





Karl Dirnagl (Jahrgang 1917), einer der wissenschaftlichen Pioniere der Balneologie und Bioklimatologie, beschreibt aus der Sicht seiner ganz persönlichen Erfahrung die Entwicklung dieser Disziplinen seit den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Als Physiker hat er sich in mehr als 60 Jahren aktiver Forschertätigkeit der Aufklärung der Wirkmechanismen gewidmet, welche dem Einfluss von Bädern und dem Wetter auf das Befinden und die Gesundheit des Menschen zugrunde liegen. Unterhaltsam und kritisch vermittelt er uns die Entwicklung der Bäderheilkunde und Klimaheilkunde von rein beschreibenden, ja teils esoterischen Ansätzen, zur seriösen medizinischen Wissenschaft. Die Aktualität seiner Erinnerungen und Reflektionen liegt gerade darin, dass die Kostendämpfung im Gesundheitswesen und die Entwertung systemphysiologischer Ansätze in der Ära der Genomforschung den Status dieser Felder in Frage stellt.

Karl Dirnagl

Erlebte Bäderheilkunde

Ein Physiker auf der Suche
nach den Quellengeistern

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Phys. Karl Dirnagl
Augustinerberg 1
86911 Diessen a.A.
karl.dirnagl@t-online.de

Dirnagl, Karl

Erlebte Bäderheilkunde: Ein Physiker auf der Suche nach den Quellengeistern /
Karl Dirnagl. 1. Auflage, Berlin 2002
ISBN 3-00-010302-3

Erlebte Bäderheilkunde - Dirnagl
Ein Physiker auf der Suche nach den Quellengeistern
1.Auflage, 2002
© Karl Dirnagl, Riederau a.A.
karl.dirnagl@t-online.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm, Internet oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Autors reproduziert werden oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt, oder verbreitet werden.

Redaktion: Ulrich Dirnagl

Illustration auf Schutzumschlag/Einband: Anneliese Mittermayr

Wo es sinnvoll erschien, wurde die neue Rechtschreibung verwendet.

Font: Palatino Linotype

Druck: d-business.de Berlin

Printed in Germany

ISBN 3-00-010302-3



Abb. 1: Der Autor mit seiner Frau (1997)

INHALT

Vorwort	7
1. Wie ich zur Balneologie kam.	11
2. Anfänge im Institut.	18
3. Das erste Arbeitsgebiet.	24
4. Schweizerisch-französisch-deutsches Team.	28
5. Aerosol (Verneblung von Medikamenten).	30
6. Zähes Wasser (Moorbad)....	38
7. Wetterfähigkeit.	47
8. Deutsche Forschungsgemeinschaft....	63
9. Die Haut im Bad	69
10. Was ist gute Luft?	80
11. Institutsgebäude, Aussenstellen....	83
12. Von der Rechenmaschine zum PC....	90
13. Trockenes Wasser (Sole).	93
14. Versuchungen.	96
15. Atmosphärisches Ozon....	98
16. Therapie mit und im Klima.....	104
17. Luftreinheit in den Kurorten.....	113
18. Kneipptherapie	118
19. Bezeichnungen, Begriffsbestimmungen, Bäderkalender	123
20. Radontherapie.....	127
21. Mitarbeiter	132
22. Rundblick.....	143
23. Rückblick.....	150
24. Quellengeist gefunden?	156
25. Ausblick	159
Index	163

Vorwort

In Zeiten, da alle Naturerscheinungen mit dem Walten von Göttern oder Geistern in Verbindung gebracht wurden, hat man die heilende Wirkung mancher Quellwässer mit gütigen Quellgeistern erklärt und war sehr um die Erhaltung ihrer Gunst bedacht.

Heute sind die natürlichen Heilmittel des Bodens, des Meeres und des Klimas zum Ansatzpunkt von Kuren geworden. Ihre Heilwirkung beruht jedoch nicht allein auf der Anwendung von Wässern. Der Milieuwechsel, die Fürsorge des Kurarztes und des medizinischen Personals, die Loslösung von beruflicher und familiärer Belastung, nicht zuletzt auch das Wetter sind einige der Faktoren, die zum Kurerfolg beitragen.

In den „Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“ wird als medizintheoretischer Ansatz der Kur eine Reiz-Reaktionsbehandlung genannt.

Wie die Reize beschaffen sind, auf die der Organismus bei der Kur reagiert, das ist die einfachste Antwort auf die Frage, womit ich mich ein Berufsleben lang beschäftigt habe und worüber ich in diesem Buch berichte.

Ich weiss, dass damit nur ein kleiner Ausschnitt aus dem komplexen Kurgeschehen erfasst wird. Zum Beispiel können die geschilderten Immediatwirkungen, also die zum Zeitpunkt einer Anwendung eintretenden Veränderungen später durch andere Reaktionen abgelöst werden; die regelmässige Wiederholung von Reizen bewirkt oft erst den Heileffekt und es kommt manchmal auf das Zusammenwirken mehrerer Reize an.

Aus vielen Unterhaltungen mit Kurpatienten habe ich ersehen, welch bedeutender Stellenwert der einzelnen „Anwendung“ und ihrer momentanen Empfindensqualität zugemessen wird. Ich schliesse daraus, dass ein Interesse daran besteht, Genaueres über ihre Wirkungsweise zu erfahren. Darüber hinaus ist es mein Eindruck, dass der Wert oder Unwert einer Therapie oft danach beurteilt wird, was über deren Wirkungsgrundlage bekannt und erwiesen ist. Mir selbst geht es jedenfalls so. Das und die wissenschaftliche Neugier, der Wissensdrang, waren Triebfedern meines Handelns.

Das Buch soll und kann keine Übersicht über die Balneologie und medizinische Klimatologie sein. Nicht umsonst haben sich beispielsweise im Handbuch von W. Amelung und A. Evers etwa 50 Autoren bemüht, das Fachgebiet auf 1098 Seiten darzustellen.

Es ist auch kein vollständiger Arbeitsbericht über die Tätigkeiten der medizinischen Abteilung des Münchener Balneologischen Instituts. Zufällig ist mir, als ich mit dem Buch schon fast fertig war, das Dossier in die Hände gekommen, das im August 1996 anlässlich einer drohenden Halbierung von Personal und Räumen des Instituts angefertigt worden war. Darin musste Vollständigkeit in der Aufzählung der mit Fremdmitteln von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, von den Bädern oder den Kneipp-Werken erledigten Aktivitäten angestrebt werden. Hätte ich das umfangreiche Heft schon genauer studiert, als der Vorschlag kam, eine autobiografisch gefärbte Darstellung der Fortschritte des Bäderwesens zu schreiben, ich hätte angesichts der Fülle des Stoffs resigniert. So aber habe ich nach dem Goethewort gehandelt

*„Greift nur hinein ins volle Menschenleben!
ein jeder lebt's, nicht vielen ist's bekannt,
und wo ihr's packt, da ist's interessant.“*

und geschrieben, was mir am besten im Gedächtnis geblieben ist. Hoffentlich ist die getroffene Auswahl auch für den Leser aufschlussreich und anregend.

Erlebtes wiederzugeben, heisst sich auf den subjektiven Eindruck und das Gedächtnis verlassen. Beides kann mehr oder weniger von der Wirklichkeit abweichen. Ich bitte also über etwaige Fehler gnädig hinwegzusehen. Vor allem aber weise ich darauf hin, dass ich nicht das Zentrum des Geschehens war, als das ich vielleicht bei meinen Schilderungen in der Ich- oder Wirform erscheinen könnte. An jeder Idee und ihrer Ausführung haben die Kollegen, viele Doktoranden und auch Aussenstehende mitgewirkt.

Entscheidend beteiligt an meiner Arbeit ist meine liebe Frau. Sie hat mir den Rücken freigehalten durch immerwährende, manchmal entsagungsreiche Sorge um Kindererziehung und Haushalt.

Mein Sohn hat durch Diskussionen und das Gegenlesen der Textentwürfe viel zum Gelingen beigetragen.

Allen diesen Helfern gilt mein Dank.

Zur Entstehung des Buchs:

Im Sommer 1999 unterbreitete Herr Heim vom Ecomed-Verlag Herrn Prof. Drexel und mir den Plan, in einer Buchreihe die Entwicklung der Fächer Physische Medizin, Balneologie und Klimaheilkunde darzustellen, geknüpft an Autobiografien. Das Schicksal nahm Herrn Prof. Drexel die Entscheidung ab, er hatte sich leider um andere Dinge zu kümmern. Das Projekt eines Zwei-Autorenbuchs war gestorben.

Nach einer Pause von zwei Jahren hatte ein Berater des Verlags, Prof. Dr. Köhnlein, die Idee, ich könnte doch die Balneologie und medizinische Klimatologie allein in der gleichen Weise bearbeiten. Er hatte mich vor langer Zeit im Klinikum der Universität kennen gelernt, wo ich ihm zu seiner Disserationsarbeit einige Ratschläge gab.

Ich sagte zu und fing zu schreiben an. Als ich fertig war und schon ein Titelblatt für die Buchreihe entworfen wurde, fanden sich keine Sponsoren, die den verlangten Zuschuss zu den Druckkosten übernahmen. Auch dieses Projekt war also gestorben, diesmal nach einem Jahr intensiver Arbeit.

Ich hatte mich schon so an den Gedanken gewöhnt, meinen Bericht zum 85. Geburtstag von Prof. Drexel und mir zu präsentieren, dass ich erwog, den Text als CD zu verteilen. Da kam mein Sohn, Prof. Dr. med. Ulrich Dirnagl, und sagte: Das können wir selber als gedrucktes Werk herausbringen.

Wir machten uns an die Arbeit, mein Sohn in seiner knappen Freizeit neben der enormen Beanspruchung als Direktor eines Instituts an der Charité in Berlin. Er kannte alle professionellen Wege und hatte die erforderlichen Hilfsmittel. So entstand in erstaunlich kurzer Zeit dieses Buch.

1.Kapitel

Wie ich zur Balneologie kam

Ursprünglich wollte ich weder von Medizin noch von Meteorologie etwas wissen. Wenn mir das Wort „Balneologie“ begegnet wäre, hätte ich nur vermuten können, dass es etwas mit Bädern zu tun hat; denn aus dem Lateinunterricht wusste ich, dass „balneum“ das Bad ist. Mein Ausbildungs- und Berufsziel war ganz auf die Hochfrequenztechnik gerichtet. Schon mit 15 Jahren hatte ich als Amateurfunker viele Nächte mit der Jagd nach Kollegen aus Kalifornien, Südafrika oder irgendwelchen Inseln in der Karibik verbracht. Eine Silberschale mit der Aufschrift „Dem Sieger im DJDC“ zierte noch heute meinen Glasschrank. Ich hatte die Trophäe gewonnen, weil ich den deutschen Jubiläums-DX-Contest 3 Jahre hintereinander gewann. Die Anfänge des Fernsehens kündigten sich auch schon an. Aus der Liebhaberei wurde Ernst und ich wollte den Studiengang als Elektroingenieur mit der besonderen Richtung „Hochfrequenztechnik“ belegen.

Dieser Plan war mit der Machtübernahme durch das N.S.-Regime existentiell gefährdet. Mein Vater, bis dahin Branddirektor von München, weigerte sich, in die Partei einzutreten und wurde nach dem neu geschaffenen „Gesetz zum Schutz des Berufsbeamtentums“ seines Postens enthoben. Wir wären ohne gezieltes Einkommen da gestanden, wenn nicht meine Mutter einen Parteimann mit Machtbefugnis und einem Rest von Herz aufgesucht und ihn angefleht hätte, dass wenigstens ein Teil der normalen Pensionsbezüge weiter gezahlt wurde. So konnten wir von Ersparnissen ein Häuschen kaufen; denn wir mussten aus der großen Dienstwohnung in der Hauptfeuerwache ausziehen. Ich sehe meinen Vater noch sorgenvoll viele Abende an seinem Schreibtisch sitzen und das verbliebene Geld in Kästchen für die verschiedenen Ausgabenposten einsortieren. Es reichte dann doch für den Abschluss meiner Gymnasiälzeit und für den Beginn des Studiums an der Technischen Universität.

Meinem damaligen Mentor, Franz Fuchs, dem Leiter der Abteilung Physik im Deutschen Museum München, half ich bei der Abfassung eines Buchs über die Fernsehtechnik. Er ermöglichte mir die Mitarbeit an der ersten Fernseh-Kabelverbindung zwischen Berlin und München im Rahmen des im Studiengang der Technischen Hochschule vorgeschriebenen Praktikums. Von Physik hörten wir im Kolleg nur den klassischen Teil und ich erinnere mich mit Ver-

gnügen an die Vorlesung in Experimentalphysik, in der Professor Zenneck jede Gelegenheit wahrnahm, seine Schiesskunst als Jäger zu zeigen.

Die Tätigkeit am Deutschen Museum hätte bereits meinen weiteren Berufsweg bestimmen können; denn Franz Fuchs wollte seine Aktivität bald beenden und hatte mich als Nachfolger im Auge.

Dr. Manfred Curry

Aber es kam anders: Eines Tages traf ein Brief mit dem rückseitigen Aufdruck „M.C.“ ein, der mich einlud, nach Riederau zu einer Besprechung zu kommen. Am nächsten Wochenende machte ich mich in meinem klapprigen Studentenauto auf an den Ammersee. Dort empfing mich Dr. Manfred Curry mit seiner Frau in einem traumhaft schönen Ambiente: Das auf einem Hügel gelegene Wohnhaus, in dem die Besprechung stattfand, bot durch eine riesige Fensterfront einen herrlichen Blick auf den See mit dem Kloster Andechs als Hintergrund; wir nahmen in weissen Polstermöbeln Platz, ein Butler servierte Tee und Kuchen. Dann erzählte mir Herr Curry, dass er sehr an Wetterföhligkeit leide, besonders bei Föhn, und sich vorgenommen habe, die Ursache im Wettergeschehen zu finden. Er hatte beobachtet, dass die knackenden und oft sehr störenden Nebengeräusche im Radio einen engen Zusammenhang mit seinen Befindensstörungen aufwiesen.

Dazu muss man sich zurückrinnern, dass damals - wir schrieben das Jahr 1938 - der Rundfunkempfang nur im Mittel- und Langwellenbereich möglich war und dass die atmosphärischen Störungen mitunter den Empfang, vor allem weiterentfernter Sender sehr störten.

Kurz, Dr. Curry fragte mich, ob ich ihm eine Vorrichtung bauen könne, mit der er diese atmosphärischen Impulse kontinuierlich aufzeichnen konnte. Teils als Lockmittel für mich, teils als stolze Demonstration seiner Möglichkeiten zeigte er mir anschliessend sein Teehaus am See, das am Ankermast liegende und mit Strom, Telefon und Fliesswasser versorgte Schiff „Tiger“ und die mit aerodynamischen Finessen ausgestatteten Segelboote.



Abb. 2: Das Hausboot "Tiger" von Dr. Manfred Curry auf dem Ammersee (ca. 1937).

Ich konnte natürlich der geballten Versuchung nicht widerstehen, etwas von einer so schönen und interessanten Umgebung mitzubekommen und sagte zu.

Wie ich dann über einen weiten, in langen Zeiträumen vom 2. Weltkrieg begleiteten Weg, über Experimente und Messreihen zur Luftchemie, über U-Bootserfahrungen zu praktischer Kenntnis von Ozonwirkungen, danach über die kritische Mitarbeit an Veröffentlichungen und Vorträgen zu einem der drei Gründungsmitgliedern des Instituts für Balneologie und Medizinische Klimatologie bei der Universität München wurde, darüber könnte man ein eigenes, umfangreiches Buch schreiben.

Nach Ende des Kriegs wurde mein Vater wieder in Amt und Würden eingesetzt und übte noch 6 Jahre lang eine Tätigkeit als Landesbranddirektor aus. Ich war noch eine Zeit lang bei Curry im „American Bioclimatic Institute“ tätig und sollte später in die Vereinigten Staaten gehen, um dort die Forschungen auf dem Gebiet der Wettereinflüsse auf den Menschen fortzusetzen.

Aussichten auf das „gelobte Land“ USA

Angesichts der inzwischen schon mehrere Jahrzehnte andauernden (Quasi-) Normalität ist es fast unmöglich, sich in die damals herrschende Stimmungslage hineinzuversetzen und die Gedanken zu verstehen, die uns in einem zertrümmerten Land und ohne Hoffnung auf absehbare Besserung beherrschten. Ich liebäugelte zweifellos mit der Chance, in das „gelobte Land“ zu kommen und dort eine geregelte Forschungstätigkeit auszuüben. Ich zweifelte aber sehr daran, ob das bei Curry's Arbeits- und Forschungsmethode Erfolg haben könnte. Die Befunde über die Einflüsse des Wetters auf das menschliche Be- finden waren ja lediglich durch Beobachtungen an sich selbst und an wenigen Personen seiner nächsten Umgebung belegt. Curry war sicher ein scharfer Be- obachter. Er zeichnete alles, was er sah und wie er es deutete, akribisch in Ta- gebüchern auf. Fünf dicke Bände von „Psychometern“, wie der sie nannte, wurden im Lauf der Jahre mit Beobachtungen und Messergebnissen gefüllt. Aber das auf den Rest der Welt zu verallgemeinern und darauf eine Theorie - nein, eine mit Überzeugung vorgetragene Vorstellung - über einen alles Leben steuernden Spurenstoff in der Atmosphäre zu gründen, das widersprach doch allen wissenschaftlichen Ansprüchen an eine Beweisführung.

Es ist, glaube ich, nur scheinbar ein methodischer Gegensatz, wenn Dr.Curry andererseits halb Europa bereiste, um andere Forscher mit seinen Ansichten bekannt zu machen und ihren Kommentar anzuhören. Er war eben überzeugt davon, dass es ihm gelungen sei, die Ursache der Wetterwirkung auf den Menschen zu finden und dass nur noch Detailfragen zu klären seien.

Für meine spätere Tätigkeit in Forschung und Lehre der Balneologie und medizinischen Klimatologie vermittelte mir diese Einstellung Curry's jedenfalls viele wertvolle Kenntnisse und Erfahrungen. Von meinem ursprünglichen Berufsziel, der Hochfrequenztechnik, hatte ich mich meilenweit entfernt. Zwar kann man das Thema meiner Diplomarbeit, die ich an der Ludwig-Maximilians-Universität in München bei Prof.Gerlach einreichte, noch in die Rubrik „Hochfrequenztechnik“ einreihen. Es war ein Verfahren zur Anpeilung von elektromagnetischen Gewitterimpulsen. Aber das war mehr ein zufälliges Nebenprodukt meiner früheren biometeorologischen Untersuchungen. Entscheidend waren vor allem die Kenntnisse und Erfahrungen auf den Ge- bieten der Meteorologie und einigen Sparten der Physiologie, die ich mir vor- wiegend autodidaktisch bei der Vorbereitung und Auswertung von Versu- chen, bei der Ausarbeitung von Veröffentlichungen und nicht zuletzt bei kriti- schen Diskussionen mit Dr.Curry und anderen erworben hatte.

Auf ausgedehnten Reisen besuchte Manfred Curry mit mir so gut wie alle ernstlich mit den Problemen der Wetterwirkung auf Organismen befassten

und durch Veröffentlichungen hervorgetretenen Forscher. Darunter der Kinderkliniker B.deRudder in Frankfurt, der - angeregt durch eindeutig vom Wetter ausgelöste Fälle von Pseudo-Krupp - in einem Buch „Grundriss der Meteorobiologie des Menschen“ viele Fakten zu diesem Thema zusammentrug und erstmals kritisch diskutierte, oder Professor Friedrich Dessauer in Fribourg/Schweiz, der sich besonders eingehend mit den Wirkungen von Luftionen, also elektrisch geladenen Schwebstoffpartikeln befasste, oder der Dermatologe Prof.Stühmer in Freiburg, der durch klinische Beobachtung an seinem Krankengut zu der Überzeugung gelangt war, dass Wettervorgänge als Auslöser von bestimmten Hautsymptomen eine wichtige Rolle spielen. Besonders ergiebig waren die Besuche im Institut von Prof.Thauer in Bad Nauheim, wo experimentelle Studien über die Wärmeregulation des menschlichen Körpers stattfanden, sowie im Institut für Verhaltensforschung in Herrsching/Seewiesen, wo unter Prof.Weber in einem von der Aussenwelt abgeschlossenen Bunker die Einwirkungsmöglichkeiten schwacher magnetischer Felder und Impulse auf die menschliche Tagesrhythmik untersucht wurden. Ertragreich für mein Wissen über das natürliche atmosphärische Ozon war ein mehrmonatiger Studienaufenthalt bei Prof.Götz am lichtklimatischen Institut in Arosa: Dabei wurde spektrografisch untersucht, ob Modifikationen oder Beimengungen von Ozon in der reinen Höhenluft existieren. Über dieses Thema fand auch ein reger Gedankenaustausch mit Professor Ehmert in Lindau /Harz statt.

Curry lud auch gelegentlich Forscher, von denen er annahm, dass sie ihm bei seinen Fragestellungen weiterhelfen könnten, zu Versuchen nach Riederau ein. So profitierte ich viel vom Wissen über Spurenstoffe in der Luft und deren Messung von H.Cauer, der als Schöpfer einer luftchemischen Klimatologie angesprochen werden kann. Über spektrografische Techniken zur Untersuchung atmosphärischer Spurenstoffe lernte ich manches von Professor Scheibe, einem bekannten Forscher auf diesem Gebiet.

Auch mit der natürlichen Radioaktivität und den - wirklich oder angeblich - davon ausgehenden Wirkungen hatte ich mich befasst. So orientierte ich mich über das damalige Wissen über die Höhenstrahlung und unternahm auch eigene Messreihen über deren zeitlichen Verlauf.

In Badgastein kam ich erstmals mit Problemen der Bäderheilkunde in Berührung. Dort wird ja die Radioaktivität von Wässern intensiv therapeutisch genutzt, was mich auf Veranlassung von Curry zu luftchemischen Messreihen in Badgastein und ausgiebigen Diskussionen mit dem damals führenden Kurarzt Dr.Thaler motivierte.



Abb. 3: Prof. Götz und der Autor in Arosa mit dem Ozonmessgerät der Fa. Siemens-Reiniger (1949).

Nicht unerwähnt soll die Hintergrundarbeit an dem zweibändigen Bericht Curry's über seine jahrelangen Arbeiten, der „Bioklimatik“ bleiben. Ich verfasste dazu ein Kapitel über die meteorologischen Grundlagen, lieferte Konzepte über Verlauf und Ergebnisse von Versuchsreihen und war vor allem bemüht, grobe Irrtümer und allzu überschwängliche Erfolgsberichte auszumerzen. Das erforderte oft ein gründliches Studium der einschlägigen Literatur und vermittelte mir ein umfangreiches, wenn auch etwas einseitiges Wissen aus meteorologischen und physiologischen Teilgebieten.

Curry hatte nach dem Erscheinen seines zweibändigen Werks über die Bioklimatik und des Buchs „Schlüssel zum Leben“, das sich hauptsächlich mit seiner Typenlehre befasste, weit gehend das Interesse an den Problemen der Wetterwirkung auf den Menschen verloren. Er wandte sich einem Gebiet zu, wohin ich ihm nicht folgen konnte, nämlich der Wünschelrutenproblematik. Ich suchte dringend ein anderes Betätigungsgebiet, nach Möglichkeit an einer Universität, jedenfalls mit Gelegenheit zu wissenschaftlicher Forschung.

Deshalb versuchte ich, mir den Weg zur Forschung durch eine Untersuchung zu ebnen, die als Promotionsarbeit anerkannt werden könne. Das Vorhaben, das im Kapitel „DFG“ genauer geschildert wird, scheiterte aber, nachdem ich viel Zeit und Mühe dafür aufgewandt hatte. Ich musste weiter eine Gelegenheit suchen, vom Curry'schen Institut weg und in eine andere Forschungseinrichtung zu kommen.

Einstieg ins Balneologische Institut

Da kam mir eine Aufforderung zur Mitarbeit an einem neu zu gründenden Institut sehr gelegen. In Bad Kissingen fand 1949 die Tagung der Gesellschaft für Physikalische Therapie, Balneologie und Klimatologie statt, nach meiner Erinnerung in unmittelbarem Anschluss an den Bädertag des Deutschen Bäderverbands. Ich hatte einen Vortrag über die Curry'schen Bemühungen um die Ursachen der Wettereinflüsse auf das menschliche Befinden gehalten. Nachher kam ein Dr. Stieve auf mich zu, der mich im Auftrag von Professor Böhm fragte, ob ich Lust hätte, an einem neu zu gründenden Institut für Bäder- und Klimaheilkunde mitzuarbeiten. Professor Böhm war der Inhaber des Lehrstuhls für Physikalische Therapie und Röntgenologie der Universität München. Das Angebot war genau das, was ich suchte, nur auf einem für mich großenteils neuen Gebiet.

2.Kapitel

Anfänge im Institut

Die ersten Tage meiner Tätigkeit als einer der drei Mitarbeiter des neugegründeten Instituts für Medizinische Balneologie und Klimatologie bei der Universität München verbrachte ich in der Bibliothek des Rieder-Instituts im Klinikum an der Ziemssenstraße damit, mir einen Überblick über die hier vorhandene Literatur zu den Gebieten Physikalische Medizin, Bäder- und Klimaheilkunde zu verschaffen. Dabei kam es mir entsprechend meiner Ausbildung natürlich nicht darauf an, Hinweise auf die ärztliche Ausübung, die praktische Anwendung oder den Erfolg der gebräuchlichen Anwendungen zu erhalten. Ich wollte vielmehr wissen, auf welchen Wirkprinzipien diese Heilverfahren beruhen oder wenigstens, welche Vorstellungen man darüber hatte.

Die Ausbeute war ernüchternd. Ich hatte vor allem gehofft, in Sammelwerken und Lehrbüchern vergleichsweise schnell und kompakt den Stand des Wissens erfahren zu können. Was aber in diesen Fachrichtungen vorzufinden war, bestand nur in Einzelarbeiten über spezielle Probleme oder in völlig veralteten Sammelwerken, die höchstens für den Historiker von Interesse waren. Eine positive Ausnahme machte das amerikanische Handbuch der Physikalischen Therapie von Licht, aus dem ich mir vieles Wissenswerte und einige wertvolle Anregungen holte.

Ich wusste allerdings zu diesem Zeitpunkt nicht, dass ein zweibändiges Sammelwerk über die Balneologie existierte, aufgeteilt in naturwissenschaftliche Grundlagen und therapeutische Anwendung. Das mit 1940 datierte „Lehrbuch der Bäder- und Klimaheilkunde“ soll vor der Auslieferung einem Brand zum Opfer gefallen sein. Es ist herausgegeben von Prof. H. Vogt von der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen in Breslau und stellt die Arbeiten zusammen, die an verschiedenen balneologischen Forschungsstellen in Jahrzehntelanger Arbeit geleistet und in verstreuten Veröffentlichungen erschienen waren. Eine Widmung und ein Passus im Vorwort lassen erkennen, dass auch das deutsche Bäderwesen von der „Gleichschaltung“ durch das nationalsozialistische Regimes erfasst war.

Die in dem Buch verarbeiteten Beiträge entsprechen im wesentlichen den Anforderungen naturwissenschaftlicher Beweisführung und experimenteller Untermauerung von Thesen und Ansichten. Sie liessen aber auch erkennen, wie viele Lücken und Unsicherheiten hinsichtlich der wirksamen Mechanismen und Prozesse bei den Kenntnissen von den Heilwirkungen balneologischer oder klimatherapeutischer Maßnahmen bestanden. Jedenfalls: Auf dem Gerüst

an Fakten und Vorstellungen, die in dem Buch zusammengefasst wurden, konnte und musste man bei einer Weiterarbeit aufbauen.

Nach und nach tauchten einzelne Exemplare des Werks in Bibliotheken und Antiquariaten auf und so erfuhr ich von seiner Existenz und konnte mir ein Exemplar verschaffen.

Interessant ist unter anderem die Einteilung. Sie erfolgt einerseits nach der Anwendungsform - Bäder, Trinkkuren, Inhalation - aber hauptsächlich nach der Natur bzw. dem Chemismus der natürlichen, ortsgebundenen Heilmittel, das heisst der Quellwässer. Das geht von der Annahme einer spezifischen Wirkung der Quellbestandteile aus, beim Klima von der unterscheidbaren Wirkung einzelner Klima- oder Wetterelemente und einer gewissen Spezifität der Klimagebiete oder der Klimaeigenschaften.

Die unspezifischen Wirkungen des Kuraufenthalts, z.B. die Umstellung auf ein neues Milieu, der psychische Einfluss des Behandlers, die Nachwirkungen im Sinn einer Änderung der Lebensweise werden nur am Rande erwähnt.

Obwohl es mir eigentlich widerstrebt, muss ich in diesem Buch nolens volens ähnlich vorgehen, d.h. in den einzelnen Kapiteln die jeweiligen Wirkfaktoren als selbständige Phänomene behandeln. Ein chronologische Anordnung müsste spätestens bei der Schilderung der Arbeiten nach 1952 aufgegeben werden, da wir viele Themen praktisch gleichzeitig angingen. Und das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen macht zwar letztlich den Kurerfolg aus, es ist aber kaum einer experimentellen Prüfung zugänglich. Ich muss auch die unspezifischen Wirkungen des Kuraufenthalts trotz ihrer eminenten Bedeutung vernachlässigen, weil ich mich dafür nicht zuständig und kompetent halte.

Meine erste Orientierung über das Fachgebiet wurde also nicht von der Darstellung in dem genannten Werk beeinflusst. Das war kein Schaden: So konnte und musste ich unbelastet durch eingefahrene Schlussfolgerungen und Ansichten selbst entscheiden, was vordringlich war und mit den verfügbaren Mitteln bearbeitet werden sollte.

Die Umgriffmöglichkeiten in einer Universitätsklinik für Innere Medizin, in deren Mauern ich arbeitete, waren meiner Aufgabe sehr förderlich. Ich konnte bei praktisch jeder auftauchenden Frage Auskunft und Rat kompetenter Spezialisten einholen. Andererseits sprach sich schnell herum, dass im Hause eine in physikalischen und technischen Fragen bewanderte Person erreichbar war. 1950 waren ja noch keine hauptamtlichen Physiker oder Techniker in die Kliniken integriert. Das hatte zur Folge, dass ich bald hier, bald da Auskunft ge-

ben sollte und um Rat und Hilfe angegangen wurde. Meinem medizinischen Horizont kam das zugute, meiner eigentlichen Aufgabenstellung weniger. Immerhin musste ich mich in die verschiedensten Fachgebiete einarbeiten, vom Strahlenschutz bis zum Kontrast von Röntgenbildern, von statistischen Prüfverfahren bis zur Auswertung von physiologischen Registrierungen. Dabei kam mir sehr zugute, dass ich aus meiner früheren Tätigkeit mit der Sprache und Denkweise von Medizinern vertraut war. Ich hatte also nicht die Schwierigkeiten mit der Verständigung und mit dem Verständnis wie damals manche Naturwissenschaftler und Techniker. Heute haben sich ja die Sprachregelungen und Denkschemata weitgehend angenähert.

Ein gravierendes Problem war die Raumfrage. In der Klinik herrschte permanente Raumnot, durch ständige Ausbesserungen und Umbauten suchte man den kriegs- und altersbedingten Schäden Herr zu werden oder neue dringliche Bedürfnisse zu befriedigen. So bestand für eine neue Institution mit Raumbedarf wenig Aussicht, innerhalb des Klinikareals Fuss zu fassen. Die Antwort auf diese Situation war das Ausweichen auf Kellerräume, die eigentlich nur für die Versorgungsleitungen der Bäder und physikalischen Therapie bestimmt waren. An einzelnen Stellen gingen die Wasser- und Gasleitungen so niedrig quer durch den Raum, dass alle, die in unserem „Labor“ zu tun hatten, zunächst einige Beulen am Kopf davontrugen, bis sie sich angewöhnt hatten, an den richtigen Stellen gebückt zu gehen. Provisorien und Behelfslösungen waren aber zu jener Zeit nichts Ungewöhnliches, sie stimulierten eher zu fruchtbarer Arbeit als dass sie behinderten.

Den Kontakt zur Praxis in den Kurorten vermisste ich in der Anfangszeit kaum. Meine ärztlichen Kollegen Dr.Schnelle und Dr.Drexel hatten ihn reichlich, sei es beim Aufbau von Außenstellen des Instituts oder anlässlich der vielen organisatorischen Probleme, die es zu lösen galt. Eines davon war die Vorbereitung und Durchführung von Studentenexkursionen in die Heilbäder, die damals dankbar und mit großer Beteiligung angenommen wurden.

Mein Anfangsurteil über die Balneologie

Ein Résumée aus dem Studium der Literatur war die Feststellung, dass die Vorstellungen über spezifische Wirkungen der Bäder- und Klimakuren vorwiegend auf Empirie und Tradition beruhten. Das ist kein negatives Werturteil: Heute werden ja die historischen Wurzeln vieler Heilmethoden sehr hoch geschätzt.

Was ich gleich zu Anfang bemerkte und auch später noch oft störend empfand, ist ein Ungleichgewicht zwischen den Kenntnissen über die Ursachen der (behaupteten) Heilwirkungen und denjenigen über die Beschaffenheit der Heilmittel. Der Kunde von den Lagerstätten der Heilwässer, also der Geologie, und von der Analyse ihrer Bestandteile waren umfangreiche Bemühungen gewidmet. Dies betrifft sowohl den Aufwand für die Forschung als den Umfang und die Beachtung der Veröffentlichungen. Dagegen waren weit weniger Arbeiten zu entdecken, die herauszufinden suchten, was bei der Anwendung der Wässer vor sich ging und warum eine Heilung oder Besserung von Krankheiten dabei erfolgte. Das ist aus vielerlei Gründen verständlich; einige davon seien hier erwähnt: Sicher können und müssen die örtlichen Voraussetzungen möglichst genau bekannt sein, bevor man daran geht, die beobachteten Heilwirkungen zu erklären. Diese Vorarbeit ist aber durch Anwendung bekannter, oft sogar vorgeschriebener Methoden der Geologie und chemischen Analytik durchführbar, während bei den Wirkungen oft geeignete Mess- und Beurteilungsmethoden fehlen. Für bestimmte Eigenschaften des Kurmittels bestehen zudem Vorschriften, die erfüllt oder Grenzwerte, die eingehalten werden müssen. Der Kurort muss unabhängig von den entstehenden Kosten nachweisen, dass er diese Voraussetzungen besitzt. Vor allem sind strenge Analysenvorschriften zu erfüllen. Wenn ich andererseits daran denke, wie schwierig es war und wie lange es gedauert hat, bis in die sogenannten Begriffsbestimmungen eine - wenngleich sehr unscharf definierte - Nachweispflicht von Heilwirkungen aufgenommen wurde, dann wundere ich mich nicht, dass ich selbst und meine Kollegen aus der Medizin manchmal mit Ärger reagierten. Dazu kommt, dass anders als bei pharmazeutischen Präparaten, für deren Zulassung meist viele Jahre der Erprobung und hohe Kosten aufzubringen sind, für die Kurmittel der Heilbäder keine solche Nachweispflicht und auch keine potenteren Geldgeber existieren, die Beträge im Millionenbereich aufwenden, um überhaupt auf den Markt zu kommen. Die freiwillig vom Deutschen Bäderverband für die Wirkungsforschung aufgebrachten Summen liegen im Bereich von einigen zehntausend Mark jährlich.

Erstaunt war ich auch darüber, was ich nach längerem Suchen über den Ursprung der Grenzwerte für die Inhaltsstoffe der Heilwässer erfuhr: Der Geologe Grünhut hat vor vielen Jahren eine Zusammenstellung der Mineralgehalte zahlreicher Quellen angefertigt und dann diejenigen, bei denen einzelne Bestandteile mit einem gewissen Abstand über dem Durchschnitt lagen, als Mineralquellen bezeichnet. Dieses Prinzip wurde für die Definition von Grenzwerten für Heilquellen übernommen. Es hat also keine Beziehung zu irgend einer Wirkung.

Mein Institutskollege Dr. Pratzel hat später oft auf die eigenartigen, schlecht oder gar nicht begründeten Grenzwerte für Heilwässer hingewiesen. Nach seiner Ansicht – die ich teile – sind vor allem ganz verschiedene Grenzziehungen je nach der Anwendungsart angebracht. Für das Baden gelten andere Voraussetzungen als bei der Trinkkur. Aber seine Ausführungen und Vorschläge haben keine Änderung bewirkt.

Ich las auch die kenntnisreichen und interessanten Vorstellungen des Pharmakologen Kühnau über die Wirkungsweise der Mineralwässer bei der Anwendung zu Trinkkuren. Einige mögen auch nach dem heutigen Stand der Wissenschaft vertretbar sein. Aber ohne Nachweis durch entsprechende Studien bleiben sie eben Hypothesen.

Die Diskrepanz zwischen dem Wissen um die vorhandenen Wirkfaktoren und ihren Wirkungen und Wirkungsweisen erstreckt sich auch auf unerwünschte und deshalb zu kontrollierende Faktoren. Die schon öfters angesprochenen Begriffsbestimmungen enthalten z.B. sehr detaillierte Vorschriften über die Methoden, mit denen die Luftverunreinigungen in Kurorten in gewissen Zeitabständen zu messen sind, dazu eine Tabelle von Grenzwerten, die eingehalten werden müssen, um die Prädikate „Heilbad“, „Heilklimatischer Kurort“ oder „Luftkurort“ zu rechtfertigen. Diese Grenzwerte sind nicht durch entsprechende Wirkungsanalysen gestützt, sondern sie sind als „Pegelwerte“ von einer statistischen Analyse des Ist-Zustands in den Kurorten abgeleitet. Andere Ungereimtheiten bei den Vorschriften sind im Kapitel über die Luftreinheit in Kurorten abgehandelt.

Bei dieser Sachlage ist es nicht verwunderlich, dass die Balneologie in der sogenannten „Schulmedizin“ kein besonderes Ansehen geniesst. Ein Vergleich der Zahlen von Patienten, die zur Behandlung in die Kurorte geschickt werden, mit den akademischen Einrichtungen zur Lehre und Forschung fällt nicht sehr günstig aus. Die Balneologie ist nur an einigen Universitäten als Anhängsel zu Lehrstühlen anderer Fachgebiete vertreten. Für die meisten Fachgebiete der Medizin gibt es angesehene, über viele Jahrzehnte stabile Zeitschriften, dagegen war den Zeitschriften, die sich der Balneologie widmeten, jeweils nur eine Lebensdauer von einigen Jahren beschieden. Zeitweise war es unmöglich, für bäderwissenschaftliche Arbeiten ein ernstzunehmendes Publikationsorgan zu finden.

Wenn nicht einzelne, von den segensreichen Wirkungen einer Kurbehandlung überzeugte Persönlichkeiten ihre Arbeitskraft und Zeit der Erforschung dieses

Heilpotentials widmen würden, sähe es um die Stellung und das Ansehen der Balneologie noch weitaus schlechter aus als dies jetzt der Fall ist. Von diesen Persönlichkeiten sind besonders W. Amelung und A. Evers zu erwähnen, die neben ihrer kurärztlichen Tätigkeit das enorme Arbeitspensum bewältigten, ein „Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde“ herauszugeben. Das 1962 erschienene Werk stellt auf 1090 Seiten das Wissen von 45 Autoren über das Fachgebiet dar. Erwähnen möchte ich hier auch Herrn Römmelt, der nach seiner Tätigkeit als Messstellenleiter an der Station Brotjaklriegel an das arbeitsmedizinische Institut der Universität München ging. Grösstenteils in seiner Freizeit widmete er sich der Entwicklung und Erprobung kostensparender, aber trotzdem hinreichend genauer Messmethoden für die Luftverunreinigungen in den Kurorten. Seinem unermüdlichen Einsatz ist es zu verdanken, dass auf diesem Gebiet ein Wettstreit statt eines konkurrenzlosen Vorgehens eines Bearbeiters zustande kam.

3.Kapitel

Das erste Arbeitsgebiet, Inhalation

Für meine ersten Arbeiten suchte ich mir das Gebiet der Inhalation aus. Fast alle Kurorte haben eine Inhalationsabteilung, in der vorwiegend das ortseigene Mineralwasser, in verschiedenen Konzentrationen als Nebel zerstäubt, zur Einatmung verabreicht wird. Dort wird meist in herkömmlicher Weise behandelt, ohne den Geräten nähere Beachtung zu schenken. Die in der Literatur zu findenden Beschreibungen der Nebel-Inhalation verwendeten eine veraltete und uneinheitliche Nomenklatur. Mit den anfänglich recht beschränkten Arbeitsmöglichkeiten konnte ich da vielleicht am besten etwas erreichen.

Mein damaliger Chef war Professor Böhm, der letzte Inhaber eines Lehrstuhls, der die Physikalische Therapie mit der Röntgenologie vereinte.

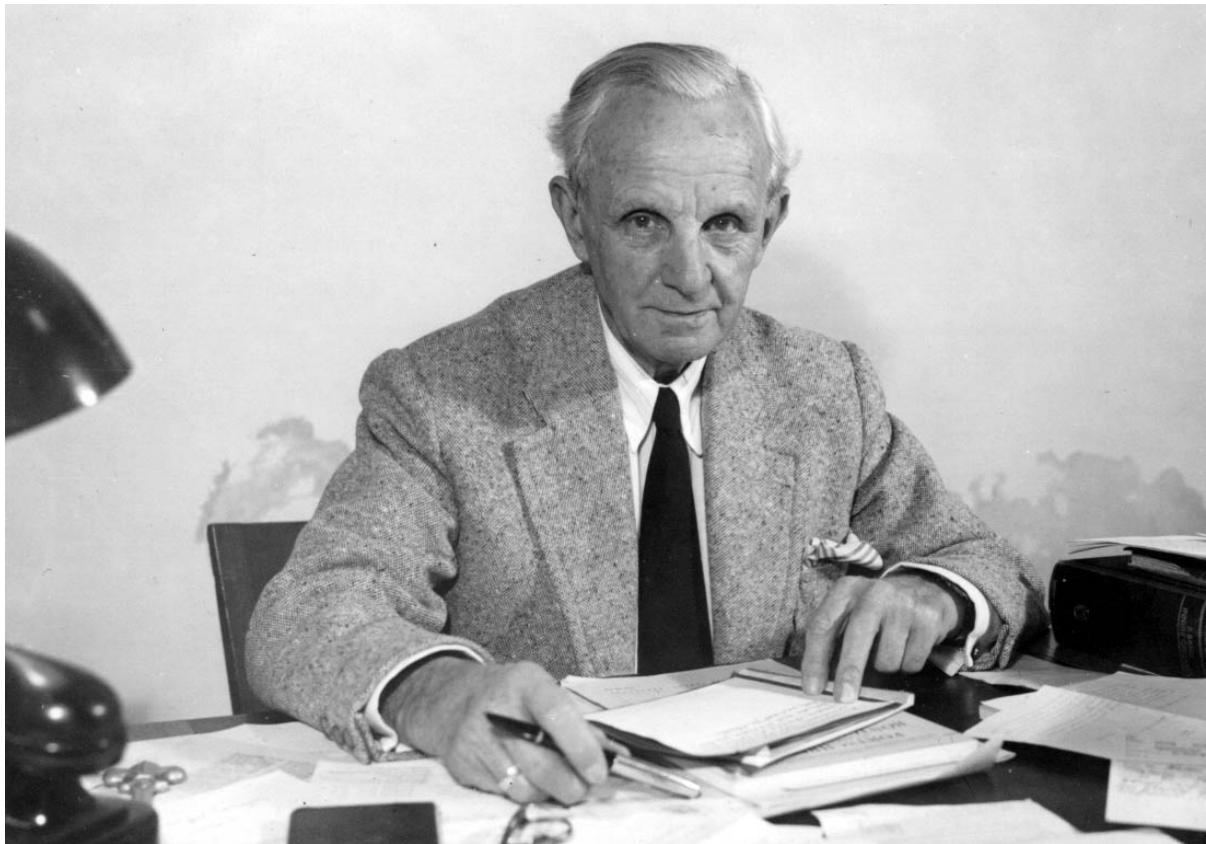


Abb. 4: Prof.Dr.med. Gottfried Böhm, der Initiator des Balneologischen Instituts. Er war der letzte Ordinarius, der das Fach Physikalische Medizin gemeinsam mit der Röntgenologie vertrat (1949).

Er hatte für die in Heilbädern übliche Form der Mineralwasserinhalation die treffende Bezeichnung „Schleimhautwäsche“ geprägt. Sie bewirkt vorwiegend eine Bespülung der Mund- und Nasenschleimhäute, wobei das benutzte Quellwasser die Rolle einer indifferenten Spülflüssigkeit spielt. Im Lauf unserer Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Indifferenz nur für bestimmte Bedingungen gilt:

Vor allem die Konzentration der Salze im Mineralwasser, genauer gesagt ihr osmotischer Druck, muss mit der Osmolarität der bespülten Gewebe übereinstimmen. Bei höherer Konzentration findet eine Wanderung von Wasser aus dem Gewebe, also eine Austrocknung statt, bei niedrigerer Salzkonzentration im Inhalat eine Befeuchtung. Man kann dies auch benützen, um therapeutische Effekte zu erreichen. Dabei muss aber die vor allem bei höheren Konzentrationen auftretende Reizung beachtet werden. Genauere Untersuchungen mit chemisch verschiedenartig zusammengesetzten Wässern ergaben, dass auch die Art der im enthaltenen Salzionen eine Rolle spielt, dass demnach nicht jedes Mineralwasser gleich gut zur Inhalation geeignet ist. Wichtig ist vor allem der Gehalt an Calcium-Ionen. Eine geringe aber auch eine zu hohe Konzentration ist ungünstig. Die Kurve, welche die Wirkung in Abhängigkeit vom Gehalt an Calcium wiedergibt, hat ein Maximum. Anders die Konzentration der Kalium-Ionen. Sie fällt vom Anfangswert aus gleichmässig ab. Ein hoher Kaliumgehalt ist also nachteilig. Damit konnte z.B. gezeigt werden, dass die Zusammensetzung von Meerwasser besonders günstig für die Inhalation ist. Auch der pH-Wert des Inhalats, also der Säuregrad ist von Bedeutung; leicht alkalische Wässer fördern die Erholung der Flimmerhärchen in den Atemwegen besser als neutrale oder saure Wässer.

Diese Ergebnisse wurden mit einer Methode erzielt, die in einem französischen Institut für U-Bootsmedizin entwickelt wurde. Auf das Institut komme ich später zurück. Die Methode beruht auf einer Messung der Schlagfrequenz der sogenannten Cilien – Flimmerhärchen -, einem Charakteristikum der Atemwegsschleimhäute. Das sind Härchen, die durch eine eigene Muskulatur synchron bewegt werden und dadurch den Schleim einschliesslich etwaiger Fremdkörper aus den Atemwegen herausfordern. Die Bewegung sieht ähnlich aus wie ein vom Wind bewegtes Ährenfeld.

Lähmt man das Schlagen der Cilien eines Schleimhautpräparats z.B. durch Alkohol und besprüht sie danach mit einem Nebel aus Mineralwasser, so kommt die Bewegung je nach der Zusammensetzung des Inhalats nach unterschiedlicher Zeit und in verschiedenem Takt wieder in Gang. Man hat so das Modell einer erwünschten Wirkung der Inhalationsbehandlung.

Als Physiker hat mich jedoch mehr als die chemische Zusammensetzung des Nebels dessen „Zerstäubungsgrad“ interessiert. Diese von Heubner eingeführte Bezeichnung beschreibt die Grösse der in einem Nebel enthaltenen Tröpfchen. Sie ist bei allen zur Therapie verwendeten Nebeln mehr oder weniger uneinheitlich – polydispers. Heute spricht man vom Teilchengrösßen-Spektrum und definiert für diese Eigenschaft verschiedene Maßzahlen, zum Beispiel den „mittleren Massendurchmesser“ (MMD). Das dabei angestrebte Ziel ist es, die verschiedene Eindringfähigkeit eines Inhalats in die Atemwege und die Lunge zu kennzeichnen.

Das Thema „Schleimhautwäsche“ ist damit allerdings verlassen; das entspricht auch dem Gang unserer Arbeiten, die sich bald auf das Gesamtgebiet der „Aerosole“ erstreckten.

Literatursuche

Bevor ich jedoch an eigene Untersuchungen heranging, studierte ich die noch spärlich vorhandene und schwer erreichbare Literatur über das Gebiet. Das war nicht so einfach wie heute: Es hiess zunächst die Benutzungs- und Ausleihgenehmigung für Universitäts- und Staatsbibliothek einholen. Dann kam ein tagelanges Suchen in den Schlagwortkatalogen dieser Bibliotheken und das Warten auf die Auslieferung der Bücher. Manches war nicht in München vorhanden, es musste erst aus anderen Universitätsbibliotheken angefordert werden.

Beim Studium der so zusammengeholten Literatur stellte sich heraus, dass die wichtigsten Übersichtswerke fehlten; es handelte sich ja um ein neues, vor allem in den USA vorangetriebenes Forschungsgebiet. Ich musste sie also aus unseren schmalen Etat beschaffen.

Parallel zu diesem Studium der Veröffentlichungen über alles, was mit der Verneblung von Flüssigkeiten zu tun hat, ging der Aufbau einer Institutsbibliothek. Sie bestand zunächst aus einigen Zeitschriften, wie zum Beispiel die Deutsche Medizinische Wochenschrift, aus denen als wichtigster Teil die Inhaltsverzeichnisse grundlegender, aber im Original für uns zu teurer Standardzeitschriften wie „Journal of Physiology“ ausgewertet werden konnten. An Hand dieser Verzeichnisse wurden dann die Autoren interessierender Artikel angeschrieben und um Sonderdrucke gebeten. Die Sammlung von Sonderdrucken wuchs schnell und bildete die wichtigste Quelle von neuesten Informationen über Ergebnisse und Übersichten. Sie war der Ersatz und Nachfolger von Opa's Zettelkasten.

Es wurde bald notwendig, ein System zum Auffinden der vorhandenen Sonderdrucke für ein bestimmtes Interessengebiet zu schaffen. Dazu bot sich – vor

der Verfügbarkeit von Computern und Datenbanken – ein Verfahren an, das mit Hilfe von Nadeln aus einem Stapel von Blättern mit vielen Löchern alle zu einem bestimmten Stichwort gehörenden aussonderte. Zu jedem Sonderdruck gehörte ein Blatt. Voraussetzung war, dass ein hierarchisch aufgebautes Verzeichnis von Stichworten existierte, das die Lochung der Blätter steuerte. Die sogenannte Dezimalklassifikation der Wissensgebiete ist ein solches Verzeichnis; viele Zeitschriften benutzen dieses System und ordnen jedem Artikel die zugehörige Nummer zu. Wir haben viel Arbeit in die Lochblatt-Ordnung der Sonderdrucke gesteckt. Ich glaube, es wurden 6 oder 7 dicke Stapel von Lochkarten angefertigt, bis das System durch die mit Hilfe von Computern zu handhabenden Datenbanken abgelöst wurde.

Auch die Suche nach Literaturstellen hat in der Zeitspanne, über die dieses Buch berichtet, einen bedeutenden Wandel durchgemacht. Es ist nicht mehr notwendig, die Stichwortkataloge der großen Bibliotheken zu durchsuchen. Man spricht stattdessen einen der für das betreffende Fachgebiet zuständigen Literaturdienste an – am einfachsten über eine Online-Verbindung – und erhält nach einigen Tagen ein Dossier mit den Kurzfassungen aller erfassten Arbeiten zu den angegebenen Stichworten. Jede wissenschaftliche Zeitschrift bemüht sich um die Aufnahme in eines oder mehrere der Referatenblätter, für die Medizin beispielsweise „Excerpta Medica“ oder „Current contents“.

Jetzt steht die Behandlung der Aerosole in einem eigenen Kapitel an. Vorher will ich aber erzählen, auf welche Weise die enge Zusammenarbeit und Freundschaft mit den französischen Kollegen entstanden ist.

4.Kapitel

Schweizerisch-französisch-deutsches Team.

