

VIII. ABBILDUNGEN

1. **Probenentnamestellen** **Abb. 1**

2. **Das innere Kronhorn**
 - Die Lederhaut **Abb. 2**
 - Das Stratum basale **Abb. 3**
 - Das Stratum spinosum **Abb. 4**
 - Die Architektur der inneren Kronhornröhrchen **Abb. 5, Abb. 6**
 - Intrazelluläre Faktoren der Hornqualität **Abb. 7**
 - Interzelluläre Faktoren der Hornqualität **Abb. 8**

3. **Das mittlere und äußere Kronhorn**
 - Die Lederhaut **Abb. 9**
 - Die lebende Epidermis **Abb. 10**
 - Die Architektur der mittleren Kronhornröhrchen **Abb. 11**
 - Die Architektur der äußeren Kronhornröhrchen **Abb. 12**
 - Die Ultrastruktur des Stratum corneum **Abb. 13**
 - Intrazelluläre Faktoren der Hornqualität **Abb. 14**
 - Interzelluläre Faktoren der Hornqualität **Abb. 15**

4. **Darstellung der elektrophoretischen Banden des inneren, mittleren und äußeren Kronhorns** **Abb. 16**

Abbildung 1

Saggitalschnitt durch den linken Vorderhuf, Darstellung der Probenentnahmestellen im Kronhorn

Kp: proximale Entnahmestelle etwa 1 cm distal des Kronrandes

Km: mittlere Probenentnahmestelle etwa auf der Hälfte der Strecke zwischen Kron- und Tragrand

Kd: distale Entnahmestelle auf der Höhe der Hufbeinspitze

Abbildung 2

Die Lederhaut des inneren Kronhorns

- Abb. 2a: Papillarkörper der inneren Lederhaut
Die Lederhautpapillen (P) entspringen annähernd senkrecht aus der Lederhautoberfläche. Sie sind relativ breit und laufen stumpf aus. Ihre Oberfläche wird durch Mikroleisten (Pfeil) vergrößert. Zwischen den Papillen befinden sich kleine, ebenfalls stumpf auslaufende Sekundärpapillen (Pfeilkopf). Über den Papillen bildet sich die Epidermis.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 2b: Querschnitt durch eine Lederhautpapille
Die annähernd runde Papille (P) weist deutliche Mikroleisten (Pfeil) und Kanellierungen (Pfeilkopf) auf. Die hochprismatischen Zellen des einschichtigen Stratum basale (Sb) stehen senkrecht zu ihr. Daran schließt sich das mehrschichtige Stratum spinosum (Ss) an.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 2c: Übersicht über den inneren Papillarkörper
Die breiten Lederhautpapillen (Pfeil) ragen senkrecht aus der Lederhaut hervor. Sie besitzen kurz oberhalb der Basis deutliche Mikroleisten und Einziehungen auf der Oberfläche. Zwischen den Hauptpapillen befinden sich einige fadenförmige Nebenpapillen (Stern).
SEM-Präparat
- Abb. 2d: Papillenausschnitt in der unteren Hälfte
In der unteren Papillenhälfte weisen die Zotten längsverlaufende Mikroleisten (Pfeilkopf) und Kanellierungen (Stern) auf.
SEM-Präparat
- Abb. 2e: Papillenausschnitt in der oberen Hälfte
In der oberen Papillenhälfte verstreichen die Mikroleisten (Pfeil) stark, so dass hier keine Kanellierung erkennbar ist.
SEM-Präparat
- Abb. 2f: Interpapilläre Lederhautoberfläche
Zwischen den Papillen (P) befinden sich kurze Nebenpapillen (Pfeilkopf). Weiterhin sind blättchenartige Mikroleisten (Pfeil) erkennbar, deren freie Oberfläche gezackt oder relativ gerade verläuft und die die Papillen oft an deren Basis ringförmig umgeben.
SEM-Präparat

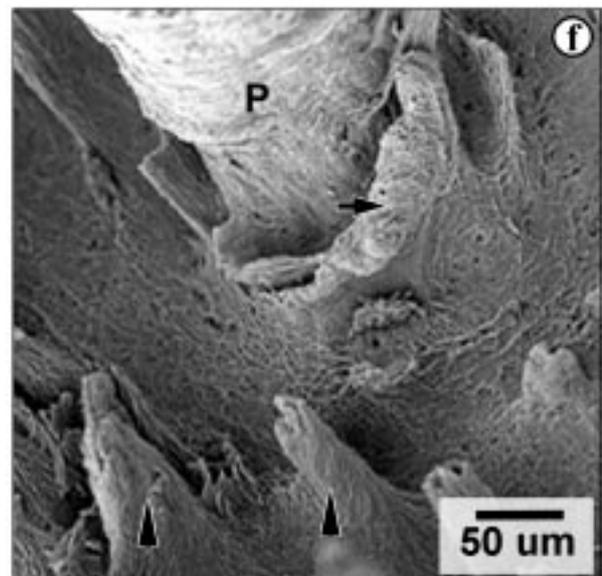
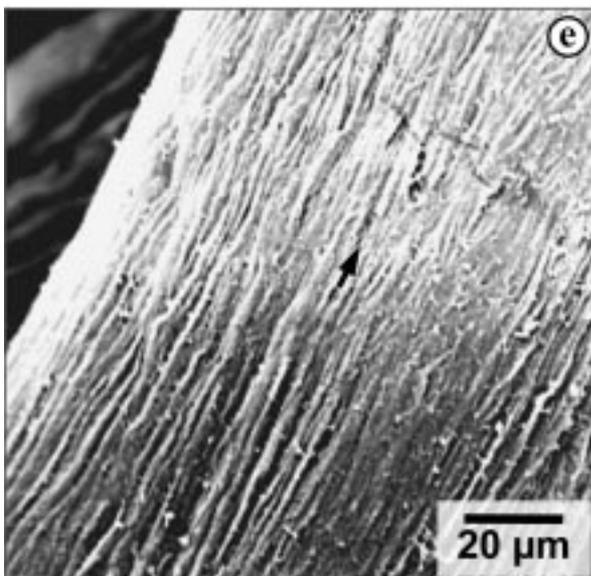
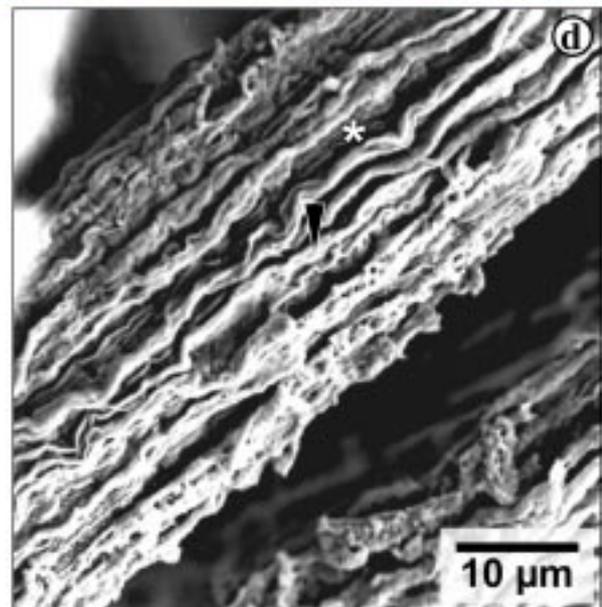
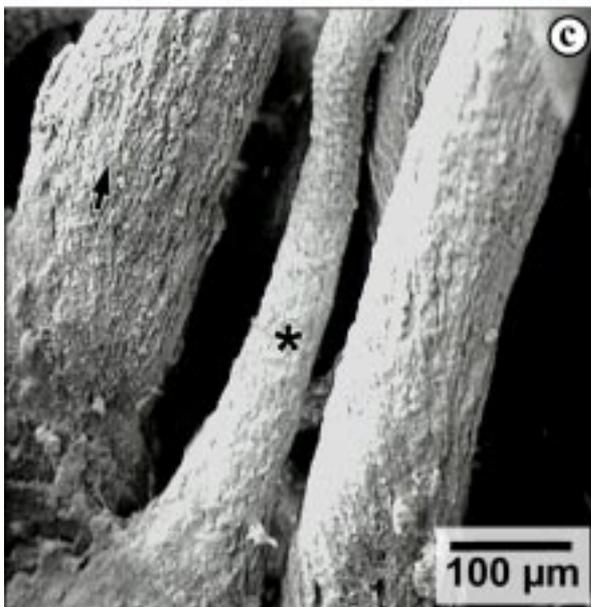
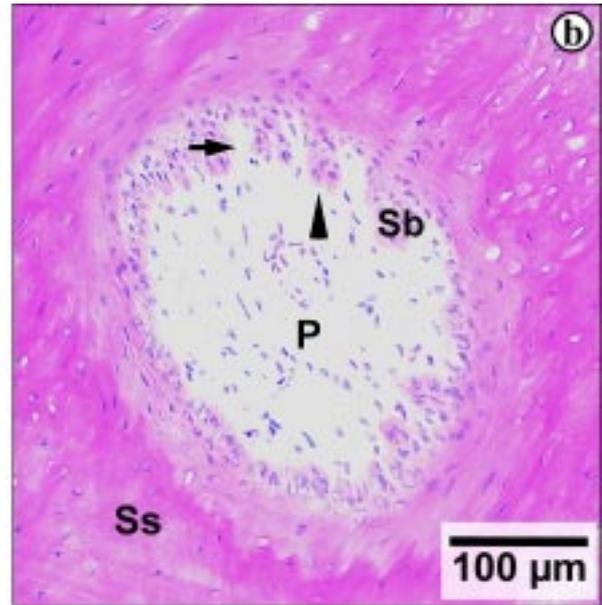
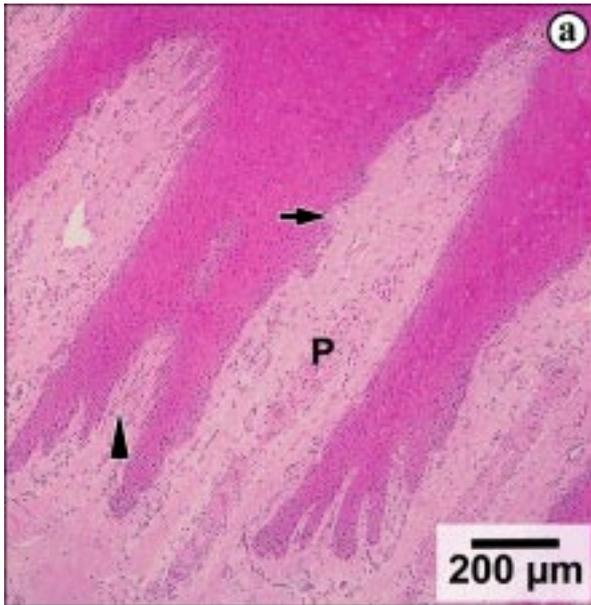


Abbildung 3

Das Stratum basale des inneren Kronhorns

- Abb. 3a: Basale Epidermisoberfläche
Die basale Oberfläche weist zahlreiche große runde Röhren (Stern) auf, zwischen denen sich einige Röhren mit einem kleineren Durchmesser (Pfeil) befinden. Die Röhren sind durch breite, leistenförmige Erhebungen (Pfeilkopf) voneinander getrennt.
SEM-Präparat
- Abb. 3b: Ausschnitt aus der basalen Epidermisoberfläche
Ebenso wie die Papillen sind auf der basalen Oberfläche der Epidermis längsverlaufende leistenförmige Erhebungen (Pfeil) und Einziehungen (Stern) erkennbar.
SEM-Präparat
- Abb. 3c: Peripapilläres Stratum basale
Die hochprismatischen Zellen des Stratum basale (Sb) stehen in einer 1-schichtigen Lage senkrecht oder im spitzen Winkel auf der Papillarkörperoberfläche (P). Der ovale Zellkern (Pfeil) ordnet sich apikal in der Zelle an. Mit langen Cytoplasmafortsätzen (Pfeilkopf) ragt die Basalzelle in die darunter liegende Basallamina. Die untersten Lagen des Stratum spinosum (Ss) stehen senkrecht zu den Basalzellen.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 3d: Epidermisleiste
Die Oberfläche der die Röhren umgebenden Epidermisleisten ist durch Fortsätze der Basalzellen (Pfeilkopf) vergrößert, die dicht nebeneinander stehen.
SEM-Präparat

