

44. Fielmann Akademie Kolloquium

Spaltlampentechnik

Mittwoch, 24. April 2019

Moderne Spaltlampen - wo stehen wir heute?	2
Dipl.-Ing. (FH), AO-Meister Ralf Cordes, Dozent der Fielmann Akademie Schloss Plön	
Kameratechnik in der Biomikroskopie - was ist zu beachten?	4
Dipl.-Ing. (FH) Olaf Schmidt-Kiy, Leiter der Meisterschule der Fielmann Akademie Schloss Plön	
Beleuchtungarten - das A und O der Spaltlampentechnik	5
Svenja Henschen, AO-Meisterin, Dozentin der Fielmann Akademie Schloss Plön	
Inspektion des vorderen Auges - Ablauf und typische Befunde	10
Sylvia Wulf, M.Sc. Clinical Optometry, Dozentin der Fielmann Akademie Schloss Plön	

Moderne Spalllampen - wo stehen wir heute?

Dipl.-Ing. (FH), AO-Meister Ralf Cordes, Dozent der Fielmann Akademie Schloss Plön

Moderne Spalllampen gibt es in zwei unterschiedlichen Bauformen, dem Zeiss- und dem Haag-Streit-Typ. Beide Typen von Spalllampen müssen, um eine einwandfreie Benutzung zu gewährleisten, unter anderem über eine gute Beleuchtung und Beobachtung verfügen.

Die Beleuchtungseinheit einer modernen Spalllampe besteht dabei im Wesentlichen aus einer Lichtquelle, einem Kollektor, einer größenverstellbaren Blende und einem Objektiv. Die Lichtquelle wird über den Kollektor an den Ort des Objektivs abgebildet und leuchtet dabei die größenverstellbare Blende gleichmäßig aus. Diese wird über das Objektiv in die Drehachse der Spalllampe abgebildet. Dieser verschachtelte Strahlengang sorgt für ein gleichmäßig ausgeleuchtetes Spallbild am Ort des betrachteten Auges.

Bei einer guten Spalllampe muss die Beobachtungseinheit mit Ihren Blenden auf die Strahlenbegrenzung der Beleuchtungseinheit abgestimmt sein. Hierdurch wird die Köhlersche Beleuchtung erzielt und ein scharf begrenztes, gleichmäßig ausgeleuchtetes Sehfeld erzeugt. Dabei besteht die Beobachtungseinheit selbst, aus dem Objektiv und einem nachgeschalteten Fernrohrsystem. Das Objektiv bildet den Lichtspalt ins Un-

endliche ab und das nachgeschaltete Fernrohrsystem realisiert die Vergrößerung. Bei modernen Spalllampen befindet sich zwischen dem Objektiv und dem Fernrohrsystem noch der sogenannte Vergrößerungswechsler. Dieser sorgt dafür, dass man an der Spalllampe in der Regel fünf unterschiedliche Vergrößerungen einstellen kann.

Moderne Spalllampen können je nach Wunsch mit einer Vielzahl von Zubehör ausgestattet werden. Dazu zählen beispielsweise Blitzgeräte, History-Trigger oder unterschiedliche Smartphone-Adapter. Mit speziellen Xenon-Blitzgeräten mit Lichtleitfasern kann die Qualität von Fotos und damit die Dokumentation verbessert werden. Mit der History-Trigger-Funktion hat man die Möglichkeit aus einer Bildfolge von einigen Sekunden das beste Foto komfortabel auszuwählen. Im Bereich der Smartphone-Adapter existieren mittlerweile Adapter, die über eine integrierbare Auskoppeloptik in die Spalllampe eingefügt sind. Hierdurch kann der Anwender gleichzeitig durch die Okulare schauen, während mit dem Smartphone Fotos und Filme aufgenommen werden können.

Aktuelle Spalllampenmodelle kann man außerdem noch mit Funduskameras, Kaltlichtquellen zur Tränen-

filmanalyse oder Topographieeinheiten aufrüsten. Erweitert man beispielsweise Spaltlampen der Firma Haag-Streit mit der firmeneigenen Funduskamera, Fundusmodul 300, kann diese über Steuerelemente an der Spaltlampeneinheit komfortabel bedient werden.

