dass auch ganz kleine Kräfte zur Fraktur führen, wenn sie genug oft vorkommen. Die entsprechenden Notfälle kommen heutzutage in jeder Praxis täglich vor.

A1) Querkraft: tiefe Zentrik/ lange Höcker/ steile Höckerwinkel

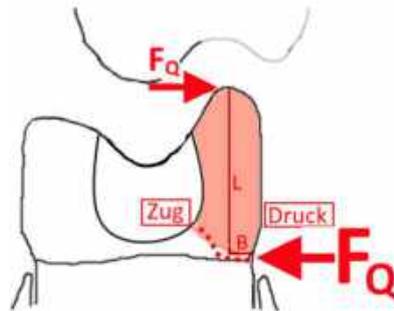
❖ HEBELGESETZ

$$L \times F_{Q \text{ Höcker}} = B \times F_{Q \text{ Zahnhals}}$$

❖ BALKENTHEORIE

Druck = Zug beim Zahnhals

Tiefe Zentrik/Langer Höcker:



① flache Zentrik



Steiler Winkel:



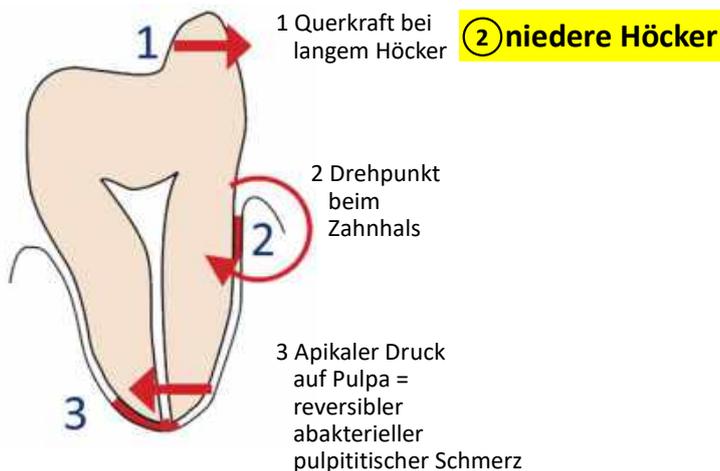
Die Querkräfte wirken sich meistens auf einen einzelnen Zahn aus und nicht auf eine Zahngruppe. Der rot gezeichnete lange Höcker erfährt oben an seine Spitze beim Kauen eine solche Querkraft (F_Q). Aufgrund des Hebelgesetzes ist sie unten bei der Höckerbasis doppelt so gross, wenn die Basis halb so breit ist (B) wie die Höckerhöhe (L). Zusätzlich sagt die Balkentheorie, dass an der Höckerbasis nicht nur ein Druck entsteht, sondern auch ein Zug. Dentin ist jedoch zehn mal weniger zugfest als druckfest. Deshalb entstehen die Haarrisse immer auf der Innenseite der Höckerbasis, natürlich aufgrund von Zugspannungen.

Die Frakturprophylaxe bei einem langen Höcker neben einer eingesunkenen oder abgenützten Füllung besteht aus der Erhöhung der Füllung (und entsprechenden Kürzung des Höckers des Antagonisten) UND aus dem Kürzen des langen Höckers. Jetzt entstehen viel mehr senkrechte Kräfte

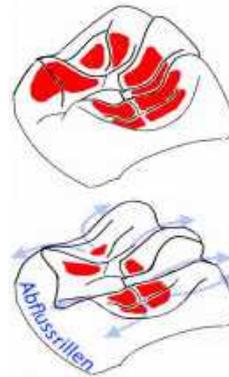
Es braucht nicht immer einen langen Höcker. Auch ein kleiner steiler Winkel entfaltet eine Spaltkraft. Im Bild rechts oben hat die Delle am inneren Rand eine kleine, vertikal aufragende Schmelzwand. Ihr vertikaler Winkel erfährt bei jedem Kauzyklus eine Querkraft. Diese hat während zwei Jahren sehr schmerzhaft rund um den Höcker einen Haarriss verursacht. Obwohl ich den Höcker gekürzt habe, ist er zwei Monate später noch ganz abgebrochen (unteres Bild).

A2) Querkraft: Schmerzbilder

Kaltempfindlichkeit:



Dumpfer Schmerz nach dem Essen:



- Keine Abflussrillen
- viele Nahkontakte
- stumpfe Kauleistung
- grosse Kaukraft
- desmod./musk. Schmerz

③ Freedom in centric plus 5 Abflussrillen

Blitzartiger Aufbisschmerz: = Haarriss. Was tun?

