

Zur Psychophysiologie des Feuerlaufes

Christos Xenakis¹, Wolfgang Larbig², Eleftherios Tsarouchas³
und Theodoros Ballis⁴*

¹ Psychiatrische und Neurologische Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin, Nußbaumallee 36, D-1000 Berlin 19

² Psychologisches Institut der Universität Tübingen, Lehrstuhl III — Klinische Psychologie, Pfleghof 2 A, D-7400 Tübingen 1, Bundesrepublik Deutschland

³ Institut für Leibeserziehung und Sportmedizin der Freien Universität Berlin, Hittorfstr. 16, D-1000 Berlin 33

⁴ Tsimiski 111, Saloniki, Griechenland

Psychophysiologic Processes in Pyrovasy (Fire Walking)

Summary. 1. Using the model of pyrovasy (fire walking) we investigated human psychophysiologic processes, possible 'paranormal' human efficiency, and the scientific principles connected with the latter. The introduction is a field study description of the historical background and the cultic character of pyrovasy as a religious rite of invulnerability.

2. The psychophysical process during the ceremony of fire walking was investigated neurologically and psychiatrically with polygraphic recordings from four Greek fire walkers in a Greek village.

3. We did not find any pathognostically relevant results. The conditions of pyrovasy were also simulated in a thermophysical laboratory experiment. All results of the investigation support the hypothesis that fire walking lies within the scope of human efficiency.

4. The hypalgesia experienced during pyrovasy has, among other things, a psychologic component with specific effects on the physical regulation of temperature, and is also partly due to a special technique of walking.

Key words: Pyrovasy — Psychogenic hypalgesia and analgesia — Dermatophysiology — Tachypody.

Zusammenfassung. 1. Am Beispiel der Pyroasie (Feuerlaufen) wurden psychophysiologische Prozesse, die mögliche „paranormale“ menschliche Leistungsfähigkeit sowie damit in Zusammenhang stehende naturwissenschaftliche Prinzipien untersucht. Einleitend wird im Rahmen einer Feldstudie der histo-

* Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. med. H. Selbach, Herrn Prof. Dr. med. D. Bente und Herrn Prof. Dr. N. Birbaumer für Anregungen und Hilfen bei der Durchführung der Arbeit. Sonderdruckanforderungen an Dr. med. W. Larbig

rische Hintergrund und der kultische Charakter der Pyrovasie als Unverletzlichkeitsritus geschildert.

2. Der psychophysische Ablauf der Zeremonie des Feuerlaufes wurde in einer griechischen Gemeinde an vier griechischen Feuerläufern neurologisch und psychiatrisch mit polygraphischen Ableitungen untersucht.

3. Es zeigten sich keine pathognostisch relevanten Ergebnisse. In einem thermophysikalischen Laborexperiment wurden die Bedingungen der Pyrovasie nachträglich stimuliert. Aufgrund aller Untersuchungsergebnisse ließ sich die Hypothese bestätigen, daß das Feuerlaufen im Bereich der menschlichen Leistungsfähigkeit liegt.

4. Die multifaktoriell erklärbare Hypalgesie während der Pyrovasie beruht u. a. auf einer psychogenen Komponente mit spezifischen Auswirkungen auf die physikalische Temperaturregulation und einer besonderen Lauftechnik.

Schlüsselwörter: Pyrovasie – Psychogene Hypalgesie und Analgesie – Dermatophysiologie – Tachypodie (Lauftechnik).

Einleitung

Zahlreiche psychophysiologische Untersuchungen konzentrieren sich zunehmend auf die Beziehungen zwischen Hirntätigkeit und Bewußtsein. Ein bedeutsamer Zugangsweg zur Problematik verschiedener Bewußtseinszustände sind die vielfältigen esoterischen Traditionen. Unterschiedliche innere Bewußtseinszustände bei Hypnose (Schultz, 1970; Bassin und Platonov, 1973), autogenem Training (Schultz, 1970; Luthe, 1970), Yogatechniken (Bagchi und Wenger, 1957; Hirai, 1974) und transzendentaler Meditation z. B. des Zen-Buddhismus (Kasamatsu und Hirai, 1966; Naranjo und Ornstein, 1971; Wallace und Benson, 1972; Trungpa, 1970) sowie bei ekstatisch-mystischen rituellen Praktiken wurden korreliert mit polygraphisch ermittelten elektrophysiologischen Parametern.

Eine weitere Möglichkeit zur Untersuchung psychophysiologischer Prozesse und Bewußtseinsänderungen ist die Regelung autonomer Prozesse durch operante Konditionierung (Dicara und Miller, 1968; Shapiro und Crider, 1967) und physiologische Selbstregulierung mit BiofeedBack. (Birbaumer, 1975; Ezios, 1973; Nowlis und Kamija, 1970; Ornstein, 1973).

Am Beispiel *rituell-ekstatischer Übungen griechischer Feuerläufer* wurde versucht, mit Hilfe medizinisch-biophysikalischer Methoden folgende Fragen zu klären:

1. Handelt es sich um eine außergewöhnliche, „paranormale“ Leistung?
2. Welche psychophysiologischen Prozesse sind feststellbar?
3. Welche naturwissenschaftlich ergründbaren Prinzipien liegen zugrunde?

In der vorliegenden Untersuchung wurden beim Feuerlaufen psychophysiologische und psychiatrische Daten ermittelt. Bei diesem im südosteuropäischen und asiatischen Raum weit verbreiteten mystisch-ekstatischen religiösen Ritus handelt es sich im Gegensatz zu den bisher untersuchten passiven Meditationszuständen um eine ausgeprägte *motorisch-expansive Darstellungsform*. Muskuläre

Anspannung, erhöhter Sauerstoffverbrauch, gesteigerte Atem- und Herzfrequenz gehen im Gegensatz zur geistigen Abschirmung bei meditativen Praktiken insgesamt mit einer Intensivierung des gesamten Stoffwechsels einher. Dieser Doppel-Aspekt einer gesteigerten Zuwendung zur Umwelt mit extremer Reizeinwirkung (Feuerlaufen, Gruppenerleben, Zuschauermassen mit sensorischem Input und motorischem Output) bei zunehmender meditativer Versenkung und Konzentration auf die mystische Erfahrung mit beobachtbaren Trancezuständen unterscheidet sich von den Bewußtseinszuständen anderer meditativer Praktiken (Yoga, transzendentaler Meditation, autogenem Training u. a.).

