

Eine virtuose Illustration von Wissenschaft im Rasterelektronenmikroskop

REM-Aufnahmen zur Kommunikation der Zellen

Roland Frankenberger, Oliver Meckes



Ich habe in meinem wissenschaftlichen Leben viel Zeit an und mit unterschiedlichen Mikroskopen verbracht. Darunter waren natürlich Lichtmikroskope wie Auflichtmikroskope für histologische Schnitte oder OP-Mikroskope für endodontische Behandlungen am Patienten. Für die wissenschaftliche Tätigkeit waren es jedoch primär 3 andere Formen der Mikroskopie, mit denen ich über die Jahrzehnte sehr vertraut wurde:

- Transmissionselektronenmikroskopie (TEM): Hier schneidet man in einem extrem aufwendigen und techniksensitiven Verfahren sehr dünne Schnitte (80 bis 90 nm) von histologischen Präparaten und durchleuchtet sie bei bis zu 100.000-facher Vergrößerung. Für uns war in den 1990-er Jahren die Darstellung von Kollagenfasern einschließlich ihrer Querstreifung ein „ultramorphologischer Thriller“.
- Konfokale Laserrasterelektronenmikroskopie („Confocal laser scanning microscopy“, CLSM): Beim CLSM dringt man mit einem Laser in das Zahnhartgewebe ein und erhält faszinierende fluoreszierende Bilder bis in eine Tiefe von knapp 1 mm unter der Oberfläche.
- Rasterelektronenmikroskopie (REM): Zur Probenvorbereitung wird frisches Gewebe fixiert, um Einblicke in den Zahn oder seinen Halteapparat zu erhalten. Das Gewebe wird zusätzlich unter flüssigem Stickstoff gefriergebrochen, anschließend entwässert, Kritisch-Punkt-getrocknet und schließlich für die elektrische Leitfähigkeit mit Edelmetall „besputtert“. Zur Untersuchung von zellfreier Zahnhartsubstanz genügt allein die Metallbeschichtung. Im Unterschied zu den beiden obigen Verfahren liefert das REM ein Bild der Zell- bzw. Gewebeoberflächen.

Was viele nicht wissen: Trotz erheblicher technologischer Fortschritte ist es auch heute noch ein Riesenaufwand, exzellente REM-Bilder zu erstellen. Ich kann mich noch gut an

meinen ersten Arbeitstag am REM vor 33 Jahren erinnern. Ich war noch Student und schaute einem physikalisch versierten älteren Kollegen bei der Bedienung des REM zu. Ein guter Freund von mir ist ein recht bekannter Kirchenmusiker und ich beobachte im Rückblick eine erstaunliche Parallele: Der Kollege „spielte“ auf dem REM wie auf einer Orgel. So etwas hatte ich vorher noch nie erlebt: Es war wie eine Kunst, nach stundenlanger Maßarbeit schließlich ein Bild mit der Polaroidkamera „im Kasten“ zu haben. Manchmal schloss der REM-Kollege sogar die Augen, wenn er verträumt an den Reglern drehte. Ich konnte es nicht fassen, wie lange das alles dauerte.

Wie bereits beschrieben hat sich technologisch seit dieser Zeit viel verändert. So dominiert heute häufig die Frage: „Wie bekomme ich möglichst schnell ein Bild?“ Aber auch hinsichtlich der hochproblematischen Darstellung von biologischen Geweben wie Zellen tat und tut sich einiges, was früher durch das eklatante Vakuum nicht möglich war, weil die Zellen einfach in Sekunden zerdrückt wurden. Eines bleibt jedoch bis heute gleich: Wirklich exzellente REM-Bilder dauern Tage und Wochen. Wenn ich meine am REM verbrachte Lebenszeit grob überschlage, komme ich auf mehr als 10.000 Stunden. Das ist alles in allem deutlich mehr als ein Jahr. Will sagen: Mit REM kenne ich mich aus!

