



Kircher / Tost / Walz

Augenarzneimittel

Therapie, Anwendung und Beratung

FACHBUCH



Deutscher
Apotheker Verlag

Kircher / Tost / Walz
Augenarzneimittel

Kircher / Tost / Walz

Augenarzneimittel

Therapie, Anwendung und Beratung

Wolfgang Kircher, Peißenberg
Frank Tost, Greifswald
Lydia Walz, Forchheim

Mit 29 zweifarbigen Abbildungen und 67 Tabellen



Deutscher Apotheker Verlag

Anschriften der Autoren

Dr. Wolfgang Kircher

St. Barbara-Apotheke
Hauptstr. 24
82380 Peißenberg

Prof. Dr. med. Frank Tost

Augenklinik der Universitätsmedizin
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald

Lydia Walz

Postfach 1307
91294 Forchheim

Alle Angaben in diesem Buch wurden sorgfältig geprüft. Dennoch können die Autoren und der Verlag keine Gewähr für deren Richtigkeit übernehmen. Ein Markenzeichen kann warenzeichenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Nachdrucke, Mikroverfilmungen oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

1. Auflage 2012
ISBN 978-3-7692-5320-7

© 2012 Deutscher Apotheker Verlag
Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart
www.deutscher-apotheker-verlag.de
Printed in Germany

Satz: primustype Hurler GmbH, Notzingen
Druck und Bindung: Beltz Druckpartner, Hemsbach
Umschlagabbildung: © Gerhard Seybert – Fotolia.com
Umschlaggestaltung: deblik, Berlin

Vorwort

Die Beratung bei der Abgabe von Arzneimitteln in der Apotheke ist stets unter zwei wesentlichen Gesichtspunkten zu sehen: So sollte der Patient nicht nur über die pharmakologischen Eigenschaften wie erwünschte Wirkungen, Nebenwirkungen und mögliche Interaktionen des jeweiligen Medikaments informiert werden, sondern auch über die richtige Anwendung. Hierbei spielt neben der korrekten Dosierung und den genauen Zeitpunkten der Anwendung vor allem die sachgemäße Anwendungstechnik eine entscheidende Rolle.

Dies gilt insbesondere im Bereich der topischen Augenarzneimittel, in dem in den letzten Jahren innovative Neuentwicklungen eingeführt wurden, u. a. Wirkstoffe zur Therapie bakterieller Infektionen oder des Glaukoms. Zudem stehen neue Hilfsstoffe wie Gelbildner oder Konservierungsstoffe zur Verfügung, die eine bessere Anwendbarkeit und Verträglichkeit ermöglichen. Darüber hinaus erfordern verschiedene neu konzipierte Behältnisse beziehungsweise Tropfsysteme eine Handhabung, die von der des herkömmlichen Tropffläschchens abweicht.

Es ist daher das wesentliche Anliegen des Autorenteam, neben altbekannten vor allem auch neuere wirkstoff- und arzneiformenbezogene Fakten leicht zugänglich zu machen, welche die Kollegen und Mitarbeiter in der öffentlichen Apotheke für ihre tägliche Betreuungspraxis nutzen können. Auf die Darstellung komplexer pharmakologischer oder technologischer Hintergründe wird dabei bewusst verzichtet.

Häufige Erkrankungen des Sehorgans an Lid-, Binde- und Hornhaut werden in ausgewählter Weise behandelt, da sie den Schwerpunkt der topischen Augentherapie darstellen und bei der pharmazeutischen Betreuung in der Offizinapotheke dominieren. Von den intraokularen Erkrankungen werden nur das aus Sicht der Apotheke besonders beratungsrelevante Glaukom und die altersabhängige Makuladegeneration berücksichtigt.

Als Produkt einer Teamarbeit sind gewisse inhaltliche Überlappungen einzelner Kapitel nicht ganz zu vermeiden. Dadurch bleiben aber die einzelnen Themenbereiche in sich geschlossen.

Wir bitten den Leser, uns Anregungen und Kritik bezüglich Inhalt und Gestaltung des vorliegenden Buches mitzuteilen, damit wir künftig unsere Ausführungen noch besser den Bedürfnissen der Offizinpraxis anpassen können.

Dem Deutschen Apotheker Verlag danken wir für das entgegengebrachte Vertrauen, die Geduld und die sehr angenehme und konstruktive Zusammenarbeit.

Last but not least danken wir unseren Familien, ohne deren Verständnis und Unterstützung wir diesem Buch nicht so viel Freizeit hätten widmen können.

Peißenberg,
Greifswald,
Forchheim, im Herbst 2011

Wolfgang Kircher,
Frank Tost,
Lydia Walz

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Anatomie und Physiologie des Auges (Kircher)	1
2 Symptomatik, Diagnostik und Therapie häufiger Erkrankungen des Sehorgans (Tost)	8
2.1 Erkrankungen der Augenlider	8
2.1.1 Lidrandentzündung (Blepharitis)	8
2.1.2 Erkrankungen der Liddrüsen	11
2.1.3 Weitere häufige Erkrankungen der Augenlider	14
2.2 Erkrankungen der Bindehaut (Konjunktiva) und Hornhaut (Kornea)	16
2.2.1 Keratokonjunktivitis sicca (trockenes Auge)	17
2.2.2 Allergische Konjunktivitis	26
2.2.3 Nichtinfektiöse Bindehautentzündung	26
2.2.4 Infektiöse Bindehautentzündung durch Bakterien oder Viren	28
2.2.5 KLAK (Kontaktlinsenassoziierte Keratokonjunktivitis)	31
2.2.6 Verletzungen der Hornhaut (Kornea)	32
2.2.7 Verätzungen und Verbrennungen	34
2.2.8 Veränderungen der Bindehaut	37
2.3 Glaukom (früher auch Grüner Star)	39
2.3.1 Primäre Glaukome	39
2.3.2 Sekundäre Glaukome	45
2.3.3 Mögliche Fragen in der Apotheke an den Glaukompatienten	46
2.4 Altersabhängige Makuladegeneration (AMD)	46
2.4.1 Trockene Form der altersabhängigen Makuladegeneration	47
2.4.2 Feuchte Form der altersabhängigen Makuladegeneration	48
3 Wirkstoffe zur Therapie häufig auftretender Augenerkrankungen (Walz, Tost)	52
3.1 Vasokonstriktiva	52
3.1.1 Sympathomimetika	52
3.1.2 Praxistipp	55
3.1.3 Praktische Empfehlungen	55
3.2 Antiallergika	56
3.2.1 Mastzellstabilisatoren	57
3.2.2 Antihistaminika	60
3.2.3 Praxistipp	63
3.2.4 Praktische Empfehlungen	64
3.3 Prostaglandinsynthesehemmer	66
3.3.1 Indole, Propionsäure- und Essigsäurederivate	66
3.3.2 Praktische Empfehlungen	68