Das Feuerlaufen (Pyrovasie)

Im folgenden geben wir einen kurzen Überblick über die Zeremonie des Feuerlaufens. Über dieses vorwiegend religiöse Ritual finden sich Beschreibungen in der ethnologischen Literatur (Attenborough, 1967; Bassin und Platonov, 1973) sowie psychophysiologische Beobachtungen bei Rawcliffe, Evangelu, Kuretas, Konstantinidis, Kranidiotis.

Buschan, Bassin und Platonov beschreiben ausführlich Vorkommen und Problematik des Feuerlaufens. Die detaillierteste Untersuchung lieferte der bulgarische Neuropsychologe Schrankov in einer 1947 in Sofia erschienenen Monographie „Nestinarstvo“ (Feuiergehen). In der psychiatrischen Literatur hat kürzlich Pfeiffer darauf hingewiesen. In allen Berichten kommt deutlich zum Ausdruck, daß das Gehen mit nackten Füßen über erhitzte Steine oder glühende Kohlen ein Phänomen sei, dessen Glaubwürdigkeit außer Zweifel stehe. Lediglich bei Pfeiffer und Schipkowensky wird betont, „daß die kurzfristige Berührung mit der Kohlenglut . . . auch durch Nichteingeweihte ohne Schädigung vertragen wird“ (zit. nach Pfeiffer). Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß das Feuerlaufen eine ungewöhnliche, fast artistische Körperbeherrschung erfordere.

Wir beobachteten und untersuchten das Phänomen des Feuerlaufens in einer kleinen griechischen Gemeinde (Langadas) in der Nähe von Saloniki im Mai 1975. Die früher gemachten Beobachtungen über die Unverletzlichkeit der Fußhaut während und nach dem Feuerlauf über glühende Holzkohlen konnten bestätigt werden.

Jedes Jahr findet am 21. Mai für 3 Tage die Zeremonie der Pyrovasie statt. Seit Jahrhunderten wird dieses Ritual in Ost-Thrakien zu Ehren des hl. Konstantin und der hl. Helena zelebriert. Es stand im Zusammenhang mit der Repatriierung der Griechen 1923 nach Mazedonien. Die Pyrovaten glauben an die reinigende und glückbringende Kraft des Feuers. (Katharsisvorstellungen bei Plutarch, Phänomen der Akaia¹ bei den Tänzerinnen in den „Bakchen“ bei Euripides.) Der historische Ursprungsort der Pyrovasie wird in Persien vermutet und in Verbindung zum positiven Sonnengott (Zoroaster) gebracht. Die Akaia wurde in die thrakische dionysische Mythologie assimiliert. Konstantin kombinierte byzantinisch-griechische und christliche Glaubensvorstellungen. Thraken kultivierten das Feuerlaufen im Namen der göttlichen Schutzfiguren Konstantin und Helena als Ersatz für die griechischen Götter Dionysos und Rea-Kywelli.

Bereits während des Jahres werden kleine rituelle Übungen abgehalten, die auf das große Ereignis im Mai vorbereiten. Am Abend des 20. Mai versammeln sich die Feuerläufer, die eine kleinere religiöse Gemeinde bilden, in dem privaten Heiligtum „Konaki“ des Anführers. Nach meditativen Übungen beginnt auf ein Zeichen des Leiters der Tanz mit ständig wiederholenden rhythmischen Bewegungen und Singsang zu monotonen musikalischen Klängen. Durch gleichzeitige optische Konzentration auf Kerzenflamme und Ikonen, akustische Konzentration auf Musik, Gesänge und Hyperventilation bei verstärkten ekstatischen Tanzrhythmen wird schließlich die Bewußtseinsumschaltung in einen Trancezustand erreicht. Durch plötzliche gellende Schreie mit Körperzuckungen und gelegentlichem Sturz zu Boden wird dieser Zustand beendet. Am 2. Tag ziehen die Feuerläufer nach dem Tieropfer mit den Ikonen des hl. Konstantin und der hl. Helena zu dem Festplatz. Um die Feuerstelle beginnen Tanz und Musik von neuem. Unter

¹ Akaia: durch Feuer nicht verletzbar

reger Anteilnahme einiger tausend Zuschauer tanzen die Feuerläufer so lange, bis sie von „den Heiligen besessen“ sind; danach geht der Tanz auf dem Feuer weiter, bis die Glut erloschen ist. Am 2. und 3. Abend wiederholt sich die Zeremonie des Feuerlaufens. Die griechisch-orthodoxe Kirche betrachtet den Ritus als heidnische Sitte dionysischen Ursprungs sehr kritisch.

Die Anwendung spezifischer hitze-isolierender Salben oder Lösungen zum Präparieren der Fußsohlen oder eine stark ausgeprägte Hornhautschicht an den Fußsohlen wurden mit Sicherheit ausgeschlossen. Es wird vielmehr die Frage nach einer psychogenen oder neurogen bedingten thermostabilisierenden Veränderung des Hautgewebes in den Vordergrund wissenschaftlicher Überlegungen gestellt. Hinzu kommen Annahmen über bio- und thermophysikalische Veränderungen der Wärmeleitfähigkeit. (Wärmeleitfähigkeit: Wärmemenge in Kalorien, die durch 1 cm² einer 1 cm dicken Schicht bei 1°C Temperaturdifferenz in 1 s hindurchgeht.)

