

PTA



Grillenberger

PTA-Prüfung

in Fragen und Antworten

6. Auflage



Deutscher
Apotheker Verlag

Grillenberger

PTA-Prüfung in Fragen und Antworten

Reihe Paperback PTA

Derendorf/Wemhöner/Steen/Schrank – Arzneimittelkunde, 8. Aufl., 2011

Emsbach – Gefahrstoffe, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 2008

Erfurt u. a. – Apothekenpraxis für PTA, 4. Aufl., 2013

Romer/Dittmar/Famulla-Weber/Huppertz – Chemie für PTA, 9. Aufl., 2015

Holm/Herbst – Botanik und Drogenkunde, 10. Aufl., 2015

Schöffling – Arzneiformenlehre, 6. Aufl., 2015

Grillenberger – PTA-Prüfung in Fragen und Antworten, 6. Aufl., 2016

Seestädt/Prus/Candels – Galenisches Praktikum für PTA, 2. Aufl., 2014

Spegg/Erfurt – Ernährungslehre und Diätetik, 10. Aufl., 2013

Schwarzbach/Buchheim-Schmidt – Fachrechnen für PTA, 1. Aufl., 2013

Wilson/Kohm – Verbandmittel, Krankenpflegeartikel, Medizinprodukte, 10. Aufl., 2014

Grillenberger

PTA-Prüfung

in Fragen und Antworten

Begründet von
Edgar Schumann, Minden

Fortgeführt von
Kurt Grillenberger, Isny

Unter Mitarbeit von
Birgit Baur, Biberach/Riß
Silvia Grabs, Mühlhausen
Roland Hammer, Riesbürg
Holger Herold, Leipzig
Rainer Neukirchen, Freiburg
Frauke Repschläger, Bonn

6., völlig neu bearbeitete Auflage

Mit 39 Abbildungen, 132 Formelbildern
und 10 Tabellen



Deutscher
Apotheker Verlag

Zuschriften an

lektorat@dav-medien.de

Alle Angaben in diesem Buch wurden sorgfältig geprüft. Dennoch können die Autoren und der Verlag keine Gewähr für deren Richtigkeit übernehmen.

Ein Markenzeichen kann warenrechtlich 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.

6., völlig neu bearbeitete Auflage 2016

ISBN 978-3-7692-6418-0 (Print)

ISBN 978-3-7692-6765-5 (E-Book, PDF)

© 2016 Deutscher Apotheker Verlag
Birkenwaldstr. 44, 70191 Stuttgart
www.deutscher-apotheker-verlag.de

Printed in Germany

Satz: primustype Robert Hurler GmbH, Notzingen
Druck und Bindung: Ruksaldruck, Berlin
Umschlagabbildung: niroworld/fotolia.com
Umschlaggestaltung: deblik, Berlin

Vorwort zur 6. Auflage

Fast hätte es geklappt, die neue Auflage dieses Buches zum 50-jährigen Jubiläum des PTA-Berufes herauszubringen. Vor nunmehr 49 Jahren – im Herbst 1967 – begannen die allerersten KursteilnehmerInnen ihre Ausbildung zu Pharmazeutisch-technischen Assistenten an der damaligen „Chemieschule Dr. Grübler“ in Isny.

Und in den zurückliegenden fast 50 Jahren hat sich der Beruf der/des PTA zu einer tragenden Säule der deutschen Apotheken entwickelt. Mit einem Anteil von mehr als 40 % nehmen PTA den ersten Platz bei den Apothekenmitarbeitern ein. Allein in den vergangenen 10 Jahren stieg die Anzahl der in Apotheken angestellten PTA um mehr als 30 %.

Warum das so ist, liegt auf der Hand – auch und gerade nach der neuen Apothekenbetriebsordnung. Wer, wenn nicht die PTA, sollte in der Apotheke neben den Apothekerinnen und Apothekern die vielfältigen, seit 2012 noch wesentlich gewachsenen, pharmazeutischen Tätigkeiten fachkompetent und verantwortungsvoll ausüben. Mit dem Wandel der Apothekentätigkeit ist natürlich auch ein Wandel in den Lehrinhalten der PTA-Ausbildung verbunden. Auch wenn eine formelle Reform der PTA-Ausbildungs- und Prüfungsverordnung noch immer aussteht, war es doch überfällig, das vorliegende Buch von Grund auf zu aktualisieren. Dass am Entstehen der 6. Auflage wieder einige neue Kolleginnen und Kollegen tatkräftig mitgewirkt haben, freut mich ganz besonders. Allen Autorenkolleginnen und -kollegen an dieser Stelle ein herzlicher Dank für die hervorragende Zusammenarbeit!

Ein herzliches Dankeschön und die besten Wünsche für die Zukunft aber auch an Dorothea Fritz, Helmut Hörath, Ingeborg Krenberger und Ursula Schöffling, die nach langjähriger Mitarbeit aus dem Autorenteam ausgeschieden sind.

Schließlich gilt dem Deutschen Apotheker Verlag, insbesondere Frau Sabine Jännsch und Herrn Dr. Eberhard Scholz, der Dank aller Autoren für die Unterstützung und Begleitung im Entstehen dieses Buches.

Zu guter Letzt möchte ich allen Anwenderinnen und Anwendern dieser Lernhilfe viel Erfolg in den anstehenden Prüfungen und viel Freude im Beruf wünschen!

Isny im Allgäu, Frühjahr 2016

Kurt Grillenberger

Autorenverzeichnis

1. Arzneimittelkunde

Frauke Repschläger
Rüngsdorfer Str. 45
53173 Bonn
fbrepschlaeger@web.de

2. Allgemeine und Pharmazeutische Chemie

Prof. Dr. Kurt Grillenberger
Naturwissenschaftlich-technische
Akademie nta
Prof. Dr. Grübler gGmbH
Seidenstraße 12–35
88316 Isny
grillenberger@nta-isny.de

3. Galenik

Silvia Grabs
Lübecker Str. 23
99974 Mühlhausen
silviagrabs@aol.com

4. Botanik und Drogenkunde

Prof. Dr. Kurt Grillenberger
Naturwissenschaftlich-technische
Akademie nta
Prof. Dr. Grübler gGmbH
Seidenstraße 12–35
88316 Isny
grillenberger@nta-isny.de

5. Gefahrstoff-, Pflanzenschutz- und Umweltschutzkunde

Dr. Holger Herold
Luther-Apotheke
Wittenberger Straße 38
04129 Leipzig
holger.herold@lutherapotheke-leipzig.de

6. Medizinproduktkunde

Birgit Baur
Karl-Arnold-Schule
Leipzigstr. 11
88400 Biberach an der Riß
Baur.Birgit@kas-bc.de

7. Pharmazeutische Berufs- und Gesetzeskunde

Rainer Neukirchen
Walther-Rathenau-Gewerbeschule
Freiburg
Friedrichstr. 51
79098 Freiburg
rainerneukirchen@mac.com

