

*H. BRAUN UND A. LÄWEN*

DIE ÖRTLICHE  
BETÄUBUNG

*9. AUFLAGE*



ARBEITSGEMEINSCHAFT MEDIZINISCHER VERLAGE G.M.B.H.  
JOHANN AMBROSIUS BARTH-VERLAG-LEIPZIG

H. BRAUN UND A. LÄWEN

# Die örtliche Betäubung

ihre wissenschaftlichen Grundlagen  
und praktische Anwendung

EIN HAND- UND LEHRBUCH

Neunte Auflage

vollständig umgearbeitet von

PROF. DR. ARTHUR LÄWEN

ORDENTLICHER UNIVERSITÄTSPROFESSOR

DER CHIRURGIE I. R.

Mit 207 Abbildungen im Text



1 9 5 1

ARBEITSGEMEINSCHAFT MEDIZINISCHER VERLAGE GMBH.  
JOHANN AMBROSIUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

Die Leibniz - Stiftung für Kunst und Wissenschaft in Hannover ermöglichte Herrn Professor Dr. Läden durch finanzielle Unterstützung, in Göttingen die Sammlung des in den letzten 16 Jahren veröffentlichten ausgedehnten Schrifttums über die örtliche Betäubung, durchzuführen

---

1. Auflage 1905	5. Auflage 1919
2. Auflage 1907	6. Auflage 1921
3. Auflage 1913	7. Auflage 1925
4. Auflage 1914	8. Auflage 1933

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten  
Copr. 1933/1951 by Johann Ambrosius Barth, Leipzig / Printed in Germany  
Satz und Druck von Breitkopf & Härtel, Leipzig (III/18/157 - 11. 1. 50) N  
Lizenz-Nr. 213      115/26/52

## Vorwort zur neunten Auflage

Die Neubearbeitung der achten Auflage (1933) war mir von Herrn Geheimrat Braun anvertraut worden. Ich hatte dem Buch alle seine wesentlichen Züge gelassen. Doch waren von mir alle Abschnitte entsprechend dem damaligen neuzeitlichen Schrifttum ergänzt worden. Vollständig neu bearbeitet wurden von mir die Schilderungen der Lumbalanästhesie, Sakralanästhesie und Paravertebralanästhesie sowie die der neuen Betäubungsmittel Psikain, Tutokain, Perkain, Pantokain, Panthesin und Larokain. Ich vertrat damals bereits den Standpunkt, daß wir im Novokain ein Mittel hatten, das fast allen Ansprüchen genüge und das in Verbindung mit Suprarenin den Ausbau der örtlichen Betäubungsverfahren überhaupt erst ermöglicht hatte.

Meine Aufgabe bei der Bearbeitung der neunten Auflage sah ich wieder darin, die für immer wertvolle technische und wissenschaftliche Darstellung der örtlichen Betäubung durch meinen unvergeßlichen ersten chirurgischen Lehrer H. Braun zu erhalten, den Inhalt aber durch die Ergebnisse der neuen Arbeiten der letzten 15 Jahre zu ergänzen und diese auf Grund meiner eigenen 46jährigen Erfahrungen zu beurteilen. Besonders eingehend habe ich die Weiterentwicklung der Lumbalanästhesie, Sakralanästhesie und Periduralanästhesie beschrieben. Das neue Schrifttum über die örtlichen Betäubungsverfahren ist außerordentlich groß. Ich habe über 1400 deutsche und internationale Arbeiten, letztere in deutschen Referaten, vom Jahre 1933 ab berücksichtigt. Ihr Studium ist mir von der Leibniz-Stiftung für Kunst und Wissenschaft in Hannover ermöglicht worden, wofür ich sehr dankbar bin.

H. Braun hat sein Werk als Hand- und Lehrbuch der örtlichen Betäubung bezeichnet, in dem nicht nur die praktischen Anwendungen, sondern auch die wissenschaftlichen Grundlagen eingehend dargestellt worden waren. Ich habe den gleichen Standpunkt auch für die Bearbeitung der neunten Auflage vertreten. Wenn man die großen Vorteile der örtlichen Betäubungen für die Kranken erreichen will, muß man die richtige Dosierung sowie die örtliche und allgemeine pharmakologische Wirkung der Betäubungsmittel genau kennen, ihre technischen Anwendungen gründlich üben und die wichtige Tatsache festhalten, daß die Schmerzaufhebung für den operativen Eingriff erst eine gewisse Zeit nach der Einspritzung eintreten kann. Ich habe unter den örtlichen Betäubungsmitteln auch solche gut brauchbaren im Buch erhalten, die zur Zeit nicht zu erhalten sind, und zwar in der Voraussetzung, daß sie später wieder hergestellt werden. Eine gute Kenntnis der topographischen Anatomie der Nerven ist notwendig. Ich habe deren alte Namen beibehalten, da sie zur Zeit bei den Klinikern noch geläufig sind. Die Verwendung der örtlichen

Betäubungen ist im wesentlichen für operative Eingriffe beschrieben. Ihr diagnostischer und therapeutischer Wert wie die Einwirkung auf die gefäßkonstriktorischen sympathischen Nerven ist nur kurz angeführt worden.

Die örtlichen Betäubungsverfahren sind durch die Weiterentwicklung der Kurznarkosen wie der Lachgasnarkose und der intravenösen Evipannatriumkurznarkose etwas eingeschränkt worden. Andererseits hat die Verbindung dieser Kurznarkosen sowie der einschlafend wirkenden Mittel wie Skopolamin-Eukodal-Ephetonin mit den örtlichen Betäubungstechniken deren erweiterte Wirkung für größere Eingriffe ermöglicht. Ich halte es aber für besonders wichtig, daß die von H. Braun ausgezeichnet beschriebenen reinen Leitungs- und Umspritzungsanästhesien nicht zu sehr in den Hintergrund treten. Möge also die neue neunte Auflage die rein örtlichen Betäubungsmethoden wieder mehr in den Vordergrund treten lassen als es zur Zeit der Fall ist.

Herrn Prof. Dr. Erb in Gelsenkirchen danke ich für einige neu hergestellte Abbildungen.