Oliver Meckes und Nicole Ottawa (Reutlingen) haben mit ihren Aufnahmen zur „Kommunikation der Zellen“ eine fantastische Sammlung von weltweit in der Spitzengruppe rangierenden REM-Illustrationen erarbeitet. Die hier nun vorliegenden 8 Beispiele seiner exzellenten Arbeit zeigen unterschiedliche Zahnhartgewebe-assoziierte Aspekte in bislang noch nie dagewesener Brillanz (Abb. 1 bis 8). Ich kann mit Blick auf die sensationellen Bilder abschließend nur die typischen Worte eines Obers im Sternerrestaurant zitieren: Genießen Sie es!

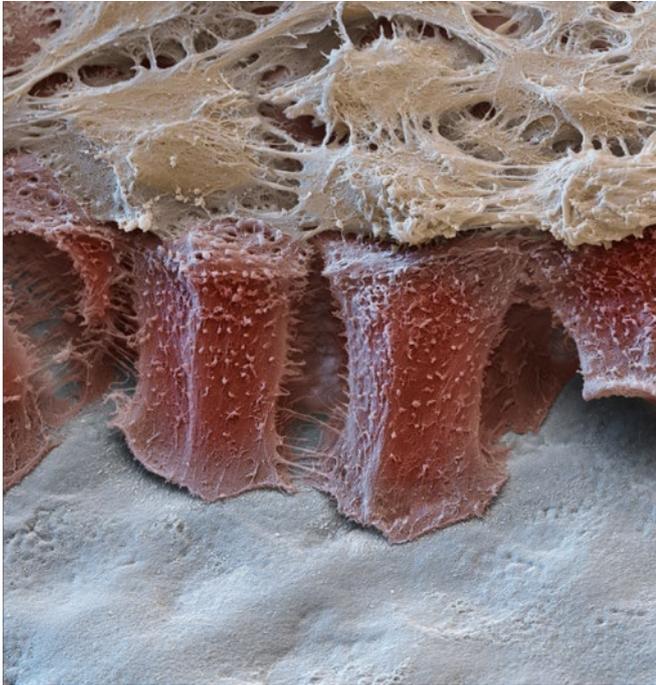


Abb. 1 Ameloblasten (3.500-fach): Diese Momentaufnahme zeigt, wie die Ameloblasten Schmelz produzieren. Gerade die Darstellung von Zellen jedweder Art sind ein Meisterstück der Rasterelektronenmikroskopie (REM)-Technologie. Normalerweise versucht man, solche Topografien in histologischen Schnitten darzustellen. Der 3-D-Effekt ist jedoch im REM viel besser und vor allem anschaulicher.



Abb. 2 Desmodont (2.800-fach): Eine detaillierte Darstellung der Wurzelhaut im Interface zeigt das „lebende Gewebe“ Dentin mit seiner Interaktion zum Parodont sehr eindrucksvoll.

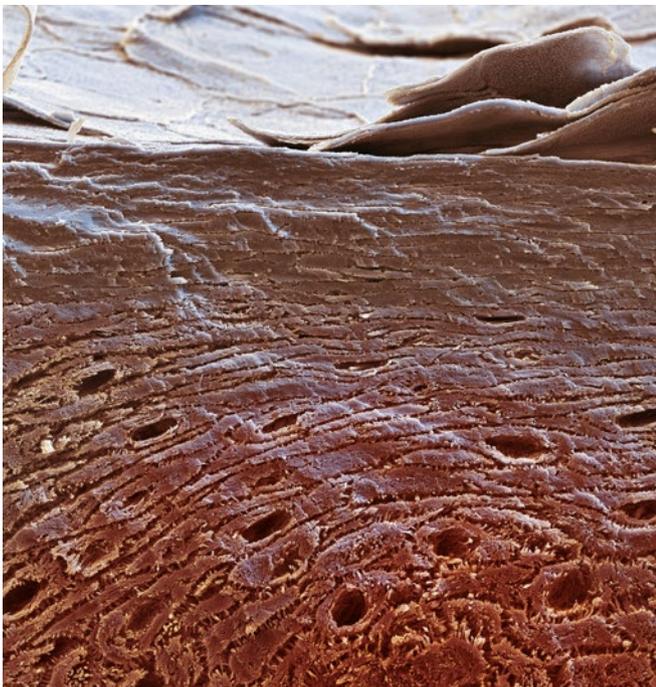


Abb. 3 Keratinisierte Gingiva (1.500-fach): Dieser Querschnitt veranschaulicht die robuste Struktur der Gingiva mit ihren charakteristischen Schuppungen.

