

Medikamentöse Augentherapie

Herausgegeben von
Carl Erb
Torsten Schlote

Begründet von
Paul U. Fechner mit
Klaus D. Teichmann

6., vollständig überarbeitete
und erweiterte Auflage

 Online-Version in der eRef



Thieme

Medikamentöse Augentherapie

Herausgegeben von
Carl Erb
Torsten Schlote

Mit Beiträgen von

Wolfgang Behrens-Baumann

Katharina Bell

Alexander Bickmann

Norbert Bornfeld

Holger Busse

Anja K. Eckstein

Christoph Ehlken

Karl-Heinz Emmerich

Joachim Esser

Charlotte Fechner

Nicolas Feltgen

Hartmut Göbel

Franz H. Grus

Hans Hoerauf

Frank G. Holz

Suzan E. Hunt

Wolf A. Lagrèze

Gabriele E. Lang

Stefan J. Lang

Wolfgang E. Lieb

Christian Y. Mardin

Elisabeth Messmer

Carsten Meyer

Bernhard Nölle

Duy-Thoai Pham

Uwe Pleyer

Klaus Rütger

Katharina Schedler

Frank Schirra

Michael P. Schittkowski

Norbert Schrage

Berthold Seitz

Felix Tonagel

Helmut Wilhelm

Manfred Zierhut

Begründet von
Paul U. Fechner mit
Klaus D. Teichmann

6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

260 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

*Bibliografische Information
der Deutschen Nationalbibliothek*

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

Die 1. – 4. Auflage ist erschienen im
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

1. Auflage 1976
2. Auflage 1982
3. Auflage 1991
4. Auflage 2000
5. Auflage 2011

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter

www.thieme.de/service/feedback.html



© 1976, 2017 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Karin Baum, Paphos, Zypern;
Roland Geyer, Weilerswist
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: ty4ina, euthymia, undrey,
Anna Ismagilova, Gina Sanders – fotolia.com
Redaktion: Gabriele Gaßmann, Stuttgart
Satz: Ziegler und Müller text form files,
Kirchentellinsfurt
Druck: Grafisches Centrum Cuno, Calbe

DOI 10.1055/b-004-129 715

ISBN 978-3-13-117926-5

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:

eISBN (PDF) 978-3-13-160046-2

eISBN (epub) 978-3-13-200131-2

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Vor ungefähr 6 Jahren ist die 5. Auflage dieses Klassikers erschienen. Bereits als wir diese Voraufgabe erstmals konzipieren durften, war uns klar, dass der Zuwachs an Wissen eine schnellere Neubearbeitung notwendig machen wird als es noch bei den ersten 4 Auflagen dieses Werkes der Fall war (erschienen 1976, 1982, 1991, 2000).

Im Zuge dieser Neukonzeption konnten wir viele auf ihrem Gebiet besonders spezialisierte Kollegen als Autoren gewinnen. Die meisten der Autoren haben sich auch für die aktuelle Auflage wieder bereit erklärt, ihre Kapitel zu überarbeiten. Wir danken allen Autoren sehr für ihre Mitarbeit an diesem Werk.

Mit der nun vorliegenden, 6. Auflage des Werkes möchten wir natürlich an die Tradition der Vorgänger anknüpfen und hoffen, ein handliches, einerseits praktisch orientiertes, andererseits aber auch detailfreudiges Lehr- und Nachschlagewerk vorlegen zu können. Alle Kapitel wurden neu bearbeitet und repräsentieren damit die medikamentöse Augentherapie auf dem neuesten Stand.

Wir bedanken uns weiterhin sehr für die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit dem Thieme Verlag und seinen Mitarbeitern/-innen. Sie haben uns nach Kräften unterstützt und ohne ihren Fleiß und ihre Geduld wäre ein solches Werk nicht realisierbar.

Zu guter Letzt wünschen wir Ihnen Freude und Gewinn beim Lesen und Nachschlagen in diesem Werk. Über Anregungen und Rückmeldungen würden wir uns freuen.

Berlin und Basel, Sommer 2016

Carl Erb, Torsten Schlote

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria	BODI	Bioadhesive ophthalmic Drug Inserts
AAION	arteriitische anteriore ischämische Optikusneuropathie	BSG	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit
AAU	akute anteriore Uveitis	BVA	Bundesverband der Augenärzte
AAV	Arterienastverschluss	C	Celsius
Abb.	Abbildung	ca.	circa
ABL	Abetalipoproteinämie	cANCA	zytoplasmatischer anti-neutrophiler zytoplasmatischer Antikörper
a-CCP	antizyklisches citrulliniertes Peptid	CAR	karzinomassoziierte Retinopathie
ACE	Angiotensin converting Enzyme	CAS	Clinical Activity Score
AchR-AK	Acetylcholinrezeptor-Antikörper	CAU	chronische anteriore Uveitis
Ag	Antigen	CBCL	B-Zell-Lymphom
AGE	Advanced Glycation Endproducts	CCS	Chorioretinopathia centralis serosa
Aids	Aquired immune Deficiency Syndrome	CEV-Schema	Carboplatin-Etoposid-Vincristin-Schema
AION	anteriore ischämische Optikoneuropathie	CFH	Komplementfaktor H
AK	Antikörper	CIC	zirkulierende Immunkomplexe
AMD	altersabhängige Makuladegeneration	CIN	konjunktivale intraepitheliale Neoplasie
AMG	Arzneimittelgesetz	cm	Zentimeter
AML	akute myeloische Leukämie	CMV	Zytomegalievirus
AMT	Amnionmembrantransplantation	CNTF	Ciliary neurotrophic Factor
ANA	antinukleäre Antikörper	CNV	choroidale Neovaskularisation
ANCA	antineutrophiler zytoplasmatischer Antikörper	CRION	Chronic relapsing inflammatory optic Neuropathy
ANV	andere Neovaskularisationen	CrP	C-reaktives Protein
APC	aktiviertes Protein C	CsA	Ciclosporin A
APMPPE	akute posteriore multifokale plakoide Pigmentepitheliopathie	cSLO	Scanning-Laser-Ophthalmoskop
ARN	akute Retinaneurose	CT	Computertomografie
AS	Augensalbe	CTCL	T-Zell-Lymphom
AT	Augentropfen	CTGF	Connective Tissue Growth Factor
AU	anteriore Uveitis	CVOS	Central Vein Occlusion Study Group
Aufl.	Auflage	CVRF	kardiovaskuläre Risikofaktoren
AV	ventrikuloatrial	CWS	Cooperative-Weichteilsarkom-Studiengruppe
AVV	Astvenenverschluss	D	definitiv vorhanden
AZA	Azathioprin	DA	Papillenfläche
BAK	Bezalkoniumchlorid	DALK	Deep anterior lamellar Keratoplasty
BCG	Bacillus Calmette Guérin	DB	Doppelbild
BCVA	Best corrected visual Acuity (dt. bestkorrigierte Sehschärfe)	DCR	Dakryozystorhinostomie
BDNF	Brain-derived neurotrophic Factor	DD	Differenzialdiagnose
BDUMP	diffuse uveale melanozytäre Proliferationen	DDS	Drug Delivery System
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte	DEWS	Dry Eye Workshop
bFGF	Basic Fibroblast Growth Factor		

DGII	Deutschsprachige Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation	FGF	Fibroblast Growth Factor
d. h.	das heißt	FLA	Fluoreszenzangiografien
DHA	Docosahexaensäure	FSME	Frühsommermeningoenzephalitis
dl	Deziliter	FT 3	freies Trijodthyronin
DMEK	Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty	FT 4	freies Thyroxin
DMÖ	diabetisches Makulaödem	FTA-ABS	Fluoreszenz-Treponemen-Antikörper-Absorptionstest
DNA	Desoxyribonukleinsäure	5-FU	5-Fluorouracil
DNS	Desoxyribonukleinsäure	g	Gramm
DOG	Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft	GA	geografische Atrophie
DR	diabetische Retinopathie	GABA	γ -Aminobuttersäure
DSA/EK	Descemet stripping automated endothelial Keratoplasty	GCD	granuläre Cornea-Dystrophie
DUSN	diffuse einseitige subacute Neuroretinitis	ggf.	gegebenenfalls
EBV	Epstein-Barr-Virus	GK	Glaskörper
ECT	Encapsulated Cell Therapy	GON	glukomatöse Optikusneuropathie
ED	Einzeldosis	GPA	granulomatöse Polyangiitis (Wegener-Granulomatose)
EDTA	Ethylendiamintetraacetat	GRE	Glucocorticoid responsive Elements
EDTRS	Early Treatment diabetic Retinopathy Study	GWK	Goldmann-Witmer-Koeffizient
EEMM	Erythema exsudativum multiforme minor	Gy	Gray
EF-EMG	Einzelfaser-Elektromyografie	h	Stunde
EFS	Event free Survival	HAART	hochaktive antiretrovirale Therapie
EKG	Elektrokardiogramm	HE	Hämatoxylin-Eosin
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent Assay	HEED	Hornhaut-Endothel-Epithel-Dekompensation
EMA	The European Agency for the Evaluation of medical Products	HGF	Hepatocyte Growth Factor
EO	Endokrine Orbitopathie	HIV	Human Immune Deficiency Virus
EPA	Eicosapentaensäure	HLA	Human Leucocyte Antigen
ERED	epitheliale rezidivierende Erosionsdystrophie	H/MA	Blutungen und Mikroaneurysmen
ERG	Elektroretinografie	HPMC	Hydroxypropylmethylcellulose
ESCRS	European Society of Cataract and refractive Surgeons	HSV	Herpes-simplex-Virus
et al.	und andere	HWS	Halswirbelsäule
ETDRS	Early Treatment diabetic Retinopathy Study	HZVV	Hemizentralvenenverschluss
EU	Europäische Union	ICCE	intrakapsuläre Kataraktextraktion
EUGOGO	European Group on Graves' Orbitopathy	ICE	irido-corneo-endothelial
EVS	Early Vitrectomy Study	ICG	Indocyaningrün
evtl.	eventuell	i. d. R.	in der Regel
FAF	Fundusautofluoreszenz	I.E.	internationale Einheiten
FAG	Fluoreszenzangiografie	IFIS	intraoperatives Floppy-Iris-Syndrom
FDA	Food and Drug Administration	IFNα	Interferon alpha
		IgA	Immunglobulin A
		IgE	Immunglobulin E
		IGF	Insulin-like Growth Factor
		IgG	Immunglobulin G
		IgM	Immunglobulin M

