

# 21 Psychophysiologie exzessiver Schmerzrituale: Feuerlaufen, Fakirpraktiken

Wolfgang Larbig

## 21.1 Einleitung

Seit Jahrhunderten werden weltweit schmerzhaft, oft religiös motivierte exzessive Schmerzrituale erfolgreich praktiziert. Erstaunt nehmen wir im westlichen Kulturkreis die Leistungen sogenannter „visceraler Athleten“ aus dem Fernen Osten zur Kenntnis. Bekannt sind z. B. ethnische Berichte über tibetische Mönche, die während der Meditation bei der Fixation ihrer heiligen Berge lange Zeitperioden nackt in Schnee- und Eismassen des Himalayas ausharren, ohne Erfrierungen davonzutragen (Eliade 1975).

Die Literatur über mystische Praktiken, ethnische Initiationsriten und ekstatische Besessenheitskulte, z. B. bei Schamanen im zentralasiatischen Raum, ist voll von Beschreibungen außergewöhnlich schmerzhafter kultischer Praktiken, die **ohne sichtbare Schmerzreaktionen** mit erstaunlichem Gleichmut erduldet werden.

Die erfolgreiche Imitation außergewöhnlicher Fähigkeiten der „Schmerzkünstler“ war immer schon ein heimlicher Traum der Menschheit. Bis heute regen wenig aussagekräftige, unsystematische anekdotische Beobachtungen sowie mystische Deutungen und Spekulationen zur Legendenbildung an. Die Mischung von Glaubwürdigem und Fantastischem verhinderte lange Zeit eine naturwissenschaftlich orientierte Erforschung dieser Schmerzphänomene.

Ein wesentliches Motiv für die vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen der Schmerzrituale außerhalb experimenteller Anordnungen war die Erforschung psychophysiologischer Mechanismen der Schmerz-

kontrolle sowie simultan veränderter Bewusstseinsprozesse.

Ende der 70er-Jahre stand die Schmerzforschung noch am Anfang. Es gab kein zuverlässiges Behandlungsinventar psychologischer Interventionen sowie kaum Kenntnisse über neurophysiologische Korrelate der Schmerzinhibition. Daraus ergab sich als weiteres Motiv, praktizierte „naive“ Schmerzkontrolltechniken der Fakire in ein multimodales psychologisches Therapiekonzept zu integrieren.

Überblickt man das heutige Repertoire psychologischer Schmerztherapie, so sind neben Verfahren, die auf eine Änderung des kognitiven und motorischen Verhaltens ausgerichtet sind, ebenso Interventionen wie Hypnose, Meditation oder einfache Ablenkung zur willentlich gesteuerten Beeinflussung autonom-vegetativer Körpervorgänge (z. B. Blutdruck, Puls, Hirnströme, Körpertemperatur), die zentrale Strategien der Schmerzkontrolle bei Fakiren darstellen, von Bedeutung.

In fernöstlichen und afrikanischen Kulturkreisen wird bereits im frühen Kindesalter der erfolgreiche Umgang mit Schmerz, z. B. durch wiederholte Konfrontation mit Schmerz, vermittelt. Erfolgreiche Schmerzkontrolle wird durch Zuwendung seitens der Familie oder anderer Stammesangehöriger verstärkt. In westlichen Ländern erfolgt Zuwendung eher auf Schmerzreaktionen, also auf Klagen, Weinen, was schmerzverstärkend wirkt. Bei Naturvölkern ist die bei uns ausgeprägte Kontrollerwartung von Krankheit und Sterben durch medizinische Technik oder den schnellen Griff zur Pille weni-

ger ausgeprägt. Kontrollverlust über Schmerz wird dort nicht so ohnmächtig erlebt wie in der abendländischen Gesellschaft. Die häufige Konfrontation mit Leiden, Tod und unkontrollierbaren Naturereignissen mobilisiert alle menschlichen Kontrollreserven einschließlich magischer Techniken. Sie schafft so Bedingungen für eine Desensibilisierung und Relativierung von Schmerz im Alltag.

Dies spricht für die Bedeutung psychophysiologischer wie auch kultureller Einflussfaktoren auf den unterschiedlichen Umgang mit Schmerz. Ein gutes Beispiel zur Verdeutlichung sind ethnomedizinische Befunde, denen zufolge bei Naturvölkern in Neuguinea der Geburtsschmerz bei den schwangeren Frauen auf der subjektiven und motorischen Ebene nicht wahrgenommen wird. Zur erfolgreichen Schmerzabwehr „delegieren“ diese Frauen den Schmerz auf den Partner. Die Frauen bringen quasi „nebenbei“ das Kind zur Welt, während der Ehemann stöhnend vor Schmerzen im Geburtshaus leidet („Couvade“; Schiefenhövel 1980; Larbig 1989). Ebenso ist anzunehmen, dass die erfolgreiche Schmerzkontrolle bei den exzessiven außereuropäischen Schmerzritualen mit interkulturell unterschiedlicher Schmerzverarbeitung zusammenhängt.

