

Kurzwellenbehandlung bei diabetischem Vorschaden

G. Bauer¹ und H. Jantsch²

¹ Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Wien, Sensengasse 2, A-1090 Wien, Österreich

² Institut für Physikalische Medizin der Universität Wien, Österreich

Short-Wave Therapy with Diabetic Predisposition

Summary. Short-wave therapy has been an established form of therapy for many decades and is unanimously regarded as harmless when properly applied. The possibility of burn injuries occurring is known, yet hardly any cases have been reported. In the case under review, a diabetic, after only a short treatment, suffered very severe burns that ultimately led to the amputation of three toes. Clinical and histopathological analysis established the presence of mediasclerosis of the large leg arteries as well as microangiopathy and peripheral neuropathy. These findings explained why, despite proper application of the short-wave therapy, severe complications arose that had so far not been observed. The findings are discussed from the medicolegal and histopathological view, with indications of the special type of physical trauma.

Key words: Short-wave therapy, diabetes mellitus – Medicolegal assessment

Zusammenfassung: Die Kurzwellenbehandlung wird seit vielen Jahrzehnten durchgeführt und gilt übereinstimmend bei regelrechter Durchführung als gefahrlos. Die Möglichkeit von Verbrennungsschäden ist zwar bekannt, jedoch gibt es kaum publizierte Fälle. Im referierten Fall kam es bei einem Diabetiker bereits nach kurzzeitiger Behandlung der Füße zu schwersten Verbrennungen mit letztlich notwendiger Amputation von 3 Zehen. Die Analyse auf klinischer und histopathologischer Grundlage ergab das Vorliegen einer Mediasklerose der großen Beinarterien, sowie einer Mikroangiopathie und peripheren Neuropathie als Erklärung dafür, daß es trotz regelrechter Bestrahlung zu einer, bisher offenbar nicht beobachteten schweren Komplikation kommen konnte. Die Befunde werden aus arztrechtlicher und histopathologischer Sicht diskutiert, auf die besondere Art des physikalischen Traumas hingewiesen.

Schlüsselwörter: Kurzwellenbehandlung, Diabetes mellitus – Arztrechtliche Beurteilung, Verbrennung bei Kurzwellenbehandlung

Wechselströme mit hoher Spannung wurden bereits im Jahr 1891 von Nicola Tesla erzeugt, und der französische Physiologe D'Arsonval empfahl ein Jahr später eine Hochfrequenzbehandlung, die nach ihm als „Arsonvalisation“ benannt wurde [4]. Damit war die Grundlage für spätere Formen der Hochfrequenzbehandlung gesetzt, also auch für die Kurzwellentherapie, welche am Beginn der dreißiger Jahre die Langwellendiathermie ablöste [5]. Der zu behandelnde Körperteil befindet sich zumeist in einem Kondensatorfeld mit rasch wechselndem Auf- und Entladungsvorgang. Unter dem Einfluß des hochfrequenten Wechselfeldes kommt es auch im Dielektrikum, bei der Behandlung also in dem zwischen den Kondensatorplatten liegenden Körperteil zu einem periodischen, dem Wechselstrom entsprechenden Ladungswechsel mit molekularen Veränderungen bzw. Verschiebungen [4]. Die Hochfrequenzenergie wird ohne Kontakt mit den Elektroden übertragen und erst im Körper in Wärme umgewandelt. Die Kondensatorplatten erwärmen sich nicht, auch über die Haut wird nur wenig Wärme empfunden, da der Großteil der elektrischen Energie erst im Inneren des Körpers in Wärme umgewandelt wird.

Auf die Möglichkeit von Komplikationen im Rahmen einer Kurzwellenbehandlung wird praktisch in allen Büchern hingewiesen. Bei ordnungsgemäßer Anwendung und richtiger Dosierung sollen keine Schädigungen auftreten [4]. Es ist aber selbstverständlich, daß vor allem örtliche Schäden, nämlich Verbrennungen dennoch möglich sind, da es sich ja bei der Kurzwellenbehandlung um eine Wärmetherapie handelt. Solche Verbrennungen wurden wiederholt gesetzt, wie Kowarschik, der Leiter der Abteilung für physikalische Therapie am Allgemeinen Krankenhaus Wien schon 1944 feststellte, gleichzeitig aber betonte, daß derartige Verbrennungen nur ausnahmsweise veröffentlicht würden [12]. Auch Koeppen berichtet von Verbrennungen der Haut bei unsachgemäßer Anwendung von Kurzwellen, was aber bei Verwendung moderner Elektroden nicht mehr vorkommen sollte [11].