3.4	Kortikosteroide	69
3.4.1	Glucocorticoide	69
3.4.2	Praxistipp	73
3.4.3	Praktische Empfehlungen	73
3.5	Antibiotika	75
3.5.1	Topische Antibiotika	75
3.5.2	Systemische Antibiotika	81
3.5.3	Praxistipp	84
3.5.4	Praktische Empfehlungen	84
3.6	Antiinfektiva	87
3.6.1	Antiseptika	87
3.6.2	Virustatika	88
3.7	Mydriatika	90
3.7.1	Cholinrezeptorantagonisten	90
3.7.2	Sympathomimetika	94
3.7.3	Praktische Empfehlungen	94
3.8	Glaukommittel	95
3.8.1	Betablocker	96
3.8.2	Cholinergika	98
3.8.3	Alpha-2-Agonisten	99
3.8.4	Carboanhydrasehemmer	101
3.8.5	Prostaglandinagonisten	103
3.8.6	Kombinationspräparate	105
3.8.7	Praxistipp	105
3.8.8	Praktische Empfehlungen	106
3.9	Benetzungsmittel und Tränenersatzpräparate	108
3.9.1	Hyaluronsäure	109
3.9.2	Polyvinylalkohol (PVA)/Povidon (PVP)	110
3.9.3	Cellulosederivate	111
3.9.4	Carbomere = Polyacrylsäure	111
3.9.5	Ersatz von Lipiden im Tränenfilm	112
3.9.6	Hydroxypropylguar (HP-Guar)	113
3.9.7	Tamarindensamenpolysaccharid	113
3.9.8	Trehalose	114
3.9.9	Kompatible Solute (Optive)	114
3.9.10	Serumaugentropfen	115
3.9.11	Praktische Empfehlungen	116
3.10	Medikamentöse Behandlung der altersabhängigen Makuladegeneration ...	117
3.10.1	Systemische medikamentöse Behandlung	118
3.10.2	Lokale medikamentöse Behandlung	122
3.10.3	Alternative Behandlungsmöglichkeiten	125

4	Lokale Nebenwirkungen am Auge (Walz)	128
4.1	Lokale Nebenwirkungen systemisch verabreichter Arzneimittel	128
4.1.1	Arzneimittel mit einer hohen Nebenwirkungsrate	128
4.1.2	Arzneimittel mit hohem Verordnungsvolumen oder langfristiger Therapie . . .	131
4.1.3	Praktische Empfehlungen	132
4.2	Lokale Nebenwirkungen topisch verabreichter Arzneimittel (Ophthalmika) .	132
4.3	Lokale Nebenwirkungen von Konservierungstoffen topisch verabreichter Arzneimittel	133
4.3.1	Risikopotential	133
4.3.2	Praxistipp	134
5	Durch Ophthalmika beeinträchtigte Verkehrstauglichkeit (Walz)	135
5.1	Geringe Beeinflussung des Sehvermögens	135
5.2	Wesentliche Beeinflussung des Sehvermögens	135
6	Okulare Verfügbarkeit topisch verabreichter Arzneimittel (Kircher) .	136
6.1	Korneale Permeation	136
6.2	Lakrimales Drainagesystem	137
6.3	Einflüsse auf die okulare Verfügbarkeit	138
6.3.1	Dosisvolumen	138
6.3.2	Lidschlagfrequenz	139
6.3.3	Mechanische Behinderung des Tränenabflusses	139
6.3.4	Viskosität des Arzneimittels	140
6.3.5	Mukoadhäsion	144
6.3.6	Konservierungsmittel	145
7	Anwendungshinweise zu topisch verabreichten Ophthalmika (Kircher)	148
7.1	Flüssige Zubereitungen	148
7.1.1	Primärbehältnisse	148
7.1.2	Beeinflussung der Tropfengröße	157
7.1.3	Kraft zur Tropfenentnahme	162
7.1.4	Anwendung von Augentropfen	168
7.1.5	Applikationshilfen	176
7.1.6	Augenspüllösungen und Augenbäder	182
7.1.7	Augensprays	183
7.2	Halbfeste Zubereitungen	184
7.3	Aufbewahrung von Ophthalmika	184
7.3.1	Wärme- und Lichtschutz	184
7.3.2	Aufbrauchfristen	186

8	Kontaktlinsen und Ophthalmika (Walz)	192
8.1	Formstabile und weiche Kontaktlinsen	192
8.1.1	Formstabile Kontaktlinsen	192
8.1.2	Weiche Kontaktlinsen	193
8.2	Kontaktlinsenpflegemittel	193
8.3	Wechselwirkungen	194
8.3.1	Wechselwirkungen mit Ophthalmika	194
8.3.2	Wechselwirkungen mit Pflegesystemen	195
8.3.3	Wechselwirkungen mit Konservierungsstoffen	195
8.4	Praktische Empfehlungen	195
	Glossar	197
	Stichwortverzeichnis	201
	Die Autoren	207

1 Anatomie und Physiologie des Auges

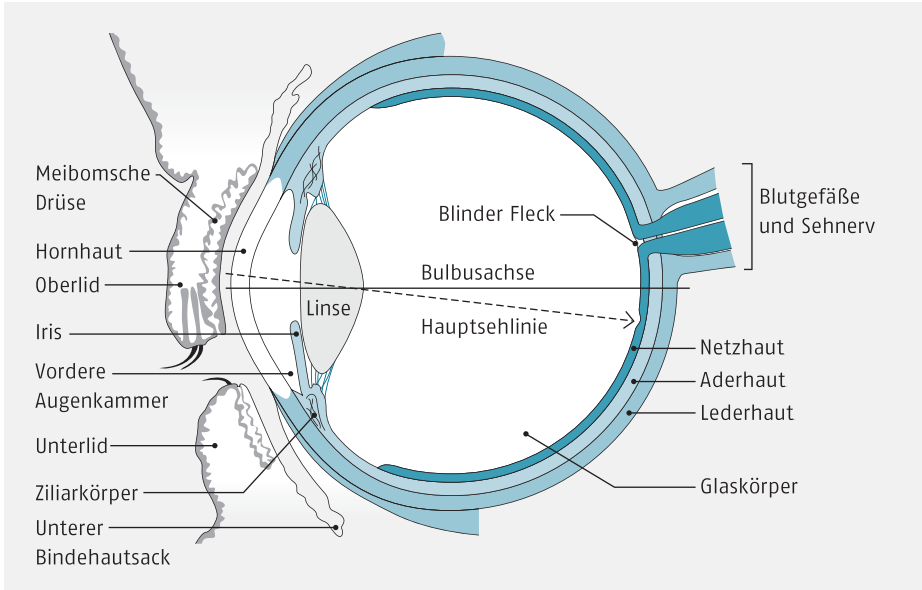
Die Kenntnisse des anatomischen Aufbaus und der physiologischen Prozesse des Auges sind die Grundlage sowohl für das Verständnis der Vorgänge am gesunden und am kranken Auge, als auch für die pharmakologischen Effekte topisch und systemisch angewandter Arzneistoffe. In Hinblick auf den Schwerpunkt der Beratung in der Apotheke dominieren im Folgenden die Bereiche der Lid-, Binde- und Hornhaut. Intraokulare Strukturen und Prozesse werden nur kurz in Bezug auf das Glaukom und die altersassoziierte Makuladegeneration berücksichtigt.

Der annähernd kugelförmige **Augapfel** (Bulbus oculi; ● Abb. 1.1) liegt im Schutz der trichterförmigen, knöchernen **Augenhöhle** (Orbita) und wird vorne durch die **Augenlider** (Palpebrae) geschützt. Das obere Augenlid ist beweglicher als das untere. Die Innenseite der Lider ist von der **Bindehaut** (Conjunctiva) bedeckt. Diese erstreckt sich nach ihrer Faltung als obere und untere Umschlagsfalte weiter auf die Vorderseite des Augapfels bis zum Rand der transparenten, kreisförmigen **Hornhaut** (Cornea). Man kann also drei Bindehautbereiche unterscheiden: Die Bindehaut der Lider (Conjunctiva tarsi), der Übergangsfalten (Conjunctiva fornicis) und des Augapfels (Conjunctiva bulbi). Der **Bindehautsack** oder **Konjunktivalsack** ist der von Binde- und Hornhaut jeweils am Ober- und Unterlid gebildete Spalt.