Religiös motivierte Rituale wie Feuerlaufen, schmerzhaftes Fakirpraktiken wie das Hakenschwingen in Sri Lanka, auf die ich im Folgenden eingehe, die Selbsttorturen der Hochlandindianer Nordamerikas und Initiationsriten auf Neuguinea haben eine wichtige Modellfunktion, die Betroffenen ähnliche Schmerzreize zu bewältigen hilft.

## 21.2 Phänomenologie

Ausführlich wurde über mehrere Jahre (1975–1982) in Griechenland das **Feuerlaufen**, ein im südosteuropäischen Raum weit-

verbreitetes mystisch-ekstatisches religiöses Ritual untersucht. Die Feuerläufer laufen nach meditativen Vorbereitungen barfuß und in der Regel unverletzt über glühende Kohlen.

Weiterhin wurde in unserem Labor ein **Fakir** untersucht, der sich während der Schmerzeremonie lange spitze Dolche in verschiedene Körperpartien (Hals, Bauch, Zunge) einstach.

In Sri Lanka wurde das **Hakenschwungzeremoniell** untersucht, das dort sowie in Indien seit Jahrhunderten durchgeführt wird. Charakteristisch ist das Einführen von sechs Stahlhaken in die Rückenmuskulatur, an denen der Zelebrant aufgehängt wird. Die Fakire praktizierten die Zeremonie ohne sichtbaren Schmerz Ausdruck.

Von wissenschaftlichem Interesse war die Frage, ob es sich beim Feuerlauf und den Fakirpraktiken tatsächlich um Schmerzrituale handelt. Weiterhin sollte der Zusammenhang telemetrisch ermittelter EEG-Befunde mit veränderten Bewusstseinszuständen während postulierter autohypnotischer Schmerzkontrolle sowie Schmerzparametern (endokrine und Verhaltensdaten) geklärt werden. Laborexperimente galten den thermophysikalischen Aspekten des Feuerlaufes.

## 21.3 Geschichtliches

### 21.3.1 Feuerlaufen

Frühen Berichten (Strabon, 63 v. Chr. – 23 n. Chr.) über den Feuerlauf ist zu entnehmen, dass in einem Dorf Südkappadoziens Priesterinnen unversehrt über glühende Kohlen gingen. Dieser Ritus galt als Ersatz für Menschenopfer. Bereits die Berührung mit Feuer diente der Reinigung von Körper und Geist, da Feuerlaufen nicht nur zur Initiation und Katharsis, sondern auch als Gottesurteil an-

gesehen wurde. Gelingt der Feuerlauf ohne Verletzung, genügt dies als Unschuldsbeweis. Die Glück bringende Kraft des Feuers wird auch im Euripidesdrama „Bakchen“ betont, wenn Feuertänzerinnen das Phänomen der „Akaia“ (Unverletzlichkeit) demonstrieren (Frazer 1927).

Bis heute sind Feuerlaufriten auf der ganzen Welt verbreitet (Buschan 1940; Bassin u. Platonov 1973; Xygalatas 2011). Im Südseeraum, z.B. auf der Insel Raiataia, den Marquesas und dem Fidschi Archipel (Insel Mbenga) wird der Feuerlauf bevorzugt auf erhitzten Steinen ohne Verbrennungen durchgeführt (Buschan 1940). Im sibirischen Schamanismus gilt Feuerlaufen gleich wie das Ertragen extremer Kälte als **Mutprobe** und **Selbstinitiation** (Pfeiffer 1971; Eliade 1975). Afrikanische Kung-Buschmänner der Kalahari-Wüste projizieren während tage- und nächtelanger Trancetänze in das Feuer heilsame Kräfte, die durch Feuerkontakt (tanzen, sich in der Glut wälzen, den Körper mit Glut einreiben) aktiviert werden sollen. Beobachtungen zufolge treten keine sichtbaren Schmerzreaktionen, jedoch öfter Verbrennungen auf (Bourguignon 1980).