Hermannsburg, Kr. Celle, Frühjahr 1951

ARTHUR LÄWEN

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Die Geschichte der örtlichen Betäubung bis zur Entdeckung des Kokains . . . .	1
II. Empfindlichkeit und Schmerz. Die Betäubungsverfahren . . . . .	3
III. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Blutleere . . . . .	14
IV. Die örtliche Betäubung durch Abkühlung . . . . .	16
V. Die osmotische Spannung wässriger Lösungen. Quellungs- und Schrumpfanästhesie . . . . .	26
VI. Indifferenten und differenten Stoffe. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsverfahren, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich betäubender Mittel . . . . .	32
VII. Die örtlich betäubenden Arzneimittel. . . . .	39
1. Kokain . . . . .	39
A. Geschichte der Kokainbetäubung und Kokainvergiftung . . . . .	40
B. Physiologische Wirkungen des Kokains . . . . .	43
1. Wesen und Mechanik der örtlichen Kokainvergiftung . . . . .	43
2. Wesen und Mechanik der allgemeinen Kokainvergiftung . . . . .	46
C. Verhütung und Behandlung der Kokainvergiftung. Die Dosierung des Kokains . . . . .	51
D. Die örtliche Schädigung der Gewebe durch Kokainlösungen. Ihre Herstellung und Sterilisation . . . . .	55
E. Die Verwendung anderer Kokainverbindungen zur örtlichen Betäubung . . . . .	56
2. Psikain . . . . .	59
3. Tropakokain . . . . .	59
4. Eukain . . . . .	62
5. Holokain . . . . .	66
6. Die Betäubungsmittel der Orthoformgruppe . . . . .	66
a) Orthoform . . . . .	66
b) Anästhesin und Subkutin (Ritsert) . . . . .	67
c) Propäsin und Zyκλοform . . . . .	68
7. Alypin . . . . .	68
8. Novokain . . . . .	70
9. Novutox . . . . .	80
10. Tutokain . . . . .	80
11. Perkain . . . . .	81
12. Pantokain . . . . .	90
13. Panthesin . . . . .	95
14. Larokain . . . . .	96
15. Vergleichende Untersuchungen der neueren Betäubungsmittel und einige andere Stoffe . . . . .	97
VIII. Weitere Hilfsmittel der örtlichen Betäubung. Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtliche und toxische Wirkung örtlich betäubender Mittel und über deren ölige Lösungen . . . . .	100
1. Einfluß der mechanischen Unterbrechung des Blutstromes auf örtliche und allgemeine Vergiftung . . . . .	102
2. Einfluß starker Abkühlung der Gewebe auf örtliche und allgemeine Vergiftung . . . . .	104
3. Das Suprarenin (Adrenalin) und sein Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung. Ersatzstoffe für Suprarenin . . . . .	105

	Seite
IX. Die verschiedenen Arten der Verwendung örtlich betäubender Arzneimittel ...	117
1. Die Betäubung von Oberflächen (Schleimhäuten, serösen Häuten und Synovialhäuten, Wunden) .....	117
2. Die elektrische Kataphorese als Hilfsmittel der örtlichen Betäubung .....	119
3. Die Infiltrationsanästhesie .....	120
4. Die Leitungsanästhesie .....	129
A. Leitungsanästhesie durch Einspritzung betäubender Lösungen in die Nachbarschaft von Nerven .....	130
B. Leitungsanästhesie durch Einspritzung betäubender Lösungen in den Nerv .....	134
C. Lumbalanästhesie .....	136
D. Die Sakralanästhesie (Extraduralanästhesie, epidurale Anästhesie). Peridurale segmentäre Rückenmarksanästhesie. Transsakrale Anästhesie ...	175
1. Tiefe Sakralanästhesie .....	176
2. Tiefe Sakralanästhesie verbunden mit Anästhesierung des Plexus hypogastricus für die suprapubische Prostatektomie .....	185
3. Tiefe Sakralanästhesie verbunden mit der Transsakralanästhesie .....	186
4. Hohe Sakralanästhesie (Epiduralanästhesie) .....	188
5. Kontinuierliche (laufende, dauernde, hohe) Kaudalanästhesie .....	193
6. Periduralanästhesie .....	194
5. Die Venenanästhesie für chirurgische Eingriffe. Intravenöse Novokaininjektion zur Bekämpfung von Schmerzen .....	208
6. Die arterielle Anästhesie .....	211
X. Die Bedeutung, die Indikationen, Kontraindikationen und die allgemeine Technik der örtlichen Betäubung. Örtliche Gewebsschädigung .....	213
A. Das Instrumentarium .....	222
B. Die betäubenden Lösungen .....	225
C. Allgemeine Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie .....	230
XI. Die Operationen am Kopfe .....	240
1. Operationen am behaarten Kopf und der Stirn. Schädeloperationen .....	240
A. Hirnpunktion .....	242
B. Ausschälen eines Atheroms .....	242
C. Versorgung einer größeren Weichteilverletzung oder eines offenen Schädelbruches .....	242
D. Ausschneiden eines Kankroids der Kopfhaut mit Schädelresektion ...	243
E. Ausgedehnte Schädelresektion mit Duraersatz und Hautlappenplastik .....	244
F. Schädelresektionen in der Schläfengegend .....	244
G. Die Freilegung des Kleinhirns .....	245
2. Operationen am Gehörgang .....	246
A. Innervation .....	246
B. Die Betäubung des Trommelfells .....	247
C. Die Betäubung des Gehörganges .....	247
D. Die Betäubung der Ohrmuschel .....	248
E. Die Betäubung der Paukenhöhle .....	248
F. Die Aufmeißelung des Warzenfortsatzes, die Eröffnung des Antrum tympanicum und die Radikaloperation .....	248
3. Die Unterbrechung des N. trigeminus .....	250
A. Nervus ophthalmicus .....	251
B. Nervus maxillaris .....	253
C. Nervus mandibularis .....	259
D. Die Punktion des Ganglion Gasseri .....	266

	Seite
4. Operationen in der Augenhöhle. Augenoperationen .....	269
A. Die Betäubung des Auges durch Einträufelungen .....	270
B. Subkonjunktivale Einspritzungen .....	271
C. Die Innervation der Orbita .....	271
D. Die Exenteratio orbitae .....	271
E. Die Enucleatio und Exenteratio bulbi .....	271
F. Die Krönleinsche Operation .....	273
G. Operationen an den Augenlidern und am Tränensack .....	273
5. Operationen an den Gesichtsteilen .....	273
A. Die Betäubung der äußeren Nase, der Oberlippe und Wangengegend ..	274
B. Operationen an der Unterlippe und Kinngend .....	275
6. Operationen in der Nasenhöhle und an der knöchernen Nase .....	277
7. Operationen an der Stirnhöhle .....	280
8. Operationen an den Kiefern .....	282
A. Die operative Behandlung des Empyems der Highmorshöhle .....	282
B. Die Resektion des Oberkiefers .....	284
C. Operationen am Unterkiefer .....	286
9. Zahnextraktionen und andere Operationen am Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers .....	287
A. Geschichtliches .....	287
B. Die Innervation der Zähne .....	289
C. Verfahren bei Oberkieferzähnen .....	291
D. Verfahren bei Unterkieferzähnen .....	292
10. Operationen am Gaumen. Nasenrachenfibrome .....	294
11. Operationen an der Zunge, am Mundboden und an den Tonsillen .....	294
A. Operationen an der Zunge ohne Voroperation .....	295
B. Kleinere Eingriffe am Mundboden .....	296
C. Die örtliche Betäubung bei der Tonsillektomie .....	296
D. Die großen Karzinomoperationen an Zunge, Mundboden und Tonsillen- gend .....	297
XII. Operationen am Halse .....	298
Operationen am Kehlkopf und Ösophagus .....	302
XIII. Operationen an der Wirbelsäule und am Brustkorb .....	304
A. Die interkostale und paravertebrale Leitungsanästhesie .....	304
B. Operationen an der Wirbelsäule .....	320
C. Die Pleurapunktion .....	321
D. Die Rippenresektion und Thorakotomie wegen Empyem .....	321
E. Die Resektion mehrerer Rippen oder Rippenknorpel und von Teilen der Brustkorbwand .....	322
F. Die Resektion des 2.—5. Rippenknorpels beim starr dilatierten Brustkorb	322
G. Operationen am Brustbein .....	323
H. Operationen an der Brustdrüse .....	323
J. Die Exzision der krebsigen Brustdrüse .....	324
K. Operationen in der Achselhöhle .....	325
XIV. Bauchoperationen .....	325
A. Operationen an Unterleibsbrüchen .....	341
B. Operationen an Nabelbrüchen, Brüchen der Linea alba und postoperativen Brüchen .....	343
C. Operationen an Leistenbrüchen .....	344
D. Verfahren bei reponiblem Leistenbruch .....	345
E. Verfahren bei irreponiblem oder eingeklemmtem Leistenbruch .....	346
F. Verfahren bei Schenkelbrüchen .....	347