IHS	International Headache Society	M.	Musculus
IIH	idiopathische intrakranielle Hypertension	MALT	Mucosal associated lymphoid Tissue
IIRC	International intracular Retinoblastoma Classification	MAR	melanomassoziierte Retinopathie
IL	Interleukin	MARINA	Minimally classic/occult Trial of the Anti-VEGF Antibody Ranibizumab in the Treatment of neovascular AMD
ILAR	International League of Associations for Rheumatology	MDD	Meibomdrüsendysfunktion
i. m.	intramuskulär	MEWDS	Multiple evanescent white Dot Syndrome
INV	Irisneovaskularisationen	mfERG	multifokale Elektroretinografie
IOL	intraokulares Lymphom	mg	Milligramm
IOL	Intraokularlinse	MGD	Meibomian Gland Dysfunction
IRMA	intraretinale mikrovaskuläre Anomalien	min	Minute
i. S.	im Serum; im Sinne	mind.	mindestens
i. U.	im Urin	MINGO	Mycophenolat-Mofetil in Graves-Orbitopathie-Studie – eine randomisierte klinische Studie, die die Wirkung von i. v. Steroiden mit und ohne Kombination mit Mycophenolat-Mofetil vergleicht
IU	International Unit (internationale Einheit)		Million
i. v.	intravenös	Mio.	Milliliter
IVOM	intravitreale operative Medikamenteneingabe	ml	Membrana limitans interna
J	Joule	MLI	Millimeter
JIA	juvenile idiopathische Arthritis	mm	Mycophenolatmofetil
Kap.	Kapitel	MMF	Millimeter-Quecksilbersäule
KCE	Keratoconjunctivitis epidemica	mmHg	Milliosmolarität
kD	Kilodalton	mOsm	mikroskopische Polyangiitis
kg	Kilogramm	MPA	methicillinresistenter Staphylococcus aureus
KG	Körpergewicht	MRSA	methicillinresistenter Staphylococcus epidermidis
KI	kontraindiziert	MRSE	Magnetresonanztomografie
KL	Kontaktlinse	MRT	multiple Sklerose
KPL	Keratoplastik	MS	Methotrexat
KPRO	Keratoprothese	MTX	muskelspezifische Rezeptor-Tyrosinkinase
LADA	Latent autoimmune Diabetes in Adults	MuSK	Molecular Weight (Molekulargewicht)
LASEK	Laser-Epithelial-Keratomileusis	MW	
LASIK	Laser-in-situ-Keratomileusis	N.	Nervus
LCH	Langerhans-Zell-Histiozytose	NaCl	Natriumchlorid
LDL	Low Density Lipoprotein	NAION	nichtarteriitische anteriore ischämische Optikusneuropathie
LEDGF	Lens epithelium derived Growth Factor	NDG	Normaldruckglaukom
LES	Lambert-Eaton-(Rooke-)Syndrom	ng	Nanogramm
LHON	Lebersche hereditäre Optikusneuropathie	nm	Nanometer
		NMO	Neuromyelitis optica
		NNO	Neuritis n. optici
		NODS	New ophthalmic Delivery Systems

NPDR	nichtproliferative diabetische Retinopathie	PUK	periphere ulzerative Keratitis
Nr.	Nummer	PUVA	Psoralene plus UVA
NSAID	Nonsteroidal antiinflammatory Drugs (nichtsteroidale Antiphlogistika)	PVA	Polyvinylalkohol
NVD	Neovaskularisation auf der Papille	PVP	Polyvinylpyrrolidone
NVE	Neovaskularisation irgendwo	PVR	proliferative Vitreoretinopathie
NW	Nebenwirkungen	Q	fraglich
o. g.	oben genannt	R0	(Tumorklassifikation) kein Tumor im Organismus nachweisbar
OAT	Ornithin-delta-Aminotransferase	RA	rheumatoide Arthritis
OCT	optische Kohärenztomografie	RAPD	relativer afferenter Pupillendefekt
ODI	Ocular Surface Disease Index	RB	Blutdruck
ONTT	Optic Neuritis Treatment Trial	RBCD	Reis-Bücklers Cornea-Dystrophie
OP	Operation	RCS	Retinopathia centralis serosa
OSSN	Ocular Surface squamous Neoplasia	RdCVF	Rod-derived Cone Viability Factor
p. o.	per os	RF	Rheumafaktor
PAN	periodisch alternierender Nystagmus	RG	Retinologische Gesellschaft
pANCA	perinukleärer antineutrophiler zytoplasmatischer Antikörper	RMS	Rhabdomyosarkom
PCR	Polymerasekettenreaktion	RNS	repetitive Nervenstimulation
PDGF	Platelet-derived Growth Factor	RNV	retinale Neovaskularisation
PDR	proliferative diabetische Retinopathie	RP	Retinitis pigmentosa
PDT	photodynamische Therapie	RPE	retinales Pigmentepithel
PED	Pigmentepithelabhebungen	RTK	Rezeptortyrosinkinase
PEDF	Pigment epithelium derived Factor	r-tPA	Recombinant Tissue Plasminogen Activator
PEG	Polyethylenglykol	rtPA	rekombinierter Gewebe-plasminogenaktivator
PEI	Paul-Ehrlich-Institut	RTX	Strahlentherapie
PET	Positronenemissionstomografie	RVV	retinale Venenverschlüsse
PEX	Pseudoexfoliationssyndrom	S.	Seite
pHEMA	Polyhydroxyethylmethacrylat	s.	siehe
PHMB	Polyhexamethylenbiguanid	s. a.	siehe auch
PHPV	persistierender hyperplastischer primärer Glaskörper	s. c.	subkutan
PLGF	Placenta Growth Factor	SDH	Solu-Decortin H
PMMA	Polymethylmetacrylat	SD-OCT	Spectral Domain optische Kohärenztomografie
POWG	primäres Offenwinkelglaukom	siRNA	Small Interfering RNA
PPD	partielle perkutane Dissektomie	s. o.	siehe oben
PPV	Pars-plana-Viretomie	sp.	Species
PRH	präretinale Blutung	s. u.	siehe unten
PRK	photoreaktive Keratektomie	SE	weiche Exsudate
PRN	Pro-Re-Nata	SINS	Surgically induced necrotizing Scleritis
PSD/LV	Pattern Standard Deviation/loss Variance	siRNAs	Small interfering RNAs
PSS	primäres Sjögren-Syndrom	SJS	Stevens-Johnson-Syndrom
PTK	fototherapeutische Keratektomie	SMX	Sulfamethoxazol
		SODI	Soluble ophthalmic Drug Inserts
		sog.	sogenannt
		SRT	selektive Retinatherapie
		stdl.	stündlich

STIR	Short Inversion Time Inversion Recovery	V.	Vena
STP	Stauungspapille	V. a.	Verdacht auf
SUN	Standardization of Uveitis Nomenclature	v. a.	vor allem
SUNA	Short-lasting unilateral neuralgiform Headache Attacks with cranial autonomic Symptoms	VB	venöse Kaliberschwankungen
SUNCT	Short-lasting unilateral ueuralgiform Headache Attacks with conjunctival Injection and Tearing	VEGF	Vascular endothelial Growth Factor
Tab.	Tabelle	VEP	visuell evozierte Potenziale
Tabl.	Tabletten	VGCC	Voltage gated Calcium Channel
TASS	Toxic anterior Segment Syndrome	vgl.	vergleiche
Tbc	Tuberkulose	VH	Glaskörperblutung
TEN	toxische epidermale Nekrolyse	VKH-Syndrom	Vogt-Koyanagi-Harada-Syndrom
TGF	Transforming Growth Factor	VLDL	Very low Density Lipoprotein
tgl.	täglich	VP	ventrikoloperitoneal
THS	Tolosa-Hunt-Syndrom	vs.	versus
TINU-Syndrom	tubulointerstitielles Nephritis- und Uveitissyndrom	VZV	Varicella-zoster-Virus
TMP	Trimethoprim	WHO	World Health Organization
TNF	Tumornekrosefaktor	z. B.	zum Beispiel
TON	traumatische Optikusneuropathie	Z. n.	Zustand nach
TRAK	TSH-Rezeptor-Antikörper	z. T.	zum Teil
TSH	Thyreoida-stimulierendes Hormon	ZAV	Zentralarterienverschluss
TSHR	TSH-Rezeptor	ZMÖ	cystoides Makulaödem
u. a.	unter anderem	ZNS	zentrales Nervensystem
u. U.	unter Umständen	ZVV	Zentralvenenverschluss
u. v. a. m.	und viele andere mehr		
UGH	Uveitis-Glaukom-Hyphäma		
UV	ultraviolett		