### 21.3.2 Fakirpraktiken

Fakir-Praktiken stellen ebenfalls weltweit verbreitete exzessive Schmerzrituale dar. So besteigen z.B. in nur noch selten vorkommenden schamanischen Initiationsriten in China, Burma und Indonesien Jugendliche barfuß eine „Säbelleiter“. Dieser ekstatische Besessenheitsritus symbolisiert die Himmelfahrt zu den Geistern, um Beistand für die erfolgreiche Schmerzbewältigung und den Eintritt ins Erwachsenenalter zu erlangen. Ähnliche Besessenheitsriten sind indonesische Kris-Spiele. Hier pressen sich junge Männer spitze Dolche gegen die nackte

Brust, bis sich die Klingen verbiegen (Pfeiffer 1971). Das Sonnentanz-Zeremoniell nord-amerikanischer Indianer demonstriert, bis zu welchem Ausmaß Schmerzen ertragen werden können. Bei dieser Initiationstorte werden jungen Indianern durch Hautschnitte Spieße durch die Brust gestochen. Die Enden der Spieße werden an einem Pfahl fixiert. Danach beginnt der Gemarterte zu tanzen, bis sich das Fleisch von den Spießen löst. Je größer die Selbstfolterungen sind, desto größer ist das Ansehen. Dies gilt auch für indische Fakire, die in Bußübungen und Selbstkasteiungen die Reihe der animalischen Wiederverkörperung bei der Seelenwanderung verringern wollen, um dadurch eher ins Nirwana zu gelangen (Gurlitt 1928).

## 21.4 Forschungsmethoden

### 21.4.1 Die Schmerzrituale

#### Feuerlauf

In Nordgriechenland (Saloniki und Langadas) wurde das **Feuerlaufen** (Pyrovasie) bei griechischen Feuerläufern (Pyrovaten) untersucht. Bedeutsamstes Charakteristikum der Pyrovasie ist das **Fehlen von Verbrennungszeichen** an der Fußhaut trotz direkten Glutkontaktes. Die Temperatur der Glutschicht beträgt in der Regel **300–500 °C**. Die Pyrovasie gilt als Unverletzlichkeitsritus, der jährlich am 21. Mai, dem Feiertag des Hl. Konstantin, drei Tage lang stattfindet. Nach der Überlieferung rettete der Hl. Konstantin während seiner römischen Herrschaft christliche Reliquien unverletzt aus einer brennenden Kirche. Die Pyrovasie dient der Identifikation mit dem Heiligen, um Stress und Schmerz zu bewältigen.

Wichtige Voraussetzungen für Trance und erfolgreichen Feuertanz sind Fasten, se-

xuelle Enthaltbarkeit, Tieropfer, monotone Musik, stereotype Tanzbewegungen, Hunger, Gruppenkohäsion, Ikonen, brennende Kerzen und autohypnotisch wirksame religiöse Vorstellungen (Larbig 1982).

Am Abend des 20. Mai tanzen die Feuerläufer nach fixierter Schrittfolge zunächst im privaten Heiligtum (Konaki). Gesänge zu monotonen Klängen der Lyra und Pauke, Konzentration auf Kerzenflammen und Ikonen, Hyperventilation, Weihrauch sowie allmählich schneller werdende Musik sind typische Reizkonstellationen, die zur Trance führen. Äußere **Trancezeichen** sind mimische Starre, erweiterte Pupillen, plötzlicher kurzer Stillstand des Tanzes, gellende Schreie oder leise Zischlaute, Körperzuckungen und gelegentlicher Sturz zu Boden. Die zunehmende Trancetiefe wird durch wiederholtes Berühren der Hand mit der Kerzenflamme überprüft. Ähnliche kultische Abläufe gibt es auch bei Besessenheitsriten in Afrika oder bei den Indianern Amazoniens (Eliade 1975).

Der Feuertanz beginnt dann nach Anbruch der Dunkelheit unter reger Anteilnahme einiger tausend Zuschauer auf einer Glutfläche von 4 m Durchmesser und einer

Glutschicht von ca. 10–15 cm. Die Pyrovasie ist beendet, wenn nach meist 30 min die Glut erloschen ist.

### Fakirzeremonien

Im Labor wurde die Schmerzzeremonie eines **Fakirs** mongolischer Abstammung, die er seit 30 Jahren weltweit durchführt, untersucht. Er führte drei ca. 50 cm lange, spitze Dolche durch Zunge, Hals- (vor dem Kehlkopf) und Brustbereich. Weiterhin wurden durch ein Blasrohr Pfeile auf die Haut des Oberbauches geschossen (s. Abb. 21-1).

Der Fakir berichtet auch von Kreuzigungen, ferner von meditativen Übungen auf einem Nagelbrett. Weiterhin ließ er sich nach Atemübungen zur Sauerstoffreduktion mehrere Tage einige Meter unter der Erde in einem Sarg einschließen oder er setzte sich in eine mit Benzin gefüllte, brennende Wanne. Blinddarmoperation oder Zahnarztbehandlungen wurden ohne Anästhesie durchgeführt. Die Schmerzkontrolle gelang regelmäßig mithilfe langjährig eingeübter Trance innerhalb weniger Sekunden (Larbig 1982).



**Abb. 21-1** Der Fakir während der Schmerzzeremonie im Labor mit Ehefrau und Sohn, der mit einem Blasrohr Pfeile in die Bauchhaut schießt.