Schwerste Verbrennungen mit nachfolgend notwendiger Amputation von insgesamt drei Zehen infolge einer nur kurze Zeit dauernden Kurzwellenbestrahlung der Füße bei einem 50jährigen Mann, der seit vielen Jahren an Diabetes mellitus gelitten hatte, stellen nach Durchsicht der äußerst dürftigen einschlägigen Literaturangaben zweifellos eine extrem seltene, in dieser Art und Schwere vielleicht überhaupt noch nicht beobachtete Komplikation dar. Der Fall scheint in mehrfacher Hinsicht berichtenswert.

Kasuistik

Bei dem 50jährigen X. Y. bestanden eine koronare Herzkrankheit mit abgelaufenem Herzmuskelinfarkt, ein Bluthochdruck, eine Vermehrung der Blutfette, ein Übergewicht und seit vielen Jahren ein Diabetes mellitus. Der Patient litt seit längerer Zeit, besonders nachts, an Gefühllosigkeit im Bereich der Unterschenkel und Zehen, Taubheitsgefühl und Ruheschmerz. Im Hinblick auf diese Beschwerden suchte X. Y. die Ordination eines Facharztes für Physikalische Medizin auf und erhielt nach einem Gespräch mit diesem Arzt eine Kurzwellenbestrahlung auf die Füße. Im Zuge dieser angeblich sachgerecht vorgenommenen Bestrahlung kam es zu Verbrennungen mit Gangränbildung beider Großzehen sowie der linken und rechten 2. Zehe. Am selben Tag erfolgte die stationäre Aufnahme an einer Chirurgischen Abteilung, wo man bis viertgradige Verbrennungen diagnostizierte und 9 Tage später die linke Groß-



Abb. 1. Kurzwellenbehandlung der FüÙe mit Luftabstandskondensatorelektroden

zehen amputierte, 3 Monate später auch noch die rechte Großzehe und die linke 2. Zehe entfernt werden mußte.

Im Krankenhaus wurden noch vor der Amputation fotografische Aufnahmen angefertigt (Abb. 2 und 3), die eine braunschwarze Verfärbung der linken Großzehe mit Beteiligung der angrenzenden Hautbezirke an der Beuge- und Streckseite des Fußes, wie auch partielle braune Verfärbungen, Nekrosen und Oberhautdefekte der rechten Großzehe und der 2. Zehe beidseits zeigten.

Der Patient gab später über Befragen an, die Bestrahlung habe nur wenige Minuten gedauert. Relativ bald habe er den Geruch nach verbranntem Fleisch gespürt, daraufhin die FüÙe sofort aus der Bestrahlungzone genommen. Ab Behandlungsbeginn habe er eine leichte, keineswegs unangenehme Wärme in den VorfüÙen verspürt. Selbst als er schon den Geruch nach verbranntem Fleisch bemerkte, habe er keine Steigerung der Wärme oder gar ein Hitzegefühl empfunden. Den Arzt habe er vor allem wegen nächtlicher Ruheschmerzen im unteren Drittel beider Unterschenkel aufgesucht, dem Arzt vor der Bestrahlung auch gesagt, daß er ein „bamstiges“ Gefühl in den FüÙen habe und seit vielen Jahren Diabetiker sei.

Klinische und angiologische Untersuchungen hatten jeweils beidseits gut tastbare Fußpulse und keinen sicheren Anhaltspunkt für eine klinisch relevante arterielle VerschuÙkrankheit der unteren Gliedmaßen ergeben. Die Zeichen einer verzögerten reaktiven Hyperämie des rechten Beines wurden im Sinne einer Sklerose mittlerer Gefäßwand-schichten gedeutet. Kontrolluntersuchungen nach dem Zwischenfall erbrachten ebenfalls nur Zeichen eines Elastizitätsverlustes, jedoch keine obliterativen Störungen der untersuchten Arterien.

Pathohistologischer Befund

Vom Präparat der linken Großzehe, die man im Krankenhaus 9 Tage nach dem Zwischenfall amputiert hatte, konnten Paraffinblöcke zu weiteren histologischen Untersuchungen verwendet werden.

