

## » Analgetische Wirkungen von natürlichen Schwefelbädern und Kältekammerexpositionen bei Fibromyalgie<sup>1</sup>

**Analgetic effects of natural sulphur baths and cold chamber expositions in fibromyalgia:** The analgesic effects of natural, thermoindifferent H<sub>2</sub>S full baths (20.4 mg H<sub>2</sub>S/l, 20 min) and cryochamber therapy (-67 °C, 1–3 min) were compared with a sham test without application in 17 patients with identified fibromyalgia syndromes (ACR criteria). Parameters measured were tenderness, heat pain and cryalgnesia thresholds (pressure algometry, Peltier thermode) as well as actual pain intensity and general well-being (VAS). The pain thresholds were determined by comparing both forearms with one not being bathed or exposed to coldness. Following the natural sulphur bath, pain sensitivity was significantly or even very significantly increased in all qualities tested. Analogous effects were also observed after cryochamber therapy with a significantly slighter rise of the heat-pain threshold ( $p < 0.05$ ). The analgesic effects of the sulphurated bath could be demonstrated on the not bathed extremity as well, whereas they did not occur on the isolated arm in the cryochamber. After both applications, actual pain intensity and general well-being were improved with high significance (-12 to -32%). Altogether it can be stated that both natural sulphur baths and cryochamber expositions are analgesically effective in fibromyalgia, the sulphur baths apparently acting systematically, the cryochamber mainly topically.

**Key words:** Natural sulphuric baths – cold chamber expositions – fibromyalgia – pain thresholds – visual analogue scales

**Zusammenfassung:** Die analgetischen Wirkungen von natürlichen thermoindifferenten H<sub>2</sub>S-Vollbädern (20,4 mg H<sub>2</sub>S/l, 20 min) und Kältekammerexpositionen (-67 °C, 1–3 min) wurden bei 17 Patienten mit nachgewiesenem Fibromyalgie-Syndrom (ACR-Kriterien) vergleichend zu einem Leerversuch ohne Anwendung geprüft. Meßparameter waren Druck-, Hitze- und Kälteschmerzschwellen (Pressure-Algometrie, Peltier-Thermode) sowie aktuelle Schmerzintensität und allgemeines Wohlbefinden (VAS). Die Schmerzschwellen wurden jeweils am Unterarm im Seitenvergleich bestimmt, wobei ein Arm nicht gebadet bzw. der Kälte ausgesetzt wurde. Nach dem Schwefelbad war die Schmerzempfindlichkeit in allen geprüften Qualitäten signifikant bzw. hochsignifikant angehoben. Analoge Wirkungen

Chr. Gutenbrunner<sup>1,3</sup>, G. Englert<sup>3</sup>, M. Neues-Lahusen<sup>3</sup>, A. Gehrke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Balneologie und Medizinische Klimatologie (Leiter: Prof. Dr. med. Chr. Gutenbrunner), Medizinische Hochschule Hannover

<sup>2</sup> Klinik für Physikalische Medizin und Rehabilitation (Direktor: Prof. Dr. med. A. Gehrke), Medizinische Hochschule Hannover

<sup>3</sup> Institut für Balneologie und Rehabilitationsforschung (Leiter: Prof. Dr. med. Chr. Gutenbrunner), Bad Nenndorf

zeigten sich auch nach Kältekammertherapie, wobei die Anhebung der Hitzeschmerzschwelle signifikant schwächer war ( $p < 0,05$ ). Die analgetischen Effekte des Schwefelbades waren auch an der nichtgebadeten Extremität nachweisbar, während sie am kälteisolierten Arm in der Kältekammer nicht auftraten. Die aktuelle Schmerzintensität und das allgemeine Wohlbefinden wurden nach beiden Anwendungen hochsignifikant verbessert (-12 bis -32%). Insgesamt kann festgestellt werden, daß sowohl natürliche Schwefelbäder als auch die Kältekammerexposition bei Fibromyalgie analgetisch wirksam sind, wobei die Schwefelbäder offenbar systemisch, die Kältekammer überwiegend lokal wirken.

**Schlüsselwörter:** Natürliche Schwefelbäder – Kältekammerexpositionen – Fibromyalgiesyndrom – Schmerzschwellen – visuelle Analogskalen

### Einleitung

Das Fibromyalgiesyndrom ist ein chronisches Krankheitsbild, das durch schwer beeinflussbare Schmerzen der Skelettmuskulatur und des Kapsel-Bandapparates sowie häufig auch durch Schlafstörungen geprägt ist [42]. Die vermehrte Druckempfindlichkeit der Sehnenansätze ist wesentliches Kriterium der Diagnosesicherung [7,8,17,36]. Darüber hinaus leiden die Patienten häufig auch unter weiteren Störungen der vegetativen Regulation. So ist z. B. auch eine Verschiebung des thermischen Komfortempfindens bei Fibromyalgiepatienten nachgewiesen [16]. Als zentraler Pathomechanismus werden heute Veränderungen des Neurotransmitterstoffwechsels (Serotonin, Substanz P u.a.) diskutiert [25,43]. Da die Schmerzen bei Fibromyalgiepatienten therapeutisch schwer zu beeinflussen sind und eine kausale Behandlung bislang nicht bekannt ist, werden heute polypragmatische Behandlungsansätze empfohlen [19]. Somit ist die Frage nach einer möglichen analgetischen Wirkung physikalisch-therapeutischer und balneologischer Therapieformen bei Fibromyalgie nach wie vor von großem Interesse.