8. Apothekenpraxis

Roland Hammer
Obere Gasse 18
73469 Riesbürg
ro.hammer@t-online.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
Autorenverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	XI
Nachweis der Abbildungen.....	XIV
1 Arzneimittelkunde.....	1
1.1 Allgemeines.....	1
1.2 Pharmakologie.....	2
1.3 Gastrointestinaltrakt.....	8
1.4 Blut und Blutgerinnung.....	17
1.5 Herz-Kreislauf- und Gefäßsystem.....	21
1.6 Nervensystem – allgemein.....	26
1.7 Peripheres Nervensystem.....	29
1.8 Zentralnervensystem.....	32
1.9 Niere – Diuretika.....	46
1.10 Stoffwechsel Gicht – Hyperlipidämie – Diabetes mellitus.....	49
1.11 Endokrinologie.....	54
1.12 Infektionskrankheiten.....	64
1.13 Antiinfektive Chemotherapie und Tumore.....	79
1.14 Erkältungskrankheiten, Asthma und Ohr.....	81
1.15 Haut und Hauterkrankungen.....	90
1.16 Auge.....	95
1.17 Geriatrika und Tonika.....	97
1.18 Phytopharmaka und alternative Heilmittel.....	100
2 Allgemeine und pharmazeutische Chemie.....	102
2.1 Allgemeine Chemie.....	102
2.2 Anorganische Chemie.....	119
2.3 Organische Chemie.....	139
3 Galenik.....	173
3.1 Allgemeiner Teil.....	173
3.2 Spezieller Teil – Arzneiformen.....	188
4 Botanik und Drogenkunde.....	218
4.1 Botanik.....	218
4.2 Drogenkunde.....	243
5 Gefahrstoff-, Pflanzenschutz- und Umweltschutzkunde..	260
5.1 Gesetzliche Grundlagen.....	260
5.2 Einstufung und Kennzeichnung.....	262
5.3 Abgabe von gefährlichen Stoffen.....	269

5.4	CMR-Stoffe	271
5.5	Gefahrstoffe in Labor und Rezeptur – Arbeitsschutz	272
5.6	Erste Hilfe und Vergiftungen	279
5.7	Schädlingsbekämpfungsmittel, Biozide, Pflanzenschutzmittel	281
5.8	Umweltgefahren	284
6	Medizinproduktekunde	286
6.1	Medizinprodukte	286
6.2	Verbandmittel	289
6.3	Beispiele zur Wundversorgung bei Bagatellverletzungen	298
6.4	Krankenpflegeartikel	299
7	Pharmazeutische Gesetzeskunde, Berufskunde	311
7.1	Grundbegriffe und Gesundheitswesen	311
7.2	Berufsrecht	313
7.3	Apothekenrecht	317
7.4	Arzneimittelrecht	328
7.5	Betäubungsmittelrecht	333
8	Apothekenpraxis	335
8.1	Umgang mit Fachliteratur	335
8.2	Erkältungskrankheiten	336
8.3	Vitamine	337
8.4	Mineralstoffe und Spurenelemente	338
8.5	Komplementäre Heilmethoden	339
8.6	Umgang mit Arzneimitteln	341
8.7	Verhütungsmethoden, Schwangerschaftstests und -planung	343
8.8	Dokumentation, Gefahrstoffe, BtM	344
8.9	Reise- und Impfberatung	346
8.10	Asthma/Atemwegserkrankungen	348
8.11	Kopfschmerzen und Migräne	351
8.12	Täglicher Umgang mit Fertigarzneimitteln	355
8.13	Laborwerte	357
8.14	Arzneimittel-Einnahme und Wechselwirkungen	359
8.15	Diabetesberatung	363
8.16	Allergie	367
8.17	Magen-Darm-Erkrankungen	369
8.18	Verschiedenes	370
	Sachregister	377
	Der Herausgeber	379

Abkürzungsverzeichnis

ABDA	Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände
ACE	Angiotensin-Converting-Enzym
ADH	Antidiuretisches Hormon
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperkinetisches Syndrom
AGS	Ausschuss für Gefahrstoffe
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert
AMK	Arzneimittelkommission
AMVV	Arzneimittelverschreibungsverordnung
AP	alkalische Phosphatase
ApBetrO	Apothekenbetriebsordnung
ASS	Acetylsalicylsäure
BAK	Bundesapothekerkammer
BE	Broteinheit
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BGW	biologischer Grenzwert
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMI	Body-Mass-Index
BtM	Betäubungsmittel
CEEV	Central European Encephalitis Virus
Ch.-B.	Chargenbezeichnung
ChemG	Chemikaliengesetz
ChemVerbotsV	Chemikalienverbotsverordnung
COLD	Chronic Obstructive Lung Disease, Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease, chronisch obstruktive Lungenerkrankung
COX-1	Cyclooxygenase-1
CSE	Cholesterin-Synthese-Enzym
DAC	Deutscher Arzneimittel-Codex
DAV	Deutscher Apothekerverband e. V.
DEV	Droge/Extrakt-Vehhältnis
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DMAE	Dimethylaminoethanol
DMARD	Disease Modifying Anti-rheumatic Drugs, krankheitsmildernde Antirheumatika
DMP	Disease-Management-Programm
DNCG	Dinatriumcromoglicin
EMA	European Medicines Agency
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FSH	follikelstimulierendes Hormon oder Follitropin
FSME	Frühsommer-Meningo-Enzephalitis

Gamma-GT	Gamma-Glutamyl-Transferase
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GERD	Gastro Esophageal Reflux Disease, Refluxkrankheit
GHS	Globales Harmonisiertes System
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GMP	Good Manufacturing Practices, gute Herstellungspraxis
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
HAB	Homöopathisches Arzneibuch
Hb	Hämoglobin
HCG	Human Chorionic Gonadotropin, Choriogonadotropin
HDL	High-Density-Lipoprotein
HLB	Hydrophilic-Liphilic-Balance
HMG-CoA	Hydroxymethylglutaryl-Coenzym-A
HWZ	Halbwertszeit
i. a.	intraarteriell
i. g.	intraglutaal
i. m.	intramuskulär
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
i. v.	intravenös
ISDN	Isosorbiddinitrat
ISMN	Isosorbidmononitrat
KHK	koronare Herzkrankheit
LAF	Laminar-Air-Flow
LAKs	Landesapothekerkammern
LAVs	Landesapothekerverbände
LDL	Low-Density-Lipoprotein
LH	Luteinisierendes Hormon oder Lutropin
LSF	Lichtschutzfaktor
MHEC	Methylhydroxyethylcellulose
MHK	minimale Hemmkonzentration
MPG	Medizinproduktegesetz
MS	multiple Sklerose
MUPS	Multiple Unit Pellet System, gepresste Pellets als viele Einzeldosen
NRF	Neues Rezeptur-Formularium
NSAID	Non-Steroidal-Anti-Inflammatory-Drug, nichtsteroidale Antiphlogistika/Antirheumatika
NSAR	Nicht-steroidale Antirheumatika
OAK	Orale Antikoagulanzen
ORT	Orale Rehydratationstherapie
OTC	„over the counter“, rezeptfrei
PABA	p-Aminobenzoesäure
PCB	polychlorierte Biphenyle