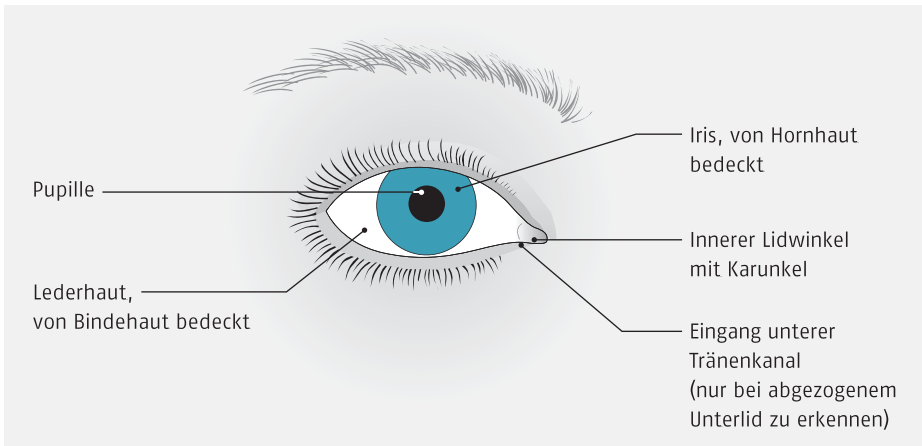
Die undurchsichtige, weiße **Lederhaut** (Sklera) bildet die fibröse Hülle, die dem Augapfel Form und Festigkeit gibt. Sie ist äußerlich als weißer Bereich des Auges erkennbar; die darüber ausgebreitete Bindehaut ist nahezu durchsichtig (● Abb. 1.2). Die Lederhaut geht an der Vorderseite des Auges in die uhrglasförmig vorgewölbte Hornhaut über.

Vom kranzförmigen Ziliarkörper gehen die farbige **Regenbogenhaut** (Iris) und die Ziliarkörperfortsätze aus, an deren Fasern die **Linse** (Lens) aufgehängt ist. Diese bikonvexe, elastische Linse weist keinerlei Blutgefäße oder Nervenfasern auf. Die je nach eingelagerter Melaninmenge unterschiedlich gefärbte Regenbogenhaut enthält zirkuläre und radiale Muskelfasern und hat eine kreisförmige Öffnung, die Pupille. Diese erscheint schwarz, weil man die Öffnung beschattet, wenn man versucht durch die Linse zu blicken. Die Pupillenweite wird durch die engstellenden und weitstellenden Muskelfasern reflektorisch den herrschenden Lichtverhältnissen angepasst. Auch die Nah- und Fernakkommodation beeinflussen diese Pupillenreaktion. Der flüssigkeitsgefüllte Raum hinter der Hornhaut und vor der Iris (begrenzt durch Hornhaurückfläche, Irisvorderfläche und Linse) wird als **vordere Augenkammer** oder Vorderkammer bezeichnet. Die wesentlich kleinere **hintere Augenkammer** oder Hinterkammer wird im Wesentlichen durch die Irishinterfläche und die Linse, den Übergangsbereich von der Iris zum Ziliarkörper sowie die vordere Grenzfläche des Glaskörpers, gebildet.

Der Augapfel gewinnt seine Kugelform durch den Druck, der im Augeninneren höher ist als in der Umgebung des Auges. Dieser Augeninnendruck wird durch Bildung, Zirkulation und Abfluss des **Kammerwassers** aufrechterhalten. Das Kammerwasser wird vom Ziliarepithel gebildet und kontinuierlich in die hintere Augenkammer sezerniert.



● **Abb. 1.1** Senkrechter schematischer Schnitt durch den Augapfel und seine Anhangsgebilde



● **Abb. 1.2** Frontalansicht des Auges

Mit tageszeitlichen Schwankungen fließen pro Minute etwa zwei Mikroliter Kammerwasser aus der Hinterkammer zwischen Iris und Linse und dann durch die Pupille in die Vorderkammer. Es führt der Linse und der Hornhaut Nährstoffe zu und verlässt das Auge größtenteils durch den Kammerwinkel. Es gelangt über ein netzartiges Gebilde, das Trabekelmaschenwerk, in den Schlemm-Kanal und fließt dann in den Kammerwasser-venen ab. Der Schlemm-Kanal ist an der Kontaktstelle zwischen Hornhaut und weißer Lederhaut lokalisiert. Dieses System führt zu einer mehrmaligen Erneuerung des Kammer-

wassers während eines Tages. Der Mittelwert des intraokularen Drucks des gesunden Auges beträgt 15 bis 16 mmHg.

Bindehaut: Die Bindehaut ist eine dünne, transparente und gefäßführende Schleimhautschicht. In ihr sind zwei verschiedene Arten von Drüsen angesiedelt: schleimsezernierende Becherzellen sowie akzessorische Tränenrüsen. Die »Bindehautreserve« in den Umschlagfalten erlaubt die freie Beweglichkeit des Augapfels in alle Blickrichtungen. Die glatte und feuchte Bindehautoberfläche ermöglicht das problemlose Aufeinandergleiten der Schleimhautschichten.

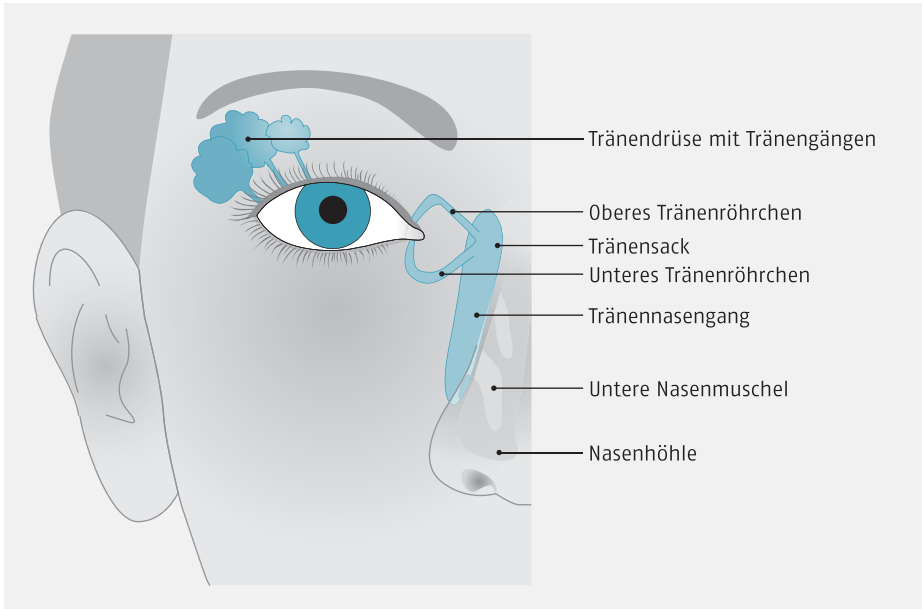
Hornhaut: Die, vom Tränenfilm bedeckte, Hornhaut ist eine ausgeprägte Resorptionsbarriere. Sie ist in der Mitte 0,5 und am Rand 1,2 Millimeter dick und besteht von außen nach innen gesehen aus folgenden fünf Schichten:

- Epithel
- Bowmann-Lamelle
- Stroma
- Descemet-Membran
- Endothel

Während das äußere Epithel, ein mehrschichtiges Plattenepithel, und das innere, einschichtige Endothel, lipophilen Charakter besitzen, entspricht das in der Mitte liegende Stroma einem Hydrogel mit 78 Prozent Wasser. Es macht etwa neun Zehntel des gesamten Hornhautquerschnitts aus. Die an das Epithel grenzenden Kollagenfibrillen des Stromas werden als Bowman-Lamelle bezeichnet. Es handelt sich dabei um einen Monolayer, der manchmal missverständlicherweise auch als Bowman-Membran deklariert wird. Die an das Endothel grenzende, besonders widerstandsfähige Membran wird als Descemet-Membran bezeichnet.