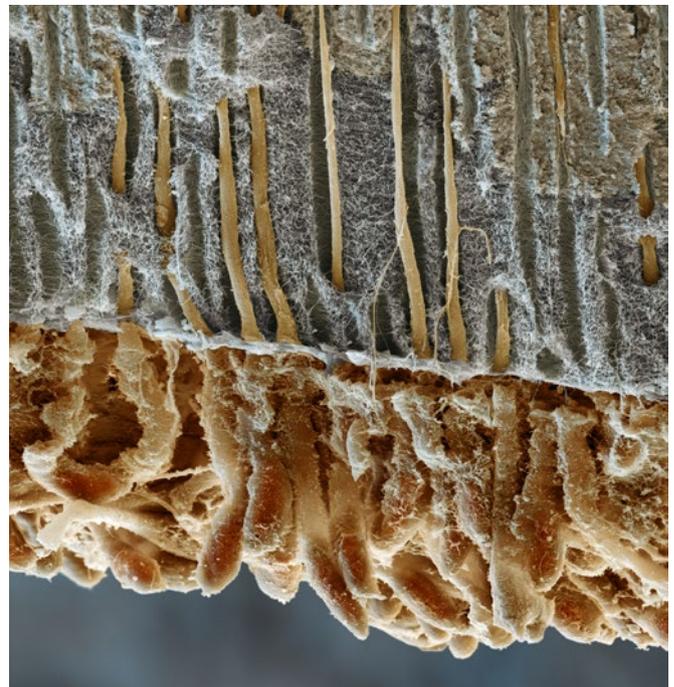


Abb. 4 Odontoblasten und Dentin (2.200-fach): Einen sehr plastischen Eindruck der in der Pulpa residierenden Odontoblasten, deren Fortsätze weit in das Dentin hineinragen und für Schmerzen verantwortlich sind, vermittelt dieses Bild.

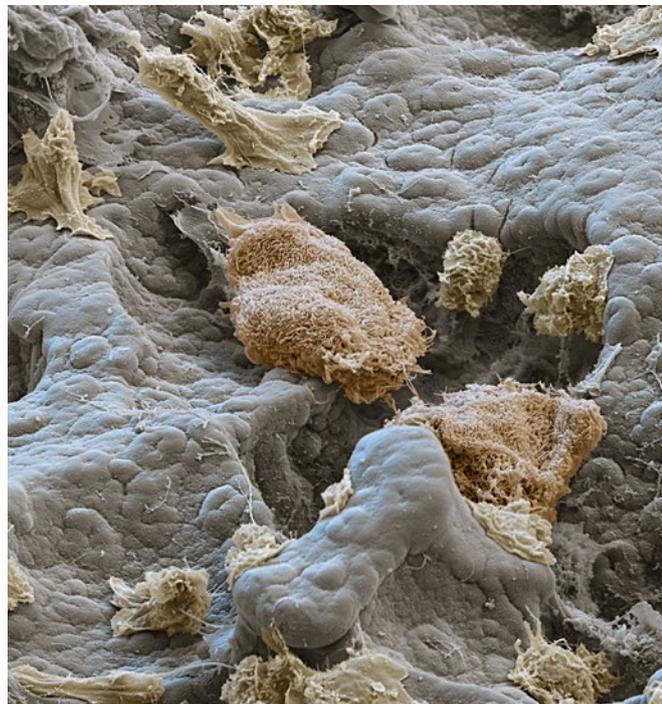


Abb. 5 Odontoklasten und Granulozyten (2.400-fach): Diese Illustration stellt Abbauprozesse mit „hartsbstanzfressenden Zellen“ dar.



Abb. 6 Pulpa und Dentin (500-fach): Es ist heute durch Niedrigvakuum-Systeme möglich, auch extrem fragile Strukturen wie die menschliche Pulpa darzustellen. Der Weg zu solchen Bildern ist jedoch von Misserfolgen gesäumt. Um ein Bild in dieser Exzellenz zu erzeugen, braucht ein versierter Mikroskopierer in der Regel Wochen.