PCP	Pentachlorphenol
PEG	Polyethylenglycol
Ph. Eur.	Europäisches Arzneibuch
PHB	p-Hydroxybenzoesäure
POE	Polyoxyethen
PPI	Protonenpumpenhemmer
PTA-APrV	Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Pharmazeutisch-technische Assistentinnen und Pharmazeutisch-technische Assistenten
PTFE	Polytetrafluorethylen (Teflon)
PVDF	Polyvinylidendifluorid (Durapore)
QMS	Qualitätsmanagementsystem
RAAS	Renin-Angiotensin-Aldosteron-System
REACH	Registration, Evaluation und Autorisation von Chemikalien
REM	Rapid-Eye-Movement
RH	Releasing-Hormone, Freisetzungshormon
RIH	Releasing-Inhibiting-Hormone
s. c.	subkutan
SDB	Sicherheitsdatenblatt
SiO ₂	Siliciumdioxid
SOP	Standardarbeitsanweisungen
SPF	Sun Protecting Factor, ausländischer Sonnenschutzfaktor mit halber Lichtschutzwirkung im Vergleich zu einem deutschen Präparat
SRO	Slow Release Oral, langsame orale Freisetzung
TAVO	Technische Assistenten-Verordnung in Baden-Württemberg
TBC	Tuberkulose
TCM	Traditionelle Chinesische Medizin
TENS	transkutane elektrische Nervenstimulation
THFA	Tetrahydrofolsäure
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRH	Thyreotropin-Releasing-Hormon
TS	therapeutisches System
TSH	Thyreotropin
TTS	transdermales therapeutisches System
UAW	unerwünschte Arzneimittelwirkungen
VLDL	Very Low Density Lipoproteins
WGK	Wassergefährdungsklassen
WHO	Weltgesundheitsorganisation
ZNS	Zentralnervensystem
ZOK	Zero-Order-Kinetics, gleichmäßig hinhaltende Freisetzung
Zul.-Nr.	Zulassungsnummer

Nachweis der Abbildungen

Kapitel 1 Arzneimittelkunde

Mutschler E, Geisslinger G, Kroemer HK, Schäfer-Korting M. Arzneimittelwirkungen, 9. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2008

Lüllmann H, Mohr K, Wehling M. Pharmakologie und Toxikologie, 15. Aufl., Thieme, Stuttgart 2003

Kapitel 3 Galenik

Bauer KH et al. Lehrbuch der Pharmazeutischen Technologie, 8. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2006

Müller RH, Hildebrand GE. Pharmazeutische Technologie: Moderne Arzneiformen, 2. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 1998

Schöffling U. Arzneiformenlehre. 4. Aufl., Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart 2003

Voigt R. Pharmazeutische Technologie. 10. Aufl., Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart 2006

Kapitel 4 Botanik und Drogenkunde

Deutschmann et al. Pharmazeutische Biologie 3. Drogenanalyse I: Morphologie und Anatomie, 3. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1992

Frohne D. Anatomisch – mikroskopische Drogenanalyse. 3. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1985

Holm G, Herbst V: Botanik und Drogenkunde. 7. Aufl., Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart 2001

Leistner E, Breckle SW. Pharmazeutische Biologie – Grundlagen und Systematik, Pharmazeutische Biologie I. 6. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2000

Nultsch W. Allgemeine Botanik. 11. Aufl., Thieme Verlag, Stuttgart 2001

Stahl-Biskup E, Reichling J. Anatomie und Histologie der Samenpflanzen. 2. Aufl., Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart 2004

Welle EF. Kleines Repetitorium der Botanik. 12. Aufl., Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1999

1 Arzneimittelkunde

Frauke Repschläger

1.1 Allgemeines

1

1 Wie können die Begriffe Wirkstoff und Arzneistoff definiert werden?

Wirkstoffe sind Substanzen, die in lebenden Organismen eine biologische Wirkung hervorrufen. Arzneistoffe sind Wirkstoffe, die zur Heilung, Linderung, Verhütung oder Erkennung von Krankheiten eingesetzt werden. Also ist der Begriff Arzneistoff im Gegensatz zum Begriff Wirkstoff ein wertender Begriff; Arzneistoffe sind demnach Wirkstoffe, die zu einem bestimmten Zweck eingesetzt werden, also mehr als eine „nur“ biologische Wirkung hervorrufen. Dennoch werden beide Begriffe häufig synonym (= gleichbedeutend) verwendet.

2 Durch welche Maßnahme wird aus einem Wirkstoff (Arzneistoff) ein Arzneimittel?

Erst durch die Galenik (Pharmazeutische Technologie) wird aus einem Wirkstoff (Arzneistoff) ein Arzneimittel, da für eine gezielte Anwendung erst die optimale Darreichungsform entwickelt werden muss.

3 Was bedeutet der Begriff Arzneimittel im pharmazeutischen Sinne?

Arzneimittel sind zur Anwendung bei Menschen oder Tieren bestimmte Zubereitungsformen von Arzneistoffen. Durch galenische Veränderungen werden Zubereitungen in unterschiedlichsten Darreichungsformen erzeugt, die eine therapeutische Anwendung ermöglichen, z. B. Tabletten, Dragees, Infusionen oder Suppositorien.

4 Welche drei Kriterien muss ein neues Arzneimittel erfüllen, bevor ein pharmazeutischer Unternehmer beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte die Zulassung beantragen kann?

Das Arzneimittelgesetz fordert von einem neuen Arzneimittel **Qualität**, **Wirksamkeit** und **Unbedenklichkeit** (nicht Unschädlichkeit!). Diese Bedingungen muss der pharmazeutische Unternehmer durch umfangreiche Prüfungen nachweisen.

5 Wie kann der Begriff Wirksamkeit definiert werden?

Wirksamkeit ist die Summe aller erwünschten Wirkungen eines Arzneimittels in bezug auf ein bestimmtes Anwendungsgebiet. Laut Arzneimittelgesetz dürfen nur Arzneimittel in den Verkehr gebracht werden, deren erforderliche Wirksamkeit nachgewiesen ist. Die Wirksamkeit muss anhand pharmakologisch-toxikologischer und klinischer Prüfungen belegt werden.

6 Was versteht man unter einem Generikum (Plural Generika)?

Generika (generis: Geschlecht, Abstammung) sind Fertigarzneimittel, die nicht unter einem geschützten (patentierten) Namen in den Handel gebracht werden. Herstellung und Verkauf erfolgt in der Regel von sog. Zweitanbietern unter der INN-Bezeichnung oder unter Nennung von Anwendungsgebieten (z. B. Kopfschmerztabletten). Dagegen ist ein Fertigarzneimittelname mit einem [®]-Zeichen warenzeichenrechtlich geschützt, das heißt, der Name ist für den Hersteller beim Deutschen Patentamt registriert und darf von keinem anderen Hersteller verwendet werden.

1.2 Pharmakologie

7 Die Pharmakologie unterscheidet zwei Arten von Wirkungen, die als Pharmakokinetik und Pharmakodynamik bezeichnet werden. Was versteht man unter diesen Begriffen?