Das Stroma wird durch parallel zur Oberfläche laufende Lamellen gebildet, die hauptsächlich aus kollagenen Fibrillen bestehen. Deren Quellungs- und regelmäßige Anordnung sowie das Fehlen von Blut- und Lymphgefäßen bedingen wesentlich die optischen Eigenschaften der Hornhaut. Quillt das Stroma durch Wasseraufnahme über den physiologischen Hydratisierungsgrad hinaus oder entzieht man ihm Wasser, verliert es seine Transparenz. Zwischen den Fibrillen finden sich Kollagen-produzierende Zellen. Das Endothel sorgt für einen konstanten Wassergehalt beziehungsweise Quellungs- und Zustand des Stromas, indem es mittels einer aktiven Ionenpumpe permanent Wasser aus dem Stroma in die Vorderkammer bewegt. Das äußere Hornhautepithel ist weitgehend wasserundurchlässig, jedoch kann diese Barrierefunktion durch manche Arzneistoffe verringert werden. So können etwa Lokalanästhetika zu einer Auflockerung des Epithels führen. Die Oberfläche der äußeren Zellen des Epithels ist durch Zotten (Mikrovilli) vergrößert.

Im Gegensatz zur Lederhaut ist die gesamte Hornhaut im gesunden Zustand frei von Blutkapillaren. Sie verfügt jedoch über eine besonders ausgeprägte sensible Innervation (aus dem ersten Trigeminusast), was sie sehr berührungsempfindlich macht. Sie ist einer der am stärksten innervierten Gewebeabschnitte des Körpers. Die Nerven weisen keine Myelinscheide auf, um die Hornhauttransparenz nicht zu stören.



● **Abb. 1.3** Tränenrinne und ableitende Tränenwege

Tränenrinnen: Die etwa haselnussgroße Tränenrinne (● Abb. 1.3) liegt jeweils in einer Grube dicht unter dem schläfenwärtigen oberen Rand der knöchernen Augenhöhle. In ihr wird die Tränenflüssigkeit als Ultrafiltrat des Blutes gewonnen. Ihre Ausführungsgänge münden in die Bindehautfalte zwischen Oberlid und Augapfel. Zum tränenbildenden System gehören ferner zahlreiche kleine, in der Bindehaut der oberen und unteren Übergangsfalte gelegene Tränenrinnen. Insgesamt werden pro Minute etwa ein bis zwei Mikroliter Tränenflüssigkeit gebildet, davon etwa 90 Prozent von der orbitalen Tränenrinne und der Rest von den konjunktivalen Drüsen. Während des Schlafens ist die Tränensekretion deutlich verringert, aber nicht gänzlich eingestellt. Die Funktion der großen Tränenrinne wird neuronal (parasymphatische Fasern des VII. Gesichtsnervs) und hormonal gesteuert und kann unter anderem durch mechanische, chemische oder Kältereize am äußeren Auge sowie zentralsensorische Reize (z.B. starke Beleuchtung, psychische Faktoren) deutlich verstärkt werden.

Durch den in der Regel unwillkürlichen **Lidschlag**, der beim entspannten Erwachsenen 5–15-mal pro Minute erfolgt, wird die Tränenflüssigkeit gleichmäßig über die Hornhaut verteilt und Fremdpartikel werden zum inneren Lidwinkel transportiert. Die Geschwindigkeit der Lider beträgt etwa 10 cm/s. Infolge einer dachziegelartigen Anordnung der Muskelfasern der ringförmigen Lidmuskulatur schließen die Lider nicht auf ganzer Länge gleichzeitig, sondern außen beginnend und erst danach innen. Infolgedessen wird die Tränenflüssigkeit nicht nur von oben nach unten verteilt, sondern gleichzeitig auch von außen nach nasal transportiert. Sie sammelt sich dann am inneren Augenwinkel, wo sie von dem oberen und unteren **Tränenröhrchen** (Canaliculus lacrimalis) aufgenommen wird. Diese Röhrchen sind an der Eingangsöffnung etwa 0,5 Millimeter dick, erweitern sich dann auf einer Länge von etwa zwei Millimetern geringfügig zu sogenannten Ampullen. Über diese insgesamt circa 10 Millimeter langen Röhrchen mit dehnbare Wandung gelangt die

Tränenflüssigkeit in den etwa 15 Millimeter langen **Tränensack** (Saccus lacrimalis). Dieser liegt in einer Grube am medialen Augenhöhlenrand. Er geht in den schlauchförmigen, circa 10 Millimeter langen Tränennasengang (Ductus nasolacrimalis) über, der unter der unteren Nasenmuschel in die Nasenhöhle mündet.

Bei jedem Lidschlag, also bei jeder Betätigung des Augenringmuskels, wird Tränenflüssigkeit aktiv in die Tränenröhrchen und den Tränensack eingesaugt und weiter in die Nase gepumpt. Die entsprechende Saugdruckpumpe wird durch folgende anatomische Elemente gebildet:

- Beim Öffnen der Lider verlängern sich die Tränenröhrchen und erweitern sich vor allem im Bereich der Ampullen; simultan baut der Tränensack einen leichten Unterdruck durch Ausbuchten seiner lateralen Wand auf.
- Mehrere Ventilkappen, beispielsweise unmittelbar am Eingang zu den Tränenröhrchen und an der Eintrittsöffnung der Tränenröhrchen in den Tränensack, verhindern einen Tränenreflux.
- Ein Faserband, das nasale Lidbändchen, führt am Augeninnenwinkel von der Ober- und Unterlidplatte zum Rand der knöchernen Orbitalwand und überspannt damit die Tränenröhrchen und den oberen Teil des Tränensacks. Beim Schließen der Lider spannt sich dieses Band und komprimiert damit die Tränenröhrchen und das Tränensackober-teil.

Durch Zusammenwirken der genannten Komponenten kommt es beim Öffnen der Lider zum Einsaugen von Tränenflüssigkeit in die lakrimalen Augennasenwege und beim Lid-schluss, also beim Betätigen der ringförmigen Lidmuskulatur zum »Ausquetschen« der Tränenröhrchen und des Tränensacks in die Nase. Die maximale Pumpkapazität dieses Systems beträgt etwa 50 µl pro Minute [1, 2].

