



Eckhard Beubler

# Kompendium der medikamentösen Schmerztherapie

Wirkungen, Nebenwirkungen  
und Kombinationsmöglichkeiten

*6. Auflage*

 Springer

# Kompendium der medikamentösen Schmerztherapie

Eckhard Beubler

# Kompendium der medikamentösen Schmerztherapie

Wirkungen, Nebenwirkungen und Kombinationsmöglichkeiten

**6. Auflage**

Unter Mitarbeit  
von Roland Kunz und Jürgen Sorge

 Springer

**Eckhard Beubler**  
Medizinische Universität Graz  
Graz  
Österreich

ISBN 978-3-662-48826-3      ISBN 978-3-662-48827-0 (ebook)  
DOI 10.1007/978-3-662-48827-0

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

### **Springer**

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin  
Fotonachweis Umschlag: ©Purestock

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature  
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

## Vorwort zur 6. Auflage

---

Die 6. Auflage dieses Buches beinhaltet eine Zusammenstellung aller in der Schmerztherapie wichtigen Arzneimittel, deren Wirkungen, Nebenwirkungen und Kombinationsmöglichkeiten. Wie schon in den vorhergehenden Auflagen gibt es leider keine wirklich neuen Arzneimittel für die Behandlung verschiedener Schmerzzustände. Die Neuerungen beschränken sich auf neue Arzneiformen für alte, bewährte Arzneisubstanzen. Dennoch, eine Weiterentwicklung wäre in hohem Maße wünschenswert. Es gibt zwar die nichtsauren, antipyretischen Analgetika, wie Paracetamol und Metamizol, die als sehr sicher gelten, allerdings nicht für alle Patientengruppen, wie z. B. Schwangere. Kinder von Müttern, die während der Schwangerschaft Paracetamol einnahmen, haben ein erhöhtes Risiko für Hodenhochstand aber auch für ADHS bzw. ADS-Syndrom. Metamizol soll während der Schwangerschaft gar nicht eingenommen werden. Zudem ist die schmerzhemmende Potenz dieser Gruppe limitiert. Es gibt ferner die nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR) mit ihrer entzündungshemmenden Eigenschaft, wie Ibuprofen und Diclofenac, doch die Erfahrungen der letzten Zeit haben gezeigt, dass in Abhängigkeit der Hemmwirkung auf die Cyclooxygenase 2 (COX-2) die Gefahr eines thromboembolischen Ereignisses wie Herzinfarkt oder Schlaganfall größer ist als ehemals angenommen. Diese Gefahr wird für Diclofenac heute ähnlich eingeschätzt wie die für die reinen COX-2-Hemmer, die wegen ihrer guten Magenverträglichkeit einst hochgejubelt wurden, um die es aber mittlerweile sehr still geworden ist.

Es gibt natürlich die Opioide, eine der ältesten Arzneimittelgruppen überhaupt, denkt man an die Verwendung von Rohopiumextrakten seit mehreren tausend Jahren. Sie wurden durch das WHO-Stufenschema in den 1980er Jahren neu aktualisiert und in der Folge zunehmend für die Behandlung starker Schmerzen bei Tumorerkrankungen etabliert. Die Anwendung nahm in den folgenden Jahren, nicht zuletzt durch Ausweitung der Indikation auf nicht-tumorbedingte Schmerzen, in den westlichen Industriestaaten kontinuierlich zu. Wenngleich die gute Verträglichkeit dieser Arzneimittelgruppe viele Jahre gepriesen wurde, nicht zuletzt um Patienten mit starken und stärksten Schmerzen das Leben wieder lebenswert zu machen, können wir die Augen vor einer langen Liste von Nebenwirkungen nicht verschließen. Zu der lange bekannten Obstipation und den am Anfang der Therapie auftretenden Nebenwirkungen wie Übelkeit, Erbrechen, Müdigkeit und Sedierung kommen hormonelle Störungen wie Hypogonadismus, begleitet von Libido- und Sexualstörungen, opioidinduzierte Osteoporose und in der Folge ein erhöhtes Frakturrisiko, das möglicherweise von einem erhöhten Sturzrisiko getriggert wird.

