

D II, 1. 94

Schauf · Moffett · Moffett

Medizinische Physiologie

Nach der amerikanischen Originalausgabe
herausgegeben von E. Schubert

Technische Universität Darmstadt
FACHBEREICH 10 — BIOLOGIE
— Bibliothek —
Schnittepahnstraße 10
D-64287 Darmstadt

Inv.-Nr. 14104
.....



Walter de Gruyter
Berlin · New York 1993

BB TU Darmstadt



52531640

Inhalt

I	Grundlagen der Physiologie	1	3.5.1	Elektrische Gradienten durch Zellmembranen	53
1	Physiologie des Menschen – Definition	1	3.5.2	Nernst-Gleichung	54
	<i>E. Schubert</i>		3.5.3	Verteilung von Na ⁺ - und K ⁺ -Ionen durch Membranen	55
1.1	Physiologie des Menschen – eine experimentelle Wissenschaft	1	3.5.4	Beeinflussung des Ruhemembranpotentials	56
1.2	Wie und warum – Erklärungen in der Physiologie	2	3.5.5	Na ⁺ /K ⁺ -Pumpe und homöostatische Systeme	57
1.3	Von der Zelle zum Organsystem	4	3.6	Zusammenfassung	57
1.4	Homöostase – ein sorgfältig ausgewogenes Gleichgewicht	6	3.7	Übungsfragen	58
1.5	Zusammenfassung	9	3.8	Brennpunkt der Physiologie	58
1.6	Brennpunkt der Physiologie	9	3.8.1	Künstliche Membranen als experimentelle Werkzeuge	58
1.7	Übungsfragen	10	3.8.2	Die Goldman-Gleichung beschreibt das Membranpotential	59
2	Homöostatische Regulation: Neuronale und endokrine Mechanismen	11	II	Nerv, Sinne und Muskel	61
	<i>W. Haschke und R. Haschke</i>		1	Erregbare Membranen	61
2.1	Einführung	11		<i>B. Nilius</i>	
2.2	Theorie der homöostatischen Regulation	11	1.1	Einführung	61
2.2.1	Allgemeine Eigenschaften einer negativen Rückkopplung	11	1.2	Elektrische Vorgänge an Membranen	61
2.2.2	Offene Systeme	12	1.2.1	Klassen elektrischer Ereignisse	61
2.2.3	Verstärkung und Zeitverzögerung negativer Rückkopplungssysteme	13	1.2.2	Ruhemembranpotential	63
2.2.4	Änderungsquote und negative Rückkopplung	14	1.2.3	Rezeptorpotentiale und synaptische Potentiale	64
2.2.5	Physiologische Rolle der Rückkopplung	14	1.2.4	Aktionspotentiale (AP)	65
2.2.6	Positive Rückkopplung	15	1.3	Molekulare Mechanismen der elektrischen Phänomene in Membranen	66
2.3	Ebenen der physiologischen Regulation	16	1.3.1	Ionenkanäle in Membranen	66
2.3.1	Intrazelluläre Regulation	16	1.3.2	Beeinflussung des Membranpotentials	66
2.3.2	Regulation durch lokale chemische Faktoren	18	1.3.3	Repolarisation der Membran	66
2.3.3	Reflektorische Regulation	20	1.3.4	Konzept des Schwellenpotentials	69
2.3.4	Neuronale und endokrine Reflexe	20	1.4	Untersuchungen mit der Spannungsklammer-Technik	70
2.4	Zusammenfassung	33	1.4.1	Spannungsklammer am Riesenaxon	70
2.5	Übungsfragen	33	1.4.2	Squid-Riesenaxon	70
2.6	Brennpunkt der Physiologie Nervenwachstumsfaktor (NGF)	33	1.4.3	Messung der Membranleitfähigkeit	71
2.7	Klinische Physiologie	34	1.4.4	Charakterisierung der Na ⁺ - und K ⁺ -Leitfähigkeiten	71
3	Transport durch Zellmembranen	39	1.5	Spannungsgeschaltete Kanäle	73
	<i>B. Nilius</i>		1.5.1	Elektrisch erregbare Membranproteine	73
3.1	Einführung	39	1.5.2	Eigenschaften von Na ⁺ - und K ⁺ -Kanälen	74
3.2	Molekulare Struktur von Zellmembranen	39	1.5.3	Änderung der Membranpermeabilität während eines Aktionspotentials	75
3.3	Diffusion	43	1.6	Refraktärphase und Entladungsfrequenz	76
3.3.1	Zufallsbewegung von Molekülen	43	1.6.1	Absolute Refraktärphase	76
3.3.2	Festlegung von Diffusionsraten	44	1.6.2	Relative Refraktärphase	77
3.3.3	Permeabilität von Membranen	45	1.6.3	Repetitive Entladung während einer verlängerten Depolarisation	77
3.3.4	Osmose	46	1.6.4	Extrazelluläres Kalzium und Erregbarkeit	77
3.4	Membranäre Transportproteine	49			
3.5	Membranpotential	53			