Erscheint ein Patient mit einem frakturierenden Zahn, klagt er meistens über eine Kaltempfindlichkeit. Sie ist leicht verständlich wegen dem Drehpunkt beim Zahnhals. Infolgedessen schwenkt die Wurzelspitze jedes mal nach innen, wenn eine Querkraft den langen Höcker gegen aussen drückt. Dieses Hin-und-Her reizt die Pulpa an der Wurzelspitze. Sie entzündet sich (ohne Bakterien) und reagiert dann überempfindlich auf Kälte. Sobald der lange Höcker zu einem niedrigen umgeschliffen wird, verschwindet die Kaltempfindlichkeit nach kurzer Zeit.

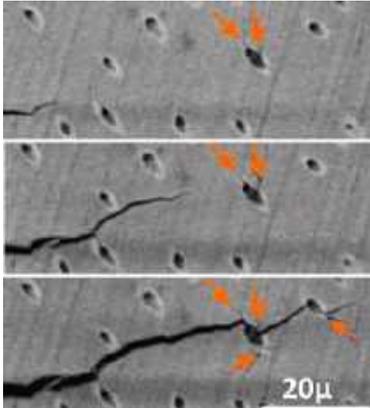
Häufig sind auch dumpfe Schmerzen nach dem Essen. Sie sind meist vergesellschaftet mit einem breitflächig abgenützten Gebiss. Die rot gezeichneten Flächen sind lauter Nahkontakte, welche das Kaugut nicht zerteilen sondern nur flachdrücken können. Der Patient muss deswegen seine Kaukraft steigern, was zu muskulären und desmo-dontalen Schmerzen führt. Das Einschleifen zu einer freedom in centric mit fünf Ab-flussrillen erfordert ein gutes Vorstellungsvermögen, wie sich die Kauflächen des oberen und unteren Zahnes bei geschlossenem Mund berühren.

Wenn ein blitzartiger Aufbisschmerz berichtet wird, ist bereits ein Haarriss ent-standen. Nun muss die Prophylaxe das weitere Risswachstum verhindern

A3) Querkraft: Kennzeichen Haarrisse

❖ RISSWACHSTUM

verläuft schrittweise!



K. J. Koester et al 2008

[The effect of aging on crack-growth resistance and toughening mechanisms in human dentin. Biomaterials 29 \(2008\) 1318 - 1328](#)

Zentraler Haarriss



Tiefe Zentrik =
langer Höcker =
steiler Höckerwinkel

4a) Komposit mit Draht

[Permachrome 16 x 22](#)

Um das Risswachstum zu beobachten, haben Koester und seine Gruppe ein Elektronenmikroskop gebaut, mit dem man einen Dentinblock präzise positionieren kann um ihn mehrmals abzubilden. Zwischen den Aufnahmen wurde der Dentinblock mit einer Biegekraft belastet. Man sieht: der Haarriss wächst schrittweise. Sobald die Kraft aufhört, stoppt auch das Risswachstum.

In der Mitte ist ein Zahn mit einer tiefen Kaugrube und einem langen Höcker abgebildet. Deshalb sind die Querkräfte so gross geworden, dass der mesiolinguale Höcker abgebrochen ist. Wahrscheinlich ist die Kaugrube so tief geworden, weil der Patient über eine sehr grosse Kaukraft verfügt. Nach Entfernung der Füllung ist ein zentraler Haarriss von vorn bis hinten zum Vorschein gekommen (Bild rechts). Zur Verhinderung des weiteren Risswachstums ist nun ein Kompositaufbau nötig, der der hohen Kaukraft standhält. OHNE Verstärkung würde der Aufbau möglicherweise nach kurzer Zeit brechen. Diese Erfahrung hat viele Zahnärzte entmutigt und überzeugt, dass Frakturprophylaxe in der Zahnmedizin nicht möglich ist. MIT Verstärkung jedoch ist der Aufbau stärker als ein Zahn. Er ist erstens dauerhaft und zweitens schützt er den darunter liegenden Zahn vor weiteren Querkräften.