Natürliche Schwefelbäder werden traditionell sowohl bei entzündlich-rheumatischen als auch bei funktionellen und degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems angewandt. Bei serieller Anwendung wurden in offenen Studien mit natürlichen Schwefelwasserstoffbädern bei entzündlichen und degenerativen Gelenkerkrankungen günstige Wirkungen nachgewiesen [3,27,28]. Für thiosulfathaltige Bäder liegen auch vergleichende prospektive Studien mit positiven Ergebnissen vor [22–24]. Spezielle Untersuchungen bei Patienten mit Fibromyalgiesyndrom wurden bislang allerdings nicht publiziert. Als Mechanismus für die beobachteten günstigen Wirkungen der Schwefelbäder bei rheumatischen Erkrankungen wurden vor allem funktionell-adaptive Umstellungen der vegetativen Regulation und immunologische Effekte diskutiert [13]. In der älteren Literatur werden auch Anhebungen sensibler Schwellen beschrieben [29,38]. Eine neuere vergleichende Studie hat eine solche Schmerzschwellenverschiebung bei gesunden Versuchspersonen einwandfrei bestätigt [12,13].

Die Kältekammertherapie wurde in Deutschland in den 80er Jahren von Fricke [9] in die Rheumatherapie eingeführt [39]. Als direkte Wirkung dieser Therapieform kommen die bekannten analgetischen Effekte der lokalen Gewebskühlung mit Hemmungen des C-Faser-Systems und muskeldetonisierende Effekte in Betracht [30]. Wegen der nur kurzen Expositionsdauer ist es allerdings wahrscheinlicher, daß die klinisch beobachteten analgetischen Effekte der Kältekammertherapie [2] auf reflektorischen Hemmungen der Schmerzperzeption durch Erregung anderer afferenter Systeme beruht. Als weitere Wirkungsmechanismen werden immunologische und vegetative Effekte diskutiert [10]. Speziell bei Patienten mit Fibromyalgiesyndrom wurden analgetische Effekte der Kältekammertherapie berichtet [26,31], wobei neben einem Anstieg der Serum-Dopaminkonzentration deutliche Rückgänge der  $\beta$ -Endorphin-, Serotonin- und Kortisolkonzentrationen gefunden wurden [32].

So wurden in der vorliegenden experimentellen Studie mögliche Wirkungen natürlicher thermoneutraler Schwefelbäder auf die thermische und Druckschmerzempfindlichkeit sowie das aktuelle Schmerz- und Wohlbefinden bei Patienten mit Fibromyalgiesyndrom im Vergleich zur Kältekammertherapie und einer Kontrollphase ohne Anwendung untersucht.

## Methodik

Einschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie waren ein nach den ACR-Kriterien [36,37] bestehendes primäres Fibromyalgiesyndrom (syn. generalisierte Tendomyopathie), ein Lebensalter zwischen 30 und 70 Jahren sowie das weibliche Geschlecht. Das letztere Kriterium wurde gewählt, um evtl. geschlechtsabhängige Inhomogenitäten bezüglich der Schmerzwahrnehmung und -bewertung auszuschließen [20]. Patientinnen mit isolierten Tendomyopathien, entzündlichen und schweren degenerativen Wirbelsäulen- und Gelenkerkrankungen, Polymyositis, Polymyalgia rheumatica sowie neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen wurden von der Studie ausgeschlossen. Darüber hinaus wurden Patientinnen mit schweren Stoffwechsel- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht in die Studie aufgenommen. Die primär vom behandelnden Rheumatologen gestellte Diagnose einer Fibromyalgie wurde im Rahmen einer klinischen Eingangsuntersuchung nach den ACR-Kriterien überprüft.

Das untersuchte Patientenkollektiv bestand aus 17 Frauen im Alter zwischen 42 und 70 Jahren (mittleres Alter:  $54,2 \pm 7,0$  Jahre). Die Patientinnen wurden voll über Ziel, Methodik und mögliche Risiken der Untersuchung aufgeklärt und nahmen freiwillig an der Studie teil. Alle Patientinnen nahmen im Sinne einer Bedarfsmedikation nichtsteroidale Antirheumatika ein. 82% der Patientinnen wurden darüber hinaus mit Amitriptylin-Präparaten behandelt.

Jede Patientin nahm an drei Vergleichsuntersuchungen (Kontrolle, Schwefelbäder, Kältekammerexpositionen) teil. Die Reihenfolge der Einzeluntersuchungen wurde nach dem lateinischen Quadrat systematisch variiert. Sämtliche Untersuchungen wurden am Vormittag zwischen 9.00 und 13.00 Uhr durchgeführt. Der Mindestabstand der Einzeluntersuchungen betrug 7 Tage.

Die Schwefelbäder wurden als Vollbäder unter Ausschluß eines Armes durchgeführt. Die jeweils 20minütigen Vor- und Nachruhephasen verbrachten die Patientinnen zugedeckt liegend auf einer Liege, die mittels Hebevorrichtung in das Bad abgesenkt werden konnte, so daß eine körperliche Aktivierung der Patientinnen nicht erfolgen mußte. Die Expositionszeit betrug 20 Minuten. Die Bäder wurden thermoindifferent ( $36^\circ\text{C}$ ) verabreicht. Das verwendete Schwefelwasser (Algesdorfer Waldquelle, Bad Nenndorf) enthielt  $20,4 \text{ mg H}_2\text{S/l}$ , wobei eine natürliche Schwankungsbreite von  $\pm 2 \text{ mg H}_2\text{S/l}$  in Kauf genommen werden mußte. Alle anderen Mineralwasserinhaltsstoffe lagen unterhalb der Schwellen, für die mit Badewirkungen zu rechnen ist [4].