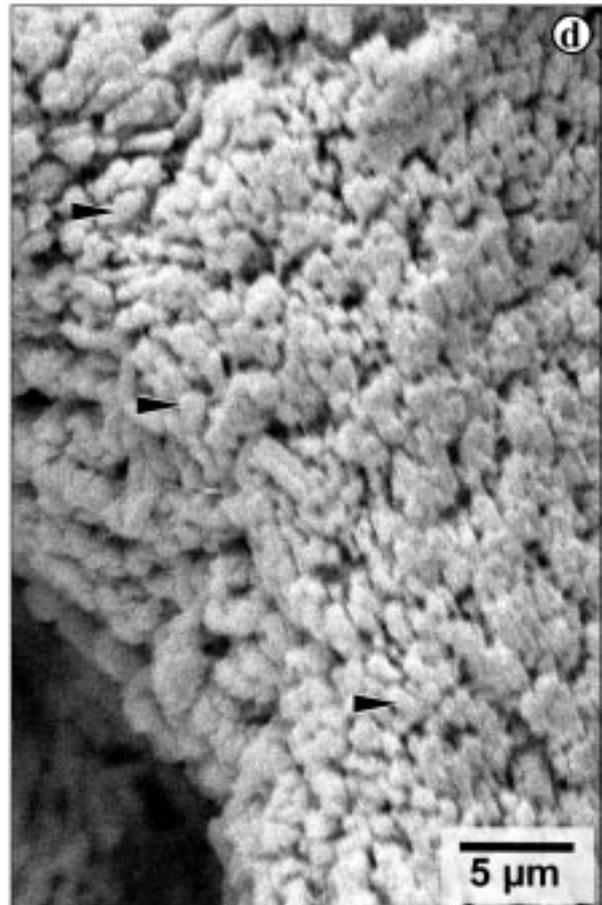
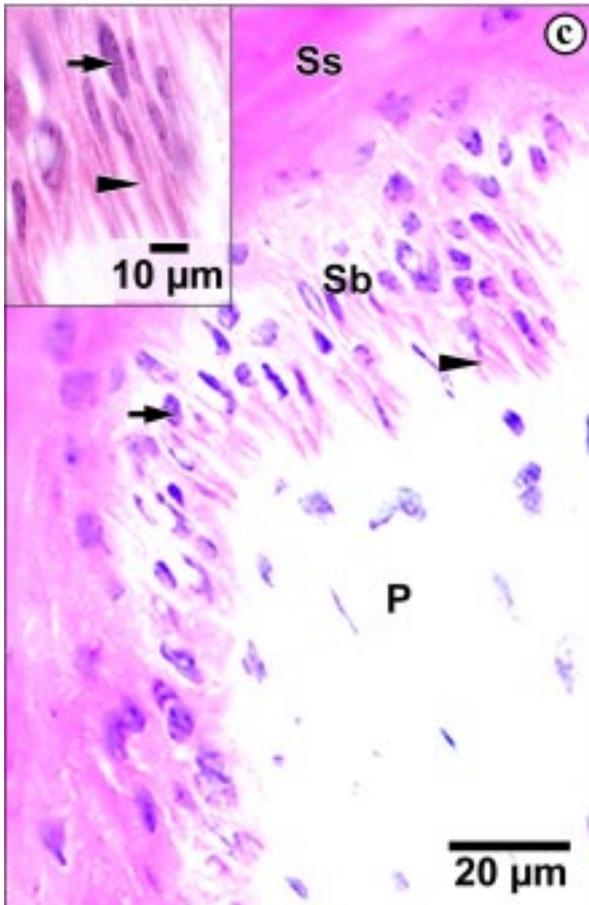
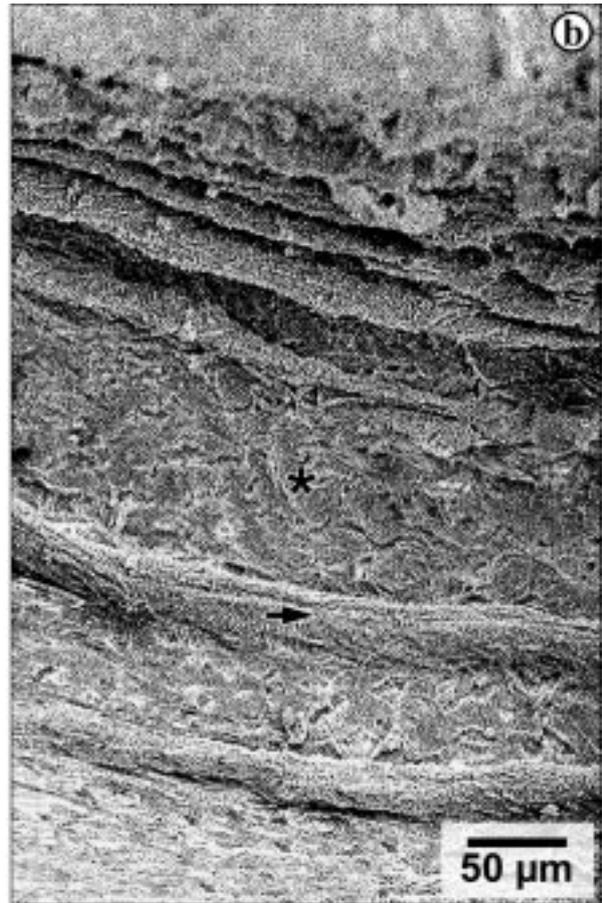
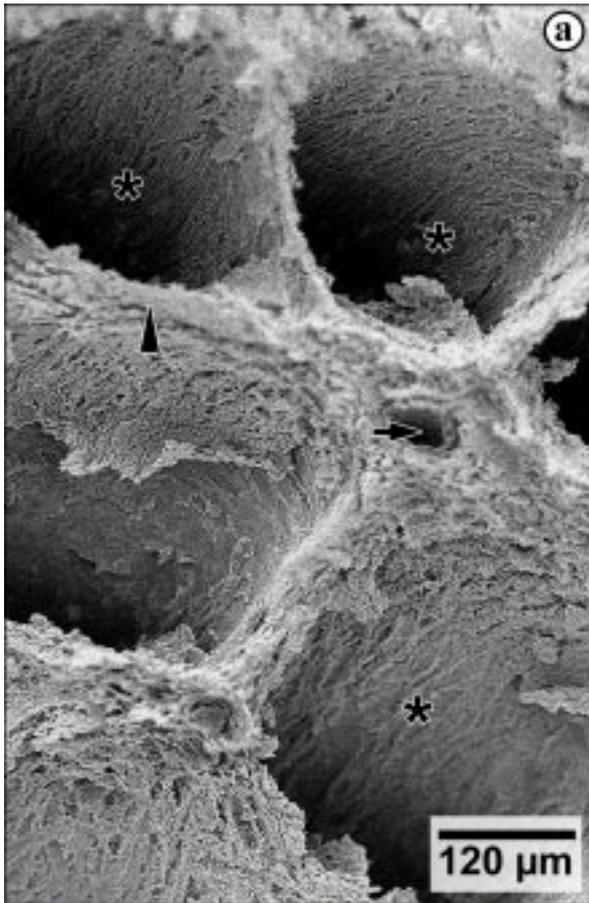


Abbildung 4

Das Stratum spinosum des inneren Kronhorns

- Abb. 4a: Übersicht über die Spinosazelllagen
Die unteren Zellen des Stratum spinosum (Ss) ordnen sich in nur wenigen Zellagen an und stehen senkrecht zu den Zellen des Stratum basale (Sb) sowie parallel zur Papillenoberfläche (P). Auf die untere Spinosalage folgt die breite mittlere Schicht, deren Zellen einen breiten Interzellularspalt aufweisen und senkrecht zur Papille ausgerichtet sind.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 4b: Untere Spinosazellen
Die unteren Spinosazellen (Ss) besitzen ungefähr die gleiche Größe wie die Zellen des Stratum basale (Sb). Sie ordnen sich parallel zur Papille (P) an. Um den polygonalen Zellkern herum ist ebenso wie bei den Basalzellen eine Zone erkennbar, in der sich weder Filamente noch Organellen befinden (Pfeilkopf). Der Interzellularspalt (Pfeil) lässt kurze Cytoplasmafortsätze erkennen.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 4c: Mittlere Spinosazellen
Die mittleren Spinosazellen besitzen ein spindelförmiges Aussehen und einen in Längsrichtung der Zelle angeordneten ovalen Zellkern (Pfeilkopf). Im breiten Interzellularspalt sind deutliche Cytoplasmafortsätze (Pfeil) erkennbar, die der Zelle ein stacheliges Aussehen verleihen.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 4d: Obere Spinosazellen
Die oberen Zellen des Stratum spinosum (Ss) besitzen eine längliche bis polygonale Form und einen engen Interzellularspalt, bei dem sich keine Zellfortsätze abgrenzen lassen. Nur noch einige Zellen weisen einen degenerierten abgeflachten Zellkern (Pfeilkopf) auf. Die Zellen des Stratum corneum (Sc) sind schmäler als die Spinosazellen und lassen auch vereinzelt Kernreste erkennen.
LM-Präparat, PAS-Färbung

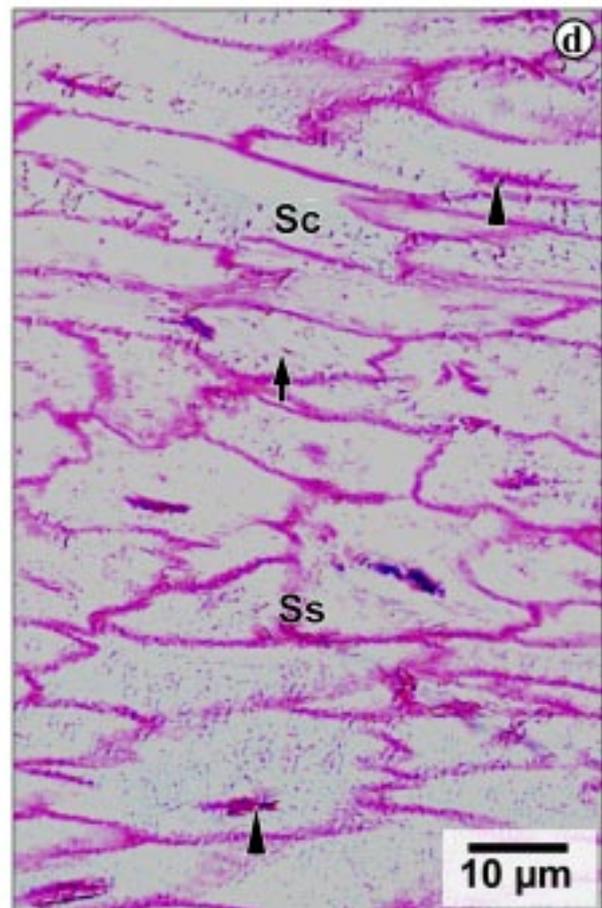
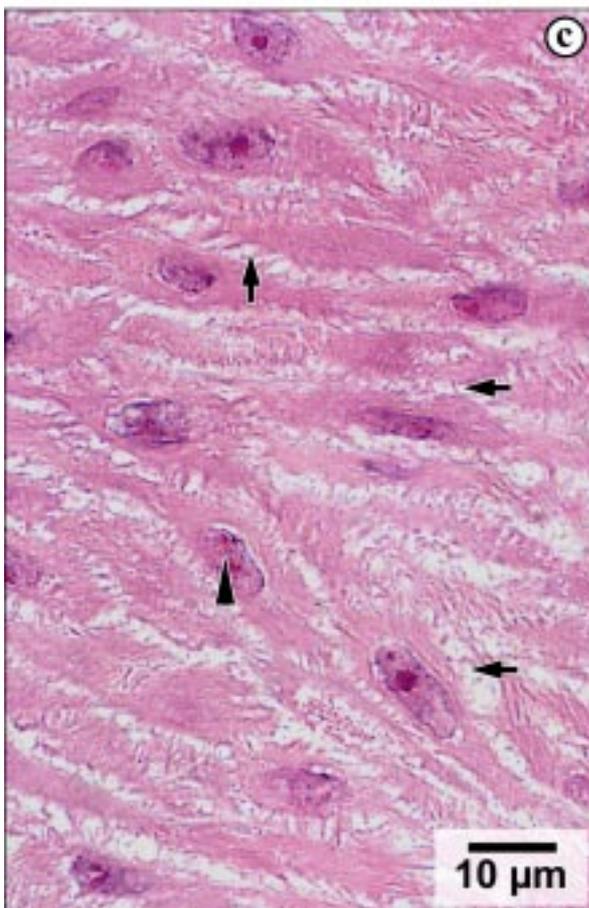
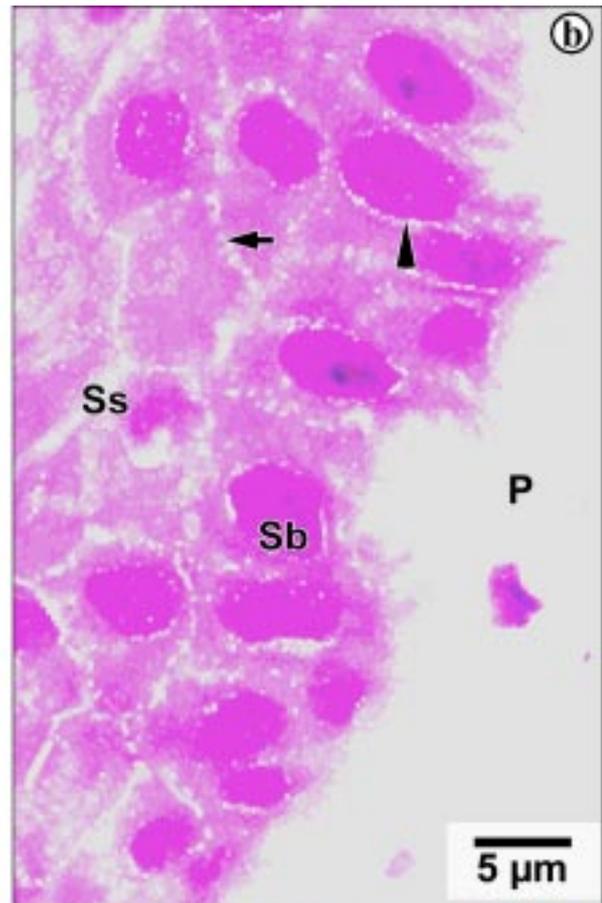
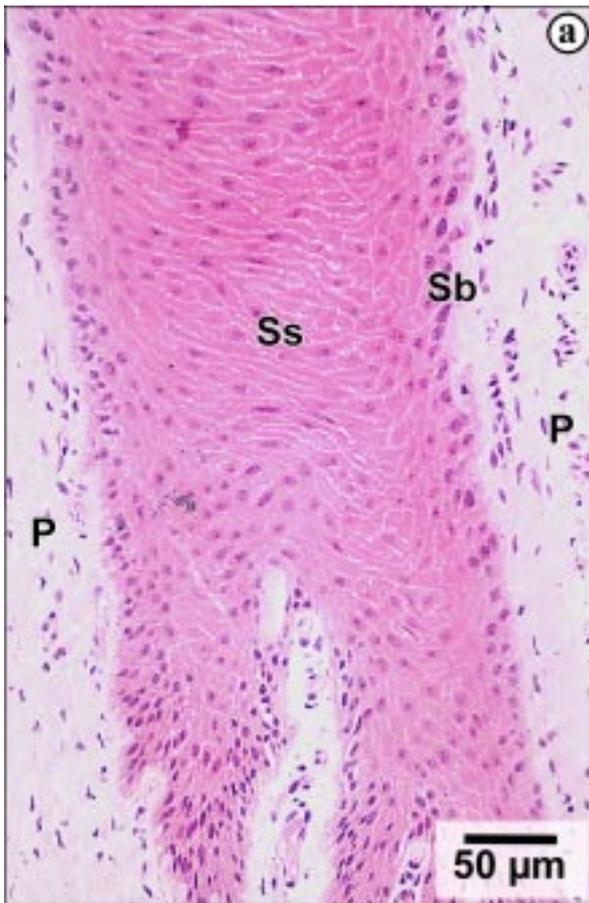


Abbildung 5

Die Architektur der inneren Kronhornröhrchen

- Abb. 5a: Röhrchenübersicht
Die Röhrchen des inneren Kronhorns sind annähernd rund und lassen zwischen sich relativ viel Zwischenröhrchenhorn (ZRH) erkennen. Sie besitzen eine breite Röhrchenrinde und einen runden Röhrchenmarkraum (Rm), der meist leer ist. Vereinzelt sind zwischen den großen Röhrchen (Stern) kleinere Röhrchen (Pfeil) angeordnet.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 5b: Querschnitt durch ein inneres Kronhornröhrchen.
Die Röhrchenrinde (Rr) umgibt einen runden Markraum (Rm), der vereinzelt an der oberen Probenentnahmestelle noch Markzellen aufweist. Die inneren Rindenzellen (Pfeil) besitzen im Querschnitt eine spindelförmige Gestalt, während die äußeren Rindenzellen (Pfeilkopf) polygonal sind. In einigen Zellen lassen sich Kerne erkennen. Das Röhrchen wird von länglichen bis spindelförmigen Zellen des Zwischenröhrchenhorns (ZRH) umgeben.
LM-Präparat, PAS-Färbung
- Abb. 5c: Inneres Kronhornröhrchen
Die Zellen der Röhrchenrinde (Rr) lassen sich rasterelektronenmikroskopisch nicht voneinander abgrenzen. Innerhalb der Zellen sind kleine Löcher (Pfeil) zu beobachten. Der runde Markraum lässt keine Markzellen erkennen. Die rundlichen Röhrchen werden von Zwischenröhrchenhorn (ZRH) umgeben.
SEM-Präparat
- Abb. 5d: Oberfläche einer Zwischenröhrchenhornzelle.
Ebenso wie bei den Röhrchenzellen sind auf der Oberfläche der Zwischenröhrchenhornzellen stummel- oder leistenförmige Zellfortsätze (Pfeilkopf) erkennbar. Die Zellgrenzen weisen einen gewellten Verlauf auf (Pfeil).
SEM-Präparat