In den durchgemusterten Schnitten zeigte sich die Epidermis bis in tiefere Schichten fehlend, das Stratum germinativum teilweise noch erhalten. Im Be-



2



3

Abb. 2, 3. Bis viertgradige Verbrennungen der Vorfüße nach Kurzwellenbehandlung

reich dieser inselförmigen Reste waren nun jene charakteristischen Veränderungen der Basal- und Stachelschicht sichtbar, die Jellinek als spezifisch für elektromechanische Stromwirkung ansah [8]. Abbildung 4 zeigt längsausgezogene und dicht parallel angeordnete Basalzellen. Man könnte auch von büschelförmiger Ausziehung der Basalzellen mit strichförmigen Kernen sprechen. Im Korium waren die Zeichen einer Nekrobiose mit nur mehr wenigen

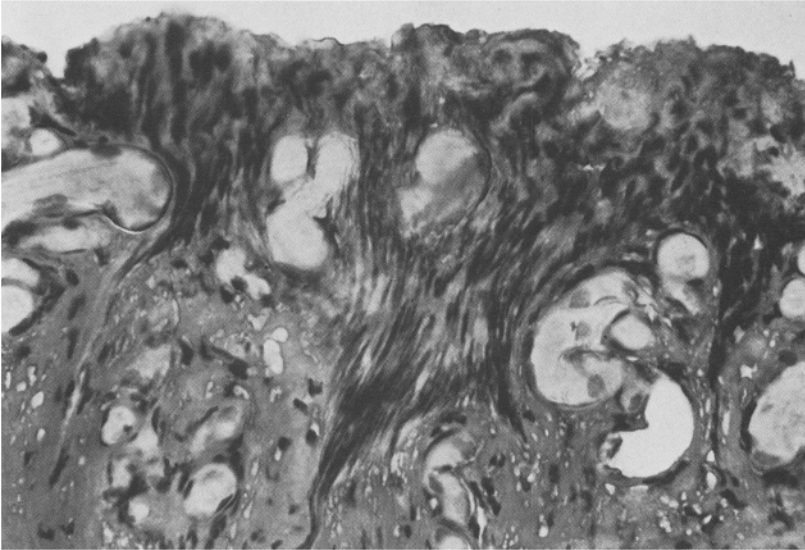


Abb.4. Haut der amputierten linken Großzehe mit ziegenbartartiger Deformierung der basalen Epidermisschicht als Ausdruck des physikalischen Traumas. Hämatoxyllin-Eosin, 500fach

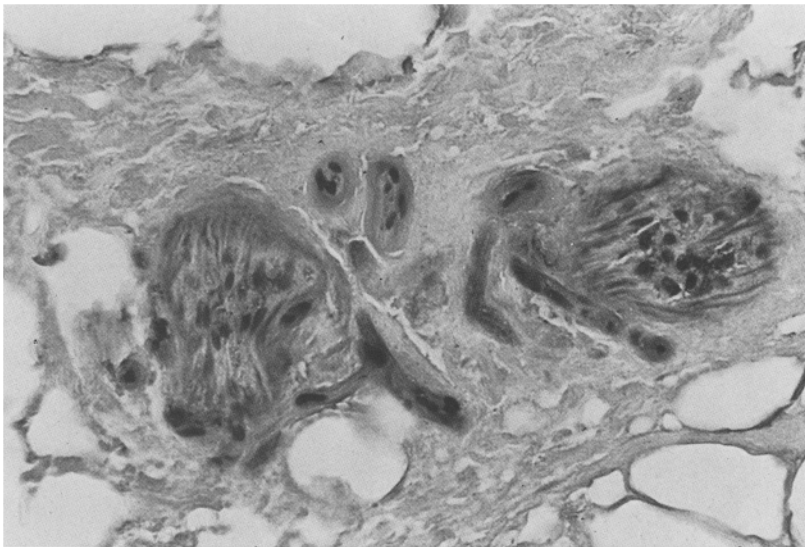


Abb.5. Subcutis der amputierten linken Großzehe mit Deformierung und Ausziehung der Myofilamente von Schweißdrüsen. Hämatoxyllin-Eosin, 500fach

erhaltenen Zellkernen, Homogenisierung und veränderter Färbbarkeit des Gewebes, des weiteren Blutfülle und Weitstellung der Gefäße auffällig. Abbildung 5 zeigt Schweißdrüsen­schläuche mit stark ausgezogenen Myofilamenten, vermutlich ebenfalls Ausdruck des physikalischen Traumas.