XII	Inhalt
1.6.5	Rolle der Na ⁺ -K ⁺ -ATPase bei der Erregbarkeit 78
1.7	Fortleitung von Aktionspotentialen 79
1.7.1	Ausbreitung der Erregung 79
1.7.2	Unterschiede in der Fortleitungsgeschwindigkeit 79
1.7.3	Einfluß von Durchmesser und Myelinscheide auf die Fortleitungsgeschwindigkeit 80
1.7.4	Fortleitung in myelinisierten Nervenfasern 82
1.7.5	Vergleich nicht- und myelinisierter Nerven 83
1.7.6	Summen-Aktionspotentiale (SAP) in Nerven 83
1.8	Zusammenfassung 85
1.9	Übungsfragen 85
1.10	Brennpunkt der Physiologie 85
1.11	Klinische Physiologie: Folgen einer Demyelinisierung 87
2	Erzeugung, Übertragung und Integration neuronaler Signale 87
	<i>B. Nilius</i>
2.1	Einführung 87
2.2	Neuronale Struktur und Informationsübertragung 88
2.2.1	Eingangs- und Ausgangssegmente in Neuronen 88
2.2.2	Sensorische Neurone 89
2.2.3	Nichtneuronale Komponenten im sensorischen System 90
2.2.4	Konzept des rezeptiven Feldes 91
2.2.5	Afferente Neurone als spezifische Leitungsbahnen 91
2.3	Physiologische Eigenschaften sensorischer Rezeptoren 92
2.3.1	Sensorische Rezeptoren als Transducer 92
2.3.2	Filterung sensorischer Signale 93
2.4	Erzeugung eines neuronalen Codes 93
2.4.1	Erzeugung von Rezeptorpotentialen 93
2.4.2	Kodierung von Reizen 94
2.4.3	Lineare und logarithmische Rezeptoren 97
2.4.4	Tonische, phasische, gemischte und modifizierte sensorische Rezeptoren 98
2.5	Physiologie der synaptischen Übertragung 100
2.6	Prinzipien der Informationsverarbeitung im Nervensystem 108
2.6.1	Abgestufte Antwort postsynaptischer Potentiale (PSP) 108
2.6.2	Präsynaptische Hemmung und Potenzierung 110
2.6.3	Verarbeitung synaptischer Eingänge in zentralen Neuronen 113
2.6.4	Logische Schaltkreise 113
2.6.5	Langzeitmodulation der synaptischen Übertragung 114
2.7	Zusammenfassung 116
2.8	Übungsfragen 117
2.9	Brennpunkt der Physiologie 117
2.9.1	Patch clamp-Technik 117
2.9.2	Abhängigkeit von Lernen und Gedächtnis vom Kalziumeintritt 118
3	Sensorische Systeme und Hirnfunktion 120
	<i>P. Bartsch</i>
3.1	Einführung 120