Anschriften

Herausgeber

Prof. Dr. med. Carl **Erb**
Augenklinik am Wittenbergplatz
Kleiststr. 23–26
10787 Berlin

Prof. Dr. med. Torsten **Schlote**
Tagesklinik Ambimed
Klingentalstrasse 9
4057 Basel
Schweiz

Mitarbeiter

Prof. Dr. med. Wolfgang **Behrens-Baumann**
Eckenbornweg 5j
37075 Göttingen

Dr. med. Katharina **Bell**
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Augenklinik und Poliklinik
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz

Dr. med. Alexander **Bickmann**
Praxis Dr. Gündisch-Thomas
Augenklinik Herzog Carl Theodor
Nymphenburger Str. 43
80335 München

Prof. Dr. med. Norbert **Bornfeld**
Universitätsklinikum Essen
Zentrum für Augenheilkunde
Hufelandstr. 55
45147 Essen

Univ.-Prof. em. Dr. med. Holger **Busse**
Veghestr. 13
48149 Münster

Prof. Dr. med. Anja K. **Eckstein**
Universitätsklinikum Essen
Zentrum für Augenheilkunde
Hufelandstr. 55
45147 Essen

Dr. med. Christoph **Ehlken**
Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Augenheilkunde
Killianstr. 5
79106 Freiburg

Prof. Dr. med. Karl-Heinz **Emmerich**
Klinikum Darmstadt GmbH
Augenklinik
Heidelberger Landstr. 379
64297 Darmstadt

Prof. Dr. med. Joachim **Esser**
Universitätsklinikum Essen
Zentrum für Augenheilkunde
Hufelandstr. 55
45147 Essen

Dr. med. Charlotte **Fechner**
FEBO
Augenärzte am Stachus
Sonnenstr. 1
80331 München

Prof. Dr. med. Nicolas **Feltgen**
Universitätsmedizin Göttingen
Abteilung Augenheilkunde
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. med. Dipl. Psych. Hartmut **Göbel**
Schmerzambulanz Kiel
Heikendorfer Weg 9–27
24149 Kiel

Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Franz H. **Grus**
Universitätsmedizin
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Augenklinik und Poliklinik
Experimentelle und Translationale
Ophthalmologie
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz

Prof. Dr. med. Hans **Hoerauf**
Universitätsmedizin Göttingen
Abteilung Augenheilkunde
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. med. Frank G. **Holz**
Universitäts-Augenklinik Bonn
Ernst-Abbe-Str. 2
53127 Bonn

Dr. rer. nat. Suzan E. **Hunt**
Universitäts-Augenklinik Bonn
Ernst-Abbe-Str. 2
53127 Bonn

Prof. Dr. med. Wolf A. **Lagrèze**
Universitätsklinikum Freiburg
Universitäts-Augenklinik
Killianstr. 5
79106 Freiburg

Prof. Dr. med. Gabriele E. **Lang**
Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Augenheilkunde
Prittwitzstr. 43
89075 Ulm

Dr. med. Stefan J. **Lang**
Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Augenheilkunde
Killianstr. 5
79106 Freiburg

Prof. Dr. med. Wolfgang E. **Lieb**
St. Vincentius-Klinik
Augenklinik
Steinhäuserstr. 18
76135 Karlsruhe

Prof. Dr. med. Christian Y. **Mardin**
Universitätsklinikum Erlangen
Augenklinik
Schwabachanlage 6
91054 Erlangen

apl. Prof. Dr. med. Elisabeth **Messmer**
Klinikum der Universität München
Campus Innenstadt
Augenklinik
Mathildenstr. 8
80336 München

Prof. Dr. med. Carsten **Meyer**
FEBO
Pallas Kliniken Aarau
Bahnhofplatz 4
5000 Aarau
Schweiz

Dr. med. Bernhard **Nölle**
Universitätsklinikum Kiel
Augenklinik
Arnold-Heller-Str. 3
24105 Kiel

Prof. Dr. med. Duy-Thoai **Pham**
Vivantes Klinikum Neukölln
Klinik für Augenheilkunde
Rudower Str. 48
12351 Berlin

Prof. Dr. med. Uwe **Pleyer**
FEBO, Charité - Universitätsmedizin Berlin
Campus Virchow-Klinikum
Klinik für Augenheilkunde
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. Klaus **Rüther**
Facharztpraxis für Augenheilkunde
Dorotheenstr. 56
10117 Berlin

Dr. med. Katharina **Schedler**
Pallas Kliniken Aarau
Bahnhofplatz 4
5000 Aarau
Schweiz

PD Dr. med. Frank **Schirra**
Augenzentrum im Medizeum
Europaallee 15
66113 Saarbrücken

Prof. Dr. med. Michael P. **Schittkowski**
Universitätsmedizin Göttingen
Abteilung Augenheilkunde
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. Dr. h. c. Norbert **Schrage**
Kliniken der Stadt Köln gGmbH, Augenklinik
Ostmerheimer Str. 200
51109 Köln

Prof. Dr. med. Berthold **Seitz**
Uniklinikum des Saarlandes
Klinik für Augenheilkunde
Kirrberger Str. 1
66424 Homburg

Dr. med. Felix **Tonagel**
Universitätsklinik Tübingen
Klinik für Augenheilkunde
Schleichstr. 12-16
72076 Tübingen

Prof. Dr. med. Helmut **Wilhelm**
Universitätsklinik Tübingen
Klinik für Augenheilkunde
Schleichstr. 12-16
72076 Tübingen

Prof. Dr. med. Manfred **Zierhut**
Universitätsklinik Tübingen
Klinik für Augenheilkunde
Schleichstr. 12-16
72076 Tübingen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	25			
	<i>C. Erb, T. Schlote</i>				
1.1	Zulassung von Arzneimitteln ...	25	1.4	Studien und Erfahrungswissen ..	26
1.2	Pharmakokinetik in der Augenheilkunde	25	1.5	Literatur	26
1.3	Arzneimittelsicherheit	25			
2	Pharmakokinetik von Medikamenten in der Augenheilkunde	28			
	<i>K. Bell, F. Grus</i>				
2.1	Einleitung	28	2.3	Bioverfügbarkeit	34
2.2	Allgemeine Aspekte der Pharmakokinetik	28	2.3.1	Aspekte zur Erhöhung der Bioverfügbarkeit	34
2.2.1	Applikation	28	2.4	Generika in der Augenheilkunde	41
2.2.2	Resorption	29	2.5	Literatur	42
2.2.3	Verteilung	32			
2.2.4	Elimination	33			
3	Erkrankungen der Augenhöhle	45			
	<i>W. Lieb</i>				
3.1	Einleitung	45	3.5.4	Tolosa-Hunt-Syndrom	54
3.2	Diagnostische Maßnahmen	45	3.5.5	Wegener-Granulomatose	55
3.3	Grundzüge chirurgischer Maßnahmen	45	3.5.6	Nasale NK/T-Zell-Lymphome	55
3.4	Infektiöse Orbitaerkrankungen ..	46	3.5.7	Kollagenerkrankungen	56
3.4.1	Orbitalphlegmone	46	3.5.8	Sarkoidose der Orbita	56
3.4.2	Nekrotisierende Fasiitis (Streptokokkengangrän)	49	3.6	Orbitale Tumoren	56
3.4.3	Pilzinfektionen	50	3.6.1	Kapilläres Hämangiom	56
3.5	Nichtinfektiöse orbitale Entzündungen	51	3.6.2	Lymphangiom	58
3.5.1	Idiopathische orbitale Entzündung (Pseudotumor orbitae)	51	3.6.3	Lymphatische Tumoren	58
3.5.2	Orbitale Myositis	53	3.6.4	Langerhans-Zell-Histiozytose	60
3.5.3	Idiopathische sklerosierende orbitale Entzündung	54	3.6.5	Rhabdomyosarkom der Orbita	61
			3.6.6	Tumoren der Nervenzellen	64
			3.6.7	Sekundäre und metastatische Tumoren	65
			3.7	Literatur	67