Die Kältekammerexpositionen erfolgten nach der hierbei üblichen Methodik. Verwendet wurde eine Kältekammer (Criospace-cabin) der Firma Crio mit einer Innenraumgröße von  $4 \text{ m}^2$ . Die Temperatur der Kammer wurde auf  $-67^\circ\text{C}$  eingestellt, sie schwankte während der Versuche zwischen  $-65$  und  $-68^\circ\text{C}$ . Die Expositionszeit betrug 3 Minuten. Die Patientinnen betreten die Kältekammer in Badebekleidung und Mundschutz, die Akren wurden mittels Handschuhen, Schuhen und Ohrenschildern isoliert. Darüber hinaus wurde ein Arm mittels mehrerer Schichten Frotteehandtüchern und einer Isolierfolie aus Aluminium thermisch isoliert. Stärkere körperliche Aktivitäten waren während der Kältekammerexposition untersagt. Durch eine Glasscheibe und eine Gegensprechanlage bestand ständiger Kontakt mit dem Versuchsleiter. Vor- und Nachruhe erfolgten in konstantem Liegen, wobei die Patientinnen mit einer Wolldecke zugedeckt wurden.

Die Kontrolluntersuchung bestand in einer 60minütigen Ruhephase in konstantem Liegen, während derer dieselben Messungen wie während der Therapieversuche vorgenommen wurden. Auf eine Kontrolluntersuchung mit thermoneutralen chemisch indifferenten Wasserbädern konnte verzichtet werden, weil die spezifischen Wirkanteile der chemischen Inhaltsstoffe der verwendeten Schwefelbäder an der Beeinflussung von Schmerzschwellen bereits in einer vorangehenden vergleichenden Studie von denen gleichtemperierter Leitungswasserbäder abgegrenzt worden waren [12].

Die Hitze- und Kälteschmerzschwellen wurden mittels Peltier-Themode („Thermotest“, Firma Somedic) gemessen [11,35,40,41]. Gemäß dem vom Hersteller gelieferten Programm wurden je fünf Kalt- und Warmreize appliziert. Die mit  $1^\circ\text{C/s}$

zu- bzw. abnehmende Thermodontemperatur konnte von der Probandin mittels Druckknopf bei Schmerzeintritt sofort wieder in den Erträglichkeitsbereich zurückgestellt werden. Als aktuelle Schmerzschwelle wurde jeweils der Mittelwert aus den fünf Einzelmessungen definiert. Sämtliche thermischen Schmerzschwellen wurden an der Unterarminnenseite bestimmt, und zwar jeweils an beiden Armen, in den Verumversuchen also an der exponierten und der nichtexponierten Haut.

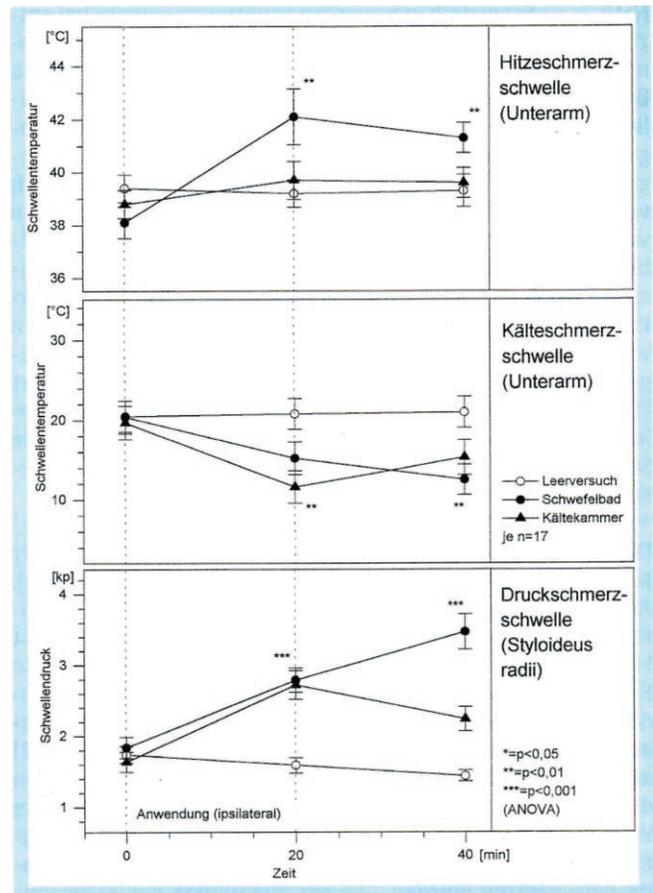
Die Druckschmerzschwellenbestimmungen erfolgten mit einem geeichten Druckalgotometer (pd&t; Meßbereich: 0,5–5,0 kg) mit einer runden Andruckspitze mit einem Durchmesser von 0,5 cm und einer Andruckgeschwindigkeit von 1 kg/s [6]. Die Auswertungen dieser Arbeit beschränken sich auf die am Styloideus radii beidseits gemessenen Druckschmerzschwellenwerte.

Vor und nach den therapeutischen Anwendungen bzw. der Kontrollphase wurde den Patientinnen eine von Piso [21] entwickelte 10 cm lange visuelle Analogskala vorgelegt, deren Endpunkte mit „kein Schmerz“ und „stärkster bisher erlebter Schmerz“ bezeichnet waren. Gefragt wurde nach Ruheschmerzen, Bewegungs- und Belastungsschmerzen sowie nach dem Globalschmerz im Bewegungssystem. Diese Skalen entsprechen der eingeführten und evaluierten Methodik der Schmerzverlaufsmessung [1]. Darüber hinaus wurde auf einer weiteren gleichlangen Analogskala nach dem allgemeinen körperlichen Wohlbefinden gefragt, wobei die Endpunkte mit „Ich fühle mich sehr unwohl“ bzw. „sehr wohl“ gekennzeichnet waren.