3.2	Aufbau des Nervensystems 120
3.2.1	Unterscheidung in Axone und Zellkörper 120
3.2.2	Bausteine von zentralem (ZNS) und peripherem (PNS) Nervensystem 121
3.3	Sensorische Signalverarbeitung im Gehirn 128
3.3.1	Sensorische rezeptive Felder 128
3.3.2	Projektion sensorischer Eingänge 128
3.3.3	Kontrastüberhöhung im Eingang der Signale 129
3.3.4	Physikalische Realität und sensorische Perzeption 130
3.4	Somatosensorisches System 130
3.4.1	Dermatome Organisation somatosensorischer rezeptiver Felder 130
3.4.2	Hinterstrangbahn des Rückenmarks 133
3.5	Lernen und Gedächtnis 139
3.6	Besonderheiten des menschlichen Gehirns 141
3.7	Schlaf- und Wachzustand 143
3.8	Zusammenfassung 146
3.9	Übungsfragen 147
3.10	Klinische Physiologie – die Gehirndarstellung 147
3.10.1	Anforderungen an diagnostische Verfahren 147
3.10.2	Computer-(CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) 147
3.11	Brennpunkt der Physiologie 147
3.11.1	Selektive Reizung und Leitungsanästhesie demonstrieren Faserspezifitäten 147
3.11.2	Das Ohr kann vom Auge lernen 148
4	Spezielle Sinnesphysiologie: Hören, Gleichgewicht, Sehen, Schmecken, Riechen 149
	<i>P. Bartsch</i>
4.1	Einleitung 149
4.2	Physiologie des Hörens 150
4.3	Gleichgewichtssinn 162
4.4	Gesichtssinn 167
	<i>R. Hanitzsch</i>
4.5	Chemische Sinne: Geschmack und Geruch 183
	<i>P. Bartsch</i>
4.6	Zusammenfassung 187
4.7	Übungsfragen 187
4.8	Klinische Physiologie 187
4.8.1	Farbempfindung ist genetisch determiniert 187
4.8.2	Visuelle Reize – Voraussetzung für die Entwicklung des visuellen Systems 188
5	Somatisches und autonomes effektorisches System 189
	<i>G. Asmussen</i>
5.1	Einführung 189
5.2	Effektorische Bahnen des peripheren Nervensystems 190
5.2.1	Motorische Einheiten 190
5.2.2	Kontrolle der Muskelkraft 190
5.2.3	Innervation des Skelettmuskels 191
5.2.4	Bahnen zu viszeralen Rezeptoren 191
5.2.5	Doppelte Innervation viszeraler Effektoren 194
5.2.6	Azetylcholin (ACh) und Noradrenalin (NA) als Transmitter effektorischer Bahnen 195