Zudem ergaben sich noch weitere wichtige Befunde, die zur Erklärung von Ursache und Ablauf des Zwischenfalles herangezogen werden können. Es fan-

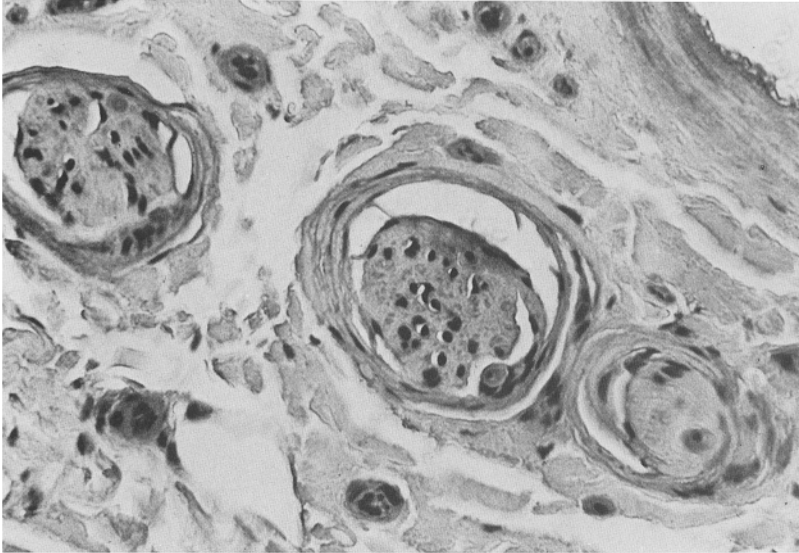


Abb. 6. Subcutis der amputierten linken Großzehe. Periphere Nerven mit verdicktem Perineurium. Hämatoxyllin-Eosin, 450fach

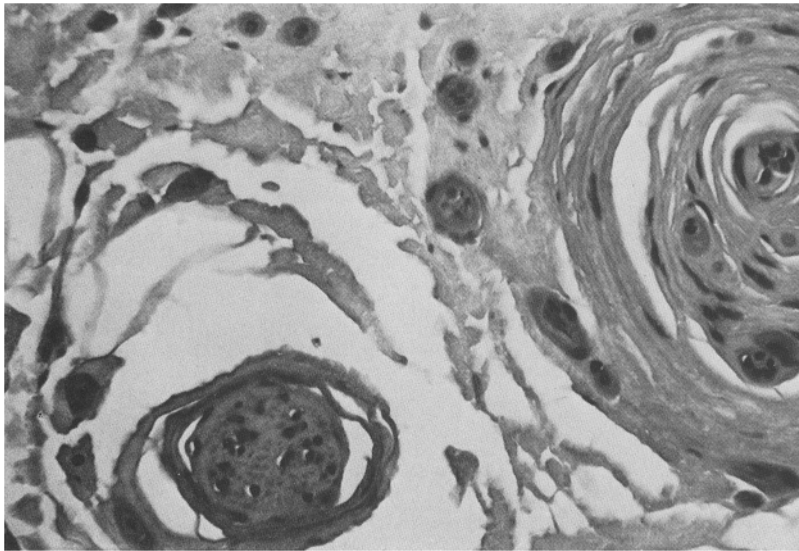


Abb. 7. Subcutis der amputierten linken Großzehe. Peripherer Nerv mit Zwiebelschalenbildung. Ausgeprägte hyaline Wandverdickung der Arteriolen und Kapillaren, besonders auch der Vasa nervorum. Hämatoxyllin-Eosin, 450fach

den sich periphere Nerven mit verdicktem Perineurium, vereinzelt sogar Zwiebelschalenbildungen (Abb. 6 und 7), also eine Entmarkungsneuropathie vom hypertrophen Typ, wie sie eben auch für eine diabetische Schädigung charakteristisch ist. Darüber hinaus zeigten sich nahezu sämtliche kleineren arteriellen

Gefäße, insbesondere die Arteriolen aber auch die Kapillaren pathologisch verändert, die Wandungen der Gefäße sind verdickt, offenbar fortgeschritten hyalinisiert mit homogener Anfärbbarkeit (Abb. 6 und 7). Von dieser offensichtlich schweren Schädigung sind auch, oder gerade die Vasa nervorum betroffen, wie an der ebenfalls hyalinen Wandverdickung der Arteriolen und Kapillaren im Bereich der getroffenen, zum Teil schon weitgehend degenerierten peripheren Nerven erkennbar ist. Vereinzelt konnten Thrombosen festgestellt werden.