1962, im Anschluss an einen internationalen balneologischen Kongress in Baden-Baden, sprach mich ein Schweizer HNO-Arzt aus dem Kurort Rheinfelden, Herr Dr.Kummer an, und erzählte mir von seinen Problemen und Ideen. Sie kreisten teils um eine geplante Modernisierung des Rheinfeldener Inhalatoriums. Eines seiner allgemeinen Anliegen war, dass nach seiner Erfahrung die engen Beziehungen zwischen Nase und Lunge der Kranken durch die Aufspaltung der Fachgebiete in Otolaryngologie und Pneumologie zu wenig beachtet würden. Die Krankheiten der Nase werden ja von den Hals-Nasen-Ohren-Fachärzten - diejenigen der Lunge von den Lungenfachärzten bearbeitet. Ich musste ihm sagen, dass ich ihm bei der Einrichtung des Inhalatoriums vielleicht einige Hilfestellung geben kann, aber für ärztliche Fragen nicht der richtige Ansprechpartner bin. Er meinte, ein Team von Fachleuten verschiedener Richtung biete die besten Voraussetzungen für die Lösung der Probleme, die in dem neuen Gebiet der Aerosoltherapie auftauchen. In dieser Richtung habe er schon Kontakt mit einem Pharmakologen und einem Physiologen in Toulon aufgenommen, veranlasst durch ein Buch über die Physiologie der Nasen-Nebenhöhlen.

Bei einem weiteren Gespräch lud er mich ein, mit ihm zusammen die beiden Herren aufzusuchen, sie seien sicher für eine Zusammenarbeit zu gewinnen. Ein Abstecher nach Toulon passte zufällig in meine Urlaubspläne und so sagte ich zu.

Nach einer ausgedehnten Rundreise – meine Frau und ich übernachteten damals gewöhnlich in einem kleinen Zelt – trafen wir dann unseren Baseler Freund im „Hotel de la mer“ in Mourillon bei Toulon. Dieses etwas antiquierte, von zwei älteren Damen geführte Haus hatte eine viel schönere Umgebung als die Hotels in der Hafenstadt Toulon, wir suchten es später noch öfters auf. Am nächsten Tag, als wir mit den beiden Herren zusammenkamen, war ich überrascht davon, dass sie mich wie einen alten Bekannten begrüßten; ich brauchte mich kaum vorstellen und merkte, dass sie über meine Arbeit und meine Interessen viel wussten. Allmählich dämmerte es mir: Ich hatte während des Krieges zeitweise im U-Bootsmedizinischen Institut Carnac der deutschen Kriegsmarine gearbeitet, die französische Kriegsmarine hatte in Toulon eine ähnliche Einrichtung. Das Problem der schlechten Luft im U-Boot war natürlich ein Arbeitsgebiet beider Institute und so lag es nahe, dass die Franzosen nach Kriegsende unsere Ergebnisse studierten. So kam auch meine Per-

son ins Spiel. Und uns wurde klar, dass die Herren Dr.Guillerm und Dr.Badré als Pharmakologe und Physiologe im U-Bootsmedizinischen Institut Toulon arbeiteten. Wir fuhren dahin. Zu meinem Erstaunen ging es da durchaus zivil zu. Zuerst wurden uns die Laboratorien gezeigt, dann konnten wir im Offizierskasino zu Mittag essen. Bei den Arbeitsbesprechungen stellten wir fest, dass wir viel schneller zu unseren Zielen gelangen können, wenn wir das methodische Vorgehen entsprechend den jeweiligen örtlichen Möglichkeiten sinnvoll aufteilen.

Wir kamen überein, dass die Prüfung der verschiedenen Quellwässer auf ihre Eignung zur Aerosol-Inhalation in Toulon durchgeführt werden solle. Hier war das Laboratorium auf die Methode der Schlagfrequenzmessung von Flimmerhaaren der Atemwege eingerichtet, es lag damit große Erfahrung vor. Anderseits hatten wir in München Apparaturen zur Messung der Verteilung von Teilchengrößen in Aerosolen und ihrer Dichte. Wir konnten damit zum Beispiel das günstigste Verfahren zur Überlagerung einer Vibration über den Nebel ermitteln.

In Toulon hatte man nämlich einen Weg gefunden, Aerosole wirksam in die Nasen-Nebenhöhlen einzubringen. Diese Hohlräume stehen mit den Atemwegen nur durch eine enge Öffnung in Verbindung und werden daher normalerweise vom Luftstrom und damit vom Nebel kaum erreicht. Durch schnelles Hin- und Herbewegen des vorbeiströmenden, nebelhaltigen Luftstroms lässt sich erreichen, dass die Nebenhöhlen rasch mit Aerosol gefüllt werden. Am einfachsten geschieht das durch eine überlagerte Vibration, die durch einen mit dem 50-Hertz gespeisten Elektromagneten erzeugt wird.

Ich konnte eine physikalische Erklärung für das Phänomen geben: In der Überdruckphase der Vibration strömt die Luft zentral durch die Öffnung und behält ihre Richtung durch Trägheitskräfte noch eine gewisse Strecke bei. In der Unterdruckphase wird sie aus dem Hohlraum gesaugt; dabei nimmt sie den Weg des geringsten Widerstands, das heisst, des grössten Querschnitts. Sie strömt nicht nur im zentralen Bereich, sondern kommt von überall her auf die Öffnung zu. Beim schnellen Wechsel zwischen Über- und Unterdruck entsteht so eine Strömung, die den Nebel in die Nebenhöhle transportiert.

Später, als die Apparatur zum Inhalieren mit Vibration fertig und erprobt war, konnte der Effekt an einem Plexiglasmodell der Stirnhöhle demonstriert werden. Der Vorgang wurde auch in einen Film über die Nebenhöhlen, ihre Krankheiten und deren Behandlung eingebaut. Dr.Badré und Dr.Guillerm kamen nach Bad Reichenhall zum Kolloquium über Krankheiten der Atemwege, umgekehrt besuchte ich Toulon noch mehrere Male, nicht ohne – mit dem kleinen Zelt ausgerüstet - die Schönheit der Provence und der Mittelmeerküste zu geniessen.

5.Kapitel

Aerosol (Verneblung von Medikamenten)

Als Physiker sollte ich mich eigentlich an die strenge Definition des Begriffes „Aerosol“ halten, Sie bezieht sich auf Teilchen in einem Gas, die so klein sind, dass sie wie in einer trüben Flüssigkeit schweben, ohne herauszufallen. Aber kaum jemand hält sich dran und speziell in der Medizin wird schon lange alles, was durch Verneblung oder Zerstäubung entsteht, als Aerosol bezeichnet.

Das Gebiet der therapeutischen Aerosole löste sich bald von der Beschränkung auf die Inhalatorien der Kurorte und der gelegentlichen Verwendung in Klinik und Heimtherapie. Was in den Kurmittelhäusern stattfindet, gehört auch heute noch großenteils in die Rubrik „Schleimhautwäsche“. Aber in Kurkliniken, kurörtlichen Arztpraxen und zuhause werden die Patienten mit den verschiedensten Medikamenten behandelt. Die Möglichkeit, sie durch Inhalation in fein verteilter Form ohne Injektion und unter Umgehung des Verdauungssystems direkt ins Blut zu verbringen, ist verlockend. Sie regte zu Aktivitäten an und brachte weitreichende Spekulationen hervor. So war man in Bad Reichenhall stolz darauf, Penicillin erstmalig zur Inhalation verwendet zu haben und in einer Fachzeitschrift erschien eine lange Liste von Medikamenten und anderen Substanzen, deren Zufuhr durch Inhalation neue Möglichkeiten versprach. Man dachte unter anderem daran, Hormone wie Cortison oder Insulin inhalierbar zu machen.

Für den Physiker erwuchsen daraus zahlreiche Aufgaben: Um die vorgeschlagenen Möglichkeiten zu verwirklichen und zu optimieren, mussten unter anderem Messverfahren für das Größenspektrum von Aerosolen entwickelt und bereitgestellt werden, die günstigste Teilchengröße für bestimmte therapeutische Ziele ermittelt werden. Auch sollten die bekannten Verfahren zur Generierung von Aerosolen geprüft und auf Verbesserungsmöglichkeiten untersucht werden. Neue Verfahren sollten womöglich das Erreichbare erweitern. Diese Probleme fesselten mein Interesse so, dass ich mich über viele Jahre hinweg an ihrer Lösung beteiligte.

Dass ich mich wie viele andere so sehr mit den medizinischen Aerosolen befasste, hing auch mit der Hoffnung zusammen, durch ihre Anwendung das Los vieler Bergleute zu verbessern, die damals an der Silikose litten, einer Krankheit, die durch das Einatmen siliziumhaltigen Staubs verursacht wurde.

Zuerst war es nötig, den Zerstäubungsgrad von Aerosolen zu messen, also das Teilchengrössenspektrum zu ermitteln. Die dazu entwickelte Vorrichtung bestand aus einer beidseits von Glas begrenzten Kammer, in die das zu untersuchende Aerosol eingesaugt wurde. Von einer Seite her wurde es über einen sogenannten Dunkelfeldkondensator von einer lichtstarken Xenonlampe intensiv beleuchtet, von der anderen Seite aus wurden die hell aufleuchtenden Partikel in ihrer Fallbewegung fotografiert. Aus der Fallgeschwindigkeit kann man dann auf die Partikelgrösse schliessen.

Die Auswertung einer genügenden Zahl von Tröpfchenbahnen ist ziemlich zeitraubend; aber damals gab es kaum andere Möglichkeiten zur quantitativen Kennzeichnung medizinischer Aerosole. Ich untersuchte eine beträchtliche Zahl von im Handel befindlichen Inhalationsgeräten.

Besonders nützlich war dieses Teilchengrössen-Spektrometer bei der Konstruktion und Erprobung neuer Inhalatoren: Vorher war ja nur der Augenschein das Hilfsmittel zur Beurteilung des Erfolgs einer angestrebten Verbesserung.

Heute gibt es fertige Geräte, die in Sekundenschnelle das Aerosolspektrum auf einem Bildschirm zeigen. Die mit der richtigen Sammlung des Aerosols verbundenen Probleme werden allerdings häufig unterschätzt und auf diese Weise schöne, aber unzutreffende Ergebnisse erzielt.

Die wichtigste Kenngrösse von Inhalatoren neben dem Grössenspektrum der Aerosolpartikel ist die Menge des abgegebenen Medikaments. Ihre Ermittlung kann je nach dem Maßgebenden Bestandteil recht schwierig sein. Bei wässrigen Lösungen ist z.B. die Verdunstung eine Erschwernis. Oft existierte zwar für den vernebelten Wirkstoff ein Analysenverfahren, es fehlte aber die nötige Ausrüstung oder das Verfahren war zu schwierig und umständlich.

Wir konnten in vielen Fällen das Problem durch eine radioaktive Markierung und nachfolgende Strahlungsmessung elegant lösen, zumal im Klinikum das recht kostspielige radioaktive Präparat gewissermaßen als Abfallprodukt verfügbar war. Am besten bewährt hat sich bei diesem Verfahren ein sehr kurzlebiges Isotop des Technetiums, das durch „Melken“ eines Indium -Präparats mit längerer Halbwertszeit gewonnen werden kann. Nach der Verwendung zerfällt das zur Messung verwendete radioaktive Technetium so schnell, dass keine Abfall- und Dekontaminationsprobleme auftreten.

Die aus anderen Gründen im Institutsbau eingerichtete Isotopenabteilung fand hier ein weiteres Betätigungsgebiet.

Als meines Wissens erste Institution, die sich ex officio mit Aerosolen befasste, wurde 1952 ein Aerosol-Kuratorium bei der Fraunhofer-Gesellschaft für an-

gewandte Forschung gegründet. Als wohl einzige Firma beteiligte sich damals das PARI-Werk Starnberg an dieser Organisation. Hintergrund war ebenfalls das drängende Problem der Silikosebehandlung. Ausser einigen mehr oder weniger gescheiterten Versuchen zur Entwicklung neuer Verneblungsverfahren habe ich später nichts mehr vom Aerosol-Kuratorium gehört.

Ein Erfinder wollte zum Beispiel die Erscheinung ausnützen, dass beim Streichen über eine nasse Bürste von den zurücksschnellenden Haaren kleine Tröpfchen weggeschleudert werden. Aussichtsreicher schien der Versuch, Einstoffdüsen wie bei Ölbrennern oder Beregnungsgeräten zur Medikamentenverneblung einzusetzen. Um mit dieser Methode genügend feine Tröpfchen zu erhalten, die bei der Inhalation weit in die Atemwege eindringen können, sind jedoch hohe Überdrucke erforderlich, die nur von schweren und teuren Kompressoren erzeugt werden. Dazu kommt die Materialfrage, weil ja die Pumppenbestandteile mit dem Medikament in Berührung kommen.

1960 folgte die Gründung der „Internationalen Gesellschaft für Aerosole in der Medizin“ in dem damals hinter dem eisernen Vorhang befindlichen und deshalb für uns schwer zugänglichen Ostberlin. Sie ist nicht zuletzt der unermüdlichen Vorarbeit meines Schweizer Freundes Dr. Adolf Kummer zu verdanken. Während vieler Reisen zu den anfänglich isoliert arbeitenden Interessenten warb er für eine Bündelung der Arbeiten in Teams von Fachleuten unterschiedlicher Richtung und den Austausch von Erfahrungen. Eine gewisse Rolle spielte dabei auch das Bestreben, den unter sehr einengenden Bedingungen leidenden Kollegen im östlichen Einflussbereich mehr Anerkennung und bessere Arbeitsmöglichkeiten zu verschaffen. Die jährlich abgehaltenen Kongresse spielten sich in Ländern ab, die von Ostberlin aus erreichbar waren. Während der Tagungen in Ostberlin, in Bad Salzungen, in Budapest, Warschau, Wien, zeigte sich denn auch, dass die Erwartungen und das Interesse an der Anwendung medizinischer Aerosole in den Ländern des Ostblocks besonders groß waren.

Damals trat auch ein neues Verfahren zur Erzeugung von Aerosolen auf den Plan: Die Ultraschall-Verneblung. Wir kamen damit in Berührung, weil eine Firma auf diese Weise die Vergasung des Benzins in Verbrennungsmotoren effizienter zu gestalten hoffte. Mit unserem Gerät zur Messung der Fallgeschwindigkeit kleiner Teilchen konnte das durch Ultraschall-Verneblung erzeugte Grössenspektrum gemessen werden. Es stellte sich heraus, dass ein verhältnismässig enger Grössenbereich von Tröpfchen entstand. Damit konnte ohne Verwendung eines Sichters wie bei Düsenverneblern ein sehr dichtes Aerosol erzeugt werden.

Es kam nun darauf an herauszufinden, welche Frequenz der Ultraschall- schwinger und der zugehörige Generator aufweisen musste, um einen gewünschten Größenbereich zu erhalten. Des weiteren sollte die Gestaltung des Schwingers eine möglichst hohe Nebelausbeute bei geringer Antriebsleistung erzielen.

Ich entwickelte folgende Vorstellung über den Mechanismus der Verneblung: Der Schalldruck erzeugt eine Art Fontäne, den Ultraschallsprudel. An seiner Oberfläche bilden sich Wellen, bei deren Überhöhung und Abschnürung die Nebeltröpfchen entstehen. Die Theorie lieferte brauchbare Anhaltspunkte für die Berechnung der günstigsten Schallfrequenz; sie liegt für Medikamenten- aerosole im Bereich von einigen Megahertz.

Für die Erzeugung von Aerosolen erwiesen sich Swinger aus Bariumtitanat von parabolischer Form als günstig. Sie erzeugen in ihrem Brennpunkt einen intensiven und hohen Ultraschallsprudel.

Für die Einzelinhalaion wurden Geräte auf dieser Basis entwickelt und gefertigt. Sie konnten sich aber wegen des Aufwands bei der Bedienung und Reinigung nicht recht durchsetzen. Ein Versuch der Firma Siemens, kleinere, einfache und billige Ultraschallvernebler auf den Markt zu bringen, scheiterte schon im Ansatz wegen zu niedriger Ultraschallfrequenz und damit zu grob- tropfigem Nebel.

Für die Rauminhalation, bei der relativ große Mengen von Mineralwasser für eine Gruppe von Patienten vernebelt werden, eignet sich das Verfahren dagegen gut. Es ist in mehreren Kurorten seit Jahren in Verwendung.

Für den Heimgebrauch wurden bald Inhalatoren beherrschend, die auf der Verwendung von Treibgasen beruhten.

Deposition von Aerosolen.

Parallel mit der Messung und Prüfung von Inhalatoren liefen die Untersuchungen über die Deposition und Aufnahme inhalierter Substanzen. Sie konnten entweder theoretisch über Modelle der Atemwege und Anwendung der Gesetzmässigkeiten strömender Luft und darin mitgeführten Partikel vorangetrieben werden oder durch Experimente mit Bestimmung der in den Körper aufgenommenen Mengen. Beide Wege haben wir beschritten. Ein brauchbares Modell der Atemwege, bestehend aus Röhren und Verzweigungen hat zuerst Findeisen verwandt. Wer sich für die Ergebnisse interessiert, kann die Einzelheiten im „Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde“ nachlesen. Sowohl die Atemwegsmodelle als auch die Ansätze über die aerodynamischen Verhältnisse wurden mehrfach verfeinert. Es wurde zum Beispiel berücksichtigt, dass Partikel aus hygroskopischen Substanzen in der feuchten Atemluft anwach-

sen. Als Resultat erhielt man die optimalen Teilchengrößen für die verschiedenen, je nach therapeutischer Zielsetzung vom Medikament zu erreichenden Abschnitte der Atemwege. Für die kleinen Bronchien und Bronchiolen, die mit entzündungshemmenden und die Obstruktion lösenden Mitteln behandelt werden sollen, ist dies der Größenbereich von etwa 1 bis 3 Mikrometer Durchmesser.

Der experimentelle Weg wurde von uns zunächst in Form einer Dissertation beschritten. An einem Patientengut in Bad Reichenhall wurde Amino-Hippursäure - eine auch natürlich im Stoffwechsel vorkommende Substanz ohne Nebenwirkungen - unter standardisierten Bedingungen inhaliert. Die Substanz hat die Eigenschaft, innerhalb kurzer Zeit nahezu vollständig im Harn ausgeschieden zu werden. Sie konnte darin mit relativ einfacher Analysemethode bestimmt werden. Das Ergebnis war, dass hinsichtlich der Aufnahme bei der Inhalation eine sehr große Streubreite bestand mit deutlicher Abhängigkeit von der Intaktheit der Atemwege. Außerdem war zu erkennen, dass mit zunehmender Atemfrequenz die Aufnahme in den Körper absank. Das bestätigte und quantifizierte zum einen die bekannte Anweisung an den Patienten, bei der Inhalation langsam und tief zu atmen, um eine gute Aufnahme des Inhalats zu erreichen. Es zeigte zum anderen, mit welch großer und kaum vorhersagbarer Spanne hinsichtlich der Dosierung von Wirkstoffen man bei der Inhalation zu rechnen hat. Ein Reallexikon der Medizin gibt hierzu die sibyllinische Auskunft: "Dosierung nach der Nebelmethode".

Hierin liegt einer der Gründe, warum sich die optimistischen Vorstellungen über die Möglichkeiten der Inhalation von Medikamenten und anderen Wirkstoffen nur teilweise praktisch umsetzen ließen. Solange man keinen Weg findet, die tatsächlich und beim einzelnen Individuum an den gewünschten Ort gelangenden Mengen zu bestimmen, kann man in der Dosierung kritische oder an einen bestimmten Wirkungsort gebundene Wirkstoffe nur mit großer Unsicherheit per inhalationem anwenden.

Beim 33. Kolloquium der Bad Reichenhaller Forschungsanstalt für Krankheiten der Atemwege, das im Jahre 2001 stattfand, wurde das Dosierungsproblem wieder mit modernen Methoden und elektronischen Hilfsmitteln aufgegriffen. Wenn sich eine für den praktischen Therapiebetrieb geeignete Form der gezeigten Entwicklungen finden lässt, ist vielleicht doch eine Lösung in Sicht.

Bei einer Reihe von Wirkstoffen kommt es glücklicherweise nicht so genau darauf an, wohin sie im Atemtrakt gelangen, sodass die Palette der erfolgreich inhalierbaren Medikamente recht zahlreich bestückt ist.

Mit der Verfügbarkeit von radioaktiven Isotopen konnte man den Ort der Deposition inhalierter Partikel durch richtungsempfindliche Strahlendetektoren bestimmen. Köhler in Freiburg hat dafür erstmals eine Gammastrahlkamera

angewandt. Damit konnte er die Beteiligung einzelner Regionen der Lunge unterscheiden. Bei vielen Formen der Inhalation erscheint auch ein beträchtlicher Anteil des Inhalats im Magen. Das ist die in Mund und Rachen deponierte und dann verschluckte Menge. So lässt sich auch die Gültigkeit der aus Modellen berechneten Depositionszahlen kontrollieren.

Die Anwendung am Menschen ist aber mit einer Strahlenbelastung verbunden und damit eingeschränkt. Die Strahlendosis lässt sich durch kurzlebige Isotope und empfindliche Detektoren klein halten. Es ist Sache der Klinik zu entscheiden, wann sie aus diagnostischen Gründen gerechtfertigt ist. Wir konnten uns auf diesem Feld nicht betätigen.

Meinen Bemühungen um die Qualität der Inhalationsgeräte kam es sehr entgegen, dass die Stiftung Warentest 1983 als Thema der vergleichenden Prüfung die Inhalationsgeräte wählte. Die Ergebnisse wurden in der Zeitschrift „Test“ unter dem Titel „Viel Dampf- selten Wirkung“ gebracht. Die Freiburger Klinik lieferte dazu Angaben über die Verteilung des aufgenommenen Inhalats in Mund/Rachen, Atemwegen und Magen. Von uns konnte für eine Reihe von Geräten das Teilchengrössenspektrum verglichen werden. Wie zu erwarten, schnitten hinsichtlich der Funktion diejenigen Geräte am besten ab, bei denen die grösste Menge der Teilchen im Grössenbereich von 1-3 Mikrometer lag.

Treibgasverneblung

Für das Eingreifen beim asthmatischen Anfall ist der Düsenvernebler mit dem unerlässlichen Kompressor oft zu schwerfällig und unterwegs nicht zur Hand. Da kam es den Patienten sehr gelegen, dass eine neue Art der Aerosolerzeugung auftauchte: Die Treibgasdosen. Bei ihnen ist das Medikament in einer unter Druck stehenden Flüssigkeit gelöst oder in feinen Partikeln suspendiert. Ein wichtiger Bestandteil der kleinen Metalldöschen ist ein sogenanntes Dosierventil, auf das man zur Betätigung drücken muss. Dann wird eine Menge an Flüssigkeit durch eine feine Öffnung ausgespritzt, die gerade soviel von dem Medikament enthält, wie bei einer Einatmung benötigt wird. Durch die Druckentlastung verdampft die Flüssigkeit, ein Strahl von Medikamententeilchen kann inhaliert werden, wenn die Ventilöffnung auf dem geöffneten Mund des Patienten gerichtet ist.

Die Beschreibung klingt schön und die „Medikamenten-Aerosole“ haben rasch an Verbreitung gewonnen, aber die Sache hat verschiedene Haken: Der Patient ist zur richtigen Bedienung gefordert, er muss die Öffnung auf den Mund richten und vor allem im richtigen Augenblick einatmen. Das letztere ist bei einer Ausführung durch Ausnützung des Sogs bei der Einatmung automatisiert. Aber es bleibt die Eigenschaft, dass das Inhalat in einem kurzen

Stoss abgegeben wird und dabei irgendwo in Mund oder Rachen an die Schleimhaut gelangt. Durch Verwendung eines sogenannten Spacers, in den zunächst der Medikamentennebel eingesprührt wird, um dann mit einigen Atemzügen sozusagen in Ruhe inhaliert zu werden, ist auch dieses Problem gelöst worden; aber um den Preis der Verwendung eines unhandlichen Hilfsmittels von einigen Litern Fassungsvermögen, das die Vorteile eines kleinen, überall mitführbaren Döschen zunichte macht. Es ist jedoch müßig, über die Behebung solcher Mängel nachzudenken, weil durch das Verbot der durchwegs benützten fluor- und chlorhaltigen Treibgase ohnehin die Ära der Treibgas-Aerosole ein Ende gefunden hat. Der Anteil ihrer Verwendung zu medizinischen Zwecken soll zwar nur bei etwa 2% gelegen haben, aber die zerstörende Wirkung auf die stratosphärische Ozonschicht hat ein radikales Verbot ausgelöst. Über den Ersatz durch Pulver-Aerosole oder andere Treibgase zu berichten, würde zu weit weg vom Gegenstand dieses Buches führen. Jedenfalls hat die aus den Kurorten stammende Form der Inhalation aus Düsenverneblern wieder eine gewisse Aufwertung erfahren. Die Inhalation von Aerosolen wird heute vorwiegend von der medikamentösen Therapie beherrscht.

Sprühbad

Wir haben unsere Kenntnisse und Ausrüstungen auf dem Aerosolgebiet jedoch auch für das Baden im Heilwasser nutzbar gemacht. Das kam so: In einem Heilbad, dessen Klientel und Therapie ganz auf das Baden in einem Jod-Schwefelwasser eingestellt ist, wuchs die Patientenzahl stetig; aber mit der damit verbundenen Vermehrung des Verbrauchs an Heilwasser sank dessen Pegel immer mehr ab. Die Geologen stellten fest, dass auch durch eine neue Bohrung keine entscheidende Verbesserung zu erwarten sei.

Da kam mir die Idee, dass die gleiche Wirkung wie beim Bad durch eine bloße Bespülung der Haut erreichbar sein müsse. Nach unseren Erkenntnissen über die Hautresorption werden ja nur die Wirkstoffe von einigen Mikrolitern pro Quadratzentimeter Hautfläche resorbiert. Das entspricht einer dünnen Schicht und ist kaum mehr als eine Benetzung. Nach dem Bad wird also fast der ganze Inhalt der Wanne ungenutzt verworfen.

Eine gleichmässige Benetzung oder Bespülung lässt sich aber durch Aufsprühen des Heilwassers auf die Haut des Patienten mit viel weniger Verbrauch als beim Bad erreichen. Wenn man während der üblichen Badedauer von etwa 20 Minuten versprüht und sehr viel Überschuss vorsieht, um Lücken zu vermeiden, kommt man mit 2-4 Litern Heilwasser aus.

Von der Idee bis zur perfekten Besprühungswanne war aber ein weiter Weg. Es musste die beste Methode und Temperatur zur Erwärmung des versprühten Heilwassers und der zur Verneblung nötigen Druckluft gefunden, zuver-

lässig arbeitende Düsen mussten hergestellt werden. Es war nötig, die Besprühungsanlage so zu konstruieren, dass ein bequemer Einstieg erfolgen konnte und dass während der Besprühung keine abkühlenden Zugerscheinungen auftraten. Glücklicherweise hatte ich einen sehr geschickten Mechaniker für die schwierige Arbeit zur Verfügung. So entstand ein Anlage, die ich nach vielen Jahren noch in Betrieb beobachten konnte. Zusammen mit einer wasser-sparenden Wanne hat sie den Heilwasserverbrauch trotz ständig vermehrten Zahl der Applikationen so klein gehalten, dass keine weitere Absenkung des Pegels mehr zu befürchten war.

Schädliche Aerosole

Das Gebiet der Aerosole umfasst auch die Schadwirkungen, die durch das Einatmen von festen oder flüssiger Teilchen entstehen. Der Tabakrauch oder die Abgase von Dieselmotoren gehören z.B. hierher. Besonders in der medizinischen Klimatologie gibt es zahlreiche Probleme, die ihren Ursprung in Aerosolen haben. Denken Sie an den Flug der Pollen, der die Allergiker in Not bringt. Oder an den von Kraftfahrzeuge verursachten Staub, der die Luftreinheit in den Kurorten beeinträchtigt. Leider gibt es zu wenig Fachleute, die ihre Kenntnisse und ihre instrumentelle Ausrüstung speziell und auf Dauer den Kurorten zur Verfügung stellen. So bleiben viele Probleme ungelöst oder werden mit Provisorien überbrückt.

6.Kapitel

Zähes Wasser (Moorbäder)

Wir waren dabei, den Kellerraum im Altstadtklinikum für Versuche mit radioaktiven Isotopen provisorisch einzurichten. Da musste ich von Zeit zu Zeit hinauf in den einzigen ebenerdigen Raum, den wir uns mit der Physikalischen Therapie teilten, um aus der abgestandenen, stickigen Kellerluft herauszukommen. Es war gerade Oktoberfestzeit, die Gerüche und Geräusche der „Wiesn“ drangen über die schätzungsweise zwei Kilometer Entfernung noch als Ahnung ins Labor. Ich las in dem gerade angekommenen Heft der „Zeitschrift für angewandte Bäderkunde“ und sah mit Erstaunen, dass ein österreichischer Unternehmer Werbung mit einem sogenannten „Schwarzwasser“ machte. So nannte er eine dunkel gefärbte Flüssigkeit, die aus einem Torfvorkommen stammte.

„Torf“ ist bekanntlich der korrekte Name des schwarzbraun gefärbten Produkts, das in der Lagerstätte „Moor“ vorkommt und nach Trocknung als Brennstoff verwendet wird oder auch - vornehmlich in den „Moorbädern“ - zur Bereitung von Breibädern dient.

Diese Flüssigkeit sollte, als warmes Bad angewandt, die gleichen Heilwirkungen, z.B. bei Krankheiten des Bewegungsapparats erzielen wie die traditionellen Moorbäder. Die Behauptung ist deshalb von großer Tragweite, weil Moorbäder wegen des hohen Aufwands ihrer Bereitung sehr teure Kurmittel sind und die Schwarzwasser-Bäder viel billiger kommen. Torf zu Badezwecken muss schon im Vorkommen strenge Kriterien hinsichtlich Zersetzunggrad, Freiheit von Fremdkörpern und Zusammensetzung erfüllen, der Transport zum Verwendungsort, die Lagerung und schliesslich die Aufbereitung, Erwärmung und Verteilung sind kostenaufwendige Vorgänge. Demgegenüber können Bäder aus der in Mooren natürlich vorkommenden oder durch Einleitung von Wasser in die Lagerstätte künstlich erzeugten Suspension von Torf-Schwebeteilchen vergleichsweise billig bereitet werden.

Voraussetzung für die Richtigkeit der Werbebehauptung ist, dass die Heilwirkung der Moor- oder Schwarzwasserbäder auf den Inhaltsstoffen beruht. Die Werbung versichert auch, dass beide Arten von Bädern die gleichen Wirkstoffe enthalten. Die Temperatur der Bäder kann man ja durch Heizung leicht einstellen.

Es kam zunächst zu einem Briefwechsel mit dem Arzt, der die neue Therapie vertrat. Schliesslich weitete sich die Kontroverse auch auf Artikel in der Zeitschrift aus. Im Verlauf der Diskussion trumpften die Verfechter des Schwarzwassers sogar mit der Behauptung auf, dass der Gehalt an Wirkstoffen beim

Schwebstoff höher sei, weil der Moorbrei mit seiner adsorptiven Eigenschaft einen großen Teil davon binde.

Moorbäder enthalten als Hauptbestandteil der Trockensubstanz sogenannte Huminsäuren, daneben je nach Lagerstätte kleine Anteile der verschiedensten organischen Verbindungen. Von der chemischen Abteilung des Münchener Balneologischen Instituts wurde der Huminsäuregehalt in ansteigenden wässrigen Verdünnungen von Moorbrei bestimmt mit dem Ergebnis, dass die Huminsäurekonzentration mit wachsendem Wassergehalt abnimmt. Dies ist auch nach physikochemischen Gesetzmässkeiten zu erwarten, es gilt ebenso für andere Torfbestandteile. Wenn es richtig ist, dass der Heileffekt auf den Inhaltsstoffen beruht, ist demnach zu erwarten, dass Schwebstoffbäder weniger wirksam sind als Moorbreibäder.

Nun gibt es seit langem die Schlickbäder; sie haben die gleichen Heilanzeichen wie die Moorbreibäder, enthalten aber ein völlig anderes Material. Es finden sich dort kaum organische Verbindungen, vielmehr besteht der Schlick ganz überwiegend aus Mineralstoffen. Das spricht doch gegen einen entscheidenden Einfluss der Zusammensetzung. Andere Anzeichen dafür, dass die Wirkung von Moorbädern nicht oder zumindest nicht vorwiegend auf ihren Inhaltsstoffen beruht, sind z.B. die veränderten Temperaturempfindungen, in älteren Veröffentlichungen als „höhere Temperaturverträglichkeit“ bezeichnet. Temperaturen von 39° C und darüber sind im Breibad ohne weiteres zu ertragen, während sie im Wasserbad als zu heiss empfunden werden.

Wärmeübergang

Ich ging deshalb daran, den Vorgang des Wärmeübergangs vom Bademedium auf die Haut mit ihren eingelagerten wärmesensiblen Strukturen zu studieren. Dabei spielt die Grösse „Wärmestrom“ mit der Dimension [cal/Zeit] eine beherrschende Rolle, während im Alltags-Sprachgebrauch und -denken nur die Temperatur mit ihren Gefühlsqualitäten „warm“ und „kalt“ beachtet wird. Man findet, dass es zwei kontrastierende Arten des Übergangs von Wärme gibt, nämlich entweder bei vorwiegend konstanter Temperaturdifferenz oder im Gegensatz dazu bei konstantem Wärmestrom.

Ein Beispiel für die erste Art ist die Berührung eines gut wärmeleitenden Gegenstands, z.B aus Metall. Wir empfinden in diesem Fall schon kleine Temperaturunterschiede als warm oder kalt. Grössere Temperaturdifferenzen werden als unangenehm kalt oder heiss wahrgenommen.

Für die zweite Art - konstanter Wärmestrom - ist die Sonnenstrahlung im Frühling ein typisches Beispiel: Trotz einer Temperaturdifferenz zur Wärmequelle von mehreren 1000°C empfinden wir die einströmende Wärme als äusserst angenehm. Man könnte von „weicher Wärme“ sprechen wie z.B. auch

beim Breibad im Gegensatz zu „harter Wärme“ wie beim Anfassen von Metall oder beim Wasserbad.

In der Elektrotherapie gibt es ein Pendant zu dieser Gegensätzlichkeit: Man spricht von „constant current“-Reizgeräten im Gegensatz zu „constant voltage“. Die elektrische Stromstärke steht hier für den Wärmestrom, die elektrische Spannung für die Temperatur. Die beiden Größen Spannung und Strom sind im Ohm'schen Gesetz durch den Widerstand verbunden. In Analogie dazu ist für die Wärme der Wärmeübergangswiderstand definiert mit der Dimension

$$\frac{[\text{Temperaturdifferenz}]}{[\text{Wärmestrom}]}$$

In der physikalischen Therapie spielt die Anwendung von Wärme und Kälte zur Behandlung von Leiden eine überragende Rolle. Ich habe einmal versucht, dies unter dem Gesichtspunkt darzustellen, dass ein Teil der Behandlungsformen mehr dem Prinzip der konstanten Temperatur, also der harten Wärme, ein anderer demjenigen des konstanten Wärmestroms, der weichen Wärme, zuzuordnen ist. In der Empfindensqualität ergeben sich daraus deutliche Unterschiede, wahrscheinlich auch in der therapeutischen Wirksamkeit. Die Betrachtungsweise hat aber wenig Beachtung gefunden, sie ist den Physiotherapeuten offensichtlich fremd. Im Fall der Moorbäder oder allgemein der Breibäder liefert sie aber sicher den Schlüssel zum Verständnis der andersartigen Wirkung im Vergleich zu wässrigen Bädern.

Schon wegen der begrifflichen Schwierigkeiten einer nur theoretischen Behandlung war es wichtig, das unterschiedliche Verhalten der beiden Badearten auch experimentell zu verfolgen und augenfällig darzustellen. Mein ärztlicher Kollege Dr.Drexel, später als Lehrstuhlinhaber mein Chef, hat sich damit besonders intensiv beschäftigt. Er griff ein Verfahren zur Herstellung von Wärmestromsonden auf, das Kammerer & Lustig publiziert hatten und modifizierte es nach unseren Bedürfnissen. In mühsamer Handarbeit stellte er aus Kunststoff-Folien und abschnittsweise verkupfertem Konstantanband ein Messgerät für den Wärmestrom her, das schmiegend auf die Haut geklebt werden konnte. Das Prinzip: Der Durchgang der Wärme durch die Folie erzeugt eine dem Wärmestrom proportionale Temperaturdifferenz. Sie generiert in einer Serie von hintereinander geschalteten Thermoelementen eine mess- und registrierbare Spannung.

Es verdient im Zeitalter der Verfügbarkeit raffinierter und fertig käuflicher Apparaturen vielleicht der Erwähnung, auf welche Weise der Verlauf der sehr kleinen Spannungen aus der Folien-Wärmestromsonde damals aufgezeichnet wurde. Die Spannung wurde zunächst einem Galvanometer zugeführt. Das

war Bestandteil eines sogenannten Nachlaufverstärkers (natürlich mit Röhren, nicht mit Transistoren), der die Spannung soweit anhob, dass sie für das Spiegelgalvanometer des fotografischen Registriergeräts ausreichte. Erst nach Entwicklung der Fotopapier-Rolle bekam man dann das Ergebnis zu sehen.

Es zeigte deutliche Unterschiede zwischen wässrigen und breiigen Bädern: Bei gleicher Temperatur war der Wärmestrom im Wasserbad grösser, er fiel mit der Zeit langsam ab. Dabei zeigte der Verlauf eine gewisse Unruhe durch kleine Schwankungen, die durch Konvektionsbewegungen in dem leichtflüssigen Medium Wasser hervorgerufen wurden. Demgegenüber war der Verlauf des Wärmestroms im Breibad ganz glatt, wies aber viel grössere Veränderungen auf. Am Anfang, beim Eintauchen in den Brei, gab es eine hohe Spitz, einen richtigen Wärmestoss. Dann folgte ein erst steiler, mit der Zeit immer flacher werdender Abfall auf ein niedriges Niveau. Setzt man dieses Bild in Verläufe der Temperatur in hautnahen Schichten des Badebreis um, so wird deutlich, dass im Gegensatz zum Wasserbad keine konvektive Durchmischung auf ein annähernd konstantes Temperaturniveau stattfindet. Vielmehr wandern die Schichten mit anfangs z.B. 39°C von der Hautoberfläche weg, sie werden von der Haut durch einen großen Wärmewiderstand getrennt. Die „höhere Temperaturverträglichkeit“ ist also ein subjektives Phänomen, die Haut und ihre Wärmesensoren sind nur anfangs kurze Zeit derjenigen Temperatur ausgesetzt, mit dem man das Breibad zubereitet.

Abgesehen von der andersartigen Reizung der Nerven hat der Wärmestromverlauf auch Folgerungen für die Wärmebilanz des Organismus und für die Verteilung der Wärmemengen im Körper. Bei gleicher Bilanz dringt im Breibad die Wärme mehr ins Körperinnere ein, weil sie nach dem anfangs sich abspielenden Schub mehr Zeit dafür hat. Die Beobachtung, dass man nach Moorbädern besonders lange nachschwitzt, hängt sicher damit zusammen.

Die gleichmässigere Verteilung des Wärmestroms bei Breibädern bezieht sich auch auf schlecht und gut durchblutete Körperstellen, wie sie z.B. häufig beim Rheumatiker in ausgeprägter Form vorhanden sind.

Wissenschaftliche Zwillinge

Bei der Veröffentlichung dieser Ergebnis firmierten wir, soweit ich mich erinnere, das erstemal gemeinsam unter Dr.Drexel's und meinem Namen. Diese Praxis, die einer fruchtbaren, engen Zusammenarbeit entsprach, wiederholte sich noch oft und trug uns in Fachkreisen den Spitznamen „wissenschaftliche Zwillinge“ ein. Wenn ich in diesem Buch in der Ichform schreibe, so ist dabei immer ein Anteil von Professor Drexel eingeschlossen. Er hat zu allen Arbeiten Beiträge geliefert, sei es in Form einer aktiven Mitarbeit oder einer Diskus-

sion vor allem der medizinischen Aspekte, bei denen ich nicht ausreichend kompetent war.

Die Feststellung, dass die besonderen Eigenschaften breiiger Bäder für die Übertragung von Wärme wahrscheinlich für deren therapeutische Wirkungen verantwortlich sind, wird z.B. von den im Ausschuss für Peloide des Deutschen Bäderverbands mitwirkenden Kurdirektoren nur ungern akzeptiert. Mit östrogenen, hormonartigen Inhaltsstoffen der Moorbäder oder mit durch komplizierte physikochemische Apparaturen nachweisbaren Eigenschaften liesse sich vielleicht die Heilwirkung von Breibädern werbewirksamer darstellen.

Es ist auch keinesfalls auszuschliessen, dass neben den maßgebenden, besonderen Wärmewirkungen der breiigen Konsistenz noch ein gewisser chemischer Effekt mitspielt. Zum Beispiel wirkt der Huminsäuregehalt des Torfs durchblutungsfördernd auf die Haut, wie wir durch den Wirkungsvergleich zwischen gleichtemperierten Wasserbädern und wässrigen Huminsäurebädern feststellen konnten. Aber entscheidend für die Eignung eines Materials zur Bereitung von heilwirksamen Bädern ist wohl die Eigenschaft, in einem nicht zu engen Konzentrationsbereich des Ausgangsmaterials einen konvektionshemmenden, sich sämig anfühlenden Brei zu liefern. Das Moorbad könnte man als „zähes Wasserbad“ bezeichnen. Es besteht ja zu über 90% aus Wasser, dem besten Wärmeträger.



Abb. 5: Prof.Drexel und der Autor (1997).

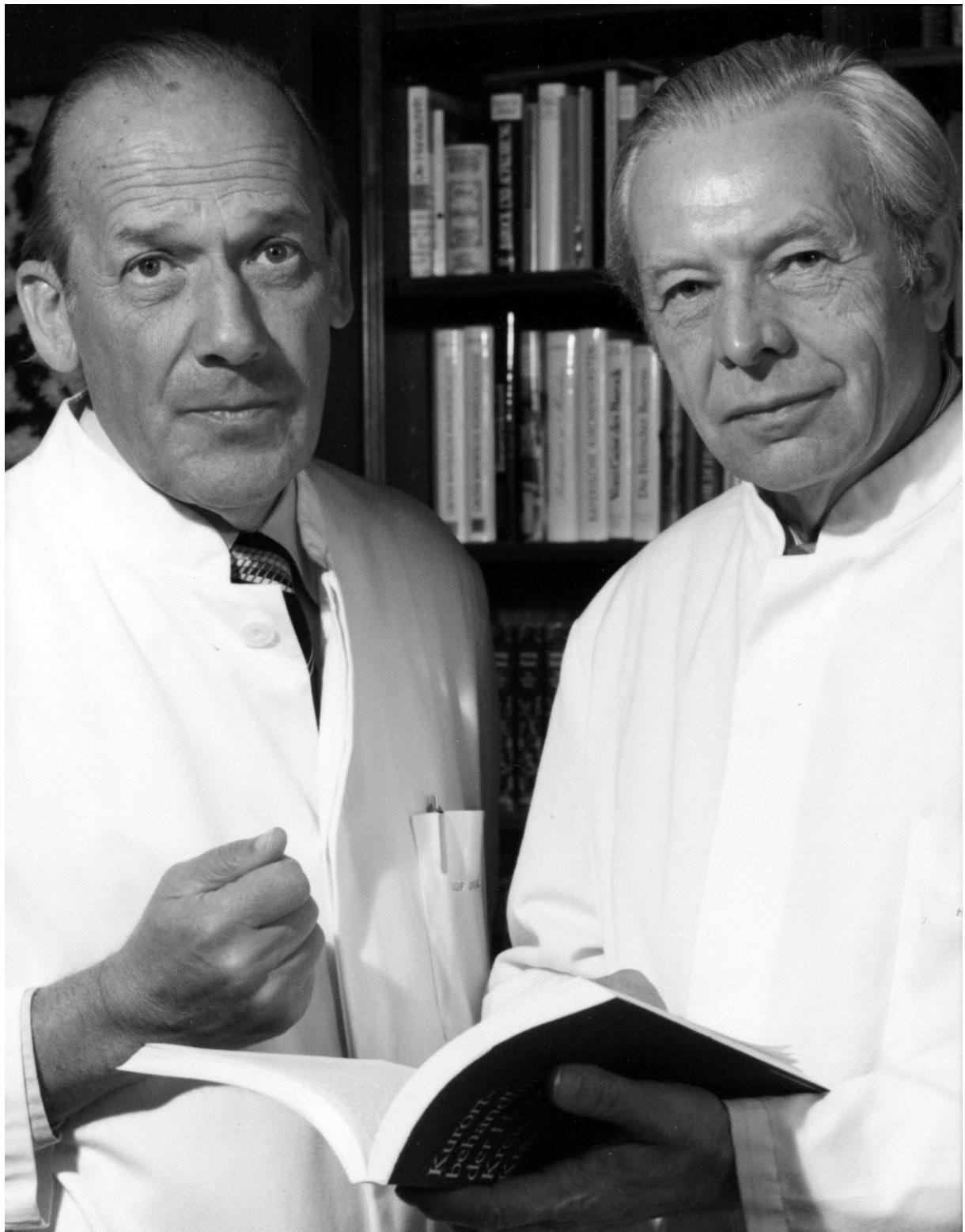


Abb. 6: Prof. Drexel und der Autor (1975).

Huminsäuren.

Übrigens ist es uns nicht gelungen, für die Huminsäuren mit der Methode der radioaktiven Markierung eine Resorptionszahl wie für viele Bestandteile der Heilquellen zu bestimmen. Wir setzten eine Probe im Münchner Forschungsreaktor einem Strom von Neutronen aus in der Hoffnung, einen gewissen Anteil an C-14-markierter Huminsäure zu erhalten. Bei der nachfolgenden Auswaschung verschwand aber alle Aktivität, das heisst nur leicht wasserlösliche Substanzen waren markiert worden, nicht aber in brauchbarem Ausmaß die schwer lösliche Huminsäure.

Die Frage, welchen Anteil die Huminsäuren im Badetorf an der Wirkung des Moorbads haben, haben wir später nochmals genauer untersucht. Wir hatten im Keller des Klinikums einen Raum gefunden, der den für eine Badewanne nötigen Wasserzu- und Abfluss aufwies. Zudem konnten wir eine Klimatrühe billig erwerben. So wurde aus dem stickigen, kalten Kellerabteil ein klimatisierter Versuchsbaderaum. Die Firma Hartmann & Braun überliess uns für die Versuche ein sogenanntes Strömungscalorimeter nach Hensel.

Der wichtigste Bestandteil dieses Instruments ist eine Kapsel, die auf die Haut einer Versuchsperson aufgesetzt wird und den Zu- oder Abstrom von Wärme aus dem Hautareal erfasst. Damit kann der Verlauf der Hautdurchblutung erfasst werden, unter stationären Bedingungen auch die Durchblutung tieferer Schichten, in unserem Fall der Muskulatur. Unser Ziel war es zu erfahren, wie sich Bäder mit verschiedenem Gehalt an Huminsäuren auf die Haut- und Muskeldurchblutung auswirken. Zu diesem Vergleich standen 3 handelsübliche Badepräparate zur Verfügung: „Leo“ mit einem Huminsäuregehalt von 3,6%, „Salhumin“ mit 0,7 % und ein Salizylsäure-Präparat. Als Vergleichsstandard dienten einfache Wasserbäder.

Sowohl die Bedienung der etwas altertümlichen Apparatur als die Einhaltung stationärer Bedingungen bei den Versuchspersonen erforderten ein ungewöhnliches Maß an Sorgfalt und Geduld. Beide Eigenschaften werden besonders unseren fernöstlichen Kollegen zugeschrieben. So waren wir froh, dass sich ein Koreaner, Herr Yongpal Ahn, für das Thema als Doktorarbeit interessierte. Er arbeitete dann auch mit großem Geschick und erzielte sehr ausschlussreiche Ergebnisse. Heute lehrt er übrigens in seinem Heimatland als wohlbestallter Professor der Medizin.

Als Ergebnis der Versuche zeigte sich, dass das Präparat mit vergleichsweise hohem Huminsäuregehalt die Hautdurchblutung merklich verstärkte, während ein Bad mit dem geringeren Gehalt sie nur unwesentlich anhob. Interessant war auch die Wirkung der Salizylsäurebäder. Sie verringerten die Hautdurchblutung deutlich.

Die Muskeldurchblutung wurde von keinem der Präparate beeinflusst. Auch mit der Stömungscalorimetrie hat sich also eine gewisse Beteiligung der Huminsäuren an der Wirkung von Moorbädern bestätigt.

Es wurde schon erwähnt, dass Moorbreibäder ein sehr teures Kurmittel sind. Das hängt unter anderem mit dem hohen Verbrauch von Torf zusammen. Der Naturschutz hat schon Einwände gegen den Abbau eines nur sehr langsam sich erneuernden Materials gemacht. Auch die hohen Gestehungskosten sind großenteils durch den Materialverbrauch bedingt. Das veranlasst manche Ärzte, die Regressansprüche fürchten, zur Verschreibung von Moorpackungen statt der Vollbäder.

Es wurde auch versucht, die besonderen thermischen Eigenschaften des Breibads mit anderen Bademedien oder mit geringerem Verbrauch von Torf zu erreichen. In der ehemaligen DDR ist z.B. das sogenannte C-Bad propagiert worden, das aus dem Material der Braunkohlevorkommen stammt. Später bin ich dann ins westdeutsche Weingebiet gerufen worden um die Verwirklichung der Idee zu begutachten, die nach der Destillation von verschiedenen Spirituosen anfallenden Restprodukte zu Breibädern zu nutzen. Die genannten Materialen erfüllen aber nicht die für einen badgeeigneten Torf erforderlichen Bedingungen und konnten sich nicht einführen.

Anders ist es mit torfsparenden Verfahren: Da ist einmal die Wiederverwendung abgebadeten Torfs. Nach langen Diskussionen unter Beteiligung kompetenter Hygieniker und eingehenden Versuchen wurde die Beimischung abgebadeten Torfs zu Frischtorf nach einer Lagerdauer von mindestens 5 Jahren für zulässig erklärt. Es dürfen höchstens gleiche Mengen von derart gelagertem und frischen Torf für ein Bad verwendet werden. Eine Analyse muss die einwandfreie Beschaffenheit des in sogenannten Moortaschen gelagerten Materials zeigen.

Ein anderer Weg zur Nutzung der besonderen Wärmeleitungseigenschaften des Breibads wurde mit den „Flexiwann-System“ der Firma Haslauer beschritten: In einer Badevorrichtung liegt der Patient auf einer Folie, die den Abschluss des darunter befindlichen, für viele Bäder genutzten Moorbrels bildet. In der entstehenden Mulde reichen 30 bis 50 Liter Moorbrei aus, um den Badenden vollständig zu bedecken. Er kommt nur damit in Berührung. Die Wärme, erzeugt von einer Elektroheizung mit Thermostat, gelangt durch Vermittlung des Dauer-Moorbreis und kaum gehindert durch die dünne Kunststoff-Folie auf die Haut des Badenden. Der spezielle Effekt der Wärmeübertragung im konvektionsgehemmten Brei bleibt so erhalten, etwaige chemische Wirkungen der Moor-Inhaltsstoffe kommen ebenfalls zur Geltung. Die Menge an abgebadetem und zu beseitigenden Torfs wird so erheblich vermindert.

Das konventionelle Moorbreibad wird aber trotzdem seine Bedeutung beibehalten.

7.Kapitel

Wetterföhligkeit

Ich habe mich anfangs gefragt, ob der alltägliche Einfluss des Wetters auf Befinden und Krankheit des Menschen überhaupt in das Gebiet der Balneologie gehört. Ein Blick in das „Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde“ gibt die eindeutige Antwort: Dort sind die Seiten 603-655 einem Beitrag über „kurzfristige Änderungen der Biosphäre“ gewidmet. Diese Bezeichnung dient der Abgrenzung zwischen den überall vorhandenen kurzfristigen Änderungen der meteorologischen Elemente, also dem Wetter und ihrem mittleren Zustand an einem bestimmten Ort, dem Klima.

In der Tat werden die Wirkungen der Kurmittel genau so wie die Verläufe von Krankheiten von der jeweiligen Witterung beeinflusst. Es handelt sich ja mindestens teilweise um die gleichen Wirkfaktoren thermischer und hygrischer Art.

Wie eingangs geschildert, ging mein Einstieg in das Grenzgebiet zwischen Medizin und Meteorologie im Jahre 1938 von der Suche nach den Ursachen der Föhneinflüsse aus. Ich war deshalb bei meiner Tätigkeit am Münchener Balneologischen Institut vorbelastet mit Kenntnissen und Ansichten über den Zusammenhang zwischen Wetter und Befinden.