A4) Querkraft: Frakturprophylaxe

Einschleifen:

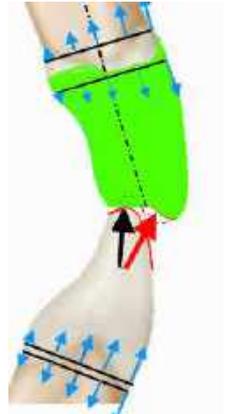


Abflussrillen 1-2 mm tief
schmale Kontaktflächen
wenig Nahkontakte



③ Freedom in centric
plus 5 Abflussrillen

Ansetzen um Kraft/Winkel zu ändern:



⑤a Witzgall-Höcker
Frontzahn



⑤b Witzgall-Höcker
Seitenzahn

Zusammenfassend sei nochmals die Schwierigkeit des Einschleifens gezeigt. Der abgebildete Molar (Bild links) ist ein gutes Beispiel, weil er dank des fehlenden Zahnes davor gut sichtbar ist. Seine Kaufläche ist ein einziger riesiger Nahkontakt, der sich über die ganze Kaufläche erstreckt. Nach dem Einschleifen sind die Abflussrinne nach vorne und der punktförmige Kontakt des Höckers gleich daneben gut sichtbar.

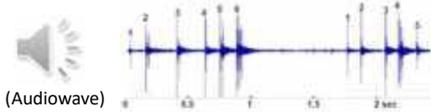
Die Verbesserung der Kaufläche erfordert nicht nur Einschleifen, sondern auch **Ansetzen**. Mit Komposit lassen sich ektopische Höcker (in meiner Praxis nennen wir sie Witzgall-Höcker) genau dort hin modellieren, wo der Gegenzahn in einer axialen Richtung auftrifft. Der rote Pfeil zeigt eine normale 45°-Verzahnung. Wird der obere Zahn mit einer kleinen Terrasse versehen und der Schneidekante des unteren Zahns etwas zur Zungenseite hin umgeschliffen, so treffen die beiden Zähne nur noch in einem 30°-Winkel auf, was die Querkraft um fast 40% vermindert.

Witzgall-Höcker sind auch bei einer Höcker-Höcker-Verzahnung und erst recht bei Nonokklusionen sehr zu empfehlen. Im Bild rechts hatten nur -37 volle Kontakte. -456 waren weitgehend ausser Kontakt. Der -7 begann zu schmerzen. Das Komposit auf -456 hat das Kaugefühl sofort verbessert und die Frakturgefahr bei -7 vermindert.

B1) BELASTUNGSZYKLEN: Händedruck, Kinnbacken, Vieleser



❖ **KNIRSCHEPISODE** = 10-20 Peaks



100 Knirschepisoden à 20 Peaks
= 2'000 Spannungsspitzen / Nacht
= ½ Mio / Jahr

ISO 14801 für Implantate: 2 Mio x 200 N

❖ **KAUKRAFT** = bis 500 N

	Gummi	Dentin	Glas
Druckfestigkeit N/mm ²	1	200-350	900
Zugfestigkeit N/mm ²	20	10-65	30
E-Modul [kN/mm ²]	10	15	70

❖ **E-MODUL DENTIN** = 4 x Glas

Elastische Verbiegung mit 10 N:



Haarriss ≠ Fraktur !

Knirschen ist meistens völlig unbewusst. Die betroffenen Patienten wissen nichts davon, sind jedoch gut erkennbar. Beispielsweise ist ihr Händedruck bei der Begrüßung sehr schmerzhaft. Ihre Kinnbacken (Bild links) sind auffällig breit. Auch extreme Vieleser belasten ihre Zähne viel öfters als normal.

Beim Knirschen entstehen etwa 20 Spannungsspitzen pro Knirschepisode zu 5s. Das addiert sich bis zu einer halben Million pro Jahr. Zahnimplantate sind nur dafür ausgelegt, dass sie etwa zwei Millionen solcher Belastungen ertragen.

Im Vergleich zu Fensterglas verfügt Dentin über ein E-Modul mit einer etwa vier mal besseren Elastizität. Der Film (rechts) zeigt, dass eine Wurzel trotz Haarrissen immer noch federn kann und funktioniert. Wenn das Risswachstum stoppt, bleibt der Zahn noch lange funktionstüchtig. Ein Fensterglas mit einem solchen Riss würde sofort brechen. Ein Haarriss bedeutet deshalb noch lange nicht das Ende eines Zahnlebens.