Erklärung für den außergewöhnlichen Zwischenfall

Bei dem Patienten bestand seit fast 20 Jahren ein Diabetes mellitus. Eine diabetische Angiopathie kann sich nun als unspezifische Arteriosklerose der großen Gefäße manifestieren, die sich von der Gefäßsklerose des Nichtdiabetikers nicht unterscheidet. Dabei sind die bekannten Risikofaktoren, wie Hypertonie, vermehrte Blutfette und Übergewicht in Betracht zu ziehen, was auch im berichteten Fall zutraf und den Eintritt des vorausgegangenen Herzinfarktes begünstigt haben dürfte. An den großen Arterien der unteren Gliedmaßen ergaben Oszillometrie und Rheographie bei mehrmaligen, schon früheren Untersuchungen lediglich Hinweise für eine geringe Mediasklerose, jedenfalls aber keinen Anhaltspunkt für ein obliteratives Geschehen. Eine Mikroangiopathie der Füße kann aber bekanntlich mit physikalischen Untersuchungen nicht ausgeschlossen werden. Gerade eine solche Mikroangiopathie lag aber im berichteten Fall vor. Nach heute weitgehend übereinstimmender Auffassung [16] handelt es sich dabei um einen oft generalisierten Prozeß, der mit der Manifestation des Diabetes mellitus beginnt und dem möglicherweise auch die diabetische Neuropathie zuzuordnen ist. Der histologische Befund der amputierten Großzehe ergab hyaline Wandverdickungen in den kleinsten Arterien, Arteriolen und auch Kapillaren, wodurch zweifellos die Gefäßpermeabilität und Ernährung des Gewebes gestört waren. Aber auch periphere Nervenschäden waren bei der langjährigen Zuckerkrankheit bereits vorhanden, was sich nicht nur aus den subjektiven Beschwerden des Patienten ableiten läßt, sondern im histologischen Bild ebenfalls objektiviert werden konnte. Geht man von der Zwiebschalenbildung im histologischen Bild aus, dann scheint eine segmentale Entmarkung vom hypertrophen Typ über eine Stoffwechsel- oder Strukturläsion des Myelins [9] wirksam geworden zu sein. Die metabolische Störung hat aber sicher nicht nur unmittelbar an den nervalen Strukturen angegriffen, sondern sich auch in morphologisch gut faßbaren hyalin-sklerotischen Veränderungen der Vasa nervorum manifestiert. Die im referierten Fall also gesicherte diabetische Neuropathie muß daher neben einer primären Myelinschädigung zum Teil auch der Mikroangiopathie zugeordnet werden, was grundsätzlich jedoch als umstritten gilt [16]. Die Ursache der symmetrischen, überwiegend sensiblen Polyneuropathie wird auch heute noch diskutiert, der unmittelbar an den nervalen Strukturen angreifenden metabolischen Schädigung die primäre Bedeutung eingeräumt [14]. Hinsichtlich der Erkennbarkeit des diabetischen Fußleidens wäre noch auf die Tatsache hinzuweisen, daß meist auch vegetative sympathische Fa-

sern befallen sind [13], wodurch die Füße auch bei gestörter arterieller Blutversorgung relativ warm sein können.

Ein Defekt in dem wenigstens schon alten und wohl nicht mehr modernsten Gerät konnte ausgeschlossen werden. Hingegen sind die erhobenen, vor allem histologischen Befunde unter Berücksichtigung der physiologischen Verhältnisse im Rahmen einer Kurzwellenbehandlung durchaus geeignet, den Eintritt des schweren Schadens am Patienten zu erklären.

Durch Absorption der elektromagnetischen Strahlung kommt es zur Erwärmung der Gewebe in Abhängigkeit von der Dielektrizitätskonstante und der Leitfähigkeit. Bei Erreichen oder Überschreiten einer Temperatur von 40 bzw. 41°C wird eine Vasodilatation ausgelöst und mit diesem verstärkten Blutfluß der Blütkühlungseffekt in Gang gesetzt [3], somit bei intakter Zirkulation hinsichtlich der Gewebstemperatur ein Gleichgewichtszustand aufrechterhalten. Damit ist die regelrechte Gewebsdurchblutung eine wesentliche Voraussetzung zur Vermeidung von Gewebsschäden. Besteht zudem eine sensible Neuropathie, dann kann die Gewebeüberhitzung mangels Schmerzempfindlichkeit nicht wahrgenommen werden – und erst der Geruch verbrannten Fleisches machte X. Y. auf die Komplikation aufmerksam. Die notwendige Hyperämie konnte nicht in Gang kommen, da einerseits eine schwere Störung der Endstrombahn vorlag, zudem aber durch eine Mediasklerose der großen Beinarterien die Gefäßregulation auf die Wärmezufuhr wohl erst verspätet eintrat.

