

Jb. Nass. Ver. Naturk.	110	S. 35–110	18 Abb.	3 Sk.	Wiesbaden 1988
------------------------	------------	-----------	---------	-------	----------------

140 Jahre Chemisches Laboratorium Fresenius Wiesbaden*

(1. Teil: 1848—1945)

WALTER CZYSZ

Mit 18 Abbildungen und drei Schemaskizzen

Kurzfassung

Das Chemische Laboratorium Fresenius nimmt seit seiner Gründung (1848) in der Geschichte der Stadt Wiesbaden einen bedeutenden Platz ein: Das gilt hinsichtlich der wissenschaftlichen Leistung, aber auch durch seinen Ruf als eine hervorragende Ausbildungsstätte für junge Chemiker, Lebensmittelchemiker und Pharmazeuten. Mit der Person des Gründers, CARL REMIGIUS FRESENIUS, stand nahezu 50 Jahre ein Mann an der Spitze dieser Einrichtung, der als Begründer der Analytischen Chemie über die Grenzen Deutschlands hinaus Anerkennung gefunden hat. Neben seiner herausragenden Leistung als Wissenschaftler, Lehrer und Herausgeber der weltweit verbreiteten „Fresenius' Zeitschrift für Analytische Chemie“ hat er sich auch als politisch engagierter Bürger hervorgetan. Mit der Erforschung der Wiesbadener und zahlreicher anderer nassauischer Heilquellen und Mineralwässer sowie der Bodenschätze des Nassauer Landes hat er bleibende Verdienste erworben.

Mehr als 30 Jahre lang war CARL REMIGIUS FRESENIUS Mitglied und eifriger Förderer des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE; zehn Jahre stand er ihm als Direktor vor. Ihm und seinen Söhnen Heinrich und Wilhelm verdankt der Verein viele wertvolle Anregungen und Aktivitäten. Sie sind in den JAHRBÜCHERN des Vereins unübersehbar dokumentiert. Im Folgenden werden die wissenschaftlichen und Ausbildungseinrichtungen des Chemischen Laboratoriums Fresenius beschrieben; die Veröffentlichungen der Mitarbeiter werden soweit besprochen, wie sie allgemeinere Bedeutung erlangt haben. In besonderem Maße werden die Beziehungen der chemischen Wissenschaftsgeschichte zur Wiesbadener und Nassauer Natur- und Heimatkunde in den Vordergrund gestellt.

* Herrn Professor Dr. WILHELM FRESENIUS zum 75. Geburtstag gewidmet.

Summary

The Chemical Laboratory Fresenius plays an important role in the history of Wiesbaden since its foundation in 1848. This concerns its scientific work and also its reputation as a renowned place of education for analytical chemists, food chemists and pharmacists. The founder, CARL REMIGIUS FRESENIUS, head of the institution for nearly 50 years, has been acknowledged as the originator of Analytical Chemistry far beyond the borders of Germany. Besides of his outstanding achievement as scientist and teacher he was a very engaged citizen and member of the city-council of Wiesbaden. One of his best-known merits was the exploration of the mineral and thermal springs of the city of Wiesbaden and the Duchy of Nassau as well as the mineral resources of the Nassovian country. Moreover, in 1862 he started the publication of "Zeitschrift für Analytische Chemie" (Fresenius Journal of Analytical Chemistry).

CARL REMIGIUS FRESENIUS was a member and engaged promoter of the NASSAUISCHER VEREIN FÜR NATURKUNDE (Nassovian Society of Natural Science) for more than thirty years; ten years of this time he was its Executive Director. The Society owes to him and to his Sons Henry and William many valuable impulses and activities. They are well documented in the yearbooks of the Society.

In the following the scientific and educational facilities of the Chemical Laboratory Fresenius will be described. Several selected publications of the staff are discussed. The special relations of the scientific work to the natural science and local history of Wiesbaden and the Nassovian country are particularly emphasized.

Inhalt

1.	Carl Remigius Fresenius	38
1.1	Die Abstammung der Familie Fresenius	38
1.2	Student der Pharmazie und Chemie	39
1.3	Lehrjahre bei Justus Liebig in Gießen	43
1.4	Die Landwirtschaftsschule auf dem Hof Geisberg bei Wiesbaden ...	45
1.5	Das eigene chemische Laboratorium	47
2.	Das Chemische Laboratorium Fresenius	52
2.1	Die Zweckbestimmung der Anstalt	52
2.2	Das Untersuchungslaboratorium	55
2.3	Das Unterrichtslaboratorium	58
2.4	Die wissenschaftlichen Mitarbeiter	61
2.5	Die „Zeitschrift für Analytische Chemie“	66
3.	Das Zwanzigste Jahrhundert	71
3.1	Generationswechsel	71
3.2	Was du ererbt von deinen Vätern hast ...	74
3.3	Das wissenschaftliche Werk der Mitarbeiter des Laboratoriums	76
3.4	Die „Wissenschaftlichen Abendunterhaltungen“ des Nassauischen Vereins für Naturkunde	80
3.5	Der Weltkrieg und die Folgen	81
4.	Die Jahre zwischen den beiden Kriegen	84
4.1	Erz-, Metall- und Schiedsanalysen	86
4.2	Die chemische Analyse des Weines	86
4.3	Mineral- und Heilwasseranalysen	87
4.4	Der Wiesbadener Kochbrunnen	88
4.5	Spektralanalyse von Mineralwässern	92
4.6	Radioaktivität in Mineral- und Heilwässern	93
4.7	Radioaktivität des Wiesbadener Kochbrunnens	94
4.8	Bestimmung von „Schwerem Wasser“ im Wiesbadener Thermalwasser	97
4.9	Spurenelemente in der Balneologie	98
5.	Die Jahre bis zur Zerstörung im zweiten Weltkrieg	99
5.1	Chemotechniker(in), ein neuer Ausbildungsberuf	100
5.2	Wachablösung im Jahre 1936	100
6.	Schriftenverzeichnis	105

1. Carl Remigius Fresenius

1.1 Die Abstammung der Familie FRESENIUS

Das Chemische Laboratorium FRESENIUS ist das Werk eines außergewöhnlichen Mannes. CARL REMIGIUS FRESENIUS (1818—1897) hat das Laboratorium 1848 gegründet und ihm 49 Jahre lang vorgestanden. Während dieses halben Jahrhunderts hat er durch seine persönliche wissenschaftliche, pädagogische und, so würde man es heute wohl ausdrücken, unternehmerische Leistung eine Institution geschaffen, die bis in die Gegenwart den von ihm geprägten Charakter bewahrt hat: Ein Ort, an dem wissenschaftliche Forschung, universitäre Lehre und kommerzielle Dienstleistung nebeneinander ihren Platz haben und sich gegenseitig ergänzen.

Nach der Familienüberlieferung (FRESENIUS R. 1940a) stammt die Familie FRESENIUS aus Friesland. Ein Angehöriger dieser Familie, der oldenburgische Rittmeister JOBST VON FRESEN, fiel im Dreißigjährigen Krieg, wie es heißt, im Waldeckischen. Sein Sohn, DANIEL VON FRESEN, war zu diesem Zeitpunkt gerade 4 Jahre alt. Das Schicksal der Mutter, die mit ihrem Mann in den Krieg gezogen sein soll, ist unbekannt. Der junge Daniel wuchs im Haus eines Müllers zu Niederense auf, einem waldeck'schen Dorf südlich von Korbach. Er wurde später Küster, sein Sohn FRANZ WOLRAD evangelischer Pfarrer und Doktor der Philosophie und Theologie. FRANZ WOLRAD legte den Adel ab und nahm den latinisierten Namen Fresenius an.

Die Söhne und Enkel dieses FRANZ WOLRAD FRESENIUS sind fast alle evangelische Pfarrer geworden. Unter ihnen verdient D. JOHANN PHILIPP FRESENIUS (1705—1761), Senior Ministerii und Konsistorialrat zu Frankfurt am Main, nicht nur wegen seiner vielen theologischen Schriften besondere Erwähnung. Er ist vielmehr auch in einem anderen Zusammenhang eine Persönlichkeit der deutschen Geistesgeschichte geworden: Als Pfarrer der Katharinenkirche hat er die Mutter GOETHES konfirmiert, die Eltern getraut und den jungen JOHANN WOLFGANG GOETHE getauft. Noch bemerkenswerter ist, daß der Dichter ihm in seinen Lebenserinnerungen „DICHTUNG UND WAHRHEIT“ (1. Teil, Buch IV) ein bleibendes Denkmal gesetzt hat. GOETHE schreibt dort: „Der Senior des Ministeriums, JOHANN PHILIPP FRESENIUS, ein sanfter Mann, von schönem gefälligen Aussehen, welcher von seiner Gemeinde, ja von der ganzen Stadt als ein exemplarischer Geistlicher und guter Kanzelredner verehrt ward, der aber, weil er gegen die Herrnhuter aufgetreten, bei den abgesonderten Frommen nicht im besten Rufe stand, vor der Menge hingegen sich durch die Bekehrung eines bis zum Tode blessierten freigeistlichen Generals berühmt und gleichsam heilig gemacht hatte, . . .“.

Der Enkel Johann Philipp's, Dr. jur. JACOB HEINRICH SAMUEL FRESENIUS, war Advokat in Frankfurt und mit einer Frankfurterin, Marie Veronika, geborene FINGER, verheiratet. Ihr jüngstes Kind und einziger Sohn, CARL REMIGIUS FRESENIUS, ist der spätere Gründer und Leiter des Chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden. Er wurde am 28. Dezember 1818 in Frankfurt geboren. Seine Jugend bezeichnete er selbst als eine heitere, glückliche und frohe. Seine Schulausbildung, namentlich die auf den Unterstufen, stand unter dem Einfluß, den ROUSSEAU und PESTALOZZI auf die pädagogische Entwicklung jener Zeit ausgeübt haben. Er besuchte das humanistische Gymnasium seiner Vaterstadt, interessierte sich aber damals schon für die Naturwissenschaften und die seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts aufstrebende Chemie.

1.2 Student der Pharmazie und Chemie

Ende des 18. Jahrhunderts hatte LAVOISIER (1743—1794) durch die experimentelle quantitative Untersuchung von verschiedenartigen Umsetzungen (Reaktionen), vor allem bei der Oxidation, die Grundlage für die wissenschaftliche Chemie geschaffen. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts arbeitete GAY-LUSSAC (1778—1850), bei dem auch JUSTUS LIEBIG einen Teil seiner Ausbildung in Paris erhielt, weiter an den grundlegenden Gesetzen der Chemie. 1814 hatte BERZELIUS (1779—1848) bereits die Atomgewichte von 43 Elementen bestimmt. 1818 veröffentlichte er eine Tabelle der von ihm bis dahin analysierten Oxide; sie enthielt etwa 2000 Stoffe mit Molekulargewichten, den Zusammensetzungen aus den Elementen und lateinischen Bezeichnungen. Die 1813 von BERZELIUS zuerst benutzte Schreibung chemischer Formeln ist im wesentlichen bis heute unsere chemische Formelsprache geblieben.

In diese Zeit der sich anbahnenden, bis dahin ungeahnten Möglichkeiten einer wissenschaftlichen Stoffkunde wuchs der junge FRESENIUS hinein. Der Weg zur Chemie führte damals über das Studium der Pharmazie; deshalb trat er im Frühjahr 1836 als Lehrling in die Stein'sche Apotheke zu Frankfurt ein. Dort führte ihn sein Lehrherr FRANK in die Anfangsgründe der Pharmazie, Chemie und Botanik ein. Daneben hörte er Vorlesungen am Senckenbergischen Institut und im Physikalischen Verein bei den Professoren Dr. RUDOLF BÖTTGER und Dr. GEORG FRESENIUS, einem Vetter seines Vaters, der später durch ein Lehrbuch „Grundriss der Botanik zum Gebrauche bei Vorlesungen“ bekannt wurde, und dem zu Ehren man eine südafrikanische Pflanzengattung „*Fresenia*“ benannt hat (FAZ 1983).

Schon während seiner Ausbildungszeit hatte sich CARL REMIGIUS FRESENIUS im Gartenhaus seines Vaters ein kleines Laboratorium eingerichtet, in dem er sich mit Untersuchungen über die Zusammensetzung von Stoffen befaßte. Nachdem er im Herbst 1838 sein Gehilfenexamen abgelegt und danach noch 1½

Jahre in der Stein'schen Apotheke gearbeitet hatte, ging er 1840 an die Universität Bonn. Dort widmete er sich dem Studium der Chemie, Pharmazie und allgemeinen Naturwissenschaften; er hörte aber auch, so wird überliefert, geschichtliche und philosophische Vorlesungen bei ERNST MORITZ ARNDT und AUGUST WILHELM VON SCHLEGEL.