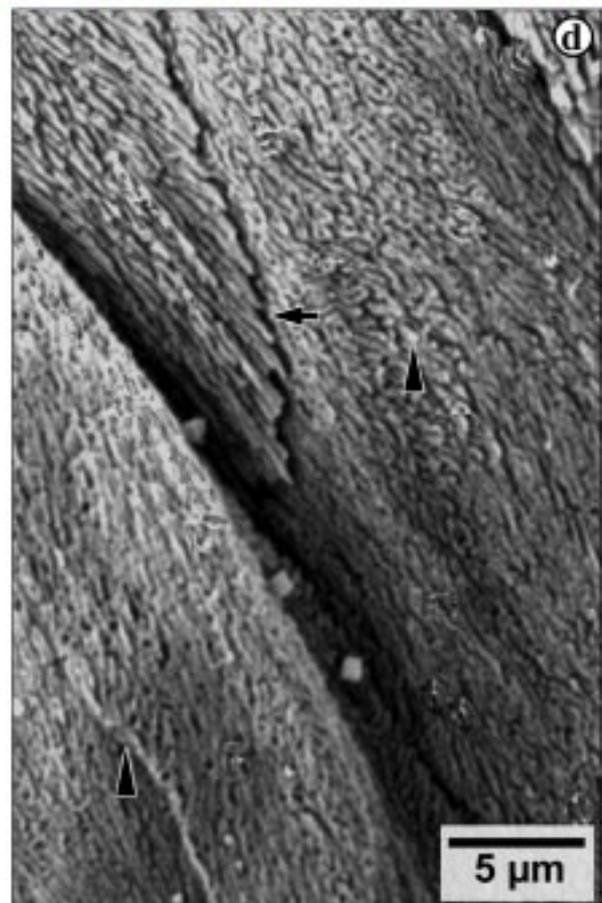
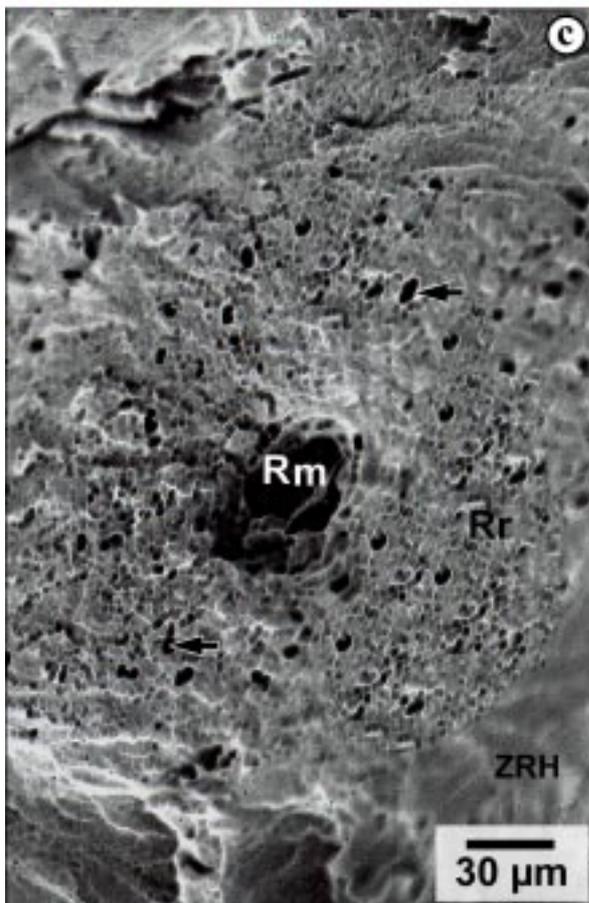
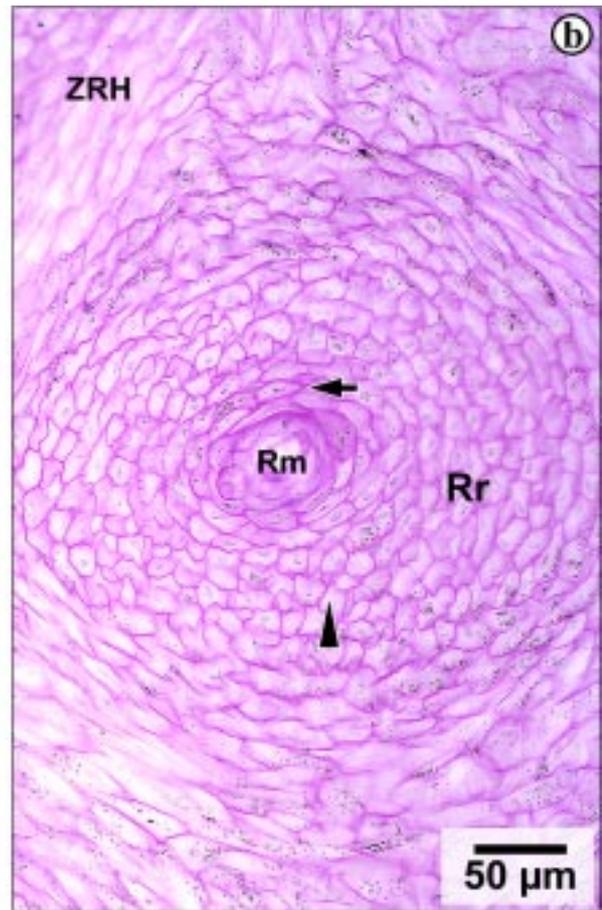
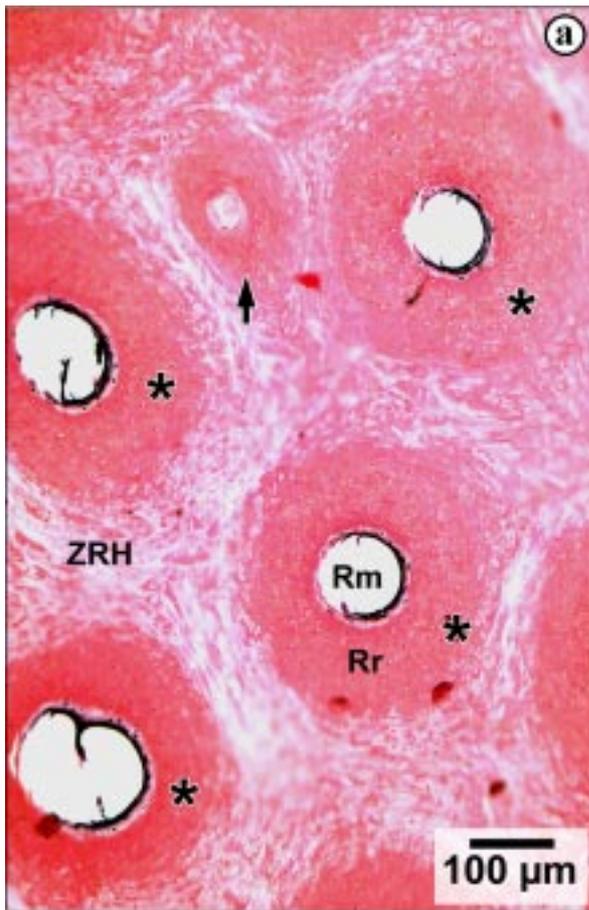


Abbildung 6

Die Ultrastruktur der inneren Kronhornröhrchen

- Abb. 6a: Ultrastruktur einer Rindenzelle
Die Röhrchenrindenzellen des inneren Kronhorns besitzen viele spongiöse Hohlräume (Stern), die die Keratinfilamente auseinander rücken lassen. Weiterhin fallen elektronendichte globuläre Strukturen (Pfeilkopf) besonders in der Nähe des stark gewundenen Interzellularspaltes (Pfeil) auf. Letzterer lässt an vielen Stellen ein bruchstückhaftes cornified envelope (c) erkennen.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 6b: Zellkernrest
In einigen Röhrchenrindenzellen sind Überreste eines Zellkerns (K) nachweisbar. Das Chromatin ist kondensiert und lässt einen deutlichen Hohlraum um sich herum erkennen, der wesentlich größer ist als die spongiösen Hohlräume (Stern) der Rindenzellen.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 6c: Interzellularspalt und interzelluläre Verbindungen
Der Interzellularspalt der Röhrchenzellen und des Zwischenröhrchenhorns weist einen mäanderförmigen Verlauf auf. An einigen Stellen ist er blasenförmig erweitert (Pfeilkopf). Häufig sind besonders in den stark gewundenen Abschnitten Desmosomenreste (Pfeil) erkennbar.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 6d: Übergang des Röhrchenhorns in das Zwischenröhrchenhorn
Der Übergang des Röhrchenhorns (RH) in das Zwischenröhrchenhorn (ZRH) ist an der unterschiedlichen Spongiosität der Zellen zu erkennen. Während die Zellen der Röhrchenrinde zahlreiche und deutliche spongiöse Hohlräume (Stern) besitzen, finden sich in den Zwischenröhrchenhornzellen kleinere Hohlräume, deren Anzahl geringer ist.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation

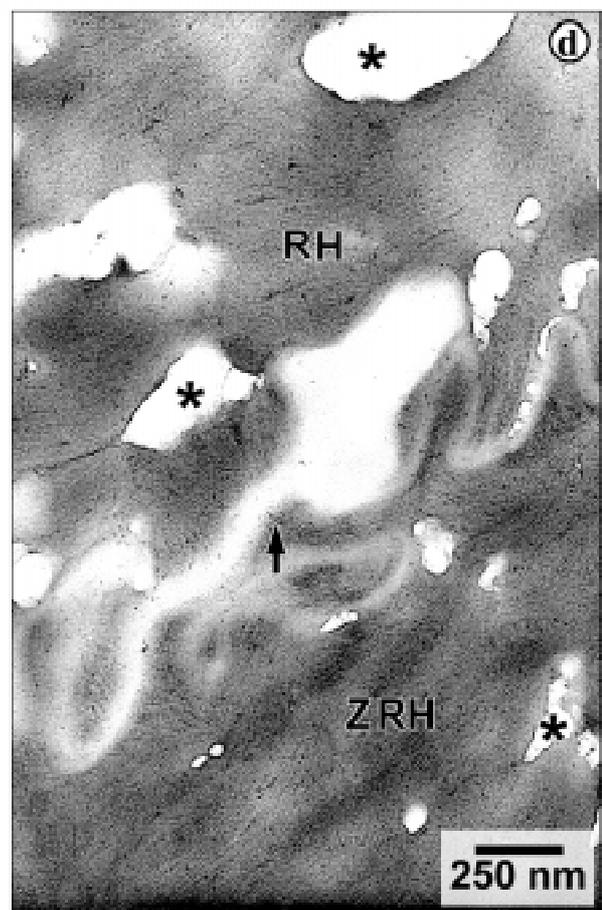
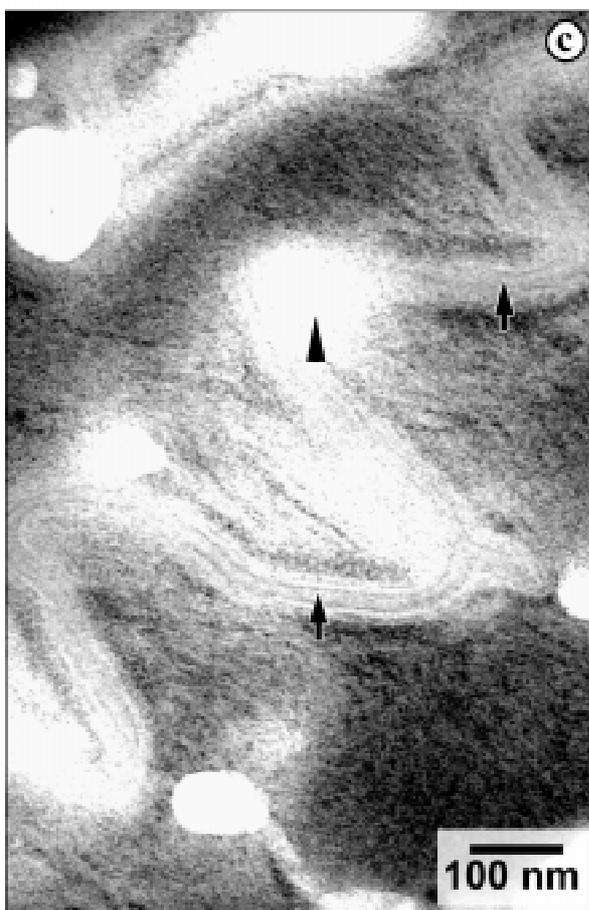
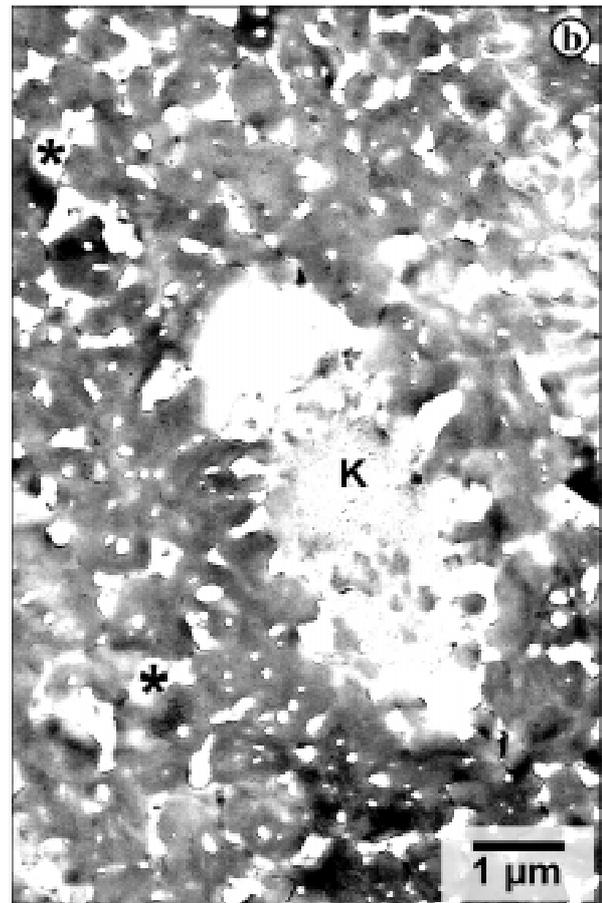
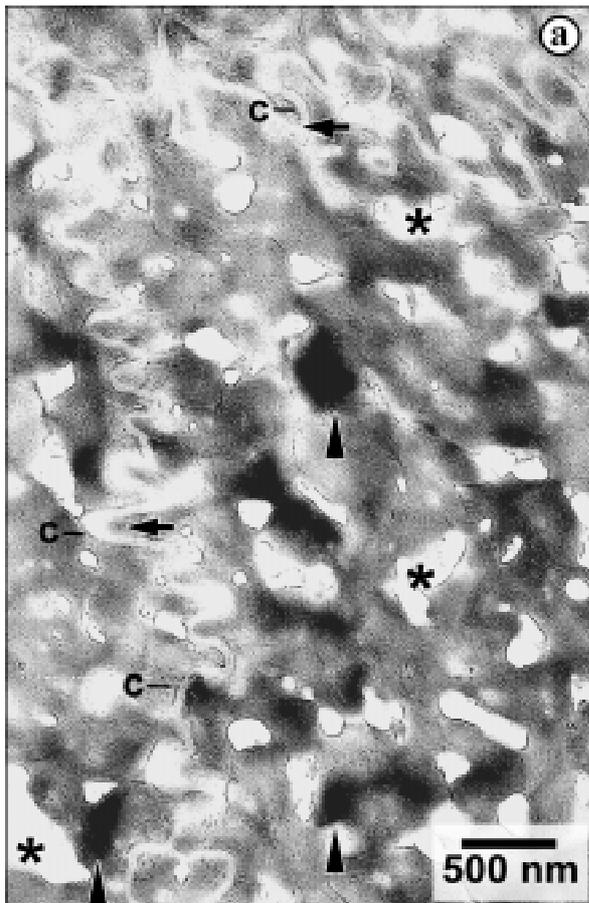