Physiologische Grundlagen

Im Zusammenhang mit den extremen Temperaturen, die beim Feuerlaufen eine entscheidende Rolle spielen, ist die Haut als komplexes Organ und Einwirkungsort von wesentlichem Interesse. Sie ist gleichzeitig Spiegel verschiedenster psychischer Einflüsse (Stüttgen und Schaefer). Für den optischen Eindruck und die Reaktionsfähigkeit der Haut bei Kontakt mit aggressiven Reizen ist der Zustand der Hautoberfläche von besonderer Bedeutung. Chemisch-physikalische strukturelle Eigenschaften vereinigen sich offenbar zu einer die Haut schützenden Einheit. Diese schützenden bzw. Wärme-reduzierenden Faktoren sollen im einzelnen, soweit sie zum Verständnis der Pyrovasie notwendig sind, im Zusammenhang mit der physikalischen Temperaturregulation dargestellt werden. Die thermophysikalischen Bedingungen der Wärmeabgabe zur Konstanterhaltung der Körpertemperatur und Erniedrigung der Erträglichkeitsgrenze für hohe Temperaturreize lassen sich nach Rein und Schneider zweifach untergliedern:

1. Wärmetransport an die Oberfläche;
2. Wärmeabstrom von der Oberfläche.

ad 1. Der Wärmetransport ist abhängig von der Temperaturdifferenz Körperkern–Oberfläche und deren Wärmedurchgangszahl (Wärmemengeabgabe bei 1°C Temperaturdifferenz Kern–Oberfläche in 1s). Die Variabilität der Durchblutung, besonders der Extremitätenenden, ist erheblich aufgrund der großen Oberflächen-Volumenquotienten (kleiner Körper). Die Hautgefäße sind in etagenartigen, weitmaschigen Gefäßnetzen ein wichtiger Blutspeicher sowie idealer „Kühlapparat“ (Koeppen). Die hohen lokalen Temperaturreize der Feuersglut bei der Pyrovasie verursachen eine extreme Weitstellung der Gefäße, Minutenvolumenanstieg, kompensatorische viszerale Vasoconstriktion und zusätzliche Eröffnung arterio-venöser Anastomosen. Dagegen steht bei hoher Außentemperatur der Nachteil einer geringen Temperaturdifferenz Körperkern–Körperschale mit einer entsprechend hohen Wärmeleitzahl (geringe Wärmeabgabe). Die gesteigerte zusätzliche Wärmebildung durch erhöhte Muskeltätigkeit während des Tanzes bedeutet eine weitere thermoregulatorische Belastung. Die erhöhte Wärmeabgabe erfolgt durch eine Änderung der physikalischen Temperaturregulation auf höherem Niveau der Körpertemperatur mittels Sollwertverstellung (Rein und Schneider).

ad 2. Die Wärmeabgabe von der Oberfläche erfolgt durch Leitung, Konvektion, Strahlung und Verdunstung. Wesentlich ist hierbei die Temperaturdifferenz

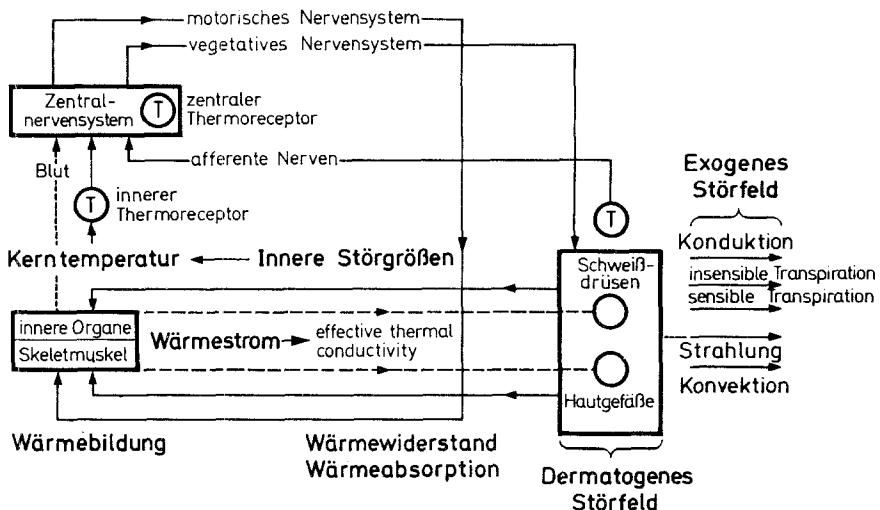


Abb. 1. Allgemeine Regulation der Körpertemperatur (nach Stüttgen und Schaefer)

Umgebung—Oberfläche. Die Dicke der hauatanliegenden Grenzschicht ist ein weiterer Faktor, der bei der Wärmeabgabe eine Rolle spielt. Diese Luftsicht wird unter anderem von der Windgeschwindigkeit und dem Radius der Wärme des wärmeabgebenden Körpers bestimmt. Mittels der Laufgeschwindigkeit beim Feuertanz wird die Grenzschicht erheblich reduziert, damit die Wärmeabgabe deutlich verbessert. Bereits bei einem Wind von 2 cm/s wird die Luftsicht von 4—8 mm auf 1 mm verringert (Rein und Schneider). Bei kleinerem Radius (Fuß) wird die Grenzschicht ebenfalls reduziert.

Die Wasserverdunstung als weiteres wesentliches Mittel des Wärmeentzuges ist besonders an den Fußsohlen ausgeprägt (Verteilung der Schweißdrüsen $620 \pm 120 \text{ cm}^2$, Stüttgen und Schaefer). Durch die geringe Luftfeuchtigkeit, z. B. zum Jahreszeitpunkt der Pyrovasie, wird die Wasserdampfabbgabe erleichtert. Die Fußsohenschweißdrüsen reagieren wesentlich stärker auf psychische Erregungen als auf thermische Reize. Unter Stress können die Haut- und Schweißdrüsen auf die 20fache Dichte zunehmen (Stüttgen und Schaefer).