Den Gedankenaustausch mit den Leitern der damaligen, später leider aufgelösten Kurortklimastelle in Bad Tölz, den Herren Dr. Ungeheuer und später seinem Nachfolger Brezowsky führte ich weiter. Sie hatten ein Schema der Wetterbeschreibung entwickelt, die Wetterphasen, das sich zur statistischen Bearbeitung von Zusammenhängen mit den biologischen Auswirkungen eignete. Es war aus den Erfahrungen über den häufig zu beobachtenden Wetterablauf im Voralpengebiet entstanden und sah in seiner ursprünglichen Fassung sechs Wetterphasen vor: 1 = Schönwetter, 2 = übersteigertes Schönwetter, 3 = Föhn, 4 = Föhnende mit Bewölkungsaufzug, 5 = Schauerwetter, 6 = kalter Übergang zum Schönwetter. Das Schema wurde mehrfach ergänzt, es hat sich bei unserer Arbeit gut bewährt.

Daneben beteiligte ich mich an der Vorlesung des Hygienikers Prof. Kanz mit dem Titel „Wetter und Mensch“. Kanz war davon überzeugt, dass der werdende Mediziner über die möglichen Einflüsse der alltäglichen Umweltveränderungen Bescheid wissen sollte, schon deshalb, um bei den unausbleiblichen Fragen der Patienten eine durch Wissen begründete Auskunft geben zu können.

Entsprechend der damaligen Forschungsaktivität wurden unter den möglichen Einflussgrößen auch die Sonnenflecken und die mit ihnen zusammen-

hängenden geophysikalischen Phänomene betrachtet. Das sind z.B. Schwankungen des erdmagnetischen Feldes oder Anomalien in der Ausbreitung von Funkwellen. Es gab Exkursionen zum Sonnenobservatorium auf dem Wendelstein, sowie zum Erdmagnetischen Observatorium in Fürstenfeldbruck.

Von der Medizinischen Fakultät der Ludwigs-Maximilians-Universität wurde mir bald darauf selbst ein Lehrauftrag erteilt. Ich habe nach dem Weggang von Prof. Kanz viele Jahre die Vorlesung über Wetter und Mensch weitergeführt.

Weisswurstpause

Diese Wettervorlesung wurde unter den Studenten deshalb bekannt, weil die 3-stündige Blockveranstaltung im Institutsgebäude durch eine Weisswurstpause aufgelockert war. Wegen der vielen Pflichtvorlesungen war kein anderer Termin zu finden als der Samstag. Ich brauchte eine Verschnaufpause zwischen den Vorträgen. So konnte ich in näheren Kontakt mit den Studenten treten und von ihnen manches Nützliche erfahren.

Der Weisswurstpause verdankt das Institut auch einen neuen Mitarbeiter; Herr Dr. Kleinschmidt schickte sich gerade an, mich aufzusuchen, als ich zur Vorlesung gehen sollte. Er suchte ein Tätigkeitsfeld und ich lud ihn ein, mitzugehen. Angenehm berührt von der lockeren Atmosphäre, bewarb er sich gleich für die offene Stelle. Er ist wie ich Diplomphysiker und sollte nach meinem Ausscheiden den grössten Teil meiner Arbeitsgebiete weiterführen. Zuerst aber ging er nach Marburg, um auf meinen Rat das damals in München noch nicht etablierte Fach der Humanbiologie zu studieren. Ich hielt das für nützlich, um sich besser in die Gedankengänge der Medizin versetzen zu können und ein Basiswissen in Physiologie zu erwerben.

Bei der Vorlesung „Wetter und Mensch“ kamen auch Vertreter der berührten Fachgebiete zu Wort, also Mediziner, Luftchemiker, Geophysiker, Meteorologen. Das Problem der Wetterempfindlichkeit wurde damals sehr intensiv bearbeitet. An vielen Stellen entwickelten die Meteorologen Systeme der Klassifizierung von Wetterzuständen und -veränderungen, um zu brauchbaren Korrelationen mit Häufungen von Krankheiten oder Befindensstörungen zu gelangen.

Becker in Königstein arbeitete mit dem sogenannten Bioklimogramm, das er zu stundengenauer Analyse ausbaute. Kuhnke und Zink in Hamburg schufen ein Schema mit vielen Untergruppen und über 100 Wettervarianten, die nach dem Dezimalsystem geordnet waren. Daubert in Tübingen, Bucher in Freiburg beteiligten sich mit weniger bekanntgewordenen Schemata.

Mit den aufgezählten Systemen konnten durchwegs mehr oder weniger straffe, statistische Zusammenhänge zwischen der jeweiligen Wetterklassifikation

und der Häufigkeit von bestimmten Krankheiten oder Beschwerden festgestellt werden. Allerdings gab es Schwierigkeiten bei der Beschaffung zuverlässiger Daten, vor allem war oft der Zeitpunkt der Ereignisse unsicher. Nicht umsonst wählte schon deRudder das akute Glaukom, also ein anfallsweise auftretendes Ereignis, als Bezug.

Bei den Wetterdaten besteht zwar die Unsicherheit der zeitlichen Zuordnung nicht, aber der manchmal langsame, manchmal recht schnelle Wechsel der Wetterlage macht es dem Untersucher schwer, den jeweils wirksamen Wettertyp anzugeben. Nicht selten treffen auf einen Tag zwei oder sogar mehrere Wetterphasen. Da ist die Versuchung groß, einmal das frühere, das andere mal das darauffolgende Ereignis als Auslöser heranzuziehen. Den veröffentlichten Ergebnissen ist in der Regel nicht anzusehen, wie der Autor mit diesen Problemen fertig geworden ist.

Befinden und Wetter

Wie dem auch sei: Wichtiger als die Beschäftigung mit wetterbedingten Häufungen von Krankheiten schien mir die Klärung der Frage zu sein, ob die so oft beklagte Wetterföhligkeit nur eine bequeme Erklärung für Befindensschwankungen aus verschiedenen Ursachen oder eine Realität ist und ob man den Auslöser im Wettergeschehen fassen kann. Dafür braucht man einerseits zuverlässige Befindensdaten von einer genügend großen Zahl Betroffener über einen grösseren Zeitraum hinweg, um aussagekräftige statistische Prüfverfahren anwenden zu können. Zudem sollte die Wirkung der als Auslöser verdächtigen meteorologischen oder geophysikalischen Größen auch im Experiment nachvollziehbar sein.

Übrigens ist mir aufgefallen, dass die Orte der Wetterföhligkeitsforschung fast alle im deutschsprachigen Raum liegen. Weder in Frankreich noch in Italien, auch nicht in den USA, ein wenig in den Ländern des Ostens misst man den gesundheitlichen Wirkungen der sicher auch dort vorhandenen Wetter Schwankungen nennenswerte Bedeutung zu.

Bei der Suche nach den Ursachen der Wetterföhligkeit sind die meisten Untersucher von dem Befund ausgegangen, dass die Beschwerden nicht nur beim Aufenthalt im Freien, sondern auch in Innenräumen auftreten. Es muss also einen Durchgriff des wirksamen meteorologischen Elements dorthin geben.

Das ist einer der Gründe, warum die elektromagnetischen Wellenzüge, die sogenannten Sferics, die als Begleiterscheinungen mancher Wettersituationen auftreten, so hartnäckig und mit vielen Varianten als Auslöser von Befindensstörungen verdächtigt wurden. Die Hypothese erhielt neuerdings wieder Nahrung durch den 1999 veröffentlichten Befund aus der Universität Giessen,

wonach sich die elektrische Gehirnaktivität unter dem Einfluss künstlich simulierter Sferics verändert. Die betreffenden Personen merken aber nichts von der Veränderung, ihr Befinden bleibt unbeeinflusst.

Auch der Luftdruck ist eine der meteorologischen Größen, die aussen und innen gleichartig schwanken, falls die Veränderungen nicht so kurzperiodisch verlaufen wie beim hörbaren Schall. Vor allem Oszillationen im Frequenzbereich von 0,05 bis 1 Hertz, also Perioden von 20 bis 1 Sekunde wie sie unter anderem beim Gebirgsföhn auftreten, sind als wirksames Element verdächtig.

Diese Richtung wurde schon von Curry verfolgt. Schliesslich hat Richner vom Laboratorium für Atmosphärenphysik der ETH Zürich an einer grösseren Zahl von Probanden statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen deren Befinden und der Intensität von Luftdruckoszillationen der Frequenz 0,5 Hz gefunden. Ein Teil der Probanden arbeitete tagsüber in klimatisierten Räumen; beim Verlauf ihres Befindens ergaben sich fast die gleichen Korrelationen wie bei den anderen Personen.

Auch die absolute Luftfeuchte, das heisst der Wassergehalt der Luft, erfüllt annähernd die Bedingung gleichen Verhaltens im Innenraum und im Freien. Leistner hat das an Hand einer langen Messreihe nachgewiesen.

Die absolute Feuchte darf nicht verwechselt werden mit der normalerweise gemessenen und angegebenen relativen Luftfeuchte. Die letztere gibt an, welchen Prozentsatz an Wasserdampf die Luft von der maximal möglichen Menge enthält. Diese Menge hängt stark von der jeweiligen Lufttemperatur ab: Warme Luft kann mehr Wasser in Dampfform aufnehmen als kalte. Wenn wir die Luft als feucht oder trocken bezeichnen, so betrifft das mehr die relative als die absolute Feuchte. Ein Sinnesorgan für die Luftfeuchte besitzt der Mensch nicht, ebensowenig wie für elektrische Felder und Luftdruck.

Die Frage nach den Ursachen des Einflusses, den das Wettergeschehen auf verschiedene Lebensvorgänge ausübt, war also nicht leicht zu beantworten. Auch blieben verschiedene Nebenumstände, wie z.B. das Vorausempfinden von Wettervorgängen, nur Vermutungen, deren Nachweis nicht an einer genügend großen Fallzahl statistisch gesichert war.

Ich hatte mir daher vorgenommen, einmal die Befindensschwankungen einer großen Zahl von Personen auf den Grad der Gleichzeitigkeit und auf den statistischen Zusammenhang mit möglichst vielen messbaren Ausprägungen und Begleiterscheinungen des Wettergeschehens zu prüfen und dann zu versuchen, im gesteuerten Experiment der Kausalität auf die Spuren zu kommen.

Zum ersten Vorhaben - der Datengewinnung an einer genügend großen Zahl von Personen - glaubte ich zuerst, dass Kurpatienten gut geeignet seien. Wir

hatten Erhebungen über den Kurverlauf von Blutdruck und Pulsfrequenz an mehreren Kurorten laufen. Bei den täglich drei Wochen lang vorgenommenen Messungen konnte leicht auch die Frage nach dem Befinden gestellt und protokolliert werden, und zwar zeitgleich zu den drei meteorologischen Beobachtungsterminen um 7h, 14h und 19h.

Die Ergebnisse eines Vergleichs zwischen Wetter- und Befindensverlauf waren jedoch enttäuschend: Es waren kaum Zusammenhänge zu erkennen, und wo Andeutungen einer Wetterabhängigkeit aufschienen, waren sie zwischen den 5 Orten verschieden. Lediglich einige allgemeine Regeln konnten aus den Daten entnommen werden. So waren die Befindensangaben am besten mit den morgendlichen Temperaturen korreliert und erstaunlicherweise folgte auf ein schlechtes Befinden am Morgen sehr häufig ein guter Tag.

Für den geringen Zusammenhang des Befindens der Kurpatienten mit den Wetter gab es verschiedene Erklärungen: Ein Grund ist wahrscheinlich der Orts- und Milieuwechsel, vor allem in den ersten Tagen. Des weiteren werden die Patienten fast täglich verschiedenen, individuell verordneten Therapiemaßnahmen unterzogen. Schliesslich macht sich gegen Ende der Kur ein „Heimkehreffekt“ bemerkbar, wie wir es bei den Kreislaufdaten sahen.

Natürlich ist auch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass zwar ein statistisch nachweisbarer Zusammenhang zwischen Wetter und bestimmten krankhaften Entgleisungen besteht, dass aber das, was wir Befinden oder Befindlichkeit nennen, von anderen Einflüssen beherrscht wird, sei es von innerhalb des Organismus oder von ausserhalb. Es wäre nicht verwunderlich, wenn wir auf der Suche nach einer Ursache das Wetter als den Schuldigen verdächtigen; Wetteränderungen gibt es ja in unserer geographischen Lage fast ständig.

Die „Föhnstudie“

Die etwas nach Resignation aussehende Lage änderte sich, als 1971 ein Hamburger Zeitungsverlag an uns mit dem Vorschlag herantrat, mit Hilfe einer Befragung der Leser dem Problem der Wetterempfindlichkeit und seiner Auslöser näher zu kommen. Zuerst war ich skeptisch und fürchtete vor allem, dass die Leserbefragung in erster Linie als Zugpferd für wirtschaftliche Zwecke dienen sollte. Die Verlagsbeauftragten versicherten mir aber, dass die Aktion so gestaltet werden sollte, dass wissenschaftlich einwandfreie Ergebnisse zu erwarten waren. Wir schalteten Juristen ein, die einen entsprechenden Vertrag entwarfen und als schliesslich das Kultusministerium zustimmte, kam es in der Tat zu einer Zusammenarbeit.

Es folgten viele Überlegungen und umfangreiche Vorarbeiten, vor allem mit dem Ziel, die zahlreichen möglichen Fehlerquellen auszuschalten. Dabei kam folgendes Vorgehen heraus:

Für die Studie wählten wir die Zeitspanne von April bis Oktober 1972 mit einer Pause im August und Teilen des September wegen der bayrischen Schulferien. In einem Aufruf wurden die Teilnahmebedingungen genannt: Die Teilnehmer sollten sich für wetterföhlig halten, ganztägig und regelmässig im Großraum München aufhalten und bereit sein, täglich 32 Fragen über ihr Be- finden und verschiedene Lebensumstände zu beantworten. Es meldeten sich ungefähr 5000 Personen. Diese Zahl verringerte sich anfangs rasch, dann allmählich auf etwa 2500, teils durch spontanes Ausscheiden, teils wegen Nichtbestehens der regelmässig per EDV durchgeföhrten Prüfung der eingehenden Meldungen auf Plausibilität. Vor der abschliessenden Auswertung wurden weitere 500 Teilnehmer wegen formaler Unstimmigkeiten ausgeschieden. Es blieben also die Befindensdaten von etwa 2000 Personen an 105 Tagen.

Eine voraussehbare Fehlerquelle wäre das nachträgliche Ausfüllen vergessener Eintragungen aus der Erinnerung gewesen. Das wurde verhindert durch die überprüfte Verpflichtung, jedes Tagesprotokoll sogleich per Post einzusenden. Die vom Verlag deshalb zu tragenden Portokosten beliefen sich auf mehrere 10 000 DM.

Zur späteren Auswertung mit verschiedenen statistischen Methoden wurden während des Zeitraums der Studie alle erreichbaren Zustandsgrössen aus der Umwelt der Probanden gesammelt, die meisten aus dem meteorologischen Bereich; aber auch luftelektrische Messergebnisse wie die sogenannten Sferics und die täglichen Meldungen über die Verunreinigungen der Luft in München.

Die organisatorischen Vorgänge wurden im Rechenzentrum des Verlags bearbeitet, die inhaltliche Auswertung fand im Leibniz-Rechenzentrum der bayrischen Akademie der Wissenschaften statt. Die Daten mussten damals noch auf Lochkarten vorliegen. Wie umständlich das war, ersieht man daraus, dass ich zum nächtlichen Einlesen in den Rechner die Karten im Kleinlaster des Instituts transportierte.

Als erstes wurden Durchschnittswerte der auf die einzelnen Befindensqualitäten gerichteten Antworten eines jeden Tages gebildet; man erhielt so Maßzahlen über die Gunst oder Ungunst des Tages für die Probanden. Der Durchschnitt aus allen Antworten ergab dann eine Zahl, die zu einer ersten Abschätzung etwa bestehender Korrelationen zu Wetter- und Umweltdaten herangezogen werden konnte.

Ergebnisse

Schon der erste Vergleich mit den vom Wetterdienst in Bad Tölz gelieferten Kennzahlen der Wetterphasen, der nach Ablauf jeweils einer Untersuchungswoche zur Erfüllung des Vertrags an den Verlag geliefert werden musste, ergab die Gewissheit: Der Wettereinfluss auf das Befinden der 2000 unabhängig voneinander berichtenden Probanden war Realität. Ungefähr 20% der durchschnittlichen Befindensstörungen konnten aus dem Verlauf der Wetterphasen „erklärt“ werden.

Damit ging aber die Arbeit der Auswertung des umfangreichen Datenmaterials erst richtig an. Sie beschäftigte uns unter Anwendung verschiedenen Methoden der bewertenden Statistik mehrere Jahre.

Eine der durchgeführten Berechnungen galt der Frage, ob sich unter unseren Wetterföhligen Gruppen von ähnlich reagierenden Personen befinden. Es lag nahe, an die Vorstellungen M. Currys von K- und W-Typen anzuknüpfen, also von Leuten, die bevorzugt über Beschwerden bei kälter oder wärmer werdendem Wetter klagen. Es kam aber nur eine Gruppenbildung nach Wochentagen heraus. Sie war so prägnant, dass sie andere vielleicht existierende Ähnlichkeiten im Befindensverlauf überdeckte. Vor weiteren Auswertungen mussten wir die Befindensdaten demnach einer Korrektur unterwerfen, die den mittleren Einfluss der Wochentage im Mittel eliminierte.

Der Auswertung wurden nicht nur die aktuellen Werte der verschiedenen Umweltzustände zugrunde gelegt, sondern auch die Werte vom Vortag, die Veränderung zwischen Stichtag und Vortag sowie ein besonderes „gewichtetes Mittel“. Diese Maßzahl entstand aus der Vorstellung, dass der menschliche Organismus vielleicht eine zunächst starke, dann im Lauf der Tage mehr und mehr verblassende Erinnerung an den bisherigen Zustand hat. Er würde dann auf Veränderungen gegenüber diesem Erinnerungswert reagieren.

Zusammen mit den abgeleiteten Daten, die in erster Linie die Veränderungen der Messwerte betrafen, waren etwa 140 Verläufe auf Korrelation mit den Befindensangaben zu untersuchen.

Die Mehrzahl der Wetter- und Umweltdaten zeigte keinen verwertbaren Zusammenhang mit dem durchschnittlichen Befinden unseres Personenkollektivs. Die oft beschuldigten elektromagnetischen Impulse, die Sferics, waren ebenso schlecht korreliert wie beispielsweise die SO₂-Konzentrationen in München.

Neben den Wetterphasen nach Ungeheuer waren es vielmehr die in der Literatur oft als unwirksam bezeichneten „trivialen“ Wetterelemente wie Temperatur und Dampfdruck (=absolute Feuchte), die einigermaßen sichere und statistisch „signifikante“ Parallelen mit dem Befinden aufwiesen. Allerdings weniger die aktuellen Messwerte dieser Variablen als ihre Veränderungen von

Tag zu Tag. Besonders die Veränderung des aus den vergangenen sieben Tagen gewichteten Mittels der Morgentemperatur zeichnete sich durch eine gute Korrelation mit den Befindensindizes aus.

Das Ergebnis der Auswertung unserer Befindensdaten lässt sich auch quantitativ darstellen: Grundlage ist ein sogenannter Befindensindex. Das ist die Zahl der Leute, die an einem bestimmten Tag angaben, sich „schlechter als gewöhnlich“ zu fühlen, abzüglich der Zahl der Teilnehmer, die „besser als gewöhnlich“ angaben. Die Differenz wurde durch die Gesamtzahl der Teilnehmer dividiert.

Ein perfekt guter Tag, bei dem alle Teilnehmer angeben, sich besser als gewöhnlich zu fühlen, würde demnach den Befindensindex -1 erhalten, ein maximal schlechter Tag den Index +1.

Mit der statistischen Methode der „stepwise regression“ (=stufenweisen Suche nach Zusammenhängen) erhält man folgende Gleichung:

$$\begin{aligned} \text{Prozentuale Abweichung des Befindensindex vom Durchschnitt} = \\ 0,8 \times \text{Abweichung der Morgentemperatur vom gewichteten Mittel} \\ \text{minus } 0,13 \times \text{Morgenwert der relativen Feuchte} \end{aligned}$$

Das Ergebnis kommt so zustande, dass zunächst mit einer grösseren Zahl von unabhängigen Variablen die sogenannte multiple Korrelation zum Befindensindex gerechnet wird. Nach und nach werden diejenigen Variablen ausgeschieden, die einen vernachlässigbar geringen Einfluss haben. Es verbleiben am Schluss die wichtigsten Einflussgrössen.

Die Aussage der Formel lässt sich mit Worten so beschreiben:

Das durchschnittliche Befinden der 2000 Münchner wird umso schlechter, je wärmer es im Vergleich zum gewichteten Mittel der vergangenen Woche und je trockener die Luft morgens ist.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Korrelationen zwischen Befindensindex und Wetterelementen zufällig zustande gekommen wären, ist verschwindend gering, d.h. im statistischen Sprachgebrauch: Der Einfluss des Wetters auf das Befinden ist hochsignifikant gesichert. Das sagt aber nichts über seine Grössenordnung und die praktische Bedeutung für den einzelnen Wetterfühligen aus. Der Ausdruck „Signifikanz“ verführt leicht zu der Schlussfolgerung, dass eine enge, z.B. auch für eine Vorhersage gut zu nutzende Beziehung vorliegt.

Um die praktische Bedeutung des Ergebnisses abzuschätzen, muss man seine Unsicherheit, im statistischen Sinn seine Streuung oder Varianz- und die Zahl der Personen betrachten, aus deren durchschnittlichem Befinden der Index berechnet ist. Für den einzelnen Wetterfühligen kommt man zum Schluss,

dass das Wettergeschehen zwar die Befindenslage beeinflusst, aber nicht in streng definierter, von anderen Einflussgrößen abgrenzbarer Weise.

Wir haben ein Beispiel dafür erlebt, dass solche Einflüsse manchmal einen erheblichen Teil unserer Probanden gleichzeitig betreffen können. Im kollektiven Befindensverlauf gab es einen besonders schlechten Tag, für den absolut keine Ursache in den Wetter- oder sonstigen Umweltdaten zu finden war. Es dauerte lange, bis wir erkannten, was den Ausreissertag verursacht hatte: Die deutsche Fussball-Nationalmannschaft hatte ein wichtiges Meisterschaftsspiel verloren!

Voraussage (Biowetter)

Für eine brauchbare Vorhersage der Wetterwirkung auf das Befinden bestehen demnach schlechte Voraussetzungen. Die etwaigen Warnungen sollen ja von einzelnen Personen beachtet werden, nicht von einem Kollektiv. Außerdem gilt die statistische Aussage nur für den Fall, dass die Entwicklung der Wetterlage bekannt ist oder wenigstens annähernd richtig vorhergesagt werden kann; jeder weiss, dass das oft nicht der Fall ist. Es wurde auch viel diskutiert über die Frage, ob eine Vorhersage den „Wetterhypochondern“ nicht mehr schadet als nützt.

Heute beliefert der Deutsche Wetterdienst, dessen medizinmeteorologische Zentrale sich nach Auflösung der Kurortklima-Kreisstellen in Freiburg befindet, zahlreiche Tageszeitungen mit „Biowetter“. Das ist eine Aussage, die einerseits auf der Wetterprognose, andererseits auf der Reaktion beruht, die auf Grund der vorausgehenden Untersuchungen wahrscheinlich zu erwarten ist. Niemand fragt danach, wie gut oder schlecht die Vorhersagen mit der individuellen Befindenslage übereinstimmen. Über Nutzen oder Schaden könnte nur eine Untersuchung an einer ausreichenden Personenzahl, ähnlich derjenigen unseres Instituts entscheiden.

Gängige Vorstellungen

Wie steht es beim Vergleich unserer Ergebnisse mit den Aussagen in der wissenschaftlichen Literatur, in den Medien und mit den Meinungen Wetterföhlicher? Die Diskrepanz hinsichtlich der „trivialen“ Wetterelemente, die angeblich nicht als Ursachen der Wetterföhligkeit in Frage kommen, wurde schon erwähnt.

Die sogenannten Sferics wurden aus der Registrierung in Bad Tölz verwertet. Es lagen zwei Datensätze zugrunde, der eine enthielt die Zahl der Impulse mit Feldstärken grösser als 0,4 Volt/Meter, der andere grösser als 1 V/m. Die Korrelationen mit den Befindensdaten waren zu schwach, um bei der stufenweisen Suche nach Abhängigkeiten als gültige Variable bestehen zu bleiben.

In Curry's Bioklimatik ist ein viele Jahre zurückliegendes Experiment beschrieben: Er und seine Frau schliefen in einem Faraday'schen Käfig aus Kupfergeflecht und fanden keinen Unterschied zum Schlaf ohne Käfig.

Von den Luftdruckoszillationen, die als Auslöser der Föhnbeschwerden in Betracht gezogen werden, standen uns leider in München keine Aufzeichnungen zur Verfügung. Ich konnte aber eine andere Probe machen: Die Befindensdaten der zitierten Zürcher Studie an Personengruppen, die in klimatisierten oder normalen Räumen arbeiteten, sind aus der Veröffentlichung der ETH zu entnehmen, die zugehörigen Wetterdaten den Protokollen des Klimadienstes. Es war also möglich, unsere Ergebnisformel mit der Veränderung der Morgen-temperatur und mit der Luftfeuchte anzuwenden. Dabei kam in Zürich innerhalb der Streubreite das Gleiche heraus wie bei der Müncher Studie.

Auch die oft behauptete Vorauswirkung von Wetteränderungen liess sich nicht bestätigen. Die Wetterwerte vom Vortag waren durchwegs schlechter mit den Befindensdaten korreliert als diejenige vom Stichtag. Wahrscheinlich kommt die Ansicht so zustande, dass das Wetter nach den sichtbaren Zeichen, vor allem nach der Bewölkung und den Niederschlägen beurteilt wird. Die gefundenen Beziehungen gelten aber für unsichtbare Wetterelemente, die schon früher den Wechsel anzeigen.

Es sei nochmals daran erinnert, dass die vorstehenden Aussagen für das durchschnittliche Befinden unseres Kollektivs gelten. Es ist durchaus möglich, dass es Personen gibt, die gegen verschiedene Umwelteinflüsse ungewöhnlich empfindlich sind, also z.B gegen elektromagnetische Impulse.

Untersuchungen zum Kollektiv

Wie repräsentativ ist unser Kollektiv für die Münchner Bevölkerung? Diese Frage schien uns berechtigt, handelt es sich doch um Leute, die von einem Boulevardblatt angesprochen wurden. Um dies zu klären und um Näheres über unsere Wetterföhligkeit zu erfahren, schickten wir studentische Interviewer zu solchen Teilnehmern der Befindensbefragung, die gewillt waren, ihre Anonymität aufzugeben und ihre Adresse zu offenbaren. Wir wollten auch ergründen, ob es typische Merkmale gibt, die Wetterföhlige von Nicht-Wetterföhligem unterscheiden. In der letztgenannten Kategorie konnten wir nur 290 Personen zur Teilnahme motivieren. Wir hatten ja die Föhnstudie eigentlich nur für Wetterföhlige ausgeschrieben. Dagegen war es ein leichtes, 900 Wetterföhlige zu bekommen.

Eines der Ergebnisse war die Feststellung, dass die Verteilung der Wetterföhligkeit auf verschiedene Berufe ziemlich genau die gleiche war wie bei der Gesamtbevölkerung. Dasselbe gilt für die Dauer des Aufenthalts im Freien.

Unterschiede zwischen den Personen, die sich für wetterföhlige hielten oder nicht, gab es vorzugsweise in der „Behandlungsbedürftigkeit“. Im Interview gab es dazu die Frage: „Sind Sie derzeit in ärztlicher Behandlung? Wenn ja, weswegen?“

In allen Altersgruppen der Behandlungsbedürftigen dominierten die Wetterföhligen, vor allem in der Kategorie der Herz/Kreislaufbeschwerden.

Von beiden Gruppen, den Wetterföhligen wie den Nicht-Wetterföhligen konnten wir je 50 Personen dazu bewegen, ins Institut zu kommen und die Fragen des „Freiburger Persönlichkeits-Inventars“ (FPI) zu beantworten, sowie einen sogenannten Schellong-Test zu machen. Die Wetterföhligen waren labiler in der Kreislaufreaktion. Im FPI erwiesen sie sich als nervöser, depresso-r und leichter erregbar, was in dem Test zusammengefasst als „emotionale Labilität“ bezeichnet wird.

Experimentelle Überprüfung

Im Gegensatz zu den Befragungs-Aktionen hinsichtlich der Wetterföhligkeit, die im wesentlichen planmäßig verliefen und eine Reihe aufschlussreicher Ergebnisse erzielten, waren die darauffolgenden experimentellen Untersuchungen von etlichen Pannen belastet und brachten nicht ganz die erhoffte Ausbeute.

Ein erster Ansatz wurde schon in den frühen 60er Jahren unternommen. Als nachahmenswertes Vorbild hatten mir schon lange die Versuchsreihen der Arbeitsgemeinschaft mehrerer schweizerischer physiologischer Institute unter Führung des Berner Physiologen A.von Muralt vorgeschwungen. Sie galten der Höhenwirkung auf den menschlichen Organismus und waren als richtige Expeditionen organisiert. Eine Anzahl von Bearbeitern, von denen jeder eine bestimmte Untersuchungsmethode an allen Teilnehmern anzuwenden hatten, verbrachten nach Vorperioden in mittlerer Höhe einige Tage in der Forschungsstation auf dem Jungfraujoch (3450 m über N.N.).

Nicht ganz so aufwendig, aber ähnlich angelegt war unsere „Föhn“expedition nach Bad Tölz. Acht Doktoranden der Medizin brachte ich für zwei Wochen in einem Landgasthaus während einer Betriebspause unter. Jeder hatte sein Inventar für die Untersuchung des Grundumsatzes, des Atemstosses, verschiedener Herz/Kreislaufgrößen und Hauttests dabei. Nach einer Vorperiode im Münchner Institut, die hauptsächlich der Einübung der Methoden und der Gewöhnung an einen streng geregelten Tagesablauf diente, zogen wir ins Tölzer Quartier. Ich hatte die Jahreszeit mit den häufigsten Föhnperioden gewählt, weil wir in erster Linie sehen wollten, ob beim meteorologisch eindeutig diagnostizierten Föhn besondere Abweichungen beobachtbar sind. Un-glücklicherweise blieben jedoch sowohl die erwarteten Föhnperioden als auch

andere markante Wetterereignisse aus. Es blieben einige allgemeine Erkenntnisse über einen Temperatureinfluss auf Umsatz und Kreislauf, vor allem aber Erfahrungen über die Eignung und Handhabung von Untersuchungsmethoden zur objektiven Erkennung von Wettereinflüssen.

Der weitergehende Plan, die Wetterwirkung experimentell nachzuahmen, schien durch den 1964 in Betrieb genommenen Neubau des Instituts gesichert: Es war zu diesem Zweck ein speziell ausgestatteter Klimaraum vorgesehen, in dem sich mehrere Personen - isoliert von den Wetterbedingungen im Freien - wochenlang aufhalten konnten.

Planung des Klima-Versuchsraums

Der Klima-Versuchsraum sollte ein Herzstück im neuen Institutsbau werden. Dementsprechend wurde viel Zeit und Sorgfalt auf die Planung verwandt. Der Raum sollte in erster Linie für das vorgesehene, aber in Ermangelung einer geeigneten Einrichtung immer wieder zurückgestellte Vorhaben eines experimentellen Zugangs zur Wetterfähigkeit geeignet sein. Daneben sollte er aber so universell ausgestattet werden, dass möglichst viele der offenen Fragen über die Wirkung klimatischer Elemente bearbeitet werden konnten. Dabei ging es nicht wie bei vielen Klimakammern um extreme Verhältnisse wie große Kälte oder Hitze.

Unsere Forderungen waren die Einstellbarkeit der Lufttemperatur zwischen 10 und 32 Grad Celsius und der relativen Feuchte zwischen 30 und 95 %. Besonderes Gewicht legten wir auf die Möglichkeit, relativ trockene Luft einzustellen zu können, weil wir ja die Bedingungen beim Gebirgsföhn nachahmen wollten. Daneben ging es uns um bisher von der Klimaphysiologie vernachlässigte Feinheiten. Beispielsweise um Unterschiede in der Wirkung oder der empfindensmässigen Beurteilung thermischer Reize, je nach dem sie bei gleicher Bilanz mehr durch Strahlung oder Konvektion zustande kamen. In veränderter Form läuft das auf ähnliche Probleme hinaus wie beim Bad: Es gibt sozusagen „weichere“ oder „härtere“ Arten der Wärmezufuhr bzw. Entwärmung.

Untersuchungen über die Wirkung thermischer Faktoren müssen von andersartigen Einflüssen freigehalten werden, Das ist nicht einfach: Man denke nur an die ubiquitären Elemente Licht, Schall und Luftbeimengungen oder an das vielfältige Spektrum elektromagnetischer Wellen, die als Sferics ohne menschliches Zutun auftreten und als Kommunikationsmittel in tausendfacher Vielfalt aus künstlichen Quellen auf uns einströmen. Mit erschwinglichen Mitteln gelingt es nur, diese Störfaktoren so zu verringern, dass nach bestem Ermessen der Versuchszweck nicht vereitelt wird.

Die Abschirmung gegen elektromagnetische Wellen wurde nach unserem Entwurf teilweise schon durch wasserdurchströmte Metallwände erreicht. Sie sollen in ihrer Hauptfunktion die Wärmestrahlung auf ein definiertes, gleichmässiges Niveau bringen. Wo aus zwingenden Gründen die Metallwände unterbrochen sind, sorgen feste oder bewegliche Gitter dafür, dass der Innenraum von einem Faraday'schen Käfig umschlossen wird.

Selbstverständlich stellten wir die Forderung, dass Geräusche von Maschinen oder Steuerungselementen einen bestimmten Schallpegel nicht überschreiten durften.

Das Eindringen von Luftbeimengungen, z.B. Schwefel- oder Stickstoffdioxid aus Verbrennungsvorgängen und von Geruchstoffen sollte ein im Zuge der Luftzuführung eingebautes Aktivkohlefilter verhindern.

Auf welche Weise unsere Anforderungen erreicht werden sollten, darauf hatten wir keinen Einfluss, ebensowenig wie auf die Wahl der ausführenden Firma. Das Universitätsbauamt folgte in diesen Punkten der Vorschrift, eine Ausschreibung zu veranstalten und dem billigsten Anbieter den Auftrag zu erteilen.

Eine Ausnahme machte nur die Beleuchtung. Es fand sich nämlich keine Firma, die unsere Vorstellungen verwirklichen konnte. So mussten wir mit erheblichem Kopfzerbrechen und großen Zeitaufwand selbst daran gehen, die Beleuchtungsanlage aus handelsüblichen oder mit unseren beschränkten Möglichkeiten herstellbaren Komponenten zusammenzustellen.

Abgesehen von einer für alle Arbeiten ausreichenden, regelbaren Beleuchtungsstärke sollte die Lichtfarbe möglichst dem Tageslicht entsprechen, auch sollte ein gewisser Kontrastumfang mit Licht und Schatten den tristen, die Stimmung drückenden Eindruck eines diesigen Herbsttages vermeiden.

Was herauskam, war eine aufwendige, meines Wissens einzigartige Konstruktion mit drei über der Fensterlaibung angebrachten Hochdruck-Xenonlampen als Lichtquelle. Die Lichtstärke dieser Lampen konnte ohne Veränderung der Farbe entweder automatisch dem Tagesgang entsprechend oder auch durch Handbetätigung verändert werden. Die Richtung des Lichteinfalls entsprach demjenigen des natürlichen Sonnenscheins. Um das ohne Blendung zu erreichen, musste ein besonders geformter Reflektor konstruiert werden. Die von den Lampen entwickelte Wärme musste durch leistungsfähige, aber weitgehend geräuschlose Ventilatoren abgeleitet werden.

Dass die Ziele hinsichtlich der Beleuchtung erreicht wurden, sahen wir besonders augenfällig bei gelegentlichen Besuchern: Sie erlagen alle der Illusion, dass der Raum von aussen durch Tageslicht beleuchtet werde und waren sehr verblüfft, als die Lampen abgeschaltet wurden.

Für den tage- bis wochenlangen Aufenthalt von mehreren Personen, wie er z.B. für die experimentelle Nachahmung von Wettereinflüssen geplant war, wurde eine Toilette mit Waschgelegenheit innerhalb des klimatisierten Bereichs angeordnet, eine Schleuse vermittelte den Kontakt mit der Aussenwelt. Sie wurde bei den mehrtägigen Versuchen benutzt, um die Verpflegung in den Versuchsraum hinein und das Geschirr wieder herauszubringen.

Versuche

Soweit die Planung. Beim ersten Übergabevorschlag wollten wir künstlichen Föhn mit einer relativen Luftfeuchte von 30% einstellen. Selbst bei Zuwartern einen ganzen Tag lang wurde nur 40 % erreicht, ausserdem schwankte sowohl die Temperatur als die Luftfeuchte im Takt des Zu- oder Abschaltens der Kühlelemente. Das war nur eine Abweichung von den Bedingungen von vielen. Die Eignung der Anlage für die Herstellung und konstante Einhaltung vorgegebener thermischer und hygrischer Zustände war nur mangelhaft gegeben. Was besonders störte, war ein verbliebener Durchgriff der Wetterbedingungen im Freien.

Es half nichts, dass ich mich zwei Jahre lang weigerte, die Anlage abzunehmen. Zwar versuchte die ausführende Firma durch immer aufwendigere Änderungen und Konstruktionen, den Anforderungen zu genügen, aber es kamen nur punktuelle Verbesserungen heraus. Die Angelegenheit war ein Musterbeispiel für das Versagen der für den Regelfall gedachten Verfahrensweise der Beschaffung.

Ich versuchte bei den trotzdem durchgeführten Dauerversuchen, durch Handsteuerung die verbliebene Einflussnahme der äusseren Wetterbedingungen auszugleichen. Dazu musste ich wochenlang in meinem Dienstzimmer provisorisch übernachten und alle paar Stunden aufstehen, um die Anlage zu kontrollieren und bei Abweichungen vom Soll korrigierend einzutreten.

Zur Herstellung kontrastierender Strahlungsverhältnisse, wie sie z.B. häufig durch aufgeheizte Mauern bei kalter Luft und kaltem Boden vorkommen, waren verschiebliche Stellwände vorgesehen; sie sollten von Wasser einstellbarer Temperatur durchströmt werden. In den dazu vorgesehenen Wassertanks bildeten sich bald Kalkablagerungen, ausserdem wurde das Wasser brackig. Die Stellwände kamen daher nie zum Einsatz.

Meteoronauten-Experimente

Allen Hindernissen zum Trotz gingen wir nach der Übergabe des Klima-Versuchsraums daran, die Suche nach Wetterelementen mit Durchgriff in Wohnräume experimentell zu verwirklichen. Dabei sollten objektivierbare

Antworten körperlicher Funktionen als Gegenstücke der subjektiven Befindensveränderungen nachgewiesen werden.

Mit diesem Ziel bereiteten wir einen 4-wöchigen Aufenthalt von je drei Doktoranden der Medizin im Versuchsraum vor. Die „Meteoronauten“, wie sie eine Tageszeitung nannte, waren den ganzen Tag damit beschäftigt, nach einer zeitlich genau festgelegten Vorschrift verschiedenartige Untersuchungen an sich selbst und ihren Kollegen auszuführen. Nur zu den Mahlzeiten, die durch die Schleuse hineingebracht wurden, zu kurzen Ruhepausen tagsüber und zur Nachtruhe liess der Plan Zeit. Von einem Teil der Untersuchungen, z.B. von den Temperaturmessungen an mehreren Körperstellen, wurden die Ergebnisse über Leitungen in den angrenzenden Steuer-Raum geleitet und dort auf Lochstreifen oder Magnetbänder aufgezeichnet. Das gleiche galt von den Temperatur- und Luftfeuchtezuständen im Untersuchungsraum. Eigentlich sollten die letzteren Daten nach Eingabe des Soll-Verlaufs in entsprechende Steuergeräte automatisch geregelt werden. Wegen der schon erwähnten Mängel der Klimatisierung mussten diese entscheidenden Verläufe aber ständig - auch nachts - durch Ablesung der Messinstrumente überwacht und von Hand eingestellt werden. Es sollten ja nach zwei Tagen konstanter Normalbedingungen zweimal während der 4-wöchigen Versuchsdauer ein Wetterwechsel in Richtung zu Föhnbedingungen simuliert und zweimal die Luftfeuchte auf 80% erhöht werden. Der schon bekannte Einfluss der Lufttemperatur sollte dabei ausgeschaltet, also nur die Luftfeuchte verändert werden; bei konstanter Temperatur ist das identisch mit einer nicht fühlbaren Veränderung des Gehalts der Luft an Wasserdampf.

Das Experiment ähnelt in Anlage und Zielsetzung etwa der Untersuchung im Max-Planck-Institut Seewiesen über freilaufende Tagesrythmen. Dort wurden Versuchspersonen in einem Bunker für die Dauer von Wochen völlig abgekoppelt von allen Einflüssen der Außenwelt, die als Zeitgeber wirken könnten. Wir koppelten nur die Wettereinflüsse ab.

Als unser Experiment bekannt wurde, ging es durch die Presse, das Fernsehen zeigte den Klima-Versuchsraum und einige Ausschnitte aus den Untersuchungen. Wir waren sehr froh, dass das post festum stattfand; denn die Presse- und vor allem die Fernsehleute brachten den Institutsbetrieb gründlich durcheinander und hinterliessen manche chaotische Spur.

Das Ergebnis von drei Versuchsdurchgängen, also dreimal vier Wochen mit je drei Versuchspersonen war insofern befriedigend, als gezeigt werden konnte, dass die z.B. mit dem Wettervorgang Föhn verbundene Änderung des Wasserdampfgehalts der Luft deutliche Reaktionen einer Anzahl von Körperfunktionen bewirkte.

Damit war ein Wetterelement, das mit geringer Verzögerung und etwas abgeschwächt auch in normale Wohn- und Arbeitsräume hineinwirkt, als mögliche Ursache von Befindensveränderungen und -störungen identifiziert.

Es war jedoch auch wieder unbefriedigend, weil die Richtung und Stärke der nachgewiesenen Wirkungen bei den je drei gleichzeitig getesteten Personen nicht übereinstimmte. Nach dem Ausgang unserer Erhebungen über die Befindensangaben war dies nicht überraschend. Dabei war ja nur im Mittel aus den etwa 2000 Leuten ein deutlicher und gerichteter Wettereinfluss herausgekommen.

Ich habe mich gefragt, ob für ein solches Ergebnis die Schilderung nicht zu ausführlich und überbewertet ist. Schliesslich will ich mich ja in erster Linie mit den Wirkungen der Mineralwässer und des Klimas befassen. Ich habe aber den schon gezückten Rotstift nicht angesetzt, als ich merkte, dass sich sowohl die Öffentlichkeit als die Wissenschaft wieder vermehrt dem Thema Wetterföhligkeit zuwendet. Es war ja fast in Vergessenheit geraten und durch sauren Regen, Ozonfurcht, Klimaveränderung, BSE-Krise, Elektrosmog und andere Ängste verdrängt worden. Aber die Allgegenwart des Wetters macht es nicht nur zum unerschöpflichen Gegenstand der Konversation, sondern fordert auch die Vermutung heraus, dass es für die so häufigen Störungen unseres Befindens verantwortlich sein könnte.

Warum also nicht ausführlich schildern, wie dieses Thema meine Bemühungen fast ein Leben lang stimuliert und beschäftigt hat.

8.Kapitel

DFG

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) verdanken wir es, dass zahlreiche Forschungsvorhaben durchgeführt werden konnten, für die wir zusätzliche Geräte oder Dienstleistungen benötigten. Der reguläre Etat des Instituts reichte nur für die Bezahlung eines kleinen Stamms von Mitarbeitern, für eine Grundausstattung an Geräten, für die dringendsten Instandhaltungskosten und für die nicht erwünschten, aber unerlässlichen Kosten der Verwaltung. Den ersten Antrag auf eine „Sachbeihilfe“ stellte ich noch vor der Gründung des Instituts für Balneologie und Medizinische Klimatologie. Ich hatte vor, den Ursachen eines von Findeisen veröffentlichten Befunds nachzugehen. Er hatte wetterabhängige Schwankungen der Alterung eines sogenannten Sols, also einer kolloidalen Lösung von Arsentsrisulfid gefunden, die vielleicht den Schlüssel zur Erklärung mancher biologischen Erscheinungen liefern konnten. Damals waren angesehene Forscher der Ansicht, dass Wettervorgänge vor allem über eine Beeinflussung kolloidaler Systeme wirksam werden. Ich brauchte für die im wesentlichen aus eigenen Beständen zusammengestellte Versuchsanordnung einen Spannungskonstanthalter. Damals schwankte nämlich die Netzspannung so sehr, dass die sich über viele Tage erstreckenden Versuchsreihen in Frage gestellt waren.

Promotionsversuch

Das Thema war übrigens mein erster und - wie sich später herausstellte - einziger Versuch, zu promovieren und damit den Grundstein zu einer regulären Universitätslaufbahn zu legen. Professor Geiger, dessen Buch über das „Klima der bodennahen Luftschicht“ ich viele Jahre danach oft zu Rate zog, hatte sich bereit erklärt, als Doktorvater zu fungieren und mich zu beraten. Das Vorhaben musste aber aus mehreren Gründen aufgegeben werden, nachdem ich schon viel Zeit und Arbeit hineingesteckt hatte: Einmal hatte sich gezeigt, dass der gesuchte Effekt umso kleiner wurde, je genauer die Temperatur des Sols konstant blieb. Findeisen hatte offensichtlich den Wettereinfluss auf den Keller unterschätzt, in dem seine Versuchsanordnung stand, ebenso die Abhängigkeit der Sol-Eigenschaften von der Temperatur des Sols. Des weiteren erfuhr ich, dass sich fast zur gleichen Zeit ein anderer Untersucher mit dem Thema befasst hatte und zum gleichen negativen Resultat gelangt war.

Später fand ich nicht mehr die Zeit, mich um eine Promotion zu kümmern. Die Möglichkeit, im Fach „Humanbiologie“ ein meiner Tätigkeit entsprechendes Thema zu bearbeiten, hätte sich ohnehin erst 1962 ergeben, als dieser Stu-

diengang an der Münchener Universität eröffnet wurde. Zu dieser Zeit war ich zur Überzeugung gelangt, dass es für mich zu spät war, auf dem Weg der üblichen Universitätlaufbahn weiter zu kommen, als es ohnehin der Fall war.

Die Rolle des Doktorvaters fiel mir dann oft zu. Wissenschaftliche Detailfragen werden ja in der Medizin regelmässig von Doktoranden bearbeitet und es ist kaum vorstellbar, wie sehr der Fortschritt verlangsamt würde, wenn diese Tradition wegfallen und die Arbeit nur von bezahlten, planmässigen Kräften ausgeführt würde. Anlässlich meines 65. Geburtstags hatten meine Kollegen in lustiger Aufmachung verkündet, dass ich angeblich 164 Studenten zum Dr.med. verholfen hätte. Ich bezweifle die Richtigkeit dieser Zahl, aber jedenfalls waren es viele, denen ich mit einer Interpretation des zu bearbeitenden Themas, mit Beratung und Hilfestellung bei der experimentellen Durchführung und mit Hinweisen auf die Auswertung und Überprüfung der Ergebnisse zur Seite stand. Am Ende machte ich noch einen Textvorschlag für das vom Lehrstuhlinhaber abzugebende Votum.

Über einen Mangel an Bewerbern für die vielen, zur Bearbeitung durch Doktoranden geeigneten Themen hatten wir nie zu klagen. Es war unter den Studenten bekannt, dass zwar eine mindestens zweijährige experimentelle Arbeit auf sie wartete, dass sie aber mit kontinuierlicher Betreuung und mit einem interessanten und entsprechend der Leistung benoteten Ergebnis rechnen konnten. Wir konnten meist ein „magna cum laude“ vergeben und sind nur ein einziges Mal mit unserer Beurteilung angeeckt. In diesem Fall gab uns der Dekan recht.

Reiseerlebnisse

Zurück zur DFG:

Die von ihr geförderten Arbeiten und ihre Ergebnisse sind in diesem Buch bei den entsprechenden Sachthemen geschildert. Hier sollen nur zwei Studienreisen zur Sprache kommen, die von der DFG durch Zuschussleistungen ermöglicht wurden.

Da ist zunächst eine Reise in den Libanon zu erwähnen. Sie fand auf Bitte und Anregung eines libanesischen Ministers statt, der aber bei unserer Ankunft bereits wieder abgesetzt war. Die genauen Hintergründe des Auftrags sind mir nicht bekannt, weil die Einladung an meinen Hamburger Kollegen Professor Jungmann erging und die Korrespondenz von ihm geführt wurde. Er rief mich jedenfalls eines Tages an und fragte, ob ich mitmachen könnte. Es ging um die Frage, zu welchen Kurzwecken und in welchen Gegenden im Libanon Sanatorien und Badeorte eingerichtet werden könnten. Ich befand mich unter der Handvoll Experten aus verschiedenen Ländern.

Um möglichst viel mit dem Reisezuschuss zu erreichen, buchte ich nicht eine Einzelreise, sondern sah mich in den Prospekten für Pauschalreisen um. Ich entdeckte ein Angebot, das einige Tage vor der ersten Zusammenkunft der Delegation in Beirut begann und mir nach Ende der Veranstaltung noch etwas Zeit gab, mich im Land umzusehen. Dafür musste ich dann als Unterkunft ein billiges Haus in einem Vorort statt des Luxushotels Phönicia in Beirut nehmen. Aber ich sah viel mehr von Land und Leuten, einschliesslich des Flüchtlingslebens der Palästinenser in einem Lager, an dem ich allmorgendlich vorbeifahren musste.

Die eigentliche Tagung fand nach etlichen Exkursionen durch das Land in Laklouk im Libanongebirge auf schätzungsweise 1500 m Höhe statt. An die Ergebnisse der Beratungen kann ich mich nicht mehr erinnern.

Von dem Aufenthalt in Laklouk sind mir aber zwei Episoden im Gedächtnis geblieben: Einmal die Wucht, mit der während der Tagung ein Fallwind ähnlich unserem Gebirgsföhn von der Kammhöhe des Libanon hereinbrach. Es begann mit einem lauten Knall, sodass wir die Beratungen unterbrachen um nachsehen, was die Ursache war.

Zum anderen ein Erlebnis während eines Morgenspaziergangs vor Beginn der Beratungen: Ziemlich weit vom Hotel entfernt traf ich auf einen Straßenarbeiter, der gerade „Brotzeit“ machte, wie wir in Bayern sagen. Er war daran, ein Fladenbrot zusammenzurollen, um es zu essen. Als er mich sah, bot er die Rolle sofort mit lebhaften Worten, die ich natürlich nicht verstand, mir an und bestand darauf, dass ich sie ass. Ich war sehr beeindruckt von dieser Geste der Gastfreundschaft.

Die Konferenz und ihre Ergebnisse fielen schnell der Vergessenheit an und blieben ohne Wirkung, weil der libanesische Staat seither nicht mehr zur Ruhe kam. Der Nimbus einer „Schweiz des mittleren Ostens“ wurde durch die politische Instabilität zerstört.

Die andere Reise, von der ich berichten will, galt den Anfängen der Erforschung des „Smogs“, jener Mischung aus teilweise sehr schädlichen Gasen, die bei uns zu dieser Zeit noch nicht auffällig in Erscheinung getreten und nur einigen Fachleuten bekannt war. Smog ist bekanntlich ein Kunstwort, zusammengesetzt aus „smoke“ und „fog“.

