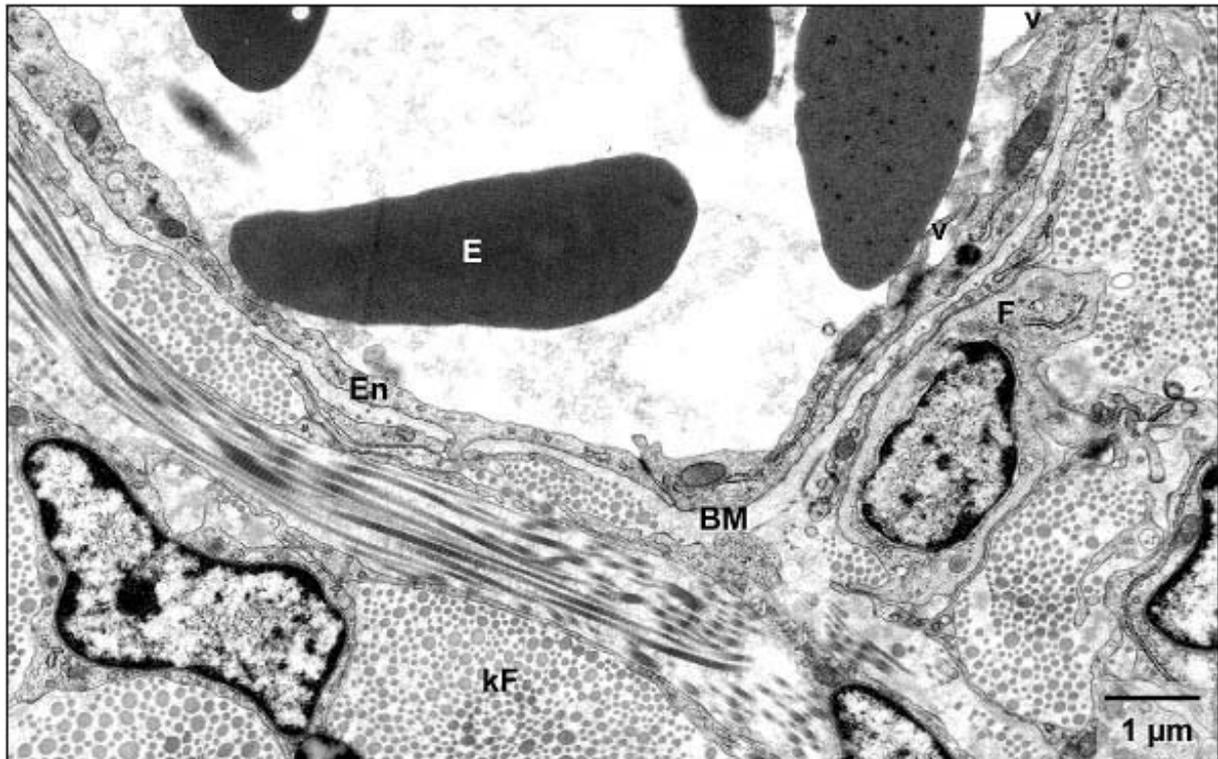


Die Dura mater wird von Gefäßen durchzogen, wobei Venen häufiger als Arterien anzutreffen sind. Die Gefäße sind mit einem flachen, kontinuierlichen Endothel ausgekleidet, das einer kontinuierlichen Basalmembran aufliegt. Das Gefäßendothel enthält in großer Anzahl Intermediärfilamente vom Vimentin-Typ. An der luminalen Oberfläche sind einzelne Mikrovilli ausgebildet. In der Nähe der Gefäße sind häufig kleine, marklose Nervenfasern zu identifizieren, die sich bei den arteriellen Gefäßen in der Tunica adventitia, bei den Venen jedoch direkt unter der Basalmembran befinden. Ihre bulboiden Auftreibungen enthalten zahlreiche *small dense core vesicles*.