## Ergebnisse

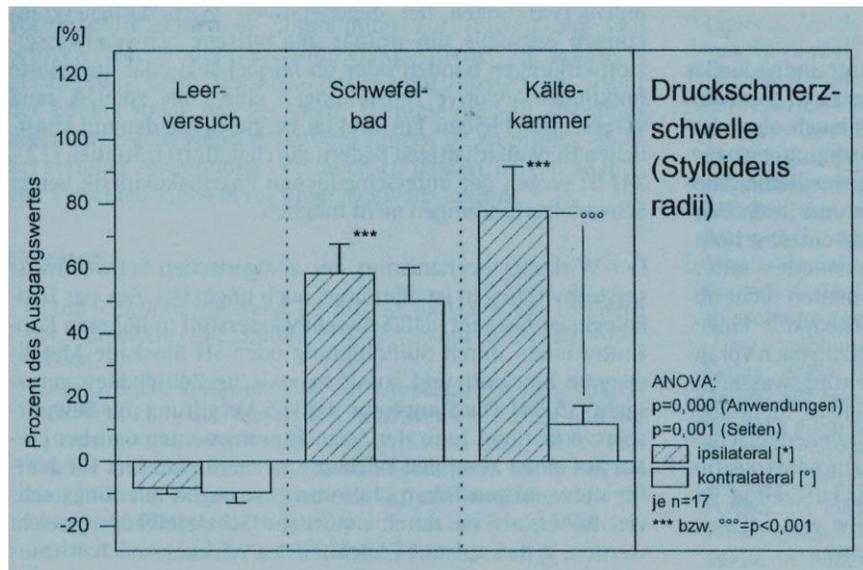
Wie Abb. 1 zeigt, stieg die Hitzeschmerzschwelle bis zum Ende des Schwefelbades signifikant an, während sie sich im Kontrollversuch und bei der Kältekammerexposition nicht signifikant veränderte. Der Anstieg der Schwellentemperatur betrug im Mittel 4 °C, was etwa 10% entspricht. In der Nachruhephase ging die Hitzeschmerzschwelle wieder leicht zurück, blieb aber auf einem gegenüber den Ausgangswerten und Kontrollen signifikant erhöhten Niveau. Die kälteschmerzauslösenden Temperaturen sanken sowohl im Schwefelbad als auch nach der Kältekammerexposition gegenüber den Kontrollen signifikant ab, wobei der Abfall 12–15% ausmachte. Interessanterweise ging die Schwellentemperatur in der Nachruhephase nach den Schwefelbädern weiter zurück, während sie im Kältekammerversuch wieder leicht anstieg. Besonders deutlich waren die Schwellenverschiebungen beim Druckschmerz nachweisbar. So nahm der Schwellendruck nach beiden Anwendungen signifikant um im Mittel ca. 1 kg entsprechend etwa 60–80% zu ( $p < 0,001$  gegenüber den Kontrollen). Dieser Anstieg setzte sich nach den Schwefelbädern auch in der Nachruhe weiter fort, während er nach den Kältekammerexpositionen wieder leicht rückläufig war. Insgesamt besitzen also sowohl die Schwefelbäder als auch die Kältekammerexpositionen bei Fibromyalgiepatienten analgetische Wirkungen, die sich mit den gewählten Schmerzschwellenbestimmungen eindeutig nachweisen ließen.

Wie erwähnt, wurden die Schmerzschwellen auch an einem jeweils nichtexponierten Arm kontrolliert. Am Beispiel der Druckschmerzschwelle ist in Abb. 2 der Vergleich zwischen ipsi- und kontralateraler Seite dargestellt, und zwar als Verände-



**Abb. 1** Mittlere Verläufe der mittels Peltier-Thermode an der Unterarminnenfläche ermittelten Hitze- und Kälteschmerzschwellen (Schwellentemperaturen in °C) sowie der mittels Pressure-Algometrie am Styloideus radii gemessenen Druckschmerzschwelle (Schwellendruck in kg) im Kontrollversuch (offene Kreise) sowie im thermoindifferenten Schwefelbad (geschlossene Kreise) und bei Kältekammerexpositionen (geschlossene Dreiecke) bei 17 Patienten mit Fibromyalgiesyndrom. Die Klammern kennzeichnen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte. Signifikanzangaben nach Varianzanalyse.

rung des Schwellendrucks bis zum Ende der Anwendung. Wie schon in der Voruntersuchung bei gesunden Versuchspersonen [12] waren die analgetischen Effekte beim Schwefelbad in vollem Umfang auch an der nicht gebadeten Extremität nachweisbar (Tab. 1). Demgegenüber fanden sich am nicht der Kälte exponierten Arm nach der Kältekammerexposition keine signifikanten Druckschmerzschwellenverschiebungen. Statistisch ließ sich somit im Seitenvergleich im Schwefelbad kein Unterschied nachweisen, während dieser nach Kältekammerexposition hochsignifikant war. Auch bei den thermischen Schmerzschwellen war ein entsprechendes Verhalten nachweisbar. Insgesamt kann gefolgert werden, daß die analgetischen Wirkungen der Schwefelbäder systemischen Charakter haben, während die der Kältekammerexposition überwiegend auf lokalen Mechanismen beruhen müssen. Hierfür sprechen auch die weitere Zunahme des Effektes in der Nachruhephase nach den Schwefelbädern und der gleichzeitig rückläufige Trend nach den Kältekammerexpositionen.