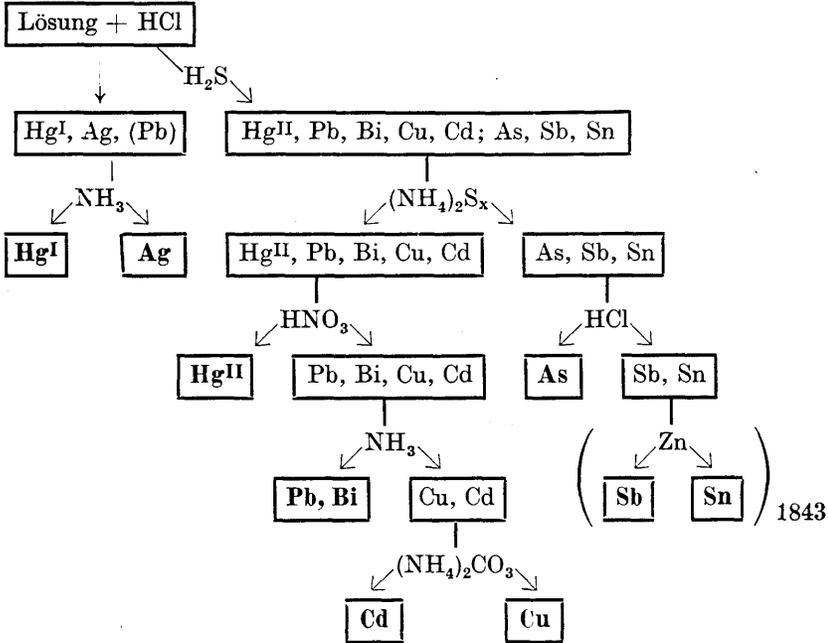
An der Bonner Universität gab es damals keine Möglichkeit zum experimentellen Arbeiten. Dementsprechend war auch eine methodische Einführung in die praktische Beschäftigung mit der Chemie noch nicht vorhanden. Deshalb arbeitete der junge FRESENIUS in einem privaten Laboratorium des Apothekers Dr. CLAMOR MARQUART. Hier machte er seine ersten systematischen Versuche in der qualitativen Analyse, bei denen er weitgehend auf sich selbst gestellt war. Aus den schriftlichen Ausarbeitungen, die er dabei machte, ist schon ein Jahr später, 1841, die „ANLEITUNG ZUR QUALITATIVEN CHEMISCHEN ANALYSE“ entstanden, ein in der 1. Auflage noch dünnes Büchlein, das beim Verlag Henry & Cohen, Bonn, erschienen ist. Bereits im Vorwort dieser frühesten Ausgabe schrieb der 23jährige Überlegungen nieder, die schon einige Grundgedanken seines späteren wissenschaftlich-pädagogischen Lebenswerkes vorwegnehmen:

„Ich faßte dabei hauptsächlich drei Punkte ins Auge, auf welche nach meiner Ansicht alles, das Analysieren von Anfang besonders Erschwerende zurückgeführt werden kann. Erstens nämlich glaube ich bemerkt zu haben, daß Anfänger sich in dem großen Reichtum des Materials, welchen zum Beispiel ROSES klassisches Werk (HEINRICH ROSE: „Handbuch der analytischen Chemie“, 4. Auflage, 1838; der Verf.) bietet, öfters nicht zurechtfinden, und trotz der Klarheit des genannten Handbuchs häufig den deutlichen Überblick verlieren. Zweitens halte ich dafür, daß die Theorie des Verfahrens von dem Anfänger nicht immer klar durchschaut wird, daß er dem Gange öfters mechanisch folgt, ohne sich der Gründe deutlich bewußt zu sein, und drittens möchte häufiges Stocken und vielfache Irrungen der Anwesenheit solcher Substanzen zuzuschreiben sein, welche die bisherigen Anleitungen zum systematischen Verfahren nicht aufgenommen haben und welche doch nicht selten vorkommen dürften“ (FRESENIUS R. 1841, zitiert nach FRESENIUS R. E. 1968).

Diesen Mangel auszugleichen und methodisch zu verbessern, war das Ziel, das sich FRESENIUS von Anfang an gesteckt hat. Man weiß nicht, was man mehr bewundern soll, die ohne Umschweife ausgesprochene Kritik am etablierten Lehrsystem oder die Selbstsicherheit des jungen Studenten. In den deutlich erkannten Mängeln lagen Ursache und Anstoß für die Entwicklung seines später so berühmt gewordenen systematischen Analysenganges. Der im letzten der zitierten Sätze enthaltene Hinweis auf störende Begleitsubstanzen spricht zum ersten Mal *expressis verbis* ein Problem an, das noch in der modernen Analytischen Chemie allgegenwärtig und immer wieder schwierig zu lösen ist. Herausragendes Kennzeichen des neuen Buches ist jedoch die schon in der ersten Auflage ausgebildete

Systematik des qualitativen Analysenganges, die in den beiden abgebildeten Tabellen deutlich erkennbar ist.

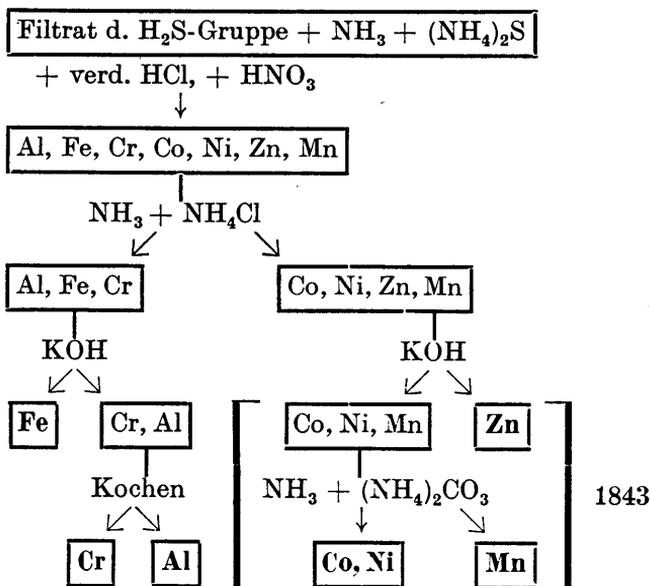
Trennung der H₂S-Gruppe nach FRESSENIUS 1841



Schema 1: Trennung der Schwefelwasserstoffgruppe

Mit Hilfe dieser Systematik gelingt die klare Trennung einer Vielzahl von Elementen der sogenannten Schwefelwasserstoff- und Ammoniumsulfid-Gruppen. Einschließlich der im Laufe der folgenden 15—20 Jahre hinzugefügten Verbesserungen (1862 erschien bereits die 11. Auflage), hat der FRESSENIUS'SCHE „Schwefelwasserstoff-Gang“ danach mehr als 100 Jahre lang die Ausbildung ganzer Generationen von Chemikern in den Anfangsemestern ihres Studiums begleitet; er ist bis heute eine wichtige Grundlage der analytischen „Scheidkunst“ geblieben.

Trennung der $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -Gruppe nach FRESSENIUS 1841



Schema 2: Trennung der Ammoniumsulfid-Gruppe

Wie sehr dabei aber neben dem wissenschaftlichen Interesse von Anfang an auch eine große pädagogische Begabung erkennbar ist, belegen einige Sätze „Ueber den Gang einer qualitativen Analyse im Allgemeinen“, in denen FRESSENIUS mit einfachen Worten die Grundidee der chemischen Analytik seinen Schülern zu vermitteln wußte:

„Fehlt uns (bei der Analyse eines Gemenges) die Kenntnis eines systematischen Ganges, oder sagen wir uns in der Hoffnung, schneller zum Ziele zu kommen, von jeder Methode los, so wird das Analysieren, wenigstens in der Hand des Anfängers, ein Herumrathen, und die erhaltenen Resultate sind nicht mehr Ergebnisse wissenschaftlicher Berechnung, sondern Sache des Zufalls. (. . .). Da ein erfolgreiches und verständiges Analysieren nur möglich ist, wenn der Arbeitende eine genaue Kenntniss der Gründe hat, worauf die Scheidung und Erkennung der Körper beruht, und sich daher stets Rechenschaft zu geben weiss, war-

um bei dem Gange der Untersuchung dieses oder jenes Reagens in der oder jener Reihenfolge angewendet wird, muß man sich zuvor mit einem durch Erfahrung geprüften Analysengange ganz und gar vertraut machen“ (FRESENIUS R. 1862).

Der Aufbau dieser Gedanken ist logisch. FRESENIUS versteht es, die Zusammenhänge, auf die es ankommt, mit klaren Worten verständlich zu machen. Er stellt Regeln auf, die an die Stelle der früheren „Probierkunst“ zum ersten Mal eine schlüssige Methodik setzen. In Verbindung mit dem frischen sprachlichen Stil erregte das Buch gleich beim Erscheinen der 1. Auflage (FRESENIUS, R. 1841) bei den damaligen Naturwissenschaftlern Aufsehen. Doch nicht nur das: Viele glaubten, der Name Remigius Fresenius sei das (lateinisch verfremdete) Pseudonym eines bekannten Chemikers, der es gescheut habe, seine Identität preiszugeben, so lange er nicht sicher war, welche Aufnahme das neue System der qualitativen chemischen Analyse bei den damals tonangebenden Kollegen finden würde.

1.3 Lehrjahre bei JUSTUS LIEBIG in Gießen

An der „Echtheit“ und wahren Identität des Autors gab es jedoch schon bald danach keinen Zweifel mehr. Denn kurz nach dem Erscheinen der 1. Auflage des Buches verließ FRESENIUS Bonn, um sein Studium im Laboratorium von JUSTUS LIEBIG in Gießen fortzusetzen. Bei ihm hörte FRESENIUS Chemie, in seinem Laboratorium arbeitete er mit größtem Eifer und Erfolg. Dort lernte er zahlreiche Anhänger der jungen und aufstrebenden Wissenschaft kennen, von denen einige später mit hervorragenden eigenen Leistungen bekanntgeworden sind. FRESENIUS selbst war schon im voraus durch seine Schrift bestens empfohlen. Sie bildete die Grundlage für seine Anstellung als Staatsassistent am Gießener Universitätslaboratorium zum 1. April 1842 und zugleich auch für seine Promotion am 23. Juli desselben Jahres. Der 2. Auflage des Buches, die noch 1842 im Verlag von FRIEDRICH VIEWEG in Braunschweig erschien, stellte JUSTUS LIEBIG ein Vorwort voran, in dem es heißt:

„Herr Dr. FRESENIUS, welcher in dem hiesigen Universitäts-Laboratorium den Unterricht der Anfänger in der Mineral-Analyse leitet, hat in den beiden letzten Semestern die Methode befolgt, die in seiner „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse“ von ihm beschrieben worden ist. Dieser Weg hat sich meiner Erfahrung gemäss ebenso leicht fasslich als einfach und nützlich bewährt, so dass ich seine Methode Allen empfehlen kann, die sich in den Anfangsgründen der Mineral-Analyse unterrichten wollen. . .“

Nach seiner im Juli 1843 erfolgten Habilitation setzte FRESENIUS seine Tätigkeit, nunmehr als Privatdozent, in Gießen bis zum Herbst des Jahres 1845 fort (Abb. 1). LIEBIG dürfte während dieser Zeit auf den jungen FRESENIUS einen nachhaltigen Einfluß ausgeübt haben. So wird die von LIEBIG in einem Brief an