	Seite
XV. Die Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen und am Mastdarm . . .	348
A. Die Innervation . . . . .	348
B. Die Leitungsanästhesie im kleinen Becken. Die parasakrale Leitungsanästhesie . . . . .	348
C. Nierenoperationen . . . . .	354
D. Die Betäubung der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut . . . . .	357
E. Operationen an der Blase . . . . .	359
F. Operationen am Hodensack und den Hoden . . . . .	359
G. Operationen am Penis . . . . .	362
H. Die Betäubung des ganzen Penis . . . . .	362
J. Operationen am hinteren Teile der Harnröhre. Die Urethrotomia externa . . . . .	363
K. Die Prostataktomie . . . . .	364
L. Die vaginalen und geburtshilflichen Operationen . . . . .	366
M. Operationen in der Aftergegend . . . . .	370
N. Die Dehnung des Afters. Hämorrhoidenoperationen. Operationen bei Fistula ani . . . . .	371
O. Die Operationen bei Mastdarmkrebs . . . . .	373
XVI. Operationen an den Gliedern . . . . .	373
Die Anwendung der örtlichen Betäubung zur Reposition von Knochenbrüchen und Verrenkungen . . . . .	373
1. Operationen am Arm . . . . .	377
A. Die sensible Innervation . . . . .	377
B. Die Unterbrechung des Plexus brachialis . . . . .	379
C. Die Betäubung eines Fingers nach Oberst . . . . .	387
D. Die Betäubung eines Fingers mit benachbarten Teilen der Mittelhand . . . . .	388
E. Die Exartikulation des Mittelfingers im Grundgelenk. Operationen am dritten Mittelhandknochen . . . . .	390
F. Die Exartikulation des Daumens im Grundgelenk. Operationen am ersten Mittelhandknochen . . . . .	390
G. Die Betäubung von mehreren Fingern und Teilen der Mittelhand . . . . .	391
H. Operationen an den Weichteilen des Handtellers . . . . .	392
J. Weichteiloperationen auf dem Handrücken . . . . .	392
K. Die Unterbrechung des N. ulnaris am Ellbogen . . . . .	393
L. Die Betäubung der ganzen Hand . . . . .	394
M. Operationen am Vorderarm . . . . .	394
N. Operationen am Ellbogen . . . . .	396
O. Operationen am Oberarm . . . . .	396
P. Operationen in der Schultergegend . . . . .	397
2. Operationen an der unteren Extremität . . . . .	397
A. Die sensible Innervation . . . . .	397
B. Leitungsunterbrechungen am Oberschenkel . . . . .	398
C. Die Betäubung der Zehen nach Oberst . . . . .	404
D. Die Exartikulation der großen Zehe. Hallux-valgus-Operationen . . . . .	405
E. Die Exartikulation der 3. Zehe. Operationen am 3. Mittelfußknochen . . . . .	405
F. Operationen auf dem Fußrücken . . . . .	405
G. Die Tenotomie der Achillessehne . . . . .	405
H. Die Betäubung des ganzen Fußes . . . . .	406
J. Operationen am Unterschenkel . . . . .	408
K. Operationen in der Kniegegend . . . . .	408
L. Schleimbeutelhygrome in der Kniekehle . . . . .	409
M. Operationen am Kniegelenk . . . . .	409
N. Die suprakondyläre Osteotomie des Femurs . . . . .	410
O. Weichteiloperationen am Oberschenkel . . . . .	410
Verzeichnis des Schrifttums . . . . .	413
Sachregister . . . . .	434

# I. Die Geschichte der örtlichen Betäubung bis zur Entdeckung des Kokains

Gefühllosigkeit oder Anästhesie kann künstlich hervorgerufen werden durch eine Unterbrechung zentripetalleitender sensibler Nervenbahnen oder durch eine Lähmung ihrer zentralen Endorgane im Gehirn oder ihrer peripheren Endorgane in den Geweben.

Betrifft diese Lähmung die zentralen Endorgane, so entsteht zentrale Gefühllosigkeit, die über den ganzen Körper verbreitet, gewöhnlich mit einer Störung des Bewußtseins verbunden ist, und die, absichtlich erzeugt, als Narkose, selten als Hypnose zu chirurgischen Zwecken Verwendung findet.

Eine Lähmung dagegen der in den Organen gelegenen peripheren Endigungen der sensiblen Nerven verursacht einen Zustand, den wir, in Übereinstimmung mit dem Sprachgebrauch der Physiologen, periphere oder terminale Anästhesie nennen wollen. Sie beschränkt sich genau auf diejenigen Gewebsteile, in denen die Tätigkeit der Endorgane aufgehoben ist. Wird die Leitungsfähigkeit eines sensiblen Nervenstammes an irgendeiner Stelle zwischen Gehirn und Peripherie unterbrochen, so werden die von diesen Nerven allein innervierten Gewebe unempfindlich. Wir nennen diesen Zustand Leitungsanästhesie.

Terminale und Leitungsanästhesie, wenn sie zur Erzeugung chirurgischer Schmerzlosigkeit dienen, fassen wir zusammen unter der Bezeichnung „örtliche Betäubung oder Lokalanästhesie“.

Die uns zu Gebote stehenden Mittel, örtliche Betäubung hervorzurufen, sind teils physikalisch, teils chemisch wirksam. Ein starker, einen Nervenstamm treffender mechanischer Druck macht ihn leitungsunfähig; eine starke oder langdauernde Abkühlung, eine über ein gewisses Maß hinausgehende Aufquellung oder durch Wasserabgabe bedingte Schrumpfung der Nervenlemente hebt vorübergehend deren Tätigkeit auf. Dasselbe geschieht, wenn geeignete Arzneimittel mit den Nervenlementen in wirksame Berührung gebracht werden.

Die Kompression der Nervenstämmen, die Abkühlung des Gewebes und die Anwendung von Arzneimitteln zum Zwecke der örtlichen Betäubung sind schon seit langer Zeit zur Anwendung gekommen.

Größere geschichtliche Bedeutung kommt der schon in alter Zeit erfundenen Druckwirkung auf die Nervenstämmen zu. Man war tatsächlich mit ihrer Hilfe imstande, bei Operationen an den Gliedern, besonders bei den fast allein in Frage kommenden Absetzungen, den Operationsschmerz selbst wesentlich zu mildern oder aufzuheben, wenn auch nur im Eintausch gegen den Schmerz, den die Kompression an sich verursachen muß.

Viel später ist die Kälte zur örtlichen Schmerzbetäubung für chirurgische Zwecke verwendet worden.

Larrey erzählt, daß bei den Verwundeten, die er in der Schlacht bei Eylau (7.—8. Februar 1807) bei einer Temperatur von  $-10^{\circ}$  amputieren mußte, das Gefühl an den Gliedern völlig aufgehoben war. Erst durch Arnott (1848), Guérard, Richet (1854), namentlich aber durch Richardson (1866) wurde die Abkühlung der Gewebe als Betäubungsverfahren eingeführt

und gilt noch heute als brauchbar für eine kleine Zahl chirurgischer Operationen und als Unterstützungsmittel bei anderen Betäubungsverfahren.