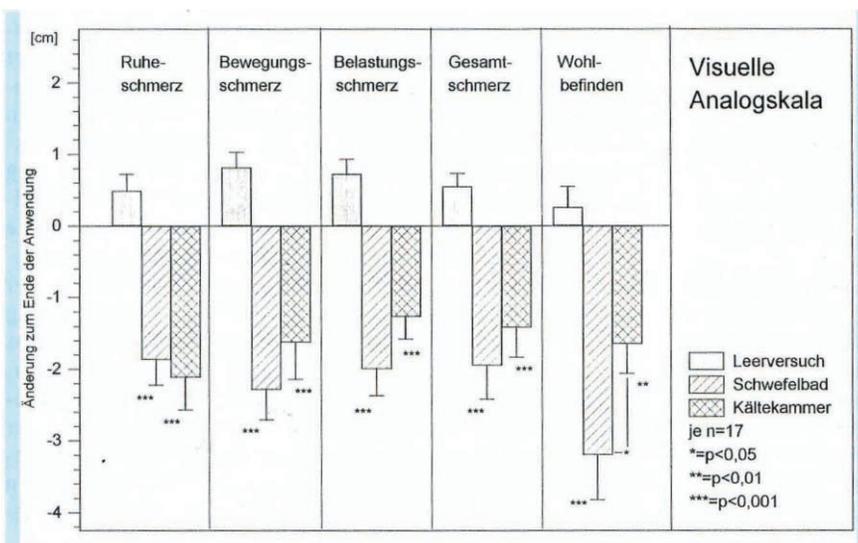


**Abb. 2** Vergleich der mittleren Veränderungen der Druckschmerzschwellen am Styloideus radii am exponierten und nichtexponierten Arm bei Ende des Schwefelbades und der Kältekammerexposition bzw. des Kontrollversuchs. Werte in Prozent des mittleren Ausgangswertes vor der Anwendung. Die Klammern kennzeichnen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte. Signifikanzangaben nach Varianzanalyse.

**Tab. 1** Mittlere prozentuale Änderungen der Hitze-, Kälte- und Druckschmerzschwellen am exponierten und nichtexponierten Arm bei Ende der Anwendung bzw. des Kontrollversuchs. Die angegebenen Streuungen stellen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte dar. Signifikanzangaben (ipsi- vs. kontralateral) nach Varianzanalyse (*kursiv* =  $p < 0,05$ ; **fett** =  $p < 0,001$ ).

	Hitzeschmerzschwelle	Kälteschmerzschwelle	Druckschmerzschwelle
Kontrollen			
ipsilateral	99,5 ± 0,51	102,0 ± 1,29	91,8 ± 1,84
kontralateral	100,1 ± 0,37	102,1 ± 1,11	90,3 ± 3,15
Schwefelbäder			
ipsilateral	<i>110,8 ± 3,03</i>	67,7 ± 6,92	158,7 ± 8,95
kontralateral	<i>106,0 ± 0,97</i>	77,7 ± 5,68	149,9 ± 10,45
Kältekammer			
ipsilateral	102,4 ± 1,41	53,2 ± 6,82	<b>177,8 ± 13,70</b>
kontralateral	98,4 ± 1,11	91,0 ± 7,70	<b>111,7 ± 5,75</b>

Von besonderem klinischen Interesse sind vor allem die mögliche Beeinflussung des aktuellen Schmerzzustandes sowie Veränderungen des Wohlbefindens, die auch Ausdruck einer möglichen positiven Beeinflussung des Leidensdruckes sein dürften. Wie Abb. 3 zeigt, fanden sich im Gegensatz zum Kontrollversuch sowohl nach den Schwefelbädern als auch nach den Kältekammerexpositionen statistisch hochsignifikante Reduktionen der Ruhe-, Bewegungs- und Belastungsschmerzen, die nach den Schwefelbädern im Mittel ca. 20%, nach den Kältekammerexpositionen 12–21% ausmachten. Signifikante Unterschiede in der analgetischen Wirkung bestanden zwischen den beiden Anwendungsformen nicht. Demgegenüber war die Verbesserung des Wohlbefindens nach den Schwefelbädern mit 31% gegenüber denen nach den Kältekammerexpositionen (18%) statistisch hochsignifikant. Es zeigt sich also, daß die mittels Schmerzschwellenbestimmungen nachgewiesenen analgetischen Wirkungen bei Fibromyalgiepatienten auch klinisch relevant sind.



**Abb. 3** Mittlere Veränderungen der mittels visuellen Analogskalen (10 cm) ermittelten aktuellen Schmerzen und des allgemeinen Wohlbefindens nach der Anwendung im Vergleich zum Zustand davor. Angegeben sind die absoluten Veränderungen in cm. Die Klammern kennzeichnen die Bereiche der mittleren Fehler der Mittelwerte. Signifikanzangaben nach Varianzanalyse.

## Diskussion

Die vorliegende Untersuchung wurde als intraindividuellem Vergleich zweier physikalisch-therapeutischer bzw. balneologischer Anwendungen mit einem sog. Leerversuch ohne Anwendung durchgeführt. Diese Versuchsanordnung hat den Vorteil einer direkten Vergleichbarkeit unterschiedlicher Therapieformen in Hinblick auf ihre Effektivität und ihren Wirkungsmechanismus. Nachteil ist allerdings, daß einzelne Komponenten der Wirkung und der Expositionsmodus unterschiedlich sind, so daß einzelne Wirkkomponenten nicht abgegrenzt werden können und die Vergleichbarkeit eingeschränkt ist. Die Wirkung der Schwefelbäder kann nach vorangehenden Untersuchungen im Vergleich zu Leitungswasserbädern als erwiesen gelten, da nur das Schwefelbad, nicht aber die reine Wasserimmersion zu Schmerzschwellenverschiebungen führt [12]. Aber auch bei den Kältekammerexpositionen kann davon ausgegangen werden, daß das kurzzeitige Betreten der Kammer ohne Temperaturreiz keine wesentlichen Einflüsse auf die Schmerzschwellen gehabt hätte.