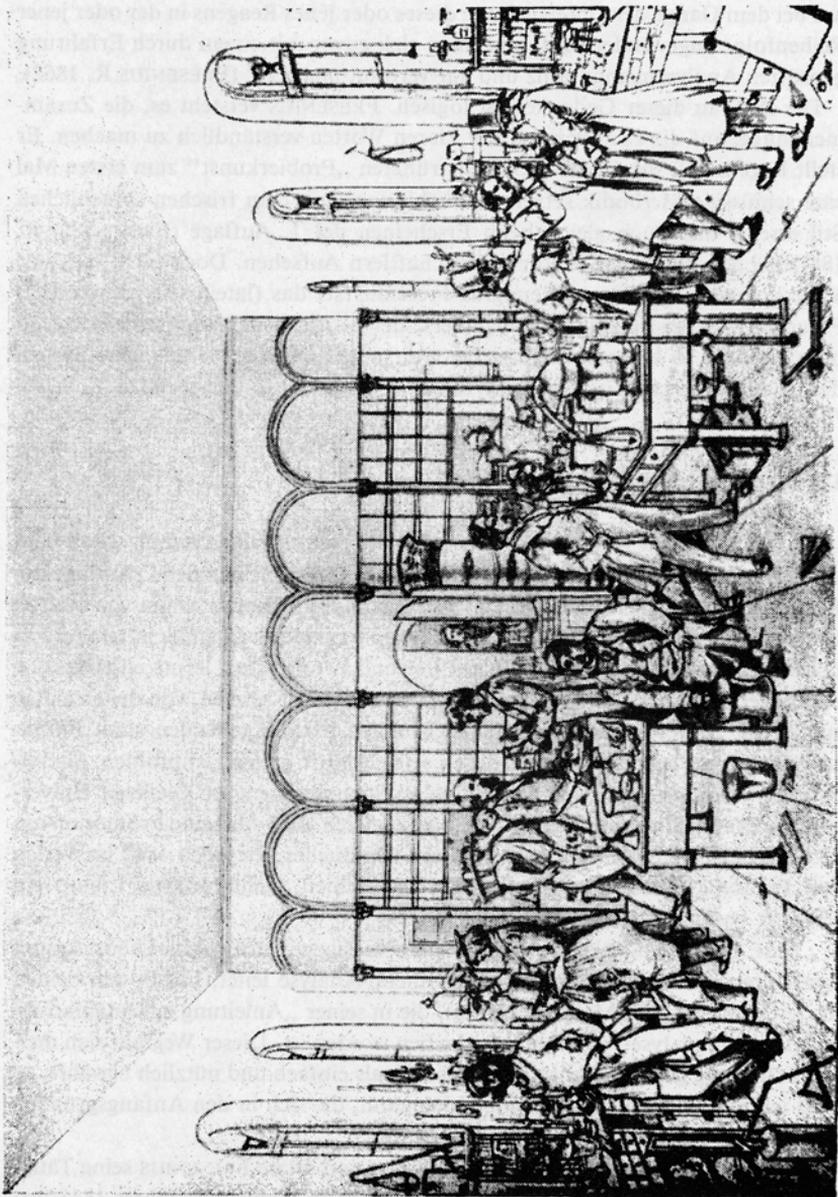


Abb. 1: Gießener Laboratorium von JUSTUS LIEBIG

BERZELIUS scherzhaft geäußerte Klage: „Die schönsten Theorien werden durch die verdamnten Versuche über den Haufen geworfen“ (PRANDTL, W. 1956) im richtig verstandenen Umkehrschluß bei FRESENIUS dessen eigene Überzeugung nur noch bestärkt haben, daß das Experiment immer den absoluten Vorrang vor jeder Theorie haben muß.

In seiner Gießener Zeit hat FRESENIUS mehrere wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt. So z. B. „Ueber die Anwendung des Cyankaliums in der chemischen Analyse“ (FRESENIUS, R & J. HAIDLEN 1842), eine Veröffentlichung, die sich durch eine klare Systematik auszeichnet. 21 Elemente wurden überprüft und 27 Trennungsmöglichkeiten im einzelnen untersucht. Fragen, die ihn schon früh beschäftigt haben, führten zu einem neuen „Verfahren zur Unterscheidung und absoluten Trennung des Arsens vom Antimon in mit dem Marsh'schen Apparate erhaltenen Metallspiegeln“ (FRESENIUS, R. 1842) oder zu „Neuen Verfahrensweisen zur Prüfung der Pottasche und Soda, der Aschen, der Säuren und des Braunsteins“ (FRESENIUS, R. & H. WILL). Die letztgenannte Arbeit verfaßte er gemeinsam mit dem Gießener Unterrichtsassistenten H. WILL, mit dem zusammen er auch die ersten Mineralwasseranalysen (Ludwigsbrunnen in Bad Homburg, die warmen Quellen zu Assmannshausen, den Bonifatiusbrunnen zu Salzschlirf und zwei Mineralwässer der Insel Java) durchgeführt hat (FRESENIUS, R. 1873, S. 35). Besonders interessant und fortschrittlich erscheint eine Arbeit aus dem Jahr 1844, deren Thema ein Problem berührt, das noch heute Gültigkeit hat: „Über die Stellung des Chemikers bei gerichtlichen Untersuchungen und über die Anforderungen, welche von Seite des Richters an ihn gemacht werden können“ (FRESENIUS, R. 1844).

1.4 Die Landwirtschaftsschule auf dem Hof Geisberg bei Wiesbaden

1845 erhielt FRESENIUS einen Ruf als Professor an die nassauische Landwirtschaftsschule auf dem Hof Geisberg. Über den Wechsel auf seine neue Stelle schrieb er 28 Jahre später: „Der 21. September 1845, mein Hochzeitstag, war zugleich der Tag, an welchem ich die Universität Gießen verließ. . . . Ich folgte einem Rufe an das Landwirtschaftliche Institut zu Hof Geisberg bei Wiesbaden, an welchem mir die Professur für Chemie, Physik und Technologie übertragen worden war“ (FRESENIUS, R. 1873, S. 3). Seine Braut CHARLOTTE RUMPF, die er an jenem Tage geheiratet hat, war die Tochter des Gießener Universitätsprofessors und Gymnasialdirektors Dr. FRIEDRICH KARL RUMPF. Ihre Mutter war eine Schwester des Vaters von Carl REMIGIUS; FRESENIUS heiratete also seine Cousine. In der Ehe, die im Laufe der Jahre mit Kindern und Enkeln gesegnet war, konnte der unermüdliche Forscher und Lehrer immer wieder Kraft und Ansporn für sein lebenslanges Wirken schöpfen.

Den damals noch vollständig von Feldern umgebenen Hof Geisberg hatte 30

Jahre früher, als in dem Gebäude eine rustikale Gastwirtschaft eingerichtet war, GOETHE während seines Wiesbadener Kuraufenthaltes häufig besucht. 1834 war das Herzoglich-Nassauische Landwirtschaftliche Institut unter seinem Direktor WILHELM ALBRECHT von Idstein (Hof Gassenbach) auf den Geisberg verlegt worden (STRUCK, W. 1981; WAGNER, G. 1968). Man richtete eine Winterschule ein, um den Bauernsöhnen in Nassau eine berufliche Fortbildung zu ermöglichen. Es war die Zeit, in der JUSTUS LIEBIG mit seinen Büchern „Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“ und „Tierchemie“ sowie mit der Lehre über die Pflanzenernährung durch Mineralstoffe neue Wege für die Landwirtschaft gewiesen hat.

Bei LIEBIG hatte FRESENIUS neben vielem anderem auch den Zusammenhang von Chemie und „Agricultur“ studiert. Man wird ihn in erster Linie deshalb an die Landwirtschaftsschule Hof Geisberg berufen haben, weil man mit seiner Hilfe die neuen Erkenntnisse für die Verbesserung der Landwirtschaft im Herzogtum Nassau nutzen wollte. In diesem Sinne begann der junge Professor agriculturchemische Versuche verschiedener Art, auch unter Verwendung von künstlichem Dünger. Er machte jedoch bald die Erfahrung, „daß die gebotenen Einrichtungen und Mittel ganz unzureichende waren, um zu wissenschaftlich verwerthbaren Resultaten zu gelangen“ (FRESENIUS, R. 1873, S. 5). Zudem fand er nicht immer genügend Verständnis und Unterstützung bei seinen Mitarbeitern. Besonders schmerzlich vermißte er jedoch ein Laboratorium, in dem er die Landwirtschaftsschüler in die praktische Chemie hätte einführen können. „Dieser Mangel trat mir um so fühlbarer entgegen“, schreibt er in seinen Erinnerungen, „weil ich an die für die damalige Zeit vorzüglichen Einrichtungen des Liebig'schen Laboratoriums gewöhnt war“.

Aus diesem Mangel heraus widmete er sich wieder mehr seiner schriftstellerischen Arbeit. Er gab die 4. und 5. Auflage seiner qualitativen Analyse heraus. Im Januar 1846 erschien die „ANLEITUNG ZUR QUANTITATIVEN CHEMISCHEN ANALYSE“ (FRESENIUS, R. 1846), von der noch im gleichen Jahr die 2. und schon 1853 eine 3. Auflage (Abb. 2) erforderlich wurde. 1847 folgte ein „LEHRBUCH DER CHEMIE FÜR LANDWIRTHE, FORSTMÄNNER UND CAMERALISTEN“ (FRESENIUS, R. 1847). Die experimentelle Sorgfalt, mit der FRESENIUS die in seinen Büchern aufgenommenen Methoden selbst praktisch geprüft hat, wird aus seinen eigenen Worten erkennbar: „Wer nach den angeführten Methoden gearbeitet hat, wird sich von der Wahrheit meiner in der Vorrede gegebenen Versicherung überzeugt haben, daß die Methoden nicht am Schreibtisch gemacht, sondern im Laboratorium ausgebildet und praktisch bewährt sind“ (FRESENIUS, R. 1846).

Der große Erfolg seiner beiden Hauptwerke zeigt sich, um das an dieser Stelle schon vorwegzunehmen, nicht zuletzt darin, daß von der „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse“ zu seinen Lebzeiten 16 Auflagen in deutscher Spra-

ANLEITUNG
ZUR
QUANTITATIVEN CHEMISCHEN
ANALYSE

oder
die Lehre von der Gewichtsbestimmung und Scheidung
der in der Pharmacie, den Künsten, Gewerben und der Landwirth-
schaft häufiger vorkommenden Körper in einfachen und
zusammengesetzten Verbindungen.

Für
ANFÄNGER UND GEÜBTERE

bearbeitet von

Dr. C. REMIGIUS FRESENIUS.

Professor der Chemie und Physik am landwirthschaftlichen Institute zu Wiesbaden
und Vortrager des chemischen Laboratoriums daselbst.

DRITTE
SEHR VERMEHRTE UND VERBESSERTER AUFLAGE.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1 8 5 3.

SEINER HOHEIT

ADOLPH,

HERZOG VON NASSAU,

IN TIERSIER

EHRERBIETUNG UND UNTERTHÄNIGKEIT

GEWIDMET

Abb. 2: Titelblatt und Widmung der „Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse“

che erschienen sind, und daß das Buch in viele Sprachen, darunter auch ins Russische und Chinesische, übersetzt und in einigen dieser Sprachen mehrfach aufgelegt worden ist. Die „Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse“ war 1896 in der 6. Auflage komplettiert. Auch sie ist in mehreren Sprachen erschienen.

1.5 Das eigene chemische Laboratorium

Während des Winters 1845—46 hielt REMIGIUS FRESENIUS Sr. Hoheit Herzog ADOLF VON NASSAU an zwei Abenden wöchentlich Experimentalvorträge über Chemie. Sie fanden in einem eigens für diesen Zweck als Hörsaal hergerichteten Salon des Wiesbadener Schlosses statt. Vermutlich hat ihn dieser persönliche Kontakt mit dem Herzog „und den einflußreichen Männern in der Umgebung desselben wie im Ministerium“ ermutigt, sich im April 1846 mit einem Promemoria wegen Errichtung einer naturwissenschaftlichen Unterrichtsanstalt für

das Herzogtum unmittelbar an den Herzog zu wenden (STRUCK, W. 1981). Eine weitere „unterthänigste Vorstellung, die Einrichtung eines chemischen Laboratoriums betreffend“, richtete er im Juli desselben Jahres an das Herzogliche Staatsministerium (ARCHIV 1846a).

In dieser Eingabe schreibt FRESENIUS: „Der Zweck des zu errichtenden Laboratoriums könnte ein doppelter sein: 1) Würde es ein Landeslaboratorium sein, bestimmt zur Ausführung der im Interesse des Landes vorzunehmenden chemischen Untersuchungen (sowie) der praktisch-chemischen Arbeiten bei Staatsprüfungen etc. etc. 2) Würde es eine Lehranstalt für praktische Chemie sein, bestimmt zum Unterricht und selbständigen Fortarbeiten aller gehörig Vorgebildeten in der praktischen Chemie.“

Das Personal „müßte bestehen aus einem Dirigenten, einem Assistenten und einem Famulus“. Das Lokal „müßte zum Mindesten bieten: a) Ein Auditorium. b) Ein Laboratorium; und zwar 1. Eine Abtheilung für feinere analytische Arbeiten; 2. Eine Abtheilung für größere Arbeiten, wobei Feuerungen erfordert werden; 3. Eine Abtheilung für den Dirigenten; 4. Ein Zimmer für die Waagen, und, je nachdem Examina mehr oder weniger häufig vorkommen, vielleicht auch 5. Eine Abtheilung für Staats-Prüfungen“. Weiter seien erforderlich: je ein Zimmer für den Dirigenten (zugleich zur Aufnahme der Bibliothek), für den Assistenten und den Famulus. Dazu ein Keller und ein Speicher.