5.3	Somatisch-motorische Kontrolle im Rückenmark	196	III	Kardiovaskuläres System	253
5.3.1	Größenprinzip der Rekrutierung motorischer Einheiten	196	1	Herz	253
5.3.2	Rückenmarksreflexe, stabile Körperhaltung	197		<i>C. Pfeiffer</i>	
5.3.3	Muskelspindel	198	1.1	Einführung	253
5.3.4	Motoneuronale Kontrolle	200	1.2	Funktionelle Morphologie von Herz und Kreislauf	253
5.3.5	Sehnenspindel als Meßfühler der Muskelspannung	202	1.3	Herz als erregbare Struktur	256
5.3.6	Flexorreflex und gekreuzter Streckreflex .	202	1.4	Herz als Pumpe	271
5.4	Supraspinale motorische Kontrollzentren .	204	1.5	Zusammenfassung	281
5.4.1	Motorische Felder des Hirnstammes	204	1.6	Übungsfragen	281
5.4.2	Enthirnungsstarre	205	1.7	Klinische Physiologie	282
5.4.3	Basalganglien und stereotype Bewegungen	206	1.7.1	Koronarversorgung und Herzstoffwechsel .	282
5.4.4	Kleinhirn und Bewegungskoordination . .	206	1.7.2	Folgen einer Herzklappenerkrankung . .	282
5.4.5	Motorische Regionen der Großhirnrinde .	207	2	Blut und Gefäßsystem	283
5.4.6	Motorische Programme des ZNS	207		<i>C. Pfeiffer</i>	
5.4.7	Bereitschaftspotential	209	2.1	Einführung	283
5.5	Supraspinale und spinale Neuronenverbindungen	210	2.2	Blut – ein flüssiges Gewebe	284
5.5.1	Laterales und mediales motorisches System	210	2.3	Funktionelle Struktur der Blutgefäße . . .	289
5.5.2	Absteigende motorische Bahnen	211	2.4	Hämodynamik	294
5.6	Autonomes Nervensystem	213	2.5	Austausch von Flüssigkeit und gelösten Substanzen zwischen Kapillaren und Geweben	300
5.6.1	Autonome Kontrollzentren des Hirnstammes	213	2.6	Zusammenfassung	305
5.6.2	Spinale autonome Reflexe	213	2.7	Übungsfragen	305
5.6.3	Einfluß der doppelten autonomen Innervation	214	2.8	Klinische Physiologie	306
5.6.4	Membranrezeptoren für Transmitter	214	2.8.1	Blut-Doping	306
5.6.5	Antagonisten autonomer Rezeptoren	217	2.8.2	Hämophilie	306
5.6.6	Verteilung autonomer Rezeptortypen	217	2.8.3	Blutdruckmessung	306
5.6.7	Transmittersynthese cholinерger und adrenerger Synapsen	218	2.8.4	Blut-Hirn-Schranke	308
5.7	Zusammenfassung	219	3	Regulation des Herz-Kreislauf-Systems .	308
5.8	Übungsfragen	219		<i>C. Pfeiffer</i>	
5.9	Klinische Physiologie	219	3.1	Einführung	308
5.9.1	Parkinson-Syndrom: Ohne Dopamin würden wir alle vereisen	219	3.2	Herz-Kreislauf-Reflexe	309
5.9.2	Motorische Systeme und Therapie von Bewegungsstörungen	220	3.3	Wechselwirkung von Herzaktivität und Gefäßzustand	317
6	Skelett-, Herz- und glatte Muskulatur . . .	220	3.4	Herz-Kreislauf-System bei Arbeit und Krankheit	321
	<i>G. Asmussen</i>		3.5	Zusammenfassung	329
6.1	Einführung	220	3.6	Übungsfragen	330
6.2	Struktur des Skelettmuskels	221	3.7	Klinische Physiologie	330
6.3	Muskelkontraktion auf molekularer Ebene	225	3.7.1	Messung des Herzminutenvolumens (HMV)	330
6.4	Elektromechanische Kopplung	228	3.7.2	Arteriosklerose	331
6.5	Mechanik der Muskelkontraktion	232	3.7.3	Ursachen und Folgen einer Herzinsuffizienz	333
6.6	Muskelenergetik und -stoffwechsel	237	IV	Respiratorisches System	335
6.7	Physiologie des Herzmuskels	242	1	Struktur und Dynamik des Atmungssystems	335
6.8	Physiologie des glatten Muskels	244		<i>H. Opitz</i>	
6.9	Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Skelett-, Herz- und glattem Muskel	248	1.1	Einführung	335
6.10	Zusammenfassung	249	1.2	Struktur und Funktion des Atmungssystems	335
6.11	Übungsfragen	249	1.3	Atemvolumina und Atemstromstärken . .	342
6.12	Brennpunkt der Physiologie: Was bestimmt den Skelettmuskelfasertyp?	249	1.4	Atemmechanik	347
6.13	Klinische Physiologie: Anabole Steroidhormone	250	1.5	Anpassungsvorgänge des Lungenkreislaufs	356
6.13.1	Muskel aus der Flasche?	250	1.6	Zusammenfassung	359
6.13.2	Wirksamkeit, Nebenwirkungen von Anabolika	250	1.7	Übungsfragen	359
6.13.3	Nachweis von Anabolika	251			