4	Endokrine Orbitopathie	73		
	<i>A.K. Eckstein</i>			
4.1	Einleitung	73	4.3	Therapeutisches Spektrum
4.1.1	Pathogenese	73	4.3.1	Klassifikation
4.2	Klinisches Bild und Diagnostik ..	73	4.4	Literatur
4.2.1	Klinisches Bild	73		86
4.2.2	Diagnostik	75		
5	Erkrankungen der Lider	90		
	<i>M. Schittkowski</i>			
5.1	Entzündliche Erkrankungen der Lider	90	5.3.3	Faltenbehandlung – Botulinumtoxininjektion aus kosmetischer Indikation
5.1.1	Blepharitis	90		111
5.1.2	Bakterielle Lidentzündungen	94	5.3.4	Grundzüge zu Fillern im Lidbereich
	<i>Unter Mitarbeit von A. Bickmann</i>		5.3.5	Lidmyokymie
5.1.3	Viruserkrankungen der Lider	98	5.3.6	Ptosis
	<i>Unter Mitarbeit von A. Bickmann</i>		5.3.7	Ektropium/Entropium/Fazialisparese/Floppy-Eyelid-Syndrom ...
5.1.4	Pilzinfektionen der Lider	100		113
5.1.5	Parasitäre Erkrankungen	102	5.4	Lidtumoren
	<i>Unter Mitarbeit von A. Bickmann</i>		5.4.1	Kapilläres Hämangiom
5.2	Allergie, Lidekzem und Lidödem	104	5.4.2	Xanthelasma
5.2.1	Allergisches Lidödem	104	5.4.3	Basalzellkarzinom (Basaliom)
5.2.2	Nicht-allergisches Lidödem	105		115
5.2.3	Lidekzem (kontaktallergisch – atopische Dermatitis)	105	5.5	Exogene Liderkrankungen
5.2.4	Toxisches Kontaktekzem	106	5.5.1	Lichtdermatosen
5.3	Lidfunktionsstörungen und Lidfehlstellungen	107	5.5.2	Lichtschutzmittel
5.3.1	Essenzieller Blepharospasmus	107	5.5.3	Dermatitis durch Röntgenstrahlen
5.3.2	Weitere Anwendungsmöglichkeiten von Botulinumtoxininjektion im Lidbereich	110	5.5.4	Pruritus als unspezifisches Symptom
				118
6	Erkrankungen der Tränenorgane	122	5.6	Literatur
	<i>H. Busse, K. H. Emmerich</i>			118
6.1	Erkrankungen der Tränendrüse ..	122	6.2.3	Sog. tiefe Tränenwegsstenosen (Tränensack und Ductus nasolacimalis)
6.1.1	Dakryoadenitis (Tränendrüsenentzündung)	122		126
6.1.2	Tumoren der Tränendrüse	124	6.2.4	Koninatale Dakryostenose
6.2	Erkrankungen der ableitenden Tränenwege	125	6.2.5	Angeborene Tränenwegdivertikel (koninatale Tränensackmukozele) ..
6.2.1	Erworbene Kanalikulusstenose ...	125		128
6.2.2	Kanalikulitis	125	6.2.6	Erworbene Dakryostenose
			6.2.7	Dacryocystitis neonatorum acuta .
				130

6.2.8	Dakryozystitis im Erwachsenenalter	131	6.3	Literatur	133
6.2.9	Tumoren	132			
7	Erkrankungen der Bindehaut	135			
	<i>T. Schlote</i>				
7.1	Einleitung	135	7.7.5	Konjunktivale Syphilis	143
7.2	Bakterielle Konjunktivitis	135	7.7.6	Seltene Ursachen der okuloglandu- lären Konjunktivitis	143
7.2.1	Erregerspektrum, klinisches Bild ..	135			
7.2.2	Therapie	136	7.8	Allergische Bindehaut- erkrankungen	143
7.3	Konjunktivitis bei viralen Erkrankungen	137	7.8.1	Akute allergische Konjunktivitis ...	143
7.3.1	Adenoviren	137	7.8.2	Chronische allergische Konjunktivitis	144
7.3.2	Herpes-simplex-Viren (HSV)	137	7.8.3	Keratokonjunktivitis vernalis	144
7.3.3	Varizella-Zoster-Virus	137	7.8.4	Keratokonjunktivitis atopica	145
7.3.4	Zytomegalievirus	138	7.8.5	Gigantopapilläre Konjunktivitis ...	146
7.3.5	Epstein-Barr-Virus	138	7.8.6	Kontaktkonjunktivitis	146
7.3.6	Molluscum contagiosum	138	7.8.7	Konjunktivitis phlyctaenulosa	146
7.3.7	Akute hämorrhagische Konjunktivitis	138	7.9	Toxische Konjunktivitis	147
7.3.8	Weitere virale Erkrankungen	138			
7.4	Konjunktivitis durch spezielle Erreger	138	7.10	Bindehauterkrankungen verschiedener Genese	148
7.4.1	Konjunktividen durch Chlamydien	138	7.10.1	Obere limbale Keratokonjunktivitis (Theodore)	148
7.4.2	Mykosen der Konjunktiva	139	7.10.2	Konjunktivitis lignosa	148
7.4.3	Konjunktividen durch Parasiten ..	140	7.10.3	Erythema exsudativum multi- forme, Stevens-Johnson-Syndrom, toxische epidermale Nekrolyse	149
7.5	Ophthalmia neonatorum	140	7.10.4	Okuläres Pemphigoid	150
7.5.1	Prophylaxe der Ophthalmia neonatorum	140	7.11	Degenerative Bindehaut- veränderungen	152
7.5.2	Gonoblennorrhoe	140	7.11.1	Pinguekulum	152
7.5.3	Einschlusskörperchen- konjunktivitis	141	7.11.2	Pterygium	152
7.5.4	Herpes-simplex-Virus (HSV) Typ II Infektion des Neugeborenen	141	7.12	Bindehauttumoren	153
7.6	(Kerato-)Konjunktivitis sicca	141	7.12.1	Plattenepithelpapillome	153
7.7	Okuloglanduläre Syndrome/Konjunktivitis	141	7.12.2	Konjunktivale intraepitheliale Neoplasie (CIN)	153
7.7.1	Okuläre Katzenkratzkrankheit	141	7.12.3	Plattenepithelkarzinom	154
7.7.2	Okuloglanduläre Tularämie	142	7.12.4	Primär erworbene Melanose	155
7.7.3	Konjunktivale Sporotrichose	142	7.12.5	Malignes Melanom	155
7.7.4	Konjunktivale Tuberkulose	142	7.12.6	Malignes Lymphom	156
			7.13	Literatur	156

8	Das Trockene Auge	159		
	<i>E. M. Messmer</i>			
8.1	Einleitung	159	8.2.3	Nicht-medikamentöse Therapie des Trockenen Auges
8.1.1	Definition	159	8.2.4	Therapie
8.1.2	Pathogenese	159	8.3	Literatur
8.2	Therapeutisches Spektrum	160		
8.2.1	Patientenanleitung	160		
8.2.2	Medikamente	160		
9	Erkrankungen der Hornhaut	172		
	<i>B. Seitz und F. Schirra</i>			
9.1	Einleitung	172	9.7.5	Immunologische Transplantat- reaktion
9.2	Bakterielle Hornhautgeschwüre	172	9.8	Benetzungsstörungen der Hornhaut
9.2.1	Symptome und klinisches Bild	172	9.9	Zystinose
9.2.2	Mikrobiologische Untersuchungen	172	9.10	Persistierende oder rezidivie- rende epitheliale Defekte
9.2.3	Therapie	174	9.10.1	Therapie
9.2.4	Spezielle Erreger	179	9.11	Hornhaut-Endothel-Epithel- Dekompensation (HEED)
9.2.5	Infektiöse kristalline Keratopathie.	183	9.11.1	Therapie
9.3	Protozoen	184	9.12	Medikamentöse Therapie bei kornealer Mikrochirurgie ...
9.3.1	Akanthamöben-Keratitis	184	9.12.1	Reine perforierende Keratoplastik (PKP)
9.3.2	Mikrosporidien-Keratitis	186	9.12.2	Die klassische Triple-Prozedur
9.4	Keratomykose	186	9.12.3	DMEK/DSAEK
9.4.1	Vorkommen und klinisches Bild ...	186	9.12.4	DMEK/DSAEK mit Katarakt-OP (sog. New Triple Procedure)
9.4.2	Laboruntersuchungen	187	9.12.5	Amnionmembrantransplantation (AMT als Patch, Graft oder Sandwich)
9.4.3	Therapie	187	9.12.6	Phototherapeutische Keratektomie (PTK)
9.5	Virale Hornhauterkrankungen ..	189	9.12.7	Refraktive Keratotomien (mit/ohne Kompressionsnähte) ...
9.5.1	Herpes-simplex-Keratitis	189	9.12.8	Pterygium-OP
9.5.2	Zoster-Keratitis	196	9.12.9	Hornhautfadenentfernung
9.5.3	Keratoconjunctivitis epidemica (KCE)	197	9.12.10	EDTA-Touchierung
9.6	Entzündungen unterschiedlicher Ätiologie	198	9.12.11	Korneale und/oder konjunktivale Neoplasien
9.6.1	Keratitis punctata superficialis Thygeson	198	9.13	Literatur
9.6.2	Kontaktlinsenassoziierte Hornhautveränderungen	198		
9.7	Immunmodulierte Hornhautentzündungen	200		
9.7.1	Interstitielle Keratitis	201		
9.7.2	Infektallergische marginale Keratitis	201		
9.7.3	Ulcus rodens Mooren	201		
9.7.4	Periphere Hornhautulzera bei Systemerkrankungen	202		