Das Haken-Hänge-Ritual (**Hakenschwung-Zeremoniell**) wurde in Sri Lanka an der Universität Colombo untersucht. Es ist ein alter hinduistischer Fruchtbarkeitsritus, der besonders in trockenen Wetterperioden praktiziert wird. Das Ritual gilt als Ersatz für Menschenopfer, die früher am Ende der Erntefeier erfolgten (Kosambi 1967). Zunächst versetzen sich die Fakire mit Gebeten und meditativen Übungen in Trance. Danach werden sechs bis acht Haken in die Rückenmuskulatur getrieben. Von diesen führen Seile zu einem Zugseil womit der Zelebrant langsam nach oben gezogen wird. Er hängt ohne Hilfestellung über mehrere Stunden an den Haken in einem **ekstatisch veränderten Bewusstseinszustand** (s. Abb. 21-2). Nach Entfernen der Haken wird Holzasche auf die Wunden gestreut, die innerhalb weniger Tage verheilen.



**Abb. 21-2** Ein Hakenschwung-Zelebrant während der Schmerzzeremonie.

## 21.4.2 Psychophysiologische Reaktionsmuster

### Schmerzrituale

Zur Untersuchung der Annahme, dass bei Feuerläufern suggestiv erzeugte Trance den Berührungsschmerz der nackten Fußsohle mit glühenden Holzkohlen von bis zu 500 °C blockiert, wurden die Hirnströme an zwei Abenden gemessen. Zur artefaktfreien Messwerterfassung erfolgten während des Feuerlaufes ohne Störung des kultischen Zeremoniells EEG-Ableitungen mithilfe einer **Telemetrie-Anlage**. Der Feuerläufer trug einen Telemetrie-Sender während des Feuertanzes auf dem Rücken. Die EEG-Signale wurden auf die 1. Spur eines 2-Spur-Magnetbandes per Funk übertragen. Auf der 2. Spur wurden über Mikrophon verbale „On“ – (auf der Glut) bzw. „Off“ – (nicht auf der Glut) -Kommentare gespeichert, um die Glutkontakte mit simultanen EEG-Mustern zu korrelieren (weitere messtechnische Details s. Larbig 1982). Bei einem Pyrovaten erfolgte eine Temperaturmessung durch ein an der **Fußsohle fixiertes Thermoelement** (Philips Chromel/Alumel, Thermo-spannungsverlauf 54 µV/Kelvin). Weitere Messungen mit einem Philips-Digitalvoltmeter PM ergaben an verschiedenen Stellen der Glutfläche Temperaturen von 300–500 °C.

Bei dem Fakir und bei neun Hakenschwung-Zelebranten erfolgten ebenfalls vor, während und nach der Schmerzzeremonie telemetrische EEG-Ableitungen sowie fortlaufende Blutdruckkontrollen.

Neuropsychiatrische Interviews dienten der Ermittlung demografischer Daten und des psychopathologischen Befundes.

Analysen von **Zeitlupenaufnahmen** aus Filmaufnahmen während der Pyrovase ermittelten die Technik des Laufverhaltens so-



wie die Dauer darüber, wie lange die Fußhaut Kontakt mit der Glut gehabt hat.

Die biochemische Abklärung möglicher **Stressanalgesie** während des Feuerlaufes erfolgte durch endokrine Parameter 2 Monate, 1 Tag, 30 min vor und 30 min nach der Pyrovase (Blutplasmaanalysen von adrenocorticotropem Hormon, Cortisol, Tri- und Tetraiodthyronin, FTH/free thyroid index, Somatostatin, Prolactin, follikelstimulierendem und luteinisierendem Hormon, Endorphine). Die Blutabnahmen wurden um 20.00 Uhr zur Kontrolle tagesrhythmischer Schwankungen hormoneller Blutspiegel durchgeführt (Larbig 1982).

### Simulation des Feuerlaufs im Labor

Zur Untersuchung **thermophysikalischer Bedingungen** wurde die Pyrovase im Labor (Institut für Sportmedizin der FU/Berlin) simuliert. Es wurden Temperaturanstiege während der Glutkontakte mit und ohne Hautpräparat gemessen. Hierzu wurde ein Hautpräparat von der Fußsohle eines 4 Stunden vorher an Herzinfarkt verstorbenen Patienten vom Pathologischen Institut der FU Berlin zur Verfügung gestellt, das am Messwertaufnehmer eines geeichten digitalen Thermometers (Messbereich  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+500^{\circ}\text{C}$ ) befestigt wurde (weitere messtechnische Details s. Xenakis et al. 1977).