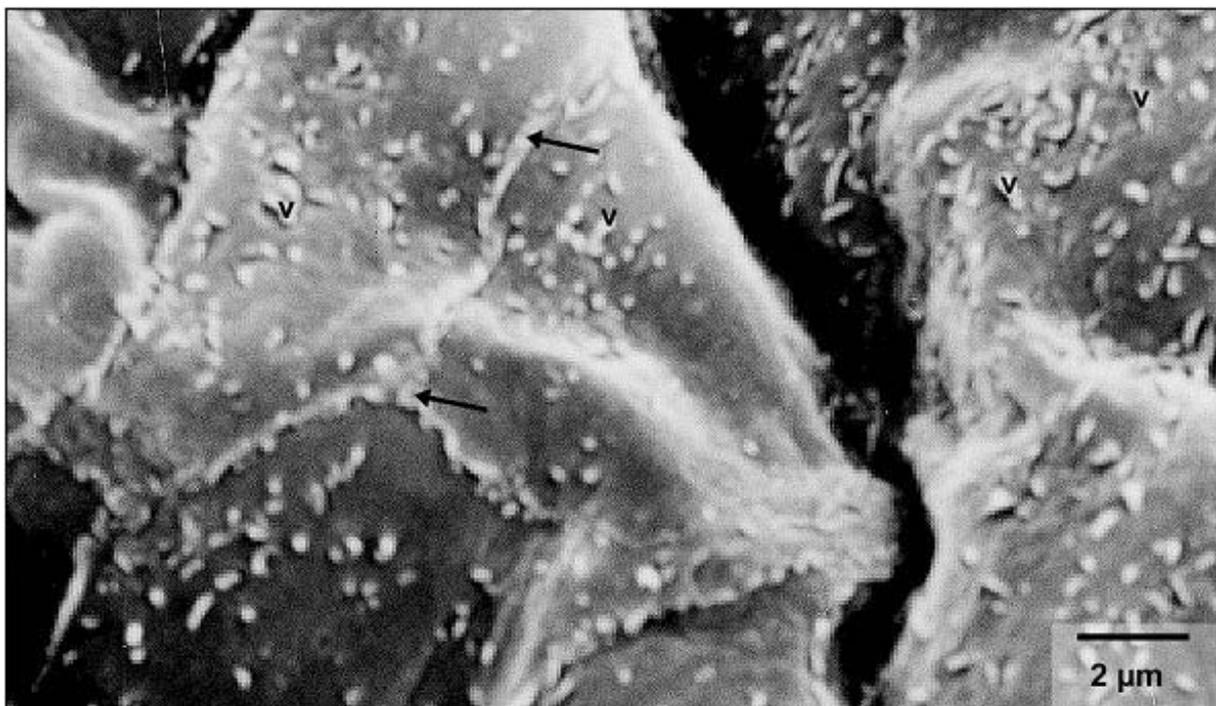
Die Sinus durae matris werden von der Dura mater, die sich in ein inneres und ein äußeres Blatt aufspaltet, eingeschlossen. Die Wand der Durasinus besteht lediglich aus einer kontinuierlichen Endothelzellige und einer Basalmembran. Die Kerne der Endothelzellen sind euchromatisch mit deutlichen Nukleoli. Das Zytoplasma ist reich an Mitochondrien, rauem endoplasmatisches Retikulum, kleinen intrazytoplasmatischen Vesikeln und bildet zum Sinuslumen hin kleine Mikrovilli aus (Abb. 27).

An die Wand der Sinus durae matris ziehen marklose Nerven heran, die, da eine Tunica media und eine Adventitia fehlen, eine direkte Verbindung zum Sinusendothel haben.

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Innenauskleidung der Durasinus lassen die Grenzen der Endothelzellen als feine Linien und die Kerne der Endothelzellen als rundlichen Erhebungen erkennen und zeigen den feinen Mikrovillibesatz der Endotheloberfläche (Abb. 28).