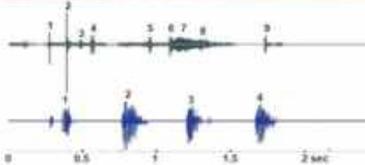
B2) BELASTUNGSZYKLEN: Schmerzbilder

Knirschen: Kaum Schmerzen



Querkraft klein

Frakturgefahr
gross



Pressen: Wangenschmerz / Migräne



Querkraft = 0

Frakturgefahr
klein

59-jährige Patientin
Stundenlang klopfender Schmerz in Wange
Sporadisch Ödem in Umschlagfalte.

⑥ FOS/NTI-Jig, wirkt schon nach 1 Nacht

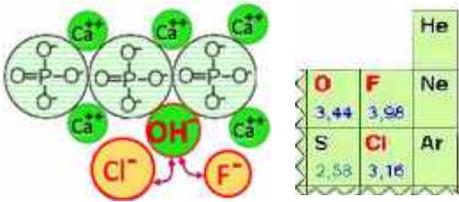
Im Film oben links wird deutlich, dass Knirschen keine grossen Querkräfte erfordert. Der Patient streicht fast spielerisch über seine Zähne, fast wie ein Violinspieler seinen Bogen über die Saiten streicht, um einen Ton zu erzeugen. Sein Audiowave wäre aber keine Folge von abgehakten Spannungsspitzen, sondern eine sinusförmig schwankende Serie von Signalen ohne jeden Unterbruch.

Im Film links unten streicht der Patient seinen Unterkiefer in rascher Folge und ganz leicht nur 2-3 Millimeter weit über die Zähne und wieder zurück. Dabei entsteht eine Folge von Tongruppen, aber nur mit etwa 10 Spannungsmaxima pro 5 Sekunden. Auch er hat keinerlei Schmerzen, jedoch mehrere Zähne abfrakturiert.

Im Film rechts wird die Haut über dem Kaumuskel weiss vor Anspannung. Offenbar erbringt der Kaumuskel eine sehr hohe Leistung. Er schmerzt intensiv und stundenlang. Hier nützt kein Einschleifen und Ansetzen, aber eine FOS- oder NTI-Schiene hilft schon nach einer Nacht.

B3) BELASTUNGSZYKLEN: Kennzeichen Korrosion

❖ APATIT = ein Mischkristall



- Säuren lösen die OH⁻-Ionen heraus
- Spannungen steigern den Ionentausch
- Verschiebungen führen zu Rissen (+++)

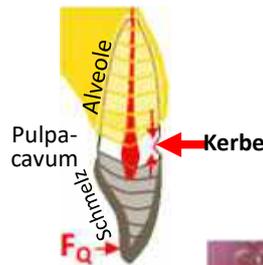
❖ KORROSION =

- zyklische Spannungen
- + Speichel mit Cl⁻ und F⁻
- + Abrieb der Oberfläche

❖ PRÄDILEKTIONSSTELLEN:

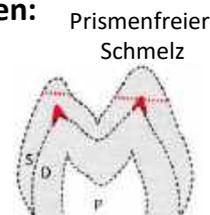
Zahnhal:

Linienkorrosion
und
Lochfrasskorrosion



Höckerspitzen:

Attrition
und
zentrale Delle



Belastungen komprimieren und lockern die **Apatitkristalle**. Säuren haben es dann besonders leicht, ein OH⁻-Ion als Wasser herauszulösen. Das Ionenloch wird sofort mit einem Cl⁻ oder F⁻-Ion gefüllt. Der Mischkristall (Hydroxylapatit, Chlorapatit und Fluorapatit) ist mechanisch wenig stabil. Grosse Belastungen verformen Apatit derart, dass sich die Ca⁺⁺-Ionen zu nahe kommen und sich gegenseitig abstossen. Es entsteht ein Mikroriss, in den die etwas zu grossen Cl⁻-Ionen eindringen und im Kristallgitter eine Dauerspannung verursachen.

Korrosion ist ein durch zyklische Belastungen gesteigerter Ionenaustausch und somit erleichterter Abtrag des Materials (z. Bsp. beim gewöhnlichen Zähneputzen).

Die **Prädilektionsstellen** sind der Zahnhal und die Höckerspitze. Beim Zahnhal hat das Dentin keine Verstärkung (die Wurzel wird durch die Alveole, die Krone durch den Schmelz verstärkt). Dort bewirken die Spannungen häufig eine exakte, linienförmige Lochfrasskorrosion (Inset im Bild rechts oben). Sie vertieft sich und wird zu einer Kerbe mitten im keilförmigen Defekt. Die Höckerspitzen haben im Innersten einen weichen Kern aus dem frühkindlich gebildeten prismenlosen Schmelz. Sobald er an die Oberfläche kommt und grossen Querkräften ausgesetzt wird, entsteht eine Delle (Bilder rechts unten). Sie ist häufig kombiniert mit einem eingekerbten keilförmigen Defekt.