Von besonderem Interesse ist der Vergleich der Schmerzschwellenmessungen an einer direkt exponierten und an einer nichtexponierten Extremität, da hierdurch zwischen lokalen und systemischen Wirkungen unterschieden werden kann. Mit den verwendeten Meßverfahren wurde sowohl die Oberflächen- (thermische Schmerzschwellen) als auch die Tiefensensibilität (Druckschmerzschwelle) geprüft und darüber hinaus bei einem chronischen Schmerzsyndrom die klinische Relevanz (visuelle Schmerz-Analogskalen). In Hinblick auf rehabilitative Fragestellungen ist die Messung einer die Lebensqualität betreffende Outcome-Dimension (Wohlbefindens-Analogskala) von besonderer Bedeutung. Dieser Bereich müßte bei einer noch durchzuführenden Langzeituntersuchung allerdings noch ausgebaut werden.

Die Ergebnisse erweisen, daß natürliche Schwefelbäder mit einer Schwefelwasserstoffkonzentration von ca. 20 mg H<sub>2</sub>S/l eine deutliche Schmerzdämpfung bewirken, die bei allen geprüften Schmerzqualitäten nachweisbar war und bei Fibromyalgiepatienten die Krankheitssymptomatik deutlich bessern kann. Hierdurch kommt es auch zu einer wesentlichen Verbesserung des allgemeinen Wohlbefindens. Als Ursache für diese Wirkung kommt sowohl eine Beeinflussung peripherer Schmerzrezeptoren als auch der zentralen Schmerzperzeption durch den resorbierten Schwefelwasserstoff in Betracht. Die gute Resorbierbarkeit dieses Badeinhaltsstoffes ist bereits in älteren Untersuchungen nachgewiesen worden [5]. Eine rein lokale Schwefelwirkung kann insofern ausgeschlossen werden, als die Schmerzschwellenverschiebungen auch an der nicht gebadeten Extremität in vollem Umfang nachweisbar waren und in der Nachruhe weiter zugenommen haben.

Wirkungen natürlicher Schwefelbäder auf die Sensibilität der Haut wurden erstmals von Schindewolf [29] und Weigmann [38] publiziert. Sie berichteten über eine Herabsetzung der Kälte- und eine Steigerung der Wärmeempfindung sowie eine Juckreizdämpfung. Legler [18] konnte darüber hinaus bei Patienten mit degenerativen Gelenkerkrankungen analgetische Wirkungen von Schwefelwasserstoffsprühbädern nachweisen, die in ihrem Ausmaß von der Schwefelwasserstoffkonzentration des verwendeten Heilwassers abhängig waren. Ob es sich bei den von Schick [27,28] nachgewiesenen klinischen Schwe-

felbäderwirkungen bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen ebenfalls um primär analgetische Schwefelwasserstoffwirkungen handelt oder ob hierbei sekundär ausgelöste funktionell-adaptive Umstellungen eine Rolle spielen, muß vorerst offen bleiben. Ein direkter Vergleich mit den mit künstlichen thiosulfathaltigen Bädern durchgeführten Studien [22–24] ist wegen der unterschiedlichen Pharmakokinetik beider Schwefelverbindungen nicht möglich.

Der Wirkungsmechanismus der analgetischen Schwefelwasserstoffwirkungen ist allerdings noch ungeklärt. Aus der Toxikologie ist bekannt, daß Schwefelwasserstoff in höheren Konzentrationen durch Sulfidbildung oder SH-Blockade Metallenzyme blockiert und somit hypoxische Zellschäden verursacht [15,34]. Die Symptome der H<sub>2</sub>S-Vergiftung mit Bewußtseinsverlust und zentraler Atemlähmung deuten darüber hinaus auf einen zentralen Wirkungsmechanismus hin. Die hierfür notwendigen Inkorporationsdosen liegen allerdings sehr viel höher, als sie durch natürliche Schwefelbäder erreicht werden, so daß auf eine Gleichheit des Wirkungsmechanismus nicht geschlossen werden kann.

Auch die Kältekammerexposition besitzt, wie die Ergebnisse zeigen, analgetische Effekte in vergleichbarem Ausmaß, wenngleich die Hitzeschmerzschwelle unbeeinflusst blieb. Entsprechende Ergebnisse wurden bereits früher mitgeteilt, wobei allerdings niedrigere Temperaturen zur Anwendung gekommen waren [26,31]. Auffällig war im Vergleich mit den Schwefelbädern, daß die Effekte an der nichtexponierten Extremität nicht nachweisbar waren und nach Ende der Anwendung eine rückläufige Tendenz zeigten. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß die analgetischen Wirkungen der Kältekammertherapie denen lokaler Kälteanwendungen beispielsweise durch Kaltluft oder flüssigen Stickstoff entsprechen. Sie beruhen auf einer direkten Gewebskühlung und der daraus resultierenden Hemmung der Leitgeschwindigkeit sensibler Neurone [30]. Es ist aber auch denkbar, daß die starke Reizung der Kaltafferenzen im Sinne einer „Counter irritation“ eine Hemmung der Schmerz Wahrnehmung bewirkt [14]. Eine zentrale Wirkung ist insofern ausgeschlossen, als an der nicht der Kälte exponierten Extremität keine Schmerzschwellenverschiebungen nachweisbar waren.