Aktuelle Entwicklungen einiger Spaltlampenhersteller gehen weg von der optischen Beobachtungseinheit zu einer rein digitalen Beobachtung mit einem Bildschirm statt Okularen.

Kameratechnik in der Biomikroskopie - was ist zu beachten?

Dipl.-Ing. (FH) Olaf Schmidt-Kiy, Leiter der Meisterschule der Fielmann Akademie Schloss Plön

Fotos und Videos sind sehr gut zur Dokumentation von Spaltlampenbefunden geeignet. Die Anforderungen an die eingesetzte Aufnahmetechnik sind wegen der geringen Helligkeiten allerdings sehr hoch. Automatisch einstellenden Kamerasystemen gelingt es häufig nicht, die interessierenden Details zeitlich und räumlich angemessen aufzulösen. Niedrigen Helligkeiten wird entweder mit langen Belichtungszeiten oder hohen Empfängerempfindlichkeiten begegnet. Lange Belichtungszeiten führen dazu, dass bewegte Objekte unscharf abgebildet werden, die elektronische Erhöhung der Empfindlichkeit des Sensors äußert sich in einem höheren Bildrauschen. Abhängig von der gewählten Beleuchtungsart in der Spaltlampe sind hinsichtlich der Belichtung und der Empfindlichkeit unterschiedliche Kameraeinstellungen erforderlich. Eine automatische Kameraeinstellung ist nicht in der Lage, diese Einstellungen optimal zu treffen.

Die Integration einer Kamera in einer Spaltlampe hält bezüglich der mechanischen und optischen Anordnung einige Herausforderungen bereit. Idealerweise soll die verwendete Kamera genau das abbilden, was im Okular der Spaltlampe zu sehen ist. Um das zu erreichen, muss die Kamera ohne Vignettierung genau den im Okular sichtbaren Bildausschnitt abbilden. Gleichzeitig muss die Kamera wegen der geringen Schärfentiefe sehr exakt justiert sein,

damit das Kamerabild und das Bild im Okular gleichzeitig deutlich erscheinen.

Die Darstellung des Kamerabildes auf einem Monitor birgt die Schwierigkeit, dass die Farbräume, die Farbdynamik und die Kontrastdarstellung von Kamera und Bildschirm unterschiedlich sind. Der Monitor muss deshalb hinsichtlich seiner Farb- und Helligkeitsdarstellung an die Kamera angepasst sein. Die Kameratechnik einer idealen Spaltlampe sollte neben der automatischen Belichtung und einiger gespeicherter Voreinstellungen leicht bedienbare manuelle Einstellmöglichkeiten bieten, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Beleuchtungsarten - das A und O der Spaltlempentechnik

Svenja Hennschen, AO-Meisterin, Dozentin der Fielmann Akademie Schloss Plön

Die Spaltlampe ist ein wichtiges Instrument für die Untersuchung des vorderen Augenabschnittes. Ihr häufigster Einsatz in der Augenoptik ist die Kontaktoptik. In der Inspektion des vorderen Augenabschnittes werden einige opake und transparente Medien betrachtet. Durch die strukturierte Anwendung bestimmter Beleuchtungs- und Beobachtungstechniken ist ein sicheres und effizientes Arbeiten an der Spaltlampe gewährleistet.

Grundkenntnisse der Spaltlampentechnik

Die Spaltlampe setzt sich aus der Gerätebasis, der Beleuchtungseinheit und der Beobachtungseinheit mit Vergrößerungswechsler zusammen. Die Beleuchtungseinheit ermöglicht durch unterschiedliche Einstellungen den vorderen Augenabschnitt gezielt zu betrachten. Es wird zwischen der gekoppelten Beleuchtung und der entkoppelten Beleuchtung differenziert. Bei der gekoppelten Beleuchtung befindet sich das interessierende Objekt im Achsen Schnittpunkt von der Beleuchtung und der Beobachtung. Bei der entkoppelten Beleuchtung wird die Beleuchtung aus dem Beobachtungsfeld geschwenkt. Die Beobachtung erfolgt neben der Beleuchtung, zum Beispiel im zurückgeworfenen Licht der Iris.

