

■ **Abb. 51.3 Schmerzmessung beim Menschen bei Applikation eines Hitzereizes auf die Haut.** Die untere Kurve zeigt den Anstieg und den Abfall der Reiztemperatur (um 1°C pro Sekunde), die obere Kurve die empfundene Schmerzentensität des Probanden auf einer visuellen Analogskala (VAS). Der Schmerz beginnt bei 42°C, nimmt mit steigender Temperatur weiter zu und geht bei Abnahme der Reiztemperatur wieder zurück. (Mit freundlicher Genehmigung von Prof. Treede, Institut für Physiologie und Pathophysiologie der Universität Mannheim)

Viszeralbereich Schmerzen eine große Rolle spielen, ist bei der Haut neben Schmerzen auch das **Jucken (Juckreiz, Pruritus)** besonders belastend. Hierbei handelt es sich um eine unangenehme Sinnesempfindung, die den Wunsch zu kratzen auslöst. Besonders der chronische Juckreiz wird als ein Krankheitszustand von ähnlicher Bedeutung wie der Schmerz angesehen. Neben vielen Hautkrankheiten ist eine Reihe anderer Erkrankungen (z. B. Niereninsuffizienz, Leberzirrhose, Krebserkrankungen, neurologische Störungen) durch Jucken statt durch Schmerzen gekennzeichnet. Es kommt nur an der Haut und den Übergangsschleimhäuten vor. Experimentell kann Jucken durch **Histamin** und verschiedene andere Substanzen ausgelöst werden. Man unterscheidet dementsprechend **histaminerges** und **nicht-histaminerges Jucken** (z. B. durch Morphin). Bei Hautschädigungen wird Histamin aus Mastzellen der Haut freigesetzt.

In Kürze

Schmerz ist eine unangenehme Sinnesempfindung. Unterschieden werden **somatischer Oberflächenschmerz**, **somatischer Tiefenschmerz** und **viszeraler Tiefenschmerz**, nach der Entstehung der **physiologische** und der **pathophysiologische Nozizeptorschmerz** und der **neuropathische Schmerz**. Schmerz hat eine **sensorisch-diskriminative**, eine **affektive** und eine **kognitive** Komponente und wird häufig von einer **motorischen** und **vegetativen Reaktion** begleitet. **Nozizeption** ist die sensorische Aufnahme und Verarbeitung noxischer Reize durch das **nozizeptive System**. Deszendierende hemmende und erregende Bahnen kontrollieren nozizeptive Vorgänge auf der spinalen Ebene.

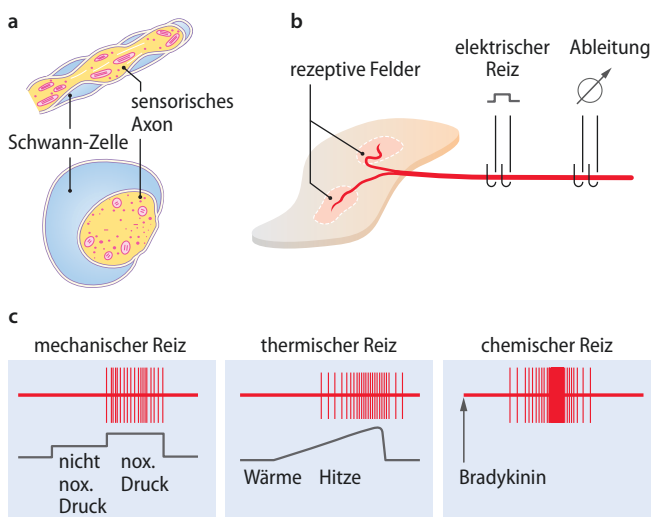
51.2 Peripheres nozizeptives System

51.2.1 Struktur und Antworteigenschaften der Nozizeptoren

Nozizeptoren des peripheren Nervensystems sind auf die Erkennung noxischer Reize spezialisierte Nervenfasern.

Strukturmerkmale der Nozizeptoren Die **sensorischen Endigungen** der Nozizeptoren im innervierten Gewebe sind **freie Nervenendigungen** (dünne unmyelinisierte Faserendigungen ohne besondere Strukturmerkmale). Sie sind teilweise von Schwannzellen bedeckt (■ Abb. 51.4a). In den Endigungen werden noxische Reize in elektrische Rezeptorpotenziale umgewandelt (**Transduktion noxischer Reize**). Die meisten Nozizeptoren besitzen unmyelinisierte Axone (**C-Fasern**, Leitungsgeschwindigkeiten <2,5 m/s, meistens um 1 m/s). Ein Teil der Nozizeptoren hat dünn myelinisierte Axone (**A δ -Fasern**, Leitungsgeschwindigkeiten 2,5–30 m/s). Am Beginn des Axons wird das Rezeptorpotenzial in eine Folge von Aktionspotentialen umgewandelt (Vorgang der **Transformation**). In den A δ -Fasern ist dieser Ort der erste Schnürring, bei den C-Fasern ist der genaue Ort der Transformation unbekannt.

Funktionsmerkmale von Nozizeptoren Jeder Nozizeptor innerviert einen definierten Ort in einem Gewebe. Dieser Ort wird **rezeptives Feld** genannt. Wenn diese Gewebestelle noxisch gereizt wird, werden in dem Nozizeptor Aktionspotenziale ausgelöst. In der Gewebestruktur des rezeptiven Feldes befindet sich die sensorische Endigung des



■ **Abb. 51.4a–c Nozizeptor.** a Schematischer Längs- und Querschnitt der sensorischen Endigung einer nozizeptiven C-Faser. Das Axon ist von Schwann-Zellen bedeckt, aber in den Aufreibungen hat das Axon direkten Kontakt zur Umgebung. b Schematische Darstellung eines Nozizeptors mit zwei rezeptiven Feldern. Bei Reizung der rezeptiven Felder werden Aktionspotenziale ausgelöst, die am Axon abgegriffen werden können. Die elektrische Reizung des Axons dient der Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit. c Antworten eines Nozizeptors auf noxischen Druck, noxische Hitze und den schmerzzerzeugenden Mediator Bradykinin