### Kontrolliertes Fakir-Experiment im Labor

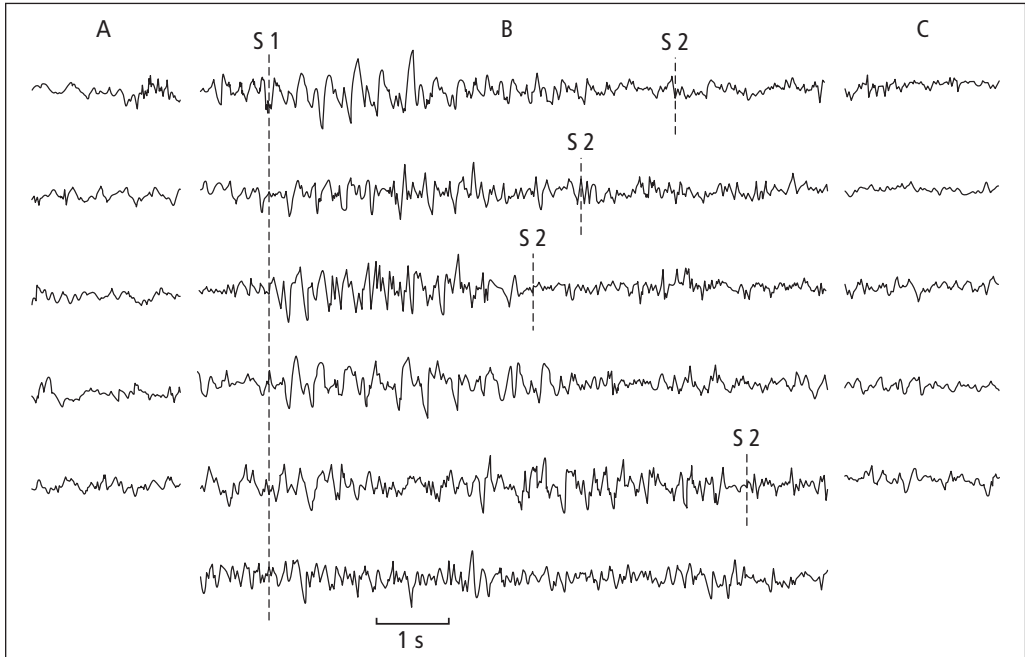
Zur Replikation der EEG-Daten der Schmerzzeremonie wurde beim Fakir und 14 Kontrollpersonen die Hypothese getestet, ob beim Fakir erneut in **schmerzreduzierender Trance Thetaaktivität** während der Schmerzstimulation im Vergleich zu „untrainierten“ Kontrollpersonen auftritt. Im ersten Teil des Experimentes wurden laute Geräusche (110 dB) mit der Instruktion dar-

geboten, diese mit beliebiger mentaler Strategie auszuhalten. Im zweiten Teil wurden zusätzlich schmerzhafte Elektroschocks, im letzten Teil beide Reizarten nach jeweils 30 s selbst appliziert. Wiederum galt die Anforderung maximaler mentaler Schmerzkontrolle. Die Selbstapplikation sollte dem Schmerzritual des Fakirs entsprechen (Larbig et al. 1982).

## 21.5 Ergebnisse

Es wurden insgesamt zehn Pyrovaten psychophysiologisch untersucht. Bei dreien erfolgte während der Pyrovase eine telemetrische EEG-Registrierung. Einer von ihnen (Diogenes) lief am ersten Abend zum ersten Mal über die Glut. Die beiden anderen waren erfahrene Pyrovaten. Diogenes wurde ein Jahr später erneut telemetrisch untersucht. Beide EEG-Ableitungen wiesen kurz vor und während aller Glutkontakte **hochsignifikante hochamplitudige Thetabursts** (3–5 Hz, 300–500  $\mu\text{V}$ ) über dem sensomotorischen Cortex auf (s. Abb. 21-3), während bei einem weiteren Pyrovaten lediglich eingestreute Thetawellen auftraten.

Mittels der Zeitlupenaufnahmen wurden Zeitdauer, Häufigkeit der Glutkontakte und Intervalle (Kontaktzeit: Fußhaut – Pyra + Flugzeit: Kontaktdauer außerhalb der Glut) ermittelt. Die durchschnittliche **Kontaktzeit** betrug **0,20 bis 0,25 s**, die der Flugzeit 0,35 bis 0,40 s. Die mittlere Frequenz der Intervalle pro Pyrovat betrug 4 bis 6 Intervalle. Die gefilmten Bewegungsabläufe verdeutlichen die spezielle Lauftechnik: kurze intensive Glutkontakte bei festem abscherendem Fußabdruck mit dem Ziel, die Glut auszudrücken und gleichzeitig an der Haut haftende Glutpartikel abzustreifen. Alle Pyrovaten hatten eine normale Hornhautdicke. Film- und Videomaterial erbrachten keine Hinwei-



**Abb. 21-3** Telemetrische EEG-Ableitungen während des Feuerlaufes: A = Sekunden vor dem Glutkontakt; B = Anwesenheit auf der Glut; C = danach.