Die Beobachtungseinheit ermöglicht durch das binokulare Mikroskop die stereoskopische Beobachtung des von

der Beleuchtungseinheit ausgeleuchteten Bereiches. Der Vergrößerungswechsler ermöglicht es, neben einem groben Überblick auch feine Strukturen des vorderen Augenabschnittes darzustellen. Eine Veränderung der Vergrößerung geht immer mit einer Veränderung des Bildausschnittes und der Schärfentiefe einher. Mit zunehmender Vergrößerung wird der Bildausschnitt kleiner und die Schärfentiefe nimmt ab.

Beleuchtungsarten und Anwendung

Diffuse Beleuchtung bedeutet eine gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche, durch die Anwendung eines Diffusors. Diese Beleuchtungsart ermöglicht einen guten Überblick über die Strukturen des vorderen Auges und findet Anwendung in der Tränenfilmbeurteilung, der Beurteilung der Bindehautinjektionen sowie der Sicht- und Sitzkontrolle von Kontaktlinsen.

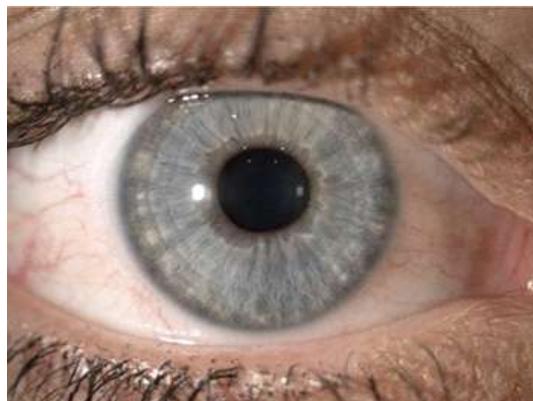


Abb. 1: Diffuse Beleuchtung

Zu jeder Inspektion des vorderen Augenabschnittes gehört die Betrachtung transparenter Medien wie z. B. die Hornhaut. Die Darstellung dieser Medien geht auf die Erkenntnisse des Naturwissenschaftlers John Tyndall zurück, der im Jahr 1868 erstmals beschrieb, dass Lichtstreuung auch in reinen Substanzen stattfindet (Tyndall-Phänomen). Diese Erkenntnis lässt sich auch auf die Hornhaut übertragen.

Durch gezielte Beleuchtung wird das Licht an den Zellen der Hornhaut gestreut. So kann die Hornhaut dargestellt werden. Zur Beurteilung der Hornhaut wird die *Direkt fokale Beleuchtung* verwendet.

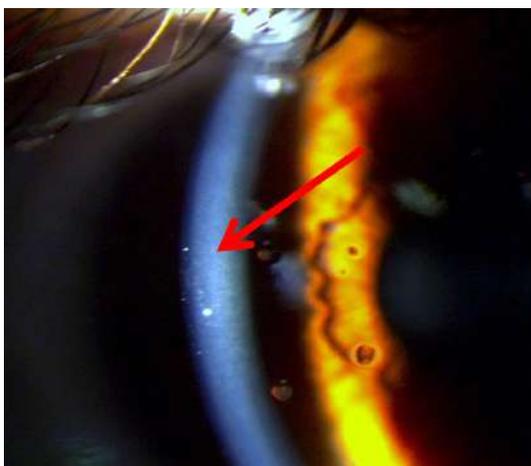


Abb. 2: Direkt fokale Beleuchtung

Die Direkt fokale Beleuchtung erfolgt mit einem scharf begrenzten, fokussierten Strahlenbündel (fokal). Das Spaltbild liegt in der Gesichtsfeldmitte und die Beobachtung erfolgt im beleuchteten Bereich (direkt).

Man unterscheidet bei der direkt fokalen Beleuchtung die Einstellung zwischen einem mittelbreiten Spalt und einem optischen Schnitt.