Für die Behandlung des Fibromyalgiesyndroms dürfte den vorliegenden Ergebnissen große praktische Bedeutung zukommen. Da eine kausale Therapie für dieses Krankheitsbild bisher nicht bekannt ist, stellt die Analgesie ein wesentliches Therapieziel dar. Dabei ist das Ausmaß der analgetischen Wirkungen sowohl nach Schwefelbädern als auch nach Kältekammerexpositionen größenordnungsmäßig durchaus relevant. Wichtig ist auch die Feststellung, daß sich auch das allgemeine Wohlbefinden der Patientinnen steigern ließ, ein Faktor, dem für die Behandlung von Fibromyalgiepatienten eine zentrale Bedeutung zukommt, zumindest solange das Therapieziel der Schmerzfreiheit nicht erreicht werden kann [33]. Auffällig war hierbei allerdings, daß die Steigerung des Wohlbefindens durch die Schwefelbäder stärker war als nach den Kältekammerexpositionen. Diese Tatsache dürfte mit der beim Fibromyalgiesyndrom häufig gestörten Thermoregulation mit der klinisch vielfach zu beobachtenden erhöhten Kaltempfindlichkeit in Zusammenhang stehen. Entsprechende Empfindungen wurden auch von einem Großteil der an der Studie teilnehmenden Patientinnen geäußert.

Vor einer allgemeinen Empfehlung zur Anwendung von Schwefelbädern oder Kältekammerexpositionen zur Schmerzbekämpfung beim Fibromyalgiesyndrom müssen die Dauer der Effekte sowie das geeignete Therapieintervall allerdings noch untersucht werden. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob es bei serieller Anwendung evtl. auch zu längerfristigen adaptiven Verschiebungen der Schmerzschwelle kommt.