Wiederum in die älteste Zeit werden wir zurückgeführt, wenn wir den Versuchen nachgehen, die gemacht wurden, um durch chemisch wirkende Stoffe, Arzneimittel, besonders Pflanzenmittel, örtliche Schmerzlosigkeit hervorzurufen.

Richardson kam auf den Gedanken, das Eindringen solcher Substanzen, denen man örtlich betäubende Fähigkeiten zuschrieb, in die Haut mit Hilfe des elektrischen Stromes zu beschleunigen.

Es steht heute aber außer Zweifel, daß weder der induzierte noch der konstante Strom eine örtlich betäubende Wirkung ausübt, die zur schmerzlosen Ausführung der kleinsten chirurgischen Operation ausreicht.

Die Betäubung der Schleimhäute durch örtliche Anwendung von Arzneimitteln scheint in der älteren Medizin wenig oder gar nicht geübt worden zu sein. Nur die Kohlensäure ist teilweise schon zur örtlichen Betäubung der Schleimhäute des Mundes, des Rachens, der Blase und der weiblichen Geschlechtsteile benutzt worden.

Eine für unseren Gegenstand geschichtlich wichtige Tatsache ist die Erfindung der hypodermatischen Einspritzung mittels durchbohrter Hohladeln durch Alexander Wood in Edinburgh (1853).

Diese Entdeckung gewann zunächst ihre große Bedeutung als ein Mittel, Arzneistoffe in den Kreislauf überzuführen. Es war damit aber auch eine neue Methode gegeben, die erlaubte, chemisch oder auch physikalisch wirkende Flüssigkeiten und Lösungen von Arzneimitteln mit den nervösen Bestandteilen der Gewebe an Ort und Stelle der Einspritzung in viel nähere Berührung zu bringen, als das bis dahin möglich war. Wood selbst ging unmittelbar von diesem Gedanken aus. Er spritzte Morphiumlösungen und Opiumtinktur in die Nähe von Nervenstämmen, um die von ihm vermuteten örtlich betäubenden Eigenschaften dieser Mittel bei der Behandlung von Neuralgien zu versuchen. Daß er gerade Morphium und Opium anwandte, entsprang wiederum lediglich der Vorstellung, daß schlafmachende Arzneimittel auch am Ort der Einspritzung ihre Wirkung äußern müßten. Die Einspritzung von Morphiumlösungen zur Erzielung örtlicher Schmerzlosigkeit bei kleinen Operationen ist in den folgenden Jahren einigemal mit teilweise Erfolg geübt worden, z. B. zur Entfernung eines Zehennagels, zur Kauterisation von Wunden und Geschwüren. In einigen Fällen ist der Erfolg ohne Frage durch die Allgemeinwirkung des Morphiums bedingt worden.

Man erkennt aus der vorstehenden geschichtlichen Übersicht, wie groß das Bestreben nach einer brauchbaren örtlichen Betäubung zu allen Zeiten gewesen ist. Nach der Einführung der Inhalationsnarkose wurde dasselbe nicht geringer, sondern noch lebhafter. Vorher wußten es weder der Arzt noch der Kranke anders, als daß im allgemeinen chirurgische Operationen auch notwendig mit Schmerz verbunden waren. Jetzt lag die Sache ganz anders; schmerzhaft Operationen wurden in Narkose gemacht, die Kranken verlangten, schmerzlos operiert zu werden, die Narkose war aber, zumal in der ersten Zeit ihrer Anwendung, nicht ungefährlich. Um so mehr lag der Wunsch nahe, das erstrebte Ziel, Schmerzlosigkeit bei Operationen, zum zweiten Male und in einem weniger eingreifenden Verfahren zu gewinnen. Trotzdem hat sich aus der älteren Medizin nur die Betäubung durch Kälte in die Neuzeit hinübergerettet, während für den Erfolg der Versuche einer chemischen Betäubung der Kernpunkt, ein stark örtlich wirksames Mittel, fehlte. Erst mit der Entdeckung solcher Mittel gewannen jene Versuche greifbare Gestalt. Die neue Zeit beginnt daher erst eigentlich im Jahre 1884 mit der Einführung des Kokains, eines Mittels, das in seinen pharmakologischen Eigenschaften von allen bis dahin bekannten Mitteln abweicht. Die Geschichte der örtlichen Betäubung ist von nun ab für längere Zeit gleichbedeutend mit der der Kokainbetäubung und wird an anderer Stelle abgehandelt werden.

## II. Empfindlichkeit und Schmerz. Die Betäubungsverfahren

Empfindlichkeit nennen wir die Fähigkeit des lebenden Körpers, Reize, die seine nervösen Bestandteile treffen, zu beantworten und sie zu Reflexen oder zu Wahrnehmungen, Empfindungen, Vorstellungen zu verarbeiten. Auge und Ohr, Geruch- und Geschmacksinn, Drucksinn, Temperatursinn, Muskelsinn und die sogenannten Gemeingefühle, von denen uns hier in erster Linie der Schmerz interessiert, unterrichten uns von dem Zustand der uns umgebenden Welt und von der Beschaffenheit unseres eigenen Körpers.

Der Schmerz wird von den Menschen gefürchtet, und der Arzt strebt danach, ihn zu lindern. Aber andererseits stellt er sich als eine segensreiche, der Erhaltung der Art und des Einzelnen dienende Einrichtung dar, da er dem Menschen von krankhaften Zuständen seines Körpers Kunde gibt.

Der Schmerz erscheint als Warner vor drohender Gefahr. Die Natur hat aber das Gesetz nicht durchgeführt, daß sich jede ernste Erkrankung durch Schmerzen anzeigt. Gerade die schwersten das Leben oft zerstörenden Erkrankungen, wie die bösartigen Geschwülste der Brust, des Magens und des Darms verlaufen lange ohne wesentliche Schmerzen und werden erst in einem Stadium schmerzhaft, in dem sie einer Behandlung meist nicht mehr zugänglich sind. Auch für die Diagnose zahlreicher Erkrankungen ist die Auslösung des Schmerzes durch den Arzt (Druckschmerz, Bewegungsschmerz, Erschütterungsschmerz) von großer Bedeutung.

Das Zustandekommen des Schmerzes ist an Teile des Nervensystems gebunden. Wir unterscheiden die Aufnahmeorgane für die Schmerzreize, die Rezeptoren, dann die den Schmerzreiz in den peripheren Nerven und durch das Rückenmark nach oben leitenden Fasern sowie endlich bestimmte Zentren im Gehirn, wo die Schmerzempfindung zustande kommt. Das Intaktsein dieser drei Abschnitte des Schmerzsystems ist zum Zustandekommen des Schmerzes unumgänglich notwendig. So kommt ein Schmerz nicht zustande, wenn man die terminalen Rezeptoren durch eine Infiltration mit örtlich betäubenden Lösungen oder durch eine örtliche Kälteeinwirkung ausschaltet, oder wenn man die Schmerzleitung im peripheren Nerven durch endoneurale Injektionen einer den Nerven betäubenden Lösung unterbricht, oder wenn man die Hirnrinde durch eine Allgemeinnarkose lähmt.

Die Kenntnis von der Lage und dem Bau der Schmerzrezeptoren und ihrer Funktion sowie von der Schmerzleitung in den peripheren Nerven bis ins Rückenmark und durch diese bis ins Gehirn ist für die Lehren der örtlichen Betäubung von großer Bedeutung.