Die **Pharmakokinetik** beschreibt den Einfluss des Körpers auf den Arzneistoff, also alle Prozesse der Verteilung und Verstoffwechslung.

Die **Pharmakodynamik** untersucht die Wirkung des Arzneistoffs auf den Körper. Dazu zählen Dosis-Wirkungsbeziehung, Wirkmechanismus und Wechselwirkungen mit anderen Molekülen.

8 Welche Teilprozesse der pharmakokinetischen Phase finden nach Verabreichung (Applikation) eines Arzneimittels im menschlichen Organismus statt?

Die Teilprozesse laufen nach dem L A D M E-Prinzip ab:

- **Liberation:** Freisetzung des Arzneistoffs aus der Arzneiform.
- **Absorption (Resorption):** Aufnahme des Arzneistoffs in den Körper.
- **Distribution (Verteilung):** Transport des Arzneistoffs vom Blut ins Gewebe.
- **Metabolisierung (Biotransformation):** Umwandlung eines Arzneistoffs mit dem Ziel der Ausscheidung.
- **Elimination:** Ausscheidung des unveränderten oder metabolisierten Arzneistoffs über Niere, Darm, Haut, Lunge.

9 Welche Applikationsarten gehören zur lokalen Applikation und welche Darreichungsformen werden dafür eingesetzt?

Folgende Applikationsarten werden dem Begriff lokale Applikation zugeordnet:

□ Tab. 1.1

Begriff	Applikationsart	Arzneiform
epikutan	auf die Haut	Lösung, Lotion, Gel, Creme, Salbe, Spray, Puder
perkutan	durch die Haut	Lösung, Lotion, Gel, Creme, Salbe, Spray
konjunktival	auf die Bindehaut	Augentropfen
nasal	auf die Nasenschleimhaut	Nasentropfen, -spray, -salbe
sublingual	unter der Zunge	Sublingualtabletten (auf die Mundschleimhaut)
bukkal	in der Backentasche	Lutschtabletten (auf die Mundschleimhaut)
vaginal	auf die Vaginalschleimhaut	Vaginalzäpfchen, -tabletten, -creme
rektal	auf die Rektumschleimhaut	Zäpfchen

10 Was versteht man unter parenteraler Applikation und welche Applikationsarten werden unterschieden?

Parenteral bedeutet „unter Umgehung des Magen-Darm-Traktes“. Das Arzneimittel wird direkt auf folgende Arten ins Körperinnere eingebracht:

□ Tab. 1.2

Begriff	Applikationsart
intravenös (i. v.)	in die Vene
intraarteriell (i. a.)	in die Arterie
intramuskulär (i. m.)	in den Muskel
subkutan (s. c.)	unter die Haut
intraglutaal (i. g.)	in den Glutaeus (= Gesäßmuskel)
intraartikulär	in das Gelenk
intralumbal	in den Rückenmarkkanal
intrakardial	in das Herz

11 Was bedeutet die Abkürzung TTS und worum handelt es sich?

TTS bedeutet Transdermales Therapeutisches System. Dabei handelt es sich um eine Sonderform der lokalen Applikation, da mit Hilfe eines mehrschichtigen arzneistoffhaltigen Pflasters eine systemische Wirkung erzielt wird, d. h. der Arzneistoff wirkt im gesamten Körper. Das Pflaster wird an geeigneter Stelle auf die Haut geklebt, wo der eingearbeitete Arzneistoff über einen bestimmten Zeitraum gleichmäßig freigesetzt und vom Körper aufgenommen wird.

12 Was versteht man unter Resorption (Absorption)?

Unter Resorption (Absorption) eines Arznei- oder Wirkstoffes versteht man dessen Aufnahme von der Körperoberfläche in die Blutbahn und das Lymphgefäßsystem. Zur Körperoberfläche gehören u. a. die Haut und die Schleimhaut des Magen-Darm-Traktes.

13 Welche Resorptionsmechanismen existieren für den Durchtritt eines Stoffes durch eine Zellmembran?

Der Stoff tritt durch eine Resorptionsbarriere, die Oberflächenmembran der Zellen. Der Durchtritt des Stoffes erfolgt durch:

- **Passive Diffusion.** Sie beruht auf einem Konzentrationsgefälle.
- **Erleichterte Diffusion.** Mit Hilfe eines Schleppers („Carrier“).

- **Aktiven Transport.** Der Stoff wird entgegen einem Konzentrationsgefälle von einem Carrier unter Energieverbrauch durch die Membran transportiert.
- **Pinozytose.** Durch Einstülpfen der Oberflächenmembran werden kleine, extrazelluläre Flüssigkeitströpfchen aufgenommen.
- **Phagozytose.** Durch Einstülpfen der Oberflächenmembran werden kleine, extrazelluläre Feststoffpartikel aufgenommen.

14 Welche Faktoren beeinflussen die Resorption?

- Physikalisch-chemische Eigenschaften eines Arzneistoffs (Teilchengröße, Wasserlöslichkeit),
- Arzneiform (Darreichungsform),
- verwendete Hilfsstoffe,
- Dosierung,
- Applikationsart und Applikationsort,
- Kontaktzeit mit der Resorptionsfläche, z. B. Dünndarm, Magen oder Dickdarm,
- Größe der resorbierenden Fläche,
- pH-Wert im Bereich der resorbierenden Gebiete,
- Durchblutung des resorbierenden Organs,
- Magen- und Darminhalt (z. B. Speisen oder andere Arzneistoffe),
- Alter und Allgemeinzustand des Patienten.

15 Was versteht man unter dem Begriff Blut-Hirn-Schranke?

Als Blut-Hirn-Schranke bezeichnet man eine Barriere zwischen Blut und Liquor, der Flüssigkeit, die das Gehirn umgibt. Diese Barriere ist für einige Substanzen durchlässig, z. B. Glucose, Aminosäuren oder bestimmte Arzneimittel, für andere nicht. Die Durchlässigkeit der Barriere hängt von den Eigenschaften der Substanzen ab. In der Regel können nur fettlösliche (**lipophile**) Stoffe die Hirnkapillaren verlassen und in die Liquorflüssigkeit eindringen. Fettunlösliche (**hydrophile**) Stoffe können die Hirnkapillaren nicht verlassen und haben daher keine zentralen Wirkungen.

16 Wann spricht man von einem „First-pass-Effekt“ und was muss bei Arzneistoffen beachtet werden, die einem hohen „First-pass-Effekt“ unterliegen?

Der „First-pass-Effekt“ stellt den Anteil eines Stoffes dar, der bereits bei der ersten Leberpassage (first pass) metabolisiert wird. Dieser Wirkungsverlust entsteht, weil das gesamte venöse Blut des Magen-Darm-Traktes – auch mit eventuell darin enthaltenen Arzneistoffen – über die Pfortader in die Leber gelangt, bevor es den Lungen- oder Körperkreislauf erreicht. Arzneistoffe, bei denen der „First-pass-Effekt“ relativ groß ist, z. B. Nitroglycerin oder Buprenorphin, wirken nach einer oralen Gabe nicht, da sie aufgrund des Ab- und Umbaus in der Leber zu schnell abgebaut werden. In solchen Fällen erfolgt eine andere Appli-

kationsweise, z. B. perlingual mittels Zerbeißkapseln bei Nitroglycerin oder sublingual bei Buprenorphin.