Es wäre also durchaus an der Zeit, neue Ansatzmöglichkeiten zu entwickeln, um Schmerzen gezielter und risikoärmer zu behandeln.

**Eckhard Beubler**

Graz Winter 2015

# Vorwort zur 1. Auflage

---

Schmerz ist für einen Patienten einer der wichtigsten Gründe, den Arzt aufzusuchen. Ohne Schmerzempfindung werden wichtige Warnsignale überhört und Krankheiten zu spät einer Behandlung zugeführt. Hat der Schmerz seine Warn-Funktion erfüllt, ist er ohne Wert und kann das Leben unerträglich machen. Für den Patienten ist der Zustand qualvoll, für seine Genesung oft kontraproduktiv. Schmerzfreiheit fördert die Genesung. In der Ausbildung der Ärzte aber kommt die medikamentöse Schmerztherapie zu kurz.

Dieses Buch soll in kurzer und allgemein verständlicher Form die wichtigsten Arzneimittel für die Schmerztherapie beschreiben und mithelfen, längst überholte Vorurteile und Mythen durch konkretes Wissen zu ersetzen. Ein besonderes Anliegen ist es, vor allem die Opiate, die in der Schmerztherapie wichtigste Arzneimittelgruppe, hervorzuheben, Arzneimittel mit hervorragender Wirkung und abschätzbaren Nebenwirkungen, bei deren Beachtung eine sehr sichere Therapie der Schmerzen garantiert ist.

Dieses Buch ist kein Lehrbuch, soll aber bei Ärzten und Studierenden, beim medizinischen Pflegepersonal sowie beim interessierten Laien das Wissen über die hervorragenden Möglichkeiten der modernen, medikamentösen Schmerztherapie verbessern.

Für alle im Buch verwendeten Arzneistoffe werden gebräuchliche Handelsnamen der drei deutschsprachigen Länder als Fußnoten oder in den jeweiligen Tabellen angeführt. Diese Angaben sollen dem Leser rasch und auf einen Blick helfen, zu erkennen, um welches Arzneimittel es sich handelt. Ein eigenes, vollständiges Verzeichnis aller Handelsnamen würde ein zügiges Lesen unterbrechen und außerdem bald überholt sein.

Medizinische Fachausdrücke, die für das Verständnis des Textes notwendig sind, werden in einem Glossar erklärt.

Meinen KollegInnen Irmgard Th. Perscha-Lippe und Josef Donnerer möchte ich für wertvolle Korrekturanregungen, meinem Freund Frido Hütter für die journalistische Beratung und Frau Irmgard Russa für die Herstellung des Manuskripts herzlichst danken. Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Frau Traude für die stilistische Überarbeitung.