S1–S2 markiert die Dauer des Glutkontaktes. Der oberste EEG-Verlauf z. B. dokumentiert die Dauer des 1. Glutkontaktes von 5 s.

se für „offene“ Schmerzreaktionen (verbale und/oder nonverbale Schmerzäußerungen), weder während noch nach der Pyrovase.

Die telemetrische Temperaturmessung an der Fußsohle während des Feuerlaufes ergab nur einen Messwert von **180°C**. Weitere Messwerte waren wegen der kurzen Kontaktzeit nicht zu ermitteln.

Die Feuerlauf-Simulation im Labor ergab bei 220°C der Pyra bei den simulierten Intervallen unterschiedliche Temperaturanstiege mit und ohne Hautpräparat. Es kam bereits nach dem zweiten Glutkontakt (Dauer: 0,20–0,30 s) am Temperaturfühler ohne Hautpräparat zum Anstieg von **60°C**. Demgegenüber zeigte die Messung mit Hautpräparat nach vier Kontaktzeiten (Dauer 0,20–0,30 s) nur einen Anstieg von **3°C**, nach

zehn Kontakten von nur **10°C**. Gleichzeitig wurde durch die simulierte Lauftechnik die Glut ausgedrückt. Der Dauerkontakt des Hautpräparates mit der Glut von 1,5 min ergab einen Temperaturanstieg von **70°C**.

Bei allen zehn Pyrovaten kam es nach dem Feuerlauf zu **keiner Verletzung**. Bei zwei Zuschauern traten nach kurzem Feuerlauf noch am Ende der Zeremonie Verbrennungen 2. bis 3. Grades auf; eine 20-jährige Kontrollperson, die nicht an die „Fähigkeiten“ der Pyrovaten glaubte, wies bei verlängerter Kontaktzeit Verbrennungen 3. Grades auf. Telemetrische EEG-Ableitungen zeigten keine Anstiege im Theta-Frequenzband (4–7 Hz) ihres EEGs.

Bei fünf Personen wurde in Deutschland der Feuerlauf unter telemetrischer EEG-Re-

gistrierung ohne rituell-meditative Vorbereitungen wiederholt. Bei Gluttemperaturen von 400°C und Kontaktzeiten von 300–400 ms traten weder Schmerzempfindungen noch Verbrennungen auf. Zwei Personen wiesen im EEG **eingestreute Theta-Wellen** auf.

Die neuropsychiatrischen Erhebungen, Fragebogendaten sowie Analysen der Stresshormone im Blutplasma erbrachten keine auffälligen Befunde.

Das EEG des Fakirs zeigte während der Schmerzzeremonie wie bei den Pyrodaten deutliche Anstiege der Thetaaktivität vor und während der Schmerzapplikation über sensomotorischen Hirnabschnitten, die an der Schmerzverarbeitung beteiligt sind. Die subjektive Schmerzwahrnehmung betrug auf der visuellen Analogskala (VAS) null. Systolische Blutdruckwerte waren während der Schmerzapplikation um 15 mmHg erhöht im Vergleich zur Baseline. Die Catecholamine stiegen im Blut kurz nach der Schmerzdemonstration stark an. Ebenso zeigten sich im Laborversuch beim Fakir im Vergleich zu den Kontrollen deutliche Anstiege im Theta-Frequenzband, aber keine Schmerzreaktionen. Die Kontrollpersonen gaben dagegen erhöhte Schmerzen an. Veränderungen im Theta-Frequenzband fehlten (Larbig et al. 1982).

70 % der Hakenschwung-Zelebranten wiesen ebenfalls vor und während der Schmerzreizung eine erhöhte Thetaaktivität auf, die bei fünf Zelebranten noch ca. 30 min fort dauerte. Systolische Blutdruckanstiege lagen im Mittel bei 10 bis 15 mmHg. An den Einstichorten traten **keine Blutungen** auf, auch nicht in der Zunge, die besonders stark durchblutet ist. Es wurden weder subjektive noch offene Schmerzreaktionen beobachtet. Zahlreiche Narben zeugen von jahrelangen Fakirpraktiken.

## 21.6 Fazit

Die beschriebenen thermophysikalischen Kennwerte wie geringe **Wärmekapazität** (Speicherfähigkeit thermischer Energie) und **Wärmeleitfähigkeit** erklären eindeutig, dass trotz hoher Temperaturen bis zu 500°C weder Verbrennungen noch Schmerzen auftraten. Holz, Kohle sowie gluthaltige Asche sind **schlechte Wärmeleiter** (0,2 W). Kohlenstoff als Hauptbestandteil der Kohle besitzt eine **niedrige Wärmekapazität** von 710 kJ/kgK. Dies bedeutet, dass Kohle die Fußhaut nur langsam erhitzt, da diese eine hohe Wärmekapazität besitzt. Hauptbestandteil der Haut ist Wasser mit hoher Wärmekapazität von 4190 kJ/kgK und sehr niedriger Wärmeleitfähigkeit (0,6 W; Bargel u. Hilbrans 2008).