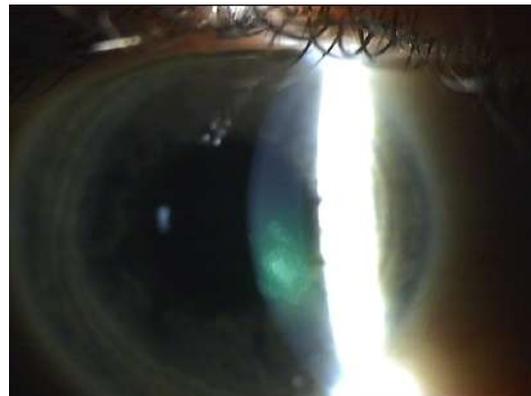


Abb. 3: Einstellung eines mittelbreiten Spaltes

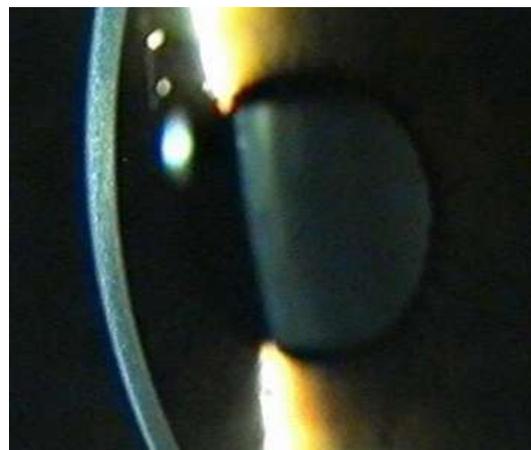


Abb. 4: Einstellung eines Optischen Schnittes

Der mittelbreite Spalt findet beispielsweise Verwendung zum Auffinden von Streuzentren in der Hornhaut. Hierbei kann man allerdings nicht sehen, in welcher Schicht der Hornhaut sich das Streuzentrum befindet. Um dies zu lokalisieren, ist die Einstellung des optischen Schnittes erforderlich einstellen.

Mucin Balls oder Pigmente in der Vorderkammer zeigen sich sehr deutlich neben dem Lichtband des mittelbreiten Spaltes (indirekt). Entsprechend wird diese Technik als Indirekt fokale Beleuchtung bezeichnet.

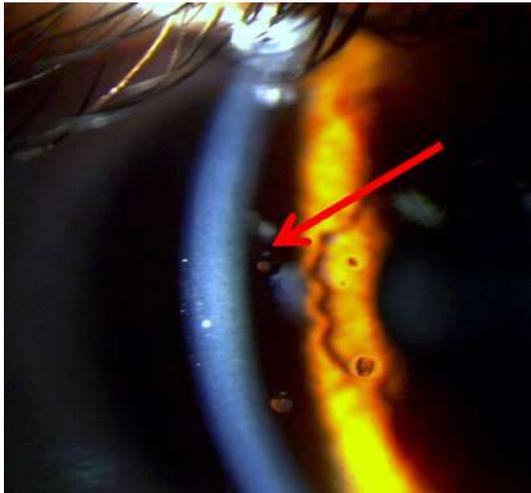


Abb. 5: Indirekt fokale Beleuchtung

Eine weitere Möglichkeit ist die Beobachtung im zurückgeworfenen (regredienten) Licht der Iris (Gelbfeld), der Augenlinse (Weißfeld) oder der Netzhaut (Rotfeld).

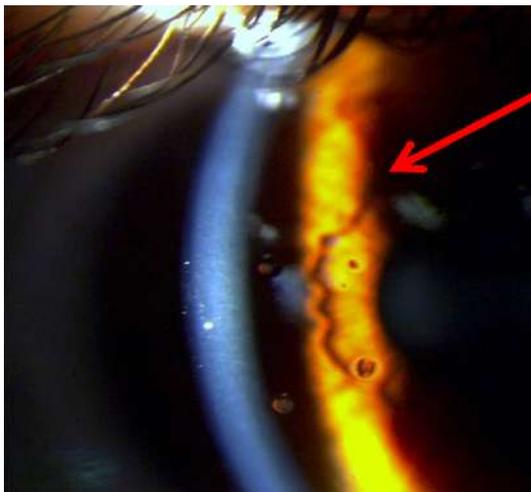


Abb. 6: Regrediente Beleuchtung

Die Gelbfeldbetrachtung ist die Einstellung die am häufigsten angewendet wird, während die Weißfeldbetrachtung am seltensten Anwendung findet.