17 Unter dem Begriff Elimination werden Metabolisierung (Biotransformation) und Ausscheidung zusammengefasst. Wie laufen diese beiden Prozesse in der Regel ab?

Die Metabolisierung (Biotransformation) von Arzneistoffen findet hauptsächlich in der Leber statt. Durch enzymatischen Ab- und Umbau der Substanzen entstehen weitere Stoffwechselprodukte (Metabolite). Fast immer läuft die Metabolisierung in zwei Phasen ab:

Erste Phase: Erhöhung der Polarität der Substanz durch Hydrolyse, Oxidation, Reduktion oder Hydroxylierung.

Zweite Phase: Kopplung der Metabolite der ersten Phase mit Produkten anderer Stoffwechselwege, z. B. Glucuronsäure, wodurch wasserlösliche Verbindungen entstehen, die auf unterschiedliche Weise ausgeschieden werden:

- renal über die Niere mit dem Harn,
- biliär mit der Galle,
- intestinal mit den Fäzes (Stuhl),
- pulmonal über die Lunge, mit dem Atem oder dem Bronchialschleim,
- mit der Milch während der Stillzeit.

18 Was versteht man unter der Halbwertszeit?

Die Halbwertszeit (Eliminationshalbwertszeit, HWZ, $t_{1/2}$) ist die Zeit, nach der die Konzentration eines Arzneimittels im Körper auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes abgesunken ist.

Für Diazepam beträgt die Halbwertszeit bei Erwachsenen mittleren Alters 30 Stunden, bei älteren Menschen zwischen 80 und 100 Stunden. Das heißt, nach dieser Zeit hat sich die Konzentration des Arzneimittels im Körper halbiert. Diese pharmakokinetische Größe liefert wichtige Hinweise über die Wirkungs-dauer eines Arzneistoffs und damit auch für die Dosierung.

19 Mit welchen vier Gesichtspunkten befasst sich die Pharmakodynamik?

- Pharmakon-Rezeptor-Wechselwirkung untersucht, wie eine Arzneimittelwirkung zustande kommt.
- Dosis-Wirkungs-Beziehung untersucht, welcher Zusammenhang zwischen Dosis und erzieltm Effekt besteht.
- Struktur-Wirkungs-Beziehung untersucht den Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und Wirkung.
- Wirkungsmechanismus untersucht biochemische und physikalische Reaktionen, die der Wirkung eines Stoffes zugrunde liegen.

20 Welche Arzneistoff-Rezeptor-Wechselwirkungen kann man unterscheiden?

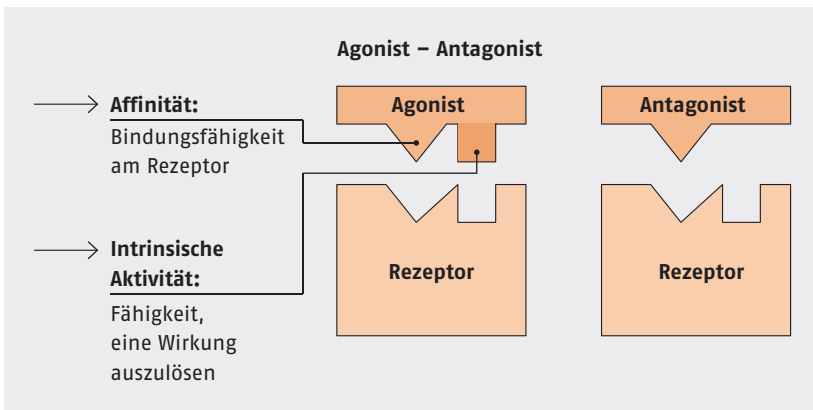
Der Arzneistoff wirkt als **Agonist**, d. h. er besitzt sowohl eine Affinität zum Rezeptor als auch eine intrinsische Aktivität (intrinsic activity = Fähigkeit eines Arzneistoffs, einen Effekt auszulösen).

Der Arzneistoff wirkt als **Antagonist** (Gegenspieler), d. h. er verringert oder vermindert einen agonistischen Effekt durch kompetitive Hemmung (Konkurrenzhemmung), nicht-kompetitive Hemmung, funktionellen oder chemischen Antagonismus.

Die Arzneistoffe wirken als **Synergisten**, d. h. ein Agonist verstärkt die Wirkung eines gleichzeitig applizierten Agonisten, z. B. bei bestimmten Schmerzmitteln durch Kombination von schwach wirksamen Analgetika mit Codein.

21 Wie kann man den Vorgang einer kompetitiven Hemmung beschreiben?

Bei der kompetitiven Hemmung lagern sich die kompetitiven Antagonisten genauso an den Rezeptor wie die physiologischen Wirkstoffe (Agonisten). Antagonist und Agonist treten in Konkurrenz um die Bindung am Rezeptor. Dieses ist möglich, weil beide häufig eine ähnliche chemische Struktur besitzen. Der Antagonist hat zwar eine Affinität zum Rezeptor, ist aber im Gegensatz zum Agonisten nicht in der Lage, einen Effekt auszulösen, d. h. der Antagonist hat keine intrinsische Aktivität (intrinsic activity).



○ Abb. 1.1 Prinzip der kompetitiven Hemmung

22 Welche Formen der Arzneimittelnebenwirkungen sind möglich?

- Unerwünschte Arzneimittelwirkungen, die über den Wirkungsmechanismus des Arzneimittels erklärbar und somit vorhersehbar sind (z. B. Kopfschmerzen bei der Gabe von Nitraten),
- Arzneimittelallergien,

- toxische Nebenwirkungen, wie z. B. Blutbildveränderungen, Leber- und Nierenschäden, Teratogenität (Schädigung des Fötus oder Embryos),
- Beeinflussung der Verkehrstüchtigkeit und/oder der Fähigkeit Maschinen zu bedienen,
- Arzneimittelwechselwirkungen (Interaktionen).

23 Was bedeuten die Begriffe Compliance und Adherence (Adhärenz)?

Compliance bedeutet wörtlich übersetzt Einwilligung. Gemeint ist die „Einnahmetreue“, also ob ein Patient die empfohlene Behandlung befolgt. Im Verhältnis zum Arzt ist der Patient eher „Befehlsempfänger“.

Hingegen bedeutet **Adherence** (Adhärenz), dass Patient und Arzt als gleichberechtigte Partner aktiv zusammenarbeiten, gemeinsam Entscheidungen finden und Therapieziele vereinbaren. Der Patient soll Sinn und Zweck der Therapie verstehen, aber auch über die negativen Auswirkungen informiert sein, wenn z. B. Dosisintervalle nicht eingehalten werden oder die Therapie nach eigenem Ermessen abgebrochen wird.

1.3 Gastrointestinaltrakt

24 Aus welchen Teilen besteht der Verdauungsapparat des Menschen (mit lateinischer Bezeichnung)?

Der menschliche Verdauungsapparat besteht aus Mundhöhle (Stoma), Rachen (Pharynx), Speiseröhre (Ösophagus), Magen (Ventrikulus), Bauchspeicheldrüse (Pankreas), Leber (Hepar), Dünndarm (Intestinum tenue) und Dickdarm (Intestinum crassae).