In der Regulation des Gleichgewichtes der Wärmebilanz ist neben peripher-lokalen Mechanismen ein zentrales Regelzentrum mit Wärmerezeptoren verantwortlich, das mit der Hautdurchblutung, Transpiration und dem Wärmefreisetzen im Stoffwechsel verknüpft ist (Stüttgen und Schaefer, s. Abb. 1). Untersuchungen im Zusammenhang mit dem autogenen Training zeigten, daß periphere Durchblutung und zentral-psychisches Erleben eng zusammenhängen (Stüttgen und Schaefer, s. Abb. 2).

Im Schmerzerleben, ausgelöst z. B. durch periphere thermische Stimuli, spielen subcorticale Hirnstrukturen, insbesondere die Formatio reticularis mit Leitungs- und Integrationsfunktionen aller sensorischen Signale sowie das limbische System eine entscheidende Rolle. Melzack und Wall entwickelten 1965 eine neurophysiologische Schmerztheorie, die „gate-control theory“. Neurale Übertragungsprozesse für afferente sensorische Schmerzimpulse werden in den Hinterhörnern

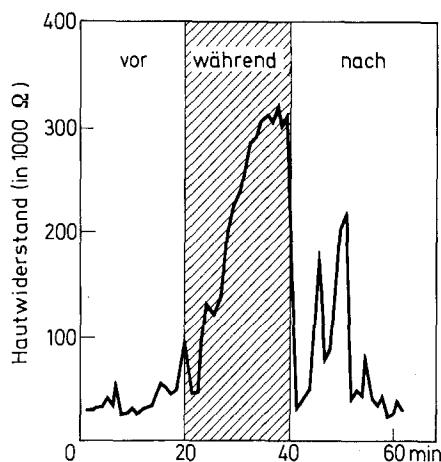


Abb. 2. Schneller Anstieg des elektrischen Hautwiderstandes während einer Meditation (nach Stuttgen und Schaefer)

des Rückenmarks durch einen spezifischen präsynaptischen „Tormechanismus“ (spinal gating mechanism) mittels antagonistisch wirksamer Nervenfasern (A-delta- und C-Fasern) gesteuert. In diese Steuerung greifen zusätzlich corticospinale Bahnen ein. Im Sinne eines Triggermechanismus passieren die Schmerzimpulse das „gate“ zentralwärts. Im umfangreichen Afferenzspektrum der Kerne des limbischen Systems mit reziproken Verbindungen zur Formatio reticularis findet nachweislich die zentrale Verarbeitung der Schmerzprozesse statt. Klinische Untersuchungen nach neurochirurgischen Operationen (frontale Cingulotomie, Foltz und White zit. nach Melzack) zeigten eine deutliche Reduktion schwerer Schmerzzustände.

Nach *neueren Untersuchungen*, die besonders im Zusammenhang mit dem Feuerlaufen interessant sind, wurde 1969 von Hadjiminas in experimentellen physiologischen Untersuchungen an Hunden festgestellt, daß selektiv an den Hundepfoten unabhängige periphere thermophysiologische Mechanismen vorliegen, die durch Veränderungen der Durchblutungsgröße und des zirkulierenden Blutvolumens die Hauttemperatur reduzieren (signifikante Abnahme des Gefäßwiderstandes jenseits 50°C entsprechend der Größe bei 21—28°C). Bei einer Umgebungstemperatur von 44—50°C, bei der es bereits zu Hautschäden kommt, blieb durch diesen Mechanismus die Hauttemperatur im physiologischen Bereich.

Untersuchungsmethoden

Wir haben klinisch-psychiatrische Untersuchungen an vier griechischen Feuerläufern vorgenommen und zwar:

1. Physio-polygraphische Ableitungen (EEG, EKG, psychogalvanischer Reflex) vor und nach der Pyrovasie.
2. Neurologische und psychiatrische Untersuchungen vor und nach Pyrovasie mit zusätzlichen Tonbandaufzeichnungen von Interviews der Feuerläufer und Musikmaterial.
3. Laborklinische Untersuchungen (Differentialblutbild, Elektrolyte, BSG).
4. Temperaturmessungen mit der Apparatur: „Ferro-Electrique“
 - a) bei Feuer
 - b) Kerzen-Test

5. Foto- und Filmmaterialien.
6. Verhaltensbeobachtungen während der Pyrovasie.
7. Ethnologisch-soziologische Feldbeobachtungen.

Wir fanden folgende Ergebnisse:

ad 1. Elektroenzephalographische Ableitungen an 4 Feuerläufern einen Tag vor und einen Tag nach der Pyrovasie (s. Abb. 3 und 4). EEG-Befunde: Bei allen EEG-Ableitungen kein klinisch pathognostisch verwertbarer Befund. Lediglich Vigilanzschwankungen entsprechend Stadium A vor der Pyrovasie und Intensivierung der subvigilen Fluktuation bis zum Stadium B nach der Pyrovasie. EKG-Befund:

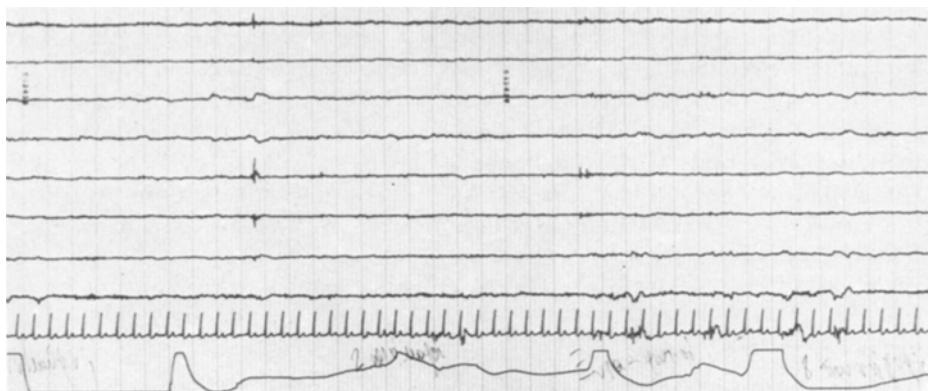


Abb. 3. EEG, EKG und PSG-Ableitungen bei einem Pyrovaten 1 Tag vor der Pyrovasie



Abb. 4. EEG-Ableitung bei demselben Pyrovaten 1 Tag nach der Pyrovasie

Tachykarde Reaktionen vor der Pyrovasie. Psycho-galvanischer Reflex: Psycho-reaktive Sensationen bei bestimmten provozierenden Fragen über den Erfolg einer bevorstehenden Pyrovasie: z. B.: „Glauben Sie, daß Sie morgen auf den glühenden Kohlen laufen können, oder würden Sie davor zurückschrecken? Sind Sie sicher, daß Sie sich nicht die Füße verbrennen?“

ad 2. Neurologischer Befund: insgesamt unauffällig. Psychischer Befund: allgemeiner Eindruck unauffällig. Wachbewußtsein voll orientiert; Konzentration und Aufmerksamkeit: keine illusionären Verkennungen, keine Konzentrationsstörungen. Denken und Intelligenz: einfach strukturiertes Denkvermögen, formal und inhaltlich: unauffälliger Denkablauf. Keine psychotischen Erlebnisse. Stimmung und Affekt: Antriebssteigerung, dysphorische Stimmungslage, labiles Affektverhalten. Mnestik und Merkfähigkeit intakt. Besondere Erlebens- und Verhaltensweisen: auffällig war eine ausgeprägte Fixierung auf die Problematik der Pyrovasie. Weiterhin war eine latente aggressive Stimmung zu bemerken, die z. T. auf die Ablehnung von seiten der Kirche und einen Teil der Mitbewohner des Dorfes zurückgeführt wird, die die Feuerläufer als teuflische Scharlatane ansehen. Der psychische Befund nach der Pyrovasie zeigte eine Zunahme der Antriebssteigerung, der Affektlabilität und allgemeinen Dysphorie. Auffällig war der schnelle Wechsel zwischen Dysphorie und Euphorie.

ad 3. Laborklinische Untersuchungsbefunde: insgesamt unauffällig (Differentialblutbild, Blutsenkung, Elektrolyte)².

ad 4. Es wurden fortlaufend Temperaturmessungen mit der Apparatur „Ferro-Electrique“ durchgeführt: Die glühenden Kohlen, die auf einen Durchmesser von 8 m verteilt waren, wurden in regelmäßigen Abständen von 14.00—21.30 Uhr an verschiedenen Punkten der Peripherie und des Zentrums gemessen. Es ergaben sich unterschiedliche Temperaturen bei glühenden Kohlen, Asche und Staub.

ad 5-7. Weitere Ausführungen. Mittels Filmanalyse wurde die Anzahl der Personen, die Zeitspanne und die Häufigkeit der Intervalle ermittelt. Das Intervall ergibt sich aus Kontaktzeit (Dauer der Berührung der Fußhaut mit der Pyra) und Flugzeit (Dauer des fehlenden Kontaktes mit der Pyra). Es konnte festgestellt werden, daß durchschnittlich die Pyrovaten 4—6 Intervalle durchführten. Die durchschnittliche Kontaktzeit betrug 0,20—0,25 s, die Flugzeit 0,35—0,40 s. Die Dauer des Feuerlaufens betrug maximal 3—4 s. Die doppelte Flugzeit erklärt sich durch den Laufschritt des anderen Fußes.

Hypothese

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse einschließlich der Feldbeobachtungen zeigten sich keine Verbrennungserscheinungen. Wir nahmen an, daß das Feuerlaufen im Bereich der menschlichen Leistungsfähigkeit liegt.

² Wir danken Frau Dr. S. Athanasiadu vom Zentralkrankenhaus Saloniki für die Durchführung der laborklinischen Untersuchungen

Die Hypothese ergibt sich aus folgenden Feststellungen:

1. Kontaktzeit sehr kurz (0,20—0,25 s)
2. Geringe Wärmemenge der Pyra
3. Niedrige absolute Temperatur (180—220°C)
4. Lauftechnik

Die Feuerläufer benutzen eine entsprechende Lauftechnik — kurze intensive Berührungszeit mit festem abscherenden Druck — wodurch die Glut plötzlich ausgedrückt wird. Diese spezifische Abdrückbewegung der Feuerläufer diente gleichzeitig dazu, an der Haut sich festsetzende Glutpartikel abzustreifen. Dies wird durch das künstlich angelegte mobile Erdreich begünstigt.

5. Schlechte Wärmeleitfähigkeit der Haut.

Durch ein Laborexperiment, das die Bedingungen der Pyrovasie simulierte, sollten weitere Erkenntnisse gewonnen werden.

Laborexperiment

Das Ziel des Laborexperimentes bestand darin:

1. Bestimmung der Ausgangsbedingungen: Zimmertemperatur und maximale Temperatur der Pyra.
2. Bestimmung des Temperaturanstieges während vier bis sechs Kontaktzeiten an der Oberfläche des Meßwertaufnehmers.
3. Bestimmung des Temperaturanstieges bei Kontakten mit und außerhalb der Pyra. Der Meßwertaufnehmer wurde mit einem Hautpräparat³ überzogen.
- 3.1 Bestimmung des Temperaturanstieges mit Hautpräparat bei Dauerkontakt mit der Pyra.