Experimentelle Daten der Feuerlauf-Simulation belegen die **geringe Wärmeleitfähigkeit der Haut**, da bei kurzer Kontaktzeit mit der Glut sehr geringe Temperaturanstiege auftraten. Längerer oder Dauerkontakt hingegen führen zu Haut schädigenden Temperaturwerten.

Eine verstärkte Wärmeabgabe der Haut wird durch den Blutfluss erreicht, der schnell Wärme abtransportiert. Außerhalb der Glut kommt es während der Flugzeit durch kühlende Luft am Abend sowie durch Kontakt mit kühlerem Erdreich zu weiterer schneller Wärmeabgabe der Hauttemperatur. Der Fußabdruck auf der Glut unterbricht die Sauerstoffzufuhr, sodass kurzfristig keine neue Hitze entsteht und die Temperatur unter den Flammpunkt fällt. Durch den festen Fußabdruck entstehen sogenannte „kalte Fußspuren“. Schließlich wird die Glut ganz ausgetreten, was zu längerer Kontaktzeit und erhöhter Frequenz der Glutkontakte führte.

Weitere Faktoren wie kurze Kontaktzeit Fußsohle-Glut (0,2 bis 0,3 s) sowie geschick-



tes Laufverhalten zeigen klar, dass Feuerlaufen ohne Verbrennungen möglich ist.

**Unauffällige Stresshormon-Reaktionen** belegen, dass routinierter Feuerlauf keine angst- und schmerzauslösende Stresssituation darstellt.

Dennoch stellt Feuerlaufen ein exzessives Schmerzritual dar und führt zu erheblichen Verletzungen, wenn die oben beschriebenen Faktoren unberücksichtigt bleiben. So erlitten untrainierte Personen z. B. bei ungeschickter Lauftechnik massive Verbrennungen.

Beim Feuerlauf auf **erhitzten Steinen** (Fidschi-Insel Mbenga) sind ein ähnliches Laufverhalten mit kurzer Kontaktzeit und Gesamtdauer (3 bis 5 Intervalle) sowie vergleichbare thermophysikalische Bedingungen anzunehmen. So wird das poröse lufthaltige Magma-Gestein (Andesit) mit geringer Wärmeleitfähigkeit (1,7–2,2 W) und Wärmekapazität (8,4 J/kgK) regelmäßig auch in anderen Ländern zum Feuerlauf benutzt (Bassin u. Platonov 1973).

Die deutlich erhöhte EEG-Aktivität im **Theta-Frequenzband** über den Schmerz verarbeitenden Hirnarealen während der Schmerzrituale kann als Korrelat tranceartiger Bewusstseinsveränderung und der Schmerzkontrolle angesehen werden. Untrainierte Kontrollpersonen wiesen keine Theta-Anstiege auf, gaben jedoch deutliche Schmerzen an.

Der EEG-Theta-Rhythmus bei einem unerfahrenen Feuerläufer (Diogenes) diente der Angstreduktion, um den Feuerlauf zu bewältigen. Die Theta-Abnahme während des zweiten Feuerlaufes stützt die Hypothese der Angstreduktion, da Diogenes realisierte, dass kein Schmerz, wohl aber eine bewältigbare **Mutprobe** vorlag. Feuerlauf kann somit nicht in jedem Fall als Schmerzritual angesehen werden. Vielmehr könnte die Theta-Aktivität präventiv bei potenziellem

Schmerz infolge ungeschickten Laufverhaltens notwendig werden.

Das Theta-EEG entspricht schlafähnlichen Hirnstrommustern in verschiedenen Schlafstadien, in tiefer Entspannung und Meditation. Es kann als eine Art autohypnotisch induzierter „**Mikroschlaf**“ interpretiert werden. Gleichzeitig bleiben Sensorik und Motorik intakt, d. h. es kommt parallel zu gesteigerter Aktivität. So zeigten die Pyrovaten trotz schlafähnlichem Hirnstrombild rege Tanzaktivitäten und erhöhte Konzentration. Diese Dissoziation zwischen Gehirn und Körper mithilfe der Trance könnte ein Mechanismus zur effektiven Angst- und Schmerzkontrolle sein, da selbst induzierter Mikroschlaf die Verarbeitung und Bewertung der Schmerzreize hemmt. Laut Fakir-Berichten ist langjähriges Training sowie regelmäßige Konfrontation mit Schmerz eine wichtige Voraussetzung zur Selbstkontrolle über derartige Dissoziationen (Hilgard u. Hilgard 1983).