Sind im Rahmen der Inspektion mittels direkt fokaler Beleuchtung mit mittelbreitem Spalt Trübungen innerhalb der Hornhaut aufgefallen, kann die Sklerotische Streuung dabei helfen, ein Gesamtbild über die Ausdehnung und Form der Trübung zu erhalten. Sind keine Trübungen vorhanden zeigt sich die Totalreflexion durch ein kreisrundes Aufleuchten des Limbus. Trübungen unterbrechen die Totalreflexion und streuen das Licht.

Die Spiegelnde Beleuchtung sollte in keiner Spaltlagenteknik fehlen. Sie dient in erster Linie zur Endothelbetrachtung. Auch Partikularität oder Viskosität des Tränenfilms können mit dieser Technik leicht klassifiziert werden.

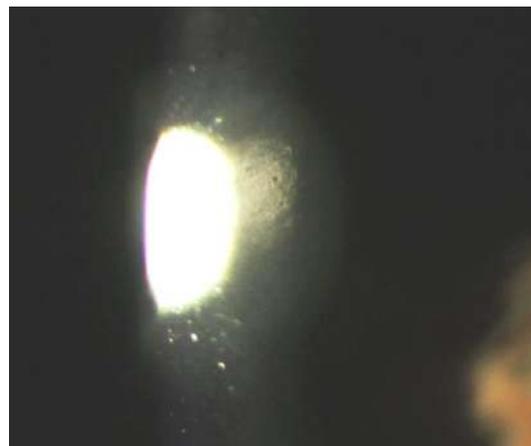


Abb. 7: Spiegelnde Beleuchtung/Endothelbetrachtung

In der Augenoptik kommen verschiedene Farbstoffe zum Einsatz. Zu ihnen gehören Bengalrosa und Lissamingrün. Beide Farbstoffe färben abgestorbene Zellen und Muzine an und dienen der Befundung des Trockenen Auges.

Di-Natriumfluoreszein ist sicher der in der Augenoptik am weitesten verbreitete Farbstoff. Dessen Einsatz sollte in jeder Inspektion des vorderen Augenabschnittes und jeder Beurteilung von formstabilen Kontaktlinsen obligat sein.



Abb. 8: Befund auf der Hornhaut im Weißlicht

Fluoreszein kann mit blauem Licht zum Leuchten angeregt werden, weshalb für die Beurteilung ein Blaufilter in den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht wird.

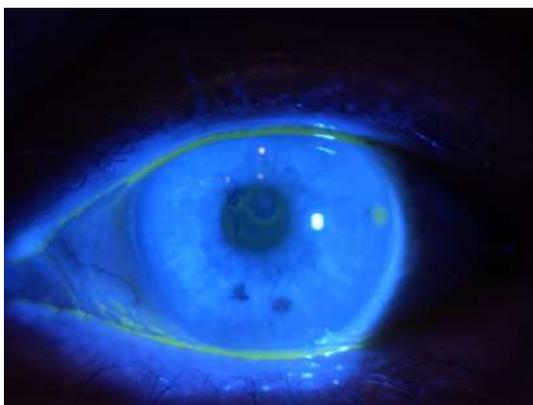


Abb. 9: Befund auf der Hornhaut nur mit dem Blaufilter der Beleuchtung

Mit Hilfe eines Gelbfilters im Beobachtungsstrahlengang kann der Kontrast verstärkt werden. Ein Gelbfilter sollte zur Standardausstattung einer Spaltlampe gehören.