Tränenfilm: Der dem Hornhautepithel aufliegende Tränenfilm hat eine Dicke von etwa 20 µm. Er besteht nicht aus einer homogenen Lösung, sondern aus zwei unterschiedlich zusammengesetzten Schichten mit verschiedenen Funktionen (in neueren Modellen wird der früher diskutierte streng 3-schichtige Aufbau wieder verlassen): Die untere wässrige Tränenfilmschicht, bestehend aus der von den Tränendrüsen sezernierten Flüssigkeit und den primär von den Becherzellen der Bindehaut gebildeten Muzine, macht den Hauptanteil des Tränenfilms aus. Auf ihr schwimmt ein dünner Lipidfilm. Deren Lipidkomponenten werden von den Talgdrüsen im Ober- und Unterlid (**Meibom-Drüsen**) gebildet, deren Ausführungsgänge an den Lidrändern münden.

Die oberflächenständigen Epithelzellen der Hornhaut bilden Mikrovilli, also zottenartige Ausstülpungen. An diesen Mikrovilli lagern sich vom Hornhautepithel gebildete Muzine unter Ausbildung einer Glycocalyx an. Diese wiederum erleichtert die Bindung weiterer Muzine und damit das Fixieren des Tränenfilms an die lipophile Kornea-oberfläche. Bei den Muzinen handelt es sich um hochmolekulare Glykoproteine mit hohem Kohlenhydratanteil in Form von Oligosaccharidketten, von denen bisher im Tränenfilm mehr als zehn Vertreter differenziert wurden. Sie werden von den Epithel- und Becherzellen der Bindehaut, der Tränendrüse und oberflächenständigen Korneazellen gebildet und können in wasserlösliche und gelbildende Muzine unterteilt werden. Letztere bilden mit der Tränenflüssigkeit ein pseudoplastisches Hydrogel. Die konjunktivalen Becherzellen sezernieren simultan mit den Muzinen Muzin-assoziierte-Peptide (Trefoil factor Peptide), für die verschiedene physiologische Funktionen diskutiert werden. So sollen sie verschie-

dene Muzin-Untereinheiten zu einem viskositäts erhöhenden Polymer verbinden und damit die rheologischen Eigenschaften des Tränengels modulieren [3, 4].

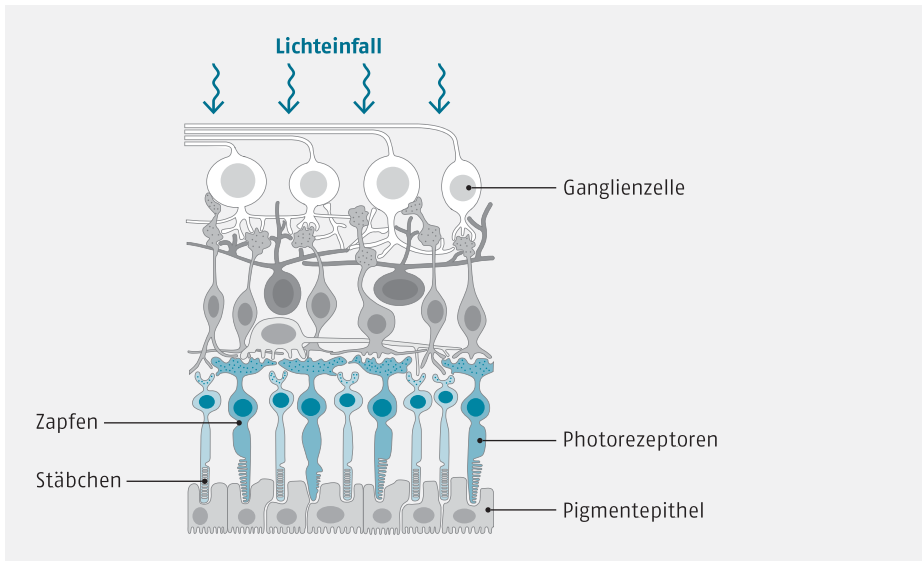
Die Tränenflüssigkeit stellt eine komplex zusammengesetzte Lösung verschiedener Elektrolyte (z.B. Na, Ca, Mg), Proteine (z.B. Albumin, Immunglobuline), Enzyme (z.B. Lysozym) und unterschiedlicher Stoffwechselprodukte (z.B. Glucose, Harnstoff) dar. Ein komplexes Puffersystem (Phosphate, Proteine, Natriumhydrogencarbonat/Kohlendioxid) hält den pH-Wert mit tageszeitlichen Schwankungen zwischen 7,1 und 7,8. Die Viskosität der Tränenflüssigkeit beträgt unter anderem aufgrund ihres Proteingehaltes zwischen 1,3 und 6 mPa s. Die Tränenzusammensetzung variiert im Säuglings-, Jugendlichen-, Erwachsenen- und schließlich im höheren Seniorenalter deutlich [4].

Die obere Lipidschicht fungiert primär als Verdunstungsschutz für die wässrige Schicht des Tränenfilms und als Transportmedium für eingeschlossene Fremdpartikel beim Wegspülen durch den Tränennasengang. Während es sich bei den Lipiden größtenteils um hydrophobe Fette handelt, findet man am Übergangsbereich zur wässrigen Phase auch polare, hydrophile Lipide (z.B. Phospholipide und Kohlenhydrate enthaltende Sphingolipide).

Da der Tränenfilm relativ dünn ist, wird seine Kontinuität durch verdunstendes Wasser rasch aufgehoben. 10–25 Prozent des sezernierten Wassers geht unter Normalbedingungen durch Verdunsten verloren. 15–30 Sekunden nach dem Lidschlag entstehen deshalb über die Hornhaut verteilt »trockene« Bereiche. Diese Zeitspanne wird vom Augenarzt als sog. Tränenfilmaufreißzeit oder **Break-up-Time** am angefärbten Tränenfilm gemessen (TAZ oder BUT.) Der Lidschlag muss vor Ausbildung dieser Störungen des Films erfolgen, d. h. das Lidschlagintervall muss kürzer als die Aufreißzeit des Tränenfilms sein.

Die **Wand des Augapfels** besteht außen aus der Lederhaut und der Hornhaut. Innen liegt der weißen Lederhaut die stark vaskularisierte **Aderhaut** (Uvea, Choroidea) und die **Netzhaut** (Retina; ● Abb. 1.1 und 1.4) auf. Die Blutgefäße der Aderhaut versorgen die Netzhaut mit Nährstoffen. In der Netzhaut erfolgt sowohl die Umsetzung der elektromagnetischen Wellen in Membranpotentiale, als auch die ersten neuronalen Verarbeitungsprozesse der optischen Information. Die mehrschichtige Netzhaut kleidet die hinteren Dreiviertel des Augapfels aus und besteht unter anderem aus einem Pigmentepithel, den Photosensoren und den Ganglienzellen. Das Pigmentepithel und die Photorezeptoren bilden eine funktionelle Einheit. Die Versorgung der Photorezeptoren mit lebensnotwendigen Nährstoffen und Sauerstoff sowie Entsorgung der Stoffwechselprodukte der Photorezeptoren ist Aufgabe des Pigmentepithels. Das mit der Aderhaut verbundene Pigmentepithel stellt eine Lage melaninenthaltender Epithelzellen dar und dient unter anderem der Regeneration des Sehfärbstoffs und der Vermeidung von Streulicht. Die Ganglienzellen bilden die innerste, dem Licht zugewandte Netzhautschicht. Die Photosensoren finden sich also in der lichtabgewandten Seite der Netzhaut und werden von Nervenzellen und Nervenfasern überlagert (inverser Aufbau der Netzhaut).