Die erste Station war das „National Center of Atmospheric Research“ (NCAR) in Boulder, Colorado. Hier konnte ich nur staunen und ein wenig neidisch die Fülle von Geräten bewundern, mit denen die verschiedensten Probleme der natürlichen und anthropogenen veränderten Atmosphäre untersucht wurden. Angenehm berührt war ich von der offenen und herzlichen Art, mit der von allen Kollegen jede meiner Fragen beantwortet wurde. Ich war von zuhause

eher an eine Zurückhaltung gegenüber einem möglichen Konkurrenten gewohnt und hatte manchmal das Gefühl, als Werkspion angesehen zu werden. Einer der amerikanischen Kollegen nahm mich dann am Sonntag auf den „hiking“-Ausflug seiner Familie in die Rocky Mountains mit. Das brachte für mich neben dem wunderbaren Landschaftserlebnis eine Überraschung. Ich ärgerte mich über meine vermeintlich miserable Kondition, als ich beim Tragen des vielleicht 4-jährigen Söhnchens fast ausser Atem kam und einmal Halt machen musste, um zu rasten. Erst danach erfuhr ich, dass wir uns auf fast 3000 m Höhe befunden hatten. Die Landschaft sah so aus wie in unseren Alpen auf vielleicht 1500 m Höhe, noch unterhalb der Baumgrenze. Ausserdem hatte ich bei der Anfahrt die langgezogene Steigung kaum bemerkt.

An den chemischen Vorgängen bei der Entstehung des Smog wurde hier gearbeitet, an seiner Wirkung auf den Menschen kaum. Ich war gespannt, wie der Smog sich bei mir selbst auswirkte und rechnete damit, bei Ankunft in Los Angeles damit konfrontiert zu werden. Es sollte aber lediglich ein eindrucksvolles optisches Erlebnis werden. Schon aus weiter Entfernung kündigte sich nämlich die Annäherung an das riesige Areal von Los Angeles als schwarzbraune Dunstwolke mit einem Stich ins gelbliche an. Die einzelnen Teile der Stadt waren nicht erkennbar, erst in unmittelbarer Nähe sah man Straßenzüge und Häuser. Nach der Landung war aber für mich nichts zu spüren ausser der schlechten Luft wie in allen Großstädten. Ich liess mir sagen, dass das Wetter zur Zeit nicht ungünstig sei. Nur wenige überempfindliche Leute litten an dem hervorstechendsten Smogsymptom, nämlich Reizung der Augen. Nachträglich erfuhr ich, dass der - heute als Maßstab dienende - Ozonwert bei 200 Mikrogramm/cbm lag. Das galt als verhältnismässig niedrig, Werte von 400 Mikrogramm/cbm und höher waren keine Seltenheit.

Ich kannte damals das atmosphärische Ozon in Bodennähe nur als Ausläufer der in ca. 25 km Höhe existierenden Schicht. Die Konzentrationen lagen bei uns in 500 m Seehöhe im Mittel bei 30 Mikrogramm/cbm, sie stiegen bei wetterbedingten Austauschvorgängen allenfalls auf 80 Mikrogramm/cbm. Man hatte zu dieser Zeit - vor allem bei Studien an Versuchspersonen in der Klimakammer von Triangle Park - gerade erst herausgefunden, dass es das Ozon war, das von den zahlreichen Bestandteilen des Smog vor allem für die Auslösung der Augenbeschwerden verantwortlich war.

Im übrigen hatte ich bei Diskussionen in den Messstationen von Los Angeles den Eindruck, dass man hinsichtlich der Entstehung und der Nebenbedingungen für den Smog noch ziemlich im Dunkeln tappte.

Mein Reiseplan sah unter anderem einen Besuch bei Professor P. Götz in Altadena vor. Bei der telefonischen Ankündigung hatte ich erfahren, dass er erst nach dem Nationalfeiertag am 4. Juli erreichbar sei. Das war erst in zwei Tagen

und ich beschloss, auf halbem Weg, an den Ausläufern der Sierra Nevada einen Rasttag einzulegen. Bei einem Spaziergang entdeckte ich überraschenderweise eine kleine Kunsteisbahn. Als ich erfuhr, dass jeden Abend Publikums-Eislauf stattfinde und dass es Leihschlittschuhe gäbe, konnte ich nicht widerstehen und ging hin. Der Eistanz war ja mein Hobby. Die Leihschlittschuhe hatten keinen Schliff und vor allem eine fast gerade Lauffläche, sodass ich mich wie ein Anfänger fühlte und nur geradeaus fahren konnte. Aber ich lernte die Gepflogenheiten kennen, dass nämlich abwechselnd links- und rechtsherum gefahren wurde und entweder nur Damen oder Herren oder Paare auf dem Eis zugelassen waren, besonders aber dass auf einer Hammond-Orgel alte Schlager als Begleitmusik gespielt wurden. Es war sehr amüsan.

Bei Professor Götz hoffte ich einen Hinweis auf die Ursache einer Beobachtung über die Riechschwelle von Ozon zu bekommen. In der Literatur wird sie zu etwa 20 Mikrogramm/cbm angegeben. Im Labor bei künstlicher Erzeugung aus Sauerstoff durch stille elektrische Entladungen fand ich das bestätigt. Auch bei Erzeugung durch kurzwelliges ultraviolettes Licht stimmte es. Aber wenn im Freien wesentlich höhere Ozonkonzentrationen herrschen, riecht man nichts; ganz selten sind Andeutungen eines Ozongeruchs zu bemerken. Befragt man Leute, die laufend mit Ozondaten umgehen oder die sich mit der Entstehung des Smogs befassen, über die Ursachen des Unterschieds in der Riechbarkeit, so stutzen sie zumeist eine Weile, weil sie die Beobachtung gar nicht kennen. Dann kommt regelmässig die Antwort, das sei eine Folge der Adaption des Riechorgans an lange dauernde Gerüche. Als Phänomen ist das richtig und es trifft sicher auch für Ozon zu. Aber jedermann kann sich davon überzeugen, dass noch etwas anderes im Spiel sein muss: In geschlossenen Räumen sinkt die Ozonkontration durch Aufbrauch bei Oxidationsvorgängen stark ab, für die meisten Messgeräte unter die Nachweisgrenze. Geht man dann nach beliebig langem Aufenthalt ins Freie, wo vielleicht 100 Mikrogramm/cbm Ozon gemessen werden, so ist ganz selten für den Kenner eine Andeutung des typischen Ozongeruchs zu bemerken, für die Normalperson fehlt er immer.

Ich habe mich natürlich in der Literatur umgesehen und eine einzige Veröffentlichung gefunden, die sich auf den Unterschied in der Riechbarkeit bezog. U.Jessel hat auf Sylt genau dieselbe Beobachtung beschrieben, aber keine Erklärung dafür angegeben.

In Altadena traf ich dann Professor Götz, auf den ich durch interessante Arbeiten über die Wechselwirkung von Aerosolen und Ozon aufmerksam geworden war. Als ich von meinen Beobachtungen berichtete, war er genau so erstaunt wie andere Fachleute. Er lieferte mir allerdings mit seinen Forschungs-

ergebnissen wenigstens mutmaßliche Ansatzpunkte für Erklärungen: Mit elektronenmikroskopischen Methoden hatte er gefunden, dass sehr kleine Aerosolpartikel aus organischem Material durch Ozon zu Kohle oxidiert werden. Vielleicht führt von da aus ein Weg zum Geruchseindruck?

Als ich nach einiger Zeit nachfragen wollte, ob er mit seinen Untersuchungen weitergekommen sei, kam keine Verbindung mit Prof. Götz zustande. Später habe ich leider gehört, dass er verstorben war.

Vor der Rückreise besuchte ich noch verschiedene Laboratorien in den USA, die sich mit den Ursachen und Auswirkungen des Smogs beschäftigten. Überall war Ozon mit im Spiel, sodass sich die Folgerung ergab, in dieser Richtung weiter zu forschen. Mehr davon im Kapitel „Ozon“.

9.Kapitel

Die Haut im Bad

Im Bad ist die Haut das primär betroffene und angesprochene Organ. Sie ist dem hydrostatischen Druck, dem Einstrom der Wärme und dem Quellwasser-Chemismus ausgesetzt. Wo die Therapie nicht ihr, sondern anderen Organsystemen oder auch dem gesamten Organismus gilt, spielt die Haut eine Vermittlerrolle.

Wenn man eine unterschiedliche, spezifische Wirkungsweise des Bads postuliert, müssen die Inhaltsstoffe des Wassers den Unterschied zwischen den verschiedenen Quelltypen ausmachen. In welchem Umfang sie die Haut durchdringen, ist eine der Grundfragen der Bäderheilkunde. Die Kenntnisse darüber waren lange Zeit auf Indizien beschränkt und nur qualitativer Art. Die ersten quantitativen Hinweise stammen vom Radon, das als Bestandteil mancher Heilquellen bald nach der Entdeckung des Radiums bekannt wurde. Eine zeitlang hatte man sogar den „Quellgeist“, also das sagenhafte universelle Wirkprinzip der Heilquellen in der Radioaktivität vermutet, aber bald erkannt, dass diese Eigenschaft nur wenigen Quellvorkommen in hervorstechender Quantität zukommt.

Radioaktive Isotope

Als bald nach 1945 radioaktive Isotope der meisten in Heilquellen vorkommenden Elemente für Forschungszwecke verfügbar wurden, lag es nahe, dies zur Klärung einer Frage zu nutzen, von der aus möglicherweise viele Bäderwirkungen erklärt werden können. Die Voraussetzungen waren beim Münchner Balneologischen Institut günstig, da es ja als Ableger des Lehrstuhls für Physikalische Therapie und Röntgenologie gegründet worden war. Die Röntgenabteilung bediente sich natürlich der neuartigen Strahlenquellen, die in den künstlich radioaktiven Elementen bereit standen. Mit primitiver Ausrüstung und bedrängt von großer Raumnot begannen wir uns in dem neuen Forschungsgebiet umzusehen.

Die ersten Schritte galten dem Schwefel, der in verschiedenen Bindungsformen in Heilwässern vorkommt und von dem wir das Isotop S-45 aus einem englischen Labor geliefert bekamen. Mitten in den Vorbereitungen erhielten wir Kenntnis davon, dass im Züricher Kantonsspital an der gleichen Frage gearbeitet wurde. Wir mussten entscheiden, ob wir uns auf eine Art Wettlauf um die erste Veröffentlichung von Ergebnissen einlassen sollten. Es blieb jedoch bei unserer Gepflogenheit, erst zu veröffentlichen, wenn ein gewisser Ab-

schluss erreicht war und wir von der Richtigkeit und Bedeutung der Ergebnisse überzeugt waren.

In der Tat trat die Zürcher Gruppe bald mit der Mitteilung hervor, dass der Schwefel aus dem Bad in den Gelenken erschien. Es folgten aus Zürich weitere Ergebnisse mit Isotopen anderer Elemente. Dabei wurde klar, dass es sich um Kaninchen als Versuchstiere handelte.

Inzwischen hatten wir in München festgestellt, dass die Haut der gebräuchlichen Versuchstiere extrem unterschiedliche Durchlässigkeit aufweist. Dicht behaarte Tiere resorbieren z.B. S-45 als Sulfat bis zu 1000-fach besser als haarlose oder wenig behaarte Spezies. Da der Mensch zu den letzteren gehört, mussten wir ein geeigneteres Modell als Kaninchen, Mäuse oder Ratten suchen.

Nach wenig erfolgreichen Versuchen mit haarlosen Mäusen landeten wir schliesslich bei jungen Schweinen. Deren Haut sieht nicht nur äusserlich der Menschenhaut ähnlich, sie ist auch in der inneren Struktur und z.B. im histologischen Schnittpräparat nahezu übereinstimmend. Trotzdem war natürlich zu prüfen, ob sie auch hinsichtlich der Durchlässigkeit für Quellbestandteile der menschlichen Haut gleicht. Wir, d.h. Dr. Drexel und ich, haben das später in Selbstversuchen bestätigt.

Übrigens haben wir seither weder aus Zürich noch aus einem der Institute, die sich mit Bäderheilkunde beschäftigen, etwas über die Anwendung radioaktiver Isotope zur Ermittlung der Hautdurchlässigkeit erfahren.

Versuchstechnik

Nach der Entscheidung für junge Schweine als Modell galt es eine Versuchstechnik zu entwickeln, mit der ohne vermeidbare Strahlenexposition der Experimentatoren und ohne Quälerei der Tiere die Durchlässigkeit der Haut für die therapeutisch als wirksam geltenden Heilquellenbestandteile ermittelt werden konnte. Das hiess, für den Umgang mit unseren Versuchstieren den Rat eines erfahrenen Tiermediziners einzuholen und vor allem eine geeignete „Badewanne“ als geschlossenes System zu konstruieren. Das mit dem radioaktiven Tracer versehene Badewasser musste für eine definierte Zeit auf die Haut einwirken, vorher und nachher aber sicher verwahrt werden.

Was nach vielen Versuchen herauskam, war einerseits ein Gestell, in dem das schlaftrig gemachte Tier so lag, dass es die Beine frei bewegen konnte, aber mit dem gebadeten Rumpf hinreichend fixiert war. Andrerseits eine „Badewanne“, das heisst ein Bespülungsvorrichtung aus Gummi, die auf die Haut geklebt wurde und sich an die Körperform anpasste. Sie konnte über ein Schlauchsystem mit der Testlösung gefüllt und wieder entleert werden.

Die Flüssigkeitsschicht war etwa 4 mm dick, für eine Badefläche von etwa 20 cm² waren so nur etwa 8 ml der radioaktiven Lösung nötig. Diese Menge reichte aus, um eine nennenswerte Verringerung der untersuchten Substanz durch Resorption oder durch Verbleib in der Haut auszuschliessen.

Die für die Tierversuche an jungen Schweinen entwickelte Badewanne wurde auch für die Selbstversuche angewandt, nur mit einer vergrösserten Badefläche von einigen hundert cm².



Abb. 7: Der Autor mit Versuchsschweinderl im Kellerlabor der Klinik Ziemssenstraße (ca.1953).

Damit waren aber nur die Vorbedingungen für den Versuchsablauf während der etwa 30 Minuten des eigentlichen Bads geschaffen. Die Bereitung der radioaktiv markierten Badeflüssigkeit erforderte zusätzliche Arbeitsschritte. So wurde uns der radioaktive Schwefel in der 6-wertigen Bindungsform, also als Sulfat-ion (SO_4^{2-}) geliefert. Zur Anwendung als Bad ist aber hauptsächlich der 2-wertige Sulfidschwefel interessant.

Es war also nötig den Sulfatschwefel zu Sulfid zu reduzieren. Dabei war zu beachten, dass je nach pH-Wert der wässrigen Lösung ein Teil des Schwefels als Schwefelwasserstoff H_2S auftritt und als Gas flüchtig ist. In den Kurorten mit Schwefelquellen merkt man das am Geruch nach faulen Eiern. Durch ein pufferndes Salzgemisch musste gewährleistet werden, dass eine leicht alkalische Lösung entstand.

Solche Operationen erfordern verschiedene Hilfsmittel, die wir damals selbst herstellen mussten, weil sie entweder gar nicht käuflich zu erhalten waren oder ausserhalb unserer finanziellen Möglichkeiten lagen. Erst mit dem Neubau unseres Instituts in München-Großhadern verfügten wir über eine hinreichend ausgestattete Isotopenabteilung.

Schliesslich war, um quantitative Angaben über die durch die Haut ins Blut übergehende Substanzmenge machen zu können, noch zu ermitteln, welcher Bruchteil davon in einer zur Aktivitätsmessung entnommenen Blutprobe erscheint. Wir injizierten dazu einige Tage nach dem Badeversuch eine definierte Menge der Badelösung und maßen die nach einer halben Stunde im Blut erscheinende Impulsrate.

Resorptionszahl, Clearance

Um die Ergebnisse unserer Studien über die Durchlässigkeit der Haut vergleichbar anzugeben, ist eine geeignete Einheit nötig. Wir wählten dafür die Formel:

resorbierte Substanz pro cm^2 Hautfläche / Substanzkonzentration

(während $\frac{1}{2}$ Stunde Badedauer) mit den Dimensionen: [Milligramm] / [Milligramm/Liter]

und nannten diese Angabe „Resorptionszahl“.

Wenn man die beiden in Zähler und Nenner stehenden Gewichtsdimensionen herauskürzt, erhält man ein Volumen. Es hat eine anschauliche Bedeutung dergestalt, dass es dasjenige Volumen des Badewassers anzeigt, in der die resorbierte Menge der radioaktiv markierten Substanz enthalten ist. In anderem Zusammenhang ist dieselbe Grösse unter der Bezeichnung „Clearance“ bekannt.

Um handliche Zahlenwerte zu erhalten, haben wir unsere Resorptionszahl in Mikrolitern ausgedrückt. Sie liegt z.B. für Sulfidschwefel bei 3,3 ml.

Eine verallgemeinerungsfähige Bedeutung hat eine solche Angabe nur, wenn die Aufnahme durch die Haut proportional der Konzentration der Substanz erfolgt, wenn also z.B. eine Verdopplung der Konzentration auch eine Verdopplung der Aufnahme bewirkt. Wir haben das nachgeprüft und konnten es im Bereich der vorkommenden Konzentrationen mit genügender Genauigkeit bestätigen. Keine Proportionalität besteht aber hinsichtlich der Badedauer. So wird z.B. in der ersten halben Stunde schon fast soviel resorbiert wie nach einer vollen Stunde. Die heutige Praxis der Verabreichungsdauer - 20 bis 40 Minuten - ist so vom Standpunkt der Aufnahme von vermutlich wirksamen Substanzen gerechtfertigt. Dass man sich in alten Zeiten oft stundenlang im Bade aufhielt, gehört in ein anderes Kapitel; bei so langen Einwirkungen wässriger Lösungen wird die Hautstruktur verändert. Was dann passiert, wissen wir nicht.

Eine einzige Resorptionszahl genügte uns natürlich nicht. Wie strebten an, für alle wichtigen Bestandteile von Heilquellen diese Kenngrösse zu ermitteln. Zudem wollten wir wissen, welche Systematik hinter der unterschiedlichen Durchlässigkeit der Haut steckt, also welche Eigenschaften der Quell-Inhaltsstoffe den Durchtritt erschweren oder erleichtern. Das war eine Aufgabe, die uns viele Jahre beschäftigte.

Die 1964 fertiggestellten Räumlichkeiten mit einer Isotopenabteilung auf dem Gelände des Klinikums Großhadern waren eine große Hilfe, aber noch wichtiger war der Umstand, dass das Institut personelle Verstärkung durch einen Chemiker, Herrn Dr. Pratzel, bekam und auch einige Hilfskräfte einstellen konnte.

Herr Dr. Pratzel war mit seiner Frau aus der damaligen DDR durch die Berliner Kanalisation geflohen, er setzte sich mit großem Elan zuerst für die Planung der Räume und ihrer Ausstattung, dann für die zahlreichen Aufgaben chemischer Art ein, die aus dem Streben nach Erkennung der Wirkprinzipien von Badekuren entstanden.

Hautbarriere

Lange Zeit widmete er sein Augenmerk besonders der Hautbarriere, also der Hautschicht, die das ungehinderte Eindringen von im Wasser gelösten Mineralien und auch von Wasser selbst begrenzte. Sie musste ganz aussen, oberhalb des durchbluteten Hautgewebes liegen, sonst wäre die Beobachtung schwer zu erklären, dass die z.B. im Dienst der Thermoregulation sehr variable Hautdurchblutung nur geringen Einfluss auf die Resorption nimmt.

Ein großer Teil der Kenntnisse über die Hautbarriere wurde mit der Technik der Hautabrisse gewonnen. Sie beruht darauf, dass man Teile der Hornhaut ohne spürbare Verletzung auf einem Klebefilm abziehen kann. Bei geeigneter Technik lässt sich so die Hornhaut Schicht für Schicht bis zum sogenannten *Stratum lucidum*, einer leicht glänzenden Oberfläche abreissen und untersuchen. Das dient in Verbindung mit radioaktiv markierten Bädern dazu, festzustellen, welche Substanzmengen nach dem Bad in der Haut verbleiben. Die absorbierten Mengen werden im Lauf der Zeit entweder nachträglich resorbiert oder im Zug der ständig vor sich gehenden Hauterneuerung abgestossen.

Mit einer Modifikation der Abrissstechnik erhält man manchmal intakte Hornhautstücke von einigen cm^2 Ausdehnung. Wir haben eine Kammer konstruiert, in die man solche Präparate einspannen und im Badeversuch testen kann. Auf eine Seite kommt dann die Lösung, die den radioaktiv markierten Mineralstoff enthält, auf der anderen Seite befindet sich Wasser, in das die zu untersuchende Substanz „resorbiert“ und an Hand ihrer Strahlung quantitativ bestimmt wird.

Wir hatten auf diese Weise ein weiteres Modell, an dem die Hautdurchlässigkeit ohne Strahlenbelastung für den Experimentator studiert werden konnte. Damit erhielten wir vor allem die Bestätigung, dass die Durchlässigkeit der menschlichen Haut für Quellen-Inhaltsstoffe im wesentlichen von dieser Barriere bestimmt wird.

Resorption der wichtigsten Heilquellenbestandteile

Mit den geschilderten Methoden konnten wir die Resorptionszahlen für alle Bestandteile von Heilwässern ermitteln, die als verantwortlich für deren Wirkung diskutiert wurden.

Die nachfolgende Aufstellung enthält einige für unser Problem wichtige Resorptionszahlen (in [mLiter]):

Na^+	SO_4^{--}	J^-	J_2	SH^-
0,06	0,018	0,04	0,47	3,3

Die Resorbierbarkeit der in Heilquellen vorkommenden Substanzen ist also extrem unterschiedlich, die Resorptionszahlen erstrecken sich über mehrere Zehnerpotenzen. Ohne Fachausdrücke oder komplizierte physikochemische Erklärungen kann man das dahinterstehende System so kennzeichnen:

Schlecht resorbiert werden Substanzen, die nur in Wasser löslich sind.

Gut durchlässig ist die Haut für fettlösliche Stoffe und am besten werden Substanzen resorbiert, die sowohl in Wasser als auch in fettigem Milieu leicht löslich sind.

Als Bestandteile von Heilwässern zählen zu der erstgenannten Kategorie die meisten Mineralionen wie Na^+ , K^+ , Ca^{++} , zu den gut resorbierbaren gehört das Jod und die höchsten Resorptionszahlen finden wir beim Sulfidschwefel und vor allem beim Radon. Obwohl mit der Resorbierbarkeit keine Aussage über die Heilwirkung verbunden ist, fällt doch auf, dass traditionell diejenigen Quellen als besonders heilkraftig gelten, die gut durch die Hautbarriere dringende Substanzen enthalten.

Erhöhte Zufuhr durchs Bad?

Was war mit unseren Ergebnissen erreicht? War etwa die Frage nach der Wirkungsweise der Heilquellen beantwortet?

Um die Antwort abschätzen zu können, soll die folgende Überschlagsrechnung aufgemacht werden:

Die menschliche Haut hat eine Fläche von ungefähr zwei Quadratmetern, das sind 20000 cm². Die oben genannten Resorptionszahlen sind also mit 20 000 zu multiplizieren, um die Mengen [ml] an Badewasser zu erhalten, deren Inhaltsstoffe während eines halbstündigen Bad ins Blut übergehen.

So erhält man (in [mLiter] Badewasser):

Na^+	SO_4^{2-}	J^-	J_2	SH^-
1200	360	800	9400	66000

für die Konzentrationen der Substanzen setzen wir folgende - in typischen Heilquellen vorkommende- Werte ein (in mg/Liter):

Reichen- hall	Mergent- heim	Hall Österreich	Ober- Österreich	Wiessee
230	4,0	26	(2,6)	120

(der Wert für elementares Jod entsteht aus der Annahme, dass maximal 10% des Jodids als elementares Jod erscheinen).

Daraus erhalten wir an resorbierter Substanz (in [mg]):

0,28	0,0014	0,0021	0,024	8
------	--------	--------	-------	---

Dazu im Vergleich die ungefähren, täglich mit der Nahrung aufgenommenen Mengen (in [mg]):

5000	2000	0,1	0,1	-
------	------	-----	-----	---

Bei den meisten Substanzen liegt die Resorption im Bad also weit unterhalb der täglich durch die Nahrung aufgenommenen Menge. Es ist kaum vorstell-

bar, dass eine geringe Vermehrung durch die Aufnahme im Bad merkliche Heilwirkungen zustande bringen kann. Das gilt auch dann, wenn man berücksichtigt, dass eine Kur aus einer Serie von 10 bis 20 Bädern besteht und nach jedem Bad eine gewisse Nachresorption eintritt.

Die in der Nahrung normalerweise nicht vorkommende Schwefelform des Sulfids und die teils als Bicarbonat, teils als gelöstes CO_2 in den sogenannten Kohlensäurequellen vorkommende Verbindung des Kohlenstoffs sind Sonderfälle, ebenso das Radon.

Wohl dürfte durch unspezifischen, nicht vom Chemismus des Badewassers abhängigen Wirkungen von Wasserdruck und -temperatur eine gewisse Umstellung des Kreislaufs eintreten und am günstigen Effekt einer Kur beteiligt sein. Das gilt aber nicht für die spezifischen, dem jeweiligen Quelltyp zugesprochene Heileffekte. Man muss also nach anderen Wirkungswegen für den „Quellgeist“ suchen.

Solche Mechanismen dürften weniger in den funktionsgestörten Organen als in der Haut selbst zu suchen sein. Deren Aufgaben erschöpfen sich zweifellos nicht in der Abgrenzung gegen die Aussenwelt und im passiven Schutz vor Umwelteinflüssen; einige aktive Abwehr- und Schutzfunktionen sind bekannt.

Zellen des Immunsystems

Dr. Pratzel hat sich besonders für die sogenannten Langerhans-Zellen in der Haut interessiert, denen eine Funktion im Immunsystem des Organismus eigen ist. Sie präsentieren nämlich den für die Abwehr von Fremdzellen zuständigen Blutbestandteilen das Antigen der eventuellen Eindringlinge. Die diesbezüglichen Überlegungen und Untersuchungen liegen aber ausserhalb meiner Kompetenz.

Die Kenntnisse über die Resorbierbarkeit von Substanzen sind nicht nur für die Bäderheilkunde von Nutzen. Eine gute Durchgängigkeit durch die Haut ist zum Beispiel für Medikamente erwünscht, die als Einreibungen aufgebracht werden. Auch als Pflaster sind verschiedene Stoffe vorgeschlagen worden. Wenn sie radioaktiv markierbar sind, kann ihre Resorption mit den gleichen Methoden festgestellt und gemessen werden, die wir für Quellbestandteile entwickelt haben. Dr. Pratzel hat das verschiedentlich getan und so unsere Liste von Resorptionszahlen erweitert.

Rückstände in der Haut nach dem Bad

Wie schon erwähnt, kann man mit der Abrisstechnik sehen, welche Substanzmengen nach einem Bad in der Haut verbleiben und wie ihre Tiefenverteilung aussieht. Diese Absorption von Stoffen gehorcht eigenen Gesetzmäßigkeiten. Um sie darzustellen, ist die Angabe einer Absorptionszahl nützlich,

d.h. die in der Haut zurückbleibenden Substanzmenge in Mikrogramm pro cm² Hautfläche.

Es zeigte sich, dass vor allem mehrwertige Ionen, wie Ca++ oder Mg++ in beachtlicher Menge in der Hornhaut verbleiben. Ob das für die Bäderwirkung von Bedeutung ist, ist unbekannt, aber wenig wahrscheinlich. Es kann indes zur Gefahr werden bei einer radioaktiven Kontamination der Haut, wie sie z.B. bei unachtsamem Hantieren mit radioaktiven Lösungen zustandekommt. In solchen Fällen ist es wichtig, Methoden zu kennen, wie man die Haut am wirkungsvollsten dekontaminiert.

Der Befund, dass gewisse Salzlösungen mehr an absorbierten Substanzen aus der Hornhaut herauslösen als einfaches Wasser, gibt dafür Anregungen. Das ist ein jedoch ein Problem des Strahlenschutzes und gehört nicht hierher.

Auswaschung der Haut

Der Stoffaustausch zwischen Badewasser und Haut ist keine Einbahnstraße. Es werden auch körpereigene Substanzen beim Bad ausgewaschen, so z.B. die Uracaninsäure und andere, stark das ultraviolette Licht absorbierende Stoffe. Salzlösungen, wie sie in Mineralquellen oder im Meerwasser vorliegen, sind hier besonders wirksam. Daraus folgt, dass nach einem Bad die Empfindlichkeit gegen einen Sonnenbrand erhöht ist, und zwar besonders nach einem Bad mit mineralsalzhaltigem Wasser. Wir sind diesem Effekt auch bei der Prüfung von Solebädern begegnet und berichten in dem betreffenden Abschnitt darüber.

Aufnahme von Wasser

Natürlich interessiert auch, wie sich das Wasser hinsichtlich der Resorption verhält. Da sich unter der Hornhaut Gewebe befindet, das Körperflüssigkeiten enthält, kommt es für die Richtung des Wassertransports darauf an, welche osmotischen Drucke innen und aussen vorhanden sind. Bei der Untersuchung gibt es Komplikationen wegen der Wasserausscheidung durch die Schweißdrüsen: Sie ist für den menschlichen Organismus ein wirksames Hilfsmittel der Wärmeregulierung. Auch wenn die Schweißdrüsen ruhen, gibt die Haut Wasser ab, die sogenannte Perspiratio insensibilis. Es ist im Experiment oft schwer zu entscheiden, ob an die Umgebung abgegebenes Wasser der Durchlässigkeit der Haut oder der Schweißdrüsentätigkeit zuzuordnen ist. Das Problem der Hautwasserabgabe hat uns intensiv beschäftigt, weil es vielfältige Beziehungen zur Bäderwirkung hat. Das längere Nachschwitzen nach einem Breibad wurde schon als Besonderheit der Moorbäder erwähnt.

Die gesamte Wasserabgabe, z.B. nach Bädern oder nach definierten körperlicher Belastung ist schon in den 20er Jahren durch Wägung des Körpers auf entsprechend belastbaren, aber hochempfindlichen Waagen gemessen worden. Wir wollten nur den Betrag und zeitlichen Verlauf der Wasserabgabe von begrenzten Hautregionen messen.

Dazu kann man die Eigenschaft des Wasserdampfs benützen, einen bestimmten Bereich der infraroten Wärmestrahlung stark zu absorbieren. Man misst das in einem „Ultrarot-Absorptionsspektrometer“ (URAS). Das Gerät mit dem komplizierten Namen ist relativ einfach: ein Strahler durchstrahlt zwei Küvetten, von denen die eine den zu messenden Wasserdampf enthält, die andere ein Gas, das die unerwünschten Bereiche des infraroten Strahlenbereichs fernhält. Über der zu untersuchenden Hautoberfläche befördert ein Luftstrom aus einer kleinen Pumpe den Wasserdampf in die Messküvette. Durch schnell wechselnde Umschaltung des Strahlenwegs zwischen den beiden Messküvetten wird in einem nachgeschalteten Sensor ein Wechselstrom erzeugt, dessen Stärke dem Unterschied der Strahlenabsorption, also in diesem Fall dem Wasserdampfgehalt der Messluft proportional ist.

Die Hautwasserabgabe ist ein empfindlicher Anzeiger für Schäden oder Störungen der Hautbarriere. Auf diese Eigenschaft wurden diejenigen Fabrikanten aufmerksam, die Badezusätze herstellen oder die altehrwürdige Seife als Hautreinigungsmittel durch sogenannte Syndets ersetzen wollen. Syndet steht als Abkürzung für synthetische Detergentien, das heißt Netzmittel. Manche dieser grenzflächenaktiven Stoffe erwiesen sich als unerwünscht wirksam auf die Hautwasserabgabe, andre nicht.

Wir haben diese Versuche unter anderem deswegen durchgeführt, weil sie uns Zugang zu den führenden Dermatologen verschafften. Zur Demonstration und kritischen Besprechung der Ergebnisse verschiedener Institute wurde alles eingeladen, was in der Dermatologie Rang und Namen hatte. In repräsentativer Umgebung fanden mehrere Konferenzen und Tagungen statt. Sie vermittelten als Nebenwirkung unserem wenig angesehenen Fach, der Balneologie, eine gewisse Beachtung und Anerkennung.

Kohlensäure, Sulfidschwefel

Oben wurde erwähnt, dass die Kohlensäure, der Sulfidschwefel und das Radon hinsichtlich der Resorption und der Wirkung eine Sonderstellung einnehmen. Mit der Radonwirkung haben wir uns eingehend beschäftigt, ihr ist in diesem Buch ein eigenes Kapitel gewidmet. Mit der therapeutisch verwertbaren Eigenschaften der weiter genannten Substanzen haben sich andere Institute so gründlich beschäftigt, dass es für uns zweckmässiger erschien, diese

Arbeiten zu verfolgen als sich selber zu betätigen. Mit der Kohlensäure befasst sich vor allem das Freiburger Balneologische Institut mit seiner Aussenstelle in Bad Krozingen unter Leitung durch Professor Hartmann. Über den Sulfid-schwefel arbeitet man in Bad Nenndorf, wo Dr.Evers seit Jahrzehnten viele Untersuchungen angestellt und darüber veröffentlicht hat. Über beide Inhaltsstoffe von Heilquellen wurde in den letzten Jahren in umfangreichen Symposien berichtet.

10.Kapitel

Gute Luft, was ist das?

Jedesmal, wenn wir aus der Stadt aufs Land kamen, atmete meine Frau tief ein und rief: Endlich wieder gute Luft, riecht Ihr's?

Wenn sie von mir eine Erklärung haben wollte, was den Unterschied zwischen guter und schlechter Luft ausmacht, konnte ich nur für die schlechte Luft eine einigermaßen befriedigende Antwort geben. Die Abwesenheit von Geruchs- und Schadstoffen reicht offenbar nicht, um den Eindruck guter Luft zu erzeugen. Sicher spielt die Kühle als Gegensatz zur etwas wärmeren Stadtluft eine Rolle, aber das ist nicht alles. Es müssen wohl auch Inhaltsstoffe sein, die den Geruchseindruck „gute Luft“ erzeugen.

Ich hatte mir jedenfalls vorgenommen, der Sache durch Messungen nachzugehen, wusste aber zunächst nicht, in welcher Richtung und auf welche Weise das geschehen sollte.

Die Gelegenheit, meine Absicht zu verwirklichen, ergab sich erst in Zusammenhang mit der DFG-Reinluftmessstelle Brotjaklriegel. Da hatten wir nämlich zu prüfen, ob sich die sogenannte Gaschromatographie in Verbindung mit einer Sammelmethode zum Nachweis und zur quantitativen Bestimmung von Schadstoffen in der Luft eignet.

Das Prinzip dieses Verfahrens ist einfach: Aus einer großen Menge Luft wird zuerst der gesuchte Stoff an einen Absorber gebunden, dann mit einer kleinen Menge eines inerten Gases zum Nachweis in den Chromatographen gespült. Dort erfolgt eine Trennung der Substanzen und man kann aus der Reihenfolge ihres Erscheinens auf ihre Eigenschaften schliessen. Ein nachgeschalteter Detektor liefert einen Strom an einen Schreiber, der der Konzentration der jeweiligen Substanz proportional ist.

Die Probleme liegen wie gewöhnlich im Detail. Sie betreffen hauptsächlich das Festhalten, Aufbewahren und wieder Loslösen der gesuchten Stoffe, und die Forderung, ohne Kühlung des Absorbers auszukommen.

Leicht flüchtige, als Riechstoffe in Frage kommende Substanzen haben niedrige Siedepunkte. Sie lassen sich verhältnismässig leicht bei Kühlung mit flüssigem Stickstoff sammeln; aber wir wollten ja den langfristigen Konzentrationsverlauf bestimmter Luftbestandteile kennenlernen; das erforderte viele Messungen und einen möglichst geringen Aufwand.

Bei normaler Umgebungstemperatur gab es geeignete Sorbentien erst für Siedepunkte über etwa 150° C. Liegt der Siedepunkt der untersuchten Substanz zu hoch, so braucht man zum Loslösen vom Absorber Temperaturen, die zer-

störend wirken. Im Endeffekt mussten wir uns auf den Siedepunktsbereich zwischen etwa 150 und 180° C beschränken.

In diesem Bereich liegen viele Substanzen, die von der Vegetation in die Luft abgegeben werden, vor allem die Terpene. Bekannt sind sie beispielsweise als Bestandteile von Badezusätzen, die aus Latschenkiefern gewonnen werden. Mit der geschilderten Methode konnten wir die sogenannten Monoterpen α - und β -Pinen, Camphen, Limonen und Phellantren durch Vergleich mit Reinsubstanzen identifizieren und mengenmäßig bestimmen. Daneben waren in den Chromatogrammen andere, mit unseren Hilfsmitteln nicht genau bestimmbar Substanzen zu sehen. Zehn davon waren so regelmässig da, dass wir von ihnen Jahresverläufe darstellen konnten.

Durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft konnten zwei Jahre lang in einem Mischwaldbestand auf dem Brotjaklriegel die Konzentrationen der oben genannten Substanzen verfolgt werden. Dabei stellten wir fest, dass über alle Jahreszeiten hinweg Terpene zu finden waren; selbst eine geschlossene Schneedecke verhinderte nicht ihre Ausbreitung. Der Verlauf der Konzentrationen und die Veränderungen in der Zusammensetzung waren in den zwei Jahren so ähnlich, dass wir es offensichtlich mit einem typischen Ablauf zu tun hatten.

Bei Beginn der Vegetationsperiode steigen die Terpenkonzentrationen steil an, sie münden in ein sommerliches Plateau von ungefähr 60 Mikrogramm/ m^3 . Im Herbst fallen sie langsam wieder ab und bewegen sich auf den winterlichen Tiefstand von unter 10 Mikrogramm/ m^3 zu. Ihre Hauptquelle sind offensichtlich die Koniferen, die Nadelbäume.

Die Jahresverläufe der nicht identifizierten Substanzen sehen ganz anders aus. Die maximalen Konzentrationen treten hier im Herbst oder Frühjahr auf, wahrscheinlich ist verrottendes Laub eine Quelle.

Die Kenntnisse über Herkunft und Mengenverhältnisse der Terpene wurden noch vertieft durch eine Messreihe im Ebersberger Forst östlich von München. In einem ausgedehnten Bestand etwa 80-jähriger Fichten hatte das Meteorologische Institut der Universität einen Turm als Träger von Messinstrumenten errichtet. Durch Vergleich von gleichzeitig in Höhen von 32 und 40 Meter gewonnenen Messwerten konnten hier Abschätzungen über die Transportraten und Bilanzen der Terpene gemacht werden. Von den Ergebnissen sei hier nur eine einzige Zahl erwähnt: In dem Fichtenbestand wurden an einem Tag in der Vegetationsperiode pro km^2 etwa 34,5 kg Terpene freigesetzt.

Wirkung?

Was den Sinneseindruck „gute Luft“ erzeugt, war damit wenigstens zum Teil geklärt. Sicher sind daran noch andere Stoffe beteiligt, vor allem leichter flüch-

tige als die von uns erfassten Terpene. Aber die Befriedigung der Neugierde war natürlich nicht das eigentliche Ziel unserer Bemühungen. Wir wollten wissen, ob von den Inhaltsstoffen guter Luft auch Wirkungen auf die Menschen ausgehen, die sie einatmen.

Dazu mussten wir erkunden, welcher Anteil an eingeatmeten Terpenen in der Lunge zurückgehalten und was wieder ausgeatmet wird. Das geschah durch Messung des Konzentrationsunterschieds zwischen Ein- und Ausatemluft der am häufigsten vorkommenden Terpene α - und β -Pinen, sowie Limonen. Wir erhielten Rückhalte-Quoten zwischen 65 und 70%. Daraus errechnet sich bei einem Aufenthalt von 10 Stunden im Wald eine Terpen-Aufnahme von ungefähr 0,4 mg.

Das kommt nahe an die Menge heran, wie sie einer unserer Doktoranden als kombinierte Aufnahme über Haut und Atmung bei 20-minütigen Bädern mit terpenhaltigen Zusätzen fand.

Im Anschluss an solche Bäder ist das Atemvolumen und der Sauerstoffverbrauch gegenüber gleich temperierten Bädern ohne Zusatz erhöht. Eine gesundheitlich relevante Wirkung von Freiluft-Aufenthalten im Wald als Wirkung der dort vorhandenen Bestandteile „guter Luft“ wird dadurch wahrscheinlich gemacht.

Wir haben in dieser Richtung keine weiteren Untersuchungen angestellt, unter anderem deswegen, weil das Interesse an dem Verständnis der positiven Wirkungen guter Luft offenbar gering ist. Es wird überdeckt von der Angst vor schädigenden Wirkungen der zahlreichen Verunreinigungen, die sich aus den Ballungszentren auch in bisherige Reinluftgebiete und in die Kurorte auszubreiten drohen. Aber als Ersatz für die einmal übliche Werbung mit der angeblich ozonreichen Waldluft wäre ein Hinweis auf die terpenhaltige Luft in den Wäldern schon geeignet. Wahrscheinlich beruht die frühere Werbung mit der „ozonhaltigen Luft der Wälder“ ohnehin auf einer Verwechslung des Ozongehuchs mit dem Geruch von Terpenen.

11. Kapitel

Institutsgebäude

Nach 12 Jahren der provisorischen Unterbringung in verstreuten Schlupflöchern des Innenstadt-Klinikums konnten wir 1962 endlich das Richtfest zu einem eigenen Bau feiern. Die Ludwig-Maximilians-Universität München integrierte bei dieser Gelegenheit die als „Institut bei der Universität“ gegründete Einrichtung. Wir waren jetzt also ein Universitätsinstitut, mit nicht immer vorteilhaften Folgen für die Zuständigkeit des Etats.

Auch die Aufgaben der medizinischen Abteilung wurden neu formuliert, nachdem sie vorher nur gemeinsam mit der chemischen Abteilung bestimmt worden waren.

Hier der Text:

Wissenschaftliche Arbeiten über

- a) die Wirkungsweise der natürlichen ortsgebundenen Kurmittel
- b) Kureffekte und Kurerfolge
- c) Klima- und Wetterwirkungen auf den gesunden und kranken Menschen
- d) Nachweismethoden der Bäder- und Klimawirkung
- e) Festsetzung der Indikationen der Heilbäder
- f) Balneotherapeutische Beratung
- g) Prüfung und Beurteilung der im Rahmen der Balneotherapie verwendeten Apparaturen

Die unter a), c) und g) aufgeführten Punkte gehörten ganz zu meinen Aufgaben; der Bericht in diesem Buch zeigt, wie ich sie bearbeitet habe.

Ob es ein Gerücht war oder auf Tatsachen beruhte, weiss ich nicht; es wurde jedenfalls behauptet, dass der Bau unseres Instituts zur Besänftigung des Volkszorns über die jahrelangen Verzögerungen bei der versprochenen Schaffung eines neuen Klinikums diente. Vielleicht wurde deshalb unser Raumprogramm, das etwa 400 m² vorsah, mit nur geringen Abstrichen akzeptiert und das Gebäude als erstes in Angriff genommen.

Ursprünglich war eine enge räumliche Nachbarschaft zur Abteilung für Physikalische Medizin im Großklinikum München-Großhadern vorgesehen. Die Arbeitsgebiete haben vieles gemeinsam, vor allem gehört das Balneologische Institut zum Lehrstuhl für Physikalische Medizin und wird vom Lehrstuhlinhaber geleitet. Die Vorstellung eines Nebeneinander musste aber aufgegeben werden, weil die Umkehrschleife der U-Bahn im Wege stand. Es wurde ein eigenes Gebäude in der Nähe des Hauptkomplexes gebaut.

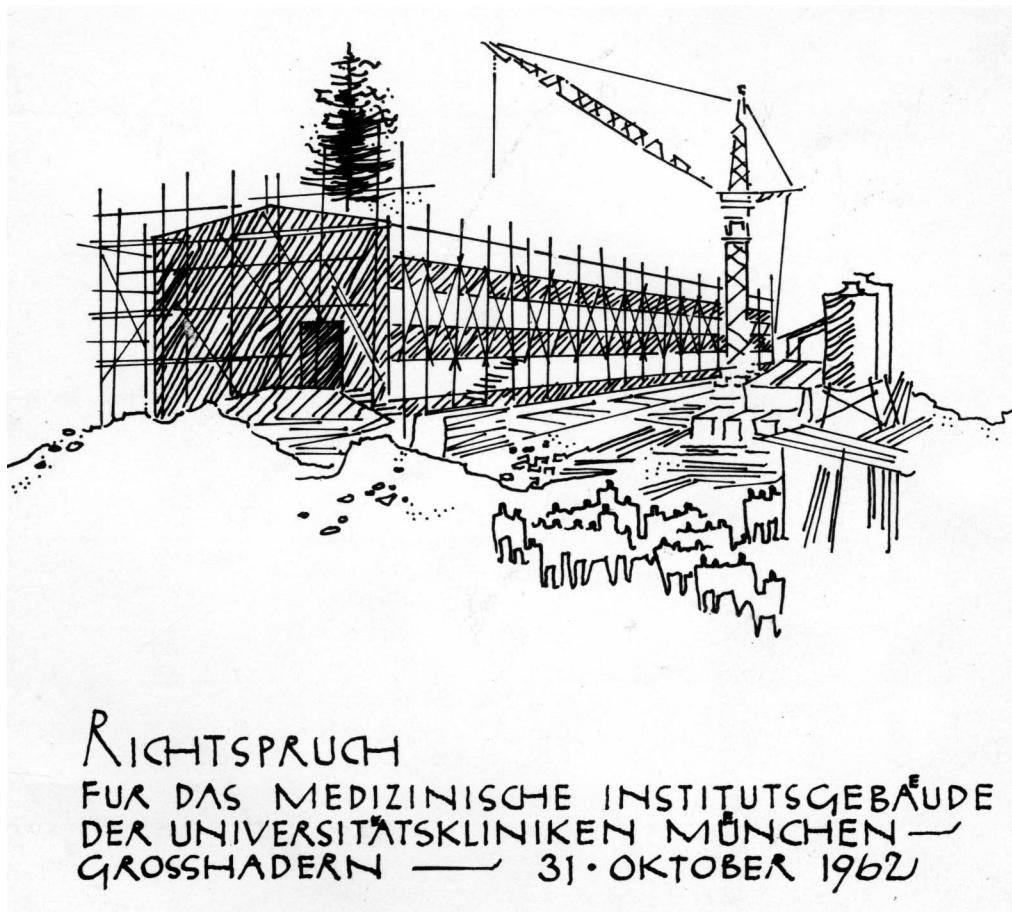


Abb. 8: Titelseite des Programmes zum Richtfest des 'Instituts'



Abb. 9: Der Instituts - Neubau nach der Fertigstellung

Die Planung war mit einigen Unsicherheiten belastet. Wir wussten zum Beispiel nicht, wann die Gemeinschaftseinrichtungen und vor allem die Untersuchungsmöglichkeiten des Klinikums verfügbar würden. Deshalb musste für die damals zahlreich zu bearbeitenden Gutachten über Kuranträge von Geschädigten des NS-Regimes eine eigene Raumgruppe mit Röntgenausstattung vorgesehen werden. Später wurden die Röntgengeräte entfernt, die Räume dienten als Ergometrie-Labor.

Daneben entstand der Seminarraum, der zugleich auch die Bibliothek beherbergte. An weiteren Funktionsräumen hatten wir ein Labor für analytisch-chemische Arbeiten, ein Aerosol-Labor, einen EDV-Raum und ein Fotolabor. Zentrale Einrichtungen für die experimentelle Arbeit waren ferner der Klimaraum mit einem in Sichtverbindung vorgelagerten Raum für die Steuer- und Überwachungsgeräte, ein Nassraum für Badeversuche, sowie eine komplette Isotopenabteilung. Die letztere hatte Mess- und Versuchsräume, einen Abzug für präparative Arbeiten und verschiedene, im Untergeschoss untergebrachte Hilfseinrichtungen wie Tierstall und Abklinganlage für radioaktive Abfälle.

Das Raumprogramm umfasste ferner ein Sekretariat mit Büro für den Institutsleiter und Büro- und Arbeitsräume für die Mitarbeiter. Nicht vergessen wurde ein Aufenthaltsraum mit kleiner Küche - das Klinikum war ja anfänglich noch nicht in Betrieb -, Werkstatt und Lagerräume.

Der damals neu eingestellte Dr. Pratzel wirkte mit großem Eifer an den Planungsarbeiten mit.

Freigelände

Großen Wert hatten wir bei der Disposition auf die Nutzung und Ausstattung des Freigeländes im Süden des Institutgebäudes gelegt. Unsere Wünsche wurden auch zum grössten Teil erfüllt. Die Absicht, dort Versuche über den Einfluss des Wetters auf Probanden durchzuführen, die sich wie bei einem Aufenthalt am Kurort fühlen könnten, stellte sich bald als Illusion heraus. Für die nächsten Jahre mussten wir mit der Nachbarschaft einer Straßenbaustelle und ihren störenden Begleiterscheinungen rechnen. Bis durch einen Wall und eine Hecke die schlimmsten Mängel beseitigt waren, verging soviel Zeit, das wir die ursprünglich vorgesehene Nutzung längst durch andere Projekte ersetzt hatten.

Unter anderem waren auf dem Freigelände zwei kleine Badebecken für die Erprobung der Lieblingsidee eines der Architekten gebaut worden. Er glaubte, man könne ein kleines Privatbad ohne chemische Zusätze zur Verhinderung von Algenwachstum betreiben, wenn man es mit Wasser aus einem Moorvorkommen füllt und auf dem Boden eine Schicht Torf vorsieht. Der mit der Pfle-

ge betraute Hausmeister gab aber seine offensichtlich erfolglosen Bemühungen bald auf, die Becken wurden nach wenigen Jahren beseitigt.

Besser bewährte sich der auf dem Gelände errichtete Pavillon mit weit nach drei Himmelsrichtungen zu öffnenden Türen. Man konnte jederzeit die Strahlung der Sonne ausnützen. Der Pavillon ist später in erster Linie für die Erprobung von Messgeräten für Luftverunreinigungen benutzt worden.

Auf dem Dach war lange Zeit eine Apparatur in Betrieb, die den Kontrast der Helligkeit in verschiedenen Blickrichtungen registrierte. Ich war und bin der Ansicht, dass es der fehlende oder vorhandene Kontrast ist, der den Unterschied im stimmungsmässigen Eindruck zwischen einem trüben Novembertag und einem strahlenden Sonnentag bewirkt. Mir hat aber die Zeit gefehlt, Vergleichsdaten zu dieser Registrierung zu sammeln. So konnte der Eindruck leider nicht durch Messdaten erhärtet werden.

Der Pavillon hätte auch eine gute Gelegenheit geboten, die Wetterbeständigkeit von Türbeschlägen und Jalousien zu erproben. Nach einigen Jahren waren diese Bauteile in recht schlechtem Zustand; wahrscheinlich haben dazu auch die Verunreinigungen der Stadtluft beigetragen.

Geräte

Das jahrelang notwendige Provisorium in den Kellerräumen des Münchner Innenstadt-Klinikums hatte ich noch großenteils mit meinen eigenen, aus Hobby-Arbeit und wissenschaftlicher Tätigkeit stammenden Geräten ausgestattet.

Bei der Erstausstattung des 1963 bezugsfertigen Institutsgebäudes auf dem Gelände des Klinikums München-Großhadern legte ich Wert darauf, dass die begrenzten Mittel vor allem in eine leistungsfähige Werkstatt gesteckt wurden, unter Verzicht auf manches fabrikfertige Gerät. Wichtig war auch, dass die Möglichkeiten zur Herstellung und Instandhaltung der oft erforderlichen Eigenkonstruktionen mit Erfindergeist und Improvisationskunst ausgenutzt werden konnten. Dabei kam mir die Ausbildung als Feinmechaniker zugute, die ich im Zug des Praktikums für das Elektroingenieur-Studium in der Lehrwerkstatt der Werkzeugmaschinenfabrik Deckel mitgemacht hatte. Für die Verwirklichung der Entwürfe und für die notwendigen Reparaturen sorgten nacheinander zwei Mechaniker, die unkonventionell und mit Leib und Seele ihr Handwerk ausübten.

Personal

An Personal hatten wir anfangs nur die Herren Dr.Drexel, Dr.Schnelle, Dr.Pratzel und mich, dazu eine Sekretärin, eine medizinisch-technische Assistentin und einen Mechaniker. Den Hausmeister und die Reinigungskraft teil-

ten wir mit dem ein Stockwerk höher untergebrachten Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie der Technischen Universität.

Im Lauf der folgenden Jahre kamen einige Akademiker und mehrere Hilfskräfte dazu, zum Teil vorübergehend aus Drittmitteln finanziert. Dass in unserer Gemeinschaft von etwa 20 Personen ein freundliches, gutes Arbeits- und Umgangsklima herrschte, zeigte sich auch in Ausflügen, Feiern und im Münchner Fasching. Den Mitarbeitern, die meine Arbeit kontinuierlich begleitet haben, ist ein eigenes Buchkapitel gewidmet.