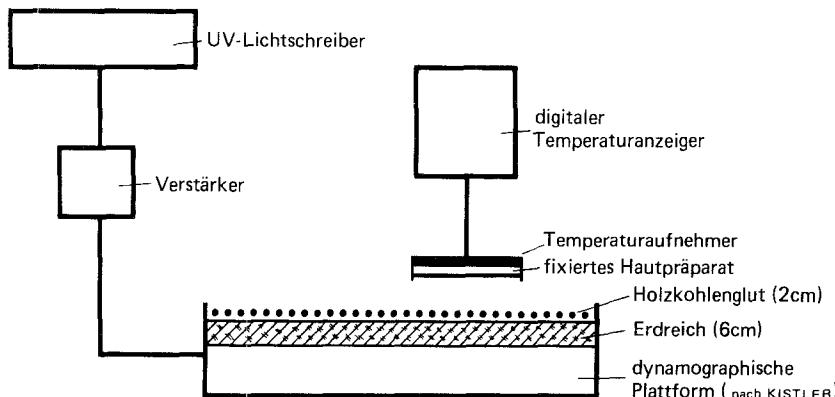


Abb. 5. Schematische Anordnung des Laborexperimentes

³ Das pathologisch unauffällige Hautpräparat (4×15 cm) stammt von einem 49jährigen, 4 h vor dem Experiment an Herzinfarkt verstorbenen männlichen Patienten. Das Hautpräparat wurde zur Verfügung gestellt vom Pathologischen Institut des Klinikums Westend der Freien Universität Berlin. Das Hautpräparat wurde an einer Fixiermasse (Holz) befestigt und überzog den Meßwertaufnehmer (plättchenförmig)

Aufbau des Laborexperimentes

Der Temperaturanstieg wurde mit Hilfe eines digitalen elektronischen Thermometers (Meßbereich -50° bis $+500^{\circ}\text{C}$) mit zwei speziell geeichten Temperaturfühlern (nadel- und plättchenförmig) bestimmt. Die aus der Filmanalyse gewonnenen Intervallzeiten konnten mittels einer dynamographischen Plattform (nach Kistler) bestimmt werden. Der Versuchsaufbau wurde wie folgt angeordnet (s. Abb. 5).

Versuchsdurchführung

Vor jedem Versuch wurden die Ausgangsbedingungen: Zimmertemperatur und maximale Temperatur der Pyra gemessen, um den Temperaturanstieg bei mehreren Kontakten mit der Pyra zu bestimmen. Dazu wurde der Temperaturaufnehmer, intervallmäßig durch ein Metronom zeitlich gesteuert, in die Pyra gedrückt. Der Temperaturanstieg wurde kontinuierlich am Digitalanzeiger abgelesen und die Intervalle registriert. Dabei wurde versucht, die spezielle Lauftechnik (Abdrückbewegung) der Pyrovaten im Experiment zu simulieren. Durch Sondendruck auf die dynamographische Plattform wird der entstandene Kraftimpuls ($P=F \times t$) durch den UV-Lichtschreiber registriert. Die Dauer der wirkenden Kraft (Dauer des Sondendrucks) ist der Kontaktzeit äquivalent. Somit konnte die zeitliche Folge der Intervalle kontrolliert werden.

Diskussion

Die Laborergebnisse ergaben bei einer Zimmertemperatur von 21°C und bei einer durchschnittlichen Temperatur der Pyra von 220°C (Dauermessung) bei gegebenen Intervallen entsprechend den Zeiten der Pyroasie einen unterschiedlichen Temperaturanstieg mit und ohne Hautpräparat. Es kann festgestellt werden, daß der Temperaturanstieg ohne Hautpräparat sofort beim ersten bis zweiten Kontakt (Kontaktdauer 0,20—0,30 s) einen durchschnittlichen Anstieg von 60°C erreichte. Die Schwankungsbreite der Temperatur erklärt sich aus der Beschaffenheit der Pyra: Anzahl der Glutpartikel, ihre Verteilung und der Aschebestandteile (s. Abb. 6). Bei weiteren Kontaktzeiten stieg die Temperatur nur gering an (10 — 20°C). Dies erklärt sich aus:

1. Der kurzen Kontaktzeit
2. Der doppelt so langen kontaktlosen Zeit
3. Der geringen Wärmemenge.

Die gemessenen Werte lassen feststellen, daß die Höhe der Temperatur ausreichen würde, die Haut stark zu verletzen. Demgegenüber zeigt das Experiment mit dem Hautpräparat bei 4 Kontaktzeiten 3°C und bei 10 Kontaktzeiten 7°C Temperaturanstieg (s. Abb. 7). Durch die simulierte Lauftechnik wurde die Glut ausgedrückt.

Darüber hinaus zeigte sich ein Temperaturanstieg von 7°C außerhalb des Feuers innerhalb einer halben Minute.