Abbildung 7

Intrazelluläre Faktoren der Hornqualität des inneren Kronhorns

- Abb. 7a: Darstellung der Keratine im Röhren- und Zwischenröhrenhorn
Im Röhrenhorn des inneren Kronhorns (R) stellen sich die Keratine vieler Zellen bei der Rhodamin B-Färbung nicht dar. Dagegen werden die meisten Zellen des Zwischenröhrenhorns (ZRH) vollständig angefärbt (Stern). Bei einigen Zellen bleiben jedoch intrazellulär wolkige Bereiche farblos (Pfeilkopf).
LM-Präparat, Rhodamin B-Färbung
- Abb. 7b: Sulhydrylgruppennachweis
Nahezu alle Röhrenrindenzellen (Rr) zeigen eine mittelgradig bis stark positive Reaktion des Cytoplasmas (Pfeilkopf). Auch im Röhrenmark (Rm) sind Zellreste erkennbar, die sich vollständig schwach bis mittelgradig positiv anfärben. Die Zellgrenzen (Pfeil) lassen eine stark bis sehr stark positive Reaktion erkennen. Bei den meisten Zwischenröhrenhornzellen ist dagegen nur eine stark bis sehr stark positive Anfärbung der Zellgrenzen (Pfeil) nachzuweisen, während sich das Zellinnere vieler Zellen farblos (Stern) darstellt.
LM-Präparat, SH-Gruppennachweis
- Abb. 7c: Disulfidgruppennachweis
Auch beim Disulfidgruppennachweis ist ein Unterschied zwischen den Röhrenrindenzellen (Rr) und dem Zwischenröhrenhorn (ZRH) erkennbar. Während sich bei den meisten Zwischenröhrenhornzellen das Cytoplasma (Stern) farblos darstellt, reagiert das Zellinnere der meisten Röhrenrindenzellen mittelgradig bis stark positiv (Pfeilkopf). Lediglich die äußersten Rindenzellen zeigen ein farbloses Cytoplasma. Die Zellgrenzen aller Hornzellen des inneren Kronhorns stellen sich stark bis sehr stark positiv (Pfeil) dar
LM-Präparat, SS-Gruppennachweis
- Abb. 7d: Ultrastruktur der Keratine und der Intermediärfilament-assoziierten Proteine
Die Keratinfilamente (Pfeil) ordnen sich überwiegend in der Längsrichtung der Zelle an. Die Bündel werden durch spongiöse Hohlräume (Stern) voneinander separiert. Zwischen den Keratinfilamenten sind perlschnurartig angeordnete Intermediärfilament-assoziierte Proteine (Pfeilkopf) hoher Elektronendichte erkennbar.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation

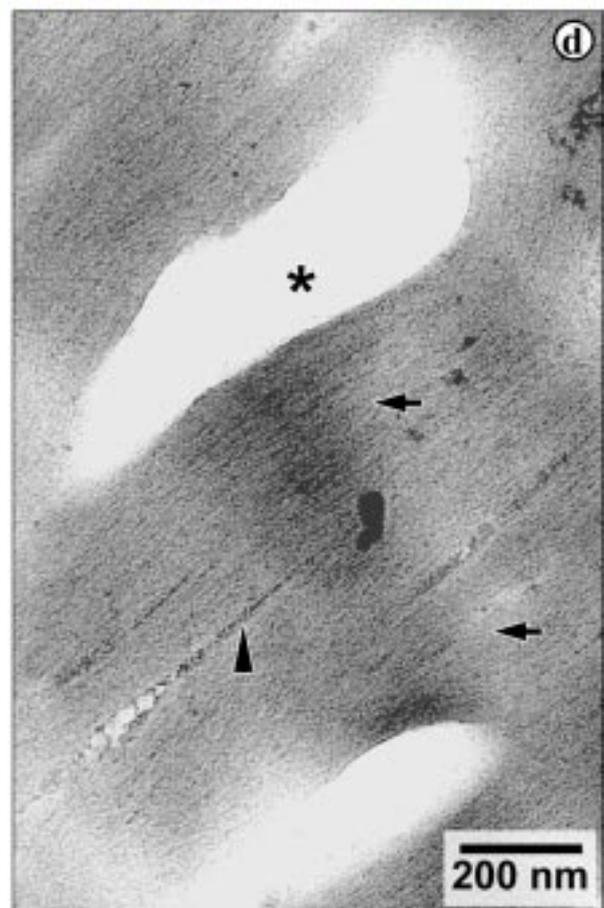
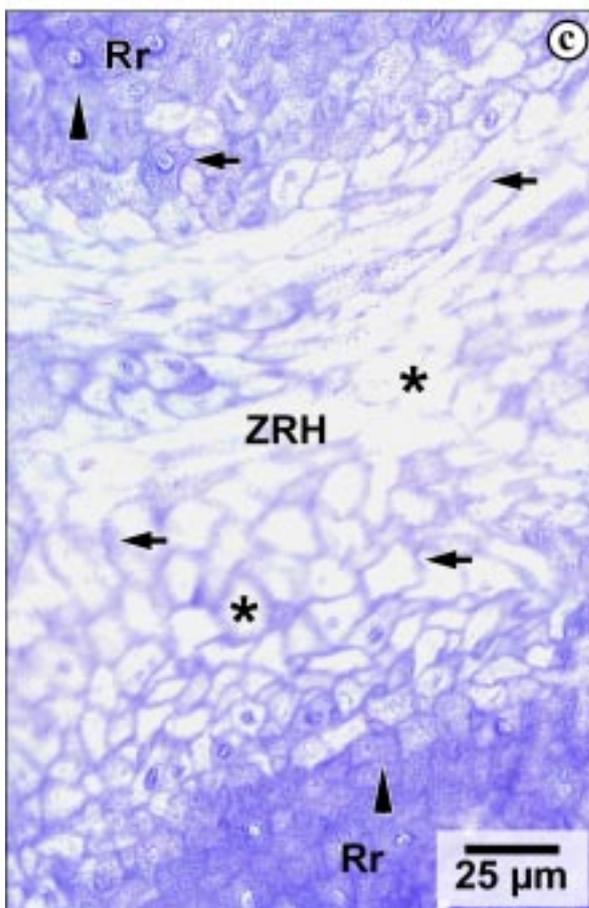
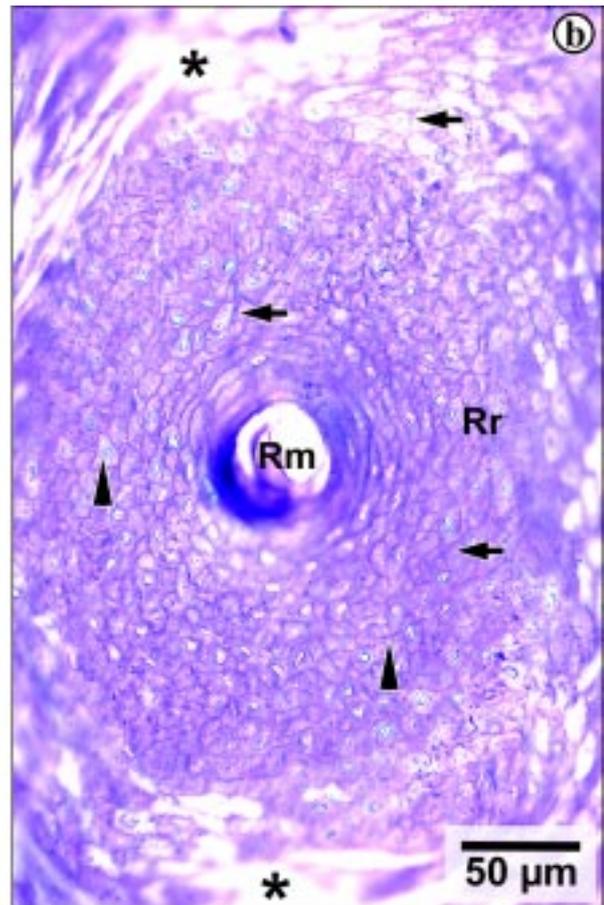
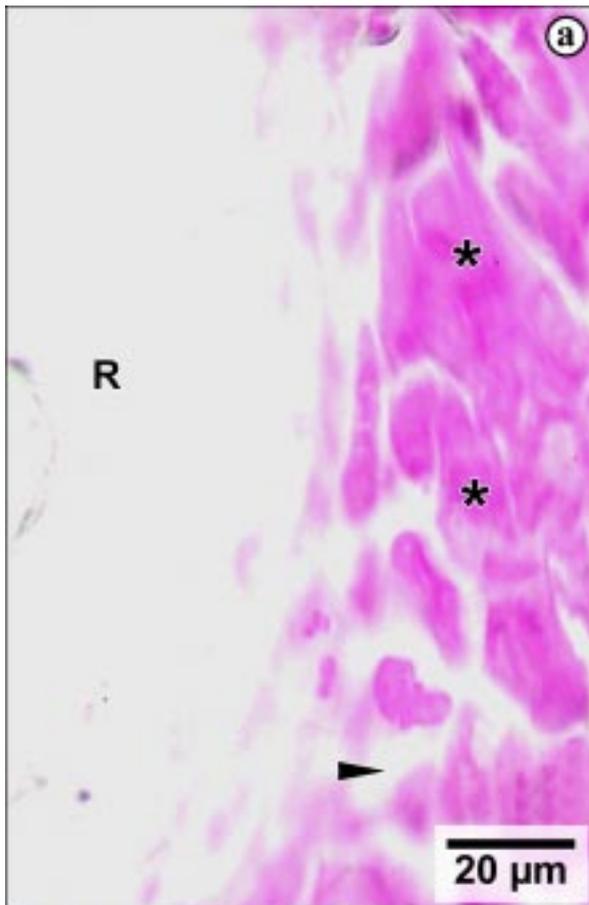


Abbildung 8

Interzelluläre Faktoren der Hornqualität des inneren Kronhorns

- Abb. 8a: Kohlenhydratanteil des Interzellularkitts und des Zellinneren
In der Röhrenrinde (Rr) sowie im Zwischenröhrenhorn (ZRH) können im Gegensatz zu den Zellen des Röhrenmarks (Rm) im Zellinneren keine Kohlenhydrate nachgewiesen werden, während sich die Zellgrenzen (Pfeil) auch nach Diastaseeinwirkung deutlich darstellen. Im Zwischenröhrenhorn sind häufiger als in der Röhrenrinde Abschnitte des Interzellularspalt erkennbar, die sich nur schwach anfärben (Pfeilkopf).
LM-Präparat, PAS-Färbung nach Diastaseinkubation
- Abb. 8b: Lipidgehalt des Interzellularkitts und des Zellinneren
Bei den Zellen des Zwischenröhrenhorns (ZRH) wird ebenso wie bei den äußeren (äZ) und inneren (iZ) Rindenzellen lediglich der Interzellularspalt (Pfeil) angefärbt. Bei einigen Zwischenröhrenhornzellen ist hierbei nur eine undeutliche Anfärbung (Pfeilkopf) der Kittsubstanz erkennbar. Die Zellen des Röhrenmarks (Rm) lassen dagegen auch eine Anfärbung des Zellinneren erkennen der Interzellularspalt lässt sich nicht abgrenzen.
LM-Präparat, Sudanschwarz B-Färbung
- Abb. 8c: Interzellularspalt beim "Winterhorn"
Bei Hornproben, die vermutlich in den Wintermonaten gebildet wurden, ist der Interzellularspalt (Pfeil) an den meisten Stellen gleichmäßig eng und vollständig mit Kittsubstanz angefüllt. Er besitzt eine Weite von etwa 40 nm.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 8d: Interzellularspalt beim "Sommerhorn"
Bei Hornproben, deren Bildungszeitpunkt wahrscheinlich in den Sommermonaten liegt, weist der gleichmäßig enge Interzellularspalt (Pfeil) an vielen Stellen blasenförmige Erweiterungen (Stern) auf, die nur randständig oder nicht mit Kittsubstanz angefüllt sind.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation

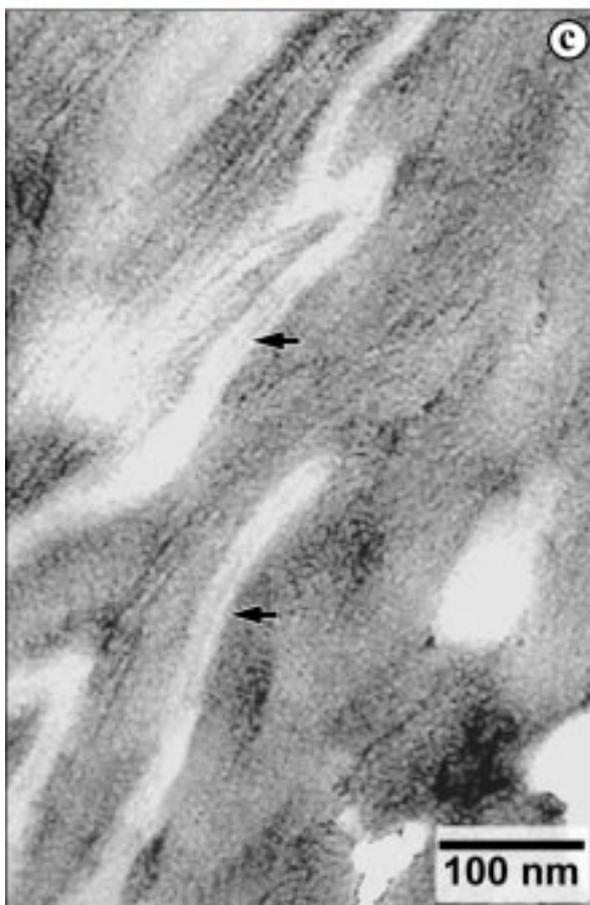
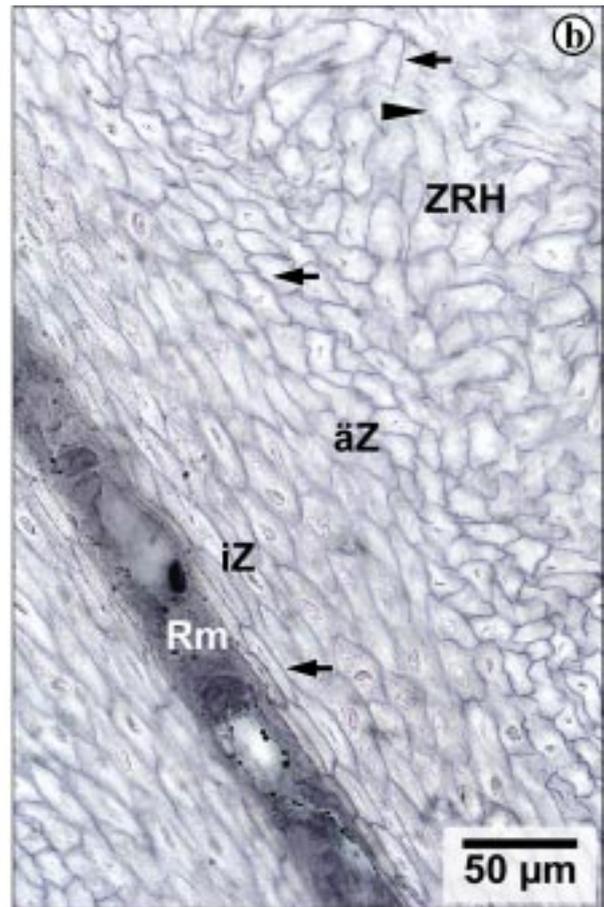
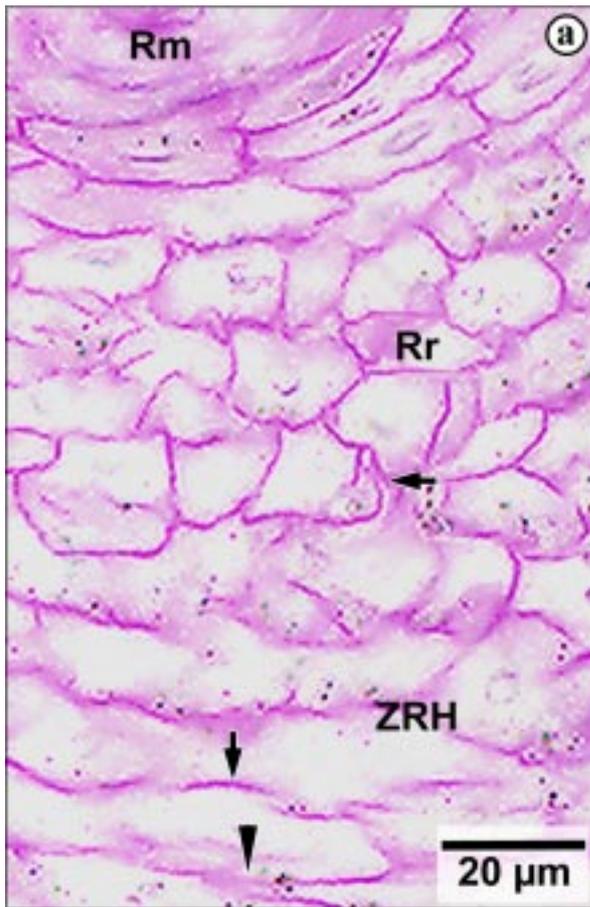