**Abb. 27:** Durasinus mit Erythrozyten (TEM).  
kF kollagene Fibrillen, BM Basalmembran, En Endothel mit Vesikeln, E Erythrozyten,  
F Fibrozyt, v Mikrovilli



**Abb. 28:** Durasinusendothel (REM). Zellgrenzen der Endothelzellen. v Mikrovilli, Pfeile:  
Endothelzellgrenzen

**Tabellarische Übersicht des Aufbaus der Hirnhäute beim Haushuhn**

	<u>Pia mater</u>	<u>retikuläre Arachnoidea</u> <u>Arachnoideagrenz-schicht</u>	<u>Neurothel</u>	<u>Dura mater</u>
Zellverband	lockerer Zellverband, sehr faserreich	lockerer Zellverband, faserreich dichter Zellverband, je nach Hirnabschnitt 4 bis 6 Zelllagen, wenige Fasern	dichter Zellverband, 2 bis 4 Zelllagen, keine Fasern	kein geschlossener Zell- verband, sehr faserreich
Gewebeart	lockeres Bindegewebe	lockeres Bindegewebe epithelartiges Gewebe	epithelartig	straffes Bindegewebe
Zellform	spindelförmige Zellen	spindelförmige bis irregulär geformte Zellen polymorphe, irregulär geformte Zellen	längliche, flache Zellen	hauptsächlich längliche, spindelförmige Zellen (Fibrozyten), wenige abgerundete Zellen (Plasmazellen)

	<u>Pia mater</u>	<u>retikuläre Arachnoidea</u> <u>Arachnoideagrenz-</u> <u>schicht</u>	<u>Neurothel</u>	<u>Dura mater</u>
Zellkerne	große, runde, heterochromatische Kerne mit randständigen Nukleoli	runde bis ovale hetero- chromatische Kerne mit randständigen Nukleoli große, runde, euchromatische Kerne	große, längliche, euchromatische Kerne	große, euchromatische Kerne
Zytoplasma	schmaler Zytoplasmasaum, elektronendurchlässig	elektronendurchlässig elektronendurchlässig	elektronendicht	elektronendicht
Zellorganellen	raues ER, Mitochondrien	viele Mitochondrien, Golgi-Felder, raues ER, viele Polyribosomen sehr viele Mitochondrien, einzelne Golgi-Felder, Polyribosomen, zahlreiche Vesikel und Vakuolen	viele Mitochondrien, raues ER	viel raues ER

	<u>Pia mater</u>	<u>retikuläre Arachnoidea</u> <u>Arachnoideagrenz-</u> <u>schicht</u>	<u>Neurothel</u>	<u>Dura mater</u>
Intermediärfilamente vom Vimentin-Typ	lichtmikroskopisch gut darstellbar	licht- und elektronenmikroskopisch gut darstellbar	nicht vorhanden	lichtmikroskopisch schwach darstellbar
Zellfortsätze	lange, schmale Zytoplasmafortsätze	einzelne, längliche Fortsätze viele, kurze, stark verzahnte Zellfortsätze	keine deutlichen Zellfortsätze	wenige lange Zellfortsätze
Zellkontakte	Desmosomen, <i>gap junctions</i>	Desmosomen und <i>gap junctions</i> Desmosomen und <i>tight junctions</i>	Desmosomen, <i>gap junctions</i>	wenige Zellkontakte, Desmosomen und <i>gap junctions</i>
Kontrastierung mit Lanthaniträt	weite Zellabstände, Anlagerung des Lanthaniträts in den Interzellularspalten	Interzellularspalten darstellbar Interzellularspalten nicht darstellbar	Interzellularspalten sehr gut darstellbar	sehr große Zellabstände, Anlagerung des Lanthaniträts in Interzellularspalten