Die Axone der Ganglienzellen münden in den **Sehnerv** (Nervus opticus) dessen Aufbau nicht dem eines Hirnnervs, sondern dem einer Hirnbahn gleicht. Die optischen Signale werden in den zapfen- und stäbchenartigen, photosensiblen Fortsätzen der Sinneszellen erfasst, wobei die Zapfen das farbige Sehen bei Tageslicht und die Stäbchen das Schwarz-Weiß-Sehen in der Dämmerung ermöglichen. Der **gelbe Fleck** (Makula lutea) mit einem Durchmesser von etwa zwei Millimeter liegt im exakten Mittelpunkt der hinteren Teils der Netzhaut, an der Sehachse des Auges. Eine kleine Vertiefung in der Mitte des gelben Flecks, die Fovea centralis, ist der Bereich der größten Sehschärfe und des größten Auflösungs-



● Abb. 1.4 Aufbau der Netzhaut. Nach [5]

vermögens. Man findet hier ausschließlich Zapfen, die nicht von anderen Netzhautzellen überdeckt werden und die durch ihre enge Verschaltung mit den Ganglienzellen die besonders gute Auflösung ermöglichen. Der **blinde Fleck** (Discus nervi optici) ist die Stelle, an der der Sehnerv in einem Bündel mit Blutgefäßen aus dem Augapfel austritt.

Literatur

- [1] Lucarelli MJ, Dartt DA, Cook BE, Lemke E. The Lacrimal System. In: Kaufman P, Alm A. (Ed.) Adler's Physiology of the Eye. 10th Ed., 30–43, Mosby, St. Louis (MS), 2003
- [2] On AV, Hirschbein MJ. Lacrimal System: Anatomy and Physiology. In: Agarwal A. (Ed.) Dry Eye – A practical guide to ocular surface disorders and stem cell surgery. 13–18, Slack Inc., Thorofare 2006
- [3] Behrens-Baumann W. Zusammensetzung des Tränenfilms. In Messmer EM. (Ed.) Diagnose und Therapie des Trockenen Auges. 2. Aufl., S. 32-37, Uni-Med Verlag, Bremen 2007
- [4] Prydal JI, Campbell FW. Study of precorneal tear film thickness and structure by interferometry and confocal microscopy. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 33, 1996–2005
- [5] Binnewies-Stücken K. Augenerkrankungen. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart 2010

2 Symptomatik, Diagnostik und Therapie häufiger Erkrankungen des Sehorgans

Medizinische Kenntnisse über die Erkrankungen des Sehorgans bilden eine wichtige Grundlage für die erfolgreiche Beratung von Patienten mit Augenerkrankungen beim Umgang mit Augenarzneimitteln. Unter diesem Aspekt wurden aus dem Fachgebiet der Augenheilkunde einige Augenerkrankungen schwerpunktmäßig ausgewählt. Hierzu gehören verschiedene chronische Augenerkrankungen wie das trockene Auge, das Glaukom oder die altersbezogene Makuladegeneration. Gerade bei diesen chronisch rezidivierenden oder lebenslang fortbestehenden Augenerkrankungen besteht immer wieder die Notwendigkeit die Patientencompliance aufrecht zu erhalten, ergänzende oder alternative medikamentöse Therapieoptionen zu empfehlen sowie dafür Sorge zu tragen, dass nicht weitere systemische medikamentöse Behandlungen zu ungünstigen Nebenwirkungen am Auge führen.

2.1 Erkrankungen der Augenlider

Augenbrauen, die geschützte Lage des Sehorgans in der knöchernen Augenhöhle sowie die Lider mit ihren Wimpern dienen dem Schutz der empfindlichen Augenoberfläche vor äußeren Einflüssen, beispielsweise Staub, Schweiß oder Fremdkörper. Die Augenlider bedecken gemäß ihrer Schutzfunktion bei Lidschluss komplett die Augenoberfläche. Störungen der Lidfunktion können schwerwiegende Auswirkungen auf die Funktion und Integrität der empfindlichen Hornhautoberfläche haben. Eine augenärztliche Untersuchung ist dann erforderlich.

Häufige Erkrankungen der Augenlider sind:

- Störung der Lidhaut (Allergie, Entzündung, Liderschaffung, Tumore),
- Erkrankung der Lidrüsen (Gerstenkorn, Hagelkorn),
- Störung der Lidstellung,
- Störung der Lidbewegung.

■ **MERKE** Die Lidhaut ist die dünnste Oberflächenhaut des menschlichen Körpers, sie reagiert entsprechend empfindlich.

2.1.1 Lidrandentzündung (Blepharitis)

Juckreiz, Brennen, Fremdkörper- oder Sandkorngefühl sind häufige Symptome einer Lidrandentzündung. Typischerweise bestehen die Beschwerden bei chronischen Erkrankungen über Wochen, Monate bis sogar zu Jahren. Verschiedene Ursachen treten in bestimmten Lebensabschnitten unterschiedlich oft auf.

Bei Menschen mit Beschwerden unter 50 Jahren sind besonders allergische Reaktionen an den Lidern, einfache Lidrandentzündungen sowie Medikamentenunverträglichkeit und toxische Reaktionen mit hoher Wahrscheinlichkeit anzutreffen.

In der Altersgruppe über 50 Jahre liegen besonders häufig ein trockenes Auge, eine Lidfehlstellung (Wimpernscheuern, Entropium, Ektropium), einfache Lidrandentzündung und eine Medikamentenunverträglichkeit bzw. toxische Reaktion auf Kosmetika vor.

Bestimmte Beschwerden sind mit gewissen Erkrankungen vorzugsweise verbunden:

- Juckreiz → besonders häufig Allergie
- Reiben, Fremdkörpergefühl → besonders häufig trockenes Auge
- Stechen, Brennen → besonders häufig Blepharitis

Nicht selten entsteht die Blepharitis im Zusammenhang mit einer Hauterkrankung (Rosazea, seborrhoische Hauterkrankung, Ekzem). Ein Blick in das Gesicht des Betroffenen und die freiliegenden Partien seiner Hautoberfläche verrät, ob eine systemische Hauterkrankung die Befundbesserung an den Augenlidern erschwert.

Bei Auffälligkeiten sollte man auf die Notwendigkeit der Mitbehandlung und/oder Diagnostik des Hautleidens hinweisen. Auch scheinbar leichte Entzündungen bedürfen der Behandlung und dauerhaften Pflege. Es können sonst Komplikationen auftreten. Hierzu gehören

- schwere chronische Entzündungen durch Blockade der Ausführungsgänge der Lidranddrüsen (Meibom'sche Drüsen),
- Staphylokokkeninfektionen an den Lidern (Gerstenkörner),
- Hornhautrandentzündungen durch Überempfindlichkeitsreaktion auf das Staphylokokkenantigen und
- zunehmendes Wimpernscheuern durch Narbenbildung oder das ständige Wischen/Berühren an den Augenlidern.

Es gibt folgende Behandlungsmöglichkeiten der Lidrandentzündung (einfache Blepharitis):

- Lidrandhygiene/-massage,
- Wärmetherapie,
- Tränenersatzmittel bei Benetzungsstörung,
- Augenbäder, Dampfbäder,
- feucht-warme Kompressen,
- Augentropfen mit Salicylsäure, Bibrocatol 20 mg oder Zinksulfat sowie pflanzliche Ophthalmika mit Augentrost usw.