Abbildung 9

Die Lederhaut des mittleren und äußeren Kronhorns

- Abb. 9a: Längsschnitt durch eine Lederhautpapille
Die Lederhautpapillen (P) des mittleren und äußeren Kronhorns knicken oberhalb der Basis etwas ab und verjüngen sich zur spitz zulaufenden Spitze hin. Sie werden von unverhornter Epidermis (E) umgeben. Im unteren Drittel sind flache Mikroleisten (Pfeil) auf der Papillenoberfläche erkennbar.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb. 9b: Querschnitt durch eine Lederhautpapille
Die Lederhautpapille (P) weist einen ovalen Querschnitt auf. Ihre Oberfläche ist relativ glatt, sie weist nur flache Einziehungen (Pfeil) auf, in die die Fortsätze der Zellen des Stratum basale (Sb) ragen.
LM-Präparat, HE-Färbung
- Abb.9c: Übersicht über die Lederhautpapillen
Die Lederhautpapillen (Stern) besitzen einen abgeflachten Querschnitt und verjüngen sich deutlich zur Spitze hin. Kurz oberhalb ihres Ursprungs knicken sie leicht in Richtung Tragrand ab. Interpapillär sind einige kurze Nebenpapillen (Pfeilkopf) erkennbar.
SEM-Präparat
- Abb. 9d: Papillenausschnitt im unteren Drittel
Im unteren Drittel besitzen die Lederhautpapillen flache in Längsrichtung verlaufende Mikroleisten (Pfeilkopf), zwischen denen eine schwache Kanellierung (Pfeil) erkennbar ist.
SEM-Präparat
- Abb. 9e: Äußerste Lederhautpapillen
Die äußersten Kronhornpapillen (Stern), die an die Saumhornlederhaut angrenzen, sind sehr stark abgeflacht. Es ist weder eine Kanellierung noch eine Ausbildung von Mikroleisten erkennbar.
SEM-Präparat
- Abb. 9f: Interpapilläre Oberfläche
Zwischen den Papillen befinden sich leistenartige Erhebungen (Stern), deren freier Rand gezackt ist.
SEM-Präparat

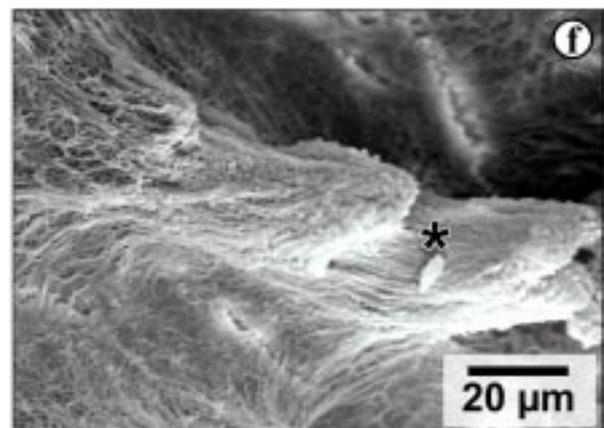
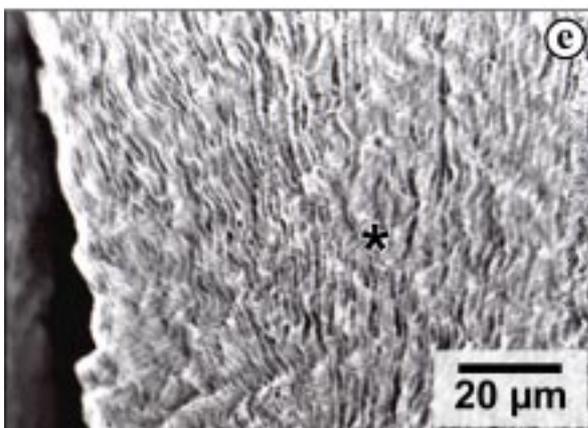
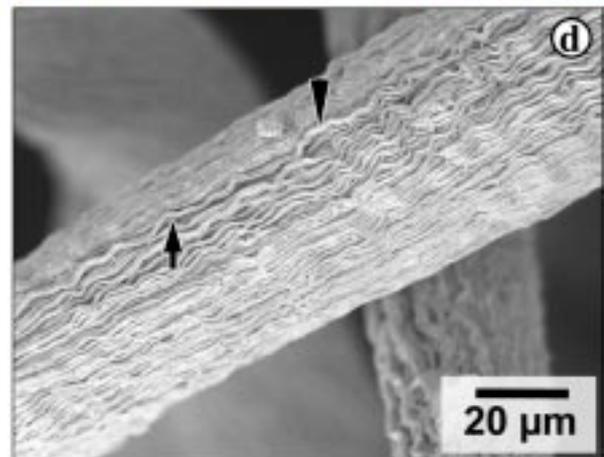
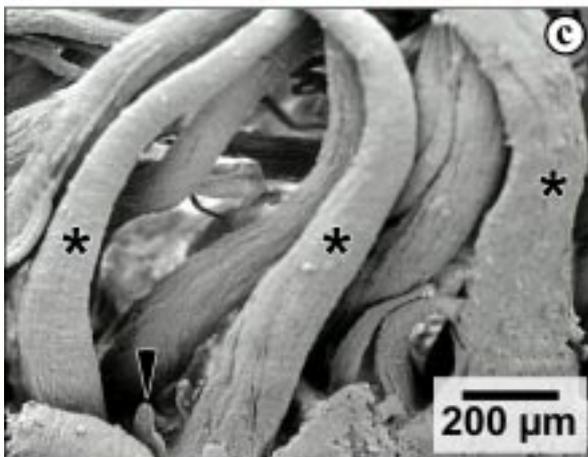
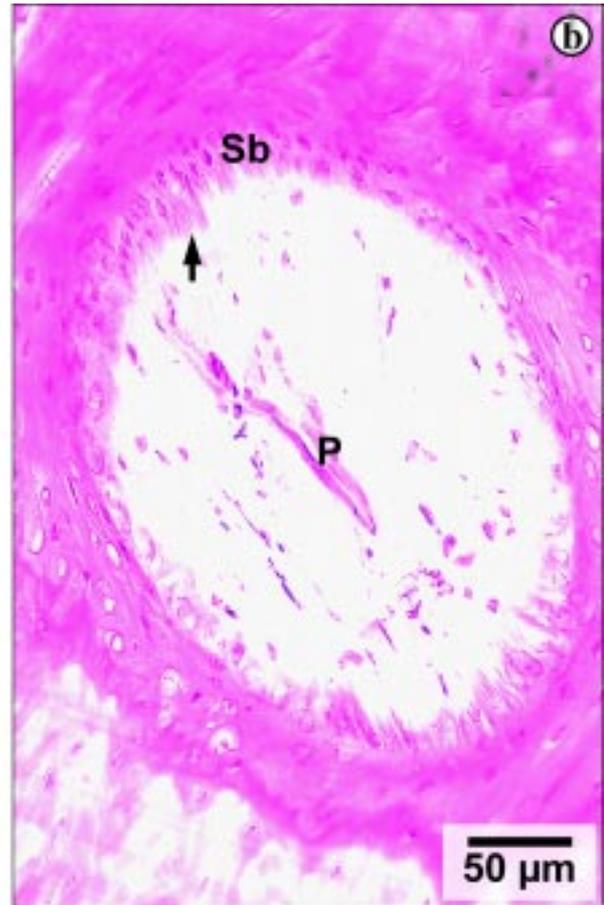
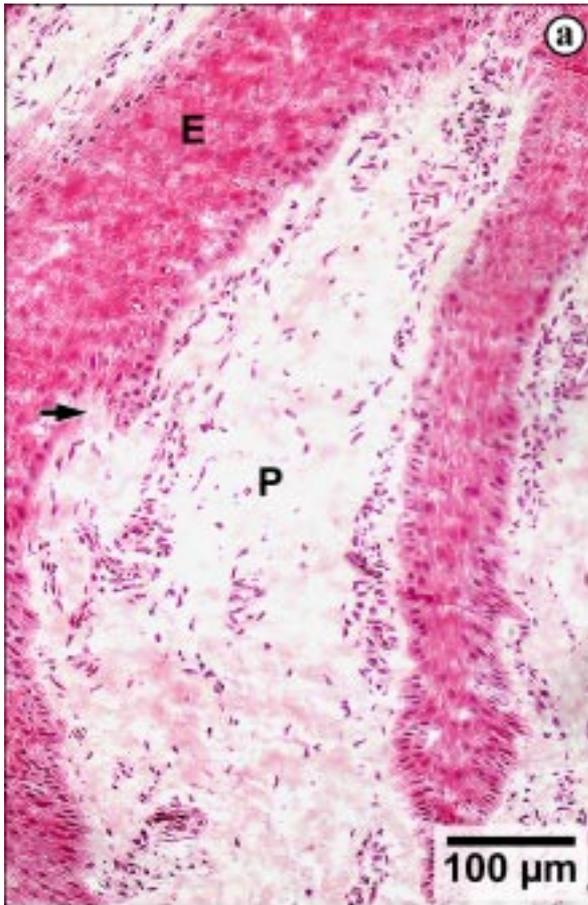


Abbildung 10

Die lebende Epidermis des mittleren und äußeren Kronhorns

Abb. 10a: Basale Epidermisoberfläche

Die mittleren und äußeren Kronhornröhrchen besitzen eine ovale Form und sind durch schmale Epidermisleisten (Stern) voneinander getrennt. Als Gegenstück zu den Mikroleisten und Kanellierungen der Papillenoberfläche sind auch auf der basalen Oberfläche der Hornröhrchen flache Erhebungen (Pfeil) und Einziehungen (Pfeilkopf) erkennbar.

SEM-Präparat

Abb. 10b: Basale Epidermisoberfläche der Kronhornröhrchen kurz unterhalb der äußeren Hufoberfläche

Die basale Epidermisoberfläche der Röhrchen kurz unterhalb der äußeren Hufoberfläche zeigt ovale Röhrchen (Stern), deren basale Oberfläche nur undeutliche Erhebungen und Einziehungen zeigt. Sie sind durch schmale Epidermisleisten (Pfeilkopf) voneinander getrennt.

SEM-Präparat

Abb. 10c: Peri- und interpapilläre Spinosazellen

Die unteren Zellen des Stratum spinosum (Ss) ordnen sich senkrecht zu den Zellen des Stratum basale (Sb) an. Sie besitzen annähernd die gleiche Größe wie letztere. Sie weisen einen polygonalen Kern (K) auf, um den eine filament- und organellenfreie Zone (Pfeilkopf) erkennbar ist. Auch die mittleren Spinosazellen sind parallel zur Papille (P) angeordnet. Sie besitzen die 3- bis 4-fache Größe der unteren Stachelzellen, eine längliche bis spindelförmige Form und einen weiten Interzellularspalt (Pfeil).