Aussenstellen

Den Gründern des Instituts schwebte vor, dass die klinische Tätigkeit vorwiegend an Aussenstellen in den Kurorten stattfinden sollte, während die Auswertung von Ergebnissen, die Grundlagenforschung und die experimentelle Arbeit zu den Aufgaben des Münchner Instituts gehörte.

Bad Füssing

Der Beginn der auswärtigen Tätigkeit war ermutigend: In dem etwa 30 km südlich Regensburg gelegenen, damals noch wenig bekannten Ort Füssing war bei der Ölprospektion ein reichlich schüttendes, schwefelhaltiges Thermalwasser erbohrt worden. Die Zusammensetzung des Wassers und seine Temperatur von über 50° C versprachen Erfolge bei der Bäderbehandlung von Krankheiten vor allem des rheumatischen Formenkreises. Vor einer Anerkennung als Heilquelle und vor grösseren Investitionen musste aber eine klinische Erprobung stattfinden. Herr Dr. Drexel - vor einiger Zeit aus russischer Kriegsgefangenschaft zurückgekommen und bei der Gründung des Balneologischen Instituts als Arzt eingestellt - widmete sich dieser Aufgabe. Sie fand unter denkbar primitiven Bedingungen statt: Untersuchungs- und Behandlungsräume in einer alten Baracke, Badewannen aus Beton, Patienten vorwiegend aus der ländlichen Umgebung.

Unbeeinflusst von den örtlichen Querelen um Grundbesitz und Eigentum am Quellwasser widmete sich Dr. Drexel intensiv den Kranken und hatte so gute Behandlungserfolge, dass bald die Anerkennung als Heilquelle erfolgte und bessere Behandlungseinrichtungen erstellt wurden.

Wenn heute in den verschiedenen Kuranstalten des Heilbads Füssing mehr Menschen als in irgend einem anderen deutschen Kurort behandelt werden, so denkt kaum mehr jemand an die primitiven Anfänge und an die Begeisterungsfähigkeit des Arztes, der das Heilbad in der Zeit vor der Taufe betreute. Die erfolgreiche Füssinger Episode ging nach meiner Erinnerung noch ohne formale Benennung als Aussenstelle des Instituts vonstatten. Ihr folgten weniger befriedigende Gründungen von Aussenstellen in verschiedenen Kurorten.

Oberstdorf

Zu diesem Heilklimatischen Kurort bestanden schon früher wissenschaftliche Beziehungen. Ich denke an die einstige Kurortklimastelle des Deutschen Wetterdienstes, die heute zu einer reinen Mess- und Beobachtungsstelle geschrumpft ist. Als Besetzung ist nur mehr ein Beobachter tätig. Der frühere leitende Meteorologe, Herr Obenland hatte sich bereit gefunden, eine Anzahl von Kaninchen zu füttern und zu betreuen, die einen Klimawechsel von München (510 m) nach dem ca. 900 m über N.N. liegenden Oberstdorf mitgemacht hatten. Wir wollten an Hand der Ausscheidung von radioaktivem Schwefel im Urin prüfen, welchen Einfluss der Ortswechsel auf diesen Stoffwechselvorgang ausügte. Das war eine der ersten Anwendungen der damals neuen Methode mit radioaktiven Isotopen. Sie erfolgte noch vom Innenstadt-Klinikum aus.

Die Errichtung einer Aussenstelle und die damit verbundene permanente Entsendung eines Arztes war unter der Voraussetzung erfolgt, dass bald eine stationäre Behandlungsstätte in Gestalt eines Sanatoriums zur Verfügung stand. Wir wollten ja die Behandlungsmöglichkeiten und die Wirkungen des Klimas von Oberstdorf an Patienten erforschen, die in ihrem Verhalten unter unserer Anleitung und Beobachtung standen. Wohl wurden von der Betreibergesellschaft im Lauf der Jahre mehrere Anläufe zum Erwerb oder Bau eines geeigneten Hauses gemacht, aber sie scheiterten alle. Übrig blieb eine schöne Behandlungsabteilung für physikalische Medizin mit einer über den Ort verstreuten Klientel.

Bad Steben

In Bad Steben sollte ein Trakt des Kurhauses für eine Aussenstelle des Instituts so umgebaut werden, dass ein Sanatoriumsbetrieb entstand. Vor allem Dr. Schnelle hatte sich dafür eingesetzt, dass hier der Einfluss verschiedener Diätformen auf den Kurerfolg studiert werden sollte. Aber der Freistaat Bayern als Eigentümer des Bades entschied nach einer längeren Planungsphase anders. Der als Leiter der Aussenstelle vorgesehene Arzt übernahm eine Kuranstalt für jugendliche Patienten und ging uns verloren. Es gab eine zeit lang noch eine lose Zusammenarbeit mit Doktoranden aus unserem Institut.

Bad Reichenhall

Zu Verhandlungen über eine Aussenstelle kam es auch mit Bad Reichenhall. Dort waren schon lange Bestrebungen im Gang, die örtlichen Möglichkeiten

zur wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der Atemwegskrankheiten zu koordinieren. Einen der Wege dazu sah man in der Errichtung einer Aussenstelle des Münchener Balneologischen Instituts. Unsere Vorstellungen, die auf eigene Räume und die dauernde Tätigkeit eines Arztes und einer medizinisch-technischen Assistentin hinausliefen, waren jedoch mit den finanziellen Mitteln der Stadt Reichenhall nicht zu verwirklichen. Es kam stattdessen zur Gründung der „Bad Reichenhaller Forschungsanstalt für Erkrankungen der Atemwege“. Diese Einrichtung war und ist sehr erfolgreich nach einem anderen Konzept tätig: Ihre Träger sind nicht hauptamtliche, von der Anstalt angestellte Wissenschaftler, sondern betreiben die Forschungsarbeit ehrenamtlich neben ihrem Hauptberuf im Krankenhaus oder als frei praktizierende Ärzte. Ausserdem ist die Tätigkeit nicht auf eine einzige Forschungsstätte konzentriert, sondern findet an den jeweiligen Wirkungsstätten der Mitglieder statt. Diese Konstruktion hat sich sehr bewährt, wie unter anderem die jährlich abgehaltenen wissenschaftlichen Kolloquien und eine große Zahl von Veröffentlichungen über die Forschungsergebnisse zeigen. Das ist eine Lösung, die ich für sehr vernünftig und auch für andere Kurorte nachahmenswert halte.

Kötzting, Bad Wörishofen

In neuerer Zeit ist das Konzept der Aussenstellen in veränderter Form wieder aufgenommen worden. In Kötzting als aufstrebendem Kurort und in Bad Wörishofen als längst etabliertem Heilbad sind Forschungsvorhaben im Gange, die ein besonderes Gewicht durch den Namen des Instituts bekommen sollen. In beiden Orten hat das Institut weder eigene Räumlichkeiten noch Personal zur Verfügung. Prof. Kleinschmidt hat sich nach der Verkleinerung des Instituts der Idee angenommen. Es wird sich zeigen, ob der neue Anlauf mehr Erfolg hat als die bisherigen Projekte.

Fazit

Die geschilderten Erfahrungen und meine Eindrücke im Ausland haben jedenfalls eine gewisse Skepsis gegenüber dem Begriff „Aussenstelle“ erzeugt. Oft genug besteht die Repräsentanz des Forschungsinstituts nur aus einem Schild, das dem Prestige des Kurorts dienen soll.

Wenn allerdings ein Haus zur Verfügung steht, das von einem wissenschaftlich interessierten und aktiven Arzt geleitet wird, dann sind die Vorbedingungen gegeben, die für die Idee von Aussenstellen Pate gestanden hatten. Leider war das in unserem Falle bis jetzt nicht so.

12.Kapitel

Von der Rechenmaschine zum PC

Als unser Institut noch im Altstadtklinikum der Universität Unterschlupf fand, war ich den Mitarbeitern der Kliniken bekannt als Anlaufstelle für statistische Fragen. Zu ihrer Beantwortung waren häufig mehr oder weniger umfangreiche Rechenoperationen nötig. Das wurde mir bald lästig; vor allem waren bei statistischen Prüfungen oft Quadratsummen zu berechnen. Das kostete zu einer Zeit, da weder Computer noch leistungsfähige Rechenmaschinen verfügbar waren, viel Arbeit. Ich kann mich noch gut an die erste Handrechenmaschine erinnern, die ich dazu benützte. Sie war aus unserem schmalen Etat gebraucht beschafft worden.

Man musste die einzugebende Zahl an einer Reihe von Hebelchen einstellen. Jedes Hebelchen gehörte zu einer Dezimalstelle; ich glaube, es waren neun oder zehn. Wenn man dann an einer Kurbel drehte, wurde bei jeder Umdrehung die eingestellte Zahl zur Anzeige des Rechenwerks addiert. Damit war auch eine Multiplikation möglich. Wenn man z.B. die Kurbel 6 mal drehte, wurde mit 6 multipliziert. Um nicht bei grösseren Zahlen endlos kurbeln zu müssen, befand sich der Eingabemechanismus auf einem Schlitten, den man entsprechend dem Stellenwert der Ziffer verschieben konnte. Man musste also für jede Dezimalstelle maximal 9 mal kurbeln. Dass die Bildung von Quadratsummen mit dieser Maschine keine reine Freude war, kann man sich leicht vorstellen.

Da war es ein gewaltiger Fortschritt, dass wir nach einiger Zeit eine elektrische Rechenmaschine anschaffen konnten, die das Multiplizieren und Quadrieren beherrschte. Aber auch die Mengen an zu verarbeitenden Daten wuchsen, und damit das Bedürfnis nach Zeit und Arbeit sparenden Hilfsmitteln.

Es waren immer die gleichen Arbeitsgänge, die für die statistische Prüfung und Bewertung von Versuchsergebnissen anfielen. Das brachte mich auf die Idee, solche Folgen immer gleicher Operationen zu automatisieren, so dass für den Benutzer lediglich die Eingabe der Daten auf der Tastatur der Rechenmaschine übrig blieb.

Ich konstruierte dazu einen Mechanismus, der mit Hilfe von Elektromagneten die Funktionstasten der Maschine bediente, also +, -, / oder x. Die Abfolge dieser Funktionen wurde durch Stifte auf einer schrittweise fortbewegten Platte gesteuert, die Kontakte zu den entsprechenden Elektromagneten betätigten. Das Ganze funktionierte ähnlich wie ein elektrisches Klavier. Wie man hier für ein bestimmtes Musikstück ein Lochband einlegte, so bei meinem Rechenau-

tomaten eine Stiftplatte für ein Programm, das heisst eine bestimmte Folge von Rechenoperationen.

Die Apparatur bewährte sich; sie war aber nicht lange in Betrieb, weil für uns bald nach ihrer Fertigstellung das Zeitalter der Computer anbrach.

Computer

Es begann damit, dass ich in dem damaligen „Deutschen Rechenzentrum“ in Darmstadt an einem Programmierkurs teilnahm. Damals waren alle Eingaben über Lochkarten oder Lochstreifen zu machen. Was mit den Daten geschehen sollte, musste Schritt für Schritt mit Befehlen der Programmiersprache FORTRAN II, später FORTRAN IV angegeben werden.

Computer, auf denen die Programme ablaufen konnten, gab es damals nur in wenigen Städten und an einigen Universitäten. Man musste also die Programme und Daten als Lochkartenstapel oder Lochstreifen per Post an ein Rechenzentrum schicken oder zu einem Rechner fahren. In München war es zunächst nur das Institut für Plasmaphysik in Garching, das einen für Universitätsangehörige zugänglichen Computer betrieb. Ich fuhr also fast täglich die ungefähr 10 km dorthin.

Die Mühe lohnte sich vor allem deswegen, weil das Garchinger Institut die in Kalifornien entwickelten Programme zur statistischen Bearbeitung medizinischer Daten beschafft hatte. So brauchte man nur aus der zugehörigen Dokumentation das richtige Programm wählen, statt alles selbst zu programmieren. Es blieb ohnehin ein weites Betätigungsfeld für die eigenen Programmierkünste.

Die Einrichtung des Leibniz-Rechenzentrums in der Innenstadt machte bald die langen Fahrten nach Garching entbehrlich. Sie wurden ersetzt durch die Arbeit in einem Saal, in dem rund ein Dutzend Fernschreiber ratterten und die Verbindung mit dem Computer vermittelten. Grössere Datenmengen mussten weiterhin als Lochkarten-Stapel eingegeben werden.

Das grösste Projekt war eine mehrjährige Untersuchungsreihe über den Verlauf von systolischem und diastolischem Blutdruck, sowie der Pulsfrequenz in 11 Kurorten. Ich weiss nicht mehr, wieviele Patienten beteiligt waren, aber ich erinnere mich lebhaft daran, dass wir einen großen Schrank ausleeren mussten, um die Lochkarten mit den über Jahre gesammelten Daten darin unterzubringen. Zur Auswertung fertigte ich ein Programm in der Sprache FORTRAN IV, das ebenfalls auf Lochkarten vorliegen musste.

Eines Abends fuhr ich dann mit dem Kombiwagen des Instituts, voll beladen mit den Karten „ins Rechenzentrum“, um sie während der Nacht einzulesen.

Es kam dann heraus, dass die Kreislaufparameter während der Kur eine Tendenz zur Normalisierung aufwiesen, das heisst: Zu hohe Werte verringerten sich, zu niedrige stiegen an.

Der Komfort wurde entscheidend verbessert, als das Universitätsklinikum in Großhadern den vollen Betrieb aufnahm: Eine Standleitung zum Leibniz-Rechenzentrum machte die Fahrten großenteils entbehrlich. Das kam auch unserem Institut zugute. Wir hatten bei der Planung des Neubaus im Großklinikum einen EDV-Raum für die Datenauswertung vorgesehen. Dorthin kam als Endgerät für die Verbindung zum Rechenzentrum zuerst ein Fernschreiber, später dann ein Bildschirm mit Tastatur.

Die ständig erweiterte und verbesserte Programmsammlung (BMDP) der Universität von Los Angeles bildete noch lange das Kernstück der Auswertungen unserer Daten.

Personal Computer (PC)

Schliesslich ersetzten jedoch die mehr und mehr sich verbreitenden „Personal Computer“ (PC) die zentrale Erledigung durch den Großrechner im Rechenzentrum. Die vielseitige Verwendbarkeit kleiner Computer als Rechenhilfsmittel, als Speichermedium und vor allem als verbesserte Schreibmaschine bewogen auch mich, lange vor dem Angebot der ersten „Laptops“, also der auf dem Schoss zu betreibenden Computer, einen der ersten tragbaren Rechner anzuschaffen. Der „Kaypro“ wog ungefähr 10 Kilo und hatte 64000 Speicherplätze. Für das Erledigen eines Befehls brauchte er einige Mikrosekunden. Heute wiegen vergleichbare Geräte kaum mehr als drei Kilo, haben mehrere Millionen Arbeitsspeicherplätze und brauchen für einen Befehl weniger als 0.01 Mikrosekunden.

Aber ich konnte fast alle Aufgaben, die sich mir stellten, mit Hilfe der mitgelieferten Schreib-, Tabellier- und Rechenprogramme lösen. Mit den heutigen PCs und Laptops geht das zwar komfortabler, aber kaum schneller. Entscheidend für den Zeitverbrauch ist eben meist der Mensch, der das Gerät bedient. Und der lässt sich nebenbei auch noch leicht verführen zu weniger notwendigen Dingen, die Zeit kosten.

Mit der Verbreitung von persönlichen Kleincomputern war jedenfalls die Notwendigkeit eines eigenen EDV-Raums im Institut entfallen. Beim notwendigen Umzug mit Verkleinerung von zwei auf eine Etage war das ein Vorteil.

13.Kapitel

Trocken(er)es Wasser, Sole

Die Benennung „Sole“ ist nach den Begriffsbestimmungen des Bäderverbands solchen Natrium-Chlorid - also Kochsalz - Wässern zugeteilt, die mehr als 0,14 g pro Liter Kochsalz enthalten. Eine einleuchtende, wirkungsbezogene Begründung für diese Festsetzung konnte ich in den Lehr- und Handbüchern nicht finden. Bei der therapeutischen Anwendung spielt sie offensichtlich keine Rolle.

Mit der Sole hatte ich auch im Zusammenhang mit der Inhalation zu tun; diese Arbeiten sind an anderer Stelle geschildert. In der Regel werden die zur Inhalation dienenden 1-2%igen Solen durch Verdünnung stärker konzentrierter Lösungen hergestellt. Von den Behandlungsmöglichkeiten, die sich durch Variation des Kochsalzgehalts anbieten, wird - wenigstens in den Inhalatorien, die ich kennenerlernte - kaum Gebrauch gemacht.

Als einmal die jährliche Tagung der Gesellschaft für Physikalische Medizin, Balneologie und Klimatologie an einem Ort mit Kochsalzquellen stattfand, wollte ich dem *genius loci* Ehre erweisen und ein entsprechendes Thema für den zu haltenden Vortrag wählen. So studierte ich die einschlägige Literatur und fand unter anderem eine Arbeit über Wirkungen von Salben mit stufenweise erhöhten Zusätzen von Kochsalz. Zusammen mit eigenen Ergebnissen über den Verbleib von Salz in der menschlichen Haut und die Auswaschung von Inhaltsstoffen ergab das Anregungen zur Erklärung der beobachteten Behandlungserfolge von Solewässern. Von da an galt ich als Experte für Solewirkungen.

Solebad

Bei den Vorträgen über therapeutische Wirkungen von Solebädern, die während der Tagung gehalten wurden, erwachte mein Interesse an der Sole als Bademedium; es hatte bisher fast ausschliesslich der Inhalation gegolten. Zur gleichen Zeit kam in der Presse die erste Welle überschwenglicher Berichte über die Behandlungserfolge der Psoriasis (Schuppenflechte) durch Baden in der konzentrierten Salzlösung des Toten Meeres.

Wir hatten gefunden, dass weder Natrium- noch Chloridionen in nennenswertem Maß durch die Haut dringen; also musste die Wirkung auf anderen Wegen zustande kommen. Wie, das war eine unserer hauptsächlichen Fragen.

Ich sah drei Wege, das Problem mit unseren Hilfsmitteln in Angriff zu nehmen. Einmal durch Messung der Hornhautdicke: Es war anzunehmen, dass sie ab- oder zunahm, wenn sich die Mitoserate, das heisst die Geschwindigkeit

der Zellteilung veränderte. Das war in der erwähnten Veröffentlichung geschildert.

Dann durch Setzen einer leichten Entzündung, wie sie das UV-Erythem darstellt; es wurde nämlich wiederholt beobachtet, dass die Hautdurchblutung nach Solebädern zunimmt und dass sich gelegentlich auch Anzeichen einer entzündlichen Reaktion zeigen.

Schliesslich durch die Messung der Hautwasser-Abgabe, weil der Quellungszustand der Haut sichtlich verändert wird, mit Folgen für die Funktion der Schweißdrüsen.

Der erste Weg war nicht erfolgreich: Ein Doktorand entwickelte zwar ein gut funktionierendes Gerät zu Messung der Hornhautdicke. Es beruhte auf dem Anritzen und mikroskopischen Beobachten der obersten Hautschicht.

Die Methode erlaubte aber keine zerstörungsfreie Verfolgung der Dicke ein und derselben Hautstelle. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Stellen sind zu groß.

Mehr Erfolg hatten wir mit der UV-Bestrahlung: Bei gleicher Dosis bewirkt das Solebad eine stärkere Rötung. Das konnten wir mit einer Apparatur zur Farbmessung objektivieren. Es kommt hinsichtlich der Ursache allerdings auf die Reihenfolge an. Wenn man zuerst badet, dann werden filternde Substanzen - vor allem die Urocaninsäure - aus der Haut ausgewaschen, die Bestrahlung ist wirksamer. Das war uns schon bekannt, wir wollten es nicht wiederholen. Also haben wir zuerst bestrahlt.

Eine stärkere Rötung durch das nachfolgende Solebad zeigt, dass es eine Reizung, vielleicht auch eine leichte, vorübergehende Entzündung bewirkt.

Salzkonzentration

Bei allen Salzlösungen spielt der Begriff der Osmolarität eine wichtige Rolle. Sie bestimmt die Richtung und das Ausmaß der Diffusion von Wasser durch eine semipermeable, d.h. nur für das Lösungsmittel durchlässige Membran, an die zwei Lösungen verschiedener Konzentrationen grenzen. Im Solebad stellt die menschliche Haut eine solche Membran dar, sie ist für Wasser wesentlich durchlässiger als für die Salzionen, wie wir an Hand der Resorptionszahlen feststellen konnten.

Die Osmolarität des Blutes, beträgt ungefähr 290 millimol/kg. Das entspricht einer ungefähr 0,9 %igen Kochsalzlösung. Ist die Osmolarität des Badewassers höher, so diffundiert Wasser aus dem Blut in das Badewasser, wir haben also sozusagen trockenes Wasser.

Für Gemeinschafts-Solebäder wird gewöhnlich eine Kochsalzkonzentration von 3% angewandt. Nachdem eine Zeit lang von den therapeutischen Mög-

lichkeiten einer Variation kaum Gebrauch gemacht wurde, ist jetzt für die Behandlung von Hautkrankheiten wie der Psoriasis auch eine höhere Konzentration üblich. Es werden dabei die Eigenschaften des Toten Meeres nachgeahmt. Die diffundierenden Mengen an Wasser sind so gering, dass sie die Bilanz des Wasserhaushalts nicht merklich verändern. Aber auf den Quellungszustand der Haut haben sie Einfluss. Dabei ist nicht die Osmolarität des Blutes maßgebend, sondern die höhere der Hornhaut. Um die sogenannte Waschfrauenhaut zu vermeiden, die sich bei langdauernder Einwirkung von Wasser einstellt, muss man also Salz zum Wasser geben.

Nach einem Solebad bleibt auch nach gründlichem Abtrocknen etwas Bade- wasser in der Haut zurück; das Wasser verdunstet, sodass die Salzlösung konzentrierter wird. Das kann bei trockener Luft so weit gehen, dass sich kleine Salzkriställchen bilden. Die Haut fühlt sich dann klebrig-rau an. Die dadurch bewirkte Hautreizung verursacht eine verstärkte Durchblutung.

Praktische Bedeutung als möglicher Wirkfaktor bei der therapeutischen Anwendung von Solebädern hat auch eine Förderung der Schweißabsonderung. Bei gleicher Temperatur schwitzt man mehr als bei gewöhnlichen Wasserbädern. Wir deuten das als verringerte Quellung der Schweißdrüsen-Ausgänge und damit einen besseren Abfluss des Sekrets. Mit unserer Ausrüstung zum Messen und Registrieren der Wasserdampf-Abgabe konnten wir diese Beobachtung erhärten.

Es gibt also mehrere - wenn auch nur mild wirkende - Einflusswege für eine besondere therapeutische Wirkung von Solebädern. Es ist sicher wesentlich, diese milde Wirkung durch öftere Wiederholung, also durch eine Serie von Bädern zu verstärken und recht zur Geltung zu bringen.

14.Kapitel

Versuchungen

Bei einer regulären akademischen Laufbahn macht sich die erfolgreiche Arbeit gelegentlich in Form eines Rufs auf einen freigewordenen oder neu gegründeten Lehrstuhl bemerkbar. Ähnlich ist es mir ergangen, als mir Positionen als Institutsleiter angeboten wurden. In jedem Fall führt das zu schwierigen Entscheidungen. Der Wohn- und Wirkungsort verändert sich - mit Rückwirkungen auf die Familie und auf die finanzielle Situation, begonnene Arbeiten müssen unter Umständen abgebrochen, neue Verpflichtungen erfüllt werden. So ging es mir, als der bisherige Leiter der Forschungsstelle und des nachmaligen Fraunhofer-Instituts für Aerosolforschung in Grafschaft/Hochsauerland, Dr. Bisa, seine Tätigkeit beendete. Er hielt mich für den geeignetsten Nachfolger und suchte mich zu überreden, mich als Leiter des künftigen Instituts zu bewerben. Ich kannte das Institut und seine landschaftlich schöne Umgebung von einer Tagung her, auch die Arbeiten und die nach meinem Dafürhalten manchmal zu optimistischen Pläne von Dr.Bisa. Auf alle Fälle wäre ein Aufstieg und erweiterte Arbeitsmöglichkeiten, eben ein komplettes Institut, mit der Berufung verbunden gewesen.

Ich war gerade zum Oberkonservator befördert worden und hatte eine mehrjährige Wartezeit vor mir bis zur nächsten und wahrscheinlich letzten Stufe als akademischer Direktor. Meine Arbeit fand immer noch in provisorisch umfunktionierten Räumen des Altstadtklinikums statt und im Münchener Balneologischen Institut arbeiteten sechs Mitarbeiter.

Auf der anderen Seite standen die ungünstigeren Ausbildungsmöglichkeiten der Kinder, der Wechsel von Wohnung und Bekanntenkreis und die große Entfernung zu meinem hart erarbeiteten Freizeitdomizil am Ammersee. Vor allem aber musste ich berücksichtigen, dass uns der Bau eines modern ausgestatteten Instituts versprochen war. Wenn ich zugegriffen hätte, wäre mir das sozusagen als Fahnenflucht vorgekommen. So sagte ich ab.

Ein anderes Mal fiel mir die Entscheidung schwerer. In Garching bei München war auf dem Gelände der Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) der Bau und die Einrichtung eines Instituts für Strahlenhygiene geplant. Man suchte einen Leiter und dachte zunächst an mich. In der Leitung der GSF waren ja mehrere Leute tätig, die meine Arbeit und Person gut kannten. Im Wissenschaftsministerium in Bonn wurde mir die vorgesehene Tätigkeit in lebhaften Farben geschildert. Ich sollte mich zunächst in verschiedenen Einrichtungen mit ähnlicher Funktion umsehen, vorwiegend in den USA, dann an die Einrichtung des Instituts gehen. Die Betreuung eines kleinen Reaktors für For-

schungszwecke war unter den vorgesehenen Aufgaben. Für meine berufliche Position und Karriere machte man mir verlockende Aussichten.

Ich bat mir etwas Bedenkzeit aus, um die Vor- und Nachteile möglichst erschöpfend abzuwägen. Zusage?

Das Gegenargument eines Wohnungswechsels und des Verzichts auf die vor allem für die Kinder wichtige Erholung am Ammersee entfiel, ebenso der Hinderungsgrund einer erschwerten Ausbildung.

Auf der anderen Seite sprach für eine Absage mit Verbleiben am Balneologischen Institut die damals gerade anstehende Verwirklichung eines eigenen Gebäudes und die Einrichtung eines neuen Instituts. Ich hätte auch die Pläne für die zukünftige Arbeit völlig umstellen und manche interessante Arbeit abbrechen müssen. So sagte ich - wenn auch mit echtem Bedauern - schliesslich ab. Ich habe es aber nie bereut und als Intermezzo bald vergessen.

15.Kapitel

Ozon

Mit diesem Gas, das aus drei Sauerstoffmolekülen besteht und das ein starkes Oxidans ist, hatte ich mich schon vor meiner Tätigkeit am Balneologischen Institut mehrere Jahre beschäftigt. Dr. Manfred Curry, für den ich damals arbeitete, war der Überzeugung, dass es als hauptsächliches Agens für die Wetterempfindlichkeit vieler Menschen verantwortlich sei. Er nannte es allerdings nicht Ozon, sondern Aran. Dieser frei erfundene Kunstname sollte teils der Tarnung dienen; denn Curry fürchtete, dass ihm Konkurrenten seine Entdeckung vorwegnehmen könnten. Zum anderen diente der Name Aran der Unterscheidung vom Ozon, das - zumindest im Laboratorium - eine andere, niedrigere Riechschwelle hat als im Freien. Curry hielt es für möglich, dass hinter diesem Phänomen eine Modifikation des Ozons - vielleicht ein O_4 steckt. Die wahre Ursache des Unterschieds in der Riechbarkeit ist bis heute nicht bekannt. Sie interessiert auch offensichtlich niemandem.

Atmosphärisches Ozon

Hätte ich vor etwa 1970 über das atmosphärische Ozon berichten müssen, so wäre mir keine bessere Formulierung eingefallen als diejenige von Manfred Schmidt in seiner Schrift „Von Christian Friedrich Schönbein (dem Entdecker des Ozons) bis zum Ozonloch“. Er schreibt:

„Seit den Überlegungen von Erich Regener schien festzustehen, dass die alleinige Quelle des irdischen Ozons in der Stratosphäre zu suchen ist, dass dieses dann langsam nach unten transportiert wird und - vor allem in „Tropopausenbrüchen“ - in bestimmten Breitenbereichen in die Troposphäre eingemischt wird. In dieser lebhaft durchmischten Wetterzone gelangt es dann verhältnismässig rasch zur Erdoberfläche, wo es durch Oxidation zerstört wird. Der so ablaufende Fluss von Ozon von der mittleren Stratosphäre zum Erdboden wurde in der Nachkriegszeit bis Anfang der 70er Jahre auch durch eine Vielzahl von Messungen bestätigt, und die Ergebnisse waren Grundlage von Berechnungen der Ozonflüsse, Ozonzerstörungsraten und ähnlichem.“

Die Beschreibung erklärt auch die Wetterabhängigkeit der Ozonkonzentration in Bodennähe und damit letzten Endes die Basis der Beobachtungen von Curry, weil eben die Beschwerden der Wetterföhlichen mit der Ankunft von Luft aus der Höhe am Boden zusammenhängen. Die Erklärung mit dem Ozongehalt gilt allerdings nur im Freien; in mehr oder weniger geschlossenen Räumen sinkt nämlich die Ozonkonzentration rasch auf kaum mehr messbare Werte ab. Das äusserst reaktive Gas übt an Oberflächen und Wänden seine

Oxidationswirkung aus und zerfällt dabei zu molekularem, gewöhnlichen Sauerstoff. Im Freien spielt sich das gleiche ab - eine Art von Müllbeseitigung - nur dass das Ozon dort durch den Luftaustausch nachgeliefert wird.

Der geschilderte Transport von Ozon aus der Stratosphäre findet in unseren Breiten auch heute noch statt; er erzeugt je nach den momentanen Austauschverhältnissen eine Ozonkonzentration von bis zu etwa 80 Mikrogramm/m³.

Ein gewisser Ozongehalt unserer Atemluft gehört also zu den Reizen, mit denen unser Organismus fertig werden muss. Bei der Diskussion um Wirkungen des Ozons wird diese Tatsache oft ignoriert oder vergessen. Bei meiner Tätigkeit im Ausschuss „Ozon und Oxidantien“ des Vereins Deutscher Ingenieure hatte ich den Eindruck gewonnen, dass nur wenige der Fachleute daran dachten, wenn sie von den Schädigungen hoher Ozonkonzentrationen in der Atemluft warnten.

In der Kommission ging es um Vorschläge für die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert). Man glaubte damals, das ginge nur Leute an, die mit UV-Lampen zu tun hätten oder die Elektro-Schweissarbeiten unter Schutzgas ausführten.

Bodennahe Ozonquellen

Allmählich drangen aber Berichte über eine bodennahe Entstehung von Ozon im Gebiet um Los Angeles zu uns. Man hielt dies anfangs für eine Erscheinung, die nur durch eine Kombination besonderer meteorologischer Umstände mit regionalen Besonderheiten möglich war und uns nicht berührte. Lassen wir dazu wieder Manfred Schmidt sprechen. Er schreibt:

„Im Jahre 1973 veröffentlichten in den USA W.Chameldes und J.C.G.Walker eine neue Theorie des troposphärischen Ozons, die sich nach anfänglicher Skepsis der Fachgenossen als richtig herausstellte. Nach dieser Theorie kann auch in bestimmten Regionen der Troposphäre Ozon durch Sonnenlicht erzeugt werden. Hierzu werden wie in der Stratosphäre UV-Wellenlängen von <310 nm benötigt, die nur bei höherstehender Sonne im Sommer bis zum Erdboden gelangen und dort u.a. das Erythem und den Sonnenbrand in der menschlichen Haut verursachen.“

Es war vorauszusehen, dass derartige Vorgänge auch bei uns unter dem Einfluss des rasch wachsenden Verkehrs möglich sind. Die Kraftfahrzeuge geben ja Stickstoffverbindungen ab, die zusammen mit der UV-Einstrahlung das Ozon in Bodennähe erzeugen. Gewiss würden auch die Kurorte betroffen sein. Das Problem ging also auch mich an.

Ich reagierte mit zwei Maßnahmen: Einmal bemühte ich mich beim VDI um die Finanzierung einer Reise in die USA, um aus erster Hand den Stand der

Kenntnisse kennenzulernen. Dort war das Phänomen und die Wirkung des Smog an mehreren Orten präsent und ich konnte erwarten, dass man mehr über die Ursachen, die Wirkungen und womöglich die Abhilfe wusste als bei uns.

Ausserdem organisierte ich Versuche in unserem Klimaraum. Beim Literaturstudium war ich nämlich auf eine Arbeit gestossen, die über Veränderungen des Kalium/Calzium-Verhältnisses im menschlichen Blut berichtete, und zwar schon bei Ozonkonzentrationen von 0,015 bis 0,045 ppm (parts per million), das sind ungefähr 30 bis 90 Mikrogramm pro Kubikmeter, also durchaus im natürlich vorkommenden Bereich.

Bestärkt wurde ich bei diesem Vorhaben durch den Umstand, dass wir im Klinikum München-Großhadern eine Abteilung für Pulmonologie hatten, deren Direktor, Prof. Fruhmann, sich sehr für die Wirkungen des Ozons interessierte. In der Eigenschaft als Direktor des Instituts für Arbeitsmedizin hatte er vielfache Anknüpfungspunkte zu Alltagsproblemen der Luftverunreinigung.

Ozongenerator

Zunächst galt es, eine Anlage zu konstruieren, mit deren Hilfe die damals gültige maximale Arbeitsplatzkonzentration von 0,1 ppm Ozon (etwa 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Klimaraum erzeugt und möglichst konstant über Tage hinweg gehalten werden konnte.

Eingedenk der Tatsache, dass die Aussenluft einen nicht zu vernachlässigenden, mit der Wetterlage veränderlichen Ozongehalt aufwies, wurde dieser durch ein Aktivkohlefilter im Zuluftstrom beseitigt. Zur Ozonisierung der Raumluft stellte uns ein Schweizer Fabrikant zwei mit stiller elektrischer Entladung arbeitende Geräte zur Verfügung. Ein wassergekühlter, leistungsfähiger Ozonisator sorgte für den Grundpegel knapp unterhalb der gewünschten Konzentration. Ein zweites, kleines Gerät wurde unter Steuerung durch ein Ozonomessgerät zu- oder abgeschaltet, um mit nur sehr kleinen Schwankungen die Sollkonzentration aufrecht zu halten.

Nachdem diese Anlage einen Probelauf einwandfrei absolviert hatte, begannen wir vorsichtig die Versuche, zunächst mit kurzdauernden Expositionen mehrerer Studenten, die sich freiwillig gemeldet hatten. Dabei wurden nicht nur die Kalium- und Calziumkonzentrationen im Blut der Versuchspersonen auf Veränderungen geprüft, sondern auch zahlreiche Messwerte aus der Zusammensetzung des Bluts und des Urins. Daneben wurden Tests aus dem Bereich der Atmung, des Kreislaufs und der psychophysischen Funktionen angestellt. Zu den letzteren gehören die Flimmerverschmelzungsfrequenz und die Reaktionszeit auf optische Signale.

Stufenweise erhöhten wir dann die Dauer der Exposition bis zu fünf Tagen, da sich bei kürzeren Expositionsdauern keine Reaktionen gezeigt hatten, die über die normale Schwankungsbreite hinausgingen. Auch bei den längeren Expositionzeiten war aber das Ergebnis negativ.

Übrig blieb am Ende nur eine statistisch gesicherte Verkürzung der Reaktionszeiten. Sie erklärt sich wohl nicht als Wirkung der Ozonexposition, sondern als Übungseffekt.

Wohlgernekt, die geschilderte Untersuchung fand zur Überprüfung des vorgeschlagenen Werts für die maximale Arbeitsplatzkonzentration statt, zu einer Zeit, als man sich kaum vorstellen konnte, dass eine Ozonkonzentration von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Freien vorkommen könnte. Mit der Feststellung, dass wir mit den angewandten Methoden keine Veränderung wichtiger Vitalfunktionen bei jungen Leuten finden konnten, war zunächst das angestrebte Ziel erreicht, und der Befund über eine Beeinflussung des Kalium/Calzium-Verhältnisses gegenstandslos. Freilich war nicht auszuschliessen, dass bei alten Leuten, Kindern oder speziell empfindlichen Menschen schädliche oder unangenehme Reaktionen auftreten können.

Ozon und Kurorte

Die mit einiger Gründlichkeit unternommene Untersuchung sollte meine letzte praktische Tätigkeit auf dem Gebiet der Ozonwirkungen bleiben. In den folgenden Jahren stellte sich heraus, dass die sommerliche Sonnenstrahlung in Verbindung mit den Stickoxid-Abgasen der Kraftfahrzeuge auch bei uns Ozon in einem Ausmaß erzeugte, das alle Erwartungen übertraf. Auf jeden, der sich im Freien aufhielt, wirkten Ozonkonzentrationen ein, die man früher nur an wenigen Arbeitsplätzen kannte. Und in den Kurorten, die mit ihrer reinen Luft warben, waren zeitweise höhere Ozonkonzentrationen gemessen worden als in den Ballungszentren.

Die Presse war voll von Horrormeldungen über die schrecklichen Wirkungen des „Giftgases“ Ozon. Die Bäder, besonders die Heilklimatischen Kurorte und Luftkurorte, bangten um ihren Ruf und um das Ausbleiben der Gäste.

In dieser Situation baten zuerst einzelne Kurorte und schliesslich der Bäderverband den Ausschuss für Medizinmeteorologie um Hilfe. Der Hilferuf wurde an mich als einzigm Mitglied mit praktischer Erfahrung weitergegeben. Ich sollte Argumente gegen die oft unqualifizierten, meist von mangelhafter Kenntnis der komplizierten Zusammenhänge zeugenden Ausführungen sammeln und sie so formulieren, dass die Befürchtungen und Ängste beseitigt oder wenigstens abgeschwächt werden konnten.

Es hätte nahegelegen, an erster Stelle auf das beruhigende Ergebnis unserer ausgedehnten Untersuchungen über die Wirkung von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon zu verweisen. Ich verzichtete jedoch darauf, weil ich erwarten musste, dass dies nur als Beschwichtigungsversuch ausgelegt oder totgeschwiegen würde. Auch konnte man einwenden, dass Kinder oder alte Leute ganz anders reagieren.

Dr. Höppe am Institut von Professor Fruhmann hatte bei einer umfangreichen Befragungsaktion heraus gefunden, dass sich auch ältere Menschen an Tagen mit hohen Ozonkonzentration entsprechend ihrer gewöhnlichen Toleranz gegenüber Hitze verhalten. Es handelt sich ja um sommerliche Tage mit viel Sonnenschein und entsprechend hohen Temperaturen. Ältere und gesundheitlich angeschlagene Menschen vertragen das gewöhnlich schlecht; es gibt aber auch Leute, die sich dann besonders wohl fühlen. Diese Ergebnisse wurden jedoch wenig beachtet.

An erster Stelle meiner Argumentation wollte ich klarstellen, dass die Ozonkonzentration nicht immer als Gradmesser der Schadwirkung geeignet ist. Sie ist zwar von den zahlreichen Komponenten des fotochemischen Smogs am leichtesten zu messen und immer vorhanden. Schon bei der Erkundung in den Laboratorien der USA hatte ich aber erfahren, dass auch Aldehyde und andere chemische Verbindungen an den lästigen oder schädlichen Wirkungen beteiligt sind. Die Benennung des Sommersmogs als Ozon ist nur als pars pro toto zu verstehen, und die Bewertung der Schädlichkeit ausschliesslich nach der Ozonkonzentration mag für die Ballungszentren als Quellen von Stickoxiden stimmen. In anderen Gebieten hat man sicher ein grundverschiedenes Verhältnis von Ozon zu den übrigen Schadgasen.

In den Kurorten stammt ein Teil des gemessenen Ozons aus der Stratosphäre und ist ein Indiz für reine Luft, die noch nicht in Kontakt mit dem Boden gekommen ist. Das heisst gleichfalls, dass die Menschheit und auch die Kurgäste schon immer der Einwirkung von Ozon unterworfen waren und sich mit den oxidativen Schädigungsmöglichkeiten auseinandersetzen mussten. Es dürften sich also Abwehrmechanismen gebildet haben, die - wenn sie nicht überlastet werden - den Schaden verhindern oder reparieren.

Es könnte so aussehen, als ob ich die schädlichen Folgen hoher Ozonwerte verharmlosen will. Das Gegenteil ist der Fall. Ich meine nur, die Beurteilung und Benennung der Ursachen ist falsch. Nicht Ozon, sondern die in erster Linie vom Kfz-Verkehr in die bodennahe Luft geblasenen Stickoxide sind die zu bekämpfenden Auslöser.

Wegen meiner fachlich einwandfreien Argumentation und der eingängigen Formulierung wurde ich vom Bäderverband sehr gelobt. Meine Ausführungen wurden in der Verbandszeitschrift „Heilbad und Kurort“ veröffentlicht. Dort

wurden sie vielleicht von einigen Kurdirektoren gelesen. Sonst passierte nichts.

Die Ozonkampagne in den Medien ebbte von selber allmählich ab oder wurde von anderen Sensationen verdrängt. Die öffentliche Hand kam nach einigen überschiessenden Maßnahmen zu der vernünftigen Regelung, bei hohen Ozonwerten Warnungen zu verbreiten und im übrigen gegen den Stickoxid-ausstoss vorzugehen.

Ozon und „Begriffsbestimmungen“

In der letzten Fassung der „Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“ wird im Kapitel „Luftreinheit“ auch das Ozon in den Kurorten erwähnt. Der dort zu findende Text lautet: „Die Luftbelastung durch Ozon und Schwefeldioxid kann an Hand der Messdaten aus den Immissions-Messnetzen des Umweltbundesamtes und der Länder hinreichend genau abgeschätzt werden. Eine Messung dieser Bestandteile ist in der Regel nicht erforderlich“.

Das lässt nach meiner Meinung darauf schliessen, dass man dem Problem hilflos gegenübersteht. Hätte man nicht darauf verweisen sollen, dass Ozon ein normaler Bestandteil der Luft im Freien ist? Und dass seine zusätzliche Entstehung nicht am Kurort erfolgt, dass also der Kurort nichts zur Minderung unternehmen kann?

Meine Arbeit über das atmosphärische Ozon war jedenfalls nicht von langdauernder Wirkung. Hoffentlich gilt das nicht auch für das stratosphärische Ozon. Dieses ist ernstlich gefährdet, wie die Ausbreitung der „Ozonlöcher“ zeigt.

16.Kapitel

Klimatherapie

Die Klimatherapie firmiert im Institutsnamen als „Medizinische Klimatologie“. Sie wurde in den ersten Jahren nach der Institutsgründung ziemlich stiefmütterlich behandelt. Die Gründe waren vielfältig: Meine ärztlichen Kollegen waren mit Beratungen und Erprobungen im Zug des Wiederaufbaus der bayrischen Heilbäder nach dem 2. Weltkrieg beschäftigt. Ich stand noch unter dem Eindruck des Anblicks leerstehender oder zweckentfremdeter Sanatorien in Davos und Arosa. Die einst weltberühmten Behandlungsstätten im Hochgebirgsklima waren offensichtlich überflüssig geworden.

Zwar wusste ich, dass in den Kinderheilstätten an der Nord- und Ostsee Krankheiten der Atmungsorgane mit wochen- und monatelangen Klimakuren erfolgreich behandelt werden. Jedoch - das Meer war weit weg, die nächste Meeresküste lag im Süden, und es war recht unwahrscheinlich, dass wir aus eigener Erfahrung die Wirkfaktoren solcher Kuren erforschen konnten.

Ich hatte auch von den Heilwirkungen des Hochgebirgsklimas gelesen und schon selbst davon profitiert: Meine Rückenschmerzen und etliche anderen rheumatischen Beschwerden waren jedesmal, wenn ich mich in Höhen über etwa über 1500 Meter aufhielt, wie weggeblasen. Doch der höchstgelegene Kurort im Bundesgebiet liegt nur etwa 1000 Meter über N.N. Wie sollte man da vorrangig an eine Erforschung der Wirkfaktoren des Hochgebirgsklimas denken?

Ein Auftrag, die Entwicklungsmöglichkeiten der Oberpfalz in Richtung Fremdenverkehr zu erkunden und darzustellen, hatte mit dem dortigen Klima zu tun. Wir, das heisst Dr.Schnelle, der Klimadezernent des damaligen Wetteramts Nürnberg und ich, machten dazu eine Rundfahrt und suchten nach geeigneten Plätzen. Einige davon, z.B. der Lallinger Winkel sind inzwischen durch Hotels und andere Unterkünfte genutzt. Ob dabei unser ausführlicher Bericht mitgewirkt hat, der als Broschüre veröffentlicht wurde, weiss ich nicht. Von den örtlichen Klimabedingungen war darin viel die Rede, von Klimatherapie jedoch nicht.

Natürlich ist das Klima und der Klimawechsel ein wichtiger Milieufaktor bei jeder Bade- oder Trinkkur. Es ist daher richtig, wenn die „Begriffsbestimmungen“ vorschreiben, dass vor einer Anerkennung als Kurort das örtliche Klima zwei Jahre lang durch eine Messstation beobachtet werden muss. Klimaschwankungen innerhalb dieser Zeit werden durch Vergleich mit einer Referenzstation berücksichtigt, dann wird die Eignung für den beabsichtigten Zweck beurteilt.

Indes - die durchschnittliche Kurdauer liegt bei drei, höchstens vier Wochen, mit Tendenz zu weiterer Verkürzung. Was auf den Kurpatienten während dieser Zeitdauer an klimatischen Faktoren einwirkt, hängt entscheidend von der Wetterlage und der Jahreszeit ab. Das gilt sowohl für die hohen Anforderungen, die an heilklimatische Kurorte gestellt werden, als für die geringeren bei anderen Kurorten.

An dieser Erkenntnis, dass nämlich eine während weniger Wochen absolvierte heilklimatische Kur eigentlich als Wetterkur bezeichnet und beurteilt werden muss, gehen viele Beschreibungen vorbei. Zwar gruppieren sich an einem Ort die Tage mit bestimmten klimatischen Bedingungen um den in der Klimabeschreibung geschilderten Zustand als Mittelpunkt, aber mit umso grösserer Streuung, je kürzer der betrachtete Zeitabschnitt wird.

Bei den obligaten Fortbildungskursen für angehende Kurärzte, bei denen ich anfänglich über die Aerosoltherapie vorzutragen hatte, verfolgte ich auch die Vorträge der Klimatologen und wunderte oder ärgerte mich über die Darstellung der Klimaeigenschaften. Sie hörte sich an, als ob sich die Patienten jahrelang im Kurort aufzuhalten würden. Das wäre sinnvoll bei einer Beratung zum Wohnortwechsel aus gesundheitlichen Gründen, nicht aber bei der Schilderung dessen, was die Kurgäste erwartet.

Kurz, ich sah keinen Anlass, die Suche nach den Wirkfaktoren einer Kur auf die Klimatherapie auszudehnen.

Das änderte sich erst, als mich der damalige Referent für das Kurortwesen im bayrischen Innenministerium fragte, was ich vom Wert der Heilklimatischen Kurorte und der Klimakuren halte. Er könne sich nichts darunter vorstellen. Ich musste gestehen, dass ich mir darüber zu wenig Gedanken gemacht hatte, um eine fundierte Ansicht zu äussern. Die Suche nach Möglichkeiten das Klima als Heilfaktor zu nutzen, liess mich daraufhin nicht mehr los.

Der Grundgedanke meiner Bemühungen war, dass man die Veränderungen des Wetters nicht passiv hinnehmen, sondern sie bewusst in den Kurplan einbeziehen sollte. Das schliesst auch ein Fortwirken des Verhaltens der Patienten über die eigentlich zu kurze Kurdauer hinaus ein. Es muss erlernt und geübt werden, wie man sich am besten anpasst.

Terrainkur

Besondere Aufmerksamkeit galt der sogenannten Terrainkur. Örtel hatte 1885 diesen Namen für eine gezielte Bewegungstherapie im hügeligen Gelände geprägt und sehr nützliche Anweisungen dafür veröffentlicht. Bevor daran gedacht werden konnte, diese Kurform klima- und wettergerecht auszubauen, war es notwendig, die Leistungsanforderungen beim Gehen im Gelände mit wechselnder Steigung genauer zu untersuchen. Das passte gut in ein Pro-

gramm, das die Leistungsanforderungen verschiedener Betätigungen innerhalb einer Kur zum Gegenstand hatte, also Schwimmen, Gymnastik oder Saunagang. Als Maßstab kam in erster Linie die Schlagfrequenz des Herzens in Frage. Sie ist leicht zu gewinnen und kann durch Vergleich mit der Arbeit am Ergometer in ein physikalisches Leistungsmaß, z.B. Watt umgewertet werden. Ich vervollständigte also unsere Ausrüstung für die Messung der Herzfrequenz und für die Ergometrie, vor allem mit dem Ziel, unter den Bedingungen einer Terrainkur im Gelände wirklichkeitsnahe Ergebnisse zu erhalten. Die Übertragung des EKG über Funk war dabei eine wertvolle und manchmal unumgängliche Hilfe.

Gelegentlich kam jedoch keine ungestörte Aufzeichnung zustande. Hinter die Ursache kamen wir erst bei einer Untersuchung der Höhenwege auf dem Wank bei Garmisch-Partenkirchen. Bei der ersten Probe hatte alles einwandfrei funktioniert, dagegen nicht mehr bei der Aufzeichnung. Nach einem Suchen entdeckten wir einen nahen Sender, der die Störung verursachte. Er war bei der Probe nicht in Betrieb gewesen.

Wir gewannen Profile der Herzfrequenz bei der Begehung zahlreicher Wege in Kurorten, die für Terrainkuren in Frage kamen, unter anderem in Bad Tölz, Bayersoyen, Garmisch-Partenkirchen auf dem Wank und dem Hausberg, in Buchenberg und in Bischofsgrün.

Das war der erste Schritt. Für die weiterführende Idee, die Terrainkur unter Berücksichtigung von Lufttemperatur und Strahlung einerseits, der Bekleidung des Kurgasts andererseits zu einem wirklichen Bestandteil der Klimakur zu machen, kam uns eine gerade eingehende Bewerbung zu Hilfe. Ich konnte Professor Drexel als Lehrstuhlinhaber davon überzeugen, dass es für die Ziele des Instituts vorteilhaft war, eine freiwerdende Stelle mit einer Meteorologin statt mit einem Arzt zu besetzen. So konnten wir die weiteren Untersuchungen unter fachgerechter Berücksichtigung klimatologischer Gesichtspunkte ausführen.

Die Meteorologin, Frau Dr. Schuh, ergänzte bald ihre Ausbildung und beschritt die akademische Laufbahn durch eine Promotion in dem für München neuen Fach Humanbiologie und weiter durch die Habilitation. Sie trug damit zu der so oft in den Medien herbeigewünschten Vermehrung des weiblichen Anteils am Lehrkörper bei.

Kühle als Therapie

Ein Beispiel für die Ergebnisse ihrer Arbeit ist der Ausbau des bekannten Befundes, dass die Leistungsfähigkeit- auch längere Zeit anhaltend- unter kühlen Bedingungen zunimmt, für die Zwecke der Terrainkur. Das ist durch Wahl

der Strecke entsprechend der jeweiligen Wetterlage und zusätzlich durch richtige Bekleidung zu erreichen.

Es brauchte dazu nur noch ein Verfahren zur Darstellung der Erfolge. Vor einiger Zeit hatte Fanger ein System entwickelt, das die subjektiven Empfindungen „kalt, kühl, behaglich, warm, heiß“ einer größeren Anzahl von Personen vergleichbar mit den äusseren klimatischen Bedingungen macht. Es läuft unter dem Namen „Predicted Mean Vote (PMV)“, also „vorhergesagte mittlere Beurteilung“. Die Wirkung einer bestimmten Kombination von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Wind und Wärmestrahlung auf den menschlichen Wärmehaushalt lässt sich auf dieser Basis voraussagen.