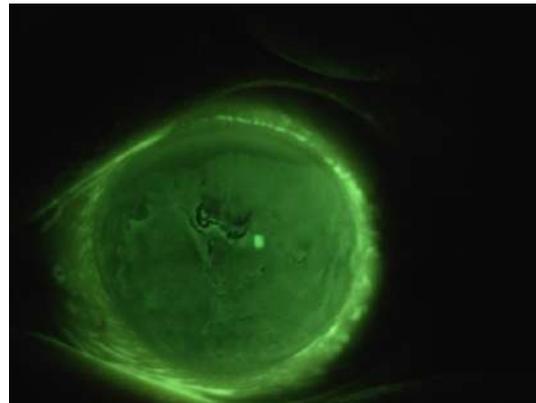


Abb. 10: Befund auf der Hornhaut mit dem Blaufilter der Beleuchtung und dem Gelbfilter der Beobachtung

Spaltlampe vs. Keratograph

Moderne Topographiesysteme, wie zum Beispiel der Topograph der Firma Oculus, verfügen über Hard- und Softwaremodule, die die Spaltlampenroutine vereinfachen sollen. Der Keratograph bietet eine umfangreiche, automatische Analyse des Tränenfilms, die neben der non-invasiven Messung der Aufreißzeit, die Tränenfilmdynamik, die Beurteilung der Lipidschicht sowie die Tränenfilmquantität beinhaltet.

Daneben ist die Software des Keratographen in der Lage, eine Klassifikation der Bindehautinjektionen vorzunehmen. Diese folgt einem mathematischen Algorithmus und ist daher unabhängig von der subjektiven Einschätzung und der Erfahrung des Untersuchers.

Auch für die Beurteilung von Fluobildern ist der Keratograph eine wertvolle Unterstützung.

Eine fundierte Beurteilung der Hornhaut, Abgrenzung physiologischer Normvarianten von pathologischen Veränderungen sowie die Darstellung und Beurteilung des Endothels kann derzeit nicht durch den Keratographen abgedeckt werden. Die Spaltlampe ist aktuell nicht aus der Inspektion des vorderen Augenabschnittes und der Kontaktlinsenanpassung wegzudenken.

Inspektion des vorderen Auges - Ablauf und typische Befunde

Sylvia Wulf, M.Sc. Clinical Optometry, Dozentin der Fielmann Akademie Schloss Plön

Eine gewissenhafte Inspektion des vorderen Auges liefert dem Augenoptiker wertvolle Informationen über mögliche Ursachen einer Visuseinschränkung oder sonstige durch den Kunden beschriebene Symptome. So wirken sich Veränderungen der Träne auf die Stabilität der Seheleistung aus und können die Durchführung einer Augen- glasbestimmung empfindlich stören. Werden mit Hilfe der Spaltlampe Anzeichen für eine Meibomdrüsendysfunktion erkannt, kann der Augenoptiker gezielt beraten und handeln.

Zu einer vollständigen Untersuchung des vorderen Auges gehört es, schon vor der Arbeit hinter dem Gerät zu erfassen, ob es Auffälligkeiten bezogen auf die Symmetrie der Lider, Lidposition oder auch der Pupillen gibt. Asym-

metrien gilt es abzuklären. Unproblematisch ist es, solange sie lange bekannt sind. Neu aufgetretene Schwellungen oder Asymmetrien der Pupillen sollten abgeklärt werden, da sie auf eine Erkrankung hinweisen können.

Die eigentliche Spaltlampeninspektion sollte immer dem gleichen Schema folgen. Ein mögliches Ablaufschema ist in Abbildung 1 dargestellt.

Es ist sinnvoll, mit der Beurteilung des Tränenfilmes zu starten, da dieser durch das längere Beleuchten mit hellem Licht und durch die Manipulation an den Augenlidern stark beeinflusst wird.



Abb. 1: Ablaufschema Inspektion des vorderen Augenabschnitts

Schminkpartikel im Tränenfilm oder Besonderheiten der Lipidphase wie zum Beispiel eine Kontamination mit Cremes (Abbildung 2) können eine Kontaktlinsenanpassung beeinflussen.