25 Wo wird der Speichel gebildet und wie ist er zusammengesetzt?

Die Speichelbildung findet in drei Drüsen statt: Ohrspeicheldrüse, Unterkieferspeicheldrüse und Unterzungspeicheldrüse.

Der Speichel besteht aus einem serösen (dünnflüssigen) Anteil, der z. B. das stärkeabbauende Enzym Amylase enthält, sowie einem schleimhaltigen Anteil, der sehr zähflüssig ist. Neben Enzymen sind im Speichel Proteine und Peptide enthalten, die bei der körpereigenen Abwehr von Krankheitserregern eine Rolle spielen. Je nach Beschaffenheit der aufgenommenen Nahrung variiert die Zusammensetzung.

26 Wie ist der Magen aufgebaut?

Am Magenmund (Kardia) mündet die Speiseröhre.

Der Magen selbst besteht aus drei Teilstücken:

- Magengrund (Fundus), dem oberen Magenteil,
- Magenkörper (Korpus), dem mittleren Magenteil und
- Magenausgangsteil (Antrum), dem unteren Magenteil.

Der Magenausgang kann gegen den Zwölffingerdarm (Teil des Dünndarms) mit einem Schließmuskel, dem Magenpförtner (Pylorus), abgeschlossen werden.

27 Wo wird der Magensaft produziert und aus welchen Inhaltsstoffen besteht er?

Der Magensaft wird von Drüsen, die in der Magenschleimhaut liegen, produziert. Bei den Drüsen unterscheidet man drei verschiedenartige Zelltypen:

- **Nebenzellen** produzieren Magenschleim zum Schutz der Magenwand vor der Salzsäure.
- **Belegzellen** produzieren Salzsäure und Intrinsic-factor (dient der Aufnahme von Vitamin B₁₂).
- **Hauptzellen** produzieren Pepsinogen, die Vorstufe des eiweißspaltenden Enzyms Pepsin.

28 Welche Funktion hat die Magensalzsäure?

Die Nahrung wird durch Einwirkung der Salzsäure weiter aufgeschlossen (verdaut):

- Inaktives Pepsinogen wird in aktives Pepsin überführt. Pepsin ist ein eiweißspaltendes Enzym (Protease), das große Eiweißmoleküle (Proteine) in kleinere Bruchstücke (Polypeptide und Peptide) spaltet.
- Denaturierung (Fällung) der Nahrungseiweiße, wodurch diese für den enzymatischen Abbau leichter angreifbar werden.
- Abtötung der mit der Nahrung aufgenommenen Bakterien.
- Stabilisierung des mit der Nahrung aufgenommenen Eisens in seiner 2-wertigen Form.

29 Was versteht man unter den Begriffen Sodbrennen und Refluxkrankheit (GERD)?

Sodbrennen ist ein Symptom und bedeutet, dass Magensäure in die Speiseröhre zurückfließt (Reflux). Als Auslöser kommen neben Alkohol, Zigaretten und fettem Essen auch Erbfaktoren, Schwangerschaft sowie ein unvollständiger Magenverschluss aufgrund einer Schwäche des Speiseröherschließmuskels in Frage. Bei regelmäßigem Rückfluss der Magensäure kann eine entzündliche Erkrankung der Speiseröhre (Ösophagus) entstehen, die als Refluxkrankheit (GERD= Gastro Esophageal Reflux Disease) bezeichnet wird.

30 Welche Formen der Gastritis (Magenschleimhautentzündung) werden unterschieden?

Eine akute Gastritis entsteht meist durch Einwirkung äußerer Reize (Noxen), z. B. Verätzungen, Blutungen, bakterielle Infektionen wie Lebensmittelvergiftungen, Einnahme bestimmter Arzneimittel, Nikotin- und/oder Alkoholmissbrauch oder aufgrund psychischer Belastungen.

Eine chronische Gastritis ist die häufig wiederkehrende, anhaltende Form der Gastritis, die durch bakterielle Infektionen (*Helicobacter pylori*), chemische

Noxen wie Alkohol und Nikotin oder eine Autoimmunerkrankung hervorrufen werden kann.

31 Die Diagnose lautet Magengeschwür. Wie heißt der medizinische Fachausdruck und welche Beschwerden und Ursachen kennzeichnen diese Erkrankung?

Der medizinische Fachausdruck für Magengeschwür lautet *Ulkus ventriculi*, das Beschwerden wie Aufstoßen, Druck- und Völlegefühl nach den Mahlzeiten, periodisch auftretende krampfartige Schmerzen und Erbrechen hervorrufen kann. Als Ursachen kommen eine Infektion mit dem Bakterium *Helicobacter pylori*, Unfälle, Schocks, übermäßiger Alkoholkonsum, Nikotin, Stress, bestimmte Arzneimittel, z. B. Analgetika/Antirheumatika und eine unregelmäßige Nahrungsaufnahme in Frage.

32 Welche Arzneimittelgruppen werden zur Therapie der Gastritis oder des *Ulkus ventriculi* eingesetzt?

Zur Behandlung von Gastritis oder *Ulkus ventriculi* werden Antazida, H_2 -Antihistaminika („ H_2 -Blocker“ oder H_2 -Rezeptor-Antagonisten) sowie Protonenpumpenhemmer (PPI) eingesetzt. Parasympatholytika wirken als Sekretionshemmer und werden wie Prostaglandinpräparate als Mittel der Reserve eingestuft. Zur Eradikationstherapie von *Helicobacter pylori* werden Protonenpumpenhemmer mit Antiinfektiva kombiniert.

Aggressive Mechanismen ↓		Defensive Mechanismen ↑	Helicobacter pylori-Eradikation
Säure-Sekretion ↓	Säure-Bindung		
<ul style="list-style-type: none"> ■ H_2-Antihistaminika* ■ Protonenpumpenhemmer (PPI) <p>*H_2-Blocker</p>	Antazida (Sucralfat)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prostaglandin-E-Derivate ■ Antazida ■ Sucralfat 	Kombinationstherapie (Chemotherapeutika, Protonenpumpenhemmer, Bismutsalz)

○ Abb. 1.2 Wirkungsweise von Ulkustherapeutika. Nach Mutschler 2008

33 Welche Arzneistoffe werden als Antazida eingesetzt?

Als Antazida (= Arzneimittel, die Magensäure neutralisieren oder binden) werden vor allem Magnesium- oder Aluminiumverbindungen sowie deren Kombinationen eingesetzt. Beispiele: Magnesiumoxid, Aluminiumhydroxid, Magnesium-Aluminiumsilikate sowie die beiden sog. Schichtgitterantazida

Magaldrat (Aluminium-Magnesium-hydroxid-sulfat-hydrat) und Hydrotalcit (Aluminium-Magnesium-hydroxidcarbonat-hydrat).

Die früher häufig eingesetzten Antazida auf Basis von Natriumhydrogencarbonat und Calciumcarbonat haben wegen ihres Nebenwirkungsprofils an Bedeutung verloren.