Mit welcher Umsicht — und wohl auch vernunftbedingten Bescheidenheit — fährt FRESENIUS dann fort: „Nach meiner ganz unmaßgeblichen Ansicht würde es vielleicht rathsam sein, im Augenblicke kein neues Gebäude aufzuführen, sondern ein vorhandenes, dem Zwecke möglichst entsprechendes zu verwenden, um später einen etwaigen Neubau dem bis dahin genauer erkannten Bedürfnisse vollkommen anpassen zu können. — Als nothwendige Eigenschaft des Lokals muß Feuerfestigkeit bezeichnet werden, und als Vorzug, wenn seine Lage in der Mitte der Stadt (der im Winter Abends zu haltenden populären Vorlesungen halber), aber an einem etwas freieren Orte wäre“.

Man sieht, der noch nicht ganz 28 Jahre alte, jungverheiratete Professor hatte ein klares Konzept: Lehre für „Anfänger und Geübte“, wie es im Titel seines Lehrbuches heißt, praktische Experimentalarbeit und, ein ganz moderner Gedanke, „populäre Vorlesungen“, Abendkurse, die man als Erwachsenenbildung im heutigen Sinne ansehen kann. Den Kostenvoranschlag für die Errichtung des Laboratoriums setzte Fresenius mit maximal 4000 Gulden an, die laufenden Kosten „pro anno“ schätzte er auf 1920 Gulden, Punkt um Punkt aufgeschlüsselt, wie es sich für einen in Sorgfalt und pedantischer Genauigkeit geschulten Analytiker gehört.

Der FRESENIUS'SCHE Plan fand beim Staatsministerium zwar wohlwollende Aufnahme, eine finanzielle Unterstützung wurde jedoch abgelehnt, weil es an den entsprechenden Mitteln fehle. Vielmehr sei dem auf dem Geisberg befindlich-

chen Laboratorium und dem Unterricht dort nach und nach eine größere Ausdehnung zu geben. Als FRESSENIUS in der damaligen Notzeit prüfen soll, ob sich angefaulte Kartoffeln zu Brot verarbeiten lassen (!), weist er erneut auf den „gänzlichen Mangel an Local und Handreichung bei der Vornahme praktischer chemischer Untersuchungen“ hin. Ein erneuter Vorstoß beim Ministerium vom Oktober 1847 hatte jedoch wiederum keinen Erfolg.

Selbst ein Antrag des Gewerbevereins für Nassau vermochte nicht, das Staatsministerium zu einer entscheidenden Initiative zu veranlassen (STRUCK, W. 1981; VOELCKER, H. 1938). In der Begründung hatte der Gewerbeverein darauf hingewiesen, wie wichtig es wäre, für Nassau ein Institut zu schaffen, das zur Beantwortung technischer Fragen geeignet sei, welche „in das Gebiet der Chemie einschlugen“. Es sei notwendig, daß die nassauische metallurgische Industrie durch Vervollkommnung der Schmelzprozesse auf einen möglichst hohen Stand gehoben werde; dies sei aber nur mit Hilfe der Chemie zu bewerkstelligen. Erze und Hüttenprodukte müßten chemisch analysiert werden. Gerade in Nassau sei in neuester Zeit ein ganz neuer Industriezweig durch Analyse der im Dillenburgischen vorkommenden nickelhaltigen Schwefel- und Kupferkiese entstanden, nämlich die Darstellung des Nickelmetalls; und für dessen Gewinnung sei eine auf „chemischen Prinzipien“ beruhende Ausbildung von Technikern erforderlich.

Als alle Bemühungen die Angelegenheit nicht recht voranbrachten, griff FRESSENIUS zur Selbsthilfe. Nach Rücksprache mit seinem Vater, der ihm das nötige Geld zur Verfügung stellte, kaufte er am 3. Januar 1848 ein Haus in der damals Steinhohl genannten heutigen Kapellenstraße. Am Tage darauf unterbreitete er dem Ministerium den Plan, daß er den unteren Stock (des heutigen Hauses Kapellenstraße 13) in ein chemisches Laboratorium umwandeln werde, wenn man ihm wenigstens einen Beitrag zur ersten Einrichtung und einen jährlichen Zuschuß bewillige. Ferner bat er darum, daß ihm das chemisch-physikalisch-technologische Inventar des Landwirtschaftlichen Instituts überlassen und ihm gestattet werde, die Vorlesungen für die Schüler dieser Anstalt in einem Hörsaal seines Hauses zu halten (FRESSENIUS, R. 1873, S. 6).

Auf diesen Antrag hin bewilligte ihm das Ministerium am 8. Januar 1848 schließlich einen einmaligen Zuschuß von 500 Gulden aus der General-Domänen-Casse und einen jährlichen (Betriebs-)Zuschuß von 300 Gulden (ARCHIV 1848; Abb. 3). Auch wurde ihm (mit Erlaubnis des Herzogs) die Überführung der Apparate von Hof Geisberg in sein neues Laboratorium gestattet. FRESSENIUS ging nun unverzüglich ans Werk. Die bisherigen Wohnräume im unteren Stockwerk des Haupthauses an der Kapellenstraße und in einem Hinterbau im Hof wurden durch entsprechende bauliche Veränderungen und Beschaffung der erforderlichen Arbeitstische, Schränke, Apparate und andere Einrichtungen so umgestaltet, daß ein Hörsaal für 70 Studenten sowie ein Privat- und ein Unter-

Resolutio Serenissimi auf Ministerial-Vortrag vom heutigen

ad. St. M. 6907 ^{di. 1346} 9886 d. 1347 2151
& G. C. 5.

Die Errichtung eines
chemischen Laboratoriums
bildet.

Die vorstehende dem von Professor
Fresenius wegen Errichtung
eines chemischen Laboratoriums
eingeleiteten Plan über
Errichtung, und Beállítás
zu diesem Zweck mit über
Gesamte Vermögen. Folgt:

- 1, zu dessen vorläufiger Errichtung
die Summe von fünfzehnhundert
Gulden aus
- 2, der jährlichen Zufuss dem
Lehning von vierhundert Gulden.

(Ursachen?) 8 Jan. 1848.

Min. Best.

Abb. 3: Herzogliche Genehmigung zur Errichtung des Chemischen Laboratoriums (8. Januar 1848)

richtslaboratorium mit 12 Arbeitsplätzen entstanden. Gleichzeitig wurden Vorräte an Glas- und Porzellanwaren, an Reagentien, Rohstoffen und anderem Notwendigem beschafft.

Während dieser Arbeiten brach die Märzrevolution des Jahres 1848 aus, die in Nassau bedeutende Änderungen im Herzoglichen Staatsministerium zur Folge hatte. „Aber das kühn begonnene Werk durfte nicht ins Stocken geraten“, schreibt FRESENIUS 1873 anlässlich des 25jährigen Bestehens der Anstalt über diese Zeit. In einem Schreiben vom 7. April 1848 an das Ministerium bekräftigt er „trotz der bewegten Zeitverhältnisse“ das Festhalten an dem einmal gefaßten und als richtig erkannten Plan, „weil ich der Ueberzeugung bin, dass eine Anstalt, welche bestimmt ist, Gewerbe, Landwirthschaft, Pharmacie, Medicin, Bergbau, Hüttenwesen etc. wirklich und nachhaltig zu heben, unabhängig ist von allen politischen Meinungen und Regierungsformen, und weil ich ferner dafür halte, daß man nichts Schlimmeres thun kann, als dem Einreißen des Bestehenden unthätig zuzusehen, anstatt muthig die Hand sogleich wieder an's Werk zu legen zu zeitgemäsem, festem Neubau, auf dass auch wieder etwas dastehe, wenn das alte unkräftig Gewordene zusammensinkt“ (FRESENIUS, R. 1873, S. 7).

Das Laboratorium wurde pünktlich am 1. Mai 1848 mit 5 Praktikanten und einem Assistenten eröffnet. Erster Assistent war der später in München als Universitätsprofessor tätige Dr. E. ERLNMEYER (er war aus Wehen im Taunus gebürtig und ist der „Erfinder“ des in jedem chemischen Laboratorium unentbehrlichen Erlenmeyerkolbens). Einzig bei der Überführung der chemischen, physikalischen und technologischen Apparate des Landwirtschaftlichen Instituts auf Hof Geisberg gab es Schwierigkeiten. Trotz schriftlicher Verfügung der Herzoglich Nassauischen Landesregierung vom 29. April 1848 verweigerte der Direktor des Instituts, der Geheime Regierungsrat ALBRECHT, die Herausgabe. FRESENIUS mußte sie unter dem Schutz von zwei Soldaten holen lassen. Dennoch trübte dieser Vorfall das Verhältnis der beiden Männer nicht. Als WILHELM ALBRECHT 1868 starb, verfaßte FRESENIUS die Inschrift auf dem zu ALBRECHTS Ehren im Garten des Hofes Geisberg errichteten Gedenkstein:

Was Du gewirkt und getan, trägt reichlich goldenen Segen,
Nicht auf dem Felde nur reift, nein, auch im Geiste die Saat.

2. Das Chemische Laboratorium Fresenius

2.1 Die Zweckbestimmung der neuen Anstalt

Noch im 18. Jahrhundert glaubte man, daß Naturwissenschaft eine Sache der naturphilosophischen Spekulation sei. Das naturwissenschaftliche Experiment war bei Dichtern und Philosophen der idealistischen und romantischen Schule in der Nähe von Alchemie und Hexenküche angesiedelt. Sie beschäftigten sich damit bestenfalls mit den Schlüssen der philosophischen Logik, oft genug aber auch nur nach Art einer modischen Gedankenspielerlei. GOETHE, der sich in seiner Farbenlehre mit NEWTON anlegte, kam während seiner Italienreise 1786 auf die bei ihm seltsam anmutende Idee, er wolle sich „zu den Handwerckern wenden, und, wenn ich zurückkomme, Chymie und Mechanik studieren“ (GOETHE, J. W. v. 1786). HEGEL dozierte als Naturphilosoph über „absolute Mechanik“, „Physik“ und „organische Physik“. Ein Satz, wie: „Der tierische Organismus ist Selbstzweck, er ist die Idee als Realität und enthält die Momente des Begriffs“ (MOOG, W. 1930; s. auch ENGELHARDT, D. v. 1972), macht schlagartig den Abstand zur Naturwissenschaft im heutigen Sinne deutlich. Er zeigt zugleich, welche geistige Revolution die Arbeiten von JUSTUS LIEBIG und FRIEDRICH WÖHLER bedeutet haben müssen. Als letzterem 1828 die bis dahin a priori, also aus rein spekulativen Gründen, für unmöglich gehaltene Synthese von Harnstoff aus anorganischem Ausgangsmaterial gelungen war, „ohne dazu Nieren oder überhaupt ein Thier, sey es Mensch oder Hund, nöthig zu haben“ (zitiert nach PRANTL, W. 1956), bezeichnete Liebig das als den Anfang einer eigentlichen wissenschaftlichen organischen Chemie.

Mit CARL REMIGIUS FRESENIUS trat ein Chemiker der LIEBIG-Schule auf den Plan, der allein das praktische Experiment als Prüfstein für die Gültigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnis gelten ließ. In diesem Sinne hatte sogar Goethe ein richtiges Gespür, wenn er „Handwerck“ und „Chymie“ in seiner Tagebuchnotiz miteinander verknüpfte. Wie LIEBIG sah FRESENIUS das chemische Experiment jedoch nicht als Forschung im zweckfreien Raum. Beide hatten bei aller Wissenschaftlichkeit stets auch die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zum „praktischen Nutzen“ der Menschen im Auge.

FRESENIUS sah (neben der Unterrichtstätigkeit) die Hauptaufgabe des neuen Untersuchungslaboratoriums darin, „daß das Land eine Anstalt erhalte, die zur Hebung seiner Agricultur und Industrie, sowie der Medizin und Pharmazie, sich gewiß als nützlich und ersprießlich erweisen werde“ (FRESENIUS, R. 1873, S. 6). 1887 drückte er rückschauend diesen „praktischen Nutzen“ noch deutlicher aus, indem er zu dessen Aufgaben zählt: „die Analyse der süßen Gewässer, der Mineralwasser, der technischen Producte und Mineralien, die Bestimmung der Zuckerarten, des Alkohols, der Gerbsäure und des Anthracens, die Ermittlung

der in den Pflanzen enthaltenen unorganischen Substanzen, die Analyse der Boden- und Düngerarten und die Untersuchung der atmosphärischen Luft“ (FRESENIUS, R. 1887).