Periphere Mechanismen sind ebenfalls bei der Bewältigung exzessiver Schmerzrituale beteiligt. Systolische Blutdruckanstiege während der schmerzinkompatiblen Trance sowie fehlende Blutungen weisen auf eine periphere Vasokonstriktion hin. Diese korreliert mit erhöhten Catecholaminwerten. Laborexperimentelle Befunde belegen, dass bereits geringe Blutdruckanstiege über eine **Barorezeptoren-Aktivierung** im Carotissinus zu subcorticaler Desaktivierung und damit zur EEG-Synchronisation sowie zur Schmerzinhibition führen (Larbig 1982).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die **Fakirpraktiken** als **exzessive Schmerzrituale** anzusehen sind, wohingegen der **Feuerlauf** bei routiniertem Laufverhalten entsprechend den oben diskutierten Faktoren **kein klassisches Schmerzritual** darstellt. Dies steht in Übereinstimmung mit der relevanten aktuellen Literatur

(McCarthy u. Leikand 1985; Vilenskaya u. Steffy 1991; Sternfield 1992; Bisyak u. McDermott 1994; Pigliasco 2010; Xygalatas 2011).

Die dargestellten Untersuchungen demonstrieren, dass der naturwissenschaftliche Blick auf thermophysikalische Faktoren, Bewusstseinsveränderungen, elektrische Hirnaktivität, auf Psychologie und Verhalten mithilfe psychophysiologischer Technologien es ermöglicht, exzessive Schmerzrituale zu erklären.

### Zur vertiefenden Lektüre

- Bassin FV, Platonov KK. *Verborgene Reserven des Nervensystems*. Stuttgart: Hippokrates 1973.
- Buschan G. *Feuerlaufen*. Deutsche Medizinische Wochenschrift 1940; 32: 885–7.
- Larbig W. *Schmerz. Grundlagen – Forschung – Therapie*. Stuttgart: Kohlhammer 1982.

### Literatur

- Bargel HJ, Hilbrans H. *Werkstoffkunde*. Berlin: Springer 2008.
- Bisyak S, McDermott M. *Mastering Fear: The Ultimate Challenge*. Kirkland: Latte Publishing 1994.
- Bourguignon E. *Institutionalisierte Ausnahmestände*. In: Pfeiffer WM, Schoene W (Hrsg). *Psychopathologie im Kulturvergleich*. Stuttgart: Enke 1990; 102–15.
- Eliade M. *Schamanismus und archaische Ekstasetechnik*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1975.
- Frazer JG. *The Golden Bough*. London: McMillan 1927.
- Gurlitt W. *Von echten und falschen Fakiren*. Stuttgart: Franckh'sche Verlags-Handlung 1928.

- Hilgard ER, Hilgard JR. *Hypnosis in the Relief of Pain*. Los Altos: Kaufmann 1983.
- Kosambi DD. *Living in prehistory in India*. Scientific American 1967; 216: 105–14.
- Larbig W. *Kultur und Schmerz. Untersuchungen zur zentralnervösen Schmerzverarbeitung: Empirische Befunde und klinische Konsequenzen*. Psychomed 1989; 1: 17–26.
- Larbig W, Elbert T, Lutzenberger W, Rockstroh B, Schnerr G, Birbaumer N. *EEG and slow brain potentials during anticipation and control of painful stimulation*. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 1982; 53: 298–309.
- McCarthy WJ, Leikind BJ. *An investigation of firewalking*. The Sceptical Inquirer 1985; 10: 23.
- Pfeiffer WM. *Transkulturelle Psychiatrie*. Stuttgart: Thieme 1971.
- Pigliasco GC. *We branded ourselves long ago: intangible cultural property and commodification of fi-jan firewalking*. Oceania 2010; 80 (2): 237–57.
- Schiefenhövel W. *Verarbeitung von Schmerz und Krankheit bei den Eipo, Hochland von West-Neuguinea*. In: Davies-Osterkamp S, Pöppel E (Hrsg). *Emotionsforschung*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht 1980; 219–34.
- Sternfield J. *Firewalk: The Psychology of Physical Immunity*. Stockbridge: Berkshire House 1992.
- Vilenskaya L, Steffy J. *Firewalking: A New Look at an Old Enigma*. Falls Village: Bramble Co. 1991.
- Xenakis C, Larbig W, Tsarouchas E, Ballis T. *Zur Psychophysiologie des Feuerlaufes*. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten 1977; 223: 309–22.
- Xygalatas D. *Ethnography, historiography, and the making of history in the tradition of anasthenaria*. History and Anthropology 2011; 22: 57–74.