LM-Präparat, HE-Färbung

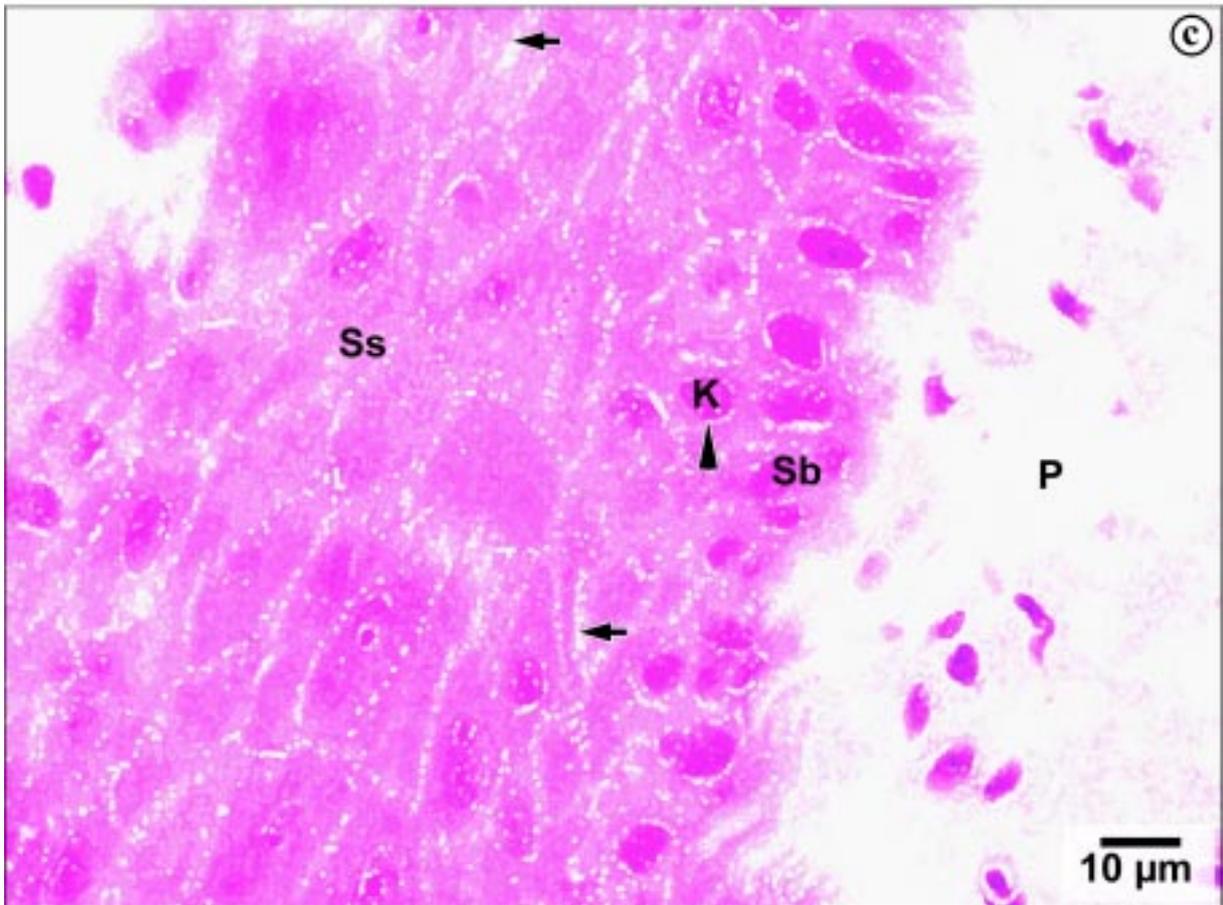
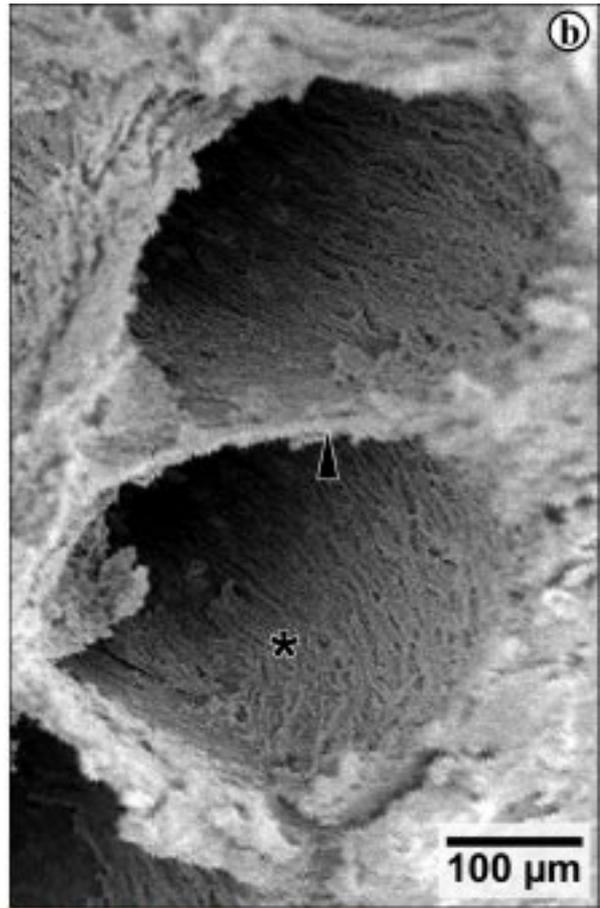
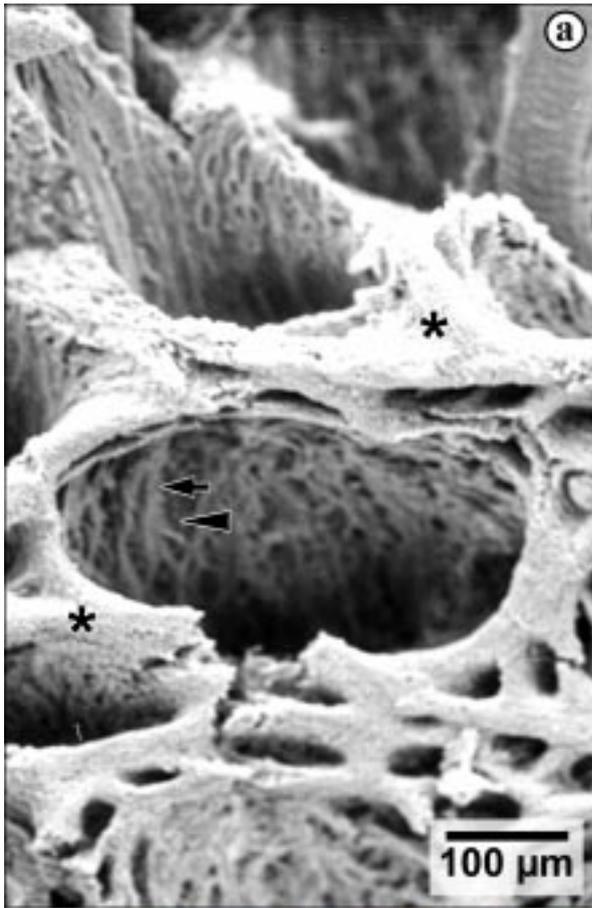


Abbildung 11

Die Architektur der mittleren Kronhornröhrchen

- Abb. 11a: Querschnitt durch ein Hornröhrchen
Die ovalen Hornröhrchen sind von meist länglichen Zwischenröhrchenhornzellen (ZRH) umgeben. Die Zellen der Hornröhrchenrinde (Rr) weisen eine ähnliche Form auf, sind jedoch schmaler. Das Röhrchenmark (Rm) ist häufig nur randständig mit Markzellresten gefüllt.
LM-Präparat, PAS-Färbung
- Abb. 11b: Längsschnitt durch ein Hornröhrchen
Die Zellen der Röhrchenrinde (Rr), die direkt an das Röhrchenmark (Rm) angrenzen, sind sehr schmal und laufen überwiegend spitz aus, während die äußeren Rindenzellen etwas breiter sind und häufig stumpf auslaufen. Nur vereinzelt ist ein strichförmiger Kernrest (Pfeilkopf) erkennbar. Die Zellen des Zwischenröhrchenhorns (ZRH) verlaufen parallel zur Röhrchenlängsachse und sind ebenfalls überwiegend länglich, aber breiter und kürzer als die Rindenzellen.
LM-Präparat, Sudanschwarz B-Färbung
- Abb. 11c: Übersicht über die mittleren Hornröhrchen
Die ovalen Hornröhrchen sind rasterelektronenmikroskopisch nur undeutlich von dem sie umgebenden Zwischenröhrchenhorn (ZRH) abzugrenzen. Die Hornröhrchenrinde (Rr) umgibt einen leicht ovalen Markraum (Rm).
SEM-Präparat
- Abb. 11d: Hornröhrchenmark
An der mittleren Probenentnahmestelle befinden sich viele Hornröhrchen, der Röhrchenmarkraum (Rm) nur randständig mit rissigen Markzellen (Pfeilkopf) oder Markzellresten gefüllt sind.
SEM-Präparat

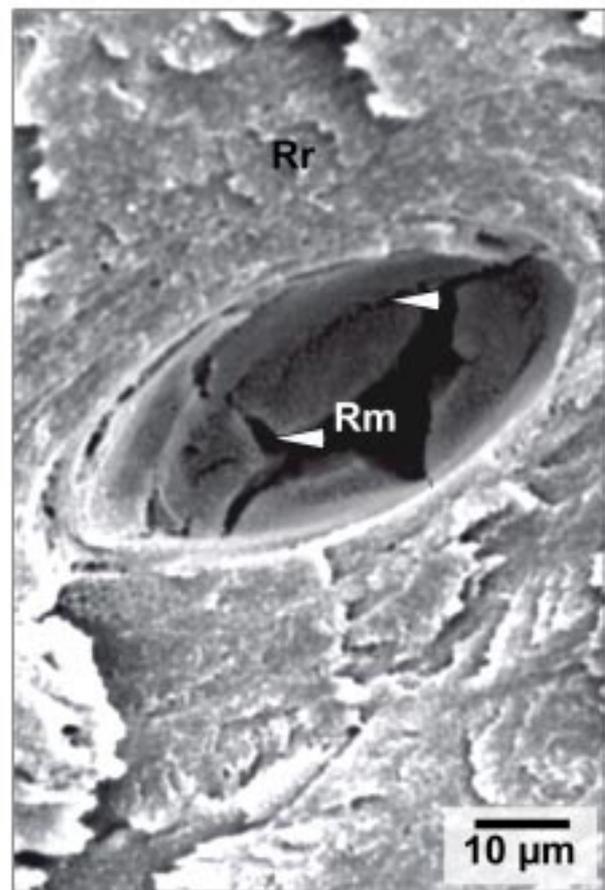
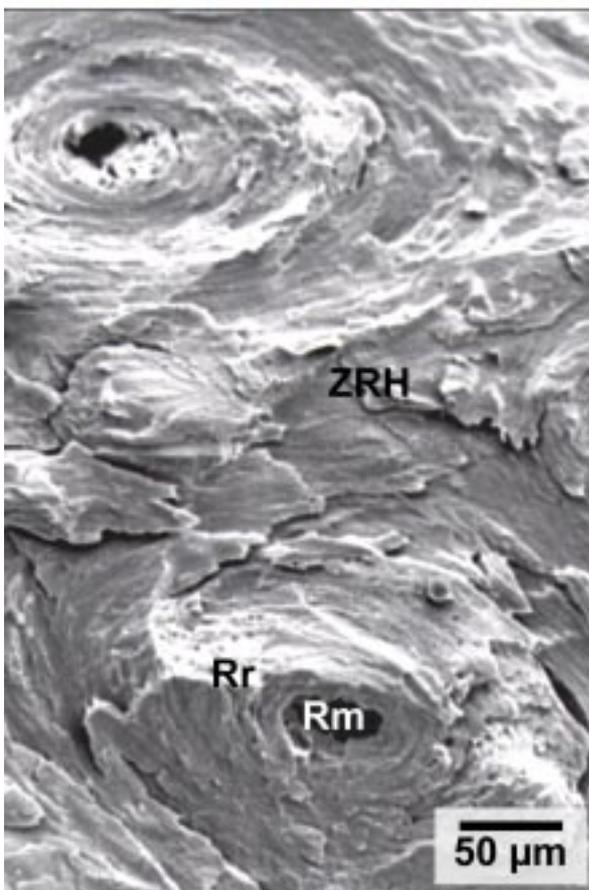
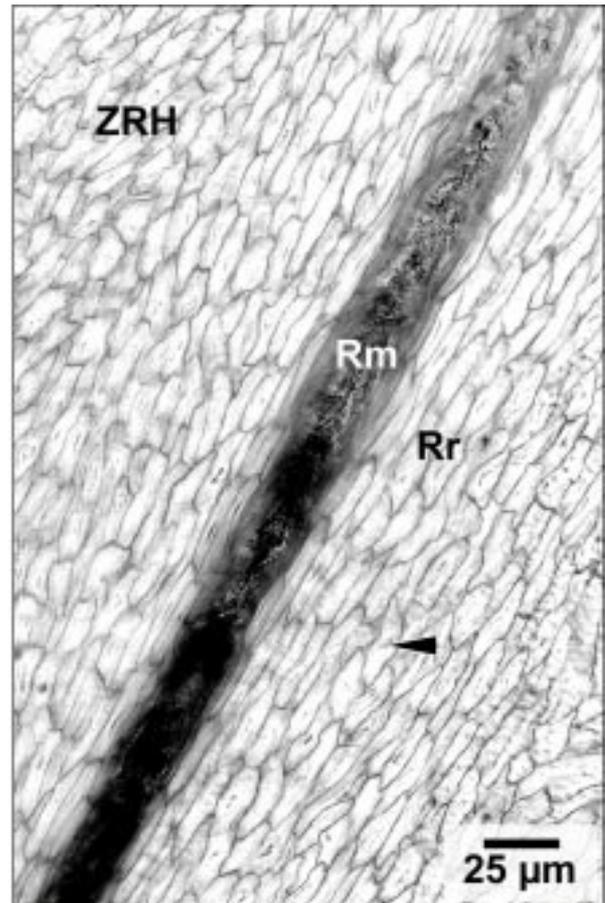
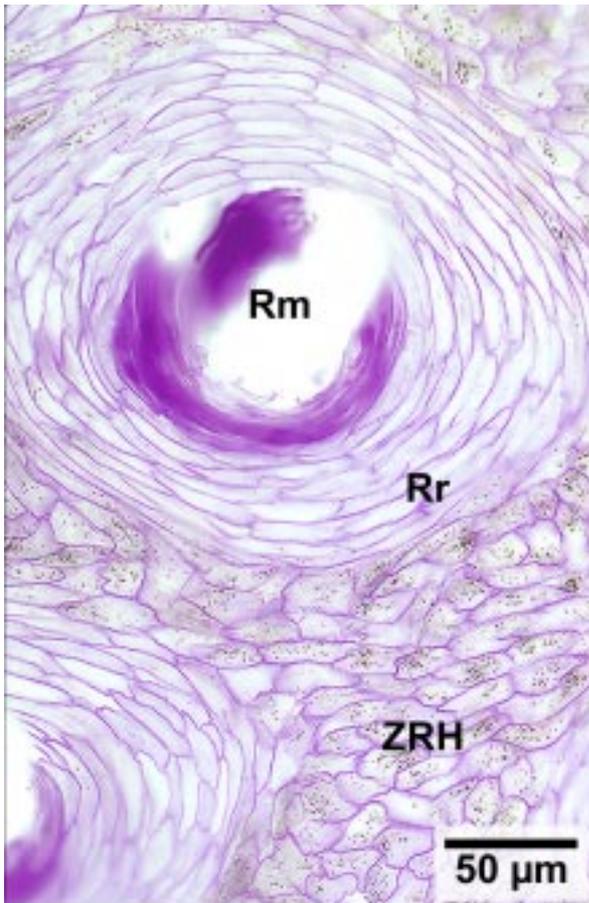


Abbildung 12

Die Architektur der äußeren Kronhornröhrchen

- Abb. 12a: Querschnitt durch die äußeren Hornröhrchen
Die äußeren Hornröhrchen sind stark oberflächenparallel abgeplattet. Die schmale ovale Röhrchenrinde (Rr) umgibt einen ebenfalls ovalen und auch an der distalen Probenentnahmestelle meist vollständig gefüllten Markraum (Rm). Die Hornröhrchen lassen sich meist gut von dem sie umgebenden Zwischenröhrchenhorn (ZRH) abgrenzen. In diesem befinden sich häufig Melaningranula (Pfeilkopf).
LM-Präparat, PAS-Färbung
- Abb. 12b: Übersicht über die äußeren Hornröhrchen
Rasterelektronenmikroskopisch lässt sich die Röhrchenrinde (Rr) nur undeutlich von den Zellen des Zwischenröhrchenhorns (ZRH) abgrenzen. Das Röhrchenmark (Rm) ist meist mit intakten Markzellen, selten mit Markzellresten gefüllt.
SEM-Präparat
- Abb. 12c: Hornröhrchenmark an der proximalen und mittleren Probenentnahmestelle
Die Zellen der Röhrchenrinde (Rr) umgeben einen ovalen Markraum (Rm), in dem sich an der proximalen und mittleren Probenentnahmestelle meist intakte, abgeplattete, polygonale Markzellen befinden, die sich schräg oder quer im Röhrchenmarkraum anordnen.
SEM-Präparat
- Abb. 12d: Hornröhrchenmark an der distalen Probenentnahmestelle
Kurz oberhalb des Tragrandes befinden sich häufig rissige Zellen (Pfeilkopf) im Röhrchenmark (Rm), die den Markraum meist vollständig ausfüllen.
SEM-Präparat