10	Erkrankungen der Sklera	227		
	<i>B. Nölle</i>			
10.1	Einleitung	227	10.3	Nichtinfektiöse Episkleritis
10.2	Antiinflammatorische und immunsuppressive Therapie	228	10.3.1	Klinisches Bild
10.2.1	Glukokortikosteroide	229	10.3.2	Therapie
10.2.2	Methotrexat	229	10.4	Nichtinfektiöse Skleritis
10.2.3	Cyclophosphamid	230	10.4.1	Diffuse und noduläre Scleritis anterior
10.2.4	Azathioprin	230	10.4.2	Nekrotisierende Scleritis anterior
10.2.5	Mycophenolatmofetil	231	10.4.3	Hintere Skleritis
10.2.6	Ciclosporin A (CSA)	231	10.5	Infektiöse Skleraentzündungen
10.2.7	Tacrolimus (FK 506)	231	10.5.1	Therapie
10.2.8	Biologika	232	10.6	Literatur
				238
11	Erkrankungen der Linse und des Zonulaapparats	241		
	<i>D. T. Pham</i>			
11.1	Einleitung	241	11.4	Erkrankung des Zonulaapparats
11.2	Kongenitale Linsentrübungen	241	11.4.1	Therapie
11.2.1	Ätiologie	241	11.5	Katarakt und Makuladegeneration
11.2.2	Klinisches Bild	241	11.6	Katarakt und Glaukom
11.2.3	Diagnostik	242	11.7	Postoperative Therapie nach Kataraktoperation und regenerativer Nachstar
11.3	Erworbene Erkrankung der Linse und senile Katarakt	243	11.8	Intraoperatives Floppy-Iris-Syndrom (IFIS)
11.3.1	Katarakt bei Allgemein-erkrankungen	243	11.9	Literatur
11.3.2	Katarakt durch äußere Einflüsse	244		250
11.3.3	Katarakt durch okuläre Erkrankungen (Cataracta complicata)	245		
11.3.4	Altersbedingte Linsenveränderung und senile Katarakt	246		
12	Intraokulare Entzündungen – Uveitis anterior und intermedia	254		
	<i>U. Pleyer, M. Zierhut</i>			
12.1	Einleitung	254	12.2.3	Diagnostik der intermediären Uveitis
12.1.1	Epidemiologie	254	12.2.4	Diagnostik der posterioren Uveitis
12.1.2	Klassifikation intraokularer Entzündungen	254	12.2.5	Minimaldiagnostik
12.1.3	Pathogenese und Pathophysiologie der intraokularen Entzündung	255	12.2.6	Spezifische Diagnostik
12.2	Diagnostische Maßnahmen	256	12.3	Therapeutisches Spektrum
12.2.1	Allgemeine Diagnostik	256	12.3.1	Therapeutika
12.2.2	Diagnostik der anterioren Uveitis	256	12.3.2	Systemische Therapeutika
			12.3.3	Anteriore Uveitis
			12.3.4	Intermediäre Uveitis
				270
				270

12.4	Spezielle anteriore Uveitiden ...	272	12.8	Panuveitis	292
12.4.1	Idiopathische anteriore Uveitis. ...	272	12.8.1	Morbus Behçet	292
12.4.2	HLA-B27+ anteriore Uveitis	272	12.8.2	Sarkoidose	293
12.4.3	Anteriore Uveitis mit Arthritis	273	12.8.3	Sympathische Ophthalmie	294
12.4.4	Anteriore Uveitis bei Gastro- intestinalerkrankungen	274	12.8.4	Vogt-Koyanagi-Harada-Syndrom ..	294
12.4.5	Medikamentös bedingte Uveitis. ...	274	12.9	Infektassoziierte Uveitiden	295
12.4.6	Anteriore Uveitis im Kindesalter ..	274	12.9.1	Borreliose	295
12.4.7	Virusassoziierte, anteriore Uveitiden	279	12.9.2	Lepra	295
12.5	Intermediäre Uveitis	281	12.9.3	Syphilis	296
12.5.1	Ätiologie	281	12.9.4	Tuberkulose	297
12.5.2	Klinisches Bild	282	12.9.5	Human Immune Deficiency Virus (HIV)	298
12.5.3	Therapie	282	12.10	Komplikationen	300
12.5.4	Komplikationen	283	12.10.1	Katarakt	300
12.6	Uveitis posterior	283	12.10.2	Glaukom	300
12.6.1	White Dot Syndrome	284	12.10.3	Cystoides Makulaödem	300
12.6.2	Toxoplasmose-Retinochoroiditis ..	288	12.11	Maskerade-Syndrome	300
12.7	Akute Retinaneekrose	290	12.11.1	Malignome	300
12.7.1	Ätiologie	290	12.11.2	Weitere Maskerade-Syndrome ...	301
12.7.2	Klinisches Bild	290	12.12	Literatur	301
12.7.3	Diagnostik	290			
12.7.4	Therapie	291			
13	Endophthalmitis	308			
	<i>W. Behrens-Baumann</i>				
13.1	Einleitung	308	13.3	Endogene Endophthalmitis	312
13.2	Exogene Endophthalmitis	308	13.3.1	Therapie	312
13.2.1	Postoperative Endophthalmitis ...	308	13.4	Literatur	312
13.2.2	Posttraumatische Endophthalmitis	312			
13.2.3	Endophthalmitis per continuitatem	312			
14	Gefäßverschlüsse am Auge	316			
	<i>N. Feltgen, Ch. Ehlken</i>				
14.1	Retinale venöse Verschlüsse ...	316	14.2.4	Diagnostik	330
14.1.1	Epidemiologie	316	14.2.5	Therapie	333
14.1.2	Einteilung	316	14.3	Okuläres Ischämiesyndrom	334
14.1.3	Ätiologie und Pathogenese	316	14.3.1	Definition	334
14.1.4	Klinik und Diagnostik	317	14.3.2	Epidemiologie	334
14.1.5	Therapie	322	14.3.3	Ätiologie und Pathogenese	334
14.2	Arterielle Verschlüsse	328	14.3.4	Symptomatik	335
14.2.1	Epidemiologie	328	14.3.5	Diagnostik	335
14.2.2	Ätiologie und Pathogenese	328	14.3.6	Therapie	336
14.2.3	Symptomatik	329	14.4	Literatur	336

15	Nichtentzündliche Netzhauterkrankungen	341		
	<i>N. Feltgen, N. Bornfeld, H. Hoerauf</i>			
15.1	Cystoides Makulaödem	341	15.9	Frühgeborenen-Retinopathie ...
15.1.1	Prophylaxe des postoperativen ZMÖ.	341	15.9.1	Therapie
15.1.2	Therapie	342	15.10	Aderhauthämangiom
15.2	Chorioretinopathia centralis serosa	343	15.11	Paraneoplastische Retinopathie ..
15.3	Makulaforamen und vitreo-makuläres Traktionssyndrom ...	345	15.12	Strahlenschäden
15.4	Submakuläre Blutung	351	15.13	Retinoblastom
15.5	Exsudative Makulopathie ohne altersabhängige Makuladegeneration	351	15.14	Aderhautmetastasen
15.6	Toxische Makulopathie	351	15.15	Aderhautmelanom
15.7	Lichtschäden der Netzhaut	353	15.16	Primär okuläres Lymphom
15.8	Proliferative Vitreoretinopathie ..	353	15.17	Literatur
16	Degenerative Netzhauterkrankungen	369		
	<i>K. Rütger</i>			
16.1	Einleitung	369	16.3.1	Vitamin A
16.2	Behandelbare Netzhautdystrophien	369	16.3.2	Acetazolamid
16.2.1	Adulte Refsum-Erkrankung	369	16.3.3	Fenretinide
16.2.2	Atrophia gyrata	370	16.3.4	Neurotrophe Faktoren
16.2.3	Abetalipoproteinämie (Bassen-Kornzweig-Syndrom)	371	16.3.5	Antioxidanzien
16.3	Therapieprinzipien der Retinitis pigmentosa	372	16.3.6	Andere Verfahren
16.4	Unterstützende Maßnahmen ...	378	16.5	Literatur
17	Diabetische Retinopathie	382		
	<i>G. E. Lang, S. J. Lang</i>			
17.1	Einleitung	382	17.4	Risikofaktoren und systemische Komplikationen
17.1.1	Folge- und Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus	382	17.5	Prophylaxe
17.2	Epidemiologie	383	17.6	Diagnostisches Vorgehen
17.3	Pathogenese	383	17.6.1	Notwendige Diagnostik