Ein geeigneter (mechanischer, chemischer, thermischer, elektrischer) Reiz kann Schmerz erregen, sowohl wenn er die in den Organen gelegenen Nervenendapparate als wenn er die zur Weiterleitung der Erregung bestimmten sensiblen Leitungsbahnen trifft. Die Schmerzempfindlichkeit, d. h. Reizbarkeit der ersteren, scheint eine erheblich größere zu sein als die der letzteren. Als Schmerzrezeptoren dienen Nervenendapparate, die alle nach den Untersuchungen von Boeke und Heringa intraprotoplasmatisch gelegen sind. Die Frage, welche unter den morphologisch ganz verschieden gebauten Nervenendapparaten die Schmerzrezeptoren sind, ist noch nicht vollkommen gelöst. Im wesentlichen standen sich zwei Anschauungen gegenüber, nämlich die von Goldscheider und die von v. Frey. Die Anschauung Goldscheiders ist die, daß der Schmerz durch eine übermaximale Erregung der gewöhnlichen zentripetalen Drucksinn- und Gemeingefühlsnerven hervorgerufen wird. Schmerz- und Druckempfindung stellen also nur verschiedene Qualitäten der Empfindung dar. Bei schwachem Reiz entsteht eine Druck- oder Tastempfindung, bei Überschreitung einer gewissen Reizstärke neben oder anstatt der besonderen Empfindung Schmerz. Demgegenüber ist v. Frey sehr entschieden für das Vorhandensein besonderer Schmerznerven eingetreten, als deren End-

organe in der Haut er die intraepithelialen freien Nervenenden auffaßt. Nach seiner Anschauung findet sich in der Haut ein Mosaik verschiedener sensibler Punkte, und zwar verschiedene für jede sensible Qualität, also Druckpunkte, Wärmepunkte, Kältepunkte und Schmerzpunkte. Ein Schmerzpunkt kann auf einen Reiz, gleichgültig welcher Natur, nur mit Schmerzgefühl reagieren, und Schmerz kann nur durch Erregung von Schmerzpunkten entstehen. O. Förster (II, 8) hat weiter darauf hingewiesen, daß nach Totaldurchtrennung eines peripheren Nerven häufig in bestimmten Bezirken das Schmerzgefühl erhalten bleibt, und daß bei der Nervenregeneration nach Nervennaht in den vollkommen empfindungslos gewordenen Hautgebieten sich zunächst nur das Schmerzgefühl wiederherstellt, während alle anderen sensiblen Qualitäten erst viel später nachfolgen. Das Auftreten einzelner und später immer neuer Schmerzpunkte ist von Head und O. Förster verfolgt worden. Die Reizschwelle der neu sich herstellenden Schmerzpunkte ist nach O. Försters Beobachtungen zunächst abnorm niedrig, so daß kleine unter normalen Verhältnissen unerschwellige Reize abnorm starke Schmerzen auslösen (Hyperalgesie). Erst wenn sich auch die anderen Empfindungsqualitäten wiederhergestellt haben, nehmen die Schmerzpunkte die normale Reizfähigkeit wieder an. O. Förster schließt hieraus, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen das Schmerzsystem eine Regulierung durch das Empfindungssystem erfährt. Nicht erwiesen hält es O. Förster, daß den Schmerzpunkten Nervenendorgane von bestimmtem morphologischem Typus entsprechen, wie das v. Frey annahm, der in den oberflächlichen freien Nervenendigungen die Schmerzrezeptoren sah.

Die Frage der Schmerzrezeptoren wird noch dadurch verwickelter, daß nach den modernsten gegenwärtigen Anschauungen streng voneinander abgeschlossene isolierte Nervenendapparate im alten Sinne gar nicht existieren, sondern daß nach Boeke sich die Nervenendfibrillen in dem oben bereits erwähnten periterminalen protoplasmatischen Netzwerk aufsplittern, das ein zusammenhängendes Syncytium bildet. Dieses Netzwerk scheint das eigentliche Reizaufnahmeorgan darzustellen. So erklärt sich auch die von O. Förster beschriebene antidrome Schmerzleitung. Die Haut des äußeren Knöchels wird vom N. cutaneus surae lateralis und medialis innerviert. O. Förster durchschnitt beim Menschen den N. cutaneus surae lateralis und rief durch elektrische Reizung des distalen Nervenstückes einen Schmerz in der Gegend des äußeren Knöchels hervor. Dieser Schmerz trat bei gleicher Reizung nicht auf, wenn auch noch der N. cutaneus surae medialis durchschnitten war. Der elektrische Reiz wurde also im peripheren Stück des N. cutaneus surae lateralis antidrom zur Peripherie geleitet, breitete sich dort in dem periterminalen Netzwerk aus, gelangte so an die Enden des N. cutaneus surae medialis, wurde durch dessen Fasern ins Zentralnervensystem geleitet und dort in Schmerzgefühl umgesetzt.

Wir möchten annehmen, daß es tatsächlich getrennte Leitungsbahnen für den Tastsinn und für die Schmerzempfindung gibt. Braun stellte sich mit O. Förster auf den Standpunkt, daß es noch unbekannt ist, ob diese Schmerzfasern sympathischer Natur sind und den marklosen Remaksehen Fasern entsprechen, deren Ursprungszellen in den Grenzstranganglien liegen, oder ob sie durch die markhaltigen zerebrospinalen Nervenfasern dargestellt werden, die aus den Spinalganglien stammen. Der Verlauf der schmerzleitenden Fasern von den Rezeptoren bis ins Rückenmark sei vielfach noch umstritten. Dieser Verlauf ist durch klinische Beobachtungen nur mühsam aufklärbar. Sicher treten die meisten Schmerzfasern, so die der Haut, durch die hinteren Rückenmarkswurzeln ins Rückenmark ein. Später (1933 und 1935) faßte O. Förster den Sympathikus als einen der sensiblen Nerven jedes einzelnen Körperabschnittes und Organs auf. Zur völligen Desensibilisierung und Schmerzbekämpfung eines Körperteiles dürfte daher der Sympathikus nicht übersehen werden. Selbst wenn alle peripheren Nervenstämme einer Extremität total unterbrochen worden sind, vermag das periarterielle sympathische Geflecht, das unter Umgehung der Spinalnerven in den Grenzstrang übergeht und durch die rami communicantes ins Rückenmark gelangt, noch Schmerzempfindung zu vermitteln. O. Förster hielt es für sicher, daß die sympathischen afferenten Bahnen ganz vorzugsweise die vorderen Wurzeln passieren. Zur dauernden Beseitigung der Sensibilität soll daher die Durchschneidung der hinteren Wurzeln mit der Resektion des sympathischen Grenzstranges verbunden werden. Doch meinte O. Förster, daß die dem Schmerz zugeordneten Impulse nicht auf eng umschriebenen Faserzügen sondern auf tausendfach verschlungenen Wegen ins Zentralnervensystem eindringen können und daß auch nach Sperrung der Hauptbahn der Schmerz wirksam bis zum Gehirn vorzudringen vermag. Auch Lérique (1936, 1937, 1938, 1939, 1940) vertrat die Anschauung, daß der Sympathikus neben

Zentrifugalen auch Zentripetale als Elemente enthält und daß das eine Schmerzphänomen sich nur in zerebrospinalen Nerven, das andere aber im Sympathikus mitteilt oder doch wenigstens durch den Sympathikus hindurchgeht, um dann auf Umwegen das Rückenmark zu erreichen. Das Schmerzphänomen ist viel komplizierter, als daß es sich einfach durch den Faserverlauf von den Rezeptoren nach dem Zentrum erklären ließe. Der Schmerz ist nach Lérique keineswegs eine besondere sensible Erscheinung, sondern geht stets mit vasomotorischen Störungen meist konstriktorischer aber auch dilatatorischer Art einher, ist also mit Sympathikerscheinungen verknüpft. Der Schmerz unterhält eine Vasokonstriktion, die wiederum schmerzauslösend wirkt.