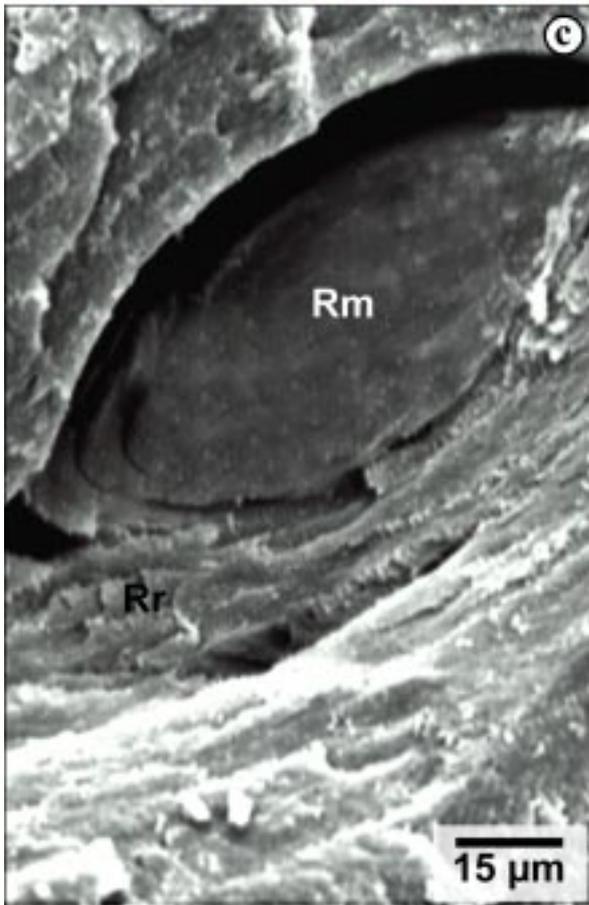
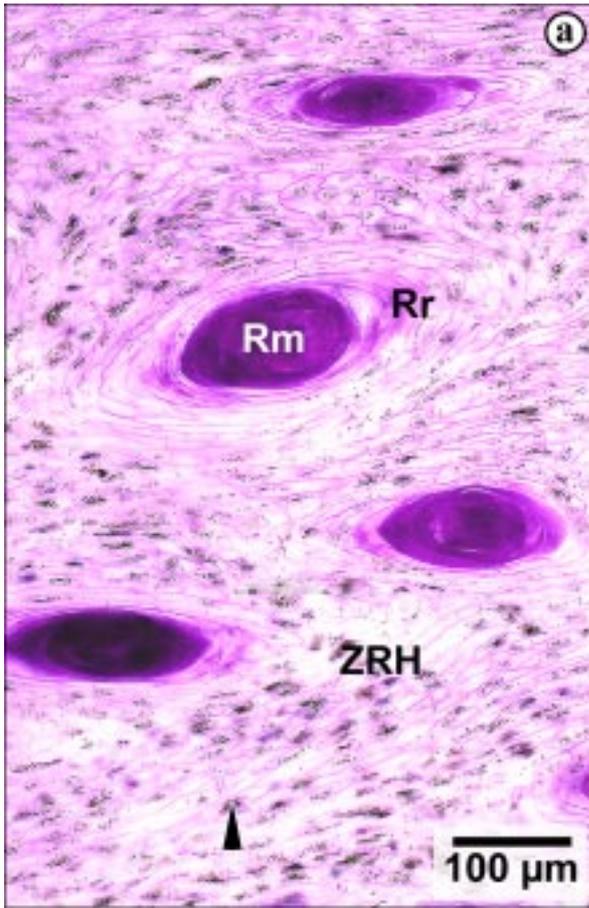


Abbildung 13

Die Ultrastruktur der mittleren und äußeren Kronhornröhrchen

- Abb. 13a: Übersicht über ein Hornröhrchen
Die inneren Rindenzellen (iZ), die an das Röhrchenmark (Rm) grenzen, sind schmaler als die äußeren Rindenzellen (äZ) und besitzen ein spindelförmiges Aussehen. An der Zelllängsseite befindet sich ein Interzellularspalt (Pfeil), der häufig gerade Abschnitte aufweist. Dagegen lässt der Interzellularspalt der äußeren Rindenzellen (Pfeilkopf) einen mäanderförmigen Verlauf erkennen. Alle Rindenzellen besitzen eine relativ solide Struktur.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 13b: Ausschnitt aus einer inneren Röhrchenrindenzelle
Die an den Röhrchenmarkraum angrenzenden Zellen lassen meist nur an den Stirnseiten einen deutlich gewundenen Interzellularspalt (Pfeilkopf) erkennen, während die Zelllängsseiten (Pfeil) lange gerade Abschnitte besitzen. In der Nähe des Interzellularspaltes befinden sich stark elektronendichte längliche Strukturen (Stern).
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 13c: Desmosomenreste
Besonders in den gewundenen Abschnitten des Interzellularspaltes befinden sich Desmosomenreste, die eine deutliche elektronendichte Mittellinie (Pfeilkopf) und stark elektronendichte Haftplatten (Pfeil) besitzen.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 13d: Gap Junction
Vereinzelt lassen sich in den Röhrchenrinden- und Zwischenröhrchenhornzellen Gap Junctions (Pfeil) erkennen. Diese befinden sich wiederum überwiegend in den stark gewundenen Abschnitten des Interzellularspaltes (Pfeilkopf).
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb.13e: Markzelle
Die Markzellen weisen zahlreiche Hohlräume (H) auf, die die Keratinfilamentbündel (Pfeilkopf) weit auseinander drücken. Der Interzellularspalt verläuft über weite Abschnitte relativ gerade (Pfeil) und besitzt großblasige Erweiterungen (Stern), die der Interzellularkitt nicht vollständig ausfüllt.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 13f: Interzellularspalt der Markzelle
Im Interzellularspalt sind vereinzelt Desmosomenreste erkennbar, die eine stark elektronendichte interzelluläre Mittellinie und stark elektronendichte Haftplatten aufweisen (Pfeilkopf).
TEM-Präparat, Osmium-Fixation

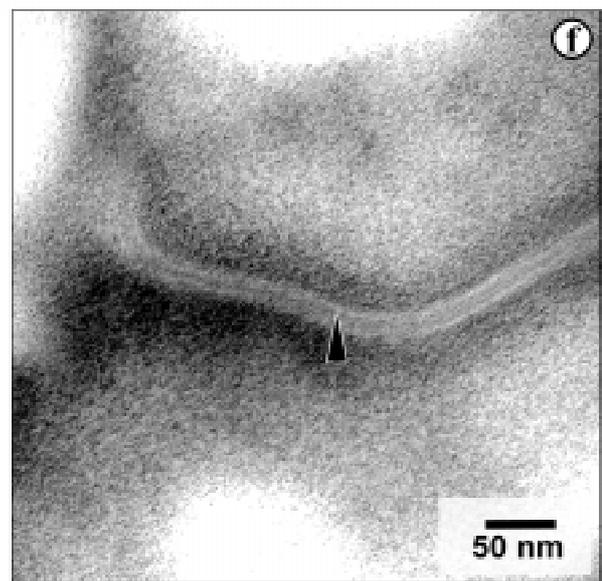
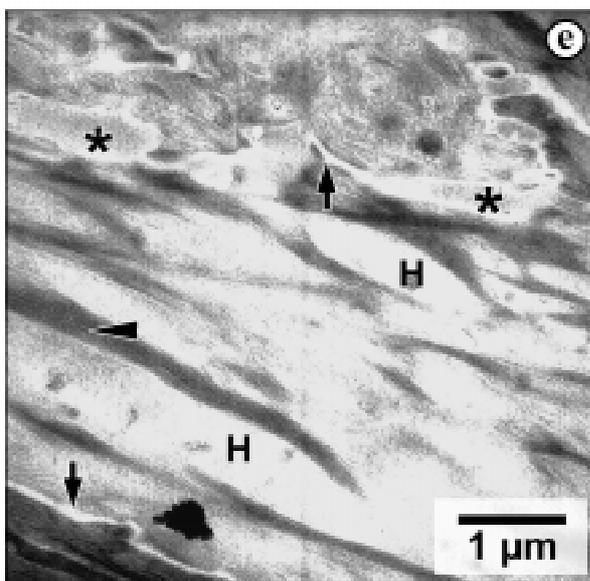
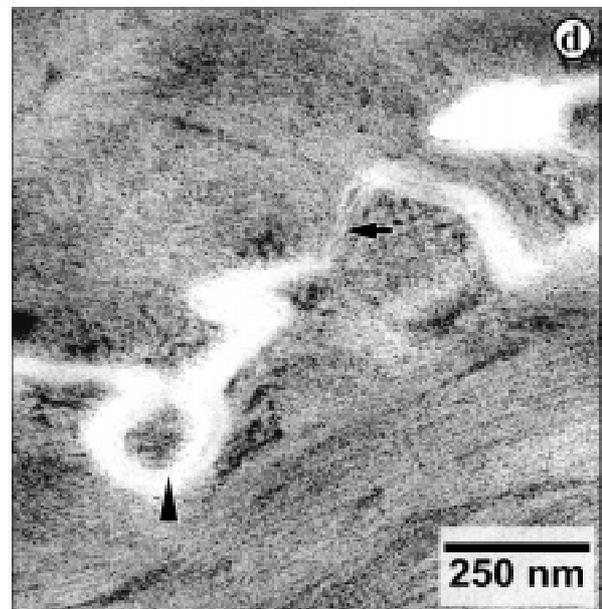
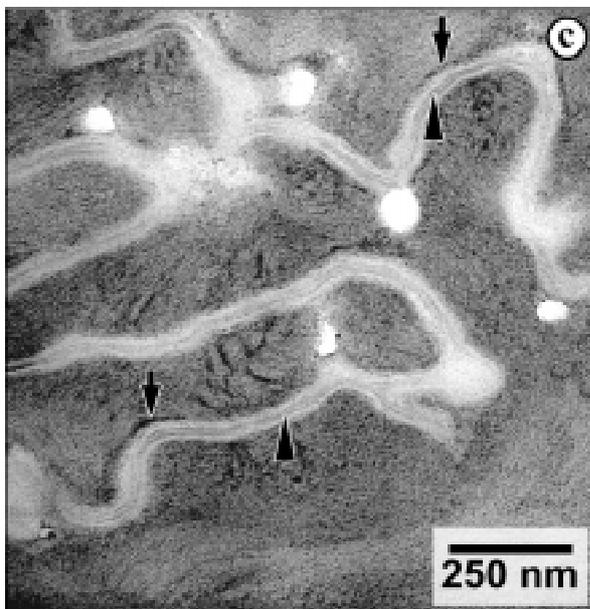
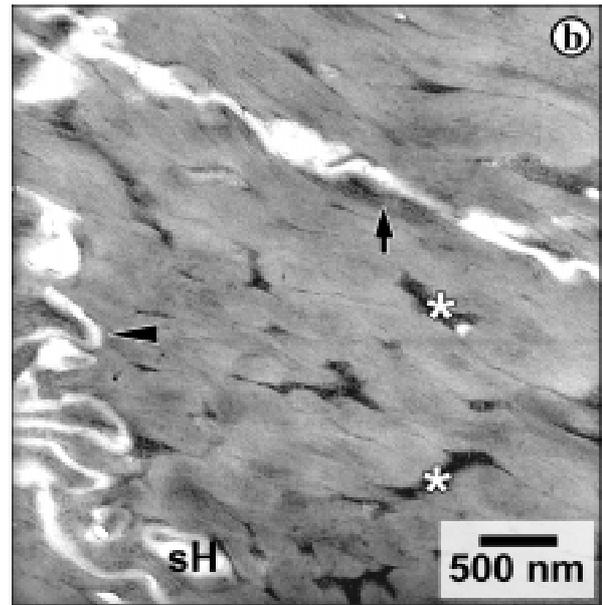
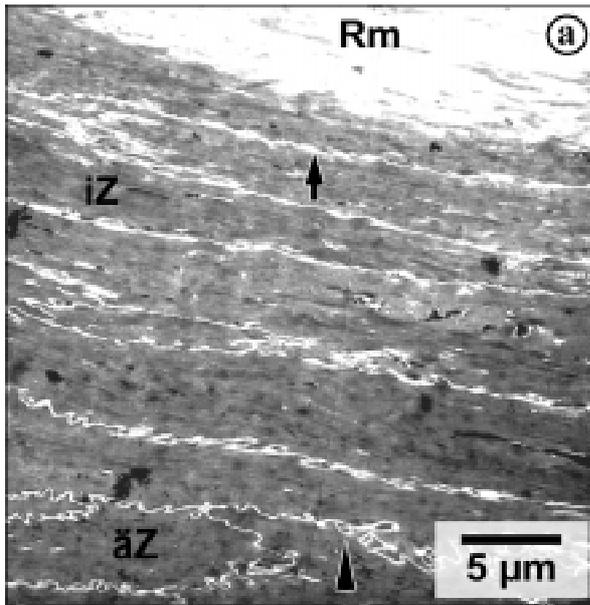


Abbildung 14

Intrazelluläre Faktoren der Hornqualität des mittleren und äußeren Kronhorns

- Abb. 14a: Sulfhydrylgruppen im Stratum spinosum und Stratum corneum
Während im Stratum spinosum (Ss) die gesamte Zelle eine stark bis sehr stark positive Reaktion aufweist, stellt sich das Zellinnere im Stratum corneum (Sc) meist farblos dar, lediglich die Zellgrenzen (Pfeil) zeigen einen stark bis sehr stark positiven Gehalt an Sulfhydrylgruppen. Bei einigen verhornten Epidermiszellen wird jedoch das gesamte Cytoplasma (Pfeilkopf) mittelgradig bis stark positiv angefärbt.
LM-Präparat, Sulfhydrylgruppennachweis
- Abb. 14b: Anfärbung der Keratine in den äußeren Kronhornröhrchen
Die im Querschnitt spindelförmigen Zellen der Röhrchenrinde (Rr) werden bei der Keratindarstellung vollständig angefärbt, bei einigen Zellen bleibt nur die Kernregion farblos (Pfeil). Bei den ebenfalls vollständig angefärbten Zellen des Zwischenröhrchenhorns (ZRH) ist kein Interzellularspalt abzugrenzen. Das Röhrchenmark (Rm) wird nur randständig schwach angefärbt.
LM-Präparat, Rhodamin B-Färbung
- Abb. 14c: Disulfidgruppen in den mittleren Kronhornröhrchen
Bei den mittleren Kronhornröhrchen stellen sich die Rindenzellen (Rr) der inneren Röhrchenhälfte stark positiv (Stern) dar, lediglich die Zellkerne (Pfeilkopf) sind farblos. Das Cytoplasma der äußeren Zellen sowie der Zellen des Zwischenröhrchenhorns (ZRH) zeigt häufig eine negative Reaktion. Die Zellgrenzen (Pfeil) im Röhrchen- sowie im Zwischenröhrchenhorn reagieren stark bis sehr stark positiv. Das Röhrchenmark (Rm) zeigt eine mittelgradig positive Reaktion.
LM-Präparat, Disulfidgruppennachweis
- Abb. 14d: Disulfidgruppen in den äußeren Kronhornröhrchen
Die Zellen der Röhrchenrinde (Rr) und des Zwischenröhrchenhorns (ZRH) weisen eine stark bis sehr stark positive Reaktion der Zellgrenzen auf (Pfeil), das Zellinnere ist häufig farblos. Lediglich die inneren Rindenzellen, die an das Röhrchenmark (Rm) angrenzen, zeigen eine stark bis sehr stark positive Reaktion des Zellinneren.
LM-Präparat, Disulfidgruppennachweis