	<u>Pia mater</u>	<u>retikuläre Arachnoidea</u> <u>Arachnoideagrenz-</u> <u>schicht</u>	<u>Neurothel</u>	<u>Dura mater</u>
Interzellulärsubstanz	kollagene Fibrillen	kollagene Fibrillen in Interzellulärspalten der inneren Schicht wenige feine zarte Fäserchen	keine Fibrillen	Kollagenfaserbündel, vereinzelt elastische Fasern
Gefäße	zahlreich vorhanden	fehlen fehlen	fehlen	vorhanden
Nerven	vorhanden	vorhanden fehlen	fehlen	vorhanden

## 4.5 GRANULATIONEN

Die Granulationen des Haushuhns sind große runde oder ovale Gebilde, die wegen ihres Durchmessers von ca. 0,3 bis 1 mm in der Regel bereits mit bloßem Auge zu erkennen sind. Die Rasterelektronenmikroskopie vermittelt ein dreidimensionales Bild von den Granulationen in den Durasinus (Abb. 29).

Granulationen sind Ausstülpungen des Neurothels und der gesamten Arachnoidea in das Lumen der Sinus durae matris und der duralen Venen. Dabei wird der Hauptteil der Granulation von der Arachnoidea gebildet. Das Neurothel grenzt an das Endothel des Sinus durae matris. Die Granulationen schieben das Endothel in das Sinuslumen vor, durchbrechen es jedoch nicht. Auf diese Weise ist die Granulationsoberfläche immer von Gefäßendothel bedeckt (Abb. 30).

### 4.5.1 Lokalisation der Granulationen

Die Blutgefäße, in denen Granulationen beim Huhn regelmäßig anzutreffen sind, sind die vom Sinus sagittalis dorsalis seitlich abzweigenden Venae cerebrales dorsorostrales und der Sinus olfactorius (Abb. 31). In der Regel findet man beim Huhn auf jeder Seite der Medianen ein bis drei mesoskopisch gut sichtbare Granulationen. Weniger häufig sind die Granulationen direkt im Sinus sagittalis dorsalis, auf halber Höhe zwischen Bulbus olfactorius und Kleinhirn anzutreffen (Abb. 32).