1.8	Klinische Physiologie	360	1.4.3	Nieren und Säure-Basen-Haushalt	439
1.8.1	Asbestose und Mesotheliom – Folgen einer Asbestexposition	360	1.5	Zusammenfassung	441
1.8.2	Kardiopulmonale Reanimation und Heimlich-Manöver	360	1.6	Übungsfragen	441
2	Gasaustausch und Atemgastransport	361	1.7	Brennpunkte der Physiologie	442
	<i>G. Kaczmarczyk</i>		1.7.1	Spezielle experimentelle Methoden	442
2.1	Einführung	361	1.8	Klinische Physiologie	443
2.2	Gase: Physik und Chemie	361	1.8.1	Nierenversagen – Dialyse und Nierentransplantation	443
2.3	Gasaustausch in den Alveolen	365	1.8.2	Wirkung von Diuretika	444
2.4	Sauerstofftransport im Blut	368	2	Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt	446
2.5	CO ₂ -Transport und Puffersysteme des Blutes	375		<i>G. Kaczmarczyk, H. W. Reinhardt</i>	
2.6	Zusammenfassung	379	2.1	Einführung	446
2.7	Übungsfragen	379	2.2	Flüssigkeitskompartimente des Körpers	446
2.8	Klinische Physiologie	379	2.3	Regulation von Wasser- und Natriumbilanz	455
2.8.1	Kohlenmonoxidvergiftung	379	2.3.1	Glomeruläre Filtrationsrate (GFR)	455
2.8.2	Hypoxie und Sauerstofftherapie	379	2.3.2	Kontrolle renaler Wasserresorption durch das antidiuretische Hormon (ADH)	456
2.8.3	Physiologische Vorgänge beim Tauchen	380	2.3.3	Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS)	458
3	Atemregulation	380	2.3.4	Durst und Salzhunger	458
	<i>S. Waurick</i>		2.4	Regulation des Kaliumbestandes	459
3.1	Einführung	380	2.5	Regulation des Kalzium- und Phosphatbestandes	462
3.2	Atemrhythmus	381	2.6	Säure-Basen-Haushalt	464
3.3	Chemische Atemreize	387	2.7	Zusammenfassung	472
3.4	Chemische Atmungsregulation	392	2.8	Übungsfragen	473
3.5	Atmung bei Muskelarbeit (Arbeitshyperpnoe)	395	2.9	Klinische Physiologie: Alkohol und Frostschutzmittel	473
3.6	Zusammenfassung	398	VI	Gastrointestinale Physiologie	475
3.7	Übungsfragen	398		<i>E. Schubert</i>	
3.8	Klinische Physiologie: Schlafapnoe, plötzlicher Kindstod, Atemdepression	398	1	Funktioneller Aufbau des Magen-Darm- Kanals – Motorik und Sekretion	475
4	Physiologische Aspekte der körperlichen Arbeit	399	1.1	Einführung	475
	<i>S. Waurick</i>		1.2	Funktionsstrukturen des Verdauungssystems	475
4.1	Was ist Arbeitsphysiologie?	399	1.3	Bedeutung von Mund und Ösophagus	487
4.2.	Energiequellen der arbeitenden Skelettmuskulatur	399	1.4	Sekretion und Motorik des Magens	490
4.3	Energieumsatz bei Arbeit	400	1.5	Sekretion und Motorik im Darm	494
4.4	Endokrine Antworten	403	1.6	Täglicher Flüssigkeits- und Solutenaustausch	500
4.5	Sauerstoffaufnahme und Atmung	403	1.7	Zusammenfassung	501
4.6	Herz-Kreislauf-System	404	1.8	Übungsfragen	501
4.7	Thermoregulation und Wasserhaushalt	405	1.9	Klinische Physiologie: Magen-Darm-Erkrankungen und deren Auswirkungen auf den Elektrolyt- und Wasserhaushalt	501
4.8	Geschlechtsdifferenzen der körperlichen Leistungsfähigkeit	406	1.9.1	Erbrechen, Diarrhoe	501
4.9	Beziehungen zwischen körperlicher Beanspruchung und Immunsystem	407	1.9.2	Toxische Diarrhoe, Dehydratation (Exsikkose)	502
4.10	Adaptation an körperliche Beanspruchung	408	2	Verdauung und Absorption	502
V	Nieren, Wasser- und Elektrolythaushalt	411	2.1	Einführung	502
1	Nieren	411	2.2	Aufnahme von Flüssigkeit und Soluten in Blut und Lymphe	503
	<i>H. W. Reinhardt, G. Kaczmarczyk</i>		2.3	Kohlenhydratverdauung und -absorption	508
1.1	Einführung	411	2.4	Proteinverdauung und -absorption	510
1.2	Funktionelle Morphologie des exkretorischen Systems	412	2.5	Fettverdauung und -absorption	512
1.3	Mechanismen der Harnbereitung	420	2.6.	Eisen- und Vitaminstoffwechsel	516
1.4	Integrierte Funktionen der Niere	434			
1.4.1	Konzept der renalen Clearance	434			
1.4.2	Tubuläre Passage von Na ⁺ - und K ⁺ -Ionen	438			