Aussagen über das individuelle Wärmegefühl wurden in Garmisch vergleichsweise von Gruppen gesammelt, die eine bestimmte Strecke im hügeligen Gelände unter kühlen bzw. normalen Bedingungen während der drei Wochen einer Klimakur absolvierten. Es zeigte sich, dass bei der Kühlgruppe eine Verschiebung des PMV-Werts gegenüber den klimatischen Bedingungen auftrat. Diese Personen gaben an, dass sie die Umgebung wärmer als zu Beginn der Kur empfanden, sie hatten sich also an die Kühle gewöhnt. Das Ergebnis wurde erhärtet durch eine Versuchsreihe, bei der die Probanden die Temperatur einer auf die Stirn gehaltenen Metallplatte - einer sogenannten Thermode - mit einem unbeschrifteten Drehknopf auf das angenehmste Empfinden einstellen konnten. Sie wählten nach der Klimakur eine durchschnittlich um 2-3 Grad Celsius niedrigere Temperatur.

Parallel zu diesen Veränderungen der Empfindung konnte man auch bei zahlreichen Merkmalen der Leistungsfähigkeit Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen: Die Herzfrequenz war bei der Kühlgruppe erniedrigt, die Laktatwerte stiegen erst bei höheren Belastungen an. Laktat, also Milchsäure, entsteht nämlich als Abfallprodukt, wenn die Gewinnung von Energie durch Oxidation mit Hilfe von Sauerstoff nicht mehr ausreicht. Eine Erhöhung des Laktatwerts ist also Ausdruck der Erschöpfung des normalen, sogenannten aeroben Muskelstoffwechsels.

Ausbildung von Klimatherapeuten

Die Wahl einer bestimmten Bekleidung und eines dem aktuellen Wetter entsprechenden Kur-Übungswegs, der dann mit angepasster Geschwindigkeit begangen werden soll, erfordert eine sachkundige Beratung und Führung. Sie muss als Bestandteil des Kurplanes in einer Gruppe stattfinden. Frau Dr. Schuh hat Ausbildungskurse für Therapeuten organisiert, die diese Art von Klimabehandlung beherrschen, sie hat zahlreiche Kurorte bei der Ausarbeitung eines Klimakur-Konzepts für bestimmte Krankheiten beraten und dort

Netze von Übungswegen für unterschiedliche Leistungsanforderungen erstellt.

Es ist nicht jedermanns Sache, in einer geführten Gruppe ein festgelegtes Kurprogramm zu absolvieren. Auch kann der Kurort nicht für jeden Grad der Leistungsfähigkeit und zu beliebiger Zeit eine geschulte Kraft zur Verfügung stellen.

Computer-Unterstützung

Das hat mich auf die Idee gebracht, die Möglichkeiten der Computertechnik für eine individuelle Beratung zu nutzen, um je nach Wetterlage und individueller Fähigkeit die bestgeeignete Übungsstrecke selbst zu wählen.

In Freiburg hatten Schmitt-Kessen und Jendritzky ein System entwickelt, das die maßgeblichen meteorologischen Variablen bewertete und zusammen mit der Steigung des Weges und mit der Gehgeschwindigkeit die Leistungsanforderungen berechnet. Was ich daraus lernte, war vor allem die Erkenntnis, dass man die Handhabung stark vereinfachen und die Strahlungskomponente der Wärmebilanz direkt messen muss. Die indirekte Bestimmung aus Sonnenhöhe, Trübungsgrad der Atmosphäre und Art der Bewölkung ist zwar eine beachtliche Leistung der angewandten Meteorologie, aber schwer und umständlich auszuführen.

Zufällig fand ich auf einer Ausstellung ein erschwingliches Gerät zur Messung der sogenannten Globalstrahlung und stellte fest, dass der Hersteller ganz in der Nähe meines Wohnorts arbeitete. Er hatte auch eine verhältnismässig billige, kompakte Wetterstation entwickelt. Das waren wichtige Voraussetzungen für die Verwirklichung meines Vorhabens.

Es war aber noch ein weiter Weg zurückzulegen, bis eine computergestützte, vom Patienten selbst zu bedienende Beratung für die Wahl einer geeigneten Kurübungsstrecke entstand. Das Ergebnis lässt sich in Kürze folgendermaßen beschreiben:

Die wärmewirksamen Komponenten der aktuellen Wetterlage werden von der erwähnten Wetterstation erfasst und zur Anzeige und Verrechnung einem PC zugeleitet. Dabei spielt die sogenannte „gefühlte Temperatur“ eine wichtige Rolle. Für das subjektive Empfinden und die Regulation des Wärmehaushalts ist ja die in den Wetterberichten erscheinende Lufttemperatur nur eine von mehreren Bestimmungsgrössen. Sie wird vom Wind modifiziert, es kommt die Wärme aus der Bilanz von Zu- und Abstrahlung hinzu.

Ich habe mich gefreut, dass kürzlich - mit einer Verzögerung von über 20 Jahren - der Begriff der gefühlten Temperatur in einem offiziellen Wetterbericht auftauchte. Natürlich kann man ohne aktuelle Messungen in der Umgebung einer Person nur qualitativ die Abweichung von der thermometrischen Luft-

temperatur angeben, aber bereits das ist eine für das wettergerechte Verhalten sehr nützliche Information.

Leistungsfähigkeit

Die persönliche Leistungsfähigkeit wird vom Benutzer in den Beratungsrechner eingegeben, entweder nach Selbsteinschätzung oder nach dem Resultat eines Tests. Man erhält dann eine vom augenblicklichen Wetter und der angegebenen Leistungsfähigkeit abhängende Empfehlung von einer oder mehreren Strecken des kurörtlichen Wegenetzes.

Dieses Ergebnis liefert ein Rechenprogramm, in dem die Kenntnis der Sonnen- und Windexposition der Wegstrecken, der Einflussnahme von Lufttemperatur, Wärmestrahlung und Wind auf die „gefühlte Temperatur“ und die Erfahrungen über die Leistungsanforderung der Wegstrecken stecken.

Um eine zuverlässige Funktion des ganzen zu erreichen, ging eine mehrjährige Erprobungszeit voraus. Es zeigte sich dabei beispielsweise, dass ältere Menschen mit unbekannten Tastaturen nicht zureckkommen, auch wenn sie auf Zahlen beschränkt sind, dass ihnen der Umgang mit Zeigegeräten wie der Maus fremd ist, dass junge Benutzer oft die Einrichtung als Spielzeug betrachten und ihren Ehrgeiz darin setzen, das Programm zum Absturz zu bringen, dass Hinweise auf dem Bildschirm nur selten gelesen und befolgt werden und dass es Vandalen gibt, vor denen nichts sicher ist.

Aus diesen Erfahrungen entstand ein Gerät, das zur Eingabe nur robuste Tasten enthält, deren Anordnung einem Tastentelefon entspricht. Auf dem Bildschirm erscheinen kurze Fragen, Ergebnisse oder bildliche Darstellungen, was zu machen ist.

Gegen den Vandalismus hilft nur robuste Konstruktion und Aufstellung des Geräts im Blickwinkel einer ständig anwesenden Person.

Feststellung der Leistungsfähigkeit, Teststrecke

Für eine zuverlässige, therapeutisch wirksame Beratung ist die Selbsteinschätzung der physischen Leistungsfähigkeit ein Problem. Zweifellos ist es am besten, sie durch eine ärztliche Untersuchung mit ergometrischem Belastungstest zu ersetzen.

Aber es hat sich gezeigt, dass nicht alle Kurärzte die notwendige Ausrüstung besitzen und dass es Kurwillige gibt, die eine spezielle Untersuchung scheuen. Für solche Fälle ist die Einrichtung einer Teststrecke gedacht. Sie kann entweder auf der Grundlage einer eigens zu diesem Zweck durchgeführten örtlichen Untersuchungsreihe oder nach einem schon vorhandenen Schema erfolgen. Dabei ist das Geschlecht, das Alter, das Körpergewicht und die Körpergrösse

zu berücksichtigen. Als Prüfkriterium kommt wieder die Pulsfrequenz in Frage, die der Proband selbst ermitteln kann.

Eine nach diesen Gesichtspunkten angelegte Untersuchung erfordert viele Personen und entsprechend viel Zeit. Mit einer Austestung der Prüfstrecke durch vielleicht 25 Personen verschiedenen Alters und unterschiedlichem Trainingszustand ist nicht viel anzufangen. Als Ausweichlösung wird in einem Merkblatt der Ortskrankenkassen auf die Arbeit eines finnischen Instituts hingewiesen, in der die genannten Variablen als Punktesystem in eine Bewertungstabelle eingebettet sind. Der Benutzer kann das Ergebnis von Hand berechnen, die zugrundeliegende Gleichung eignet sich aber besonders für ein vom PC auszuführendes Programm.

Solche Beratungsstationen für die wetterabhängige Wahl von Kur-Übungsstrecken sind oder waren an mehreren Orten in Betrieb. Sie fanden großes, aber meist schnell nachlassendes Interesse bei den Kurgästen. In einem mir bekannten Fall ist aber die Anlage schon etwa 20 Jahre ununterbrochen in Betrieb.

Die Möglichkeiten, die Anlage zu einer Art schwarzem Brett auszubauen, werden nur wenig genutzt. Es lassen sich ja am Bildschirm die aktuellen Veranstaltungen und Mitteilungen des Kurorts anzeigen und propagieren. Aber das erfordert eine engagierte Person mit entsprechenden Kenntnissen und die fehlt meistens.

Generell sind die Kurorte, die sich der Ausübung der Klimatherapie widmen wollen, in einer Zwickmühle: Einerseits erfordert der Unterhalt der notwendigen und wünschenswerten Einrichtungen erhebliche Mittel und ist personalaufwendig. Das Wegenetz muss gepflegt werden, die Kurgäste müssen mit den Prinzipien der Klimatherapie vertraut gemacht und laufend beraten werden.

Andrerseits fehlen genau festgelegte Kuranwendungen, für die der Patient bezahlen muss. Das Klima, die kurmässige Begehung der Wege, der ausgedehnte Aufenthalt im Freien, die Belehrung und Beratung, das sind Leistungen, die nicht einzeln berechnet und in einer Preisliste aufgeführt werden können. Es verwundert daher nicht, dass die notwendigen Einnahmequellen im sportlichen Bereich, in Veranstaltungen aller Art oder in der Pflege einer anderen, der Klimatherapie fremden kurmässigen Behandlungsweise gesucht werden. Das führt leicht dazu, dass von der Klimatherapie kaum mehr als nominell etwas übrig bleibt.

Anders sieht es aus, wenn in einem heilklimatischen Kurort ein Sanatorium oder sonst ein Haus existiert, das sich auf Klimakuren eingestellt hat und das

mit geschultem Personal die Patienten betreut. Erfreulicherweise gibt es - vor allem an der See und im Gebirge - solche Sanatorien. Sie sind in erster Linie auf Jugendliche und die Behandlung deren typischer Erkrankungen eingestellt. Dort ist auch eine Behandlungsdauer von mindestens einigen Wochen üblich, sodass man wirklich von einer Klimatherapie sprechen kann.

Was an der Mehrzahl der freien Patienten geschieht, verdient dagegen kaum die Bezeichnung Klimatherapie. Es ist im günstigsten Fall eine Hinführung zum gesundheitlich wirksamen Umgang mit den Klimaelementen und zur richtigen Anpassung an ihre wechselnde Beschaffenheit.

1986 hatte ich als Abschiedsvorlesung das Thema: „Wo stehen wir in der medizinischen Klimatologie?“ gewählt. Ich konnte damals keine sehr erfreuliche Antwort zeichnen. Was die Wetterföhligkeit betrifft, so begannen um diese Zeit gerade die sogenannten Bioprognoisen den Eindruck zu erwecken, man könnte ein vorhersagbares Bild von der Wirkung des Wetterablaufs zeichnen. Seither erscheinen diese Vorhersagen täglich, ohne dass die Chance genutzt wird, ihre Zuverlässigkeit und Verallgemeinerungsfähigkeit ernstlich zu prüfen.

Was die Klimatherapie betrifft, so konnte ich allenfalls eine Therapie *im* Klima, aber keine Therapie *mit* Klima in den sogenannten Heilklimatischen Kurorten feststellen.

Inzwischen hat es einige Lichtblicke gegeben: Unter dem Eindruck einer Gesundheitspolitik, die eine möglichst kurze Kurdauer forderte, wurden die sogenannten Kompaktkuren kreiert. In der Anwendung auf Heilklimatische Kurorte brachte das eine stärkere Einbindung der Kurpatienten in eine gezielte Ausnutzung der therapeutischen Qualitäten des Klimas, vor allem aber eine Information über das gesundheitliche Verhalten nach der Kur. Mein Eindruck ist es allerdings, dass der Eifer zur Durchführung von Kompaktkuren schon wieder nachgelassen hat und durch eine Hinwendung zum Slogan der „Wellness“ ersetzt ist. Der Zwang zur termingerechten Einberufung der an einem Kompaktkur-Kurs teilnehmenden Patienten und die hohen Ansprüche an die Qualifikation des Personals für die Führung und Unterrichtung der Teilnehmer sind schwer zu überwindende Hindernisse.

Erfreulich ist, dass neuerdings das Prädikat „Heilklimatischer Kurort“ nur an Orte vergeben werden soll, die mindestens eine stationäre Vorsorge- Rehabilitationseinrichtung oder Spezialklinik aufweisen.

Eine positive Wirkung dieser Bestimmung wird allerdings nur erreicht, wenn es sich um ein Haus handelt, das sich ernstlich der Klimatherapie widmet und entsprechend ausgebildetes Personal beschäftigt. Im Ausbildungssektor hat sich aber an der Situation, die ich beklagt hatte, nicht viel geändert.

Frau Dr.Schuh - inzwischen zur Professorin avanciert - hat sich sehr um eine Besserung bemüht. Ihr Büchlein „Angewandte Medizinische Klimatologie“ kann sowohl als Lern- und Handbuch für klimatherapeutische Hilfsberufe wie auch als Einführung für interessierte Ärzte und Studenten dienen. Aber an dem geringen Interesse und der nebensächlichen Behandlung klimatherapeutischer Probleme bei den wenigen Aus- und Fortbildungsveranstaltungen ist es geblieben.

So wird wahrscheinlich die Klimatherapie ein nur an wenigen Stellen gepflegtes und sonst wenig beachtetes Behandlungsverfahren bleiben. Die Frage nach Wert und Bedeutung der Heilklimatischen Kurorte bleibt unbeantwortet.

17.Kapitel

Luftreinheit (Ausschuss für Biometeorologie)

Meine Beschäftigung mit Luftverunreinigungen begann mit einer Anfrage der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Die schon einmal erwähnte Einrichtung zur Hilfestellung bei der Finanzierung und Durchführung von wissenschaftlichen Forschungsvorhaben hatte eine „Kommission zur Erforschung der Wirkungen luftverunreinigender Stoffe“ gegründet. Sie wollte zuerst den Hintergrundpegel von Stoffen in der Atmosphäre mit schädlicher Wirkung erfassen. Mit der Bezeichnung „Hintergrundpegel“ war der Konzentrationsbereich gemeint, der gewissermaßen unvermeidlich entsteht, ohne Einwirkung aus örtlichen Quellen als Resultat der Durchmischung der Atmosphäre. Auf diesen Basisbereich baut sich dann - vor allem in den Ballungsräumen - die unter Umständen gesundheitsschädliche Luftverunreinigung auf.

Der Hintergrundpegel sollte mit einem Netz möglichst gleichmässig über das Bundesgebiet verteilter und für ein grösseres Areal repräsentativer Messstellen erfasst werden. Die Anfrage bezog sich auf eine in der Projektierung noch bestehende Lücke im Südosten, also vor allem in Bayern.

Ich hatte kurz zuvor zusammen mit unserem Experten für Erholungsgebiete und Kurbetriebe, Herrn Dr.Schnelle, die Oberpfalz auf der Suche nach entwicklungsfähigen Gebieten mit gutem Klima bereist; daher konnte ich auf Anhieb sagen, welche Standorte vielleicht in Frage kamen. Da zusätzlich die Bedingung bestand, dass die Messstelle auf einer Bergkuppe liegen sollte und ganzjährig erreichbar war, aber nicht vom Kfz-Verkehr beeinflusst wurde, war die Wahl schnell auf den Brotjaklriegel im Bayrischen Wald gelenkt, wo sich eine Sendestation des Bayrischen Rundfunks befand.

Nach kurzen, erfreulich verlaufenen Verhandlungen konnten im Sendeturm die Laboratorien eingerichtet werden. Auch Räume als Unterkunft für den Messstellenleiter - ein Chemiker - und für die in wöchentlichen Turnus wechselnden Laboranten fanden sich.

Anfänglich wurde die Messstelle mit Geräten bestückt, wie sie in Ballungsräumen zur Kontrolle der Luftreinheit üblich sind. Doch bald zeigte sich, dass sie zur genauen Messung kleiner Konzentrationen ungeeignet sind. Es mussten für die hauptsächlich interessierenden Schadgase NO₂ und SO₂, arbeitsaufwendige, nasschemische Bestimmungsmethoden angewandt werden, um ausreichende Empfindlichkeit und Genauigkeit zu erreichen. Mehrere Kubikmeter Luft werden dabei durch eine „Waschflasche“ mit Absorberlösung gesaugt, die in der Lösung enthaltenen Stoffe werden mit Farbreaktionen nachgewiesen.

Nach und nach wurde das Messprogramm durch weitere Stoffe ergänzt, die als Grundlage von Untersuchungen oder Abschätzungen über gesundheits- und klimawirksame anthropogene Einflüsse von Bedeutung sind. Das ist einmal das CO₂ (Kohlenstoffdioxid) mit seiner Wirkung als Treibhausgas und O₃ (Ozon) als Indikator und Wirkstoff des „Sommersmog“.

Meine Mitwirkung konnte sich bald auf eine Kontrollfunktion und vor allem auf die Auswertung besonderer Ereignisse beschränken. Mit der Fortentwicklung der Methoden und der Routinearbeit befasste sich anfangs ein Chemiker, an dessen Namen ich mich nicht mehr erinnere. Seiner Abenteuerernatur konnte die Tätigkeit im Sendeturm nicht lange genügen, er kaufte einen alten Segler, richtete ihn her und verschwand in Richtung Neuseeland.

Seine Aufgaben wurden dann von Herrn Römmelt übernommen. Er war bis zur Übernahme der Messstelle durch das Umweltbundesamt mit großem Erfolg am Werk, ich konnte ihn danach an das Münchener Universitätsinstitut für Arbeitsmedizin empfehlen. Dieses Institut war eigentlich im Innenstadtklinikum beheimatet. Da waren jedoch schwer die Räumlichkeiten für die mit der Zeit immer umfangreicher werdenden Analysengeräte zu finden. Glücklicherweise konnte er im Labor des Balneologischen Instituts den benötigten Platz finden. So kam eine sehr fruchtbare, viele Jahre dauernde Zusammenarbeit zustande. Sie erstreckte sich auch auf die Benutzung des Klimaraumes im Großhaderner Institutsgebäude und vor allem auf die Entwicklung von Messverfahren für die Luftreinheit in Kurorten.

Als Mitglied des Ausschusses für Medizinmeteorologie im Deutschen Bäderverband war ich auch beteiligt an der Überwachung der Luftreinheit in den Kurorten. Als ich in den Ausschuss berufen wurde, ungefähr 1960, waren in den „Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“ unter dem Stichwort „Luftreinheit“ Regeln und Vorschriften enthalten, die kaum vollziehbar waren.

Partikelförmige Luftbeimengungen sollten einzeln unter dem Mikroskop ausgezählt werden. Dem lag die inzwischen als unrichtig erwiesene Annahme zugrunde, dass sich der gesundheitlich schädliche Staub so verhalte wie der lichtmikroskopisch darstellbare Grobstaub mit Partikeldurchmessern von mehr als etwa 2-3 Mikrometern. Das sind die kleinste noch unter dem Lichtmikroskop bestimmbarer Staubteilchen.

Gasförmige Luftverunreinigungen- gemeint waren NO₂ und SO₂ - durften 40% der zulässigen Konzentrationen nach der Verordnung „TA Luft“ nicht überschreiten. Abgesehen davon, dass die zitierte „Technische Anleitung“ für den Schutz der Umgebung vor der schädigenden Wirkung starker Emittenten gedacht war, kontrollierte niemand die Einhaltung irgendwelcher Grenzwerte.

Die Messung geringer Konzentrationen, wie sie in Kurorten eingehalten werden sollten, mit konventionellen Verfahren erforderte einen für die meisten Orte unerschwinglichen Kostenaufwand, auch wenn eine ein-jährige Untersuchungsreihe nur alle 5 oder jetzt 10 Jahre verlangt wird.

Es musste erst erprobt werden, ob mit sogenannten Passivsammelmethoden und mit zentraler Analyse der Proben der Zweck mit ausreichender Genauigkeit erreicht werden kann. Diese Methoden arbeiten ohne die sonst erforderliche Pumpe zum Durchsaugen einer definierten Luftmenge durch eine Absorberlösung. Damit entfällt auch die Notwendigkeit eines Stromanschlusses zur Energieversorgung der Messstelle. Die chemische Analyse der eingesandten Proben erfolgt in einem zentralen Laboratorium.

In den kommenden Jahren probierte ich zusammen mit Herrn Römmelt viele Möglichkeiten aus, verlässliche Angaben über die in der Luft von Kurorten vorliegenden Konzentrationen der hauptsächlichen Schadgase zu erhalten. Das Hauptproblem bestand darin, dass an den Aufstellungsorten der Geräte ganz verschiedene Wind- und Belüftungsverhältnisse herrschen. Der Transport der Schadgase an den Absorber erfolgt durch die vom Wind unabhängige, aber sehr wenig wirksame Diffusion und die viel wirksamere Konvektion durch den Wind. Um von der Belüftung unabhängig zu sein, muss also die Konvektion unterdrückt werden.

Lange Röhrchen mit kleinem Durchmesser - sogenannte Palmes-Röhrchen - erfüllen diese Bedingung. Sie liefern aber bei der in Kurorten üblichen Expositionsdauer von einer Woche so kleine Mengen an Reaktionsprodukten, dass höchstempfindliche Verfahren zur Analyse erforderlich sind und die Gefahr einer Veränderung bei der Einsendung der Proben groß ist. In der Schweiz, wo die Verwendung der Palmes-Röhrchen eine Zeit lang gebräuchlich war, schrieb man deshalb die Verwendung von mindestens sechs Röhrchen vor.

Wir versuchten, die Diffusion durch Vorrichtungen mit grösseren Querschnitten und kurzen Wegen zu verbessern. Der Erfolg entsprach jedoch nicht den Erwartungen. Erst als wir zu einer Zwangsbelüftung durch einen kleinen, batteriebetriebenen Ventilator übergingen, entstand ein brauchbares, robustes Gerät, der „ventilierte Sammler“.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse aller Passivsammler hängt von dem Analyseninstitut ab, an das die Proben geschickt werden. Deshalb wurde eine Überprüfung angesetzt. Es hatten sich nach Bekanntgabe der Zulassungsbedingungen neun Firmen gemeldet, die gasförmige Luftverunreinigungen in den Kurorten messen wollten. Da sich kein Prüfinstitut fand, das die Aufgabe übernehmen wollte, ihre Ergebnisse zu vergleichen, organisierte ich im Balneologischen Institut einen sogenannten Ringversuch. Die Teilnehmer erhielten Proben der als Schadgasakzeptor benutzten Filterplättchen, auf denen bestimmte, den zu prüfenden Firmen

denen bestimmte, den zu prüfenden Firmen unbekannte Mengen der zu analysierenden Reaktionsprodukte aufgetragen waren.

Das Ergebnis war schlechter als erwartet. Nur wenige Analysen fielen in den zulässigen Irrtumsbereich, teilweise lagen die gefundenen Mengen beim mehrfachen der wirklich vorhandenen.

Inzwischen hatte sich der Deutsche Wetterdienst und damit der Ausschuss für Medizinmeteorologie zur Gasmessung auf ein einziges Palmes-Röhrchen festgelegt, das in einem Staubsammler untergebracht war. Für die Analyse von SO₂ - Schwefeldioxid - ist das Verfahren ungeeignet, die Kontrolle dieser Luftverunreinigung in den Kurorten wurde aufgegeben.

Der Staub wurde weiterhin optisch ausgewertet, aber nun mit Hilfe eines elektronischen Bild-Analysators. In die Anwendung dieses ziemlich kostspieligen Geräts investierte der Deutsche Wetterdienst viel Zeit und Geld, ohne die Begrenzung auf lichtmikroskopisch nachweisbare Partikel überwinden zu können. Es ist bekannt, dass so große Staubpartikel keinen nennenswerten gesundheitlichen Einfluss ausüben. Die Verwendung der Auszählung zur Kontrolle der Luftreinheit war auf die deutschen Kurorte beschränkt und ist von Fachleuten oft kritisiert worden. Auch eine Bewertung der Rußpartikel wurde mit dem Verfahren versucht, obwohl bekannt ist, dass der schädliche Anteil, hauptsächlich von Dieselmotoren stammend, im Größenbereich unter 0,1 Mikrometer liegt.

Eine Dokumentation der Messergebnisse gas- und partikelförmiger Luftverunreinigungen aus allen Kurorten im Bereich des Deutschen Heilbäderverbandes war zeitweise vorgeschrieben. Da niemand sonst sich der umfangreichen Arbeit unterziehen wollte, hatte ich mich erboten, sie zu leisten. Der Deutsche Wetterdienst und das Roelabor - welche die Hauptmenge der Messungen durchführten - stellten die von ihnen in etwa 70 Kurorten erhobenen Daten der Jahre 1992 und 1993 zur Verfügung. Das Ergebnis - das auch veröffentlicht wurde - lief darauf hinaus, dass bei den meisten Kurorten die vorgeschriebenen Grenzwerte eingehalten wurden. Nur wenige „schwarze Schafe“ lagen darüber. Die Aktion hatte insofern ihren Wert, als sie auf die Notwendigkeit einer Überwachung der Luftreinheit aufmerksam machte. Ob die Messungen allerdings einen Bezug zu den möglichen gesundheitlichen Schäden haben, ist vor allem bei den Partikeln fraglich. Die festgestellten wechselseitigen Verflechtungen des Verlaufs der Messwerte sprechen dagegen. Solche Dokumentationen sind später nicht mehr gemacht worden.

In letzter Zeit zeichnet sich endlich ein Wandel der Methoden zur Messung des Staubs, also der partikelförmigen Luftverunreinigungen ab. Auf dessen Notwendigkeit hatte ich jahrelang vergeblich hingewiesen. Der Feinstaub ab einem Durchmesser von 0,015 Mikrometer soll in einem Filter festgehalten

und nach seinem Gewicht bewertet werden. Dazu muss jedoch das Prinzip der Passivsammlung verlassen und eine Pumpe zum Durchsaugen der Luft durch den Filter benutzt werden. Die billige, unkomplizierte Aufstellung ohne Stromanschluss wird durch ein wartungsintensives System ersetzt. Zwar wurde versucht, die Kosten gegenüber den in der offiziellen Luftüberwachung üblichen, genormten Geräten und Verfahren geringer zu halten. Sowohl bei der Pumpenleistung wie vor allem bei der Zeitdauer der Probenahme sind Kompromisse vorgesehen. Der Bäderverband hat eine Auswechselung und Einsendung der Filter alle 14 Tage beschlossen, der Deutsche Wetterdienst will die Filter wie bei den bisher passiv gesammelten Proben sieben Tage exponieren. Beides weicht von der erprobten Praxis und der Norm ab, die nur einen Tag vorsieht. Der Streit schwelt noch.

Die Frage der Rußmessung bleibt weiter ungelöst. Zwar wäre es ohne weiteres möglich, den auf Filtern gesammelten Staub nach der Wägung chemisch zu analysieren, z.B. durch Bestimmung des Kohlenstoffgehalts. Aber die Kosten würden dadurch weiter steigen. Sie sind für kleinere Kurorte schon jetzt eine schwere Belastung.

Das in den Begriffsbestimmungen der Deutschen Heilbäderverbands unter der Bezeichnung „Luftqualität“ zu findenden Regelwerk hat sich im Lauf der Jahre wesentlich verändert: Es enthält jetzt die Begründung, dass in den Kurorten eine Entlastung von den Immissionsverhältnissen der Großstädte und Ballungsräume notwendig sei. Es wird ein Vorsorgewert von höchstens 60% der gesetzlich festgesetzten Langzeitgrenzwerte zum Schutz der Allgemeinbevölkerung vor Gesundheitsgefahren definiert. Der Vorsorgewert tritt allerdings nur in Kraft, wenn die Richtwerte - die normalerweise maßgebend sind - höher liegen, also eine stärkere Belastung bedingen würden. Die Richtwerte werden aus den tatsächlich in den Kurorten gemessenen Konzentrationen der schädlichen Luftbestandteilen als „Pegelwerte“ abgeleitet.

Es ist ferner die Qualitätssicherung angesprochen. Verfahren und Geräte sollen einer gängigen Norm entsprechen, die Vergleichbarkeit der Messungen bei mehreren Anbietern soll in Abständen von längstens fünf Jahren durch einen Ringversuch überprüft werden.

Dieses Idealbild, wie es im Hauptteil der Begriffsbestimmungen dargestellt ist, sieht allerdings in den getrennt veröffentlichten Durchführungsbestimmungen etwas weniger klar aus, es wird sich erst zeigen müssen, was davon realisiert werden kann.

18.Kapitel

Kneipptherapie

Die Kneipptherapie kann man in die Bäderheilkunde einordnen oder auch als selbständige Behandlungsform betrachten. Jedenfalls zählen die Begriffsbestimmungen und der Bäderkalender des Deutschen Heilbäderverbands die Kneippkurorte auf.

Andererseits ist weder im Lehrbuch der Balneologie noch im „Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde“ etwas von der Kneipptherapie zu finden. Das ist gut zu verstehen: Diese Therapieform ist zwar als „Wasserkur“ bekannt geworden, sie verwendet aber keine Heilquellen, sondern gewöhnliches Wasser und kann damit unabhängig von einem ortsgebundenen Heilmittel im Prinzip überall ausgeübt werden. Orte, die das Prädikat „Kneippheilbad“ oder „Kneippkurort“ erhalten wollen, müssen jedoch die gleichen Bedingungen hinsichtlich Heilbadcharakter, Luftreinheit und Klimaprüfung erfüllen wie andere Kurorte. Wenn ich mich recht erinnere, war in früheren Ausgaben der Begriffsbestimmungen noch die Bedingung enthalten, dass die nächtliche Abkühlung stark ausgeprägt sein muss. Das galt dem Tautreten, vermutlich sollte damit ein Element der „Ortsgebundenheit“ betont werden, auf das man als Unterscheidungsmerkmal zwischen Kurorten und Nicht-Kurorten großen Wert legte.

Das Behandlungsverfahren der Kneipptherapie ist über eine blosse Wasserkur längst hinausgewachsen, es besteht aus den fünf Säulen der Hydrotherapie, Bewegungstherapie, Phytotherapie (= Kräuterheilkunde), Ernährung und Ordnungstherapie. Das 1980 herausgekommene Lehrbuch der Kneipptherapie von W.Brüggemann enthält auf mehr als 400 Seiten zahlreiche Empfehlungen, Vorschriften und Ratschläge.

Auch vom Umfang her war es daher notwendig, in den Lehr- und Handbüchern die Kneippheilkunde von der Bäder- und Klimaheilkunde zu trennen.

Es besteht kein Zweifel daran, dass sich die von Pfarrer Kneipp inaugurierte und nach ihm benannte Behandlungsweise ebenso für Kuren eignet wie etwa Bäder oder Inhalationen. Sie spricht auch die Patienten in ähnlicher Weise durch regelmässig wiederholte Maßnahmen an, arbeitet mit Kälte und Wärme und betreibt eine Umstellung der Lebensweise.

Das Klinikum in München pflegt traditionell die Verbindung mit Bad Wörishofen, dem Wirkungsort von Pfarrer Kneipp und wohl bekanntesten Kneippheilbad. Es konnte daher nicht ausbleiben, dass sich das Münchener Balneologische Institut schon bald nach seiner Gründung mit der Kneipptherapie befasste und den Kontakt mit Bad Wörishofener Ärzten suchte. Die Vorausset-

zungen für fruchtbare wissenschaftliches Arbeiten waren hier besonders günstig: Ein Großteil der Kuren findet in straff geführten Häusern statt und die Patienten unterwerfen sich mehr als anderswo einem streng geregelten Ablauf der Behandlung.



Abb. 10: Der Pfarrer und Naturheiler Sebastian Kneipp (1821 - 1897).

Zunächst war es unser Ziel, die Wirksamkeit der Kneippbehandlung darzustellen. Das lief entsprechend den damals herrschenden Ansichten darauf hinaus, eine gezielte Umstellung des Vegetativums, also der unwillkürlichen Körperfunktionen nachzuweisen. In einer Serie von Studien von Münchener Doktoranden der Medizin wurde dies mit einfachen Methoden vor allem an der Haut der Patienten demonstriert. Einer der Doktoranden, Herr Dr. Weckbecker, hatte übrigens in einem eigenen Sanatorium in Bad Brücke-nau später Gelegenheit, die Kneipptherapie an seinen Patienten auszuüben. Eine leicht ausführbare Prüfung besteht in der Auswertung des sogenannten Dermographismus. Wird auf der Haut - vorzugsweise am Rücken - ein Strich mit dem Finger erzeugt, so erscheint nach einigen Sekunden ein weißer oder roter Hof. Die Latenzzeit dieser Gefäßreaktion hängt von der vegetativen Reaktionslage ab. Um definierte Erzeugungsbedingungen bei den mehrfach während der Kur wiederholten Tests zu schaffen, wurde der Hautstrich mit

einem Instrument erzeugt, bei dem ein Stift durch eine Feder mit konstantem Druck über die Haut geführt wurde.

Als Ausdruck der vegetativen Stabilisierung verlängerte sich die Latenzzeit deutlich im Lauf der Kur.

Ein anderer Test maß die Stromstärke, die sich beim Anlegen einer Gleichspannung von einigen Volt zwischen zwei mit definiertem Druck aufgesetzten Elektroden einstellte. Ihre Veränderungen beruhen auf dem gleichen Phänomen wie der bekannte Lügendetektor, dass nämlich die Polarisationsvorgänge in der Haut sehr von vegetativen, unwillkürlich ablaufenden Vorgängen und Umstellungen beeinflusst werden.

Die Stromstärke verminderte sich im Lauf der Kur und zeigte damit eine Verschiebung der vegetativen Lage in Richtung einer mehr vagotonen Einstellung an. Das bedeutet eine Einsparung von Energie, indem unnötige Alarmreaktionen unterbleiben und stattdessen Erholungsvorgänge eintreten.

Der Chemiker Dr. Pratzel an unserem Institut ging die Frage der Umstellung von einer anderen Seite aus an: Er untersuchte die Aminosäuren in einem Eluat aus der Haut mit Hilfe des damals noch neuen Verfahrens der Elektrophorese. Damit wird die Wanderungsgeschwindigkeit verschiedener, in Lösung auf einen Filterpapierstreifen aufgetragener Stoffe in einem elektrischen Feld gemessen. Nach einer definierten Zeit sind die einzelnen Aminosäuren verschieden weit gewandert, sie sind getrennt und können identifiziert werden. Sie werden dann mit einer Substanz besprüht, die eine Farbreaktion ergibt. Aus der Farbdichte wird auf den Mengenanteil geschlossen.

Die prozentuale Zusammensetzung des Aminosäurespektrums ändert sich im Lauf der Kneippkur bei verschiedenen Patienten in ähnlicher Weise und kann als Indiz einer Umstellung des Hautstoffwechsels angesehen werden.

Die Ergebnisse der genannten Untersuchungen wurden in einer Broschüre gedruckt und an Interessenten verteilt.

Die Art der Zusammenarbeit, die bis hierher von München aus organisiert und überwacht wurde, änderte sich mit der Zeit. Die Chefärzte der Häuser, in denen eine grössere Anzahl von Patienten nach den Kneipp'schen Grundsätzen behandelt wurden, waren so an einer wissenschaftlichen Erforschung der Therapie und ihrer Wirkungen interessiert, dass sie von sich aus die Themen bestimmen und die Überwachung der Arbeiten übernehmen wollten. Die Rolle des Instituts konnte sich da auf gelegentliche Diskussionen, auf die Empfehlung geeigneter Doktoranden und den Vorschlag von Methoden beschränken. Auf dieser Basis fand über viele Jahre hinweg ein reger Austausch von Erfahrungen statt. Die Ergebnisse und Erfahrungen wurden regelmässig in wissenschaftlichen Veranstaltungen des Sebastian Kneipp-Instituts diskutiert und in Sonderheften veröffentlicht. Ähnlich wie in Bad Reichenhall fasste dieses Insti-

tut die örtliche Forschungstätigkeit zusammen, die in verschiedenen Kliniken und Arztpraxen stattfand. Vor allem Dr. Teichmann war der Motor und Koordinator dieser Arbeit.

Ein Gebiet, bei dem unser Institut durch Entsendung von Doktoranden und durch methodische Hilfestellung besonders aktiv mitwirkte, war die Nachbehandlung von Herzinfarktpatienten. Man musste sich bei verschiedenen Behandlungsformen vorsichtig an die Möglichkeiten und Grenzen des Nützlichen oder Schädlichen herantasten. So galt eine ausführliche Untersuchung den Armbädern mit ansteigender Wassertemperatur. Dabei kamen die heute überholten und durch bessere Methoden ersetzen Kreislaufanalysen nach Wezler/Böger zur Anwendung, die aus der Form von Pulskurven das Herzschlagvolumen und den peripheren Kreislaufwiderstand zu erschliessen versuchten. Auch die sogenannte Impedanzkardiographie wurde angewandt. Beide Methoden zeigten kaum Veränderungen während der Armbäder, der systolische und diastolische Blutdruck nahm während der Kneippkur ab. Die ansteigenden Armbäder konnten somit auch bei den Patienten mit vorangegangenem Herzinfarkt als gefahrloses und nutzbringendes Heilverfahren empfohlen werden.

Ähnlich war es bei der Sauna: Mancherseits wurde sie als gefährlich für solche Patienten betrachtet.

Zu den EKG-Untersuchungen, die als Kriterium der Herz/Kreislaufwirkung in der Sauna vorgenommen wurden, konnte unser Institut ein Magnetband-Aufzeichnungsgerät und vor allem spezielle Elektroden beisteuern, die eine ungestörte Ableitung der Herz-Aktionsströme auch bei schweißbedecktem Körper erlauben. Die Elektroden hatte ich entwickelt, um auch im Bad mit elektrisch leitfähigem Mineralwasser EKG-Ableitungen machen zu können.

Die Sauna erwies sich als gefahrloses Kurmittel, wenn einige Vorsichtsmaßnahmen beachtet wurden. Vor allem muss man die abrupte Abkühlung durch ein nachfolgendes kaltes Tauchbad vermeiden.

Bei vielen Untersuchungen wurde ich als Berater angesprochen, wenn die Auswahl geeigneter Methoden anstand oder wenn es technische Fehler zu beheben galt. Ich war aber nicht so aktiv in das Geschehen eingeschaltet, dass es mir angebracht schiene, in diesem Buch darüber zu berichten.

Dass die Bearbeitung von Problemen der Kneipptherapie im Institut nicht zu kurz kam, dafür sorgte im übrigen Herr Dr. Stappert, ein aktiver und überzeugter Kneipparzt aus Nürnberg. Er war mit uns durch eine rege und aufopfernde Tätigkeit für den Verein der Freunde des Instituts für Balneologie und Medizinische Klimatologie verbunden.

Kneipp-Preis

Wenn der Name „Kneipp“ angesprochen wird, sollte ich auch erwähnen, dass der jährlich vergebene Kneipp-Preis einmal mir zugesprochen wurde. Ich habe ihn erhalten, weil ich mir im Selbstversuch Terpene intravenös injiziert habe. Dies war notwendig, um zu ermitteln, wieviel davon beim Baden durch die Haut ins Blut gelangt. Die Prozedur war ein wenig schmerhaft, das Risiko dabei war aber gering. Immerhin war sie so ungewöhnlich, dass ich nicht wagen konnte, sie anders als bei mir selbst durchzuführen.

19.Kapitel

Journalisten verwenden zur Konstruktion prägnanter Überschriften gern den Stabreim. Ich mache es ihnen nach und wähle für das folgende Kapitel die Überschrift

Bezeichnungen, Begriffsbestimmungen, Bäderkalender

Der Deutsche Heilbäder-Verband DHV (bis 1999 Deutscher Bäderverband DBV) ist ein Zusammenschluss von Kurorten, deren Funktion durch Bezeichnungen oder Prädikate ausgedrückt wird: Heilbad, Seeheilbad Kneippheilbad oder Heilklimatischer Kurort. Als Vorstufen zu einer künftigen Entwicklung sind noch die Bezeichnungen Erholungsort, Seebad, Kneippkurort, Luftkurort und Heilquellenkurbetrieb eingeführt.

Die genannten Prädikate dürfen nicht verwechselt werden mit der Bezeichnung „Bad“ als Bestandteil des Ortsnamens. Sie wird von den Länderbehörden vergeben; unter den Ortsnamen „Bad....“ befinden sich auch solche, die den Titel in längst vergangenen Zeiten erhalten und möglicherweise heute keinen Badebetrieb mehr haben, keine Heilquelle nach der heute gültigen Definition.

Welche Bedingungen die Orte erfüllen müssen, um eines dieser Prädikate (oder mehrere) zu erlangen, ist in den sogenannten „Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“ festgelegt. Dieses Regelwerk der freiwilligen Selbstkontrolle dient auch den Länderbehörden als Grundlage von Maßnahmen und Entscheidungen. In Bayern steht in der Gemeindeabgabenverordnung, dass die Begriffsbestimmungen sozusagen den Stand der Technik darstellen.

Im „Deutschen Bäderkalender“ sind für die anerkannten Kurorte alle Fakten aufgelistet, die der Arzt wissen und dem Patienten vermitteln sollte, wenn er Heilkuren verschreibt.

Das ist jedenfalls die mit den Prädikaten und mit den zugehörigen Ordnungs- und Informationstexten verfolgte Absicht. Meine Erfahrungen mit Kurverwaltungen und Ärzten lassen mich allerdings daran zweifeln, ob dieses Ziel erreicht oder wenigstens angenähert wird: Kaum jemand kennt die betreffenden Schriften genauer, geschweige denn hat man die Zeit, sie zu nutzen oder eingehend zu studieren. Dabei enthalten sie viele nützliche und lesenswerte Dinge.

Als ich vor einiger Zeit die älteren Auflagen der Begriffsbestimmungen aus Platzmangel wegwerfen musste, fiel mir auf, dass es dünne, auch für meine unfallgeschädigten Augen mühelos lesbare Heftchen waren im Gegensatz zur derzeit gültigen 11. Auflage. Sie hat 82 Seiten im Kleindruck. Rechnet man ein, was durch kleinere Schrift und bessere Ausnutzung des Formats an Platz gewonnen wurde, so kommt man auf rund das sechs-fache des Textumfangs. Allein schon die Präambel, die den Zweck hat, die Bestimmungen zu begründen und zu rechtfertigen, nimmt 26 eng bedruckte Seiten ein. Man kann gut verstehen, dass kaum jemand (ausser den Autoren) sich die Zeit nimmt, das Heft durchzulesen.

In den Kalendern der Kurdirektoren stehen wohl die Termine der nächstfälligen Kontrollanalyse der Quellwässer, sowie der Überprüfung der Luftreinheit, die alle 10 Jahre erfolgen muss, aber von der ernsten, geduldigen Arbeit der Fachausschüsse des Bäderverbands zur Berücksichtigung der Forderungen von Wissenschaft und der praktischen Erfahrungen dringt kaum etwas in die Kurorte. Sie ist nämlich der Ursprung der Begriffsbestimmungen. Allenfalls werden sie hervorgeholt und studiert, wenn ein Ort erstmals ein Prädikat oder eine Höherstufung beantragt.

Es sei hier nicht einer intensiveren Kontrolle oder gar einer Überwachungseinrichtung das Wort geredet, aber eine Verbreitung der zu ihrem Wohl ausgedachten Bestimmungen unter den Patienten und Kurgästen könnte nicht schaden. Dazu müssten sie in eine mit vernünftigem Zeitaufwand lesbare und allgemeinverständliche Form gebracht werden. Auch die Kurärzte sollten hier und da einen Blick in die Begriffsbestimmungen tun. Ein Vergleich zwischen dem, was darin gefordert wird und den vorgefundenen Realitäten würde sicher den Anstoss zur Beseitigung manchen Defizits geben. Es gehört dazu allerdings auch das Unterscheidungsvermögen zwischen Nörgelei und berechtigten Hinweisen.

Manche Wissenschaftler halten nicht viel vom Bäderverband und seinen Veröffentlichungen. Für den Lehrstuhlinhaber in München ist das verständlich, hatte ihm doch ein Präsident des Bäderverbands „wissenschaftliche Bauchschmerzen“ vorgehalten anlässlich einer Kritik an einem Werbeslogan. Dabei kann man wirklich fragen, ob die jährlich ausgegebenen Leitworte immer richtig sind. Ob „Opas Kur ist tot“ ein gutes Werbeargument war oder ob die einseitige Betonung der Bewegung und Aktivität, die zeitweilig vorherrschte, dem Charakter der Kur entsprach, kann man bezweifeln. Heute ist sie durch das Gegenteil abgelöst, jedenfalls wird das Schlagwort „Wellness“ eher als Aufforderung zum Ausruhen verstanden als zu einem vernünftigen Wechsel von Anstrengung und Ruhe.

Der Bäderverband ist eben in erster Linie ein auf wirtschaftliche Interessen ausgerichteter Zusammenschluss der Kurorte mit allen Vor- und Nachteilen dieses Status. Zwar betreut und unterhält er auch wissenschaftliche Vereinigungen. In einem 1994 erschienenen Buch werden sie von dem ehemaligen Präsidenten Dr. Hüfner ausführlich beschrieben. Auch spendiert der Verband den bärwissenschaftlichen Forschern auf Antrag jährlich Zuschüsse zu ihren Arbeiten. Aber gemessen am Bedarf und verglichen mit den Beträgen, die für die Entwicklung und Erprobung pharmazeutischer Produkte ausgegeben werden, ist das nur der berühmte Tropfen auf den heißen Stein.

Spinnt man den Vergleich mit pharmazeutischen Behandlungsprodukten weiter, so müssten eigentlich in den Preisen für balneologisch-therapeutische Prozeduren entsprechende Anteile für die Bärwissenschaft enthalten sein und ihr zugeführt werden.

Solche Vorschläge, z.B. in Gestalt eines „Forschungspfennigs“ oder „Forschungsgroschens“ für Bäder, Trinkkurverordnungen oder Inhalationen sind schon wiederholt gemacht, aber nie verwirklicht worden. Die schätzungsweise 2,3 bis 2,5 Millionen Kurgästen jährlich erhalten mindestens 23 Millionen Anwendungen. Das würde bei nur einem Cent Forschungsabgabe einen beträchtlichen Betrag ergeben.

Aber die annähernd 330 Kurorte gehören 15 Landesverbänden an, die weitgehend selbstständig operieren. Bei einer solchen Struktur ist die Verordnung einer wie immer gearteten Abgabe nicht möglich. Eine freiwillige Einigung auch nicht?

Die Vertretung der Bärwissenschaft in Lehre und Forschung entspricht kaum ihrer gesundheitlichen und wirtschaftlichen Bedeutung. Es gibt immerhin ungefähr 900 Kurärzte; die Bedingungen ihrer Ausbildung und Fortbildung unterliegen zeitweise einer kontroversen Diskussion.

Die Regeln und Vorschriften der „Begriffsbestimmungen“ entstehen in den Ausschüssen des Bäderverbands. Dort werden sie auch laufend aktualisiert. Das heilsame Prinzip der Trennung von Exekutive und Legislative kommt da – der Not gehorchend – manchmal zu kurz. Ob zum Beispiel die Messwerte der Staubbelastung die vorgeschriebenen Grenzwerte überschreiten, wird von dem gleichen Ausschuss überwacht, der die Grenzwerte festgesetzt hat. Das führt manchmal zu Ungereimtheiten, aber es ist kaum zu vermeiden. Die Zahl der Fachleute, die bereit sind, ihre Kenntnisse und die erforderliche Zeit für das Bäderwesen zur Verfügung zu stellen, ist so begrenzt, dass man mit dem gegenwärtigen Zustand zufrieden sein muss. Die Ausschüsse sind, soweit ich das beurteilen kann, mit Kennern der Materie und der Notwendigkeiten in den Heilbädern besetzt.

Als Beispiel führe ich den Ausschuss für Medizinmeteorologie an, dem ich viele Jahre angehörte. In gewöhnlich ein bis drei Sitzungen pro Jahr werden alle Fragen behandelt, die einerseits mit dem Klima, andererseits mit der Luftreinheit in den Kurorten zusammenhängen. Da werden manche Entschlüsse gefasst, die nur verständlich sind, wenn man weiß, dass die Meteorologen einer Behörde wie der Deutsche Wetterdienst fast allein das Sagen haben. Je- doch, würde diese Behörde nicht die klimatischen Verhältnisse in den Kuror- ten laufend überwachen und die Hauptlast der Kontrolle über die Luftreinheit tragen, dann stünde es schlecht um diese Bedingungen. Wenn die Klimabeob- achtungen nicht mit einheitlichem Instrumentarium und strenger Einhaltung von Regeln ausgeführt werden, sind sie nicht vergleichbar; es kann nicht un- anfechtbar festgestellt werden, ob die Grenzwerte eingehalten werden. Bei der Luftreinheit ist es ähnlich: Die gelegentlich angesetzten Ringversuche haben gezeigt, dass manche Bewerber um die Messung von schädlichen oder uner- wünschten Substanzen ihre Fähigkeiten überschätzen.

Die Organisation des Deutschen Bäderwesens ist durch die Zuständigkeit der Bundesländer für die behördlichen Maßnahmen gekennzeichnet. Dass sich ein Verband konstituieren konnte, der die gemeinsamen Interessen vertritt und für eine gewisse Einheitlichkeit des Vorgehens sorgt, ist keine Selbstverständ- lichkeit. Man darf trotz mancher Mängel mit der Entwicklung zufrieden sein. Für Verbesserungsmöglichkeiten sehe ich aber noch Raum.

20.Kapitel

Radontherapie

Der Begriff „Radioaktivität“ ist hochgradig mit Vorurteilen, Meinungen, Behauptungen, weltanschaulichen Überzeugungen und politischen Querelen belastet. Meist unberechtigt wird auch die Strahlenwirkung des Radon und speziell die Radontherapie in eine pauschale Ablehnung einbezogen. Deshalb habe ich mir lange überlegt, ob es sinnvoll ist, über meine Tätigkeit auf diesem Gebiet zu berichten. Ich versteige mich nicht dazu anzunehmen, dass es mir gelingen könnte, die Meinungen und Überzeugungen auf diesem Gebiet zu ändern.

Es ist aber nun einmal so, dass die radioaktive Strahlung, besonders diejenige von Radon und seinen radioaktiven Folgeprodukten zu den Reizen gehört, denen wir ständig und unentrinnbar ausgesetzt sind. Die wissenschaftliche Forschung hat uns gelehrt, dass die menschliche Natur Abwehrmechanismen gegen die schädlichen Folgen dieser Reize entwickelt hat. Dass sich diese Mechanismen in gewissen Grenzen üben lassen, jedoch bei zu hoher Dosis versagen, ist eine Erkenntnis von allgemeiner Gültigkeit. Strittig kann nur sein, wo die Grenzen liegen und wie eine Abwägung von Nutzen und Schaden einer vorübergehenden Dosiserhöhung - wie sie bei der Radontherapie vorliegt - ausfällt. Das ist eine ärztliche Angelegenheit, für die ich als Physiker nicht zuständig bin.

Wohl aber gehört es zu meinen Aufgaben, die Grundkenntnisse von der Wirkung radioaktiver Strahlen zu vermehren und sie den Ärzten zu vermitteln.