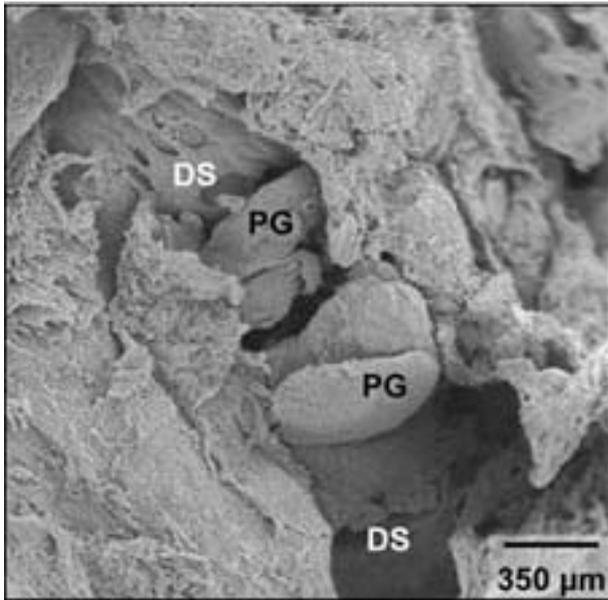


Abb. 29

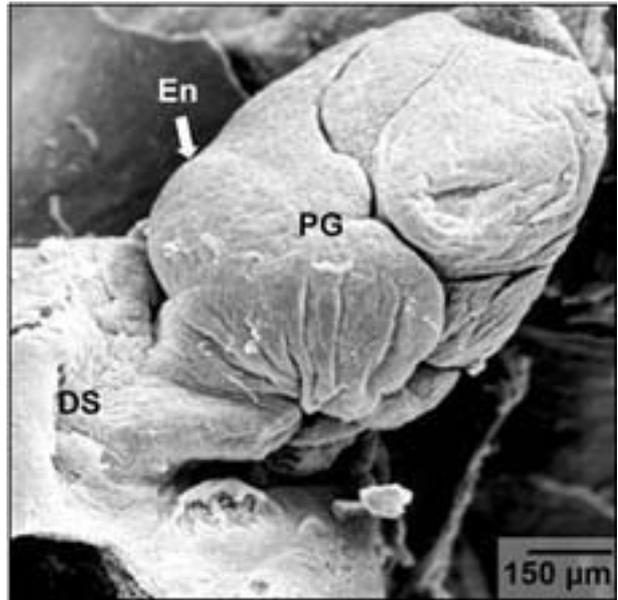


Abb. 30

Abb. 29 u. 30: Granulationen im aufgeschnittenen Durasinus (REM).  
Ds Durasinus; PG Pacchionische Granulationen, En Endothel des Durasinus



**Abb. 31:** Sinus durae matris des Huhns,  
(Zeichnung mod. nach BAUMEL, 1993).  
1 Sinus olfactorius  
2 Sinus sagittalis dorsalis  
3 V. cerebri dorsorostralis



**Abb. 32:** Dorsalansicht des Hühnergehirns  
(makroskopische Aufnahme).  
D Dura mater; Pfeile: Lokalisation der  
Pacchionischen Granulationen

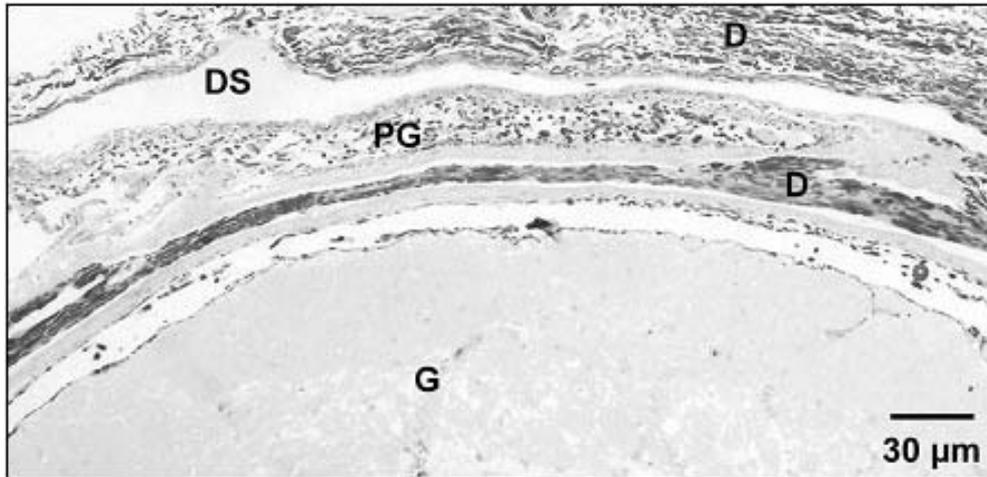
#### 4.5.2 Aufbau der Granulationen

Die Form der Granulationen kann stark variieren, je nachdem welcher Abschnitt der Arachnoidea vorherrscht.