Diese Sätze klingen unwahrscheinlich modern. Bis zur Verwirklichung seiner Ideen hatte REMIGIUS FRESENIUS jedoch noch einen weiten Weg zurückzulegen. Der Anfang war aber gemacht. Zwar werden Nachbarn und Mitbürger der Stadt Wiesbaden anfangs eher an etwas ähnliches wie eine Hexenküche geglaubt haben, wenn sie, vornehmlich vom Hörensagen, davon erfuhren, wie man geheiligte Bräuche der „Kochkunst“ zu stinkenden und knallenden Experimenten in Retorten und Reagensgläsern verfälschte. Nur eine Anekdote ist indessen die Überlieferung, daß die Steinhohl, die Straße, an der das Laboratorium errichtet worden war, nur deshalb einen neuen Namen erhalten habe, weil Professor FRESENIUS des öfteren Briefe an die Adresse „In der Steinhöhle“ erhielt, was doch zu sehr an eine mittelalterliche Alchimistenwerkstatt erinnert hätte.

Die Wahrheit ist, daß schon 1846 die „Häuserbesitzer an dem Wege nach der Griechischen Kapelle“ (die freilich zu diesem Zeitpunkt erst geplant war) „um gnädige Bestimmung eines Namens für die zu einer Straße dort eröffnete Baulinie“ einkamen (ARCHIV 1846b; Abb. 4). Da sich zunächst nichts bewegte, wiederholten die Anwohner drei Jahre später ihren Wunsch (ARCHIV 1949). Als neuen Namen schlugen sie „Kapellenstraße“ oder „Elisabethenstraße“ (nach der verstorbenen Herzogin, die in der Griechischen Kapelle ihre letzte Ruhestätte finden sollte) vor. Sie begründeten ihr Anliegen damit, daß „sich der mit den hiesigen Localitäten unbekannte Fremde“ unter einer Steinhohl nicht eine „breite Straße mit stattlichen zweistöckigen Häusern“ vorstelle, wie sie neuerdings angelegt sei, und in der man „eine herrliche Fernsicht und gesunde frische Luft genieße“. Unterschrieben war der Antrag von WILHELM RÜCKER, Baumeister und Erbauer einiger der neuen Häuser in der oberen Steinhohl, vom Pumpenmeister C. J. STUMPF, von dem wohl die heute noch im Hof der Chemieschule FRESENIUS vorhandene Wasserpumpe installiert worden ist, von Professor FRESENIUS und sechs weiteren Bürgern.

Doch zurück zur Zweckbestimmung des neuen Laboratoriums. Die Idee der Zusammenfassung von Lehre, Forschung und angewandter chemischer Analyse unter einem Dach bewährte sich von Anfang an. Die Untersuchungen erfolgten anfangs im Auftrag von Behörden und Privatpersonen, bald jedoch auch von Handel und Gewerbe, sowie der sich in jenen Jahrzehnten schnell entwickelnden Industrie. Sie erstreckten sich auf viele Gebiete und Objekte, Böden, Erze, Mineralwässer und andere Naturprodukte, Handelswaren und industrielle Erzeugnisse.

Im. 7862



59

An
 das Königlich Großherzoglich-Ministerium
 der öffentlichen Verwaltung und Gärten
 von Christian

der Häuserbesitzer in der Straße nach der
 Kapellenstraße Kapellen in der gegenwärtigen Straße,
 heißt

die gnädige Bestimmung eines
 Namens für die zu diesem
 Zwecke erst anzulegende Straße,
 bitten.

Die vorstehende Sache ist im Großherzoglich
 Landratsamt zur Kenntnis und Fortsetzung in der
 gegenwärtigen Kapellenstraße ausgegangen und dasselbe
 eine Bescheinigung erteilt worden, dass die
 letzte Bescheinigung mit der Kapellenstraße übereinstimmt
 und zu folgen kommt. Darunter ist
 ferner eine Bescheinigung aus der Kapellenstraße
 dass dieselben die Namen beizubehalten zu
 wollen sind. Diese jedoch jetzt
 zu

Abb. 4: Gesuch der Häuserbesitzer in der „Steinhohl“, heute Kapellenstraße, um „gnädige Bestimmung eines (neuen) Namens“ für diese Straße (1846)

2.2 Das Untersuchungslaboratorium

Schon 1849 begann FRESSENIUS mit der „Chemischen Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau“. Die in mehreren Druckschriften (FRESSENIUS, R. 1850—1866) niedergelegten Analysen der Quellen zu Wiesbaden, Ems, Schlangenbad, Langenschwalbach, Weilbach, Niederselters, Fachingen und Homburg v. d. Höhe wurden im Auftrage der Herzoglich Nassauischen Regierung durchgeführt. Die mit großer Sorgfalt ausgeführten Analysen (Trennung und Bestimmung der gasförmigen, ionischen und festen Bestandteile) wiesen schon damals Meßwerte bis vier und Umrechnungswerte bis sechs Stellen nach dem Komma auf (gewogen in Gramm pro Kilogramm Mineralwasser). Besonders zu erwähnen sind die heute noch interessanten Angaben über die genauen örtlichen Verhältnisse bei den zu untersuchenden Brunnen und über die Technik der Probenahme, die immer mitentscheidend für die Richtigkeit und Aussagekraft einer Analyse ist.

Außer der reinen Analyse wurden den Brunnenbetreibern häufig auch Ratschläge gegeben, die sich aus dem Studium der Verhältnisse am Brunnen und dem Vertrautsein mit dem Chemismus der Wässer ergaben. So wurde in Niederselters schon vor 1865 auf Grund der fachlichen Beratung durch FRESSENIUS eine neue Fülltechnik eingeführt, die die Qualitätsminderung des Wassers beim Füllen nach der alten Methode (Absenken eines Korbes mit leeren Flaschen in den offenen Brunnenschacht und Vollaufenlassen unter dem Wasserspiegel) vollständig beseitigte. Schwer zu sagen, was man beim Lesen dieser Analysenberichte mehr bewundern soll, die Originalität mancher Ideen zur Verbesserung des anstehenden Problems oder die Klarheit der Sprache, mit der sie zu Papier gebracht wurden.

Von privater Seite kamen Aufträge zur Analyse z. B. der Bad Driburger Trinkquelle, der Herster Mineralquelle und des zu Bädern benutzten Satzer Schwefelschlammes (FRESSENIUS, R. 1866). Die Untersuchung der Mineralquelle zu Geilnau im Lahntal wurde im Auftrag des Erzherzogs STEPHAN VON ÖSTERREICH ausgeführt, der in dem von ihm ausgebauten Schloß Schaumburg wohnte.

Historisch ist interessant, daß STEPHAN von seinem Neffen, dem Kaiser FRANZ JOSEF von Österreich-Ungarn, aus seiner Heimat ausgewiesen worden war, weil er fürchtete, sein Oheim, der auch Palatin von Ungarn war, könne sich zum König von Ungarn ausrufen lassen. An FRESSENIUS hat der Erzherzog nach der Brunnenanalyse am 24. August 1857 wie folgt geschrieben: „Mein lieber Herr Geheimer Hofrat! Auf Ihr freundliches Schreiben aus Wiesbaden hin, worin Sie mir die Entscheidung ganz überlassen, in welcher Weise ich Ihren trefflichen Leistungen am Geilnauer Brunnen vor der Welt Anerkennung angedeihen lassen wolle, habe ich mich für einen Orden entschieden. Es ist einmal so in der Welt — man hält auf Bändchen und Kreuze. . .“ (FRESSENIUS, R. 1940a). Ob der

Erzherzog, von dem bekannt ist, daß er finanziell nicht auf Rosen gebettet war, die Analyse auch mit barer Münze bezahlt hat, geht aus dem Brief nicht eindeutig hervor.

Zu den Untersuchungen von Badeschlämmen kamen solche von Mooren, Kalkstein, nassauischen Tonerden und Schalsteinen, Graustein und Weissbleierz sowie Taunusschiefer hinzu (DOLLFUS, A. & C. NEUBAUER 1855; EGLINGER, A. 1856; FRESENIUS, R. 1847, 1851, 1852; GRIMM, C. 1850; LIST, K. 1850, 1852; WILDENSTEIN, R. 1850). Für die meisten dieser Aufträge, auch zur Bestimmung des Kupfer- und Schwefelgehalts von kupferhaltigen Schwefelkiesen und daraus resultierenden Abbränden oder zur Bestimmung von kleinen Mengen Arsen in Geweben, Gespinsten und Tapeten mußte das Laboratorium zuerst geeignete Analysenmethoden ausarbeiten, die später in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht wurden (Schriftenverzeichnis in FRESENIUS, R. 1873).

Diese Art der Auftrags erledigung, bei der erst eine neue Methode ausgearbeitet werden mußte, um die gewünschte Analyse durchführen zu können, kam immer häufiger vor. Oft waren es Nachweise von Giften oder der Verfälschung von Lebensmitteln. Hier waren schwierige Probenahme- und Probenaufbereitungsmethoden erforderlich, zumal gerade bei solchen Analysen eindeutige Aussagen gefordert wurden, weil es sich um Strafsachen und andere vor Gerichten zu klärende Sachverhalte handelte. Bei Erzen und ähnlichen industriellen Massengütern konnte es vorkommen, daß Käufer und Verkäufer bei der Beurteilung der Qualität der Ware und damit über den Preis nicht einig wurden. In diesen Fällen wurde bei FRESENIUS eine Schiedsanalyse bestellt, deren Ergebnis vertraglich im vorhinein von beiden Parteien anerkannt wurde, und das dann für die Festlegung des Preises verbindlich war.

Mehr in den Bereich seiner Tätigkeit am Landwirtschaftlichen Institut und der ihm angeschlossenen Untersuchungsstation des Landwirtschaftlichen Vereins gehören Arbeiten wie „Chemische Untersuchung der wichtigsten Obstarten“ (FRESENIUS, R. 1857), in der man neben der analytischen Chemie auch einiges über die damals gängigen Obstsorten erfährt, die sich von den heutigen, was Arten und Sorten anbetrifft, nur wenig unterschieden haben: Stachelbeeren, Johannisbeeren, Wald- und Ananaserdbeeren, Brombeeren, Himbeeren, Heidelbeeren, Maulbeeren, rote und weiße Trauben, Kirschen, Mirabellen, Reineclauden, Pflaumen, Zwetschgen, („italienische, sehr süß von Geschmack“), Äpfel (Borsdorfer, Goldparmäne), Birnen („Rothbirne, sehr empfehlenswerthe Wirtschaftsbirne“), Aprikosen und Pfirsische („große, holländische, ausgezeichnet zart und wohlschmeckend“). Schon 1847 hatte R. FRESENIUS (1847b) in den (Liebig'schen) Annalen für Chemie und Pharmacie über die „Chemische Untersuchung einiger vorzüglicher Weine des Rheingaus vom Jahrgange 1846; nebst einigen Worten über den Werth der Weine und über Nachgährung“ berichtet.

Als Schiedslaboratorium hat sich das Laboratorium FRESENIUS bald interna-

tional großes Ansehen erworben. Eine der wesentlichen Voraussetzungen hierfür war, daß vom Laboratorium eine spezielle, von außen unbeeinflusste Probenahme durchgeführt und ein Resultat erst dann abgegeben wurde, wenn es analytisch genauestens gesichert war. Auch die Aufnahme neuer Methoden erfolgte immer nur nach sorgfältiger Erprobung im eigenen Labor.