Abb. 2: Kontamination der Träne

Im Anschluss erfolgt die Kontrolle der Lider. Hier wird insbesondere auf eventuelle Verschuppungen der Wimpern, Reizungen der Lidkante und Auffälligkeiten der Meibomdrüsenausgänge geachtet. Auch Iris, Pupille sowie Karunkel und Plica werden auf Reizfreiheit untersucht. Dies alles geschieht unter diffuser Beleuchtung bei kleiner Vergrößerung. Häufige Befunde sind Anzeichen für eine Meibomdrüsendysfunktion oder eine Blepharitis. Diese können als Schaumbildung der Träne, Rötungen und Unregelmäßigkeiten der Lidkanten oder Verschuppungen der Wimpern beobachtet werden. Stellungsanomalien der Lider oder Lidwärtchen können lokal Druck auf die Hornhaut ausüben und zu irregulären Astigmatismen oder wechselnden Zylinderkorrekturen führen.

Es folgt die Untersuchung der bulbären Bindehaut in den vier Hauptrichtungen. Hierbei wird insbesondere der

Rötungsgrad ermittelt und auf Verdickungen wie Pinguecula oder Pterygium geachtet. Derartige Befunde können die Auswahlmöglichkeiten der Linsensysteme einschränken. Bei der Untersuchung der inferioren Bindehaut kann gleichzeitig die tarsale Bindehaut des Unterlides betrachtet werden.

Ist diese Grobuntersuchung erfolgt, wird bei direkt fokaler Beleuchtung mit variablen Spaltbreiten der Limbus und die Hornhaut untersucht. Hierbei ist es von Bedeutung, die Beobachtung zwischen direkter und indirekter Betrachtung wechseln zu lassen. Manche Auffälligkeiten wie zum Beispiel Narben oder Infiltrate sind direkt beleuchtet gut zu sehen. Andere Besonderheiten wie Neovaskularisationen, Zellanlagerungen an die Hornhaurückfläche oder Epithelstörungen, zum Beispiel bei Keratokonus lassen sich indirekt besser betrachten. In den Abbildungen 3 und 4 ist beides dargestellt.

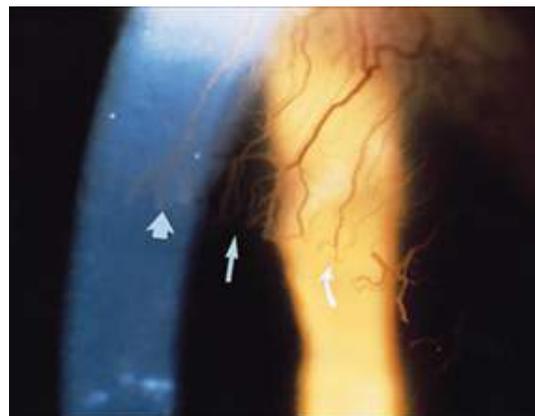


Abb. 3: Neovaskularisationen der Cornea, deutlich zu sehen in der Indirekten Beobachtung

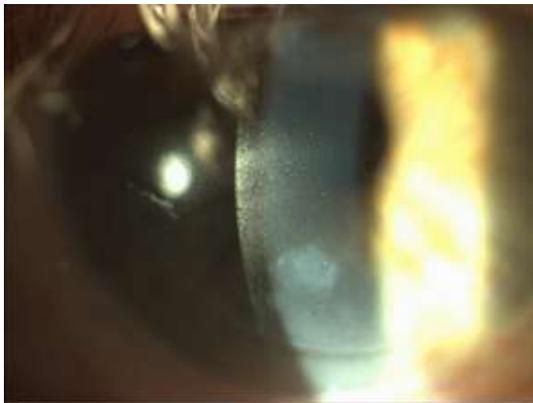


Abb. 4: Corneale Narbe in der direkten Beobachtung



Abb. 6: LipCof Grad 2 bei horizontaler Beleuchtung

Werden Auffälligkeiten beobachtet, ist es manchmal sinnvoll, die Tiefe zu bestimmen. Unter Einsatz des optischen Schnittes lässt sich klar differenzieren, in welcher Schicht der Hornhaut sich eine Trübung oder Anlagerungen befindet. Der optische Schnitt eignet sich weiterhin wunderbar, um die Transparenz der Augenlinse zu prüfen, die im höheren Alter oft für eine Verschlechterung der Sehleistung, der Kontrastempfindlichkeit und der Farbwahrnehmung führt. Weiterhin kann mit einem schmalen Spalt überprüft werden, ob Lidparallele Konjunktivalfalten (LipCoF) vorliegen, die ein guter Marker für ein trockenes Auge sind. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen LipCoF Grad 2 mit einem schmalen Spalt beobachtet.