34 Welche Neben- und Wechselwirkungen können Antazida hervorrufen?

Magnesiumverbindungen wirken laxierend und können Durchfall verursachen. Aluminiumverbindungen können aufgrund ihrer adstringierenden Eigenschaften Verstopfungen auslösen. Daher werden häufig Kombinationen dieser Verbindungen als Antazida eingesetzt.

Carbonathaltige Antazida können bei der Salzsäureneutralisation rasch große Mengen Kohlendioxid freisetzen. Die Gasentwicklung kann zu Blähungen führen und für bestehende Ulzera eine Gefahr darstellen (Zerreißung!).

Natriumhaltige Antazida belasten den Körper zusätzlich mit Natrium, was für Bluthochdruckpatienten oder bei Leber- bzw. Nierenerkrankungen problematisch sein kann.

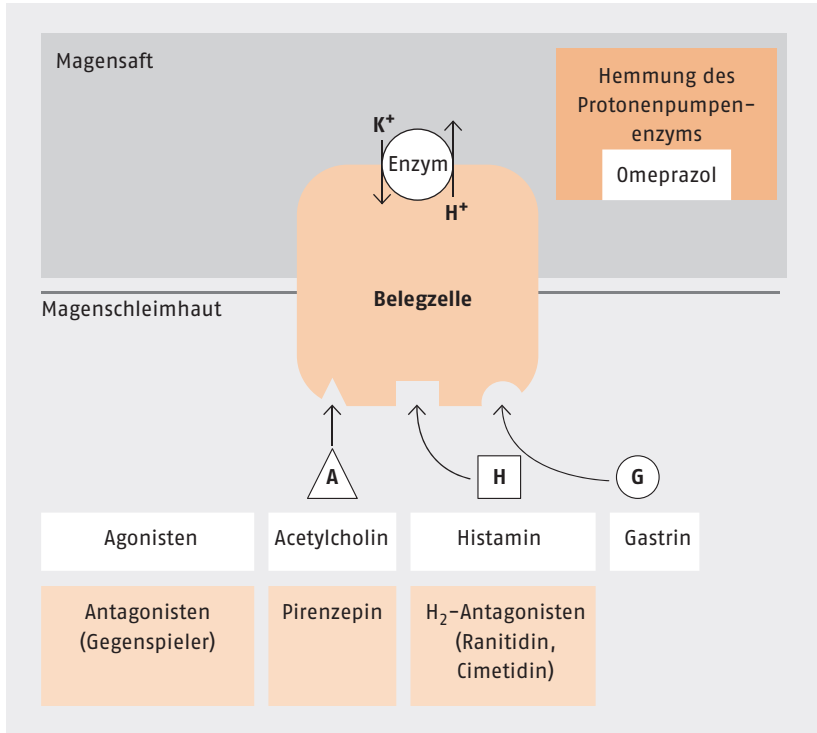
Bei gleichzeitiger Einnahme von Antazida und Eisensalzen, Tetracyclinen oder neueren Gyrasehemmern wird deren Resorption beeinträchtigt (Wirkungsminderung!), da sie von den Antazida absorbiert oder komplex gebunden werden.

35 Welche Anwendungshinweise müssen bei der Therapie mit Antazida beachtet werden?

- Flüssige Zubereitungen, z. B. Suspensionen, wirken schneller als feste Darreichungsformen.
- Die Einnahme sollte ein bis drei Stunden **nach** den Mahlzeiten sowie **vor** dem Schlafengehen (ggf. doppelte Dosis) erfolgen.
- Einnahmeabstand zu anderen Arzneimitteln, z. B. Eisensalze, Tetracycline, neuere Gyrasehemmer, einhalten. Wegen der Wechselwirkungsgefahr sollten diese eine Stunde **vor** oder zwei Stunden **nach** den Antazida eingenommen werden.
- Antazida sollten nicht prophylaktisch und nicht chronisch eingenommen werden.

36 Wie wirken Protonenpumpenhemmstoffe (PPI)?

Protonenpumpenhemmer (PPI) blockieren in den Belegzellen der Magenschleimhaut das Enzym H^+/K^+ -ATPase. Dieses Enzym katalysiert den Transport der für die Salzsäureproduktion notwendigen H^+ -Ionen aus den Belegzellen in das Mageninnere. Dabei werden im Austausch gegen Kalium-Ionen H^+ -Ionen in das Mageninnere „gepumpt“ (Protonenpumpe).



○ Abb. 1.3 Wirkungsweise der Arzneimittel zur Hemmung der Salzsäureproduktion. Nach Lüllmann et al. 2003

37 Was versteht man unter einer Eradikationstherapie?

Unter diesem Begriff wird die vollständige Entfernung (Eradikation) des Bakteriums *Helicobacter pylori* aus der Magenschleimhaut verstanden, das eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Magengeschwüren spielt. Die Eradikationstherapie wird in Form einer Kombinationstherapie durchgeführt, indem Protonenpumpenhemmer und bestimmte Antiinfektiva gleichzeitig angewandt werden, z. B. bei der sog. „Tripeltherapie“.

38 Die H_2 -Rezeptorantagonisten („ H_2 -Blocker“) Ranitidin und Famotidin dürfen im Rahmen der Selbstmedikation abgegeben werden. Unter welchen Bedingungen darf die Abgabe erfolgen?

- Nur zugelassen für die Indikationen „Magenübersäuerung und Sodbrennen“,
- nur feste Darreichungsformen (z. B. Filmtabletten) zur oralen Anwendung,
- festgelegte Maximalkonzentration pro Tablette,
- festgelegte maximale Packungsgröße,
- Anwendung erst ab dem vollendeten 16. Lebensjahr,
- Beschränkung der Therapiedauer auf 14 Tage.

39 Welche Funktionen hat die Bauchspeicheldrüse (Pankreas)?

Die Bauchspeicheldrüse hat sowohl **exokrine**, nach außen absondernde, als auch **endokrine**, nach innen, in die Blutbahn absondernde Funktionen. Die exokrine Funktion besteht in der Produktion von Pankreassaft, der über den Pankreasgang in den Zwölffingerdarm (Duodenum) abgegeben wird. Der Pankreassaft enthält wichtige eiweiß-, kohlenhydrat- und fettspaltende Verdauungsenzyme.

Inselartig verstreut liegen im Pankreasdrüsengewebe Zellen, die eine endokrine Funktion haben. Die sog. Langerhans-Inseln produzieren die Hormone Insulin und Glukagon.

40 Die Bauchspeicheldrüse ist der wichtigste Produktionsort für die Verdauungsenzyme. Welche Enzymarten werden unterschieden?

- **Peptidasen:** Endopeptidasen oder Proteinasen spalten Eiweiße zu Peptiden und Exopeptidasen spalten Peptide vom Ende her in Aminosäuren auf.
- **Lipasen:** Spalten Fette, die vorher durch Gallenflüssigkeit emulgiert worden sind, in Fettsäuren und Glycerol.
- **Glykosidasen:** Spalten Kohlenhydrate stufenweise in Oligo- und Monosaccharide (Mehrfach- und Einfachzucker). Dabei entstehen erst Saccharose, Lactose und Maltose, anschließend die Einfachzucker Glucose, Fructose und Galactose.