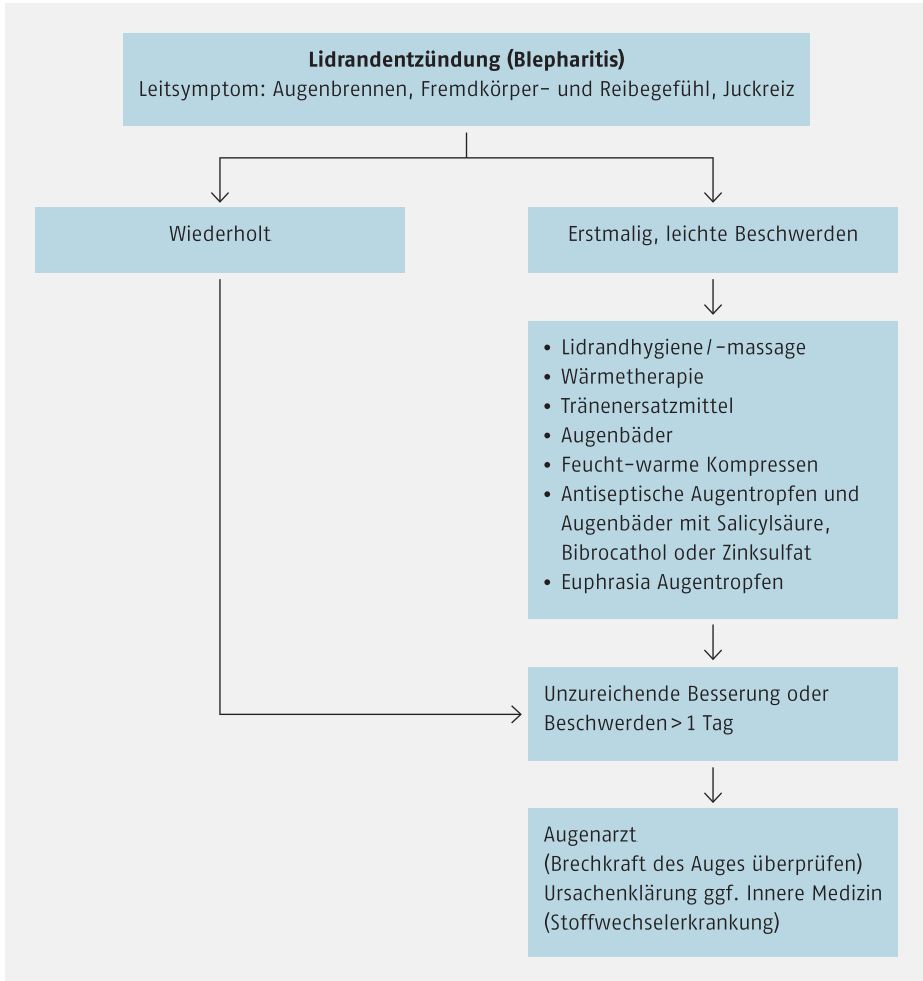
Vasokonstriktiva (Weißmacher) sind bei Lidrandentzündungen nicht empfehlenswert!

Richtige Lidrandhygiene

1. Feucht-warme Kompressen für ca. 5 Minuten auf die geschlossenen Augen legen (befeuchtet mit NaCl-Lösung, abgekochtem Fencheltee, verdünnter Betaisodona-Lsg. 2,5%).
2. Lidränder reinigen und Verkrustungen und Ablagerungen an der Außenseite der Lider entfernen.
3. Mit einem Wattestäbchen oder sauberen Fingern das Unterlid von unten nach oben in Richtung der Lidkante massieren. Durch eine Entleerung der Drüsenausführungsgänge an der Lidkante wird der Sekretstau beseitigt. Vorgehen am Oberlid in umgekehrter Richtung – von oben nach unten – ebenfalls zur Lidkante.
4. Kompressen mit antiseptisch wirkenden Pflegeprodukten befeuchten, Lider und Lidkanten nochmals reinigen und mit sanftem Druck massieren (z. B. Blephaclean®, Blephagel®, Blepha Cura®).

Pflegehinweise findet man u. a. auch unter:

http://www.theapharma.de/DocCheck/downloads/Patienteninformation_Lidhygiene.pdf

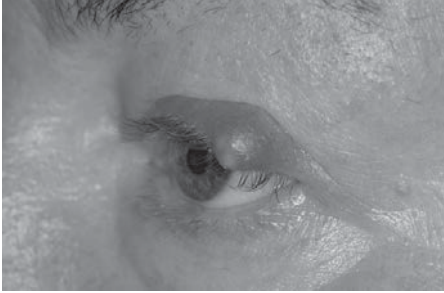


● **Abb. 2.1** Fließdiagramm: Lidrandentzündung (Blepharitis)

Praxistipp

Die Lidpflege kann mit einer Wärme-Dampf-Brille (Blephasteam®) unterstützt werden. Sie erzeugt ein standardisiertes feucht-warmes Mikroklima im Augenbereich und trägt zur Verflüssigung des eingedickten Drüsensekretes effektiv bei.

Bei einer wiederkehrenden, auf die medikamentöse Behandlung nicht ansprechenden, Blepharitis muss das Vorliegen einer Stoffwechselerkrankung (Diabetes mellitus) ausgeschlossen werden. Die Brechkraft der Augen ist zu überprüfen, da die falsche oder fehlende Brillenkorrektur zur Fehlbelastung der Augen und in der Folge zur Lidrandentzündung bzw. roten Augen führen kann.



● **Abb. 2.2** Akute Rötung und Schwellung am Oberlid bei Gerstenkorn

- **MERKE** Chronisch fortbestehende Lidrandentzündungen bedürfen der regelmäßigen langfristigen Pflege. Nur so lassen sich schwerwiegendere Beschwerden oder Komplikationen (z. B. an der Hornhaut) sicher vermeiden.

2.1.2 Erkrankungen der Liddrüsen

Gerstenkorn (Hordeolum)

Ein Gerstenkorn ist eine akute, eitrig-entzündliche Erkrankung der Liddrüsen.

Ursache: Befall der Drüsen mit Staphylokokken oder Streptokokken.

Beschwerden: Schmerzen, schleimiges Sekret, starke Rötung und Schwellung des Augenlides. Manchmal auch Schwellung der regionalen Lymphknoten vor dem Ohr. Wenn die akute Liddrüsenentzündung am Unterlid auftritt, kann es zur Vergrößerung der submandibulären Lymphknoten kommen.

Behandlung: Wärme (Rotlichtlampe) und antiseptische Augensalbe z.B. Bibrocathol (Posiformin®). Nur bei schweren Infektionen mit ausgedehnter Ausbreitung ist eine systemische antibiotische Behandlung (Dicloxacillin 250–500 mg 4 x tgl.) notwendig.