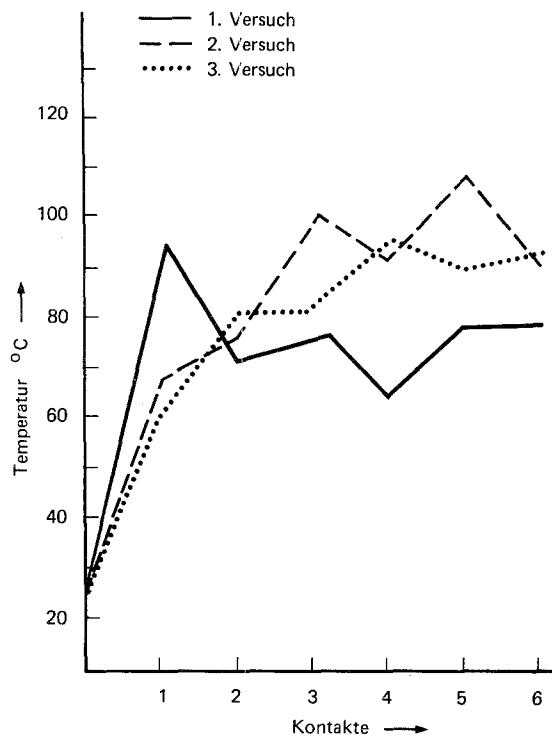


Abb. 6. Temperaturanstieg bei 6—8 Kontakten mit der Pyra ohne Hautpräparat

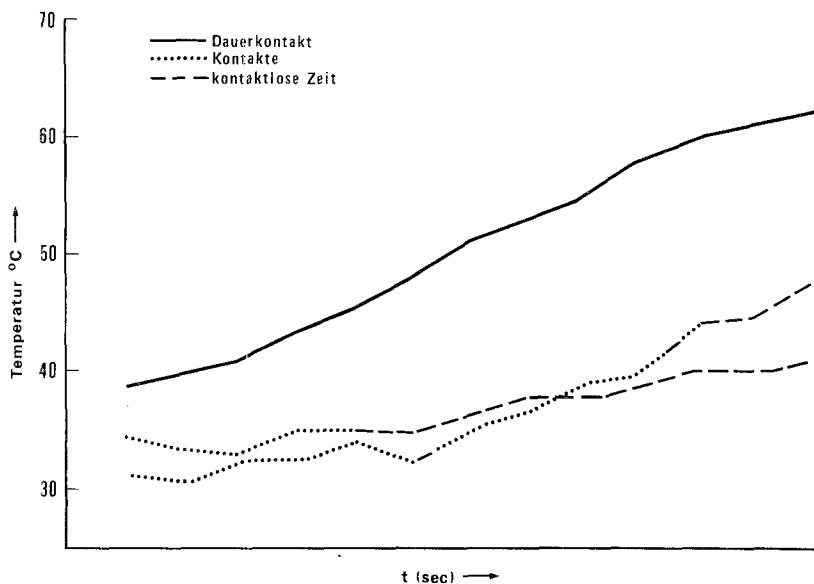


Abb. 7. Temperaturanstieg mit Hautpräparat bei Dauerkontakt, kontaktloser Zeit und mehreren Kontakten

Beim Dauerkontakt von $1\frac{1}{2}$ min konnte ein Temperaturanstieg bis über 70°C ermittelt werden.

Dieses Phänomen deutet darauf hin, daß die Haut ein schlechter Wärmeleiter ist, jedoch kommt es zu einem erheblichen Temperaturanstieg bei länger dauerndem Kontakt mit der Pyra, so daß die Haut beschädigt werden kann. Durch die reaktive Schweißsekretion verstärkt während der Flugzeit und dem zwischenzeitlichen Kontakt mit dem kühleren Erdreich außerhalb der Pyra zum schnelleren Wärmeaustausch kommt es nur zu einer geringen Wärmestauung.

Wir können demnach sagen, daß auf Grund aller Untersuchungsergebnisse das Phänomen der Pyrovasie vom medizinisch-thermophysikalischen Standpunkt aus erklärbar ist (Flugzeit, psychische Komponente, Lauftechnik). Das schließt nicht aus, daß weitere Untersuchungsmöglichkeiten, z. B. mittels biochemischer und psychophysiologischer Methoden (Telemetrie) weitere Aspekte der Pyrovasie ausgiebiger beleuchten können.

Die Untersuchungsergebnisse sprechen dafür, daß bei kurzen Berührungszeiten auch Untrainierte das Feuerlaufen bewerkstelligen können, vorausgesetzt, daß durch eine willkürliche Kontrolle der Gangtechnik unter Ausnutzung der Schutzschicht zwischen Haut und Glut die Hitzewirkung in erträglichen Grenzen bleibt. Die in der Literatur diskutierte Hypalgesie auf psychogener Basis durch affektgeladene psychische Haltung und autohypnotisch bedingte Regulation der Wärmeaustauschprozesse (Methaesthesia nach Selbach) könnte möglicherweise bei längeren Kontaktzeiten auf glühenden Kohlen oder Steinen eine Rolle spielen. Diskutiert wurde die multifaktorielle Genese der Hypalgesie.

Es ließen sich folgende Ergebnisse feststellen:

1. Die Persönlichkeiten der Feuerläufer zeigten keinerlei „paranormalen“, d. h. neurotische oder psychotische Persönlichkeitsveränderungen. Bei Vorbereitung und Durchführung des Rituals wurden keine äußeren technischen Hilfsmittel benutzt wie Drogen, Alkohol oder spezifisches Präparieren der Fußsohlen. Als Erklärung für die Unverletzlichkeit beim Feuerlaufen gaben die Pyrovaten als psychophysiologische Vorbereitung übereinstimmend an, daß eine konsequente asketische Lebensführung verstärkt in der Zeit vor und während der Pyrovasie die mystische Kraft gebe, ohne Zeichen einer Verbrennung durch das Feuer zu laufen. Hinzu komme eine weitgehende Identifikation mit den Heiligen und eine starke Glaubensüberzeugung urchristlicher Prägung, indem sich die Pyrovaten dem Schutze der Heiligen vollkommen überlassen.

2. Verhaltensbeobachtungen während des Feuerlaufes sowie Gesprächskontakte unmittelbar vor und nach der Pyrovasie zeigten einen deutlich hypnotischen Zustand der Pyrovaten mit ausgeprägter Konzentration auf innere Gefühle und Vorstellungen bei stark herabgesetzten Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsfunktionen für externe Stimuli (autohypnotische Analgesie).

3. Die gefilmten Bewegungsabläufe sprechen für naturwissenschaftliche Prinzipien: ausgesprochen kurze Berührungszeiten (0,2—0,3 s) der Fußhaut mit der Pyra (Anzahl der Intervalle gering, 4—5, wobei die Gesamtdauer der Intervalle 0,5—0,7 s betrug).