Was die Genauigkeit anbelangt, so war der Senior des Hauses, REMIGIUS FRESENIUS, so leicht von niemandem zu übertreffen. In der 1862 von ihm gegründeten „ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“ hat er dann und wann Beispiele dafür festgehalten, die noch heute interessant und vom grundsätzlichen her lehrreich sind. So in einem Artikel „Zur Trennung des Kalks von der Magnesia“ (FRESENIUS, R. 1868), in dem er schreibt:

„Bereits in der 4. Auflage meiner ‚Anleitung zur quantitativen Analyse‘ (1857) habe ich mit größter Bestimmtheit darauf aufmerksam gemacht, dass bei der Trennung von Kalk und Magnesia durch oxalsaures Ammon bei Gegenwart von Chlorammonium in Flüssigkeiten, welche relativ viel Magnesia enthalten, bei bloß einmaliger Fällung stets nicht ganz richtige Resultate erhalten würden, weil unter diesen Umständen mit dem oxalsauren Kalke stets etwas Magnesia als oxalsaures Magnesia oder oxalsaures Ammonmagnesia niederfalle. Ich empfahl daher den erstgefällten Kalk nach einmaligem Auswaschen nochmals in Salzsäure zu lösen, die Lösung durch Ammon unter Zusatz von etwas oxalsaurem Ammon wiederum zu fällen, erst diesen zweiten Niederschlag als zur Gewichtsbestimmung des Kalkes geeignet zu betrachten, in den vereinigten Filtraten aber, nach Entfernung der Ammonsalze, die Magnesia zu bestimmen“.

Fast ärgerlich klingt es, wenn er fortfährt: „Diese meine Trennungsmethode scheint im Ganzen bei den Chemikern, welche sich vorzugsweise mit analytischer Chemie beschäftigen, nicht viel Anklang gefunden zu haben, nicht weil man meinen Erfahrungen widersprechende Resultate gefunden hätte, sondern offenbar weil man die Trennung durch einmalige Fällung als eine durch langjährige Übung sanctionierte betrachtete und sich ausserdem nicht entschliessen konnte, an Stelle der kürzeren und bequemeren die langwierige Methode zu setzen. (...) Da es für die Wissenschaft wie im Leben (aber) zweckmässig ist, einmal angelegte Fragen zu sicherem Abschlusse zu bringen, so theile ich im Folgenden zwei mit der grössten Sorgfalt und in grossem Maasstabe durchgeführte Versuche mit, welche die Sache vollkommen klar zu stellen geeignet sein werden“.

Nun beschreibt FRESENIUS seine eigenen Versuche und deren Berechnung, wiederum auf 6 Stellen hinter dem Komma genau, am Beispiel eines Mineralwassers aus dem Brohltal, das er damals gerade zu untersuchen hatte. „Die Schlussfolge ist einfach die“, fährt er fort, „wem es bei den Analysen auf Differenzen der angegebenen Art (0,001961 und $-0,004120$ p. M., d. h. g/kg) nicht ankommt, kann es bei einmaliger Kalkfällung bewenden lassen, wer dagegen solche

Fehler vermeiden will, der muss sich zu einer zweimaligen Fällung entschließen“. — *Roma locuta causa finita*, möchte man da die alten Römer zitieren.

2.3 Das Unterrichtslaboratorium

Den besten Einblick in Zweck und Ziele des Unterrichtslaboratoriums gewährt ein Blick in die Statuten der Anstalt, die als Anhang zur Geschichte der ersten 25 Jahre nachzulesen sind (FRESENIUS, R. 1873). Dort heißt es (auszugsweise): „Zweck der Anstalt ist, junge Männer, welche die Chemie als Haupt- oder Hilfsfach erlernen wollen, aufs Gründlichste in diese Wissenschaft einzuführen und mit ihrer Anwendung im praktischen Leben, im Fabrikwesen, in Pharmacie, Bergbau und Hüttenwesen, Landwirthschaft, Gewerben etc., bekannt zu machen.

Um diesen Zweck zu erreichen, wird jedem in die Anstalt eintretenden Praktikanten Gelegenheit gegeben, unter Aufsicht des Unterzeichneten (Fresenius) wie seiner Assistenten selbstständig und unabhängig von den Uebrigen im Laboratorium praktisch zu arbeiten. Diese Art der Einrichtung macht es möglich, junge Männer von ungleicher Vorbildung und verschiedener Berufsart ohne irgendeinen Nachtheil neben einander und zwar in der Weise zu beschäftigen, welche seiner Vorbildung und seinem späteren Lebenszwecke entsprechen“. Nach einer genauen Beschreibung des praktischen Ausbildungsganges (qualitative und quantitative Analyse, Gewichts- und Maßanalyse, Elementaranalyse, Darstellung chemischer Präparate etc.) heißt es dann: „Dass die praktische Unterweisung stets mit der erforderlichen theoretischen Belehrung verbunden ist, bedarf kaum der Erwähnung. . . .“

Zur Methodik dieser Ausbildung hatte FRESENIUS sich schon früher klar geäußert: „Das Studium der Chemie hat in der neueren Zeit eine von den früheren Dezennien wesentlich verschiedene Richtung genommen. Während man es sonst für ausreichend hielt, den Jüngern der Chemie beim Unterricht die Resultate der Wissenschaft mitzuteilen, verwendet man jetzt die größte Sorgfalt darauf, dieselben auch mit den Methoden vertraut zu machen, nach denen die Resultate gefunden wurden und mittels welcher man neue zu gewinnen vermag“ (FRESENIUS, R. 1846). Nach diesem Grundsatz hat er allen Unterricht in seinem Laboratorium ausgerichtet. Der Erfolg dieses systematischen Heranführens der Studenten an die Entwicklung eines Analysenganges, bei dem „der Arbeitende eine genaue Kenntnis der Gründe hat, worauf die Scheidung und Erkennung der Körper beruht“, ist dann ja auch nicht ausgeblieben.

Wie schon kurz erwähnt, begannen bei der Eröffnung des Laboratoriums im Mai 1848 fünf „Praktikanten“, wie man damals sagte, ihr Studium unter Leitung des Assistenten Dr. E. ERLNMEYER (FRESENIUS, R. 1873). Diese ersten fünf Namen seien hier einmal festgehalten, weil sie am Anfang der 140jährigen Ge-

schichte der heutigen Chemieschule FRESENIUS stehen. Es waren Dr. med. GENTH aus Nordenstadt; GRIMM, Schierstein; KOMPFF, Clarenthal; ROGHE, Frankfurt a. M. und WESTERMANN, Wiesbaden. Dazu kamen im Wintersemester 1848—49 Mr. GIBSON aus England, VON LORIOL, Genf, Dr. med. HUTH, Wiesbaden, und drei weitere Praktikanten, von denen RUDOLF KÖPP aus Biebrich danach noch ein Jahr als Assistent im Laboratorium verbrachte und später als Industrieller im Rheingau bekannt geworden ist.

In den folgenden 4 Semestern finden wir zwei weitere Studenten aus London, einen aus Paris, einen Arzt, Dr. VON RASCHER aus der Schweiz, sowie Studenten aus Genf, Gera, Gießen, Landau, Aachen, Koblenz, Köln und Darmstadt; Dr. LIST aus Göttingen und Dr. BENEKE aus Hannover. Bis zum Sommersemester 1852 blieb es bei 12 Praktikanten, die von zwei Assistenten betreut wurden. Die Zahl der vorhandenen Laborplätze ließ eine Erhöhung nicht zu, weil nach den Vorstellungen von REMIGIUS FRESENIUS das praktische Experimentieren an einem eigenen Arbeitsplatz eine unverzichtbare Grundvoraussetzung des Chemiestudiums war.

Daß FRESENIUS von Anfang an ein gegliedertes Ausbildungssystem in dem Sinne anstrebte, daß junge Männer verschiedenen Vorbildungsgrades an den praxisnahen Einführungen in die analytische Scheidekunst teilnehmen konnten, beweist gerade diese erste Liste von Praktikanten, unter denen auffallenderweise drei promovierte Mediziner und zwei weitere Träger eines Dokortitels waren. 1854 ergänzten diese Liste ein Hauptmann v. SACHS und ein Oberlieutenant LINDPAINTNER, beide aus Wiesbaden.

Der Ruf des neu gegründeten Unterrichts- und Untersuchungslaboratoriums und seines Gründers als eines hervorragenden Forschers und Pädagogen hat sich offenbar sehr schnell verbreitet. Bis 1856 finden sich in den Einschreibungslisten Deutsche, Schweizer, Franzosen und Briten sowie fünf Studenten aus Nordamerika und Mexiko (wobei man freilich bedenken muß, daß die deutsche Chemie und das deutsche Ausbildungswesen damals in der ganzen Welt in hohem Ansehen standen, und daß von diesem Ruf auch das Wiesbadener Laboratorium profitiert hat). Andererseits war es aber auch die Kraft der persönlichen Ansprache durch REMIGIUS FRESENIUS selbst, die eine prägende Wirkung auf seine Schüler ausgeübt hat. Hierfür gibt es eine Vielfalt von Zeugnissen, für die hier seine eigenen Worte stehen mögen, in denen er den Zweck seines Unterrichts nur dann als erreicht betrachtet, „wenn es gelingt, die jungen Studierenden nicht allein mit geeigneten Kenntnissen auszurüsten, sondern in ihnen auch Lust und Liebe zur Wissenschaft und Forschungstrieb zu entfachen“.

Eine viel zitierte, aber bis heute beachtliche Tatsache ist es, daß so viele berühmte Namen aus der Pionierzeit der deutschen chemischen Industrie unter den „Praktikanten“ vertreten sind, die bei Fresenius in der Kapellenstraße Grundkenntnisse der analytischen Chemie erworben haben: A. BRÜNING aus Elberfeld

(1854—56), E. LUCIUS aus Erfurt (1855—57), beide Mitbegründer der nachmaligen Farbwerke Hoechst, WILHELM MERCK aus Darmstadt, Sohn des Gründers des Hauses E. MERCK (1852—53), E. DE HAEN aus Düsseldorf (1853—54) und C. LEVERKUS aus Köln (1864—65).

WILHELM KALLE aus Wiesbaden, der 1857—58 als Praktikant eingeschrieben war und als Abschlußarbeit eine Analyse der Faulbrunnenquelle zu Wiesbaden durchgeführt und beschrieben hat (D'ORVILLE & W. KALLE 1858). Wenige Jahre später hat WILHELM KALLE die Anilinfabrik Kalle & Co. in Biebrich gegründet, aus der das heutige Werk Kalle der Hoechst AG hervorgegangen ist (VOELCKER, H. 1938). Beachtung verdient auch, daß der Name PAGENSTECHEER damals in der Hörerliste des Laboratoriums FRESSENIUS vertreten ist. Auf die großen Verdienste, die Angehörige der beiden Familien, PAGENSTECHEER und FRESSENIUS, als Sekretäre, Vorsitzende und Förderer des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE im Laufe vieler Jahrzehnte erworben haben, sei an dieser Stelle nur kurz hingewiesen.

Schon 1852 genügten die Räumlichkeiten des Laboratoriums nicht mehr dem wachsenden Bedarf. Immer mehr Interessenten bewarben sich um eine Praktikantenstelle, das heißt, um einen der begehrten Arbeitsplätze für Experimentalchemie im Laboratorium. Aber auch der auf 70 Personen zugeschnittene Hörsaal war zu klein für die Vorlesungen, die von einer immer größer werdenden Zahl von Schülern des landwirtschaftlichen Institutes Hof Geisberg besucht wurden. Am 28. Februar 1852 begutachtete die Herzogliche Ministerial-Abtheilung des Innern einen Bauantrag von Professor FRESSENIUS. In diesem Gutachten (ARCHIV 1852) heißt es, daß sich das Laboratorium „als vorzüglich bewiesen hat, sowohl für die Hebung des landwirthschaftlichen Instituts (Hof Geisberg), welches demselben die jetzige höhere Blüthe verdankt, als auch für Erreichung von Zwecken der Staatsverwaltung“. Deshalb „wird die Unterstützung der beabsichtigten Erweiterung des Lehrlocals und des Privatlaboratoriums in Berücksichtigung des dadurch gebotenen Nutzens für den wissenschaftlichen und praktischen Unterricht sowie für die Förderung allgemeiner Zwecke der Staatsverwaltung zur Hebung der Landwirtschaft, des Bergbaus und der Gewerbe im Allgemeinen dringend empfohlen“.

Auf Grund dieses Gutachtens wurden die Mittel für den allgemeinen Betrieb von 700 fl. auf 1450 fl. erhöht und ein verzinliches Darlehen von 10.000 fl. „aus disponibeln Fonds gegen Hypothek“ gewährt. Bereits im Frühjahr 1852 entstand im Hof ein Neubau, durch den nun Laborplätze für 30 Praktikanten vorhanden waren. Als im Herbst 1852 in Wiesbaden die 29. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte unter dem Vorsitz von Prof. FRESSENIUS tagte, konnte er der chemischen Sektion das „vollkommen fertige, ganz neue Laboratorium zeigen, welches wegen seiner zweckmässigen Einrichtung großen Beifall fand“ (FRESSENIUS, H. 1897).