**Eckhard Beubler**

Vorwort der 1. Auflage Jänner 2000

# Inhaltsverzeichnis

---

1	<b>Der Schmerz</b> .....	1
1.1	Epidemiologie von Schmerzen .....	2
1.2	Versuch einer Einteilung .....	2
1.3	Komorbidität Depression .....	3
1.4	Positive Bedeutung des Schmerzes .....	3
1.5	Negative Folgen des Schmerzes .....	4
1.6	Schmerzgedächtnis .....	4
1.7	Wind-up-Phänomen .....	4
1.8	Schmerz und mythische Auslegungen .....	5
1.9	Schmerzmessung .....	5
1.10	Prinzipien der Schmerztherapie .....	6
1.11	Ausblick .....	7
	Weiterführende Literatur .....	7
2	<b>Arzneimittel in der Schmerztherapie</b> .....	9
2.1	Der WHO-Stufenplan .....	10
2.2	Entwicklung heute – 30 Jahre später .....	11
2.3	Rechtsgrundsätze .....	12
2.4	Arzneistoffe .....	12
2.5	Arzneiformen .....	12
	Weiterführende Literatur .....	15
3	<b>Schmerztherapie mit Nicht-Opioiden</b> .....	17
3.1	Arzneimittelgruppen .....	19
3.2	Nomenklatur und Einteilung .....	19
3.3	Die Cyclooxygenase .....	20
3.4	Die COX-Isoenzyme .....	21
3.4.1	Die COX-2-Hemmer .....	21
3.5	Abhängigkeitspotenzial der Nicht-Opioidanalgetika .....	22
3.6	Arzneimittelwechselwirkungen mit Nicht-Opioidanalgetika .....	22
3.6.1	Antikoagulanzen .....	22
3.6.2	Andere Interaktionen .....	22
3.7	<b>Nichtsaure, antipyretische Analgetika</b> .....	23
3.7.1	Paracetamol .....	23
3.7.2	Metamizol .....	25
3.8	<b>Nicht-Opioidanalgetika ohne antipyretische und antiphlogistische Wirkung</b> .....	26
3.8.1	Flupirtin .....	26
3.9	<b>Saure antiphlogistische, antipyretische Analgetika (NSAR)</b> .....	26
3.9.1	Acetylsalicylsäure .....	30
3.9.2	Arylessigsäurederivate .....	31
3.9.3	Arylpropionsäuren .....	32
3.9.4	Heterozyklische Ketoenolsäuren .....	33
3.10	<b>Selektive COX-2-Inhibitoren</b> .....	34
3.10.1	Celecoxib .....	34

3.10.2	Parecoxib .....	35
3.10.3	Etoricoxib .....	35
3.10.4	Nebenwirkungen .....	36
3.10.5	Wechselwirkungen mit anderen Arzneimitteln .....	36
3.11	<b>Intravenöse Gabe von Nicht-Opioiden</b> .....	36
3.12	<b>Topische Anwendung von NSAR</b> .....	37
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	38
4	<b>Schmerztherapie mit Opioiden</b> .....	41
4.1	<b>Opiode – Eine pharmakologische Besonderheit</b> .....	44
4.2	<b>Zum Aufschrei der WHO</b> .....	44
4.3	<b>Ursachen für die therapeutische Zurückhaltung mit Opioiden</b> .....	44
4.4	<b>Kombinationen</b> .....	47
4.5	<b>Schwangerschaft und Stillperiode</b> .....	47
4.6	<b>Notfallmaßnahmen bei Überdosierung</b> .....	47
4.7	<b>Abhängigkeitspotenzial</b> .....	47
4.8	<b>Schmerztherapie bei Opiatabhängigen</b> .....	48
4.9	<b>Prinzipien der Therapie mit Opioiden</b> .....	49
4.9.1	Kritik am WHO-Stufenplan .....	49
4.9.2	Akute Schmerzen .....	49
4.9.3	Chronische Schmerzen .....	50
4.9.4	Substanzen .....	51
4.9.5	Durchbruchschmerzen .....	51
4.10	<b>Pharmakologische Eigenschaften der Opiode</b> .....	53
4.10.1	Die wichtigsten zentralen Wirkungen der Opiode .....	53
4.10.2	Die wichtigsten peripheren Wirkungen der Opiode .....	53
4.11	<b>Applikationsarten für Opiode</b> .....	53
4.11.1	Perorale Verabreichung .....	54
4.11.2	Rektale Verabreichung .....	55
4.11.3	Transdermale Verabreichung .....	55
4.11.4	Topische Verabreichung .....	56
4.11.5	Invasive Verabreichungsformen .....	56
4.12	<b>Dosis, Arzneiform und Dosisintervall</b> .....	58
4.13	<b>Management der Opioidnebenwirkungen</b> .....	59
4.13.1	Atemdepression .....	59
4.13.2	Kreislaufdepression .....	59
4.13.3	Übelkeit und Erbrechen .....	59
4.13.4	Sedierung .....	60
4.13.5	Obstipation .....	60
4.13.6	Juckreiz .....	60
4.13.7	Sehstörungen .....	60
4.13.8	Hypogonadismus .....	61
4.13.9	Osteoporose und Frakturen .....	61
4.13.10	Immunsystem .....	61
4.13.11	Hyperalgesie .....	61