Einige beobachtbare Besonderheiten gehören zu den Normvarianten und haben keine Auswirkung auf das Sehen des Kunden oder eine Kontaktlinsenverträglichkeit. Beispielhaft sind hier der Arcus lipoides oder der Vogt Limbus Gürtel zu nennen. Andere, wie zum Beispiel Infiltrate oder Veränderungen im Epithel können auf einen entzündlichen Zustand oder eine vorliegende Dystrophie hinweisen. Hier ist bei einer Kontaktlinsenanpassung Vorsicht geboten.



Abb. 5: LipCof Grad 2 bei vertikaler Beleuchtung

Im Anschluss an die Weißlichtbetrachtung wird die Fluoroskopie durchgeführt. Hierbei wird neben dem Auf-rissverhalten der Träne geprüft, ob oberflächliche Störungen in Form von Stippungen oder sogar tieferen Erosionen zu beobachten sind. Gleichzeitig können oberflächliche Irregularitäten wie zum Beispiel eine Basalmembrandystrophie, auch Map Dot Fingerprint Dystrophie genannt, eindeutig dargestellt werden. Solche Unregelmäßigkeiten der Corneaoberfläche können eine unzureichende Sehleistung bei bester Korrektur erklären. Hier kann die Anpassung einer formstabilen Kontaktlinse zu einem si-

gnifkanten Anstieg der Sehleistung führen. Abbildung 7 zeigt eine Basalmembrandystrophie, Abbildung 8 eine noduläre Salzmann Degeneration.

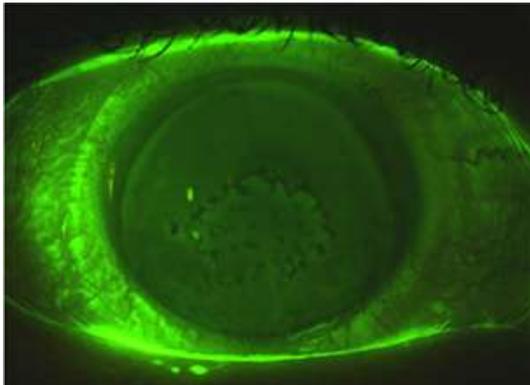


Abb. 7: Irregularitäten der HH in der Fluoroskopie: Basalmembran Dystrophie/ Map-Dot-Fingerprint

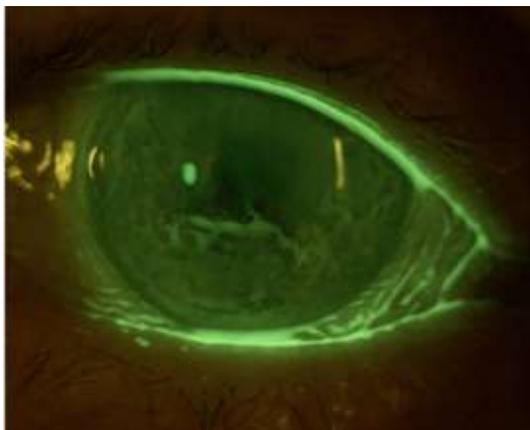


Abb. 8: Irregularitäten der HH in der Fluoroskopie: Noduläre Salzmann Degeneration

Zur systematischen Inspektion gehört eine reproduzierbare Dokumentation der Befunde. Diese sollte in einem vorgegebenen Schema unter Zuhilfenahme von Klassifikationsschemata erfolgen.

Nach Abschluss einer Inspektion des vorderen Auges kann der Kunde mit Blick auf die Topometrie und die Augenglasbestimmung optimal zum idealen Korrektionsmittel, wie Brille, Hydrogellinse oder formstabile Linse, beraten werden.

Den Abschluss einer vollständigen Inspektion bildet die Untersuchung der tarsalen Bindehaut des Oberlides. Ihr Zustand sollte bei der Eingangsuntersuchung und bei Nachkontrollen geprüft werden, um eine Veränderung aufgrund einer allergischen Reaktion erkennen zu können.