## Literatur

- <sup>1</sup> Anton F. Schmerzmessung. In: Zenz M, Jurna I (Hrsg). Lehrbuch der Schmerztherapie. Stuttgart: Wiss. Verlagsgesellschaft; 1993; 35–44
- <sup>2</sup> Birwe G, Fricke R, Hartmann R. Ganzkörperkältetherapie (GKKT) – Beeinflussung der subjektiven Beschwerdelinderung und der Gelenkfunktion. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 1989; 18:11–15
- <sup>3</sup> Brückle W. Indikationen und Kontraindikationen der Schwefelbäder für die Behandlung entzündlich-rheumatischer Erkrankungen. In: Pratzel HG (Hrsg). *Sulphur in Health Resort Medicine*. Geretsried: I.S.M.H.-Verlag; 1995; 81–83
- <sup>4</sup> Brückle W. Bad Nenndorf, Entwicklung eines Rheuma-Heilbades. Stuttgart: Schattauer-Verlag; 1996;
- <sup>5</sup> Dirnagl K, Drexel H, Quentin KE. Untersuchungen mit Radio-schwefel im Hinblick auf die Schwefelresorption bei der Balneotherapie. *Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk.* 1956; 3:643–652
- <sup>6</sup> Fischer AA. Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain* 1987; 30:115–126
- <sup>7</sup> Fischer AA. Muscle Spasm in Fibromyalgia – Documentation in Clinical Practice. In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991a; 86–97
- <sup>8</sup> Fischer AA. Pressure Dolorimetry for Differential Diagnosis of Pain in Rheumatology Practice. In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991b; 87–194
- <sup>9</sup> Fricke R. Ganzkörperkältetherapie in einer Kältekammer mit Temperaturen um – 110 °C. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 1989; 18:1–10
- <sup>10</sup> Fricke R. Immunmodulation unter physikalischer Therapie. *Phys Rehab Kur Med* 1998; 8:14
- <sup>11</sup> Fruhstorfer H, Lindblom U, Schmidt WC. Method for quantitative estimation of thermal thresholds in patients. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1976; 39:1071–1075
- <sup>12</sup> Gutenbrunner Chr, Kopetzki K, Neues-Lahusen M. Beeinflussung der Schmerzempfindlichkeit gesunder Versuchspersonen durch natürliche Schwefelbäder. *Phys. Rehab. Kur. Med.* 1999; 9:20–24
- <sup>13</sup> Gutenbrunner Chr, Hildebrandt G (Hrsg). *Handbuch der Balneologie und medizinischen Klimatologie*. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest, Hongkong, London, Mailand, Paris, Santa Clara, Singapur, Tokyo: Springer-Verlag; 1998;
- <sup>14</sup> Handwerker HO. Nozizeption und Schmerz. In: Schmidt RF (Hrsg). *Neuro- und Sinnesphysiologie*. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokyo: Springer-Verlag; 1995; 249–261
- <sup>15</sup> Henschler D. Wichtige Gifte und Vergiftungen. In: Forth W, Henschler D, Rummel W (Hrsg). *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. Mannheim, Wien, Zürich: B.I.-Wissenschaftsverlag; 1988; 739–808
- <sup>16</sup> Kosek E, Ekholm J, Hansson P. Sensory dysfunction in fibromyalgia patients with implications for pathogenic mechanisms. *Pain* 1996; 68:375–383
- <sup>17</sup> Lautenschläger J. Die Erfassung der Druckpunkte bei generalisierter Tendomyopathie (Fibromyalgie). In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991; 95–104
- <sup>18</sup> Legler B. Vergleichende Studie zur analgetischen Wirksamkeit von H<sub>2</sub>S- und HS-Sprühbädern. München: Med. Diss., LMU; 1994;
- <sup>19</sup> Miehle K. Systemische und lokale Pharmakotherapie bei der generalisierten Fibromyalgie. In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991; 267–269
- <sup>20</sup> Offenbächer M, Glatzeder K, Ackenheil M. Psychische Belastung und Depressivität: geschlechtsspezifische Unterschiede bei Fibromyalgie. *Phys Rehab Kur Med* 1998; 8:155
- <sup>21</sup> Piso U. Persönliche Mitteilung. 1998
- <sup>22</sup> Pratzel HG, Tent G, Weinert D. Zur analgetischen Wirkung eines thiosulfathaltigen Bades bei Tendomyopathien. In: Pratzel HG (Hrsg). *Sulphur in Health Resort Medicine*. Geretsried: I.S.M.H.-Verlag; 1995a; 101–107
- <sup>23</sup> Pratzel HG; Aigner UM, Weinert D, Limbach B. Zur analgetischen Wirkung eines Schwefelmoorbades bei weichteilrheumatischen Beschwerden. In: Pratzel HG (Hrsg). *Sulphur in Health Resort Medicine*. Geretsried: I.S.M.H.-Verlag; 1995b; 109–115
- <sup>24</sup> Pratzel HG, Fuchs N, Weinert D, Limbach B. Zur analgetischen Wirkung eines Schwefelmoorbades bei Osteoarthritis und Spondylose. In: Pratzel HG (Hrsg). *Sulphur in Health Resort Medicine*. Geretsried: I.S.M.H.-Verlag; 1995c; 117–120
- <sup>25</sup> Russell IJ. Advances in Fibromyalgia: Possible Role for Central Neurochemicals. *Am. J. Med. Sci.* 1998; 315:377–384
- <sup>26</sup> Samborski W, Stratz T, Sobieska M, Mennet P, Müller W. Intraindividuelle Vergleich einer Ganzkörperkältetherapie und einer Wärmebehandlung mit Fangopackungen bei der generalisierten Tendomyopathie. *Z. Rheumatol.* 1992; 51:25–30
- <sup>27</sup> Schick B. Wirksamkeit und Verträglichkeit von Schwefel-Sole-Bädern im Therapievergleich mit Sole-Bädern bei Patienten mit zervikaler und lumbaler Spondylose. München: Med. Diss., LMU; 1995
- <sup>28</sup> Schick B, Herklotz R, Legler B, Franke Th, Pratzel HG. Wirksamkeit von Schwefel-Sole-Bädern im Therapievergleich mit Sole-Bädern bei Patienten mit zervikaler und/oder lumbaler Spondylose. In: Pratzel HG (Hrsg). *Sulphur in Health Resort Medicine*. Geretsried: I.S.M.H.-Verlag; 1995; 121
- <sup>29</sup> Schindewolf G. Untersuchung der H<sub>2</sub>S-Wirkung auf die Hautsinnesorgane bei Kranken. *Arch. Phys. Ther.* 1953; 5:146–149
- <sup>30</sup> Schnitzer W, Schöps P. Thermo-, Hydro- und Kryotherapie. In: Schmidt KL, Drexel H, Jochheim KA (Hrsg). *Lehrbuch der Physikalischen Medizin und Rehabilitation*. Stuttgart, Jena, New York: G. Fischer-Verlag; 1995; 106–135
- <sup>31</sup> Stratz T, Mennet P, Knarr D, Müller W. Ganzkörperkältetherapie – Eine neue Möglichkeit im Therapiekonzept der generalisierten Tendomyopathie (GTM). In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991a; 317–323
- <sup>32</sup> Stratz R, Schlegel P, Mennet P, Müller W. Biochemische und hormonelle Reaktionen unter der Ganzkörperkältetherapie. In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991b; 299–306
- <sup>33</sup> Strobel ES, Wild J, Müller W. Interdisziplinäre Gruppentherapie für die Fibromyalgie. *Z. Rheumatol.* 1998; 57:89–94
- <sup>34</sup> Valentin H, Lehnert G, Petry H, Weber G, Wittgens H, Woiwitz HJ. *Arbeitsmedizin*. Band 2. Stuttgart: Thieme Verlag; 1985;
- <sup>35</sup> Verdugo R, Ochoa JL. Quantitative somatosensory thermotest. A key method for functional evaluation of small calibre afferent channels. *Brain* 1992; 115:893–913
- <sup>36</sup> Wolfe F. Criteria for Fibromyalgia: The American College of Rheumatology 1990 – Criteria for the Classification of Fibromyalgia. In: Müller W (Hrsg). *Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie)*. Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991; 13–22
- <sup>37</sup> Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB. The American College of Rheumatology 1990 – Criteria for the Classification of Fibromyalgia: Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum.* 1990; 33:160–172

- <sup>38</sup> Weigmann R. Experimentelle Untersuchungen zur CO<sub>2</sub>- und H<sub>2</sub>S-Wirkung auf die Hautsinnesorgane. Arch. Phys. Ther. 1953; 5:144–146
- <sup>39</sup> Yamauchi T. Whole Body Cryotherapy is Method of extreme Cold – 175°C Treatment initially used for Rheumatoid Arthritis. Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. 1986; 15:311
- <sup>40</sup> Yarnitzky D, Sprecher E. Thermal testing: normative data and repeatability for various test algorithms. J. Neurol. Sci. 1994; 125:39–45
- <sup>41</sup> Yarnitzky D, Sprecher E, Zaslansky R, Helmi JA. Heat pain thresholds: normative data and repeatability. Pain 1995; 60:329–332
- <sup>42</sup> Yunus MB. Clinical Features of Fibromyalgia Syndrome. In: Müller W (Hrsg). Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie). Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991; 3–12
- <sup>43</sup> Zimmermann M. Neurological Mechanisms of Fibromyalgia. In: Müller W (Hrsg). Generalisierte Tendomyopathie (Fibromyalgie). Darmstadt: Steinkopff-Verlag; 1991; 163–174

Prof. Dr. med. Chr. Gutenbrunner

Institut für Balneologie und Medizinische Klimatologie  
Medizinische Hochschule Hannover  
Carl-Neuberg-Straße 1  
D-30625 Hannover