In der letzteren Funktion wurde ich schon bald nach dem Einzug in das Klinikum an der Ziemssenstraße engagiert. Bei Strahlenschutzlehrgängen für Röntgenärzte hatte ich verschiedene Themen im Unterricht zu übernehmen. Bald ergab sich auch die Notwendigkeit, das vorhandene, recht dürftige Instrumentarium an Messgeräten durch Eigenkonstruktionen zu ergänzen. Fertige Geräte gab es kaum oder - wenn sie vielleicht aus den USA zu kaufen gewesen wären - waren zu teuer. Ich erinnere mich noch an einen Gutachtensauftrag, bei dem die in einem Patienten verbliebene Menge von Thorotrast bestimmt werden musste. Als Kontrastmittel für die Darstellung im Röntgenbild sind schwere Elemente nötig. Deshalb hatte man vereinzelt Thorium mit der hohen Ordnungszahl 90 im periodischen System der Elemente statt Jod oder Barium verwendet, ohne zu berücksichtigen, dass die Folgeprodukte dieser natürlich radioaktiven Substanz irreparable Schäden anrichten können. Die für dieses Gutachten angefertigte, für den Nachweis sehr kleiner Mengen radioaktiver

Gase bestimmte Ausrüstung hat später bei Radonmessungen an Quellen noch oft gute Dienste geleistet.

Zunächst beanspruchte aber die Verwendung künstlich radioaktiver Elemente zur Bestimmung der Resorbierbarkeit von Inhaltsstoffen der Quellwässer unsere ganze Aufmerksamkeit. Als im Institutsneubau eine wohl ausgerüstete Isotopenabteilung entstand, galt dies in besonderem Maße.

Die Radontherapie wurde erst wieder aufgegriffen, als in Bad Münster am Stein nahe Bad Kreuznach das Radon-Inhalatorium erneuert werden sollte und man uns um Rat fragte. In dem Kurort entspringen mehrere Mineralquellen mit unterschiedlichem Radongehalt. Genügend ergiebig für einen Kurbetrieb ist aber nur eine. Ihr Gehalt an Radon liegt bei etwa 4 Nanocurie/ Liter und damit unterhalb der in den Begriffsbestimmungen festgesetzten Grenze von 18 nCi/l. Im jetzt üblichen Maßsystem beträgt dieser Grenzwert 666 Becquerel/Liter. Das heisst es spielen sich 666 Zerfälle pro Sekunde ab. Erst wenn die Aktivität diesen Wert erreicht oder überschreitet, darf die Quelle als radioaktiv bezeichnet werden. Auch der Grenzwert 1 nCi/Liter für radioaktive Luft wurde im Inhalatorium oft nicht erreicht.

Ich hatte eine Idee, wie dem abzuhelfen sei. Für ihre Verwirklichung war der Umstand günstig, dass der Quellwasser-Behälter und das ganze Rohrsystem ohnehin erneuert werden musste. Da konnte man gleich etwas ganz neues erstellen.

Die Kurverwaltung holte als erstes ein Angebot von einer renommierten Bäderfirma ein. Dabei zeigte sich, dass diese die Besonderheiten von Radonquellen nicht beherrschte. Zur Konservierung des Radongehalts schlug sie einen geschlossenen Quellwasserbehälter und die Lagerung unter Stickstoff vor! Diese Technik wäre beispielsweise bei Schwefelquellen angebracht, bei Radonquellen ist sie wirkungslos bis schädlich. Das Radon zerfällt ja unaufhaltsam; nach jeweils 3,8 Tagen, der sogenannten Halbwertszeit, ist nur mehr die Hälfte der Ausgangsaktivität vorhanden. Das heisst, dass jeder Tag Lagerung einen Radonverlust von etwa 16 % bringt. Wird also ein möglichst hoher Gehalt an Radon angestrebt - wie es bei der ohnehin schwachen Quelle der Fall ist - dann muss man dafür sorgen, dass nur frisch entsprungenes Quellwasser zur Verwendung kommt.

Das Angebot der Bäderfirma musste also korrigiert werden. Die erwähnte Idee lief darauf hinaus, bei der Inhalation nur reines Radon zu verwenden, ohne die Zerfallsprodukte, die sich an Partikel anlagern und mit eingeatmet werden. Die Einatmung von Radon-Zerfallsprodukten führt zum Beispiel beim

Radon in Wohnräumen zum überwiegenden Teil der unerwünschten Strahlenbelastung, während das Edelgas Radon nur relativ kurz im Körper bleibt.

Die Inhalation des frisch aus dem Quellwasser entbundenen Radons wird dadurch erreicht, dass die von einer Pumpe geförderte, zur Einatmung kommende Luft durch das radonhaltige Quellwasser sprudelt. Sie wird dann in Hauben geleitet - sie sehen ungefähr aus wie die Haartrockner beim Frisör. Der mit dem Kopf unter der Haube sitzende Kurgast kann frei atmen. Zusätzlich ist vor den Inhalationshauben noch ein Filter angeordnet, der alle mitgeführten, möglicherweise mit Radioaktivität beladenen Partikel entfernt.

Der Radonexperte Professor Sansoni untersuchte später einmal das Inhalatorium in Bad Münster am Stein. Er maß auch das Verhältnis von Radonaktivität zur Aktivität an Partikel angelagerter Zerfallsprodukte; es wird als Gleichgewichtsfaktor bezeichnet. Da staunte er nicht wenig über den äusserst niedrigen Wert von 0,0006. Für Wohnräume rechnet die Strahlenschutzkommission mit $F = 0,4!$

Der Gehalt der Inhalationsluft an Radon stieg auf 10 bis 14 nCi/ Liter als Folge der Durchleitung durch immer frisches Quellwasser.

Die Erhöhung in der inhalierten Luft gegenüber der Aktivität der Quelle von nur etwa 4 nCi/l ist eine Folge der Verteilung des Gases Radon auf Wasser und Luft nach der sogenannten Ostwald'schen Löslichkeit.

Dass die auf eine Vermeidung einer unnötigen Strahlenbelastung ausgerichteten Besonderheiten der Anlage in Bad Münster am Stein nur von wirklichen Fachleuten erkannt werden, sieht man aus der Diskussion um ein Verbot der Aufsichtsbehörde. Sie beanspruchte meine Zeit so, dass ich nicht mehr zu aktiver Arbeit an der Technik der Radoninhalation kam. Auch mehrere hochangesehene Experten waren in den Meinungsstreit eingeschaltet, ohne dass eine Entscheidung erreicht wurde. Die Crux bestand darin, dass zwar überzeugende Argumente für eine Unschädlichkeit existierten, dass aber damals die Heilerfolge nicht durch eine Gegenüberstellung von Behandlungsserien mit und ohne Radontherapie beweiskräftig demonstriert werden konnten. Alle Berichte darüber beruhten auf Erfahrung und Kasuistik.

Mein Kollege Dr. Pratzel hat sich sehr intensiv um dieses Gebiet angenommen. Es gelang ihm zuerst, experimentelle Beweise für einen Mechanismus zu finden, der auf Zellen des Immunsystems wirkt und an dem Heileffekt der Radontherapie beteiligt sein könnte. Entscheidend war aber, dass es ihm gelang, Vergleiche zwischen Patientengruppen mit und ohne Radonbehandlung zu organisieren. Die Auswertung der Ergebnisse bestätigte die empirischen Befunde über eine erst nach der Kur einsetzende, mehrere Monate anhaltende Verminderung der rheumatischen Beschwerden. Die subjektiven Angaben der

Patienten wurden durch Algimetrie - also Schmerzmessung - erhärtet. Mein Kollege Dr.Kröling hat dazu ein elektronisches Algimeter entwickelt; es beruht auf einem Prinzip, das wir in primitiver Ausführung schon vor Jahrzehnten angewandt hatten: Der Druck eines Stempels auf eine geeignete Hautstelle wird, von einem geringen Ausgangswert beginnend, allmählich erhöht, bis die Druckempfindung in Schmerz übergeht. Der dazu nötige Druck wird bei dem neuen Gerät elektronisch erzeugt und gemessen.

Der Streit um ein eventuelles Verbot der Radontherapie in Bad Münster geht aber unbeindruckt von dem Nachweis der günstigen Wirkung bei Leiden, die anders nur durch Medikamente mit bekannt schädigenden Nebenwirkungen behandelt werden können, weiter. Ich erwähnte schon, dass es nicht meine Sache sein kann, hier zu entscheiden. Aber meine Ansicht will ich doch an dieser Stelle äussern:

Natürlich denkt kein vernünftiger Arzt daran, Jugendliche ins Radon-Inhalatorium zu schicken. Nicht nur die Sorge um etwaige Strahlenschäden verbietet das. Aber warum sollen alte, z.B. an Morbus Bechterew leidende Personen gezwungen werden, nach Badgastein in den Böcksteinstollen oder nach Ischia zu reisen, um ein paar Monate ihre Beschwerden loszuwerden oder zu lindern?

Bei der Erwähnung von Ischia fällt mir ein, dass ich mehrmals zu Radonmessungen dorthin gerufen wurde, einmal auch mit Professor Drexel. Ein österreichischer Unternehmer wollte ein Quellareal erwerben, um daraus ein Therapiezentrum mit Arzt und verschiedenen Behandlungseinrichtungen zu machen. Es zeigte sich, dass der Radongehalt nicht in allen Quellen und Höhlen ausreichte, um nach unseren Vorstellungen und Regelungen als radioaktiv bezeichnet zu werden. Ich habe den Verdacht, dass früher auch bei uns manche Quelle fälschlich in den Ruf geraten ist, radioaktiv zu sein. Die Präzision der früher benutzten Elektrometer und Ionisationskammern hängt nämlich von der Güte der Isolatoren ab. Die damals verfügbaren Materialien neigen zur Bildung eines oberflächlichen Wasserfilms und damit zum Vortäuschen einer gar nicht vorhandenen Radioaktivität. Aber heißes Wasser gibt es auf Ischia in Hülle und Fülle und damit ein wichtiges Hilfsmittel für die Therapie. Mit den Exkursionen nach Ischia verbindet sich für mich manche erwähnenswerte Episode. Ich erspare mir Einzelheiten einer stürmischen Überfahrt, da mich die Seekrankheit und die Erinnerung an U-Bootsfahrten quälte. Aber die Erfahrungen mit der Zollbehörde sind doch ein paar Worte wert.

Ich hatte schon in München alle Geräte beim Zoll angemeldet und mit Stempeln versehen lassen. Bis zur Einschiffung in Neapel ging alles gut. Dort wur-

de mir aber bedeutet, dass die Zollstelle auf Ischia nicht ständig besetzt sei. Niemand wusste, wann jemand da war. Ich freute mich zunächst darüber, dass ich so von den lästigen Formalitäten unbehelligt blieb. Bei der Rückfahrt war aber ein Zollbeamter da und wollte die Ausfuhr der Geräte nicht genehmigen! Ich habe dann zwei Tage damit verbracht, sie loszueisen.

Dass solche Schwierigkeiten nicht auf den italienischen Zoll beschränkt sind, musste ich einige Jahre später in München erfahren. Ein Schweizer Fabrikant wollte uns eine Anlage zur Desinfektion von Badewasser mit Ozon schenken. Ich nahm das Geschenk an und transportierte es nach Anmeldung beim Zoll ins Institut. Eines Tages traf eine hohe Rechnung über Zollgebühren ein. Alle Erklärungen, dass es sich um ein Geschenk zur Erprobung handelte, halfen nichts. Ich packte schliesslich das Gerät in unseren Institutswagen und fuhr zur nächstgelegenen Zollgrenze im österreichischen Griesen. Dort erhielt ich ein Papier mit Stempel, das ich beim Hauptzollamt in München vorlegte. Wir hatten nun keinen Zoll zu zahlen!

Wenn es noch einen weiteren Beweis dafür braucht, dass es für den Amtsschimmel nicht auf den Sinn von Gesetzen und Vorschriften ankommt, sondern auf den Buchstaben, hier ist er.

21.Kapitel

Mitarbeiter

Meine ursprüngliche Absicht war, an dieser Stelle alle Mitarbeiter mit ihrem Beitrag zu den Aufgaben des Instituts für Balneologie und Medizinische Klimatologie aufzuführen. Bald merkte ich jedoch, dass für ein solches Unterfangen meine Unterlagen zu dürftig sind. Stattdessen entwarf ich eine Liste von Fragen und verschickte sie an die Mitarbeiter, deren Anschrift ich wusste oder die noch im Institut tätig waren. Der Rücklauf war unvollständig. Die Non-Responder müssen mit der Wiedergabe meiner Eindrücke zufrieden sein.

Als erstes will ich über zwei Gründungsmitglieder des Instituts, Professor Heinrich Drexel und Dr. Kurt W.Schnelle berichten. Bei beiden muss ich eine Mischung aus eigenen Eindrücken und Daten aus Geburtstagsartikeln zusammenstellen. Bei dem einen, weil er zu bescheiden ist, um über sich selbst etwas auszusagen, bei dem anderen, weil er leider 1981 verstorben ist.

Einen Dr.Drexel lernte ich erst kennen, als er von der Erprobung der neu erbohrten Therme aus Füssing ins Institut kam. Er war 1946 aus langer russischer Gefangenschaft in die Heimat gelangt. Dann hatte er bei Professor v.Bergmann, Professor Gottfried Böhm und seinem Nachfolger Professor v. Braunbehrens eine internistische und radiologische Fachausbildung absolviert. Als das balneologische Institut gegründet wurde, dessen medizinische Abteilung unter der Leitung des Lehrstuhlinhabers für Physikalische Medizin und Röntgenologie stand, betraute man ihn zuerst mit der Aufgabe in Füssing. Er löste sie perfekt, wie der Tätigkeitsbericht zeigt, der über 1500 klinisch erfasste und durchuntersuchte Fälle ausweist.

Danach kam er ins Institut und befasste sich intensiv mit balneologischer und physikalisch-therapeutischer Grundlagenforschung. Untersuchungen über den Wärmeübergang in Moorbädern bildeten schliesslich die hauptsächliche Grundlage seiner Habilitationsschrift, die er 1964 einreichte. Es folgten mehrere Jahre im Altstadtklinikum, ausgefüllt mit balneologischer Forschungstätigkeit. Dabei lernten wir uns näher kennen und schätzen. Seine medizinische Kenntnisse ergänzten sich mit meiner physikalisch-technischen Richtung. Nach einer Reihe von gemeinsamen Veröffentlichungen entstand der Name „wissenschaftliche Zwillinge“. Aus Dr.Drexel war Professor Drexel geworden. Bald gewann auch das Projekt eines neuen Universitätsklinikums in München-Großhadern Gestalt. Das erforderte umfangreiche Planungsarbeiten, an denen

er erheblichen Anteil hat, vor allem an der Ausgestaltung der physikalischen Therapie.

1973 wurde ihm der Lehrstuhl für Physikalische Medizin anvertraut. Damit war er Direktor der Klinik für Physikalische Medizin mit einer eigenen Bettenstation, der Staatlichen Berufsschule für Krankengymnastik, sowie des Instituts für Balneologie und Medizinische Klimatologie.

Mit der Fülle von Aufgaben und Verpflichtungen konnte er nur als geradezu fanatischer Arbeiter fertig werden. Selten kam er vor 9 oder 10 Uhr abends nach Hause, untertags ersetzten meist viele Tassen Kaffee das Essen.

Ich habe ihn als Freund leiser Töne kennengelernt, der seinen Mitarbeitern gegenüber sehr tolerant war. Auch lustigem Beisammensein war er nicht abgeneigt. Wissenschaftliche Arbeiten prüfte er sehr kritisch, gegenüber eigenen Ergebnissen und Gedanken war er eher skeptisch. Diese Geisteshaltung prägte – wie ich meine – auch seinen Gesichtsausdruck. Dass ihm verdientermaßen zahlreiche Ehrungen zuteil wurden, brauche ich kaum zu erwähnen.

Aus anderem Holz geschnitten war Dr.K.W.Schnelle. Er bevorzugte die Ausgewogenheit zwischen Arbeit und Freizeit. Dabei war er pflichtbewusst und korrekt. Ich würde ihn vom Wesen und seinen Fähigkeiten eher als Diplomaten einstufen denn als Wissenschaftler. Er hatte umfassende Kenntnisse über die Heilmittel, Personen und Situationen im Bäderwesen, was ihn befähigte, im Handbuch von Amelung und Evers das Kapitel über Bäder und Kurorte zu schreiben. Darin sind die wichtigsten Heilbäder Mitteleuropas aufgelistet, nach ihren Heilanzeichen geordnet und mit der Kennzeichnung ihrer Quellengrundlage versehen.

Sein Rüstzeug an Kenntnissen und Beziehungen wusste Dr.Schnelle vortrefflich in den Dienst des Instituts und der bayrischen Heilbäder zu stellen. Er tat dies vorzugsweise beim „Telefondienst“, wie er es nannte. Da wir anfänglich nur eine einzige Amtsleitung hatten, war es zu solchen Zeiten für andere Institutsmitglieder unmöglich zu telefonieren. Die Gespräche mit Kurdirektoren oder mit dem Finanzministerium, dem die bayrischen Staatsbäder unterstanden, dauerten lang und klangen unverbindlich. Zu meinem Erstaunen bewegte sich die besprochene Angelegenheit dann meist in die erwünschte Richtung. Unvergesslich werden mir die Fahrten mit Dr.Schnelle in seinem Wagen bleiben: An der Küste von Amalfi entlang nach einem Kongress auf Ischia oder im Bayrischen Wald auf der Suche nach erschliessungsfähigen Orten mit bevorzugtem Klima. Dabei zeigte sich, wie geschickt er das Angenehme mit dem Nützlichen verbinden konnte. Kurz, er war ein ausgezeichneter Vertreter der Interessen des Instituts, und sein Tod hinterliess eine spürbare Lücke.

Ich komme jetzt zu Dr.Wolfgang Stappert, der zwar kein angestelltes Institutsmitglied war, aber der Balneologie mit Leib und Seele verschrieben.

Im Verein der Freunde des Instituts für Balneologie und medizinische Klimatologie spielte er die wichtigste Rolle. Als Schatzmeister des gemeinnützigen Vereins verwaltete er die Mittel, die dem Institut für Forschungsaufgaben zuflossen. Die Kneippwerke unter Senator Leusser wandten dem Institut zum Beispiel jahrelang eine feste Summe zu Forschungszwecken zu, ausserdem wurden zweckgebundene Mittel für zahlreiche Untersuchungen gestiftet. Allein die Buchführung erforderte viel Zeit und Arbeit für den Kneipparzt, der aus seiner Praxis in Nürnberg jedesmal nach München fahren musste.

Dr. Stappert liess es aber nicht damit bewenden. Er pachtete einen für die ehemaligen königlichen Herrschaften prunkvoll ausgestatteten Raum im Bahnhof Possenhofen und richtete darin eine Lehrsammlung für die Geschichte der Balneologie ein. Auch beteiligte er sich an den wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts.

Bei den nachfolgenden Mitarbeitern halte ich mich an die alphabetische Reihenfolge, ausserdem gilt: Was nicht in den Antworten auf meine Fragenliste enthalten ist, gibt nur wieder, was ich aus dem Gedächtnis an Daten und subjektiver Meinung sagen kann.

Dass Herr Dr.Jürgen Kleinschmidt durch meine Weisswurstvorlesung zu uns kam, habe ich im Kapitel über die Wetterföhligkeit erwähnt; das war 1971.

Er hat Physik an den Universitäten Göttingen und München studiert, ist jedoch jünger als ich, sodass seine akademische Laufbahn – wie bei den anderen Mitarbeitern – nicht durch den Krieg gestört wurde. Eine zusätzliche Ausbildung in Humanmedizin in München und Humanbiologie in Marburg befähigen ihn in besonderem Maß zum Verständnis und zum Anpacken medizinischer Probleme. Seine Habilitationsarbeit beschäftigte sich mit der Wirkung von Ozon auf den Menschen. Die Lehrbefugnis erhielt er 1984 und eine außerplanmässige Professur 1990.

Ich hatte von Anfang an die Hoffnung, dass er weiterführen werde, was ich begonnen hatte. Das hat sich auch erfüllt.

Zur Frage in meiner Liste nach der hauptsächlichen Tätigkeit verweist er auf Texte im Internet.

Ich will stattdessen schreiben, was mir gerade einfällt: Er hat meine Arbeiten über die Wirkungen von Ozon weitergeführt, auch die Untersuchungen über den Wärmeübergang in Breibäder neu aufgenommen und unter anderen Gesichtspunkten veröffentlicht. 11 Kurlängsschnitte, von Doktoranden an ver-

schiedenen Kurorten erhoben und im einzelnen ausgewertet, hat er zusammenfassend dargestellt und die gemeinsame Systematik herausgearbeitet. Neu waren die Studien über UV-Wirkungen.

Hier wieder Angaben aus der Fragenliste:

Die Frage "Was haben Sie hauptsächlich voran getrieben?" wird mit zwei Begriffen beantwortet, die von Prof. Kleinschmidt stammen:

Medizinische Kur als EIGENNAME zur Abgrenzung vom nicht geschützten Begriff „Kur“ (Bereich Kurortmedizin)

Kontakttemperatur als Pendant zur gefühlten Temperatur bei Peloidanwendungen.

Ausserdem wird in den Nutzen-Risiko-Diskussionen speziell zu UV- und Ozon-Wirkungen die Richtlinie „back to the roots“, sprich: Absolutzahlen statt Relativ-Prozente vertreten mit dem regelmässigen Ergebnis: man soll und kann die Kirche im Dorf lassen!

Die Frage nach den Fortschritten in Balneologie und Klimatologie beantwortet er so:

Weg von Analyse einzelner Faktoren (war sehr wichtig, reicht aber nicht), hin zu komplexen Beschreibungen ("Ganzheitlicher Ansatz");

Weg von "Medizin/Krankheit = tut weh - schmeckt schlecht - ist teuer" zu "Medizin/Gesundheit = wirkt - macht Spass - ist für Allgemeinheit sehr preisgünstig".

Als hauptsächliche Missstände führt er diese Begriffsverwirrungen an:

a) ungeschützter allgemeiner Begriff (Frühjahrs-, Schlankheits-, Schönheits-, Wurm-, Pferde-)Kur; daher die Einführung des Fachterminus „Medizinische Kur“;

b) Vorurteil Kuraufenthalt statt Gesundungsarbeit mit

- "gar kein Zuschuss" (= Kurgast)

über

- „kleiner Zuschuss“ (= freier bzw. ambulanter Kurpatient)

bis hin zu

- „grösserer Zuschuss“ (= klinischer Kurpatient).

Wer sich mit hohen (privaten) Aufwand in Sachen Gesundheit bemüht, darf eine Anerkennung der Gesellschaft erwarten, die vergleichbar ist mit den Zuschüssen bei (privater) Vermögensbildung, bei (privater) Familiengründung, bei (privaten) Spenden, u.a.m.

- c) Bezeichnungen wie "Sport- und Kurhotel" (gemeinsamer Aufenthaltsort für Kerngesunde und gesundheitlich Angeschlagene?).
- d) Verwechslung von Behandlungsziel REHABILITATION (ubiquitär) und Behandlungsform („wir machen REHA“) und damit die Unterstellung, Kurortmedizin und Rehabilitation hätten nichts miteinander zu tun.

Schliesslich kommt die Frage nach der zukünftigen Entwicklung. Dazu schreibt er:

Ein Wiederaufgreifen der Idee der Forschungsaussenstellen an Heilbädern und Kurorten ist überfällig. Schon seit der Institutsgründung 1950 galt dies als Zeichen dafür, dass die Kurorttherapie nicht im wissenschaftlichen Elfenbeinturm, sondern praxisbezogen vor Ort zur Qualitätssicherung wissenschaftlich begleitet, sprich: evaluiert wird.

Jetzt meine Ergänzung: Die organisatorischen Fähigkeiten von Dr.Kleinschmidt waren mir zunächst nicht bekannt. Als ich anfangs in sein Arbeitszimmer kam, sah ich ein Chaos an Papieren überall herumliegen und zweifelte daran, dass er jemals das richtige finden könnte. Aber er hatte mit sicherem Griff sofort die zur Besprechung notwendigen Unterlagen beisammen. Das wiederholte sich ein paarmal und allmählich sah ich das scheinbare Durcheinander mit anderen Augen. Es erwies sich, dass er eine besondere Begabung und auch Vorliebe für organisatorische Fragen hatte. Dies war sowohl für die zeitweilige Funktion als kommissarischer Institutsvorstand als für sein Engagement in Ausbildungs- und Satzungsfragen von Vorteil.

Professor Peter Kröling hat auf meine Fragenliste verspätet geantwortet. Er ist Arzt und war zeitweise in der Patientenversorgung der physikalischen Therapie tätig. In der Wahl seiner Untersuchungsthemen war er fast immer unabhängig vom übrigen Institut. Von seinen Arbeiten kenne ich nur diejenigen, bei denen ich mitgewirkt habe. Ich entsinne mich besonders der Suche nach geeigneten Nachweismethoden für schwache Wirkungen, die kaum Spuren in leicht messbaren Körperfunktionen hinterlassen. Dabei kam er auf den Tagesrhythmus von Mäusen. Ich half mit bei der Konstruktion einer Vorrichtung, die vor allem die nächtliche Aktivität aufzuzeichnen erlaubte, ohne die Tiere zu stören. Es war – glaube ich – ein elektropneumatisches System, das sich am besten bewährte.

Die Angelegenheit ist mir deswegen gut erinnerlich, als ich bei dieser Gelegenheit von der Firma Rohde & Schwarz ein Gerät zur Lochstreifen-

Aufzeichnung gestiftet erhielt. Es diente mir später dazu, um Messergebnisse bei dem „Meteoronauten“-Versuch festzuhalten.

Nun seine eigenen Angaben:

Er kam 1974 ins Institut, nachdem er 1972 als studentischer Interviewer bei unserer Studie über die Wetterföhligkeit mitgewirkt hatte. In der Zwischenzeit erwarb er bei Praxisvertretungen praktische Erfahrungen. Diese wurden auf unserem Spezialgebiet ergänzt, als er 1977/78 in der Klinik für Physikalische Medizin tätig war. Danach widmete er sich wieder im Balneologischen Institut wissenschaftlicher Arbeit. Damit habilitierte er sich 1987 für die Fachgebiete Physikalische Medizin, Balneologie und Medizinische Klimatologie. 1996 wurde er dann zum Professor ernannt.

Als Schwerpunkte seiner Arbeit nennt er die Elektrotherapie, die Ultraschall-, Thermo- und Hydrotherapie. Weiter die klassischen Naturheilverfahren und umstrittene Verfahren, unter anderem die Magnetfeldtherapie. Zur Prüfung der Wirksamkeit physikalischer Heilverfahren entwickelte er Schmerzmodelle und baute die Druckschmerz-Messung zur praktischen Anwendung aus.

Ein weitgespanntes Arbeitsfeld war das sogenannte „Sick Building Syndrom“ (SBS), das besonders in klimatisierten Gebäuden auftritt.

Weiter beschäftigte er sich eingehend mit dem natürlichen Elektroklima und mit dem „Elektrosmog“.

Er ist auch Mitherausgeber der „Zeitschrift für Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin und Kurortmedizin“.

Meine Frage „Was haben Sie am meisten vorangetrieben“ beantwortet Prof. Kröling mit dem Hinweis, dass diese Tätigkeiten zu etwa gleichen Teilen die wissenschaftliche Arbeit ausfüllen.

Die hauptsächlichen Fortschritte in der Balneologie sieht er in der Quantifizierung von bis dato schwer messbaren Größen wie

- a) des Befindens durch anerkannte Fragenlisten,
- b) des Schmerzes durch die Algimetrie.

Als grössten persönlichen Impact bezeichnet er beim SBS die Auslösung eines Umdenkens in Richtung neuer Technologien, DIN-Normen, VDI-Richtlinien für klimatisierten Räumen mit dem eben abgeschlossenen Folgeprojekt Pro-Klima.

Die hauptsächlichen Missstände sieht Prof. Kröling darin, dass die Balneologie versäumt hat, rechtzeitig Outcome-Instrumente zu entwickeln und diese in großen kontrollierten Studien inklusive follow-up einzusetzen. Hierdurch fehlt es nach wie vor an hinreichender Evidenz der Kurwirkung für die meisten Indikationen und Kur-Regimes. Er sieht das als Mitursache des Niedergangs der klassischen Kur. Künftig wird es allenfalls eine Kurortmedizin als Segment der Rehabilitationsmedizin geben.

Der Antwort auf meine Frage nach der Gegenwart und Zukunft im Institut schickt Prof. Kröling die Bemerkung voraus, dass er nur mehr zu 50% tätig sei, weil er von der Altersteilzeit Gebrauch mache. Er meint, im stark verkleinerten Institut seien experimentelle Arbeiten auf absehbare Zeit nicht in Sicht. Seine Arbeit konzentriert sich demnach auf organisatorische Dinge, unter anderem auf die Mitarbeit in der Arbeitsgemeinschaft „Teaching and Outcome Management“, sowie auf die Publikation abgeschlossener Projekte.

Die Antworten, besonders diejenigen auf meine Fragen nach den hauptsächlichen Fortschritten und Missständen in der Balneologie, sind sehr interessant und fordern eine Stellungnahme heraus. Sie spiegeln die skeptische Haltung eines Großteils der Mediziner wider und treffen, besonders was die Gegenwart und Zukunft der klassischen Kur betrifft, wohl zumindest in der Tendenz zu. Man muss jedoch bedenken, dass das Fehlen großer Wirksamkeitsstudien nicht durch mangelnde Einsicht der Bäderwissenschaftler zustande kam, sondern in der Struktur unseres Bäderwesens begründet ist. Diese so zu verändern, dass kontrollierte Studien in dem eigentlich nötigen Umfang möglich werden, würde einen sozialpolitischen Kraftakt erfordern, der kaum denkbar ist und keineswegs stattfindet. So muss sich die Bäderwissenschaft damit begnügen, kleine Brötchen zu backen. Dass auf dieser reduzierten Basis noch viel zu tun verbleibt, ist unbestritten.

Dr. Istvan Magyarosy hat meine Fragenliste nicht beantwortet. Er ist Arzt und im Zusammenhang mit den Unruhen des „Prager Frühlings“ aus Budapest zu uns gekommen. Er war längere Zeit Leiter des sogenannten Zentralbads in der Physikalischen Therapie des Münchener Altstadtklinikums. Dort hat er auch bei Untersuchungen über die Elektromyographie mitgewirkt, also bei der Aufzeichnung von Aktionsströmen der Muskulatur. Der Aufbau der Muskeln aus roten und weißen Fasern ist sein hauptsächliches Arbeitsgebiet. Daneben hat er Patientenbefragungen über die Akzeptanz verschiedener Therapieformen durchgeführt, also zum Beispiel die Massagen oder Bäder. Von seinen Aktivitäten kenne ich nur einen Teil, sie gehören mehr ins Gebiet der physikalischen Therapie, nicht der Balneologie.

Von Professor Helmut Pratzel bekam ich meine Fragenliste ausgefüllt zurück, ich kann also zuerst seine Angaben bringen.

Der Diplomchemiker kam 1961 durch Vermittlung des Arbeitsamts zu uns, nachdem er mit seiner Frau durch die Berliner Kanalisation aus der DDR geflohen war. Vorher war er in Greifswald bei der Gerichtsmedizin als wissenschaftliche Hilfskraft angestellt. Bei uns hat er sich nach seinen Angaben

hauptsächlich mit der Biochemie der Haut, mit der perkutanen Resorption, sowie mit klinischer Forschung über die Wirkungen von Schwefel und Radon beschäftigt.

Auf meine Frage, was er hauptsächlich vorangetrieben habe, kam folgende Antwort: Wissenschaftliche Publikationen über Balneologie und Klimatologie in den USA, in England (UK), Spanien, Italien, Frankreich, Kanada, Russland, Japan, Bulgarien und Rumänien.

(Damit spricht er wohl seine Tätigkeit als Präsident der International Society of Medical Hydrology (ISMH) an).

Den hauptsächlichen Fortschritt sieht er darin, dass seine Studien über Schwefel- und Radonbäder die Kriterien des heute geforderten Forschungsdesigns erfüllen.

Als hauptsächliche Mängel/Missstände beanstandet er die lückenhafte Ausbildung der Ärzte. Weiter schreibt er, dass die Bildung von Entscheidungsträgern zum Gesundheitswesen mangelhaft sei und dem Druck einer Lobby unterliege, die gegen Naturheilverfahren mit kommerziellen Interessen opponiere. Schliesslich sei anerkennenswerte Forschung zu wenig, um ein Fachgebiet zu stützen. Erkenntnisse werden von Entscheidungsträgern nicht gelesen, auch wenn sie in Zeitschriften mit hohem Impactfactor erscheinen.

Zur zukünftigen Entwicklung schreibt er, gesundheitspolitische Überzeugungsarbeit müsse von Wissenschaftlern aktiv vorangetrieben werden.

In diesem Buch sind einzelne Leistungen von Prof. Pratzel in den verschiedenen Sachkapiteln gewürdigt. Besonders aber hat mich seine Persönlichkeit gefesselt. Bei ihm konnte ich einen Wandel vom DDR-geprägten, im Gebrauch seiner neu gewonnenen Freiheit noch unsicheren Menschen zum weltmännischen Wissenschaftler mit Freude beobachten. Einige Ecken und Kanten waren bald abgeschliffen, falsche Vorstellungen vom Leben im Westen berichtigt. Er stand immer in Kontakt zu praktischer, schöpferischer Tätigkeit. Anfangs war es der Entwurf und Aufbau immer neuer Formen von Analysen-Automaten. Das trug ihm das scherzhafte Attribut ein, mit Eisenbahnen zu spielen. Heute, nach seiner Pensionierung ist es der Umbau eines verkommenen Landguts in eine Edelherberge. Dazwischen lag unter vielem anderen die Gründung eines eigenen Verlags, die Herausgabe mehrerer Bücher und die Wiederbelebung der ISMH (International Society of Medical Hydrology). Als deren Präsident hat er zahlreiche Reisen in Länder unternommen, die das Heilbäderwesen kennen und schätzen, dabei reiche Erfahrungen gewonnen und das Münchner Institut international bekannt gemacht.

Im Gegensatz zu den anderen Mitarbeitern, die ihren Professorentitel bei der Tätigkeit am Institut im Rahmen ihrer akademischen Laufbahn erhielten, kam

der Arzt Dr.J.Schnizer schon als Professor bei uns an. Das muss ungefähr im Jahre 1980 gewesen sein. Er war meines Wissens vorher als Sportmediziner und Physiologe an der Universität Kiel tätig. Von seinen Arbeiten kenne ich näher nur diejenigen, bei denen ich selber in irgend einer Weise mitgewirkt habe. Besonders lebhaft in meiner Erinnerung ist die Nachprüfung der Behauptung Dr.Manfred v.Ardenne's, dass durch die Inhalation von Sauerstoff im Rahmen der sogenannten Mehrschritt-Therapie eine lang anhaltende Erhöhung des O₂-Spiegels im Blut erfolge. In drei klinischen Studien erwies sich dies als unzutreffend.

Ich war sehr neugierig auf den persönlichen Besuch Prof.v.Ardenne, weil ich den universellen Forscher in meiner Jugend als Pionier des Fernsehens kennengelernt hatte. Die Begegnung war jedoch enttäuschend, der berühmte Mann war zu keiner Diskussion bereit und wich nicht von seinem vorbereiteten Vortrag ab. In Bad Füssing bestand ein Institut für die Mehrschritt-Therapie, von dem ich aber nach anfänglicher Werbung bald nichts mehr hörte.

Sehr interessiert haben mich auch die Untersuchungen, die Prof. Schnizer über die Hautdurchblutung mit Hilfe der Doppler-Sonographie durchführte. Dieses Verfahren benützt den sogenannten Doppler-Effekt, das ist die Erscheinung, dass sich die Frequenz einer Schwingung verändert, wenn sich die Quelle dem Beobachter annähert oder von ihm entfernt. Es ist das gleiche Phänomen, das den Pfeifton der Lokomotive in dem Augenblick erniedrigt, in dem der Zug vorbei fährt.

Mit dieser Methode wurde zum Beispiel nachgewiesen, dass sich der Rhythmus der Durchblutungsschwankungen im Kohlensäurebad verändert.

Auch ein Laufband-Ergometer, mit dessen Hilfe die Leistungsfähigkeit von Probanden in verschiedenen Heilklimatischen Kurorten getestet wurde, ist vermutlich seiner Initiative zu verdanken.

Prof. Schnizer folgte schliesslich einem Angebot, im Bäderdreieck von Bad Füssing, Bad Griesbach und Bad Birnbach ein eigenes Forschungsinstitut zu gründen. Er hatte damit offensichtlich kein Glück ; denn ich traf ihn später auf verschiedenen Tagungen, ohne dass er etwas über den Erfolg berichtete. Schliesslich ist mir die Spur zu ihm verloren gegangen.

Frau Prof. Angela Schuh hat mir die Fragenliste zurückgesandt, sodass ich mich zuerst auf ihre eigenen Angaben stützen kann:

Die Meteorologin Frau Schuh kam 1981 zunächst als wissenschaftliche Hilfskraft zu uns, fest angestellt wurde sie 1984.

Sie wollte als Abschluss des Meteorologiestudiums an der Münchener Universität eine interdisziplinäre Diplomarbeit machen und fand bei mir ein geeigne-

tes Thema. 1983 kam ihr dann die Einrichtung des Studiengangs „Humanbiologie“ zugute und sie promovierte als erste Frau in diesem Fach. Weiter ging es in der akademischen Laufbahn mit der Habilitation; sie wurde 1989 zur Privatdozentin, 1996 zur Professorin für Medizinische Klimatologie ernannt. Ihre Stellung im Balneologischen Institut ist die einer akademischen Oberrätin. Über ihre hauptsächliche Arbeit schreibt Frau Professor Schuh folgendes:

Effekte der einzelnen klimatherapeutischen Verfahren, insbesondere der Terrainkur, Wirkung der Klimakur in verschiedenen Klimabereichen, indikationsbezogene Klimakur- und Rehabilitationskonzepte, gesundheitsfördernde Auswirkungen der Heliotherapie, Einflüsse mittlerer Höhenlagen (1000 – 3000 m), Einordnung von Wettereinflüssen auf den Menschen.

Am meisten vorangetrieben hat sie die Erarbeitung und wissenschaftliche Überprüfung von indikationsbezogenen Klimakurkonzepten.

Als hauptsächliche Fortschritte der Balneologie/ Med.Klimatologie sieht sie auf ihrem Gebiet die Entwicklung und Umsetzung von diversen Klimakurkonzepten in Heilklimatischen Kurorten und Seeheilbädern an, zu Mängeln/Missständen macht Frau Prof. Schuh keine Angaben.

Der letzte Punkt in meiner Liste ist die Frage nach der Gegenwart/Zukunft im Institut. Hierzu schreibt sie:

„Zur Zeit bin ich schwerpunktmässig mit der Höhenmedizin bzw. Klimatologie der Höhe beschäftigt (Projekt zu „Risk and benefit of moderate altitudes“ auf der Zugspitze) und ich hoffe, dass sich daraus wieder Fortschritte ergeben. In Zukunft möchte ich gerne ein Forschungsprojekt zur Wetterföhligkeit ins Leben rufen und mich diesem Gebiet verstärkt widmen (und somit Ihre Arbeit weiterführen)“.

Nun meine subjektiven Eindrücke: Im Kapitel über die Klimatherapie habe ich schon erwähnt, dass wir für die Untersuchung eines aussichtsreichen Verfahrens, der Terrainkur, eine Meteorologin einstellen konnten. Die neue Mitarbeiterin stürzte sich mit Eifer in die Arbeit und nahm dabei intensiv meinen Rat in Anspruch. Frau Schuh war kein Weg zu weit, kein Zeitpunkt zu ungewöhnlich, um mich zuhause aufzusuchen. Meine Frau nahm die telefonischen Anmeldungen entgegen. Sie hatte bald erkannt, dass die Antworten auf die Fragen von Frau Schuh oder die Durchsicht von Entwürfen lange dauerten und stellte sich darauf ein. Als Ergebnis entstanden unter anderem 18 gemeinsame Veröffentlichungen. Was Frau Dr.Schuh für die Klimatherapie geleistet hat, ist im betreffenden Kapitel nachzulesen.

Als die Anfertigung einer Habilitationsschrift anstand, kamen wir überein, dass die Betreuung dieser Arbeit durch Professor Senn erfolgen solle. Damit fand unsere Zusammenarbeit, für mich überraschend, ein abruptes Ende. Im-

merhin sind mir aus dieser Zeit mehrere Aktenhüllen und zwei Druckbleistifte verblieben und noch in Benutzung. In meinem Archiv fand ich ausser den gemeinsamen Veröffentlichungen als einzige Dokumentation ihrer Arbeit in den Kurorten eine interne Gebührenordnung. Ich war also bei der Abfassung des Textes auf mein Gedächtnis angewiesen und bin froh, dass ich durch die Fragenliste mehr authentische Informationen über den Werdegang und die Leistungen von Frau Prof. Schuh erhalten habe.

22.Kapitel

Rundblick

Inland

Unser Münchener Balneologisches Institut war natürlich nicht allein auf weiter Flur.

In dem Buch von Dr. Hüfner aus dem Jahre 1994 über die wissenschaftlichen Vereinigungen des deutschen Heilbäderwesens sind unter der Überschrift „Die bäderwissenschaftlichen Institute in Heilbädern und Kurorten“ auf drei Seiten viele Einrichtungen aufgelistet. Und im Deutschen Bäderkalender sind die Anschriften von 12 kurortwissenschaftlichen Instituten zu finden.

Bei meiner Arbeit merkte ich anfangs davon wenig. Zwar konnten und mussten wir auf den Ergebnissen früherer wissenschaftlicher Arbeiten aufbauen, aber sie waren mit bestimmten Namen verknüpft, nicht mit Einrichtungen oder Orten.

So stand für die Wirkungen des hydrostatischen Drucks im Bad der Name Witzleb, für diejenigen auf den Kreislauf Frau Professor Gollwitzer-Meier. Wollte man physikalische Erklärungen von Klimaeinflüssen, so griff man zu dem Buch von Büttner, einem Schüler von Professor Pfleiderer.

Pfleiderer selbst wusste viel über die Wirkungen von Wetter und Klima, war aber bekannt dafür, dass er wenig veröffentlichte.

Wenn man etwas über Moore wissen wollte, konsultierte man das Buch von Benade, oder erfuhr das damalige Wissen von den Heilwirkungen der Moorbäder von Zörkendorfer.

Für die radioaktiven Quellen war der Innsbrucker Lehrstuhlinhaber Scheminzky zuständig, er forschte auch über die radioaktiven Wässer von Badgastein und den heissen Stollen von Böckstein. Bei den Bad Nauheimer Badearztkursen dozierte er über die allgemeine Balneologie, das heisst über die Gesamtheit der Wirkungsmechanismen der Bäderkuren.

Die genannten Personen hatten in den 20er Jahren verdienstvolle Forschungsarbeiten geleistet, waren aber, wie ich annahm, nicht mehr aktiv tätig, man konnte mit ihnen nicht diskutieren und – wenn man anderer Ansicht war – streiten. Für diese Situation war auch die lange kriegsbedingte Pause in der bäderwissenschaftlichen Forschung verantwortlich, die einen Neuanfang nötig machte, ohne die Gelegenheit zum Austausch von Ergebnissen und ohne kritische Kontrolle der eigenen Arbeit.

Erst allmählich – meist bei Kongressen – kam es zu Kontakten mit anderen, auf dem gleichen oder verwandten Gebieten Tätigen. So lernte ich meinen Kollegen, den Physiker Rusch kennen, der in Bad Nauheim an der Rheumaklinik von Prof. Schmidt vorwiegend über die Kurzwellentherapie arbeitete. Er ersparte mir viele Untersuchungen; denn auch die Münchner Altstadtklinik, an der mein Institut in den ersten Jahren untergebracht war, hatte Probleme mit der damals neuen Therapieform. Sie wurden durch die Untersuchungen von Rusch großenteils gelöst.

Zu engerer Zusammenarbeit kam es mit Professor Jungmann in Hamburg, von dem vor allem die Untersuchungen über die günstigen Folgen eines längeren Höhenaufenthalts bekannt geworden sind.

Die eigentliche Teamarbeit unseres Instituts beschränkte sich hauptsächlich auf die Themen Wetter- und Klimawirkung und Aerosole. Das war nicht Absicht, sondern ergab sich daraus, dass auf anderen Gebieten, die wir bearbeiteten, weder Konkurrenz noch in die gleiche Richtung zielende Forschung erkennbar war.

Es ist an dieser Stelle vielleicht nützlich, nochmals daran zu erinnern, dass es mir als Nicht-Arzt darauf ankam, die Wirkungsweise von Anwendungen der Bäder oder des Klimas zu erforschen. Ob dies eine Heilung oder Linderung von Krankheiten bewirkt, ist sicher die nächste und entscheidend wichtige Stufe der Forschung. Dieser Frage ist die Arbeit der meisten Bäderinstitute gewidmet. Wir waren sozusagen die Zulieferer, aber keinesfalls Konkurrenten.

Ich hatte schon erwähnt, dass es vorübergehend so aussah, als ob sich die Zürcher Arbeitsgruppe um Prof. Böni mit dem Einsatz radioaktiver Isotope als Mittel zur Erforschung der Durchlässigkeit menschlicher Haut für Inhaltsstoffe von Heilquellen beschäftigte. Nach einer Anfangsveröffentlichung war aber von dieser Absicht nichts mehr zu hören.

Was war sonst im Ausland auf unserem Arbeitsgebiet los? Es gab ja eine Reihe von Instituten, die sich mit Bäderheilkunde beschäftigten.

Österreich

In Österreich ist vor allem das Physiologische Institut an der Innsbrucker Universität zu erwähnen. Nach dem Tod des Altmeisters Scheminsky kam Professor Deetjen auf den Lehrstuhl. Ich hatte oft Gelegenheit, mit ihm über Fragen der Radontherapie zu diskutieren und an dem gleichen Strick zu ziehen; nämlich an Hand von Dosis- und Wirkungsvergleichen zu zeigen, dass eine gewis-

se Strahlenbelastung zu den unvermeidlichen und gelegentlich auch nützlichen Begleiterscheinungen allen Lebens gehört.

Was sonst aus Österreich an bäderkundlichen Aktivitäten zu uns drang, kam aus den verschiedensten Quellen. Ich habe nie versucht, die vielleicht dahinter stehende Struktur von Forschungsinstituten kennen zu lernen.

Schweiz

Die Schweiz hat eine Reihe von Kurorten und Heilquellen, daneben Klimakurorte im Gebirge, die einst Weltruf hatten. Bei den Beobachtungen als korrespondierendes Mitglied der Schweizer Balneologischen Gesellschaft habe ich den Eindruck gewonnen, dass die Blütezeit der wissenschaftliche Balneologie und vor allem Klimatologie mit klangvollen Namen wie Dorno, v.Neergard, Mörikofer, Courvoisier, Götz, Gübeli ebenso der Geschichte angehört wie etwa die erfolgreiche Behandlung der Tuberkulose im lichtdurchfluteten Höhenklima von Leysin. Heute erschöpft sich die Tätigkeit in vorwiegend administrativen Aufgaben wie der Überwachung der Kurorte.

Davon unberührt war die freundschaftliche Zusammenarbeit mit Dr.Kummer auf dem Gebiet der Aerosole. Sie ist in den Kapiteln über das schweizerisch-französisch-deutsche Team und über die Aerosole ausführlicher beschrieben.

Frankreich

Von der Balneologie in Frankreich habe ich so gut wie keine Anregungen erfahren, obwohl ich hörte, dass das Kurwesen dort im Rahmen der Sozialgesetzgebung eine gewichtige Rolle spielt. Die Eindrücke bei gelegentlichen Besuchen im Land waren eher enttäuschend. So hatte ich im Zusammenhang mit der Behandlung mit Peloiden, also brei- oder schlammförmigen Materialien immer wieder vom „Barègine“ gehört. Das ist eine breiige Masse aus Algen, die im Quellwasser leben, und die zu Packungen ähnlich dem Moorbrei verwandt werden soll. Als ich in der Gegend von Barège vorbeikam, wollte ich das Kurmittel auch in natura sehen. Was ich vorfand, war ein fast ärmlich ausschender Kurort, in dem ich nach längerem Suchen eine Tür mit der Aufschrift „Laboratoire“ sah. Auf mein hartnäckiges Fragen nach dem „Barègine“ zeigte man mir ein Becken mit Quellwasser, in dem einige Flöckchen von Algen schwammen. Eine Verwendung zur Therapie als Packung war offensichtlich unmöglich, sie war vielleicht in längst vergangener Zeit ein Charakteristikum des Kurorts gewesen. Auch der so berühmte Kurort Vichy machte auf mich eher den Eindruck eines Jahrmarkts als einer gepflegten Kurstadt. Vielleicht lag das aber an den Folgen des Kriegs, die zur Zeit meines Besuchs noch nicht völlig überwunden waren.

Italien

In Italien musste ich zahlreiche internationale Kongresse besuchen. Die Vorträge über unsere Arbeitsergebnisse, die ich dabei hielt, stiessen auf Interesse und Anerkennung. Sie brachten aber nichts zutage, was auf ähnliche Forschungen im Lande schliessen liess. Zwar existierte in Mailand ein Lehrstuhl für Balneologie, aber dessen Tätigkeit schien sich in einigen Vorlesungen und in der Organisation von Kongressen zu erschöpfen.

Manchmal hatte ich den Eindruck, dass ausländische Gäste deshalb eingeladen wurden, um einer Tagung den Anstrich eines internationalen Ereignisses zu verleihen. Was die Gäste vortrugen, war ziemlich gleichgültig. Verdächtig war schon, wenn auf die Frage, in welcher Sprache vorgetragen und diskutiert werden sollte, die Antwort kam: Beliebig.

Ich war gewohnt, jeden Kongressvortrag sorgfältig auszuarbeiten und mich für etwaige Fragen oder Gegenargumente mit Wissen über das Thema zu wappnen. Das wurde anscheinend nicht erwartet.

Oft wurde der kostspielige Aufwand einer Simultanübersetzung ins Englische, Französische, Italienische und Deutsche getrieben, ohne dass der Gehalt der Vorträge das rechtfertigte. Ich kann mich nicht erinnern, dass es im Anschluss an meine Ausführungen jemals zu einer ernst zu nehmenden Diskussion gekommen wäre. Stattdessen nahmen die Lobpreisungen der Vorsitzenden oder des Kongresspräsidenten viel Zeit in Anspruch.

Ein typisches Beispiel war ein Kongress in Florenz. Ich erinnere mich deshalb an die Einzelheiten, weil ich zur Sitzung die Brille im Hotel vergessen hatte. Im Programm stand mein Vortrag in englischer Sprache und ich hatte den Text schon vorher den Simultanübersetzern gegeben, damit sie sich mit dem Inhalt vertraut machen konnten. Ohne Brille konnte ich mich aber im Stichwortkonzept nicht zurechtfinden, ich musste extemporieren. Ob mein Vortrag verständlich war, weiss ich nicht; der Vorsitzende lobte ihn jedenfalls sehr mit Worten, die wenig mit dem Inhalt zu tun hatten.

Nachträglich hörte ich, dass die Veranstaltung, die als internationaler Kongress über das Bäderwesen angekündigt war, unter anderem dazu dienen sollte, einem neuen Schönheitsmittel zum Start zu verhelfen.

Nicht vergessen habe ich, dass ich anschliessend hartnäckig um meine Spesen kämpfen musste; der Kassierer versuchte sich mit immer neuen Ausreden der vereinbarten Verpflichtung zu entziehen.

Auch ein Kongress in Castellamare di Stabia ist mir wegen der abenteuerlichen Umstände in Erinnerung geblieben. Von einem früheren Besuch in Pompei her, der von einem Ausbruch des Vesuvs verschütteten und wieder ausgegrabenen Stadt, war mir der Ort als Punkt auf der Landkarte bekannt.

Eingeladen hatte in großer Aufmachung ein bäderwissenschaftliches Institut, dessen Namen ich vergessen habe. Im Programm stand von mir ein Vortrag über die Luftreinheit in den Kurorten. Der Kongressleitung hatte ich nur mitgeteilt, mit welchem Zug ich von München abfahre. In Neapel stieg ich dann in eine Bummelbahn um, nicht wissend, dass vor dem Bahnhof ein weisser Mercedes auf mich wartete. Zuerst fuhren wir durch ein hässliches Industrieviertel, dann ging es durch eine grüne Landschaft mit dem Vesuv als dekorativem Hintergrund.

In Castellamare angekommen, hoffte ich eine Anzeige des Kongresses vorzufinden. Aber es war nichts zu sehen und auch von den ausgestiegenen Reisenden wusste niemand Bescheid. Taxi gab es nicht; es blieb mir nichts übrig als in der Einladung nach der Adresse der Veranstaltung zu suchen und mit dem Reisegepäck per Bus dorthin zu fahren. Ich kam in ein Neubauviertel ohne Straßenschilder und fand nach längerer Zeit heraus, dass die Straße stimmte, aber kein Institut da war.