17.6.2	Optimale Diagnostik	387	17.7.2	Laserbehandlung	391
17.6.3	Stadien der diabetischen Retinopathie	388	17.7.3	Vitrektomie	394
17.6.4	Diabetisches Makulaödem und ischämische Makulopathie	391	17.7.4	Acetylsalicylsäure	394
			17.7.5	Verschiedene Medikamente für die systemische Anwendung.	394
17.7	Therapeutisches Spektrum	391	17.8	Literatur	401
17.7.1	Medikamentöse Therapie des Diabetes mellitus und der Risikofaktoren	391			
18	Medikamentöse Therapie der altersabhängigen Makuladegeneration (AMD)	404			
	<i>C. Meyer, F. G. Holz, S.E. Hunt</i>				
18.1	Hintergrund	404	18.4	Neovaskuläre altersabhängige Makuladegeneration.	409
18.2	Pathogenese und Risikofaktoren	404	18.4.1	Therapiemöglichkeiten der neovaskulären AMD.	410
18.3	Trockene AMD.	405	18.4.2	Neue Therapieansätze	415
18.3.1	Diagnose der trockenen AMD.	406	18.4.3	Behandlungsstrategie.	416
18.3.2	Therapieansätze bei trockener AMD	406	18.4.4	Auswahl der Medikamente.	419
			18.5	Literatur	420
19	Erkrankungen des Sehnervs	425			
	<i>F. Tonagel, W. A. Lagrèze, H. Wilhelm</i>				
19.1	Einleitung	425	19.5	Traumatische Optikus- neuropathie	433
19.2	Neuritis n. optici	425	19.5.1	Therapie.	433
19.2.1	Typische Formen.	425	19.6	Drusenpapille	434
19.2.2	Atypische Formen.	428	19.6.1	Therapie.	434
19.3	Anteriore ischämische Optikusneuropathie	428	19.7	Hereditäre Optikusneuropathien	435
19.3.1	Arteriitische anteriore ischämische Optikusneuropathie	429	19.7.1	Therapie.	435
19.3.2	Nichtarteriitische anteriore ischämische Optikusneuropathie.	430	19.8	Toxische und nutritive Optikusneuropathien	435
19.4	Stauungspapille	431	19.8.1	Therapie.	436
19.4.1	Diagnostik	431	19.9	Sehnervtumoren	436
19.4.2	Therapie.	431	19.9.1	Therapie.	436
			19.10	Literatur	436

20	Krankheiten durch Befall mit tierischen Parasiten, Zoonosen	440		
	<i>Ch. Fechner</i>			
20.1	Einleitung	440	20.4	Erkrankungen durch Saugwürmer (Trematoden)
20.2	Erkrankungen durch Fadenwürmer (Nematoden)	440	20.4.1	Bilharziose (Schistosomiasis).
20.2.1	Askariasis	440	20.5	Leishmaniasis
20.2.2	Toxokariasis	441	20.5.1	Kutane und muköse Leishmaniasis, viszerale Leishmaniasis
20.2.3	Oxyuriasis.	442	20.6	Augenerkrankungen durch Arthropoden
20.2.4	Trichinose (Trichinellose).	443	20.6.1	Phthiriasis, Pedikuloze
20.2.5	Ankylostomiasis	444	20.6.2	Demodex-Spezies
20.2.6	Loa loa.	445	20.6.3	Zeckenbefall
20.2.7	Onchozerkose.	446	20.6.4	Ophthalmomyiasis externa und interna.
20.3	Erkrankungen durch Bandwürmer (Zestodes)	447	20.7	Literatur
20.3.1	Zystizerkose	447		
20.3.2	Echinokokkose.	448		
21	Pharmakologie von Verätzungen und Verbrennungen des Auges	456		
	<i>N. Schrage</i>			
21.1	Einleitung	456	21.4.2	Präklinische Diagnostik und Therapie durch Ersthelfer und Notarzt
21.2	Pathophysiologie der Augenverätzung	456	21.4.3	Augenärztliche Untersuchung.
21.2.1	Sonderfälle: Flusssäure- und Kalkverätzung	457	21.4.4	Medikamentöse Therapie der Augenverätzung.
21.3	Augenspültherapie bei Augenverätzung	458	21.4.5	Operative Therapie der Spezialklinik.
21.3.1	Offizielle Empfehlungen.	458	21.4.6	Operative Versorgung in der Spezialklinik.
21.3.2	Auswahl optimierter Augenspüllösungen	459	21.4.7	Ambulante Behandlungsoptionen nach chirurgischer Therapie
21.4	Therapie einer Augenverätzung und -verbrennung	461	21.4.8	Wiederherstellung der Hornhaut
21.4.1	Präklinische Notfallversorgung durch Ersthelfer, Notarzt und Rettungsassistenten	461	21.5	Kernaussagen
			21.6	Literatur
22	Refraktions- und Motilitätsstörungen	470		
	<i>J. Esser</i>			
22.1	Augenbewegungsstörungen	470	22.1.3	Okuläre Neuromyotonie.
22.1.1	Neurogene Augenmuskellähmungen	470	22.1.4	Nystagmus
22.1.2	Störungen der neuromuskulären Übertragung.	470	22.1.5	Sakkadenstörungen
			22.1.6	Myokymie des M. obliquus superior

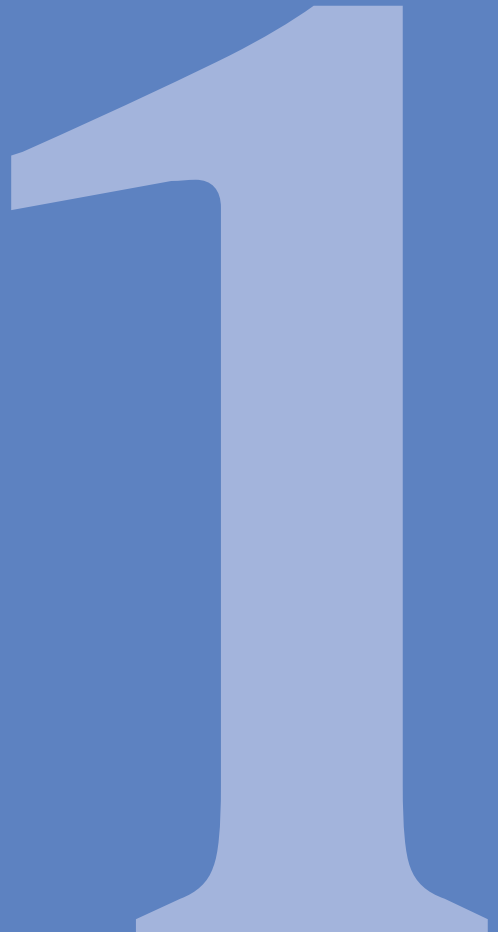
22.1.7	Kearns-Sayre-Syndrom	478	22.3	Myopieprogression	479
22.1.8	Akkommodationsspasmus	479	22.3.1	Ätiologie	479
22.2	Konkomitierendes Schielen	479	22.3.2	Therapie	480
22.2.1	Akkommodativer Konvergenz- exzess	479	22.4	Literatur	480
23	Migräne und Kopfschmerzen	485			
	<i>H. Göbel</i>				
23.1	Klassifikation von Kopfschmerzen	485	23.4	Clusterkopfschmerz	495
23.2	Migräne	486	23.4.1	Definition	495
23.2.1	Soziale und wirtschaftliche Bedeutung	486	23.4.2	Klinik	497
23.2.2	Klinische Symptomatik	486	23.4.3	Differenzialdiagnose	499
23.2.3	Retinale Migräne	490	23.4.4	Nichtmedikamentöse Prophylaxe und Verhaltensregeln	500
23.2.4	Therapie	490	23.4.5	Auswahl der medikamentösen Therapie	501
23.3	Kopfschmerz vom Spannungstyp	494	23.4.6	Neuromodulation bei therapie- refraktärem chronischem Clusterkopfschmerz	501
23.3.1	Definition	494	23.4.7	Behandlung der akuten Cluster- kopfschmerzattacke	502
23.3.2	Therapie	494	23.5	Literatur	503
24	Glaukom	505			
	<i>C. Erb</i>				
24.1	Einleitung	505	24.3.3	Sekundäre Winkelblockglaukome (European Glaucoma Society 2008)	528
24.2	Therapeutisches Spektrum	507	24.4	Allgemeine Therapieempfeh- lungen bei Glaukompatienten ..	529
24.2.1	Augennendrucksenkung	507	24.5	Literatur	530
24.3	Besondere Glaukome	526			
24.3.1	Sekundäre Offenwinkelglaukome	526			
24.3.2	Primäres Winkelblockglaukom...	527			
25	Perioperative Therapie	535			
	<i>C. Mardin</i>				
25.1	Einleitung	535	25.2.8	Gewebekleber	542
25.2	Speziell bei Operationen angewandte Substanzen	535	25.2.9	AIDS-Infektionsprophylaxe	542
25.2.1	Lokalanästhetika	535	25.3	Spezifische perioperative Therapie	542
25.2.2	Intraokulare Spülflüssigkeiten	537	25.3.1	Extraokulare Eingriffe	542
25.2.3	Viskoelastika	537	25.3.2	Intraokulare Eingriffe	543
25.2.4	Glaskörperersatz	539	25.3.3	Postoperative Komplikationen	546
25.2.5	Vitalfarbstoffe	540	25.4	Literatur	547
25.2.6	Antimetaboliten	541			
25.2.7	Enzyme	542			