4.13.12	Abhängigkeit bzw. Sucht	61
4.13.13	Das Serotoninsyndrom	62
4.14	<b>Opioidrotation</b>	62
4.15	<b>Nomenklatur und Einteilung der Opiode</b>	63
4.16	<b>Mittelstarke Opioidanalgetika</b>	63
4.16.1	Tramadol	63
4.16.2	Tramadol plus Paracetamol	65
4.16.3	Codein	65
4.16.4	Dihydrocodein	66
4.16.5	Tapentadol	67
4.17	<b>Starke Opiode</b>	68
4.17.1	Pethidin	68
4.17.2	Tilidin	69
4.17.3	Piritramid	70
4.17.4	Morphin	70
4.17.5	Nicomorphin	72
4.17.6	Hydromorphon	72
4.17.7	Oxycodon	72
4.17.8	Oxycodon plus Naloxon	73
4.17.9	Methadon	73
4.18	<b>Sehr starke Opioidanalgetika</b>	74
4.18.1	Fentanyl	74
4.18.2	Sufentanil, Alfentanil, Remifentanil	76
4.19	<b>Opioid-Agonist-Antagonisten</b>	77
4.19.1	Buprenorphin	77
4.19.2	Buprenorphin-Pflaster	78
4.19.3	Nalbuphin	79
4.20	<b>Opioidantagonisten</b>	80
4.20.1	Naloxon	80
4.20.2	Naltrexon	80
4.20.3	Methylnaltrexon	80
	<b>Weiterführende Literatur</b>	80
5	<b>Schmerztherapie mit Nicht-Analgetika</b>	83
5.1	<b>Antidepressiva</b>	85
5.2	<b>Antikonvulsiva</b>	87
5.3	<b>Neuroleptika</b>	87
5.4	<b>Tranquillanzien und Muskelrelaxanzien</b>	88
5.5	<b>Glucocorticoide</b>	88
5.6	<b>Antiarrhythmika</b>	88
5.7	<b>Lokalanästhetika</b>	89
5.7.1	Lidocain-Pflaster	89
5.7.2	Tolperison	89
5.8	<b>Clonidin</b>	90
5.9	<b>Triptane</b>	90

5.10	<b>Calcitonin</b> .....	90
5.11	<b>Bisphosphonate</b> .....	91
5.12	<b>Ketamin</b> .....	91
5.13	<b>Cannabinoide</b> .....	92
5.14	<b>Capsaicin</b> .....	92
5.15	<b>Benzydamin</b> .....	92
5.16	<b>Ziconotid</b> .....	93
5.17	<b>Antirheumatika</b> .....	93
5.17.1	DMARDs .....	93
5.17.2	Biologicals .....	94
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	96
<b>6</b>	<b>Schmerztherapie bei besonderen Patientengruppen</b> .....	<b>97</b>
6.1	<b>Schmerztherapie in Schwangerschaft und Stillzeit</b> .....	99
6.1.1	Paracetamol .....	99
6.1.2	Acetylsalicylsäure .....	99
6.1.3	Metamizol .....	100
6.1.4	Kombinationen .....	100
6.1.5	Nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) .....	100
6.1.6	Opioide .....	101
6.1.7	Spezielle Migränemittel .....	103
6.1.8	Zusammenfassung .....	103
6.2	<b>Schmerztherapie bei Kindern</b> .....	104
6.2.1	Substanzgruppen .....	104
6.2.2	Arzneiformen im Kindesalter .....	105
6.2.3	Prinzipien der Schmerztherapie bei Kindern .....	105
6.2.4	Schmerztherapie mit Nicht-Opioiden bei Kindern .....	106
6.2.5	Mittelstarke Opiode für Kinder .....	106
6.2.6	Stark wirksame Opiode für Kinder .....	108
6.2.7	Besonderheiten der Opioidverabreichung in der Kinderschmerztherapie .....	108
6.2.8	Nebenwirkungen .....	108
6.2.9	Schmerztherapie mit Nicht-Analgetika bei Kindern .....	109
6.2.10	Patienten-kontrollierte Analgesie (PCA) bei Kindern .....	109
6.3	<b>Schmerztherapie beim älteren Menschen</b> .....	110
6.3.1	Multimorbidität und Multilokalität .....	110
6.3.2	Veränderte Pharmakokinetik im Alter .....	111
6.3.3	Praktische Hinweise zum Analgetika-Einsatz bei alten Menschen .....	111
6.3.4	NSAR .....	111
6.3.5	Opioide .....	112
6.3.6	Neuropathische Schmerzen .....	112
6.3.7	Wechselwirkungen .....	113
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	113
<b>7</b>	<b>Verschreibung und Rezeptur starker Analgetika</b> .....	<b>117</b>
7.1	<b>Rezeptur starker Analgetika in Österreich</b> .....	118
7.2	<b>Rezeptur starker Analgetika in der Schweiz</b> .....	119
7.3	<b>Rezeptur starker Analgetika in Deutschland</b> .....	119