Medizinrechtliche Beurteilung

Der Fall war auch Gegenstand einer gerichtsmedizinischen Begutachtung aus strafrechtlicher Sicht. Der Patient hat letztlich insgesamt 3 Zehen, nämlich beide Großzehen und die linke 2. Zehe verloren. Der lange vorbestehende Diabetes mellitus war ohne Zweifel ein wichtiger Kausalfaktor zum Eintritt des Schadens in seinem tatsächlichen Umfang, sodaß man im Sinne des § 129 Abs. 2 Z. 2 lit. b der Österreichischen Strafprozeßordnung allenfalls von einer eigentlichen persönlichen Leibesbeschaffenheit des Patienten als prädisponierendem Faktor sprechen könnte. Am naturwissenschaftlichen Kausalzusammenhang zwischen der Kurzwellenbestrahlung und dem Schaden kann jedoch kein Zweifel bestehen, da die Behandlung mit Kurzwellen für den Eintritt des Erfolges eine *conditio sine qua non*, also eine nicht wegdenkbare Bedingung darstellte. Im Sinne einer heute weitgehend anerkannten Zurechnungslehre könnte allerdings die Frage nach der Adäquanz des Erfolges gestellt werden. Diese Zurechnungsvoraussetzung bedeutet, daß ein Erfolgseintritt, der völlig außerhalb des Rahmens der gewöhnlichen Erfahrung liegt, dem Täter schon objektiv nicht zugerechnet werden darf [2]. Auch im Strafrecht wird also heute die Frage gestellt, ob der Erfolg als typisch oder atypisch für das gesetzte Verhalten des Täters anzusehen ist. In welchem Ausmaß der Kausalverlauf nun atypisch sein muß, damit der Erfolg nicht mehr zugerechnet wird, ist allerdings nicht einheitlich gelöst. In manchen Entscheidungen erfolgte eine Zurechnung bei nach den Erfahrungen des täglichen Lebens nicht gerade ungewöhnlichem Erfolg, dann wieder wurde der Erfolg zugerechnet, wenn dieser nicht nur infolge einer ganz unge-

wöhnlichen Verkettung dem Täter nicht vorhersehbarer Umstände eingetreten ist [1]. Im wesentlichen geht es also um die Vorhersehbarkeit der Komplikation. Dazu ist festzustellen, daß auch die nachträgliche physikalische Untersuchung und klinische Inspektion praktisch keine Zeichen einer gestörten Trophik ergab, die auf objektiver Grundlage des Vorliegen eines „Diabetischen Fußes“ angezeigt hätten, überdies auch der angiologische Status keine Anzeichen für einen Verschuß der großen Beinarterien erbrachte. Dem Arzt wurde allerdings das langjährige Bestehen eines Diabetes mellitus sowie von Gefühlsstörungen mit „Bamstigkeit“ der Unterschenkel und Füße mitgeteilt. Bei Kenntnis dieser anamnestischen Angaben mußte es jedenfalls höchst problematisch sein, überhaupt eine Kurzwellenbestrahlung der Füße durchzuführen. Jedenfalls war, wenn man sich dennoch zur Behandlung entschloß, mit besonderer Vorsicht vorzugehen, etwa unter ständiger Kontrolle des Arztes bzw. einer erfahrenen Assistentin. Wenn es um die so schwierige Frage geht, ob vom Arzt die nach den Umständen gebotene Sorgfalt eingehalten wurde, dann ist vor allem auch zu prüfen, ob entsprechende „Leges artis“ bestehen. Schoop [13] lehnt die Applikation von Wärme beim „Diabetischen Fuß“ ab. Edel führt [3] unter den allgemeinen Behandlungsrichtlinien für die Kurzwellentherapie u.a. eine Überprüfung des Wärmeempfindungsvermögens des Patienten als Voraussetzung für eine richtige Dosierung an, während Standl [15] die Anwendung von Hitze in jeder Form verbietet, auch das Baden der Füße in heißem Wasser.

Damit drängt sich die Schlußfolgerung auf, daß man die Kurzwellenbestrahlung der Füße in der tatsächlichen Form nicht hätte durchführen dürfen, wenn man das Vorliegen eines „Diabetischen Fußes“ hätte in Betracht ziehen müssen. Mußte dies der Arzt trotz ungestörter Trophik und gut tastbarer Pulsationen? In Anbetracht der bekannten Anamnese und der vom Patienten ebenfalls mitgeteilten spezifischen Beschwerden scheint die Frage durchaus nicht unbeantwortbar, zumal bei schon längere Zeit manifestem Diabetes mellitus auch das Vorliegen einer Mikroangiopathie nicht unwahrscheinlich ist.