Auch die Physiologen halten die Existenz eines spezifischen Schmerzervenapparates für sehr wahrscheinlich und kommen auf Grund ihrer elektrophysiologischen Versuche zu der Anschauung, daß die Schmerzernerven sich enger an das autonome System als an die spinal-sensiblen Fasern anschließen (Zottermann, Rein 1939). Nach der Darstellung Reins ist die Hauptaufgabe des Schmerzapparates die Überwachung des normalen Stoffwechsels aller Gewebe. Chemische Prozesse im Gewebe sind der Ausgangspunkt für die Reizung der Schmerzernerven. Es handelte sich um Stoffe, die durch Kompression oder Zerstörung von Zellen, aber auch Ischämie, mechanische Behinderung der Durchblutung, Entzündungsvorgänge, überhaupt durch Stoffwechselstörungen des Gewebes leicht entstehen können. Nach neuen Untersuchungen von Fleckenstein und Hardt (1948) aus dem Heidelberger pharmakologischen Institut, mir mitgeteilt von Prof. Eichholtz, muß als Grundprozeß der Nerven- und Muskerregung die rasche Permeabilitätserhöhung (Durchlässigkeit der lebenden Zellen) und die elektrische Entladung der Fasergrenzflächen (Depolarisation) im Aktionsstrom angesehen werden. Novokain und andere örtliche Betäubungsmittel verhindern diesen Erregungsprozeß durch eine entgegengerichtete Dichtung und Stabilisierung der erregbaren Membranen. Wie Rein weiter ausführt, sei der Schmerz stets das Zeichen einer so starken lokalen Abweichung vom normalen Stoffwechsel, daß die normalen, reflektorisch über das afferente, auch der Schmerzleitung dienende Nervensystem ablaufenden Gegenmaßnahmen wie die Hyperämie nicht mehr ausreichen, um die Störung zu beseitigen. Jeder Schmerzreiz greife einschneidend in das gesamte Nervensystem über, wobei in erster Linie das vegetative System betroffen sei. In jedem Rückenmarksegment könnten die Schmerzernerven der Körperoberfläche wie der Eingeweide in die dort zusammenlaufenden autonomen wie auch spinal motorischen Leitungsbahnen eingreifen, so daß reflektorisch die Hyperämie, Hyperästhesie und Muskelspannung entstehen können. Unser Wissen sei noch am geringsten über die nervöse Zentralstelle für den Schmerz. Sicher spiele der Thalamus, der die Übergangsstelle für die generalisierten Reaktionen des autonomen und spinal motorischen Systeme auf intensive Schmerzreize darstelle, eine große Rolle. Die engen Beziehungen des Schmerzsystems zum autonomen System machen es auch erklärlich, daß der Ablauf des Schmerzes sehr stark vom allgemeinen psychischen Status des Betroffenen abhängt, Hocke (1936) betonte, daß der Schmerz ein an das Bewußtsein geknüpfter körperlich seelischer Vorgang sei. Nach Untersuchungen von Achelis können beinahe alle sensiblen Fasergruppen unabhängig von ihrer Dicke als Schmerz empfundene Erregungen leiten, die hauptsächlich die Vorderseitenstränge, nach von Hattinberg (1940) aber auch die Hinterstränge benutzen. Letzterer Autor faßt die Erregung des Schmerzzentrums als Einheitlichkeit des Schmerzes auf, der also als Leistung eines Sinnesorganes anzusehen sei. Bemerkenswert sind weiter die Feststellungen von Achelis, daß schon ganz unbedeutende, schmerzunterschwellige Reize auf der sensiblen Faser zum Zentrum geleitet werden können und daß ihre Summation einen Schmerzzustand im Zentrum auslösen kann. Als Zentrum seien die Ganglienzellen im Hinterhorn des Rückenmarkes im entsprechenden Segment anzusehen. Durch Novokaininjektion, also eine Blockade der afferenten Nerven, wollen O. Bruns und H. Weiss (1943) die Herstellung eines Ruhe zustandes im Zentrum erreichen. W. Schmitt (1951) schildert auch auf eigene Erfahrungen die Indikation und Technik der Stellatumblockade sowie die Anatomie und Physiologie des Halsgrenzstranges einschließlich des Sternganglions.

Die in der Großhirnrinde zustande gekommene Schmerzempfindung wird nach Teilen des Körpers, welche außerhalb des Gehirns liegen, projiziert, desgleichen wird bei Reizung eines sensiblen Nervenstammes der entstehende Schmerz in dessen Innervationsgebiet verlegt. Sticht man eine feine Nadel in den Stamm des N. ulnaris am Ellbogen, so empfindet man im vierten und fünften Finger Parästhesien, welche als Erregung der Druck- und Temperaturnerven aufgefaßt werden können, und Schmerz. Ein zweiter Schmerz wird allerdings auch an der Reizungsstelle gefühlt. Da die Nervenfaser keine „Lokalzeichen“ für Punkte

ihrer Kontinuität besitzt, so muß angenommen werden, daß die Nervi nervorum den auf den Reizort bezogenen Schmerz vermitteln (Goldscheider). Die Lokalisation der Schmerzempfindung ist übrigens bekanntlich häufig sehr ungenau und gibt zu Täuschungen aller Art leicht Veranlassung. Der an einer bestimmten Körperstelle, in einem Organ gefühlte Schmerz kann also einem an Ort und Stelle oder auf die zugehörige Leitungsbahn oder auf das Gehirn einwirkenden Reiz sein Dasein verdanken. Denn wenn das Gehirn anscheinend auch nicht durch die gewöhnlichen, uns bekannten Reize direkt zu Schmerzempfindungen veranlaßt werden kann, so sind wir doch nicht im Zweifel darüber, daß viele Schmerzen nicht peripheren, sondern zentralen, kortikalen Ursprungs sind.