4. Aufgrund der kurzen Kontaktzeiten wird die kritische Grenze zum Auftreten von Verbrennungen nach bisherigen experimentellen dermatologischen Erfahrungen nicht überschritten (Stüttgen und Schaefer).

5. Nachfolgende Kontakte mit der kühleren Masse (nach 4—5 Intervallen), in diesem Fall mit dem Erdreich, erfolgten zum schnelleren Wärmeaustausch. Eine zusätzliche reaktive Schweißsekretion verminderte die Wärmestauung.

6. Bestimmte Fußbewegungen (Abdrückbewegung) dienten während des Feuerlaufens zum Auslöschen (Sinn des Rituals) und Abstreifen der Glut. Bedingung dafür ist eine geringe Schichtstärke der Glut.

7. Die beschriebene Technik der Pyrovasie (s. Filmanalyse) entspricht den in der Untersuchung beschriebenen Ergebnissen.

Literatur

- Alexopoulos, G.: Psychological and physiological aspects of anasthenaria. (unveröffentl. Manuskript)
- Attenborough, D.: Feuerlaufen. *Zschr. Wissenschaft und Religion* **1**, 47—50 (1967)
- Bagchi, B., Wenger, M.: Electrophysiological correlates of some Yogi exercises. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* (Suppl.) **7**, 132—149 (1957)
- Bassin, F. V., Platonov, K. K.: Verborgene Reserven des höheren Nervensystems. Stuttgart: Hippokrates 1973
- Birbaumer, N.: Physiologische Psychologie. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1975
- Buschan, G.: Feuerlaufen. *Dtsch. Med. Wschr.* **32**, 885 (1940)
- Brown, G. B.: The indian fire walk. *The Lancet* **2** (1935)
- Darling, C. R.: Fire walking. *Nature* **2**, 521 (1935)
- Dicara, L. V., Miller, N. E.: Changes in heart rate instrumentally learned by curarized rats as avoidance responses. *J. Comp. Physiol. Psychol.* **65**, 8—12 (1968)
- Ezios, R.: Implications of physiological feedback training. In: Ornstein: The nature of human consciousness, San Francisco: W. H. Freeman u. Co.; New York: The Viking Press 1973
- Evangelu, I.: I Goiteia toy Mystirioy. Athen: Dodoni (1971)
- Gastaut, H.: Vom Berger-Rhythmus zum Alpha-Kult und zur Alpha-Kultur. *Zschr. EEG-EMG* **5**, 189—199 (1974)
- Hadjiminas, J.: Effect of local temperature changes on vascular resistance. *The Dog. J. Physiol.* **217**, 29—30 (1971)
- Hirai, T.: Psychophysiology of zen. Tokyo: Igaku Shoin 1974
- Kasamatsu, A., Hirai, T.: An electroencephalographic study of the zen meditation (Zazen). *Folia psychiat. neurol. jap.* **20**, 315—336 (1966)
- Koeppen, S.: Krankheiten aus physikalischen Ursachen. *Klinik der Gegenwart* **5**, 377—417 (1957)
- Konstantinidis, K.: Paratirisis is tin Pyrovasian ton anastenaridon kai i pithani exigisis tis akaias. *Etaireia thrakikon Meleton* **16**, Athen (1953)
- Krandiditois, P.: Ta anastenaria os psychosomatikon phenomenon. *Arch. Thrakischer Schätzze*, **11** (1956)
- Kuretas, D.: Ta anastenaria (psychophysiologiki ermineia). Athen: Sandoz 1969
- Luthe, W.: Research and theory. In: Luthe, W. (Ed.): autogenic therapy. Vol. 4, New York: Grune and Stratton 1970
- Melzack, R.: The puzzle of pain. London: Penguin Book Ltd. 1973
- Melzack, R., Casey, K. L.: Sensory, motivational, and central control determinants of pain: a new conceptual model. In: Kenshalo, D. (Ed.): The skin senses, Springfield: C. C. Thomas, 1968
- Melzack, R., Wall, P. D.: Pain mechanisms: a new theory. *Science* **150**, 971 (1965)
- Michael-Dede, M.: The anastenari. From the psychological and sociological point of view. *Thrakiki*, Vol. **46**, Athens (1973)
- Naranjo, E., Ornstein, R.: On the psychology of meditation. New York: The Viking Press 1971
- Nowlis, D. P., Kamiya, J.: The Control of Electroencephalographic Alpha Rhythms Through Auditory Feedback and the Associated Mental Activity. *Psychophysiology* **6**, 476—484 (1970)

- Ornstein, R.: The nature of human consciousness. San Francisco: W. H. Freeman and Co. New York: The Viking Press 1973
- Ornstein, R.: Die Psychologie des Bewußtseins. Köln: Kiepenheuer u. Witsch 1974
- Pfeiffer, W. M.: Transkulturelle Psychiatrie. Ergebnisse und Probleme. Stuttgart: Thieme 1971
- Rawcliffe, D. H.: Illusions and delusions of the supernatural and the occult. New York: 1959
- Rein, H., Schneider, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1960
- Scharanankov, E.: Nestinarstvo (Feuergehen). Sofia: Medizin. Staatsverlag 1947
- Schultz, I. H.: Das Autogene Training (konzenttrative Selbstentspannung). Stuttgart: Thieme 1970
- Shapiro, D., Crider, A. B.: Operant electrodermal conditioning under multiple schedules of reinforcement. *Psychophysiology* 4, 168—175 (1967)
- Selbach, H.: Persönliche Mitteilung (1976)
- Stutten, G., Schaefer, H.: Funktionelle Dermatologie. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1974
- Trungpa, C.: Meditation in action. Berkeley, California: Shambala 1970
- Wallace, K. R., Benson, H.: The physiology of meditation. *Scientific American*, Feb. 84—90 (1972)

Eingegangen am 11. Oktober 1976