26	Intravitreale Medikamentenapplikation	550		
	<i>C. Meyer, K. Schedler</i>			
26.1	Einleitung	550	26.4	Postoperative Komplikationen ..
26.2	Vorteile der intravitrealen Medikamentengabe	550	26.4.1	Erhöhung des Intraokulardruckes ..
26.3	Durchführung	551	26.4.2	Sterile Entzündungen
26.3.1	Operationsvorbereitung bei intra- vitrealer Medikamentengabe	551	26.4.3	Pigmentepithelriss
26.3.2	Auseinzelung der Medikamente ...	551	26.4.4	Systemische Komplikationen
26.3.3	Lokale Anästhesie	552	26.5	Pharmakokinetik und Clearance von intravitrealen Medikamenten
26.3.4	Lokale Desinfektion und topische Antibiotikatherapie	552	26.6	Zusammenfassung und Schwerpunkte
26.3.5	Perioperative Sterilität	552	26.7	Literatur
26.3.6	Kontrolle des Intraokulardruckes ..	552		
26.3.7	Chirurgische Technik für die intra- vitreale Medikamentenabgabe	553		
26.3.8	Endophthalmitisprophylaxe	554		
	Sachverzeichnis	558		
	Medikamentenverzeichnis	570		

Kapitel 1

Einleitung

1.1	Zulassung von Arzneimitteln	25
1.2	Pharmakokinetik in der Augenheilkunde	25
1.3	Arzneimittelsicherheit	25
1.4	Studien und Erfahrungswissen	26
1.5	Literatur	26



1 Einleitung

C. Erb, T. Schlote

1.1 Zulassung von Arzneimitteln

In der Bundesrepublik Deutschland ist das **Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM)** für die Zulassung von Fertigarzneimitteln auf der Grundlage des Arzneimittelgesetzes (AMG) zuständig. Bei neuen Arzneimitteln wird die Zulassung nur für eine beschränkte Zeitspanne von üblicherweise 5 Jahren erteilt. Eine Verlängerung wird auf Antrag und nach erneuter Prüfung – dann in der Regel unbegrenzt – erteilt. Impfstoffe, Sera und Blutprodukte werden über das **Paul-Ehrlich-Institut (PEI)** zugelassen.

Innerhalb der **Europäischen Union (EU)** können Humanarzneimittel auf 2 Wegen zugelassen werden:

- zentralisiertes Zulassungsverfahren:
EU-weite Zulassung,
- dezentralisiertes Zulassungsverfahren:
gleichzeitige Zulassung in mehreren EU-Staaten.

Das dezentralisierte Zulassungsverfahren ist möglich geworden durch die „Richtlinie 2001/83/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Humanarzneimittel“. Diese Richtlinie wurde in der Bundesrepublik Deutschland durch die 14. Novelle des AMG umgesetzt.

Wie in anderen Bereichen der Arzneimitteltherapie spielen auch in der medikamentösen Augentherapie **Generika** eine große Rolle. Generika enthalten zwar eine wirkstoffgleiche Kopie eines nicht mehr patentgeschützten Referenzarzneimittels in der gleichen Dosis und Arzneiform, können sich aber in Zusatzstoffen und Herstellungstechnologie unterscheiden. Für die Zulassung spielt die Bio-äquivalenzprüfung (mit dem Generikum wird bei gleicher Anwendung ein Serumspiegel zwischen 80 und 125% des Originalpräparats erreicht) eine entscheidende Rolle, die aber bei Augentropfen in der Regel so nicht eingesetzt werden kann. Unterschiede in der Wirksamkeit sind möglich und zwingen den anwendenden Augenarzt auch zu einer Auseinandersetzung mit diesem Thema (weitere Ausführungen Kap. 2). In der EU erhalten Generika unabhängig vom Patentschutz frühes-

tens 10 Jahre nach Erstzulassung des Referenzarzneimittels die Zulassung.

In der Augenheilkunde werden wie in anderen Bereichen der Humanmedizin Arzneimittel außerhalb ihres formalen Zulassungsbereichs eingesetzt. Es handelt sich dabei um die sog. **Off-Label-Anwendungen**. Da auch diese Anwendungen zur medikamentösen Augentherapie gehören, werden sie in diesem Werk an den entsprechenden Stellen abgehandelt.

1.2 Pharmakokinetik in der Augenheilkunde

Kap. 2 beschäftigt sich ausführlich mit der Pharmakokinetik von Medikamenten in der Augenheilkunde.

1.3 Arzneimittelsicherheit

Das vorliegende Buch widmet sich schwerpunktmäßig dem gezielten Einsatz von Pharmaka zur Behandlung von Augenerkrankungen.

Dabei soll aber nicht ganz unbedacht bleiben, dass **unerwünschte Arzneimittelwirkungen** ein häufiges Phänomen darstellen und zur individuellen Risikoabwägung vor Therapiebeginn gehören. Der Pharmakologe Gustav Kuschinsky (1902–1992) hat dies in einem viel zitierten Satz verdeutlicht: *„Wenn behauptet wird, dass eine Substanz keine Nebenwirkung zeigt, so besteht oftmals der Verdacht, dass sie auch keine Hauptwirkung hat.“*

Leider gibt es noch zu wenige Erkenntnisse zur Häufigkeit von unerwünschten Arzneimittelwirkungen. Schätzungen gehen aber davon aus, dass in der Bundesrepublik Deutschland ca. 3–5% aller Aufnahmen auf Innere Abteilungen und ca. 16 000–25 000 Todesfälle jährlich auf unerwünschte Arzneimittelwirkungen und Arzneimittelwechselwirkungen zurückzuführen sind. Die jährlichen Kosten für die stationäre Behandlung dieser Patienten in Deutschland wurde mit 434 Millionen Euro beziffert [3]. Damit sind unerwünschte Arzneimittelwirkungen von einer erheblichen Relevanz für das Gesundheitssystem. Eine weitere, wichtige Studie konnte eine Inzidenz von rund 6 arzneimittelinduzierten Todesfällen auf

100 000 Einwohner pro Jahr in Schweden ermitteln [1]. Rund 25% dieser Todesfälle wurden als potenziell vermeidbar eingestuft [2].

Pharmakovigilanz beschreibt die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Arzneimittelsicherheit vor und nach der Zulassung. Die Abteilung Pharmakovigilanz des BfArM sammelt und bewertet Berichte über unerwünschte Arzneimittelwirkungen und trifft – wenn erforderlich – Maßnahmen zur Risikominimierung. Das BfArM kann eine Zulassung aufgrund solcher Bewertungen zurückziehen. Die laufende Beobachtung unerwünschter Arzneimittelwirkungen in der klinischen Anwendung ist notwendig, da die Kenntnisse über die Sicherheit von Arzneimitteln zum Zeitpunkt der Erstzulassung nicht vollständig sind. Unerwünschte Arzneimittelwirkungen können mithilfe des „Meldebogens für unerwünschte Arzneimittelwirkungen“ an das BfArM oder die **Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft** gemeldet werden. BfArM und das Paul-Ehrlich-Institut (PEI), welches für die Meldung von Impfschäden zuständig ist, haben das Meldesystem vereinfacht und bieten nun ein gemeinsames Online-Meldeformular an. Es besteht dabei auch für Verbraucher über den gleichen Zugangsweg die Möglichkeit, online Meldung zu erstatten.

Vergleichbare Meldesysteme finden sich auch in der Republik Österreich oder in der Schweiz (► Tab. 1.1).

1.4 Studien und Erfahrungswissen

Für das vorliegende Buch basiert die Informationsbeschaffung und -bewertung auf der Literatursuche über MEDLINE, wobei aktuelle wissenschaftliche Studien eine wesentliche Grundlage darstellen. Vergessen werden darf aber nicht, dass wissenschaftliche Studien aufgrund ihrer Studienkriterien in der Regel eine Selektion bewirken, die nicht die gesamte, später behandelte Population vollumfänglich wiedergeben kann. Gerade bei den vielen seltenen Erkrankungen gibt es häufig gar keine prospektiven, kontrollierten Studien, sondern die Therapieempfehlungen basieren auf Einzelerfahrungen oder Erfahrungen an kleinen Studienpopulationen. Das gesammelte Erfahrungswissen kann und darf deshalb nicht ausgeschlossen werden und ist daher auch Teil dieser Aufarbeitung und Zusammenstellung. Die persönlichen Erfahrungen eines jeden Arztes müssen zudem in eine Therapieentscheidung nach wie vor einfließen und sind die Grundlage einer wünschenswerten individuellen Therapiestrategie.

1.5 Literatur

- [1] Jönsson AK, Spigset O, Tjäderborn M et al. Fatal drug poisonings in a Swedish general population. *BMC Clin Pharmacol* 2009; 9: 7
- [2] Jönsson AK, Hakkarainen KM, Spigset O et al. Preventable drug related mortality in a Swedish population. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 2009; 19: 211–215
- [3] Rottenkolber D, Rottenkolber M, Schmidl S et al. Net of Regional Pharmacovigilance Centers. Adverse drug reactions in Germany: direct costs of internal medicine hospitalizations. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 2011; 20:626–634

Tab. 1.1 Online-Meldesystem für unerwünschte Arzneimittelwirkungen in der Bundesrepublik Deutschland, Republik Österreich und der Schweiz.