Auf die Streitfrage, ob ein Teil der Schmerzfasern auch über die vorderen motorischen Rückenmarkswurzeln verläuft, möge hier hingewiesen werden. Für diese Möglichkeit sind namentlich Lehmann und O. Förster eingetreten. Förster legte seinen Standpunkt 1924 in der Weise dar, daß nach seiner Ansicht die hinteren Wurzeln das sensible Hauptsystem darstellen. Die vorderen Wurzeln bilden nur eine Hilfsbahn für die Sensibilität, ihre Unterbrechung führt nie zu Sensibilitätsdefekten, doch können für die Tiefensensibilität die vorderen Wurzeln den bei Zerstörung der hinteren Wurzeln eintretenden Sensibilitätsdefekt decken und ausgleichen. Alle klinischen Erfahrungen sprechen dafür, daß dann die gesamten Schmerzfasern aus der Haut, dem Tiefengewebe und den inneren Organen den Weg über die graue Substanz der Hinterhörner nehmen. Von hier läuft die Schmerzbahn aus den Ganglienzellen der Hinterhörner, die Mittellinie kreuzend, in den Vorderseitenstrang des Rückenmarks (Fasciculus antero-lateralis, Gowersches Bündel). Die operative Durchschneidung der Schmerzbahn an dieser Stelle (Chlordotomie) beseitigt alle Schmerzzustände der anderen Körperseite unterhalb vom Zwerchfell, wenn die Operation etwa in Höhe des 3. und 4. Brustwirbels ausgeführt worden ist. Vom Rückenmark aus verlaufen die Schmerzfasern ins Gehirn, in den Thalamus opticus. Nach Anschauung hervorragender Neurologen ist das Erleben des Schmerzes an eine Funktion des Thalamus gebunden. Jedoch stellt der Thalamus opticus nicht die Endstation des Schmerzsystems dar. Von ihm aus ziehen noch schmerzleitende Fasern nach der Oberfläche des Gehirns in die Hirnrinde und enden hier in der hinteren Zentralwindung und im oberen Scheitellappen. Nach Flechsig endigen die schmerzleitenden Fasern in der zum Teil mit der motorischen Rindenregion zusammenfallenden „Körperfühlsphäre“. Bei Unterbrechung der von dieser Rindenregion ausgehenden Stabkranzfaserung in der Gegend zwischen hinterem und vorderem Ende des Thalamus tritt in der Regel völlig Gefühllosigkeit der anderen Körperhälfte ein (Türcksche Hemianästhesie). Bemerkenswert ist die Ansicht Flechsigs, daß die Schmerzempfindungen an eine andere Region der Körperfühlsphäre gebunden sind als die Tastempfindungen, wahrscheinlich an den Gyrus fornicatus. Die die Schmerzempfindung auslösende Erregung wird dem Hirn zugeführt durch die peripheren sensiblen Hirn- und Rückenmarksnerven. Innerhalb des Rückenmarks kommt nach allgemeiner Anschauung für die Entstehung des Schmerzes ausschließlich die Leitung durch die graue Substanz in Betracht.

Eine besonders hochgradige Empfindlichkeit schmerzhaften Reizen gegenüber nennt man Überempfindlichkeit (Hyperalgesie), eine Herabsetzung des Schmerzgefühls Unterempfindlichkeit (Hypalgesie). Über- und Unterempfindlichkeit sind sehr oft zentralen, psychischen Ursprungs, gehören der Vorstellung an.

Die Schmerzempfindlichkeit ist bei verschiedenen Menschen ganz außerordentlich verschieden und wird von sehr zahlreichen Umständen in fast unübersehbarem Wechsel beeinflusst. Erziehung, Charakter und Intelligenz des Individuums, seine ganze ihm gewohnte Vorstellungswelt, Nationalität, Alter und Geschlecht, sein körperlicher Allgemeinzustand bestimmen sein Verhalten gegen Schmerz. Der Ausdruck des Schmerzes, die Schmerzäußerungen sind freilich kein tatsächlicher Maßstab der wirklichen Schmerzstärke. Denn der Schmerz ist hinsichtlich seiner Stärke im höchsten Grade von dem seelischen Zustande des einzelnen abhängig. Eine plötzlich, unvermutet den Körper treffende schwere Verletzung wird nicht schmerzhaft empfunden. Ein Nadelstich tut weh, wenn er nicht unerwartet kam. Auch wenn die Hirntätigkeit anderweitig lebhaft in Anspruch genommen ist und namentlich in der Erregung wird kein Schmerz empfunden. Kant war imstande, absichtlich seine Gedanken derartig auf ein bestimmtes Thema zu sammeln, daß er die gichtischen Schmerzen, an denen er litt, nicht mehr fühlte. Die Vorstellung des Schmerzes, oder besser die Furcht vor Schmerz — denn wir sind überhaupt nicht fähig, uns einen heftigen Schmerz wirklich vorzustellen — vermehrt seine Stärke. Willensstarke, intelligente Personen äußern ihren Schmerz weniger als schwächliche und ängstliche Naturen; letztere empfinden Schmerz da, wo andere ihn

überhaupt nicht fühlen würden. Ganze Völker und Zeiten sind widerstandsfähiger gegen Schmerzen als andere. Das harte und grausame Mittelalter war weniger empfindlich als die jetzige Kulturwelt. Unkultivierte Naturvölker sind noch heute wenig empfindlich. Da im Mittelalter und auch jetzt bei vielen Völkern üblichen Grausamkeiten dürfen wir nicht mit unserer Vorstellung von Schmerz messen. Ebensowenig die in religiöser Erregung begangenen Kasteiungen, Selbstverstümmelungen und Selbstopfer christlicher und heidnischer Schwärmer. Mit dem Künstler, der sich in öffentlicher Schaustellung gegen Entgelt Nadeln in den Körper spießt, brauchen wir kein Mitleid zu haben, ihm fehlt vollständig die Vorstellung des Schmerzes, und Mucius Scaevola, als er in höchster Erregung seine Hand ins Feuer hielt, wird nicht so gelitten haben, wie wenn ein anderer Mensch hierzu gezwungen worden wäre. Der Nordländer erscheint uns weniger empfindlich als der Südländer, der Städter empfindlicher als ein großer Teil der Landbevölkerung, der Greis weniger empfindlich als Personen in der Blüte der Jahre. Dem Arzt, und besonders dem operierenden Arzt, treten diese seelischen Abänderungen der Schmerzempfindlichkeit alltäglich entgegen, und er muß im voraus wissen, was er seinen Kranken zumuten darf, wenn er sie ohne die das Bewußtsein ganz ausschaltende Narkose operieren will. Gewiß ist das verschiedene Verhalten der Menschen bei schmerzhaften Eingriffen oft nur eine verschiedene Form der Schmerzäußerung. Dennoch müssen wir annehmen, daß bei einzelnen Menschen und Völkern das Schmerzgefühl physiologisch weniger entwickelt ist als bei anderen. Beim Neugeborenen ist das Schmerzgefühl gering entwickelt, es ist sehr wahrscheinlich, daß es im späteren Leben, wie andere Sinnesempfindungen auch, in verschiedenem Grade ausgebildet wird. Wie und in welcher Form durch Erkrankungen des Hirns und Rückenmarks Über- und Unterempfindlichkeit entstehen kann, hat für unser Thema kein Interesse.

Periphere Ursachen können ebenfalls eine meist teilweise Über- oder Unterempfindlichkeit der Gewebe verursachen. Die Schmerzempfindlichkeit von Organen und Geweben, welche von Krankheiten befallen sind, ist häufig gesteigert, selten herabgesetzt. Am häufigsten gibt die akute Entzündung oder eine unter hohem Druck stehende Flüssigkeitsansammlung im Körper Veranlassung zu Schmerzempfindungen und zu oft sehr heftiger Überempfindlichkeit. Unhaltbar und unbewiesen aber erscheint die Annahme, daß Organe, welche im gesunden Zustande gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen, unter pathologischen Verhältnissen plötzlich schmerzhaft werden sollen. Die Fähigkeit, schmerzhaft Reize aufzunehmen und zum Gehirn zu leiten, muß vielmehr vorhanden sein, auch im gesunden Zustande, wenn Krankheit sie steigern soll. Erwähnt sei noch, daß örtliche Ernährungsstörungen und chronische Ödeme eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der Gewebe hervorrufen können. Die Ursache dieser letzteren Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß derartige Ödeme eine andere physikalische Beschaffenheit und andere chemische Zusammensetzung haben wie die Ernährungsflüssigkeit, welche die Nerven-elemente brauchen, wenn sie regelrecht arbeiten sollen.