In diesem Zusammenhang sei ein Zivilverfahren aus den 30er Jahren in Deutschland erwähnt, in dem es ebenfalls um die Haftung des Arztes bei Kurzwellenbestrahlung ging. Der Schadensersatzanspruch nach Großzehenverbrennung durch Kurzwellenbestrahlung wurde von den befaßten Gerichten bestätigt. Von dem sonst etwas anders gelagerten Fall sei aus dem Sachverständigen-gutachten zitiert, daß zur sachgemäßen Vorbereitung der Behandlung jedenfalls auch die Prüfung des Wärmeempfindungsvermögens gehöre und eine dauernde Überwachung des Patienten erforderlich sei. Das Kammergericht führt dann noch weiter aus, daß bei wissenschaftlich umstrittener Behandlungsart – und eine solche lag im Fall des X. Y. vor – der Arzt zu erhöhter Aufmerksamkeit verpflichtet sei, eben um einer Verletzung des Körpers vorzubeugen [6].

Letztlich wäre – der Fall wurde nicht ausjudiziert – aber doch die Zurechenbarkeit des Erfolges in seinem gesamten Umfang vielleicht in Frage zu stellen. Denn die bisherige Durchsicht der Literatur hat keinen Bericht über eine wirklich vergleichbare Komplikation ergeben. Auch unter alten amerikanischen Fallberichten aus dem Jahr 1935, also aus der Zeit des Beginns der Kurzwellenbestrahlung, findet sich keine so schwere Schädigung, die den Verlust von Körperteilen, wie Fingern oder Zehen nach sich gezogen hätte [10]. Im

Zweifel wäre daher vielleicht zu argumentieren, daß der eingetretene Erfolg in seinem tatsächlichen Umfang und in seiner Schwere doch nicht vorhersehbar, hingegen mit Verbrennungen im Sinne einer strafrechtlich bloß leichten Verletzung zu rechnen war und somit nur dafür Zurechenbarkeit im Sinne des Strafrechtes vorgelegen hätte.

Abschließende Betrachtungen

Der Fall zeigt einmal mehr, daß Komplikationen nahezu in jedem Tätigkeitsbereich des Arztes, etwa selbst dann möglich sind, wenn eine Behandlungsmethode bereits seit vielen Jahrzehnten millionenfach angewendet wird und die Gefährlosigkeit einer Behandlung bei regelrechter Durchführung allgemein anerkannt ist. Grundsätzlich würde man doch glauben, es käme nicht gar so selten vor, daß ein Diabetiker wegen Beschwerden in den Füßen die Ordination eines Facharztes für Physikalische Medizin aufsucht. Und dennoch hat im referierten Fall ein zweifellos erfahrener Facharzt eine an sich regelrechte Behandlung – jedoch am falschen Patienten vorgenommen, d.h. einem Patienten Kurzwellen verabreicht, der auf Grund seines krankheitsbedingten Vorzustandes für diese Therapie nicht oder wenn überhaupt nur sehr bedingt und unter ganz besonderen Vorsichtsmaßnahmen geeignet gewesen wäre. Schließt man bei der im referierten Fall beschriebenen ärztlichen Vorgangsweise einen krassen Kunstfehler bzw. eine eindeutige Sorgfaltswidrigkeit aus, dann bleibt die Schlußfolgerung, daß es sich hier um einen ganz außergewöhnlichen, in seiner realen Möglichkeit bisher offenbar nicht klar erfaßten Komplikationsverlauf gehandelt hat. Für den Kliniker läßt sich daher vielleicht aus dem Fall die Lehre ziehen, daß bei Patienten mit Diabetes mellitus, die auch nur irgendwelche Zeichen einer peripheren Neuropathie zeigen, selbst dann keine Kurzwellenbehandlung vorgenommen werden sollte, wenn der klinische Gefäßstatus unauffällig ist.