Im Jahre 1852 erfolgte durch Ankauf und entsprechende Einrichtung des Nachbarhauses Kapellenstraße 15 (wozu später das heute noch in der ursprünglichen Gestalt erhaltene Haus Nr. 11 hinzukam) sowie die Errichtung eines weiteren Laborgebäudes im Hof eine nochmalige Erweiterung auf 60 Arbeitsplätze. Hierdurch wurde eine zweckmäßige Spezialisierung der verschiedenen Laborräume (Elementaranalyse, Darstellung von Präparaten, „Feuarbeiten“, Spül- und Wägezimmer etc.) möglich. Auch konnten jetzt mehrere Assistenten beschäftigt und mit angemessenen Räumlichkeiten ausgestattet werden.

2.4 Die wissenschaftlichen Mitarbeiter

Die Geschichte des Laboratoriums FRESSENIUS scheint in der Anfangsphase nahezu identisch mit der Person des Gründers. Man kann die Fakten wenden, wie man will, es lassen sich daran keine Abstriche machen. Die Gründung war allein das Werk dieses einen Mannes, CARL REMIGIUS FRESSENIUS. Auch § 1 der schon zitierten Statuten spricht eine deutliche Sprache: „Das chemische Laboratorium ist eine vom Staate unterstützte Privatanstalt. Sie befindet sich im Hause des Unterzeichneten, welcher ihr auch in allen Beziehungen vorsteht und den gesamten Unterricht leitet“ (FRESSENIUS, R. 1873, S. 24).

Dennoch wäre es verfehlt anzunehmen, daß es FRESSENIUS auf ein Alleinregiment angekommen sei. Ein solcher Eindruck kann nur entstehen, wenn man außer acht läßt, daß diese Art von „Ein-Mann-Betrieb“ lediglich eine aus dem Geldmangel der Anfangsjahre geborene Notlösung war. Daß dem bescheidenen Anfang mit 5—12 Praktikanten und 1 Assistenten so schnell ein so außergewöhnlicher Zuspruch folgte, damit hatte der Gründer wohl nicht von vornherein rechnen können; wenn er sich auch — liest man seine persönlichen Schriftsätze, in denen er um die Genehmigung zur Eröffnung des Laboratoriums bei der Herzoglich Nassauischen Staatsregierung einkam — seiner Sache ziemlich sicher gewesen sein muß.

Nach der Erweiterung von 1852 erhöhte FRESSENIUS mit der auf über dreißig gestiegenen Zahl der Praktikanten auch die Zahl seiner Mitarbeiter (Assistenten). In diese Zeit (1853) fällt als wichtigstes Ereignis die Einstellung von CARL NEUBAUER aus Lüchow, seit 1855 Dr. und wenig später Professor NEUBAUER. 1854 übernahm er die Vorlesungen in Mineralogie und Physik. Im gleichen Jahr erschien bereits die 1. Auflage seiner „Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns“ im Verlag von Kreidel & Niedner, Wiesbaden, sowie, an anderer Stelle, eine Arbeit „Ueber die physiologische Wirkung des Kochbrunnens zu Wiesbaden“ (NEUBAUER, C. 1853).

1856 wurde NEUBAUER auch in den Staatsdienst übernommen (ARCHIV 1856; Abb. 5). Als Assessor am Herzoglich Nassauischen Finanzcollegium gehörte es u. a. zu seinen Aufgaben, Münzuntersuchungen durchzuführen. Dieses



Auszug

 aus dem 28^{ten} Sitzungs-Protocoll der

Geheimen Conferenz

 vom 25^{ten} Juni 1856

No. 11.
 ind. Num. St. No. 11949.

Dieß Ministerialverordnng
 dab. samstliche Lobeserhebungen
 zu Pflichten haben laßen.

Dieß Ministerialverordnng
 dab. samstliche Lobeserhebungen
 zu Pflichten haben laßen.

Für die Pflanzkultur
 des Anzeigeb.

Abb. 5: Einstellungsverfügung des Doctor C. NEUBAUER als Accessist beim Herzoglichen Finanz-Collegium

zusätzliche Amt schmälerte jedoch nicht im geringsten seine Tätigkeit am Chemischen Laboratorium. Anlässlich des 25jährigen Bestehens desselben im Jahre 1873 schrieb REMIGIUS FRESENIUS über ihn: „Er unterstützt mich seit jener Zeit (seines Eintritts in das Laboratorium) als treuer Freund und Mitarbeiter mit aller Hingebung, mit unermüdlichem Fleiss und Eifer und dem ausgezeichnetsten Erfolge“.

CARL NEUBAUER war die erste gewichtige und eigenständige Persönlichkeit, die neben dem Gründer CARL REMIGIUS FRESENIUS in der Kapellenstraße tätig war. Gleichzeitig übernahm er einen Teil der Aufgaben von Professor FRESENIUS am Landwirtschaftlichen Institut Hof Geisberg. Auch dort hat NEUBAUER ausgezeichnete Arbeit geleistet. So war es nur folgerichtig, daß er bei der Gründung der agriculturchemischen und önologischen (weinbaukundlichen) Versuchsstation im Jahre 1868 zu deren Direktor ernannt wurde.

Aus seinen önologischen Forschungen ist ein Buch über die Chemie des Weines (NEUBAUER, C. 1870) hervorgegangen, das später von BORGMANN mit der „ANLEITUNG ZUR CHEMISCHEN ANALYSE DES WEINES“ (BORGMANN, E. 1884) fortgeschrieben worden ist. Neubauer sind auch ganz wesentliche Arbeiten über das optische Verhalten von Weinen zu verdanken (NEUBAUER, C. 1876, 1877, 1878). 1872 wurde er in das Lehrerkollegium der in diesem Jahr eröffneten Königlichen Lehranstalt für Obst- und Weinbau zu Geisenheim berufen. Aus diesem Amt schied er jedoch schon 1875 wieder aus; wahrscheinlich aus gesundheitlichen Gründen, denn er ist bereits wenige Jahre später, am 6. Juni 1879, gestorben. Seine erste Wiesbadener Arbeit, „ANALYSE DES HARNES“, erschien in 9 Auflagen; sie wurde ins Englische, Französische und Russische übersetzt. Er war Vorstandsmitglied im NASSAUISCHEN VEREIN FÜR NATURKUNDE, in dessen Jahrbüchern ihm sein Nachfolger, Dr. EUGEN BORGMANN, einen Nachruf gewidmet hat (JAHRBUCH 31). In Wiesbaden wurde eine Straße auf dem Geisberg nach ihm benannt; R. FRESENIUS hat für ihn die Inschrift auf seinem Grabstein auf dem Alten Friedhof in Wiesbaden verfaßt:

Wer in Treue gewirkt, nach Licht und Wahrheit gerungen,
Wer begeisternd gelehrt, der hat in Wahrheit gelebt.

Es ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, alle Mitarbeiter des Laboratoriums FRESENIUS, die dort teils haupt-, teils nebenberuflich tätig waren, ihren Leistungen entsprechend zu würdigen. Vier Namen mögen für alle stehen: Es ist dies zum einen der spätere Professor Dr. EUGEN BORGMANN, der die Nachfolge von Professor CARL NEUBAUER antrat. Seine Arbeit wird im Zusammenhang mit seinen Veröffentlichungen noch gewürdigt werden. Ferner Prof. Dr. CARL LUDWIG KIRSCHBAUM, der seit 1863 Vorlesungen über Botanik und Zoologie im Laboratorium und für die Schüler von Hof Geisberg gehalten hat. Er war von 1855 bis zu seinem Tod im Jahre 1880 Sekretär des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE und Inspektor des Naturhistorischen Museums. Auch ihm ist ein vom Königlichen Landesgeologen Dr. CARL KOCH verfaßter Nekrolog in den Jahrbüchern des Vereins, 31./32. Jahrgang, gewidmet.

Der Landesgeologe Dr. CARL KOCH (sein Denkmal steht im hinteren Nerotal), Nachfolger Prof. KIRSCHBAUMS als Sekretär des Vereins, lehrte seit 1873 im Chemischen Laboratorium die Fächer Mineralogie und Geologie. Er hat

KIRSCHBAUM nicht lange überlebt. Er starb am 18. April 1882. Seine Vorlesungen übernahm der Oberlehrer FERDINAND HENRICH. Dieses Mannes ist besonders deshalb zu gedenken, weil er in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts, inzwischen Professor an der Universität Erlangen, eine später noch zu beschreibende, hervorragende Arbeit über die Radioaktivität des Wiesbadener Kochbrunnens veröffentlicht hat (siehe S. 94).

Nicht unerwähnt bleiben darf, daß inzwischen, 1866, das Herzogtum Nassau nach dem verlorenen Krieg gegen Preußen in das Königreich Preußen einverleibt worden war. Das blieb ohne besondere Folgen, so weit es das Chemische Untersuchungslaboratorium FRESENIUS betraf. Beim Unterrichtslaboratorium war 1862 eine eigene „Pharmaceutische Lehranstalt“ eingerichtet worden. Die dortige Ausbildung wurde im Herzogtum Nassau als Grundlage für die Ablegung des Staatsexamens anerkannt. Nach der Übernahme durch Preußen wurde die Anrechnung als Studienzeit jedoch nicht mehr gewährt. Damit mußte dieser Ausbildungszweig praktisch beendet werden.

Auch beim Studium der Chemie machte sich immer mehr bemerkbar, daß an den Universitäten die praktische Ausbildung schon vom Zeitplan her das Angebot des Laboratoriums FRESENIUS überholt hatte. Deshalb übernahm dieses neben einer analytischen Spezialausbildung mehr und mehr die Aufgabe, einen besonderen Ausbildungsvorgang für Mitarbeiter und Hilfskräfte in Handels- und Forschungslaboratorien zu entwickeln, der später die offizielle Anerkennung im Berufsbild des Chemotechnikers mit Abschlußexamen gefunden hat (S. 100).

Auf dem Sektor der Lebensmittelchemie wurde in diesen Jahrzehnten ein eigener Studiengang entwickelt, der später (1895) zur Einführung einer staatlichen Hauptprüfung geführt hat. Gleichzeitig setzte sich damals aufgrund der bahnbrechenden Arbeiten von LOUIS PASTEUR und ROBERT KOCH die Bakteriologie als neuer Zweig der Naturwissenschaften durch. Am Wiesbadener Chemischen Laboratorium wurde schon 1884 eine hygienisch-bakteriologische Abteilung eingerichtet. Unter der Leitung von Dr. med. F. HUEPPE, einem Schüler des Geheimrats Prof. ROBERT KOCH, hat sie sehr schnell eine fruchtbare Tätigkeit entfaltet, vor allem im Bereich der Trink- und Mineralwasseruntersuchung in Wiesbaden und Umgebung. Umfangreiche bakteriologische Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit den damals im Mittelrheingebiet, in Mainz und Wiesbaden auftretenden Cholera-Erkrankungen durchgeführt (HUEPPE, F. 1886, 1887, 1888).

Dr. HUEPPE beschäftigte sich auch mit Methodenforschung auf dem mikrobiologischen Gebiet. Er bildete junge Naturwissenschaftler aus dem In- und Ausland aus. Außerdem richtete er einen speziellen Kursus für Mediziner zur Einführung in das neue Fachgebiet ein. Es war eine echte Pionierleistung, denn hygienische Institute und Ausbildungsstätten für Bakteriologie und Mikrobiologie gab es in dieser Zeit kaum. Im Jahre 1889 wurde Dr. HUEPPE als Professor

an die Universität Prag berufen. Es war dies eine ehrenvolle Anerkennung seiner wissenschaftlichen Arbeit. Auf der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, die 1887 unter dem Vorsitz von REMIGIUS FRESENIUS zum dritten Mal in ihrer Geschichte in Wiesbaden tagte, hat er sie mit einem Vortrag über „Beziehungen der Fäulnis zu den Infectiouskrankheiten“ unter Beweis gestellt. Schon zwei Jahre vorher hatte Dr. HUEPPE beim C. W. Kreidel Verlag zwei Bände publiziert: „DIE METHODE DER BAKTERIENFORSCHUNG“ (1889 erschien bereits die 4. Auflage) und „DIE FORMEN DER BAKTERIEN UND IHRE BEZIEHUNGEN ZU DEN GATTUNGEN UND ARTEN“.