2.7	Regulation der Magen-Darm-Funktion . . .	520	2.2.7	Killer-T-Zellen und Abstoßungsreaktionen der Gewebe	570
2.8	Zusammenfassung	527	2.3	Koordination im Immunsystem	572
2.9	Übungsfragen	527	2.3.1	Kontrolle der Immunreaktion durch Helfer- und Suppressor-T-Zellen	572
2.10	Klinische Physiologie	527	2.3.2	Entzündung	574
2.10.1	Laktoseintoleranz	527	2.3.3	Transfusionsreaktionen	577
2.10.2	Appetit, Sättigung, Nahrungstrieb	528	2.3.4	Allergie und Hypersensibilität	579
...			2.3.5	Autoimmunkrankheiten: fehlgeleitete Reaktionen des Immunsystems	580
VII	Wachstum, Stoffwechsel, Fortpflanzung, Immunsystem	529	2.4	Zusammenfassung	581
	<i>E. Schubert</i>		2.5	Übungsfragen	582
1	Endokrine Kontrolle von Organstoffwechsel und Wachstum	529	2.6	Klinische Physiologie	582
1.1	Einführung	529	2.6.1	AIDS	582
1.2	Kennzeichen der absorptiven Phase des Stoffwechsels	530	2.6.2	Monoklonale Antikörper in der Medizin	584
1.2.1	Insulin	530	3	Fortpflanzung und ihre hormonale Steuerung	585
1.2.2	Aufgaben der Leber	533	3.1	Einführung	585
1.2.3	Transport und Speicherung der Lipide	534	3.2	Funktionelle Morphologie der Fortpflanzungsorgane	585
1.2.4	Proteinstoffwechsel	536	3.3	Genetische Grundlagen von Fortpflanzung und Geschlechtsbestimmung	589
1.2.5	Somatostatin	536	3.4	Hormonale Steuerung der Geschlechtsreifeung	597
1.3	Kennzeichen der postabsorptiven Phase	537	3.5	Endokrine Steuerung der männlichen Fortpflanzungsfunktionen	603
1.3.1	Beginn der postabsorptiven Phase	537	3.6	Endokrine Steuerung der weiblichen Fortpflanzungsfunktion	604
1.3.2	Glukagon	537	3.7	Zusammenfassung	616
1.3.3	Umwandlung von Proteinen in Glukose	541	3.8	Übungsfragen	616
1.3.4	Nebennierenhormone	541	3.9	Klinische Physiologie	617
1.3.5	Diabetes mellitus: zellulärer Hunger inmitten von Überfluß	543	4	Sexuelle Reaktion, Schwangerschaft, Geburt und Laktation	618
1.4	Regulation der Nahrungsaufnahme	544	4.1	Einführung	618
1.5	Änderungen des Stoffwechsels im Lebensverlauf	546	4.2	Sexuelle Reaktion	618
1.5.1	Wachstum und Wachstumshormon (STH)	546	4.3	Schwangerschaft	621
1.5.2	Alter und Körperzusammensetzung	548	4.4	Geburt und Laktation	632
1.6	Stoffwechselreaktionen in Gefahrensituationen	549	4.5	Zusammenfassung	637
1.6.1	Schilddrüsenhormone	549	4.6	Übungsfragen	638
1.6.2	Temperaturregulation und Fieber	554	4.7	Klinische Physiologie	638
1.6.3	Hungern	555	4.7.1	Genauere Kenntnisse über den Geburtsverlauf steigern die Überlebenschancen des Neugeborenen	638
1.7	Zusammenfassung	558	4.7.2	Pränatale Diagnostik genetischer Erkrankungen	639
1.8	Studienfragen	558	Anhang	641	
1.9	Klinische Physiologie	558	Anhang 1, SI-Einheiten	641	
1.9.1	Osteoporose	558	Anhang 2, Physiologische Referenzwerte	642	
1.9.2	Kontrolle der Blutcholesterinspiegel durch die Leber	559	Anhang 3, Mineralien und Vitamine	644	
2	Immunsystem	560	Antworten auf die Übungsfragen	647	
2.1	Einführung	560	Register	657	
2.2	Mannigfaltigkeit des Immunsystems	560			
2.2.1	Spezifische und unspezifische Immunreaktionen	560			
2.2.2	Zelluläre Elemente des Immunsystems	562			
2.2.3	B-Lymphozyten und antikörpervermittelte Immunität	562			
2.2.4	Antikörperklassen	567			
2.2.5	Histokompatibilitätsantigene	569			
2.2.6	T-Lymphozyten und zellvermittelte Immunität	569			