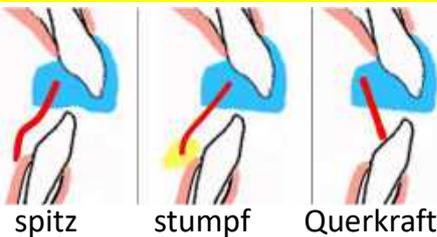
B4) BELASTUNGSZYKLEN: Frakturprophylaxe

❖ FOS/NTI = Mundöffnungsreflex



mit Normalkraft

7 FOS/NTI mit Reflexverstärkung



spitz

stumpf

Querkräft

4b Komposit mit Netz



Zahn 26, Rezidivprophylaxe bei einer 32-jährigen Medizinstudentin

8 Beratung durch Zaz / DA

Patient meistens «nicht einsichtig»

Kein Kaugummi, keine Nüsse, «ah» denken, Ruheschwebe, Gesichtsmuskeln massieren, Dehnübungen, Erinnerungshilfen am Fingernagel, mit Klebeetiketten, ...

Zusammenhang mit Stress und Ehrgeiz in Familie / Beruf / Hobby / Sport

→ Meditation, Psychotherapie, progressive Muskelentspannung, metakognitive Intervention, ...

Zusammenfassend gesagt können die Belastungszyklen am besten durch die FOS- und NTI-Schienen verhindert werden. Etwa 3% der Bruxer-Patienten sind derart unempfindlich, dass sie den fremdartigen Druck der Schiene auf die Frontzähne nicht spüren. Versuchsweise habe ich deshalb eine Schiene mit einem Stachel versehen (Bild links unten). Der Patient konnte sich keine drei Minuten lang an seinen Vorsatz halten, die Kiefer nicht zu schliessen, weshalb sich der Stachel als zu schmerzhaft erwies. Geplant ist nun ein Versuch mit dem stumpfen Stachel und einer mit einer Querkräft statt Normalkraft.

Frakturrezidiv-Prophylaxe: Das Bild (Mitte oben) zeigt einen gesunden, jungen, kariesfreien und füllungslosen bis zur Wurzel gespaltenen Molar. Nach der Wurzelbehandlung wurde der Spalt durch eine Kofferdamklammer innert wenigen Minuten zugeedrückt. Die Überdeckung des Zahnes mit einem Kompositaufbau wurde mit einem Drahtnetz verstärkt.

Beratung: Auch Dentalassistentinnen tragen gelegentlich eine FOS- oder NTI-Schienen. Sie können sich deshalb oft besser als ein Zahnarzt mit weiblichen Patienten unterhalten und sie punkto Stressabbau etc. beraten.

❖ Physikalische Grundlagen:

- 1 Fraktur = Querkraft x Bel.Zyklen
- 2 Hebelgesetz: F_Q Zahnhals
- 3 Balkentheorie: Zug + Druck
- 4 Risswachstum schrittweise
- 5 Knirschepisode: 20 peaks
- 6 Kaukraft: bis 500 N
- 7 E-Modul Dentin = 4 x Glas
- 8 Apatit = Mischkristall
- 9 Korrosion ↗ bei zykl. Kraft
- 10 Prädilektionsstellen
- 11 FOS-Mundöffnungsreflex

Schmerzbilder:

- 1 Kaltempfindlichkeit
- 2 dumpfer Sz n. d. Essen
- 3 Aufbisschmerz
- 4 Sz beim Erwachen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kennzeichen:

- 1 Tiefe Zentrik
- 2 Lange Höcker
- 3 Steiler Höckerwinkel
- 4 Haarriss
- 5 Händedruck
- 6 Kinnbacken
- 7 Vielesser

Prophylaktische Massnahmen:

- Einschleifen
 - Ansetzen
 - Kraft und Winkel ändern
- 1 flache Zentrik
 - 2 niedere Höcker
 - 3 freedom in centric + 5 Abflussrillen
 - 4 Komposit mit Verstärkung
 - 5 Witzgall-Höcker Front/Seitenzahn
 - 6 FOS/NTI-Jig
 - 7 FOS/NTI mit Reflexverstärkung
 - 8 Beratung durch Zaz/DA

www.zahnarztweilenmann.ch