41 Welche lebenswichtigen Stoffwechselfvorgänge laufen in der Leber ab?

- Speicherung von Zucker (Glucose) in Form von Glykogen, welches bei Bedarf wieder mobilisiert werden kann.
- Aufbau von Eiweiß aus Aminosäuren.
- Abbau überalterter Erythrozyten, wobei aus dem Blutfarbstoff Hämoglobin Bilirubin, der Gallenfarbstoff, gebildet wird.
- Bildung von Blutgerinnungsfaktoren und Fibrinogen.
- Abbau von Fremdstoffen, auch Arzneistoffen.

42 Was versteht man unter dem Begriff Obstipation und welche Ursachen liegen dieser Erkrankung zugrunde?

Eine Obstipation oder Verstopfung liegt vor, wenn der Stuhlgang weniger als dreimal pro Woche erfolgt. Bedingt durch eine verzögerte Darmpassage oder einen gestörten Entleerungsreflex entsteht ein trockener und harter Stuhl.

Die **verzögerte Darmpassage** kann folgende Ursachen haben:

- Diätetische Gründe, z. B. zu wenig Ballaststoffe oder Ernährungsumstellung im Urlaub,
- Bewegungsmangel,
- Darmwandveränderungen durch Tumoren oder chronische Entzündungen,
- Hormonstörungen, z. B. Schilddrüsenunterfunktion,

- Nervensystemstörungen, z. B. Stress oder Wirbelsäulenverletzungen,
- Arzneimittelnebenwirkungen, z. B. durch Morphin, Antazida oder Sedativa.

Ein **gestörter Entleerungsreflex** kann aus folgenden Gründen entstehen:

- Zeitmangel („Verdrücken“),
- Hämorrhoidalleiden,
- Analfissuren,
- Verlust des rektalen Dehnungsreflexes.

43 Was versteht man unter Laxanzien und wie wird diese Arzneimittelgruppe unterteilt?

Laxanzien oder Abführmittel sind Arzneimittel zur Beschleunigung der Stuhleentleerung. Die Einteilung erfolgt nach dem Wirkungsmechanismus:

- **Füll-, Quell- und Ballaststoffe**, dazu zählen auch osmotisch wirksame Laxanzien.
- **Darmstimulierende Laxanzien**, auch antiresorptiv und hydragog wirkende Laxanzien genannt.
- **Gleitmittel**.
- **Defäkationsreflexfördernde Laxanzien**, sie lösen den Darmentleerungsreflex aus.

44 Wie wirken Laxanzien? Beschreiben Sie kurz den jeweiligen Wirkungsmechanismus unter Nennung von Beispielen!

Die meisten Laxanzien wirken durch Vergrößerung des Darmvolumens, erhöhen so den Innendruck im Darm und lösen dadurch peristaltische Bewegungen aus.

Füll-, Quell- und Ballaststoffe, z. B. Leinsamen (*Lini semen*), Indische Flohsamen (*Plantago ovata*), quellen unter Wasseraufnahme und führen zu Volumenvergrößerung und Erweichung des Fäzes.

Osmotisch wirksame Laxanzien werden nicht resorbiert. Sie binden im osmotischen Verhältnis Wasser, wodurch das Stuhlvolumen vergrößert und der Fäzes erweicht wird. Man unterscheidet salinische Mittel, z. B. Magnesiumsulfat (Bittersalz) und Natriumsulfat (Glaubersalz), synthetische Mittel (Macrogol/ Polyethylenglycol) sowie Zucker bzw. Zuckeralkohole. Die Zucker bzw. Zuckeralkohole wie Lactose, Lactulose, Mannitol und Sorbitol wirken ebenfalls nach dem Osmoseprinzip, wobei Lactulose außerdem durch Darmbakterien zu Säuren vergoren wird, die ihrerseits die Peristaltik anregen.

Antiresorptiva/ Hydragoga (früher Darmstimulierende Laxanzien) wirken an der Darmschleimhaut, hemmen die Natrium- und Wasserrückresorption (antiresorptiv) und fördern den Einstrom von Elektrolyten und Wasser in das Darmlumen (hydragog). Sie können pflanzlichen Ursprungs, z. B. Anthraglykoside, oder synthetisch hergestellt sein, z. B. Bisacodyl und Natriumpicosulfat.

Gleitmittel (Glycerol) weist neben einer wasseranziehenden auch eine Gleitwirkung auf. Leinsamen und Indische Flohsamen besitzen durch den enthaltenen Schleim einen Gleiteffekt.

Defäkationsreflexfördernde Laxanzien in Form von Suppositorien oder Mikroklistieren (-klysmen), die z. B. Glycerol oder salinische Osmolaxanzien enthalten, lösen den Defäkationsreflex aus.

45 Nennen Sie Gründe, warum Macrogol/ Polyethylen-glycol, insbesondere bei längerfristiger Anwendung, der Lactulose vorgezogen wird?

Der Lactulose ist das ebenfalls osmotisch wirksame Macrogol vorzuziehen, da es im Gegensatz zur Lactulose nicht im Dickdarm abgebaut wird und den Darm unverändert passiert. Macrogol führt nicht zur Bildung von Darmgasen und damit zu Blähungen (Meteorismus oder Flatulenz). Insbesondere bei längerfristiger Anwendung, z. B. Begleittherapie bei Opioideneinnahme, oder bei Bewohnern von Pflegeeinrichtungen gilt Macrogol als Laxans der ersten Wahl. Voraussetzung ist, dass die Patienten in der Lage sind, oral ausreichend Flüssigkeit zu sich zu nehmen. Die Wirkung tritt nach 24 bis 48 Stunden ein, ist konstant und reproduzierbar. Zudem sind nahezu keine Neben- oder Wechselwirkungen bekannt.

46 Mit welchen Nebenwirkungen muss bei der Einnahme von Laxanzien gerechnet werden?

Die kurzfristige Anwendung von Laxanzien verursacht nur selten gravierende Nebenwirkungen. Bei längerfristiger Einnahme können folgende Nebenwirkungen auftreten:

□ Tab. 1.3

Nebenwirkung	Auslöser
Ileus (Darmverschluss)-Gefahr	Quellstoffe
Niereninsuffizienz, Muskelschwäche, Reflexausfälle, Blutdruckabfall	salinische Osmolaxanzien (Bittersalz)
Ödeme wegen ungenügender Ausscheidung von Flüssigkeit, Hypertonie	salinische Osmolaxanzien (Glaubersalz)
Blähungen	Osmolaxanzien (Zucker bzw. Zuckeralkohole)
Nierenschäden	Antiresorptiva/ Hydragoga (Anthraglykoside)
Kolikartige Bauchschmerzen	Antiresorptiva/ Hydragoga (Rizinusöl, Aloe)
Herzrhythmusstörungen (aufgrund von Kaliumverlusten)	alle, außer Quellstoffen und Macrogolen, bei chronischer Einnahme