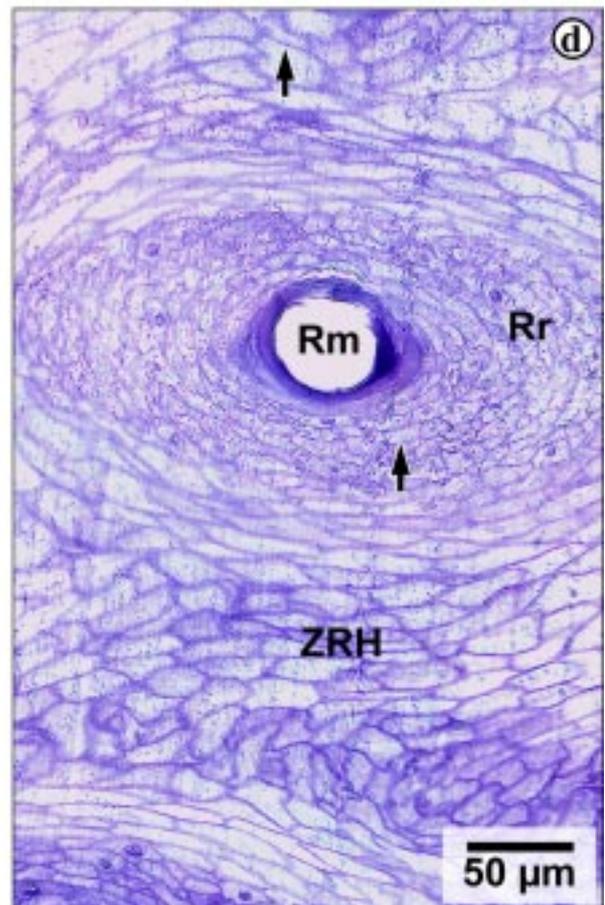
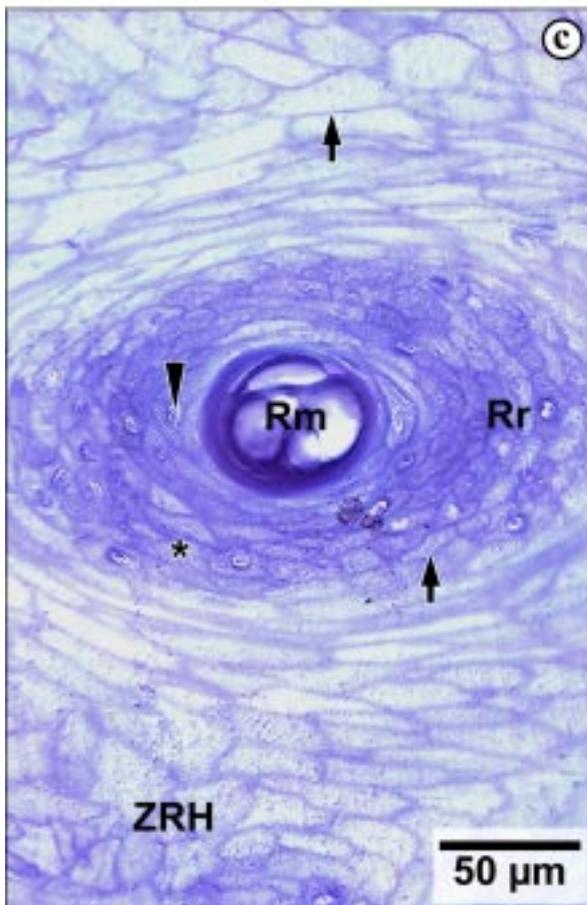
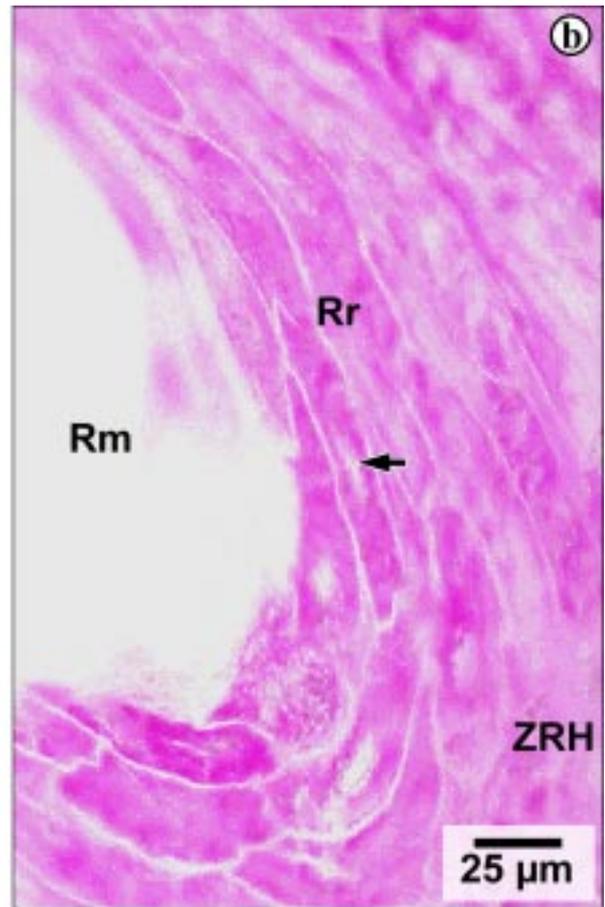
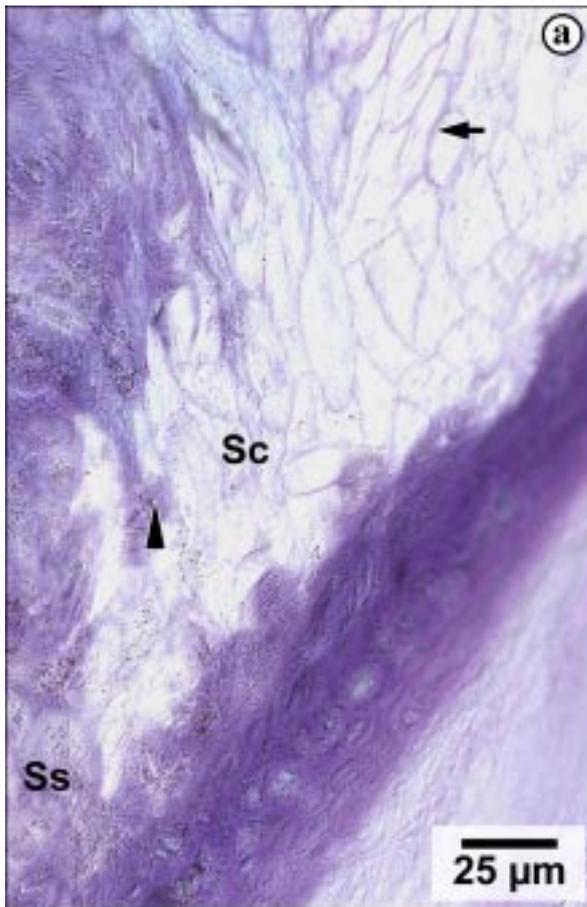


Abbildung 15

Interzelluläre Faktoren der Hornqualität des mittleren und äußeren Kronhorns

- Abb. 15a: Kohlenhydratanteil des Interzellularkitts
Der Interzellularspalt (Pfeil) der Röhrenrinde (Rr) und des Zwischenröhrenhorns (ZRH) zeigt einen deutlichen Gehalt an Kohlenhydraten, das Cytoplasma (Pfeilkopf) stellt sich negativ dar. Im Röhrenmark (Rm) lassen sich die Zellen nicht voneinander abgrenzen, sie stellen sich homogen positiv dar.
LM-Präparat, PAS-Färbung
- Abb. 15b: Lipidgehalt des Interzellularkitts
Der Interzellularkitt färbt sich beim Lipidnachweis deutlich positiv, hierbei ist eine feine Körnung (Pfeil) erkennbar. Das Zellinnere bleibt farblos.
LM-Präparat, Sudanschwarz B-Färbung
- Abb. 15c: Interzellularspalt des "Winterhorns"
Der Interzellularspalt bei Hornproben, die vermutlich in den Wintermonaten gebildet wurden, besitzt eine Weite von etwa 40 nm. Er ist gleichmäßig eng und vollständig mit Kittsubstanz gefüllt (Pfeilkopf). An einigen Stellen sind Gap Junctions (Pfeil) erkennbar.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation
- Abb. 15d: Interzellularspalt des "Sommerhorns"
Bei Hornproben, deren Bildungszeitpunkt wahrscheinlich in den Sommermonaten liegt, sind neben gleichmäßig engen Abschnitten (Pfeilkopf) mit einer vollständigen Füllung mit Kittsubstanz auch blasige Erweiterungen (Stern) erkennbar, die teilweise Füllungsdefizite aufweisen. Stellenweise lassen sich Gap Junctions (Pfeil) nachweisen.
TEM-Präparat, Osmium-Fixation

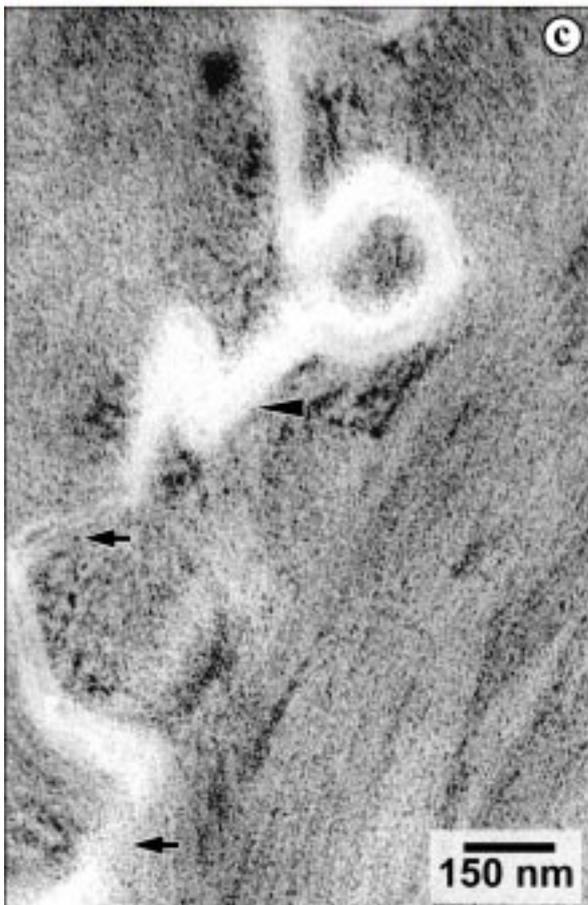
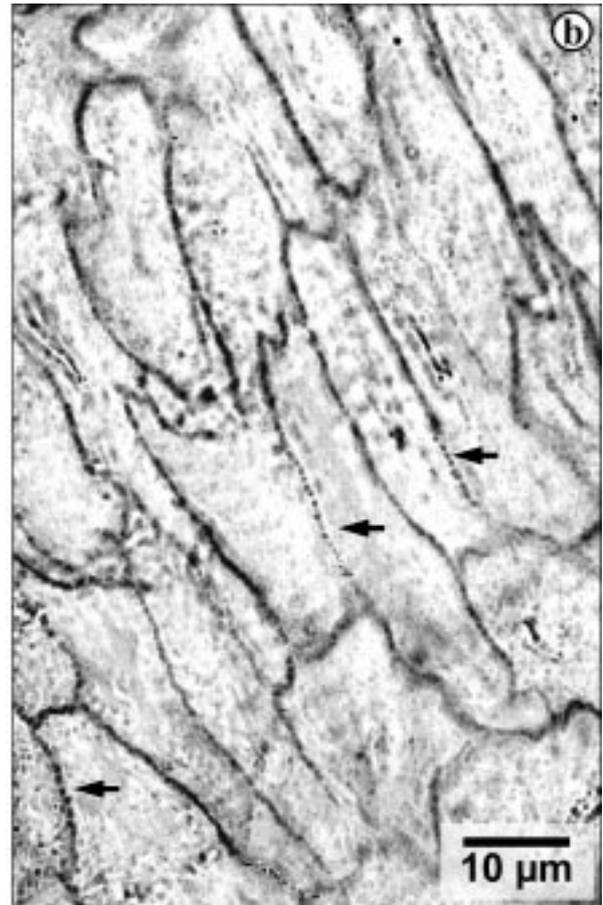
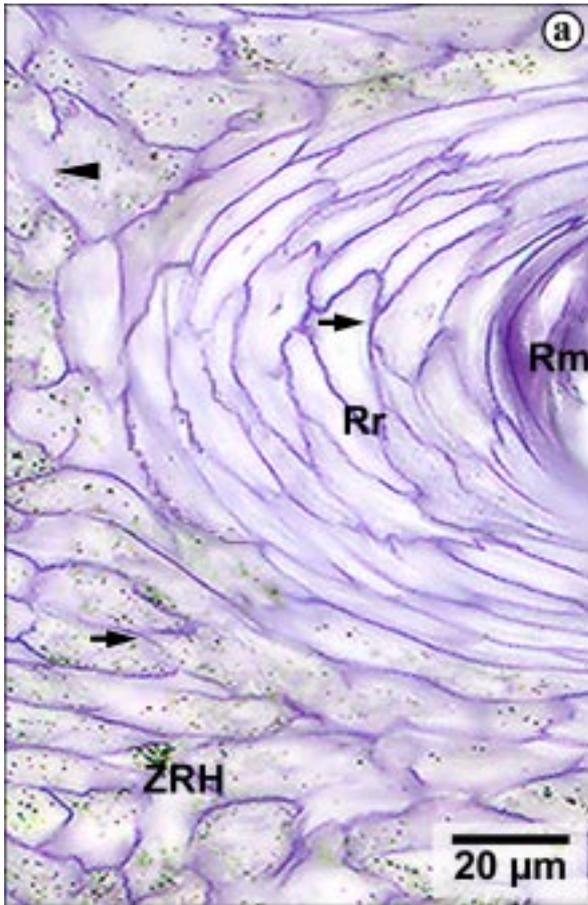


Abbildung 16

Darstellung der elektrophoretischen Banden der inneren, mittleren und äußeren Kronhornröhrchen

- Abb. 16a: Keratinbanden im inneren, mittleren und äußeren Kronhorn
Im inneren, mittleren und äußeren Kronhorn befinden sich elektrophoretische Banden in einem Gewichtsbereich von 39,5-68 kDa. Diese weisen eine unterschiedliche Färbeintensität auf und sind teilweise nur bei sehr schwacher Verdünnung undeutlich erkennbar. Während sich das mittlere Kronhorn elektrophoretisch nicht vom äußeren abgrenzen lässt, sind im Vergleich zum inneren Kronhorn Unterschiede erkennbar.
SDS-Polyacrylamidgelelektrophorese mit anschließendem Silver-Staining
- Abb. 16b: Darstellung der Elektrophoresebanden mit einem Molekulargewicht zwischen 13 und 27 kDa
Die Elektrophoresebanden im Gewichtsbereich von 10,5-27 kDa unterscheiden sich hinsichtlich ihres Auftretens und ihrer Intensität nicht im inneren, mittleren und äußeren Kronhorn.
SDS-Polyacrylamidgelelektrophorese mit anschließender Coomassie-Färbung