	Meldebehörde	Internetadresse für online-Meldungen
Bundesrepublik Deutschland	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) oder Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft	http://www.bfarm.de/DE/Home/home_node.html http://www.pei.de/DE/arzneimittelsicherheit-vigilanz/arzneimittelsicherheit-node.html http://www.akdae.de/Arzneimittelsicherheit/UAW-Meldung/index.html
Republik Österreich	Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen	http://www.basg.gv.at/pharmakovigilanz/elektronische-meldung/
Schweiz	Swissmedic/Pharmakovigilanzzentren	https://www.swissmedic.ch/marktueberwachung/00135/00160/00164/index.html?lang=de

Kapitel 2

Pharmakokinetik von Medikamenten in der Augenheilkunde

2.1	Einleitung	28
2.2	Allgemeine Aspekte der Pharmakokinetik	28
2.3	Bioverfügbarkeit	34
2.4	Generika in der Augenheilkunde	41
2.5	Literatur	42



2 Pharmakokinetik von Medikamenten in der Augenheilkunde

K. Bell, F. Grus

2.1 Einleitung

Damit ein Arzneimittel an einem bestimmten Ort wirksam werden kann, müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. Dazu zählen die richtige Applikation, die ausreichende Resorption, die optimale Verteilung, die Metabolisierung sowie das Wissen um die Elimination des Arzneistoffs. Mit den eben genannten Faktoren, also dem Einfluss des Organismus auf ein zugeführtes Arzneimittel, beschäftigt sich die Pharmakokinetik. Zusätzlich zur möglichst optimalen Pharmakokinetik muss auch die Bioverfügbarkeit des Arzneistoffs sowie die galenische Verfügbarkeit bedacht werden. Dabei handelt es sich um die Geschwindigkeit und den Umfang, mit der ein Wirkstoff aus seiner Zubereitungsform absorbiert wird und am Wirkort verfügbar ist.

2.2 Allgemeine Aspekte der Pharmakokinetik

2.2.1 Applikation

Applikationsformen

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten der Applikation eines Medikaments zur Behandlung ophthalmologischer Erkrankungen, wobei die Auswahl der Applikationsart sich nach der Erkrankung in Kombination mit der Kenntnis der Pharmakokinetik richtet. Die häufigste Form der Medikamentenapplikation in der Ophthalmologie ist die topische Anwendung, z. B. mit Augentropfen oder -salbe. Weiterhin gibt es jedoch auch die Möglichkeiten der subkonjunktivalen, retrobulbären oder intravitrealen Injektion des Medikaments, Depotpräparate sowie die orale oder parenterale Gabe, z. B. als Dauerinfusion oder als Stoßtherapie.

Probleme bei der Applikation

Bei jeder der genannten Möglichkeiten sind die korrekte Technik der Applikation sowie die Befolgung der Anwendungsvorschrift von großer Bedeutung. Die Verantwortung für die korrekte Technik bei der Einbringung der invasiv angewendeten

Medikamente liegt vor allem bei dem behandelnden Augenarzt. Jedoch werden in der Augenheilkunde vor allem auch topische Medikamente angewendet, die von dem Patienten selbst in das Auge eingebracht werden müssen. Um einen Therapieerfolg zu erreichen, ist auch bei der topischen Anwendung eine korrekte Technik nötig. Unter anderem muss der applizierte Tropfen das Zielgebiet, also das konjunktivalkorneale Areal, erreichen. Das korrekte Einbringen der Augentropfen muss von den Patienten erlernt werden und wird mit zunehmendem Alter sowie abnehmender Sehkraft erheblich behindert, sodass etwa bei nichtgeschulten Patienten über 80 Jahren je nach Applikationsart bis zu 43 % der Tropfen nicht im Konjunktivalsack, sondern z. B. auf der Wange landen und somit nicht wirksam werden können [12]. Viele langfristig zu behandelnde Erkrankungen des Auges treten erst häufiger im höheren Alter auf und gehen nicht selten mit einer Verminderung der Sehkraft einher. Es zeigt sich jedoch auch, dass jüngere, erfahrene Patienten (z. B. Glaukompatienten) häufig Schwierigkeiten mit der Augentropfenapplikation haben und eine richtige Verwendung (ein Tropfen, ohne mit der Flasche das Auge zu berühren, in den Konjunktivalsack appliziert) nur von knapp 9 % der Patienten durchgeführt werden kann [20].

Merke

Daher liegt es in der Verantwortung des behandelnden Augenarztes, dafür zu sorgen, dass die Patienten durch geschultes Personal bei der Applikation zunächst überwacht und angeleitet werden. Weiterhin ist natürlich die zusätzliche Bereitschaft des Patienten zum Üben der korrekten Applikation notwendig.

Nicht nur die korrekte Technik zum Einbringen der Medikamente ist wichtig, sondern auch die genaue Befolgung der Anwendungsvorschrift, also vor allem die regelmäßige Anwendung. Dabei ist es wichtig, dass der Arzt den Patienten über den Zweck der Behandlung aufklärt und ihn von der Notwendigkeit sowie den Vorteilen der Therapie

überzeugen kann. Vor allem bei Patienten mit chronischen Erkrankungen ist dies wichtig, da der Patient meist keine unmittelbare Verbesserung seiner Situation erfährt, sondern langfristig eher ein weiteres Fortschreiten der Krankheit verhindert werden soll. Zusätzlich zur zeitgerechten Anwendung des Medikaments ist es notwendig, dass weitere Faktoren wie z. B. das Sterilhalten der Augentropfen, die korrekte Aufbewahrung (Schutz vor Licht und zu hohen Temperaturen, bei bestimmten Augentropfen auch eine gekühlte Lagerung im Kühlschrank), das Schütteln der Augentropfen bei Suspensionen oder das Beachten des Verfallsdatums bedacht werden.

2.2.2 Resorption

Als Resorption wird die Aufnahme eines Stoffes in ein biologisches System bezeichnet. Sie ist wichtig, damit ein Wirkstoff an seinen Bestimmungsort gelangen kann. Um resorbiert zu werden, müssen verschiedene Barrieren meist durch passive Diffusion oder aber auch durch aktive Transportmechanismen überwunden werden. Die Diffusion durch die natürlichen Barrieren hängt unter anderem von der Beschaffenheit der Barriere ab sowie von der Aufbereitung und der Verweildauer des Medikaments am Diffusionsort. Im Folgenden wird näher auf die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Resorption eingegangen.

Spezielle Diffusionsbarrieren am Auge

Im Auge gibt es verschiedene Barrieren, die die Diffusion eines Medikaments in das Auge erschweren.

Das sind zum Beispiel **auf der Augenoberfläche**:

- der Tränenfilm,
- die Kornea,
- die Konjunktiva,
- die Sklera

sowie **im Auge**:

- die Blut-Retina-Schranke,
- die Blut-Kammerwasser-Schranke.

Auf diese Schranken mit ihren speziellen Eigenschaften sowie weitere spezifische, auf die Medikamentenwirkung und Resorption Einfluss nehmende Faktoren im Auge wird im Folgenden näher eingegangen.

Tränenfilm und Tränenabflusswege

Der Tränenfilm bildet die oberste Barriere des Auges, die ein Medikament bei der topischen Anwendung durchbrechen muss. Dabei ist der Tränenfilm, der einen pH-Wert von durchschnittlich 7,53 hat [4], klassischerweise aus 3 verschiedenen Schichten aufgebaut, die unterschiedliche Eigenschaften haben:

- Die oberste Schicht des Tränenfilms ist eine **Lipidschicht**, die von den Meibomdrüsen gebildet wird. Diese Schicht ist vor allem dazu da, die Verdunstung der Tränen zu vermeiden und die Stabilität des Tränenfilms zu gewährleisten. Weiterhin ist eine glatte Lipidschicht des Tränenfilms für eine bestmögliche Refraktion essenziell.
- Die unterste Schicht des Tränenfilms ist die **Muzinschicht**, die von den Becherzellen der Konjunktiva gebildet wird. Deren Funktion ist unter anderem die gleichmäßige Verteilung des Tränenfilms auf der gesamten Augenoberfläche.
- Zwischen der Lipid- und der Muzinschicht befindet sich als Hauptanteil des Tränenfilms die **wässrige Schicht**, die von den Tränendrüsen produziert wird [25].

Nicht nur die verschiedenen Schichten des Tränenfilms nehmen Einfluss auf das aufzunehmende Substrat, sondern auch das Tränenvolumen, welches einen Verdünnungseffekt auf das Medikament hat sowie die anatomischen Gegebenheiten im Auge. Zunächst beträgt das Tränenvolumen in der Regel ca. 7 μ l, wovon ca. 1 μ l die Kornea bedecken. Der Raum, in dem sich die Tränenflüssigkeit befindet, liegt zwischen der Augenoberfläche und den posterioren Anteilen der Lider. Die meisten Augentropfen werden in den unteren konjunktivalen Sack eingeträufelt, der ein maximales Fassungsvermögen von ca. 30 μ l hat. Die gängigen Augentropfen haben durchschnittlich ein Volumen von ca. 39 μ l [32] und werden durch unvernünftiges Fassungsvermögen des konjunktivalen Sackes, den schnellen Abfluss durch die Puncta lacrimalia sowie durch die gesteigerte Tränenproduktion wegen Reizung des Auges durch Einbringen der Tropfen verdünnt und innerhalb weniger Minuten auf das ursprüngliche Volumen von 7 μ l reduziert.

Kornea

Um nach einer topischen Gabe in das Innere des Auges zu gelangen, muss das Medikament entweder die Kornea oder die Konjunktiva und die Sklera