Frustriert nahm ich mein Gepäck wieder auf und suchte eine Telefonzelle. Glücklicherweise nahm sie nicht nur Jetons an, sodass ich mit meinem letzten 200-Lire-Stück einen Namen anrufen konnte, den ich im Programm fand. Ich hatte Glück, es war jemand von der Kongressleitung. Nach meiner Beschreibung erkannte er die Gegend, in der ich mich befand; ich wurde bald darauf abgeholt. Zu meinem Erstaunen landeten wir in einem ziemlich weit entfernten Gebiet und betraten einen Klinik-Neubau, in dem die Veranstaltung stattfand.

Zur Übernachtung wurde ich in fast ein-stündiger Fahrt nach Sorrent gebracht. und zwar mit dem gleichen Mercedes-Taxi, das am Bahnhof von Neapel vergeblich auf mich gewartet hatte. Vom Taxifahrer erfuhr ich dann, dass am Kongressort keine Heilquelle existierte. Es fand auch keine Kur statt und der Kongress war veranstaltet worden, um der Klinik einen feierlichen, internationalen Start zu verleihen.

Bei Einladungen nach Italien unter solchen Umständen war es schade um die vergeudete Zeit und die Arbeit der Vorbereitung. Aber es war schwierig abzusagen, weil der Senior der italienischen Balneologie, Professor Gualtierotti meist persönlich einlud und in der Regel auch die Veranstaltungen leitete. So musste ich Internationale Kongresse in Salsomaggiore, Ancona, Lacco Ameno (Ischia), Meran, Pejo, Saturnia und in einem Ort nahe bei Domodossola besuchen. Den Namen habe ich vergessen, aber ich weiss noch, dass wir nachts gefroren hatten, weil die Heizung in dem neugebauten Hotel noch nicht fertig war. Damals wurde ich auch zum Präsidenten eines Europäischen Bäderverbands ernannt, von dem ich weder vorher noch nachher etwas gehört habe.

Auch Beispiele der italienischen Fähigkeit zu improvisieren, habe ich erlebt: In Ancona sollten die Vorträge in der Stadthalle stattfinden. Es war alles festlich geschmückt, die Kabinen für die Simultanübersetzer waren aufgebaut. Da kam eine Bombendrohung! In weniger als einer Stunde begann der Kongress in einem Restaurant ausserhalb der Stadt, es war der Blumenschmuck da und an Tischen sassen die Übersetzer, je einer für englisch, französisch, deutsch und italienisch. Je nach der gewünschten Sprache konnte man sich dazusetzen und den Vortrag anhören.

So könnte ich über die meisten Veranstaltungen in Italien abenteuerlich klingende Episoden bringen.

Tschechoslovakei und Polen

Ernster, aber wegen der sprachlichen Hürde für mich nur teilweise zugänglich, war die balneologische und klimatologische Arbeit in den östlich angrenzenden Ländern. Während ich die zahlreichen Untersuchungsergebnisse über den Wettereinfluss auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit nur ergänzend zu ähnlichen deutschen Arbeiten wahrgenommen habe, war die Bekanntschaft mit Professor Hensel aus Bratislava ein echter Gewinn. Er hatte ausgedehnte Untersuchungen über Veränderungen verschiedener Stoffwechselgrössen an Kindern angestellt, die zu einem mehrwöchigen Erholungsaufenthalt in die Hohe Tatra verschickt wurden. Bei gegenseitigen Besuchen und bei einer Konferenz in einem Schlösschen im tschechischen Mittelgebirge diskutierten wir über die Ergebnisse.

Unauslöschlich in meiner Erinnerung ist auch eine laue Vollmondnacht am Ammersee, die meine Frau und ich im Ruderboot mit Professor Hensel verbrachten.

Auch einige Kongresse der Internationalen Gesellschaft für Aerosole in Polen habe ich in angenehmer Erinnerung. Fachlich haben sie mir jedoch wenig gebracht.

Russland

Einem Wechselbad gleichen meine Erfahrungen mit der russischen Balneologie. Bald nach Kriegsende erreichten uns Erzählungen über ein Zentralinstitut für Kurortologie in Moskau mit annähernd 100 Mitarbeitern. Dann kam der Vorstand, Prof. Bogoljubov nach München. Sein Besuch – auch in unserer Privatwohnung – brachte keine neuen Erkenntnisse, ausser dass damals auch hochgestellte russische Wissenschaftler nicht ohne einen begleitenden Aufpasser ins Ausland reisen durften. Die Beziehungen zwischen der DDR und Sowjetrussland brachten es mit sich, dass einige Hefte der „Zeitschrift für Kurortologie“ zu uns kamen. Daraus konnte man ersehen, dass in der Tat das Fach,

das wir Balneologie nannten, in Russland mit vielen wissenschaftlichen Arbeiten vertreten war. Aber aus den Veröffentlichungen konnte man nur selten erkennen, ob die dargestellten therapeutischen Erfolge unserem Standard an kritischer Durchleuchtung entsprachen. Manches klang zu schön, um wahr zu sein.

Bei Veranstaltungen über die Radontherapie in deutschen Kurorten berichteten die russischen Referenten darüber, dass auch Herz/Kreislaufkrankheiten erfolgreich mit Radon behandelt würden. Das radioaktive Material stammte nicht wie bei uns aus natürlichem Quellwasser, sondern es wurde im Moskauer Zentralinstitut aus Radium gewonnen und in einer für uns unglaublich klingenden Zahl von Portionen an die Orte der Verwendung verschickt.

Mit der Lockerung des Auslandsverkehrs kam schliesslich ein kundiger und gesprächsbereiter Wissenschaftler, Dr. Andrejew, zu uns. Was er in aufgelockerter Atmosphäre über die Entstehung mancher balneologischer Arbeiten in Russland schilderte, rechtfertigte unser Misstrauen. Andererseits konnte er über sehr ernst zu nehmende dosimetrische Untersuchungen und eine einleuchtende Theorie der Heilwirkung von Radon berichten. Danach sind es hauptsächlich die in der Haut verbleibenden Folgeprodukte, die eine unschädliche, das Immunsystem anregende Bestrahlung bewirken. Das ist in Einklang mit unseren Ergebnissen über den Verbleib von Stoffen aus dem Bad in der Haut. Schwermetalle, wie sie als Folgeprodukte des Radon vorliegen, werden besonders intensiv angelagert und bleiben lange in der Hornschicht.

Andrejew liess es nicht bei einer theoretischen Durchleuchtung des Problems bewenden, sondern hatte eine zur praktischen Anwendung geeignete Anordnung entwickelt, worin der Patient in einem radonhaltigen Luftbad sitzt.

Vor der geplanten Verwendung seiner Idee in einem deutschen Heilbad ist er leider verstorben.

Zusammengefasst ist zu sagen, dass für unsere wissenschaftlichen Vorhaben von anderen Instituten im In- und Ausland zwar manche Anregung kam, dass es – vor allem bei der Wetter- und Klimawirkung – einige Parallelen, aber keine Überschneidungen gab.

23.Kapitel

Rückblick

Im Vorwort habe ich als hauptsächliche Triebfeder meiner Arbeit die wissenschaftliche Neugier bezeichnet. In diesem Motiv ist wenig Platz für die Frage nach dem Erfolg, sei es für sich selber oder für die Allgemeinheit. Ich habe sie mir auch während der Arbeit nicht gestellt. Dafür blieb mir keine Zeit. Ich hatte mich kaum umgesehen, was an Aufgaben auf mich wartete, da wurde ich schon mit Problemen überhäuft; und jede beantwortete Frage warf in der Regel mindestens zwei neue auf.

Als die Wortschöpfung vom „Workaholic“ auftauchte, hat man mir vorgehalten, dass ich einer davon sei. Werktags wie sonntags eilte ich morgens ins Institut, bei gutem Wetter mit dem Fahrrad.

Halt, es gab doch Ausnahmen: Im Winter war sonntags die Fahrt nach Holzkirchen fällig, um mit meiner Tochter auf dem Eis zu tanzen – meine sportliche Leidenschaft. Im Sommer verlockte mich hie und da der Südwind auf dem Ammersee dazu, um 4 Uhr früh aufzustehen, um mich im Segelboot liegend und träumend an das andere Ufer treiben zu lassen. Dann musste ich wieder zurück kreuzen, abtakeln und nach München ins Institut fahren, wo ich pünktlich um 8 Uhr ankam.

Ein solcher Arbeitsstil ist nichts Ungewöhnliches. Er wurde auch von anderen Mitarbeitern des Instituts gepflegt. Goethe hat das am Beispiel des Dichters so formuliert:

*„Und keinen Tag soll man verpassen,
das Mögliche soll der Entschluss
beherzt sogleich beim Schopfe fassen,
er will es dann nicht fahren lassen
und wirket weiter, weil er muss.“*

Ich hätte nach meiner Pensionierung im gleichen Trab weitergemacht, wenn nicht ein schwerer Fahrradunfall mein Leben abrupt verändert hätte. Die Verletzungen mit Schädelbasisbruch wurden zwar in der Klinik, neben der ich ein Arbeitsleben verbracht hatte, von den ärztlichen Kollegen perfekt versorgt, aber die Folgen blieben nicht aus und beeinträchtigen meine Leistungsfähigkeit, vor allem die Beweglichkeit mehr und mehr.

Das Gute an dieser Sachlage ist, dass ich endlich dazu komme, einige Fragen zu stellen. Zuerst:

Welche Fortschritte sind auf dem Gebiet der Bäder- und Klimaheilkunde durch unsere Arbeit erzielt worden?

Als Nicht-Arzt muss ich meine Antwort auf die Wirkungsweise der balneotherapeutischen Heilmittel beschränken. Vergleichsbasis ist der Kenntnisstand, wie er in dem 1940 erschienenen Lehrbuch der Balneologie dargestellt ist. Dort ist ein Kapitel der „Wirkungsweise der Heilquellen, Moore und Schlamme“ gewidmet. Aus dem Inhaltsverzeichnis ist zu entnehmen, wie klein der Ausschnitt aus der Gesamtheit der Wirkungen ist, den wir bearbeiten konnten. Zum Beispiel ist da der große Komplex der Trinkkuren, die Wirkung der Kohlensäurequellen oder der Schwefelquellen. Auf diesen Gebieten sind zweifellos von anderen Instituten und Forschern bedeutende Fortschritte gemacht worden. Ich werde sie später erwähnen.

Ob die in Heilwässern vorkommenden Stoffe beim Bad resorbiert werden, darüber waren nur Vermutungen möglich. Wir konnten dagegen Resorptionszahlen ermitteln. Es lässt sich jetzt quantitativ angeben, wieviel oder besser gesagt, wie wenig von den Inhaltsstoffen der Heilquellen beim Bad aufgenommen wird. Die menschliche Haut ist für viele dieser Stoffe so gut wie un durchlässig. Das zerstört manche Illusion, heisst es doch, dass beim Bad eine Wirkung im Sinn einer Substitution oder Vermehrung der Zufuhr nicht in Frage kommt. Aber für Illusionen ist in einer naturwissenschaftlich eingestellten Medizin kein Platz; sie schaden nur dem Ansehen der Disziplin.

Bei den in gewissem Umfang resorbierbaren Stoffen wie Jod, Sulfidschwefel oder Radon haben wir die Möglichkeit geschaffen, die Frage nach der Wirksamkeit von einer quantitativen Basis aus zu betrachten und zu bearbeiten.

Anstelle einer Aufbesserung etwa zu wenig vorhandener Mineralien durch die Resorption von Inhaltsstoffen des Quellwassers konnten wir zeigen, in wie vielen Anwendungsformen das Wasser selbst als Heilmittel beim Baden wirkt. Es ermöglicht vielfältige Abwandlungen der Wirkrichtung und eine fast beliebige Abstufung der Wirkungsstärke.

Zum Beispiel bewirkt das Wasser, als Breibad angewandt, eine besondere Art des Wärmeübergangs. Dazu sollte man sich daran erinnern, dass ein Moorbad zu mindestens 96% aus Wasser besteht. Ein Teil davon wird bei der Zubereitung beigemengt, der Rest ist schon im naturfeuchten Torf enthalten.

Um die Besonderheit der Wärmewirkung von Breibädern genauer zu studieren, wurde von uns erstmals der Wärmeübergang im Bad messend verfolgt und in die physikalische Begriffswelt eingeordnet. Neben dem hauptsächlichen Charakteristikum aller Breibäder, dem gebremsten und gleichmässig über die Oberfläche des Badenden verteilten Übergang der Wärme konnten wir beim Moorbad auch einen Einfluss der Huminsäuren nachweisen.

Wir haben ferner gezeigt, dass Wasser mit hohem Salzgehalt, also Sole, weniger Hautquellung erzeugt, dass es wirkungsvoller die hauteigenen oder aufgebrachten Begleitstoffe extrahiert. Auf der beim Bad eintretenden, leichten Hautreizung beruht wahrscheinlich die immer wieder festgestellte roborierende Wirkung der Solebäder.

Wir haben auch darauf hingewiesen, dass die Verdunstung des Wassers nach dem Bad die Salzkonzentration erhöht, sodass auch Quellwässer mit mässigem Salzgehalt – vor allem bei serienmässigem Gebrauch - die Wirkrichtung der Sole aufweisen.

Der alle Kuren begleitende und modifizierende Wettereinfluss wurde von uns eingehend untersucht, weil die von Meteorologen entwickelten Systeme der Wetteranalyse keinen Hinweis auf die ursächlichen Zusammenhänge ergaben. Die wohl bisher grösste Studie über die Beziehungen zwischen Allgemeinbefinden und Witterung mit rund 2500 Teilnehmern lieferte einige interessante Ergebnisse: Von den als Auslöser verdächtigten, wetterabhängigen Elementen – darunter die sogenannten Sferics – war keines so gut mit dem Befindensindex korreliert wie die Morgentemperatur und die Luftfeuchte. Für diese Wettereigenschaften erbrachte die statistische Methode der „stepwise regression“ eine Gleichung, die fast 30% der Wetterabhängigkeit des durchschnittlichen Befindensverlaufs „erklärte“. Für die einzelne Person lässt sich jedoch nur unsicher vorhersagen, wie die Reaktion ausfällt. Als wir an die experimentelle Prüfung unseres Befunds gingen, war deshalb auch nicht zu erwarten, dass bei nur drei Personen in jedem Durchlauf von vier Wochen eine eindeutige Reaktion auf künstlichen Föhn, das heisst auf eine Verminderung der Luftfeuchte, erfolgte. Wir hatten mehrere derartige Versuche in einem Klimaraum angesetzt, in dem die Probanden unter völliger Abschirmung vom Aussenwetter verbrachten. Während der Phasen mit trockener Luft reagierten die regelmässig vorgenommen Tests jedesmal, nur nicht bei allen Personen gleich. Die Presse prägte den Namen „Meteoronauten“ für unsere Probanden.

Auf dem Gebiet der Klimaheilkunde haben wir die Terrainkuren besonders ins Auge gefasst. Wir ermittelten den Aufwand an Leistung bei verschiedenen Geländeformen und machten ihn mit ausreichender Genauigkeit aus Steigung und Länge des Wegs berechenbar. Der günstige Einfluss der Kühle wurde experimentell nachgewiesen.

Ich habe auch ein Programm für die computergestützte Begehung von Kur-Übungswegen entwickelt und mit preiswerten Geräten praktisch angewandt. Es berücksichtigt die augenblicklichen Wetterbedingungen, die Leistungsanforderungen verschiedener Wege und erteilt Ratschläge für die Wahl geeigneter Übungswege entsprechend der Leistungsfähigkeit des Kurgastes. Der sonst zur aktuellen Beratung nötige Personalaufwand entfällt.

Zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit entwickelte ich auf der Grundlage erprobter Vorbilder ein Programm, das auf der Begehung einer Teststrecke beruht.

Die Bedeutung des vermehrten Aufenthalts im Freien, speziell im Wald, während der Kur konnte durch den Befund erhärtet werden, dass Terpene ganzjährig in beträchtlicher und vermutlich therapeutisch wirksamer Konzentration in der Luft von Waldgebieten vorkommen. Sie werden auch bei der Atmung vom Körper aufgenommen

Eindringlich wurde darauf hingewiesen, dass bei der üblichen Kurdauer von nur 2 - 3 Wochen das Ortsklima als langjähriger Mittelwert seine Bedeutung für den Kurgast verliert. Wirksam ist die von Jahreszeit und Wetterlage abhängige Situation. Unter diesen Umständen muss die Klimatherapie vorwiegend der Einübung eines Verhaltens dienen, das die Anpassung an die witterbedingten Schwankungen der Umgebungsbedingungen fördert.

Die Arbeit auf dem Aerosolgebiet wirkte sich weniger auf die Praxis in den Inhalatorien der Kurhäuser aus als auf die Verbesserung und Fortentwicklung von Verfahren zur Inhalation von Medikamenten. Sie spielen neben der Sole-Inhalation heute die beherrschende Rolle in den Heilbädern bei der Behandlung von Krankheiten der Atemwege. Wir fanden, dass die optimale Teilchengröße des von Aerosolgeräten abgegebenen Nebels bei 1 – 3 Mikrometer liegt und prüften, ob die im Handel befindlichen Inhalatoren diese Bedingung erfüllten. In der Erzeugung von Aerosolen durch Ultraschall sahen wir eine Möglichkeit zur Erhöhung der Nebeldichte.

Der Luftreinheit in den Kurorten – einem Gebiet, das in den Lehrbüchern der Balneologie überhaupt nicht behandelt wird – diente unsere Arbeit in bedeutendem Umfang. Bei der Mitarbeit im Ausschuss für Medizinmeteorologie und im eigenen Labor wurde vor allem darauf geachtet, dass zur Kontrolle der Konzentrationen an Schadstoffen effiziente, aber für die Kurorte bezahlbare Verfahren vorgeschrieben und angewandt werden. Zur Qualitätssicherung wurde ein Ringversuch durchgeführt und eine Dokumentation über die Ergebnisse der Überwachung gas- und partikelförmiger Luftverunreinigungen erstellt.

Wenn es auch nicht immer gelungen ist, nur die für Kurgäste wirklich schädlichen Komponenten der Luftverunreinigung in das verpflichtende Messprogramm aufzunehmen, so konnte doch ein vernünftiger Kompromiss zwischen den Kosten der Überprüfung und der Einhaltung einer Luftreinheit erreicht werden, bei der keine Beeinträchtigung des Kurerfolgs zu erwarten ist. Es wä-

re ja nicht sinnvoll, die Forderungen so hoch anzusetzen, dass die Kosten einer Kontrolle die Möglichkeiten vor allem kleinerer Kurorte überfordern.

Auch bei den kleineren Verbesserungen im Kurbetrieb, die durch unsere Mitwirkung erreicht wurden, fehlt die Vergleichsbasis in den Lehr- und Handbüchern. Erwähnenswert scheint mir hier das Besprühungsbad und die sogenannte Kreislaufwanne. Beide Einrichtungen kommen mit erheblich weniger Heilwasser aus und haben daneben Eigenschaften, die bei Kurgästen mit bestimmten Leiden oder Empfindlichkeiten wichtig sind. Es gelang auch, durch besondere Gestaltung der Kreislaufwanne die Schwierigkeiten beim Ausstieg aus kleinen Wannen zu vermeiden.

Bei der Radontherapie hatten wir mit hartnäckigen Vorurteilen zu kämpfen. Ebenso wie mit dem Angriff des atmosphärischen Ozons hat sich unser Körper mit der radioaktiven Strahlung des Radon und seiner Zerfallsprodukte unausweichlich auseinanderzusetzen. Die Dosis macht's, ob das schädlich oder belanglos oder vielleicht nützlich ist.

Es ist bekannt, dass die lange einwirkende Strahlung der Zerfallsprodukte des Radon die mögliche Schädigung der Atmungsorgane bewirkt, während das Edelgas Radon nur wenige Stunden im Körper verweilt. Deshalb habe ich für das Inhalatorium in Bad Münster am Stein eine Anlage entwickelt, bei der nur das frisch aus dem Quellwasser gewonnene Radon eingeatmet wird.

Wie in diesem Falle musste im allgemeinen viel Zeit und Mühe aufgewandt werden, um unzutreffende Vorstellungen zu widerlegen oder oberflächlich begründeten Wirkungsbehauptungen nachzugehen. Das hat mich zwar geärgert, aber meine Sorgfalt in der Erledigung nicht gemindert.

Fortschritte anderswo

Jetzt ist es angebracht, die Fortschritte auf dem Fachgebiet zu erwähnen, die von Personen ausserhalb unseres Instituts während der Berichtsperiode erbracht worden sind. Leider verfüge ich nicht über ein so phänomenales Gedächtnis wie Prof. Schmidt-Kessen, Freiburg, der nicht nur in Übersichtsvorträgen, sondern auch in der Unterhaltung jede wissenschaftliche Leistung mit Autor und Ort der Veröffentlichung zitieren konnte. Ich bitte daher etwaige Fehler und vergessene Leistungen zu verzeihen.

Zuerst möchte ich Prof. Hildebrandt und sein Institut in Marburg anführen. Er ist in erster Linie als Vertreter der sogenannten Chronobiologie bekannt geworden. Das ist die Lehre vom zeitlichen Verlauf biologischer Vorgänge, zum Beispiel von ihrem Tagesrhythmus. Für den Verlauf der Reaktion auf Kurmaßnahmen hat er einen circaseptanen Rhythmus gefunden, also ein Auf oder

Ab nach jeweils ungefähr sieben Tagen. Er führt Hinweise darauf an, dass es sich dabei nicht um einen Einfluss der Wochentage handelt.

In seinem Institut wurde auch über Trinkkuren gearbeitet, Prof. Gutenbrunner hat diese Untersuchungen in Hannover weitergeführt, er konnte unter anderem die Annahme einer Gefährlichkeit des Natriumgehalts von Trinkwässern relativieren.

Hildebrandt hat auch zusammen mit W. Amelung 1986 ein dreibändiges Buch über die Balneologie und Medizinischen Klimatologie herausgebracht. Die seit 1962 – dem Erscheinungsjahr des Handbuchs von Amelung und Evers – erschienenen Arbeiten konnten darin berücksichtigt werden.

Die Zahl der Autoren, denen wir Fortschritte hinsichtlich der Wirkungsweise von Kohlensäurebädern verdanken, ist so groß, dass ich sie nur unvollständig anführen kann: Prof. Bassenge und Dr. Hartmann in Freiburg zählten dazu, in Freiburg wurden auch mehrere Symposien über das Thema veranstaltet. Prof. K.L. Schmidt in Bad Nauheim setzte seine Methode der experimentellen Entzündung zur Aufklärung von Einzelproblemen ein und vermittelte den Badeärzten Übersichten über die Wirkung der Kohlensäurequellen.

Nicht vergessen werden dürfen die Arbeiten über die Wirkungsweise von Schwefelquellen, die Dr. Evers in Bad Nenndorf gemacht hat. Darüber gibt ein Sonderheft über das von ihm veranstaltete Kolloquium Auskunft.

24. Kapitel

Quellengeist gefunden?

Ist es nun durch die vorstehend geschilderten Arbeiten gelungen, ein einzelnes, vorherrschendes Wirkungsprinzip für den gesundheitlichen Erfolg der Bäder- und Klimakuren zu finden? Konnte – um es in der Sprache der Mystik auszudrücken – der Quellengeist aufgespürt werden?

Man hatte schon einmal erwartet, dass die Heilwirkung von Bade- oder Trinkkuren durch ein allgemeines Wirkprinzip aufgeklärt werden könne. Das war, als man entdeckte, dass ein bekanntes Heilwasser die damals recht primitiven Geräte zum Nachweis radioaktiver Elemente zum Ausschlagen brachten. Von den Gefahren der radioaktiven Strahlung wusste man recht wenig, man erwartete im Gegenteil von ihrer Anwendung viele segensreiche Wirkungen. Zeitungsannoncen aus dieser Zeit belegen das.

Der Befund an der Heilquelle erwies sich bald als trügerisch. Heute erwartet niemand ernstlich, dass die Heilkraft mancher Quellwässer durch eine Entdeckung, etwa durch ein gesundheitsförderndes Spurenelement erklärt werden könne.

Nur von Hightech-Erfindungen glaubt man allenfalls, dass so etwas möglich sei.

Es ist ganz aufschlussreich, sich auszumalen, was geschehen würde, wenn man tatsächlich eine einzelne Hauptursache für die Heilerfolge der Badekuren fände – vielleicht eine von den seltenen Erden – die im periodischen System herumgeistern. Sicher würde das Allheilmittel bald vermarktet und die wirtschaftliche Grundlage der Kurorte wäre dahin!

Aber so ist es nicht. Der Heilerfolg von Kuren kommt durch das Zusammenwirken vieler Faktoren zustande: So gesehen zerfällt die Suche nach den Quellengeistern in viele Teilaufgaben und die Frage an uns lautet so: Sind wir bei der Teilsuche, die wir uns in Ansehung unserer Fähigkeiten und unserer Ausstattung vorgenommen haben, erfolgreich gewesen?

Die Antwort ist ein klares Ja.

Ich will das in der Sprache und Denkweise der Mystik begründen. Eine Übersetzung in die naturwissenschaftliche Sprache ist einfach: Man braucht nur „Quellengeister“ durch „Wirkprinzipien“ ersetzen.

Der mächtigste und in allen Heilwässern tätige Quellengeist ist zweifellos das Wasser. Ihm verleihen verschiedenartige, für den Ort und die Heilkraft der Quelle charakteristische Hilfsgeister die besondere Wirkrichtung.

Die Fähigkeiten des Wassers als Heilmittel beruhen hauptsächlich auf seinen Eigenschaften als Wärmeträger und – überträger, auf der Dünngflüssigkeit, dem Lösungsvermögen und der geringen Hautdurchlässigkeit.

Die wichtigste Eigenschaft ist zweifellos das Wärmeverhalten. Das Wasser hat die höchste spezifische Wärme von allen Flüssigkeiten, kann also viel Wärme aufnehmen, speichern und übertragen. Wo die Quelle mit Badetemperatur der Erde entspringt, ist offensichtlich ein besonders gütiger Geist am Werk. Anderswo muss durch mehr oder weniger umfangreiche Vorkehrungen die richtige Temperatur hergestellt werden, um von den übrigen Vorzügen Gebrauch machen zu können.

Als Hilfsgeist ist in vielen Kurorten der Moorbrei oder der Schlamm tätig. Er macht das Wasser zäh, sodass der Wärmeübergang verändert wird. Unter anderem wird die Wärme gleichmässiger verteilt. In Kapitel 6 habe ich unsere Arbeiten auf diesem Gebiet geschildert.

Auch das Kochsalz wirkt oft als Hilfsgeist. Wo es in hoher Konzentration vor kommt, reizt es die Haut und hat osmotische Effekte zur Folge. Was wir auf diesem Gebiet untersucht haben, steht im Kapitel 13.

Interessant ist das Zusammenwirken der Eigenschaften menschlicher Haut mit den Quellengeistern. Während die Haut das Wasser und die Mehrzahl der Mineralstoffe am Eindringen in das Innere des Körpers hindert, ist sie verhältnismässig durchlässig für die Geister, die eine Heilwirkung begründen. Die Kohlensäure, der Sulfidschwefel, das elementare Jod und das Radon mit seiner Strahlung werden, falls sie als Hilfsgeister im Quellwasser vorhanden sind, ausgefiltert und kommen zur Wirkung. Unsere Arbeit über das Verhalten der Haut im Bade ist in Kapitel 9 zu finden.

Alle Quellenwirkungen werden durch das örtliche Klima und das bei uns ständig wechselnde Wetter beeinflusst. Wir haben deshalb den Wettereinflüssen auf das Befinden unsere Aufmerksamkeit gewidmet (Kapitel 7) und einige Beiträge zur Klimatherapie (Kapitel 16) geleistet.

In der Wahl der mystischen Darstellung liegt Absicht. Ich möchte damit demonstrieren, dass ich nicht einer mechanistischen Erklärung der Kurwirkungen huldige. Mein Beruf als Physiker und der vorliegende Arbeitsbericht legen eine solche Annahme nahe.

In der heilenden Kraft einer Kur stecken auch viele geistige und gefühlsmässige Faktoren. Das Flair des Kurorts gehört dazu, auch das Kurkonzert und die kulturellen Veranstaltungen, ebenso das immer wiederkehrende, gewisserma-

ßen rituelle Trinken des Quellwassers oder das nach Plan öfters wiederholte Bad.

Vor allem aber gehört die Überzeugung dazu, dass die Kur den Gesundheitszustand verbessert. Nur so werden die Selbstheilungskräfte mobilisiert. Sie sind eine ganz wesentliche Voraussetzung für eine Heilung oder Linderung des Leidens.

Die Überzeugung vom gesundheitlichen Nutzen der Kurmaßnahmen schöpfen nur wenige Menschen aus dem Glauben. Die Mehrzahl unserer Kurgäste braucht eine Erklärung für die Wirkungsweise der Anwendungen. Dieses Buch will sie vermitteln. Es ist so angelegt, dass der Leser dem Forscher gewissermaßen bei der Arbeit über die Schulter schauen kann. Schilderungen aus dem Umfeld dienen dazu, sich ein Bild von den Umständen zu machen, unter denen sie entstanden ist. So hoffe ich, dass die im Vorwort genannten Ziele einigermaßen erreicht wurden.

25.Kapitel

Ausblick

Als der Plan zu diesem Buch entstand, mussten wir annehmen, dass die Arbeit des Instituts für Balneologie und Medizinische Klimatologie in den gleichen Räumen wie bisher weitergehen würde. Sie waren von uns mit allen Hilfsmitteln ausgestattet worden, die für die Erfüllung der vorgegebenen Aufgaben nötig waren. Dass sich der Arbeitsstil und die Prioritäten nach den Wünschen der jeweiligen Vorstände richten würde, war selbstverständlich. Ich hatte bereits einen Wechsel von dem zum Freund gewordenen Heinrich Drexel zu dem Schweizer E.Senn erlebt, ein weiterer stand bevor.

Da erreichten mich zuerst Gerüchte aus Berlin und dann die Gewissheit aus München: Das Institut sollte nach fast 50 Jahren Tätigkeit räumlich und personal halbiert werden, um Platz zu schaffen für den aus der Innenstadt verlegten Lehrstuhl für Neuropathologie.

Die Mitarbeiter bemühten sich sehr, den Schnitt möglichst klein zu halten und die Funktionsfähigkeit zu bewahren. Sie arbeiteten Vorschläge für mögliche Raumverteilungen aus, die aber nur zum Teil berücksichtigt wurden. Bei dieser Gelegenheit wurde ein 155-seitiges Dossier über die Aufgaben und Tätigkeiten erstellt.

Es halfen aber alle zurückliegenden Leistungen und ihre Darstellung nichts, der Umbau und nachher der Umzug vom Erdgeschoss ins Untergeschoss wurde vollzogen. Früher waren hier nur Hilfsräume, das Geschoss galt als ungeeignet für einen dauernden Aufenthalt.

So war es ein Schock, als ich vor der Antrittsvorlesung von Professor Stucki, dem neuen Lehrstuhlinhaber, im August des Jahres 2000 im Institut vorbeischauen wollte. Ich ging die Treppen zum Eingang im ersten Stock hinauf und sah nach dem Öffnen der Türe nicht das gewohnte Bild des Sekretariats, sondern ein Schild, das auf die im Souterrain untergebrachten Räume des Balneologischen Instituts hinwies. Zwar hatte ich aus der Entfernung das Hin und Her der Pläne verfolgt. Aber die Realität sah doch drastischer aus. Allerdings war damals manches noch provisorisch gelöst. Das Mobiliar war noch nicht geliefert und man befasste sich noch mit Einrichtungsplänen.

Die Antrittsvorlesung war übrigens sozusagen das Gegenteil von derjenigen, die Professor Senn einige Jahre vorher gehalten hatte: Während er seine Absichten am Beispiel des Romans „Heidi“ von J.Spyri demonstriert hatte, wähl-

te Professor Stucki die „Evaluation von Behandlungserfolgen“ als Thema. Sein Vortrag galt vorwiegend der physikalischen Therapie und war mit vielen statistischen Fachausrücken durchsetzt.

Als ich ungefähr ein Jahr später wieder kam, zeigte man mir mit berechtigtem Stolz das neue Institut. Alle Funktionsräume waren ein Stockwerk tiefer gerutscht, die Böschung vor den Fenstern abgetragen, sodass das Tageslicht her einkonnte.

Weggefallen war die Isotopenabteilung mit allen Hilfsräumen und Einrichtungen, der Nassraum mit Bade- und Gussinstallationen, das Aerosollabor, der EDV-Raum, und die Dunkelkammer des Photolabors, ferner die Werkstätte, der Aufenthaltsraum für das Personal mit Teeküche und alle Freiluftanlagen ausserhalb des Hauses.

Verändert waren die Klimaräume, der Seminarraum, das Sekretariat und die Arbeitszimmer der Mitarbeiter.

Wenn ich überlegte, was jetzt nicht mehr bearbeitet werden konnte, so kam ich überwiegend auf Gebiete, die abgeschlossen oder verwaist waren: Das Kapitel Hautresorption, das nur mit radioaktiven Isotopen erforscht werden konnte, war im wesentlichen beendet, sein hauptsächlicher Bearbeiter, Professor Pratzel, in Pension gegangen.

Der Anschluss an einen Großrechner war kaum mehr nötig, nachdem die auf Kleincomputern verfügbaren Programme so leistungsfähig geworden waren. Der Mechaniker war auch in Pension und hatte keinen Nachfolger, im benachbarten Klinikum existierte eine Küche, eine Kantine und verschiedene Läden. Die Bebauung des Freigeländes war schon früher geplant, die dafür vorgesehenen Aktivitäten hätten ohnehin aufgegeben oder verlagert werden müssen.

So gesehen, war die Verkleinerung des Balneologischen Instituts der Anlass zu einer ohnehin fälligen Umstrukturierung. Die Antrittsvorlesung des künftigen Chefs lässt vermuten, dass es dabei hauptsächlich um die Analyse und Darstellung der Heilungs- oder Besserungserfolge der Kuren in den Heilbädern gehen wird. Die verbliebenen Mitarbeiter sehen das offenbar genau so.

So bleibt mir als Zuschauer der weiteren Entwicklung nur, dem Institut viel Erfolg zu wünschen.

INDEX

- Abrisstechnik 74
 absolute Feuchte 53
 absolute Luftfeuchte 50
 Aerosol 30
 Aerosole 29, 32, 37, 145
 Aerosol-Inhalation 29
 Aerosol-Kuratorium 32
 Aerosolspektrum 31
 Aerosoltherapie 28, 105
 Aldehyde 102
 Algenwachstum 85
 Altadena 66
 Altstadtklinikum 38, 90
 Amateurfunker 11
 Amelung 23, 155
 American Bioclimatic Institute 13
 Amino-Hippursäure 34
 Aminosäuren 120
 Ammersee 13, 96
 Ancona 147
 Andrejew 149
 Aran 98
 Arosa 15, 104
 asthmatischer Anfall 35
 Atemtrakt 34
 Atemwege 34
 Atmosphäre 113
 Atmosphärenphysik 50
 Atmosphärisches Ozon 98
 Ausschuss für Biometeorologie 113
 Ausschuss für Medizinmeteorologie 101
 Ausschuss für Peloide des Deutschen Bäderverbands 42
 Aussenstellen 87
 Auswaschung 44, 77
 Bad 36, 69, 75
 Bad Brückenau 119
 Bad Füssing 87
 Bad Kissingen 17
 Bad Kreuznach 128
 Bad Münster 130
 Bad Nauheim 15, 144
 Bad Nenndorf 79
 Bad Reichenhall 29, 30, 34, 88, 120
 Bad Reichenhaller Forschungsanstalt 34, 89
 Bad Salzungen 32
 Bad Steben 88
 Bad Tölz 47, 55, 57, 106
 Bad Wörishofen 89, 118
 Badebecken 85
 Badebrei 41
 Badedauer 73
 Badefläche 71
 Bäder 44
 Bäder- und Klimaheilkunde 118
 Bäderkalender 118, 123
 Bädertag 17
 Bäderverband 117
 Bäderwesen 126
 Bäderwissenschaft 125
 Badetorf 44
 Badgastein 15, 130, 143
 Badré 29
 Ballungszentren 101, 102
 Balneologie 47
 Bariumtitanat 33
 Bassenge 155
 Bayersoyen 106
 Becker 48
 Befinden und Wetter 49
 Befindensindex 54
 Befindensschwankungen 50
 Befindensverlauf 51, 53
 Begriffsbestimmungen 103, 117, 123
 Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen 114
 Behandlungsbedürftigkeit 57
 Beirut 65
 Beleuchtung 59
 Bergleute 30
 Bergmann 132
 Besprühungswanne 37

- Bewegungstherapie 118
Bewölkung 108
Bicarbonat 76
Bioklimatik 16
Bioklimogramm 48
Biopronosen 111
Biosphäre 47
Biowetter 55
Bisa 96
Bischofsgrün 106
Blendung 59
Blutdruck 51
Böcksteinstollen 130, 143
Böger 121
Bogoljubov 148
Böhm 17, 24, 132
Bohrung 36
Boulder 65
Braunkohlevorkommen 45
Brei 45
Breibäder 38, 40, 41
Brezowsky 47
Bronchien 34
Brotjaklriegel 23, 80, 113
Brüggemann 118
Buchenberg 106
Bucher 48
Budapest 32
Büttner 143
C-14 44
Carnac 28
Castellamare di Stabia 146
Cauer 15
C-Bad 45
Chameldes 99
Chromatographen 80
Cilien 25
Clearance 72
Colorado 65
Computer 91
constant current 40
Courvoisier 145
Curry 12, 50, 98
Curry's Bioklimatik 56
Dampfdruck 53
Datenbanken 27
Daubert 48
Davos 104
DBV 123
Deetjen 144
Deposition 33, 35
Depositionszahlen 35
Dermographismus 119
deRudder 49
Dessauer 15
Deutsche Forschungsgemeinschaft 63, 81
Deutscher Bäderkalender 123, 143
Deutscher Bäderverband 21, 114, 123
Deutscher Heilbäderverband 117, 123
Deutscher Wetterdienst 55, 126
Deutsches Museum München 11
DFG 63, 113
DFG-Reinluftmessstelle 80
DHV 123
Dieselmotoren 37
Diplomarbeit 14
Doktoranden 64
Dorno 145
Dosierungsproblem 34
Drexel 20, 40, 41, 70, 86, 87, 106, 130, 132, 159
Dunkelfeldkondensator 31
Durchführungsbestimmungen 117
Düsenvernebler 33
EDV-Raum 85, 92
Ehmert 15
Einatmung 35
EKG 106
EKG-Untersuchungen 121
elektromagnetische Impulse 53, 56
elektromagnetische Wellenzüge 49
elektronisches Algimeter 130
Entwärmung 58
Entzündung 94
Erholungsort 123
Erkrankungen der Atemwege 89
ETH Zürich 50

- Evers 23, 79, 155
 Fallgeschwindigkeit 32
 Faraday'scher Käfig 59
 Feinmechaniker 86
 Findeisen 63
 Flimmerhärtchen 25
 Florenz 146
 Föhnexpedition 57
 Föhnstudie 51
 Folien-Wärmestromsonde 40
 Forschungspfennig 125
 Forschungsreaktor 44
 FORTRAN 91
 Frankreich 145
 Fraunhofer- Institut für
 Aerosolforschung 96
 Fraunhofer-Gesellschaft 32
 Freigelände 85
 Freunde des Instituts für Balneologie
 und Medizinische Klimatologie 134
 Fruhmann 100, 102
 Fuchs 11
 Füssing 132
 Gammastrahlkamera 35
 Garching 91, 96
 Garmisch-Partenkirchen 106
 Gaschromatographie 80
 Gasmessung 116
 Gebirgsföhn 58
 gefühlte Temperatur 108
 Gehen 105
 Gehirnaktivität 50
 Gemeinschafts-Solebäder 94
 Gerlach 14
 Gesellschaft für Physikalische Medizin,
 Balneologie und Klimatologie 93
 Gesellschaft für Strahlenforschung 96
 Gollwitzer-Meier 143
 Götz 15, 66, 67, 145
 Grafschaft 96
 Grenzwerte 21
 Grobstaub 114
 Grössenspektrum 30
 Großklinikum München-Großhadern
 83
 Grünhut 21
 Gübeli 145
 Guillerm 29
 'Gute Luft' 80
 Hall 75
 Handbuch der Bäder- und
 Klimaheilkunde 47
 Hartmann 155
 Hausberg 106
 Haut 36, 69, 73, 93
 Hautbarriere 73, 75
 Hautdurchblutung 44
 Hautfläche 36
 Hautgewebe 73
 Hautoberfläche 41
 Hautresorption 36
 Hautstruktur 73
 Hautwasserabgabe 77, 94
 Heilbad 22, 104
 Heilbad und Kurort 102
 Heilbrunnen 123
 Heilklimatischer Kurort 22, 123, 105
 Heilquellen 69, 74, 79, 123
 Heilquellenbestandteile 74
 Heilquellenkurbetrieb 123
 Heilwasser 21, 36
 Heilwirkungen 104
 Heimkehreffekt 51
 Hensel 44, 148
 Herrsching/Seewiesen 15
 Herz/Kreislaufbeschwerden 57
 Herzinfarktpatienten 121
 Hildebrandt 154
 Hintergrundpegel 113
 Hochdruck-Xenonlampen 59
 Hochfrequenztechnik 11, 14
 Hochgebirgsklima 104
 Höhenstrahlung 15
 Höhenwirkung 57
 Höppe 102
 Hornhaut 77
 Hornhautdicke 93, 94

- Hüfner 125, 143
Humanbiologie 48, 63
Huminsäuregehalt 42
Huminsäuren 44, 45
Hydrotherapie 118
Immunsystem 76
Inhalation 24, 30, 93
Inhalationsgeräte 31
Inhalatoren 31, 33
Inhalatorien 30
Institut für Arbeitsmedizin 100
Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie 83 ff
Institut für Plasmaphysik in Garching 91
Institut für Strahlenhygiene 96
Institut für Verhaltensforschung 15
Institut für Wasserchemie und chemische Balneologie 87
Institutsgebäude 83
Internationale Gesellschaft für Aerosole in der Medizin 32
Ischia 130, 147
Isotope 35, 38
Isotopenabteilung 85
Italien 146
Jendritzky 108
Jod 157
Jungmann 144
K -Typen 53
Kammerer 40
Kaninchen 70
Kanz 47
Karriere 97
Klebefilm 73
Kleinschmidt 48, 89, 134
Klima 47, 111
Klimakammer 58
Klimatherapeuten 107
Klimatherapie 104, 105, 111
Klima-Versuchsraum 58
Kneippheilkunde 118
Kneippkurort 118, 123
Kneipp-Preis 122
Kneipptherapie 118
Kochsalz 93, 157
Kochsalzkonzentration 94
Kochsalzquellen 93
Kohlensäure 78, 157
Kohlensäurequellen 76
kolloidale Lösung 63
kolloidale Systeme 63
Kompressoren 32
Königstein 48
Kontrastumfang 59
Kontrollanalyse 124
Konvektion 58
Konvektionsbewegung 41
konvektive Durchmischung 41
Kötzing 89
Kraftfahrzeuge 99, 101
Kräuterheilkunde 118
Kreislaufwiderstand 121
Kröling 130, 136
Kühle 106
Kühnau 22
Kuhnke 48
Kummer 28, 32, 145
Kur 157
Kurbetrieb 128
Kurdirektoren 42, 124
Kurkliniken 30
Kurmittel 47
Kurorte 21, 123, 101, 116, 118, 125
Kurortklima 55
Kurortologie 148
Kurpatienten 50
Kurplan 107
Kur-Übungsweg 107
Kurverlauf 51
Kurverwaltung 123
Lacco Ameno 147
Lagerstätte 38, 39
Laklouk 65
Laktat 107
Lallinger Winkel 104
Latenzzeit 120

- Lehrstuhl für Physikalische Medizin 83
Lehrstuhl für Physikalische Therapie und Röntgenologie 17
Leibniz-Rechenzentrum 52
Leistner 50
Leistungsfähigkeit 109
Libanon 65
Lichtstärke 59
Literaturstellen 27
Lochkarten 27, 91
Lochstreifen 91
Los Angeles 66
Ludwig-Maximilians-Universität 83
Luftdruckoszillationen 56
Luftkurort 22, 123
Luftreinheit 22, 37, 113, 114, 126
Luftverunreinigung 100, 113
Lustig 40
Magyarosy 138
MAK-Wert 99
Massendurchmesser 26
Mäuse 70
Medikament 34, 35
Medikamenten-Aerosole 33, 35
Medikamententeilchen 35
Medikamentenverneblung 32
Meerwasser 77
Meran 147
Mergentheim 75
Meteorologie 47
Meteoronauten 60
Mineralquellen 21, 77
Mineralwasser 24, 25
Mineralwasserinhalation 25
Mitarbeiter 132
Moor 38
Moorbäder 38, 40, 77, 143
Moorbrei 39, 145, 157
Moorbreibad 46
Moorbreibäder 45
Moorpackungen 45
Moortaschen 45
morgendliche Temperaturen 51
Morgentemperatur 54
Mörikofer 145
Moskau 148
Mourillon 28
Müncher Studie 56
Münchner Bevölkerung 56
Muskeldurchblutung 44, 45
Nachschwitzen 77
Nadelbäume 81
Nasen-Nebenhöhlen 29
National Center of Atmospheric Research 65
Neapel 147
Nebel 29, 33
Nebelausbeute 33
Nebel-Inhalation 24
Nebelmethode 34
Nebeltröpfchen 33
Neutronen 44
Oberpfalz 104, 113
Oberstdorf 88
Örtel 105
Osmolarität 25, 94
Ostberlin 32
Österreich 144
Ostwald'sche Löslichkeit 129
Oszillationen 50
Oxidationswirkung 99
Ozon 66, 67, 98, 102, 114
Ozongenerator 100
Ozonisator 100
Ozonisierung 100
Ozonkonzentration 98
Ozonloch 98, 103
Ozonwirkungen 13, 101
Palms-Röhrchen 115
PARI-Werk 32
Partikelgrösse 31
Passivsammler 115
Pavillon 86
PC 90
Pegelwerte 22, 117
Pejo 147
Peloide 145

- Penicillin 30
Personal Computer 92
Perspiratio 77
Pflaster 76
Pfleiderer 143
Physikalische Therapie 24
Phytotherapie 118
PMV 107
Polen 148
Pollen 37
Pratzel 22, 73, 76, 85, 86, 120, 129, 138
Predicted Mean Vote 107
Pseudo-Krupp 15
Psoriasis 93, 95
Psychometer 14
Pulmonologie 100
Pulsfrequenz 51
Pulskurven 121
Pulver-Aerosole 36
Quadratsummen 90
Qualitätssicherung 117
Quellen-Inhaltsstoffe 74
Quellung 95
Quellwasser 25, 129, 156
Rachen 36
Radioaktive Isotope 35, 69
radioaktive Strahlung 127
Radioaktivität 15, 127
Radium 69
Radon 76, 128
Radoninhala^{tion} 129
Radon-Inhalatorium 128
Radonmessungen 128
Radontherapie 127, 130, 144, 149, 154
Ratten 70
Rauminhalation 33
Rechenmaschine 90
Rechenwerk 90
Regener 98
Reichenhall 75
Reichsanstalt für das deutsche
 Bäderwesen 18
relative Luftfeuchte 50
Resorbierbarkeit 76
Resorption 73, 74
Resorptionszahl 44, 72, 74, 76
Rheinfelden 28
Richtwerte 117
Riechschwelle 67
Rieder-Institut 18
Rocky Mountains 66
Römmelt 23, 114, 115
Röntgenologie 24
Rückstände 76
Rusch 144
Russland 148
Ru^ßmessung 117
S-45 69, 70
Sachbeihilfe 63
Salizylsäure-Präparat 44
Salsomaggiore 147
Salzkonzentration 94
Sansoni 129
Saturnia 147
Sauna 121
Schadgasakzeptor 115
Schadgase 113
Scheibe 15
Scheminsky 144
Schlamm 157
Schleimhaut 36
Schleimhautwäsche 25, 26
Schlüssel zum Leben 16
Schmidt 98, 144, 155
Schmidt-Kessen 108, 154
Schnelle 20, 86, 88, 104, 113, 132, 133
Schnizer 140
Schönbein 98
Schuh 106, 107, 112, 140
Schulmedizin 22
Schuppenflechte (siehe Psoriasis)
Schwarzwasser 38
Schwefel 69
Schwefeldioxid 116
Schwefelform 76
Schwefelwasserstoff 72
Schweine 70
Schweissabsonderung 95

- Schweissdrüsentätigkeit 77
Schweiz 145
Seebad 123
Seewiesen 61
Segelboot 150
Selbstversuche 71, 122
Senn 141, 159
Sferics 49, 58
Siemens 33
Signifikanz 54
Silikosebehandlung 32
Smog 66
SO₂-Konzentration 53
Sole 93
Solebad 93, 94
Solewirkungen 93
Sommersmog 102, 114
Sonnenbrand 99
Sonnenflecken 47
Sonnenhöhe 108
Sonnenschein 102
Sonnenstrahlung 101
Spacer 36
Sprühbad 36
Stappert 121, 134
Staubteilchen 114
stepwise regression 54, 152
Stichwortkataloge 27
Stickoxide 102
Stieve 17
Stiftung Warentest 35
Strahlenbelastung 35
Strahlendetektoren 35
Strahlendosis 35
Strahlenexposition 70
Strahlung 58
Stratosphäre 102
stratosphärische Ozonschicht 36
Stratum lucidum 74
Stromstärke 120
Strömungscalorimeter 44
Stucki 159
Stühmer 15
Sulfidschwefel 78, 157
Suspension 38
TA Luft 114
Tabakrauch 37
Tauchbad 121
Teichmann 121
Teilchengrösse 29, 30
Teilchengrössen-Spektrometer 31
Teilchengrössenspektrum 35
Temperaturdifferenz 40
Terpene 81
Terrainkur 105
Teststrecke 109
Thaler 15
Thauer 15
Therapiemaßnahmen 51
Thermoelemente 40
Thermoregulation 73
Torf 38, 45, 85
Torfbestandteile 39
Torf-Schwebeteilchen 38
Totes Meer 95
Toulon 28, 29
Treibgas-Aerosole 36
Treibgasdosen 35
Treibgasverneblung 35
Trinkkur 22
Trinkkurverordnungen 125
Tröpfchen 26
Tröpfchenbahnen 31
Trübungsgrad 108
Tschechoslowakei 148
Typenlehre 16
U-Boot 28
U-Bootsmedizin 25
U-Bootsmedizinisches Institut 28
Übungswege 108
Ultrarot-Absorptionsspektrometer 78
Ultraschallschwinger 33
Ultraschallsprudel 33
Ultraschallvernebler 33
Ultraschall-Verneblung 32
Umweltbundesamt 103
Umweltdaten 55
Ungeheuer 47

- Universitätslaufbahn 64
USA 14
UV-Einstrahlung 99
UV-Erythem 94
v.Neergard 145
Verneblung 33
Verneblungsverfahren 32
Versuchsbaderaum 44
Vichy 145
Vogt 18
von Muralt 57
Vorsorge- Rehabilitationseinrichtung 111
Wälder 82
Walker 99
Wank 106
Wärmesensoren 41
Wärmestrahlung 59, 78
Wärmestrom 39, 40
Wärmestromsonden 40
Wärmestromverlauf 41
Wärmeübergang 39
Wärmeverhalten 157
Warschau 32
Wasserbad 41
Wasserdruck 76
Wassergehalt der Luft 50
Weber 15
Weckbecker 119
Weisswurstpause 48
Wetter 51
Wetter und Mensch 47
Wetteramt Nürnberg 104
Wetterbeschreibung 47
Wettereinfluss 53, 62
Wetterelemente 53, 55
Wetterempfindlichkeit 51, 98
Wetterfühlige 53, 54, 56
Wetterfähigkeit 47, 58
Wetterfähigkeitsforschung 49
Wetterhypochonder 55
Wetterklassifikation 48
Wetterphasen 53
Wetterstation 108
Wettervarianten 48
Wezler 121
Wien 32
Wiessee 75
Wirkfaktoren 104
Zenneck 12
Zerstäubungsgrad 26, 31
Ziemssenstraße 18
Zink 48
Zörkendorfer 143
Zürich 56, 70
Zürcher Kantonsspital 69