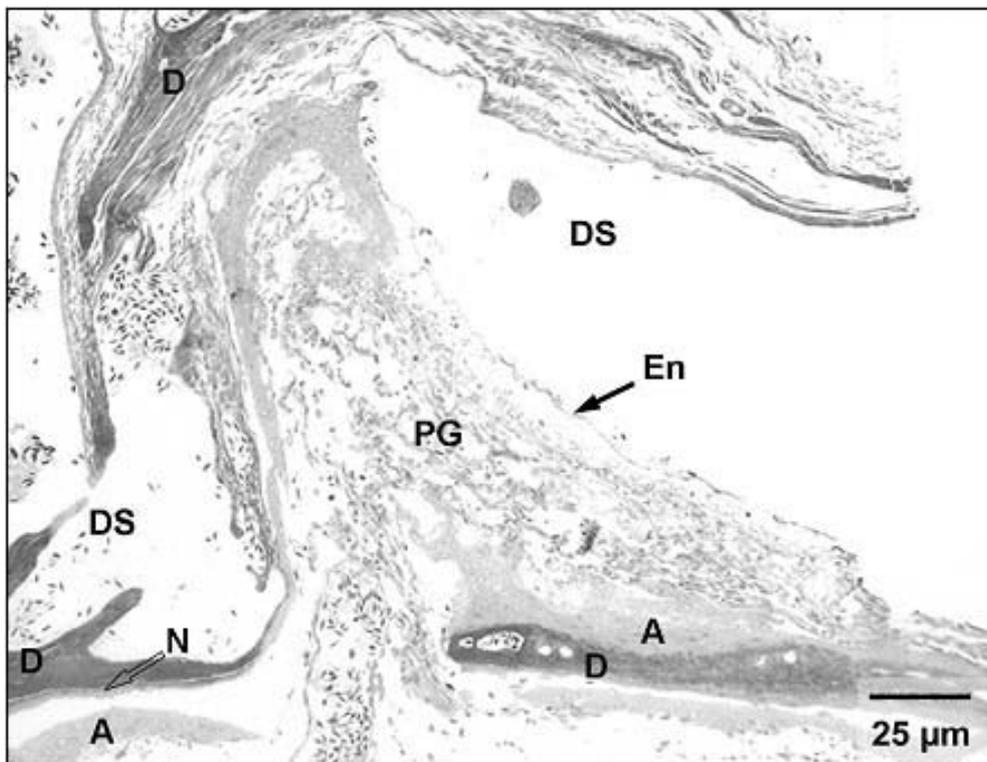
Nachstehend werden zwei unterschiedliche Kriterien zur Einteilung der Granulationen vorgestellt:

Besteht eine Granulation vorwiegend aus der Arachnoideagrenzschicht, so hat sie eine längliche, zungenartige Form (Abb. 33). Überwiegt hingegen das Cavum subarachnoidale mit seinen Bestandteilen, nimmt die Granulation eine pilz- oder knopfartige Gestalt an (Abb. 34). Da die meisten Granulationen Abwandlungen dieser beiden Grundformen sind, wird im folgenden nur von zungen- bzw. pilzförmigen Granulationen gesprochen.

An der Durchbruchstelle durch das innere Durablatt bilden die Granulationen einen schmalen "Hals" aus, der sich bei der pilzförmigen Granulation innerhalb des Durasinuslumens ballonartig erweitert (Abb. 34). Die zungenförmigen Granulationen verbreitern sich nach dem Durchbruch des inneren Durablattes nicht, sondern ragen mit konstanter Breite unter Längsausdehnung in die Sinus hinein und laufen am Ende spitz zu (Abb.33). Die Arachnoidea ist bei der pilzförmigen Ausprägung an der Durchbruchstelle schmal, während das Neurothel dicker wird. Es kann an dieser Stelle das Doppelte der ursprünglichen Höhe erreichen (Abb. 35). Zum Granulationsscheitel hin sind Neurothel und Arachnoideagrenzschicht reduziert, während die Ausdehnung der retikulären Arachnoidea samt Cavum subarachnoidale weiter zunimmt, so dass diese den Hauptanteil der Granulation bilden (Abb. 34 und 35). Bei den zungenartigen Granulationsformen sind Arachnoideagrenzschicht und Neurothel auf der gesamten Länge der "Zunge" vollständig erhalten. Allgemein ist bei beiden Formen zu beobachten, dass der Anteil an Hohlräumen mit kollagenen und retikulären Fasern zum Zentrum der Granulation hin zunimmt, während der zelluläre Anteil abnimmt.



**Abb. 33:** zungenförmige Granulation (Semi-Dünnschnitt, Methylenblau).  
G Gehirn, D Dura mater, DS Durasinus, PG Pacchionische Granulation



**Abb. 34:** pilz- oder knopfförmige Granulation (Semi-Dünnschnitt;  
Methylenblau).  
A Arachnoidea, N Neurothel, D Dura mater, DS Durasinus, PG  
Pacchionische Granulation, En Endothel