7.3.1	Betäubungsmittelrezepte .....	119
7.3.2	Angaben auf dem BtM-Rezept .....	120
7.3.3	Verschreibungshöchstmengen .....	120
7.3.4	Ausnahmeregelungen .....	121
7.3.5	Notfallverschreibung .....	121
7.3.6	Verschreibung für Patienten in Alten- und Pflegeheimen, Hospizen und in der spezialisierten ambulanten Palliativversorgung .....	121
7.3.7	Abgabe der Betäubungsmittel durch den Apotheker .....	121
7.3.8	Verordnung im stationären Bereich .....	122
7.3.9	Grenzüberschreitender Reiseverkehr .....	122
	<b>Serviceeteil</b> .....	123
	Wichtige Adressen .....	124
	Glossar .....	125
	Weiterführende Literatur .....	128
	Stichwortverzeichnis .....	129

# Autoren

---

## **Univ.-Prof. i.R. Dr. Eckhard Beubler**

Ehem. Vorstand des Instituts für Experimentelle und Klinische Pharmakologie  
Medizinische Universität Graz  
Universitätsplatz 4  
8010 Graz, Österreich  
E-Mail: eckhard.beubler@medunigraz.at

## **Dr. Roland Kunz**

Facharzt Allgemeinmedizin FMH  
Leitender Arzt Geriatrie und Palliative Care Bezirksspital Affoltern  
Sonnenbergstraße 27  
8910 Affoltern am Albis, Schweiz

## **Univ.-Prof. Dr. Jürgen Sorge**

Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie  
Klinikum Peine GmbH Virchowstraße 8 h  
31226 Peine, Deutschland

# Der Schmerz

- 1.1 Epidemiologie von Schmerzen – 2
  - 1.2 Versuch einer Einteilung – 2
  - 1.3 Komorbidität Depression – 3
  - 1.4 Positive Bedeutung des Schmerzes – 3
  - 1.5 Negative Folgen des Schmerzes – 4
  - 1.6 Schmerzgedächtnis – 4
  - 1.7 Wind-up-Phänomen – 4
  - 1.8 Schmerz und mythische Auslegungen – 5
  - 1.9 Schmerzmessung – 5
  - 1.10 Prinzipien der Schmerztherapie – 6
  - 1.11 Ausblick – 7
- Weiterführende Literatur – 7

## 1.1 Epidemiologie von Schmerzen

- » The single most useful thing we can do to help most patients would be to implement the knowledge which already exists.  
Jan Stjernsward, WHO

Etwa 20 % der Bevölkerung haben so starke Schmerzen, dass sie eine spezielle, qualifizierte Schmerztherapie benötigen. Nach einer umfangreichen Befragung haben nur 6 % der Frauen und 12 % der Männer im letzten Jahr keine Schmerzen gehabt (Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2000). Am höchsten ist die Prävalenz von Schmerzen bei den über 60-Jährigen, wo sie mit 70 % bis 90 % eingeschätzt wird. Nach ihrer Häufigkeit angeordnet, sind die Schmerzlokalisationen Rücken, Kopf, Nacken, Schultern und Beine. Die wichtigsten Therapieformen sind mit 86 % medikamentöse und mit 93 % physikalische Behandlungen. Nur 5 % der Patienten mit chronischen Schmerzen erhalten eine Psychotherapie und weniger als 1 % werden in eine Schmerzklinik überwiesen.