Bei Kurzwellenbehandlung liegt eine Kombination von elektromechanischer und thermischer Einwirkung auf das durchflutete Gewebe vor, da elektrische Energie absorbiert und in Wärme umgewandelt wird. Da im referierten Fall sogar Verbrennungen eingetreten sind, läßt sich nicht entscheiden, ob die oben beschriebenen, auf physikalische Einwirkung zurückgeführten und histologisch nachgewiesenen Befunde eine Folge der Stromeinwirkung darstellen oder als thermischer Effekt anzusehen sind. Vor allem hinsichtlich der büschelförmig ausgezogenen Kerne der Basal- und Stachelzellenschicht ist festzuhalten, daß ähnliche Kernveränderungen der Epidermiszellen nach dem heutigen Wissensstand auch in den Randgebieten von Brandmarken, stumpfen Hautverletzungen, Laugenverätzungen, Vertrocknungen und Hautblasen nach Barbituratvergiftung und Erfrierungen vorkommen sollen [7]. Eine Besonderheit bei Schädigung durch Kurzwellen liegt jedenfalls darin, daß die Stromeinwirkung nicht unmittelbar durch Kontakt mit einem Leiter erfolgt, aber auch die thermische Wirkung nicht von außen an den Körper gelangt, sondern im Gewebe selbst – eben durch Absorption und Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme – entsteht. Hier ist also nicht zwischen Strom- und Brandmarken zu unterscheiden, weshalb sich auch Form und Abgrenzung als Kriterien zur Differenzierung

nicht heranziehen lassen. In diesem Zusammenhang erscheint bemerkenswert, daß nach bisherigem Wissen bei der Kurzwellendurchflutung biologischer Gewebe keine histologischen Veränderungen auftreten sollen [11]. Dies würde für eine Erklärung der oben zitierten Befunde durch die entstandene Hitze sprechen. Letztlich bleibt aber der Entstehungsmodus sowohl der gefundenen Kernveränderungen der Epidermis wie auch der ausgezogenen Myofilamente der Schweißdrüsen vorerst ungeklärt. Über weitere histologische, histochemische, wie auch Untersuchungen an Leichengewebe nach Einwirkung von Kurzwellen wird daher gesondert zu berichten sein.

Literatur

1. Bauer G (1980) Der Wandel des Kausalitätsbegriffes im Österreichischen Strafrecht. Beitr Gerichtl Med 38:357–383
2. Burgstaller M (1978) Straßenverkehr und Strafrecht. ZVR Sonderheft anlässlich der Österreichischen Richterwoche 1978 in Bad Gastein. S 20–30
3. Edel H (1983) Fibel der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie. Müller & Steinicke, München. S 211, 222
4. Gillert O (1983) Elektrotherapie. Richard Pflaum, München (2. Aufl) S 211, 219, 227
5. Günther R, Jantsch H (1982) Physikalische Medizin. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 222
6. Hellwig A (1937) Haftung des Arztes für Kunstfehler bei Kurzwellenbestrahlungen. Ärztl Sachverstztg 43:61–63
7. Jannsen W (1977) Forensische Histologie. Schmidt-Röhmhild, Lübeck, S 301
8. Jellinek St (1960) Problem „elektrischer Unfall“ zufolge Grundlagenforschung auf neue Ebene gestellt. Wien Klin Wochenschr 72:501–502
9. Jellinger K (1976) Spezielle Pathologie des zentralen und peripheren Nervensystems sowie der neuromuskulären Peripherie. In: Holzner (Hrsg) Pathologie des Menschen. Urban & Schwarzenberg, München Berlin Wien (Spezielle Pathologie, Bd 4, S 224, 225)
10. Kling D (1935) Burns produced by radio short wave and their prevention. J Am Med Assoc 104(22):1981–1984
11. Koeppen S (1966) Elektrotherapie. In: Grober, Stieve (Hrsg) Handbuch der Physikalischen Therapie. Gustav Fischer, Stuttgart (Bd 1, S 220, 222)
12. Kowarschik J (1944) Kurzwellentherapie. Springer, Berlin (2. Aufl, S 73)
13. Schoop W (1981) Periphere Durchblutungsstörungen – „Diabetischer Fuß“. In: Robbers, Sauer, Willms (Hrsg) Praktische Diabetologie. Banaschewski, München Gräfelfing (2. Aufl, S 244, 247)
14. Seitz D (1981) Neuropathie bei Diabetes mellitus. In: Robbers Sauer Willms (Hrsg) Praktische Diabetologie. Banaschewski, München Gräfelfing (2. Aufl, S 230)
15. Standl E (1974) Der diabetische Fuß. In: Mehnert, Schöffling (Hrsg) Diabetologie in Klinik und Praxis. Thieme, Stuttgart. S 458, 459
16. Wahl P (1981) Das diabetische Gefäßleiden. In: Robbers, Sauer, Willms (Hrsg) Praktische Diabetologie. Banaschewski, München-Gräfelfing (2. Aufl, S 205)

Eingegangen am 5. Juli 1985