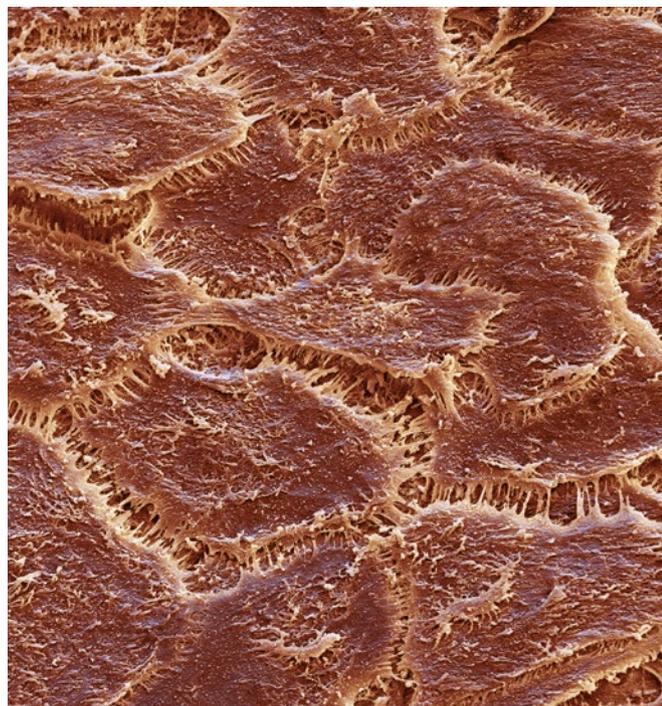


Abb. 7 Saume epithel (1.200-fach): Das Saume epithel bildet eine parodontologisch hochinteressante Schnittstelle und ein teilweise fragiles Interface der „Zahnfleischtasche“.

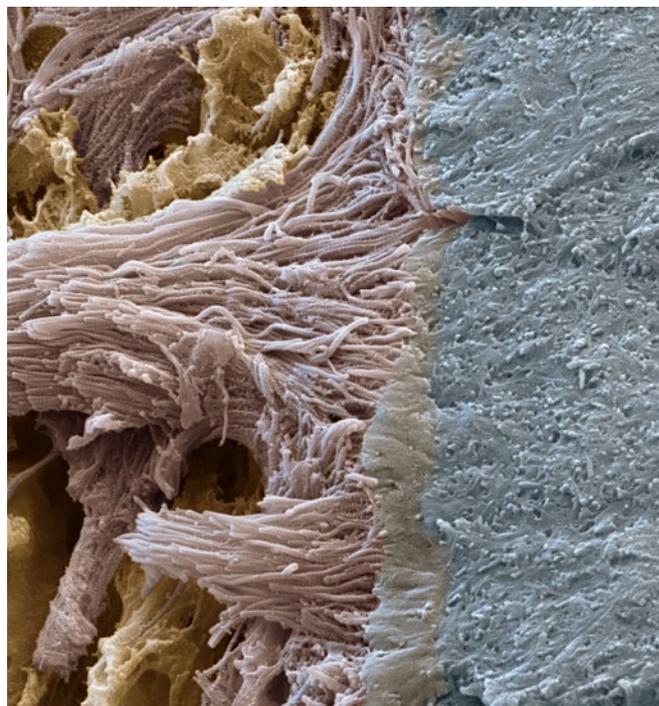


Abb. 8 Übergang von Zement zu Sharpey-Fasern (15.000-fach): Die Kommunikation der Zellen findet auch hier an der Transition zwischen Zahn und – im wahrsten Sinne des Wortes – „Halte“-apparat statt.



Roland Frankenberger

Roland Frankenberger

Univ.-Prof. Dr. med. dent., Prof. h.c., FADM
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde
Medizinisches Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde
Philipps-Universität Marburg und
Universitätsklinikum Gießen und Marburg/Standort
Marburg
Georg-Voigt-Straße 3
35039 Marburg

Oliver Meckes

eye of science
Nicole Ottawa & Oliver Meckes GbR
Reutlingen
Internet: www.eyeofscience.de

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Roland Frankenberger, E-Mail: frankbg@med.uni-marburg.de