- **Nimmt man nur den Rückenschmerz, so verursacht dieser an direkten und indirekten Kosten in Deutschland 25 Millionen Euro pro Jahr. In Österreich führt Rückenschmerz pro Jahr zu 8 Millionen Krankheitstagen.**

Jährlich sterben allein in Deutschland ca. 200.000 Patienten an einer Krebserkrankung. Bei der Erstdiagnose weisen bereits 28 % aller Krebspatienten Schmerzen auf, in fortgeschrittenem Stadium leiden über 50 % und in der terminalen Phase 80–90 % an starken Schmerzen. Eine großangelegte Studie in 16 europäischen Ländern mit fast 5.000 Befragten aus der Bevölkerung kommt, ähnlich wie der zitierte Gesundheitsbericht des Bundes, zu dem Ergebnis, dass 19 % der Befragten an chronischen Schmerzen leiden und zwar über 6 Monate, mehrmals in der letzten Woche und mit einer Schmerzintensität von über 5 auf einer zehnteiligen Punkteskala. Von den Betroffenen mit Schmerzen gaben zwei Drittel an, mittelstarke Schmerzen zu erleiden, ein Drittel hatte starke Schmerzen. Etwa die Hälfte hatte ununterbrochen Schmerzen und die andere Hälfte intermittierende Schmerzen. Letztlich gaben 15 % an, an manchen Tagen lieber sterben zu wollen.

Nur 60 % dieser chronischen Schmerzpatienten sind ausreichend behandelt, die restlichen 40 %, das sind immerhin ca. 15 Millionen Europäer, erhalten keine ausreichende Therapie. Vergleicht man diese Daten mit den 1986 von der WHO publizierten Daten betreffend unbehandelte Schmerzen, so waren es damals 60 %. Die jetzt festgestellten nur 40 % unbehandelte Schmerzpatienten sind sicherlich ein Fortschritt, dennoch sollte alles getan werden, um auch diesen 40 % eine adäquate Schmerztherapie zukommen zu lassen. Bei 60 % der Schmerzpatienten in der Breivik-Studie dauert der Schmerz über zwei Jahre, bei vielen über 15 Jahre an. 20 % der Schmerzpatienten haben ihre Arbeit verloren und 13 % mussten ihre Arbeit wechseln. Ein Drittel der Schmerzpatienten wurde zur Zeit der Befragung nicht behandelt. Etwa die Hälfte nimmt frei verkäufliche Analgetika und zwei Drittel bekommen Analgetika vom Arzt verschrieben, davon aber nur 5 % starke Opioide.

## 1.2 Versuch einer Einteilung

„Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit tatsächlichem oder möglichem Gewebsschaden verknüpft ist oder mit Begriffen einer derartigen Schädigung beschrieben werden kann.“ (Merskey et al. 1979). Das Schmerzerleben wird durch das nozizeptive System vermittelt und kann eine Reihe verschiedener Abläufe auslösen. Über einen Reflex im Rückenmark kann eine motorische Reaktion (Fluchtreflex) erfolgen und über das vegetative Nervensystem können Blutdruckveränderungen, Schwitzen und Atemantrieb beeinflusst werden. Im limbischen System findet die emotionale Bewertung des Schmerzes statt und in der Großhirnrinde erfolgen die Bewusstmachung, der Vergleich mit früheren Erfahrungen und die Bewertung der situativen Bedeutung.

Der Schmerz als biologisches Phänomen ist ein Symptom für den Arzt und ein Warnsignal für den Patienten. Der Schmerz als pathobiologisches Phänomen kann sich aber als Schmerzkrankheit manifestieren.

**Akuter Schmerz** wird meist durch eine akute Erkrankung oder eine Verletzung hervorgerufen und dient als Warnung, um den Körper vor weiteren