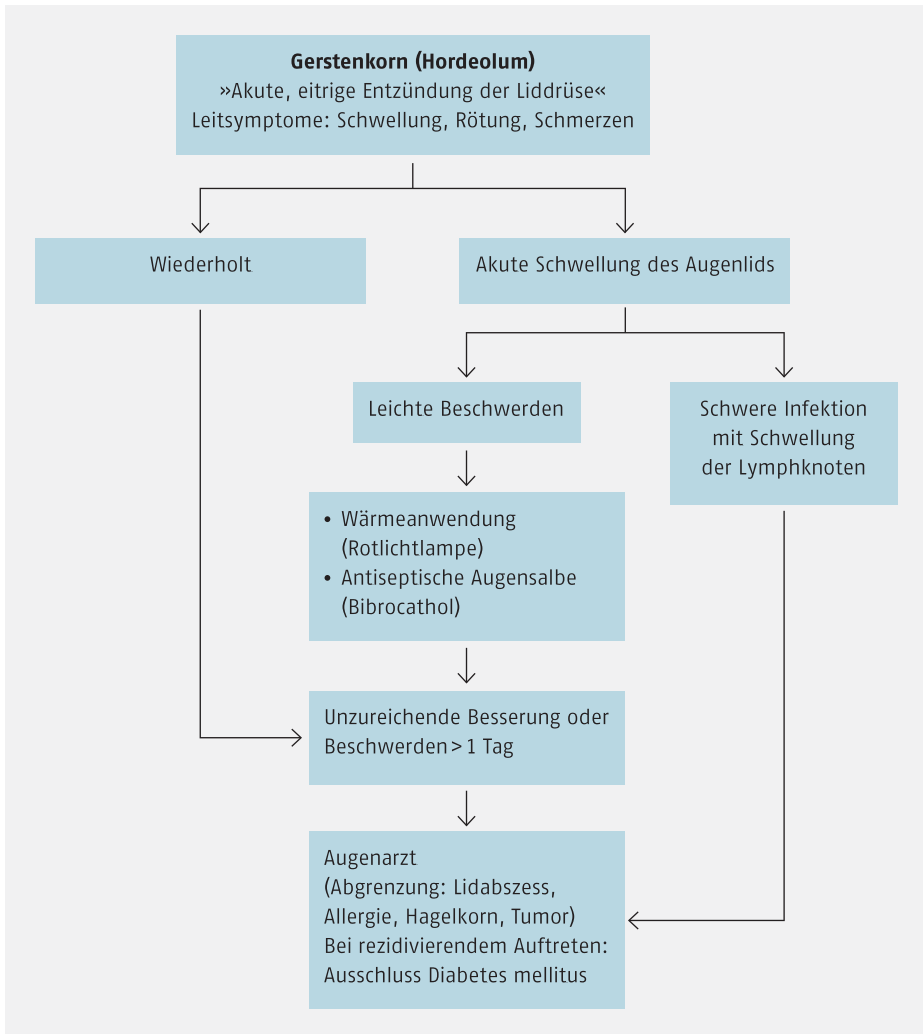
Treten Gerstenkörner häufiger auf oder heilt eine Lidrandentzündung nicht ab, sollte eine Immunschwäche oder das Vorliegen einer Stoffwechselerkrankung (Diabetes mellitus) ausgeschlossen werden. Wurde eine allgemeine systemische Ursache für das chronisch-rezidivierende Auftreten ebenso ausgeschlossen wie eine mangelnde Lidrandhygiene und Pflege, so kann die prophylaktische Applikation von Tetracyclin oder Doxycyclin über mehrere Wochen erfolgreich sein (z.B. Tetracyclin 250 mg 3 x tgl.).

Hagelkorn (Chalazion)

Ein Hagelkorn ist eine chronische Entzündung der Lidranddrüsen (Meibom'sche Talgdrüsen).

Ursache: Es kommt zum Sekretstau und zur Bildung eines derben Knotens.

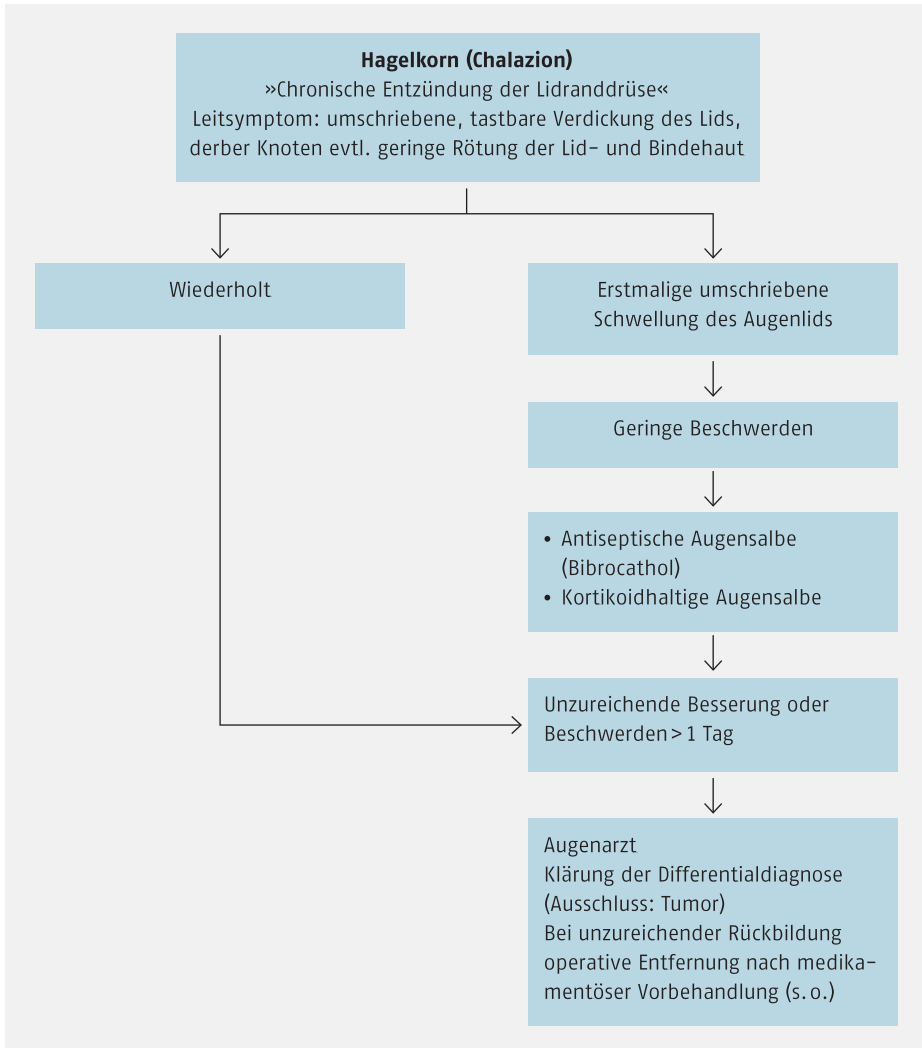
Beschwerden: Es besteht keine Schmerzempfindlichkeit bei Berührung und Abtastung.



● Abb. 2.3 Fließdiagramm: Gerstenkorn (Hordeolum)



● Abb. 2.4 Hagelkorn: derbe, abgegrenzte Schwellung am Oberlid. Schuppige Lidentzündung



● **Abb. 2.5** Fließdiagramm: Hagelkorn (Chalazion)

Behandlung: Die Behandlung erfolgt chirurgisch durch Ausschälen der chronischen Entzündung. Der Erfolg einer chirurgischen Therapie ist zuverlässiger zu erreichen, wenn eine medikamentöse antientzündliche Vorbehandlung veranlasst wird (kortikoidhaltige antibiotische Augensalbe über 1–2 Wochen). Bei lange fortbestehender Entzündung ist eine feingewebliche Untersuchung nach operativer Probengewinnung zum Ausschluss eines Karzinoms notwendig.