Von nicht geringem Interesse für die örtliche Betäubung ist die Verteilung der Schmerzempfindlichkeit in den verschiedenen Organen und Geweben. Es ist sicher, daß die Organe teils große, teils geringe, teils gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen. Ein bestimmtes Urteil darüber zu gewinnen, ist nicht leicht, weil uns allein der unter dem Bann von allerhand Vorstellungen stehende, lebende Mensch Auskunft geben kann und wir ein zuverlässiges Merkmal für die Stärke des Schmerzes nicht besitzen. Wir sind in der Hauptsache auf Erfahrungen bei Operationen an nicht betäubten Kranken angewiesen. In neuerer Zeit haben sich namentlich Bloch und Lennander mit dieser Frage beschäftigt und auch das Wenige und Geringe zusammengestellt, was sich in der älteren Literatur darüber findet. Die Beobachtungen Blochs sind meiner Ansicht nach nicht immer einwandfrei. Denn sie sind gewonnen an einer Bevölkerung, welche sichtlich sehr wenig schmerzempfindlich sein muß, ebenso offensichtlich unter dem suggestiven Einfluß des Operateurs und außerdem in vielen Fällen unter dem Einfluß kleiner Chloroformmengen gestanden hat, welche jedoch vollständig ausreichen, um eine sogenannte Rauschnarkose herbeizuführen. Einzelne weitere Beobachtungen finden sich bei Schleich und einigen anderen, welche Operationen in örtlicher Betäubung beschreiben. Sehen wir also, was über die Empfindlichkeit der Organe gegen Schmerz bekannt ist.

Die Haut mit ihren außerordentlich zahlreichen Nervenendigungen gilt für das schmerzempfindlichste Organ des menschlichen Körpers. Bei den ohne allgemeine oder örtliche Betäubung ausgeführten Gliedabsetzungen und Bruchschnitten der alten Zeit litten die Kranken bei weitem am meisten, wenn die Haut durchtrennt wurde, während der übrige Teil der Operation verhältnismäßig wenig schmerzhaft war (Montfalcon). Bloch bringt zahlreiche Belege für die Tatsache, daß viele Operationen von Kranken leicht ertragen werden, wenn nur die Haut unempfindlich gemacht worden ist. Die Schmerzempfindlichkeit der Haut ist nicht gleichmäßig über die Körperoberfläche verteilt. Verhältnismäßig weniger empfindlich ist z. B. die Rückenhaut, besonders empfindlich sind die Fingerspitzen. Die Streckseiten der Glieder sind im allgemeinen weniger empfindlich als die Beugeseiten. Bei Erkrankungen, besonders bei der akuten Entzündung, nimmt die Schmerzempfindlichkeit der Haut oft einen sehr hohen Grad an, so daß die leiseste Berührung und überhaupt jede Manipulation in der Gegend des Entzündungsherdes außerordentlich schmerzhaft ist.

Das lockere Unterhautzellgewebe besitzt offenbar nur ein sehr geringes oder kein selbständiges Empfindungsvermögen, wohl aber zahlreiche sensible Leitungsbahnen, welche die Gefühlsnerven für die Haut enthalten. Sie liegen häufig neben den Blutgefäßen, innerhalb straffer Bindegewebsplatten und begeben sich, je mehr sie sich zu größeren Stämmen sammeln, in die Tiefe, in die Nähe der Faszie. Beim Durchschneiden, bei Druck und Zug durch Haken und andere Instrumente, beim Fassen und Unterbinden von Gefäßen innerhalb des Unterhautzellgewebes werden oft Schmerzen ausgelöst, deren Stärke nach Körperteil und Individuum wechselt. Ähnlich wie das Unterhautzellgewebe verhalten sich auch die Muskeln. Man findet bei Operationen an nicht narkotisierten Menschen innerhalb der die Muskelbündel trennenden Bindegewebssepten zahlreiche, bei mechanischer Reizung schmerzhaft Punkte, welche sensiblen Leitungsbahnen entsprechen. Beim Einstechen von Nadeln in einen Muskel beim gesunden Menschen erweist sich die Muskelmasse selbst an den meisten Stellen als ganz gefühllos. Wird aber eine jener Leitungsbahnen von der Nadelspitze getroffen, so entsteht Schmerz. Das Sehngewebe scheint gefühllos zu sein, wie bei der Ausführung von Sehnennähten leicht festgestellt werden kann. Hingegen kann dem manche Sehne und die Sehnenscheide umhüllenden straffen Bindegewebe, ferner den Muskelfaszien (Aponeurosen) oder den sie bedeckenden Bindegewebslamellen ein wiederum von Fall zu Fall wechselnder Grad von selbständiger, wahrscheinlich durch Nervenendigungen bedingter Schmerzempfindlichkeit nicht abgesprochen werden. Davon kann man sich außer bei Operationen und Verletzungen sehr leicht durch einige Versuche am eigenen Körper überzeugen. Ich benutzte hierzu eine sehr feine Stahlnadel oder Insektennadel. Man sticht dieselbe irgendwo am Körper durch die Haut in das Unterhautzellgewebe. Es ist zweckmäßig, die Einstichstelle zuvor mittels eines später zu schildern den Verfahrens (Quaddelbildung) unempfindlich zu machen, damit die Sensibilität der Haut selbst ganz ausgeschaltet wird. Im Unterhautzellgewebe kann man nun die Nadel parallel zur Hautoberfläche nach allen Richtungen vorschieben. Dabei wird in der Regel nichts empfunden. Nur an einzelnen Stellen, nämlich wenn die Nadelspitze an einen Nervenstamm gerät, werden Parästhesien und Schmerz ausgelöst. Man richtet nun die Nadel senkrecht in die Tiefe. Sobald ihre Spitze die Muskelfaszie oder die dieselbe bedeckende straffe Gewebsschicht berührt und an ihr Widerstand findet, entsteht an den meisten Stellen ein nicht unerheblicher Schmerz, während wenige Stellen gefühllos sind. Dieser Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert. Eine Empfindung anderer Art als eine Schmerzempfindung, also etwa eine Druck- oder Tastempfindung, vermochte ich in der Faszie niemals auszulösen. Auch Parästhesien, wie sie kennzeichnend sind bei Reizung sensibler Nervenstämmen, welche zur Haut ziehen, fehlen vollständig. Ein Schmerz von ganz der gleichen Art entsteht, wenn die Nadelspitze die Oberfläche von Sehnen, z. B. der Achillessehne, berührt. Das Durchstechen der Sehne ist gefühllos; sobald die Nadel an die Hinterfläche der Sehne gelangt, entsteht wiederum Schmerz, und zwar immer nur Schmerz und keine andere Empfindung. Die Tenotomie der Achillessehne bei Betäubung der Haut allein ist daher entgegen der Annahme Blochs eine für die meisten Menschen sehr schmerzhaft Operation.

Die Knochenhaut hielten Haller, Piorry und Bloch für nicht schmerzempfindlich, wenigstens im gesunden Zustande. Es wäre das sehr verwunderlich bei einem an Nerven-elementen so reichen Gewebe. Die Annahme ist aber auch sicher nicht richtig. Prüft man die Knochenhaut eines gesunden, vorurteilslosen Menschen in der obenerwähnten Weise mit der Nadelspitze, so ergibt sich, daß sie an einigen Stellen außerordentlich schmerzempfindlich ist; an der Vorderfläche des Schienbeins, an den Rippen, an der Kniescheibe, am Zahnfort-