Nimmt man alles zusammen, muß man sich wundern, wie einfallreich und flexibel die schwierigen Klippen eines nicht vollakademisch orientierten Ausbildungsinstitutes bewältigt wurden. Gestützt wurden diese Bemühungen indessen durch die absolut professionelle Arbeit des chemischen, analytisch-chemischen und mikrobiologischen Untersuchungslaboratoriums. Dieses mußte als Folge der Ausdehnung, die seine Arbeitsgebiete gewonnen hatten, 1884 in seiner Organisationsstruktur neu gegliedert werden. Unter der Oberleitung des Gründers entstanden drei Abteilungen. Die erste übernahm die Untersuchung von Weinen, Nahrungs- und Genußmitteln sowie physiologisch-chemische Untersuchungen unter der gemeinsamen Leitung von Dr. WILHELM FRESENIUS, dem Sohn des Gründers, der seit dem Sommersemester 1880 dem Lehrkörper der Anstalt angehörte, und Dr. EUGEN BORGMANN, der 1879 die Nachfolge von Professor NEUBAUER angetreten hatte.

Die Untersuchung von Erzen, Industrie- und Hüttenprodukten, Handelswaren, Brunnen- und Mineralwässern war Aufgabe einer zweiten Abteilung, deren Leitung dem Schwiegersohn von Remigius Fresenius Dr. ERNST HINTZ übertragen wurde; dieser war 1882 als Mitarbeiter in das Laboratorium eingetreten. Schließlich wurde eine besondere Abteilung zur Lösung technisch-chemischer Fragen unter Leitung von Dr. HEINRICH FRESENIUS gegründet. Er war der älteste Sohn und seit 1872 im Laboratorium tätig.

Mit Sicherheit war ein wesentlicher Faktor der stetigen Entwicklung, die gerade in den achtziger Jahren deutlich erkennbar wurde, der Tatsache zu verdanken, daß nun die „Phalanx“ der Söhne und eines Schwiegersohnes die „Arena“ betrat und das Unternehmen voll und ganz im Sinne des Vaters und Gründers fortsetzte. Bevor aber nun das selbständige Werk dieser nächsten und der folgenden Generationen im dritten und abschließenden Teil dieses Berichtes behandelt wird, muß noch einer anderen Einrichtung gedacht werden, die man früher gern als das „dritte Bein“ des Chemischen Laboratoriums — neben dem Untersuchungs- und dem Unterrichtslaboratorium — bezeichnet hat. Es ist dies die „ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“, die 1862 gegründet wurde. Sie erscheint heute im 332. Band als eine der ältesten großen wissenschaftlichen Fachzeitschriften in der Welt. Sie hat wesentlichen Anteil daran, daß

die analytische Chemie sich zu einer eigenständigen Disziplin innerhalb der Chemie als übergeordneter Naturwissenschaft entwickeln konnte.

2.5 Die „Zeitschrift für Analytische Chemie“

Die Lehrbücher der damaligen Zeit enthielten in einem sehr starken Umfange die praktischen Erfahrungen des jeweiligen Verfassers. Viele ihrer neuen Beobachtungen wurden unmittelbar in diesen Lehrbüchern publiziert. Mehr und mehr vollzog sich dann aber die eigentliche wissenschaftliche Auseinandersetzung in Zeitschriften, vor allem in den von LIEBIG und WÖHLER herausgegebenen „Annalen der Chemie und Pharmacie“. Von dieser Zeitschrift erschienen in der Zeit von 1842 bis 1862 etwa 80 Bände. Diese Zahl allein zeigt schon, wie viel Bewegung damals innerhalb der als Wissenschaft noch jungen Chemie stattgefunden hat.

Die sich mehr und mehr entwickelnde analytische Chemie fand ebenfalls hier ihren Platz. Doch die sehr weit gestreuten Arbeiten und die nur unvollkommen durchgeführte Unterscheidung zwischen neuen analytischen Verfahren und den daraus abgeleiteten allgemeinen chemischen Erkenntnissen führten allmählich dazu, daß diese analytischen Erfahrungen nur noch schwer als solche auffindbar waren. Aus diesem Grunde faßte REMIGIUS FRESENIUS 1861 den Entschluß, eine besondere Zeitschrift für die analytische Chemie herauszugeben. Den ersten Band kündigte er so an:

„Ohne Mühe läßt sich nachweisen, daß alle großen Fortschritte der Chemie in mehr oder weniger direktem Zusammenhang stehen mit neuen oder verbesserten analytischen Methoden. Den ersten brauchbaren Verfahrensweisen zur Analyse der Salze folgten die Erkenntnisse der stöchiometrischen Gesetze. Die Fortschritte in der Analyse der anorganischen Körper fanden ihren Ausdruck in den immer genaueren Äquivalentzahlen. Der genauen Methode zur Bestimmung der Elemente in organischen Körpern folgte der ungeahnte Aufschwung der organischen Chemie. Die Spektralanalyse führte sofort zur Entdeckung neuer Metalle usw. . . . Die analytischen Methoden sind daher in Wahrheit eine große Errungenschaft, ein wichtiger wissenschaftlicher Schatz. Sie sind es aber nur dann in vollem Maße, wenn sie überschaubar und leicht zugänglich sind. . . . Diese Aufgabe kann nur eine periodische Schrift erfüllen — aber bei der großen Ausdehnung des Stoffes nur eine solche, welche sich demselben ausschließlich widmet“ (zitiert nach FRESENIUS, W. 1963).

Diese Erkenntnisse haben sich für die analytische Chemie als richtig und fruchtbar erwiesen. Die Zeitschrift war so angelegt, daß sie Originalabhandlungen aus allen Teilbereichen der analytischen Chemie enthielt und als zweiten Teil fortlaufende Berichte über analytische Arbeiten, die in anderen Zeitschriften veröffentlicht waren. Diese sollten systematisch geordnet sein und — wo es nötig

erschien — mit erläuternden und kritischen Bemerkungen des Berichterstatters versehen werden. Erster und langjähriger Berichterstatter war der Herausgeber REMIGIUS FRESENIUS selbst, unterstützt von Dr. NEUBAUER. Später übernahmen diese Aufgabe seine Söhne HEINRICH und WILHELM, sein Schwiegersohn Dr. HINTZ, und — in Fortsetzung dieser Tradition — die Enkel und Urenkel sowie erfahrene Mitarbeiter des chemischen Laboratoriums.

Die Notwendigkeit einer speziellen Zeitschrift für analytische Chemie erlebte REMIGIUS FRESENIUS beim Veröffentlichlichen seiner eigenen Arbeiten. Betrachtet man die Liste seiner Publikationen der damaligen Jahre (1842—62), versteht man sofort seine Gründe. Denn alle seine, zum Teil wegweisenden analytischen Arbeiten „verschwanden“ in allgemein-chemischen Journalen wie (Liebig's) „Annalen der Chemie und Pharmacie“, dem „Journal für praktische Chemie“ und — im „Jahrbuch des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau“!

Die FRESENIUS'SCHEN Veröffentlichungen in diesem „JAHRBUCH DES VEREINS FÜR NATURKUNDE IM HERZOGTHUM NASSAU“ (seit 1866 „NASSAUISCHER VEREIN FÜR NATURKUNDE“) verdienen an dieser Stelle einige besondere Hinweise. In der ersten Arbeit, Band 3 (1847), beschrieb er die „Analyse des Schwerspaths von Naurod im Nassauischen“. Die grundlegenden „Chemischen Untersuchungen der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau“, die später in Buchform zusammengefaßt worden sind, erschienen zuerst einzeln in den Jahrbüchern des Vereins (Kochbrunnen zu Wiesbaden 1850; Mineralquellen zu Ems 1851; zu Schlangenbad 1852; zu Langenschwalbach 1854 usw.).

Erwähnt seien einige Arbeiten, die von seinen Mitarbeitern, Assistenten und (fortgeschrittenen) Praktikanten durchgeführt und in den Jahrbüchern des Naturkunde-Vereins veröffentlicht wurden (vgl. oben S. 56 und die Zitierungen im Schriftenverzeichnis). Im Vordergrund stehen dort außer Wässern vor allem geologische Proben, deren Analysen vom Herzoglich-Nassauischen Staatsministerium in Auftrag gegeben waren: GRIMM (Schierstein), Analyse des grauen Marmors von Villmar (1850); LIST (Göttingen), Über die chemische Zusammensetzung des Taunusschiefers (1850); SYDER (London), Analyse der Masse eines Selterswasserkruges (1850); WILDENSTEIN (Aachen), Analyse des Braunsteins aus einer Grube bei Diez (1850); FRESENIUS, Chemische Untersuchung der wichtigsten Kalksteine des Herzogthums Nassau (1851); PHILIPPI (Wiesbaden), Untersuchung des Faulbrunnenwassers zu Wiesbaden (1852); KERNER (Besigheim), Chemische Analyse der heißen Mineralquelle im Badhause zum Spiegel in Wiesbaden (1856) und SEELHEIM (Uelzen), Untersuchung eines bei Mainz gefundenen Meteorsteines (1857).

Die erste Originalabhandlung der neuen ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE überhaupt (Band 1 (1862), S. 1) war ein Beitrag von G. KIRCHHOFF und R. BUNSEN über „Die Spectren der Alkalien und alkalischen Erden“,

die sie mit der von ihnen entwickelten spektralanalytischen Methode sichtbar gemacht hatten (Abb. 6). Im gleichen Band findet man eine zweite Arbeit derselben Autoren (KIRCHHOFF, G. & R. BUNSEN 1862) über einen „Kleinen Spectralapparat zum Gebrauch in Laboratorien“; sie zeigt, wie diese physikalisch-chemische Analysenmethode sofort auch für die Zwecke des analytischen Praktikums nutzbar gemacht wurde (Abb. 7). Beide Arbeiten stellen nur kleinere Beiträge dar. Im ersten ist jedoch bemerkenswert, daß hier die blaue Spektrallinie im Spektrum des Calciums (von der wir heute wissen, daß das die Ca-Linie bei 426,73 nm ist; in der Abbildung das zweite Spektrum von unten, blaue Linie rechts) zum ersten Mal überhaupt abgebildet wurde. Von ihr sagen die Autoren, daß man sich zu-

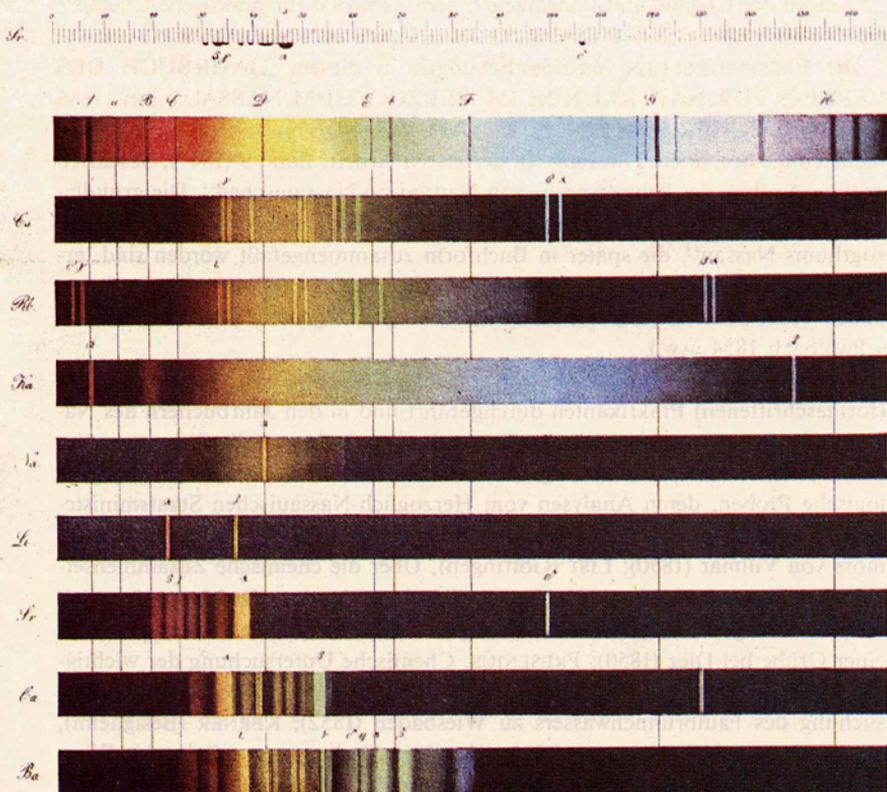


Abb. 6: Spektren der Alkalien und alkalischen Erden „in der Ordnung zusammengestellt, welche nach dem chemischen Verhalten der Metalle die angemessenste zu sein scheint“ (KIRCHHOFF u. BUNSEN, 1862). Die Aufnahme wurde von den original kolorierten Spektren aus dem Jahr 1862 gemacht. Die Skala oben ist willkürlich festgelegt.

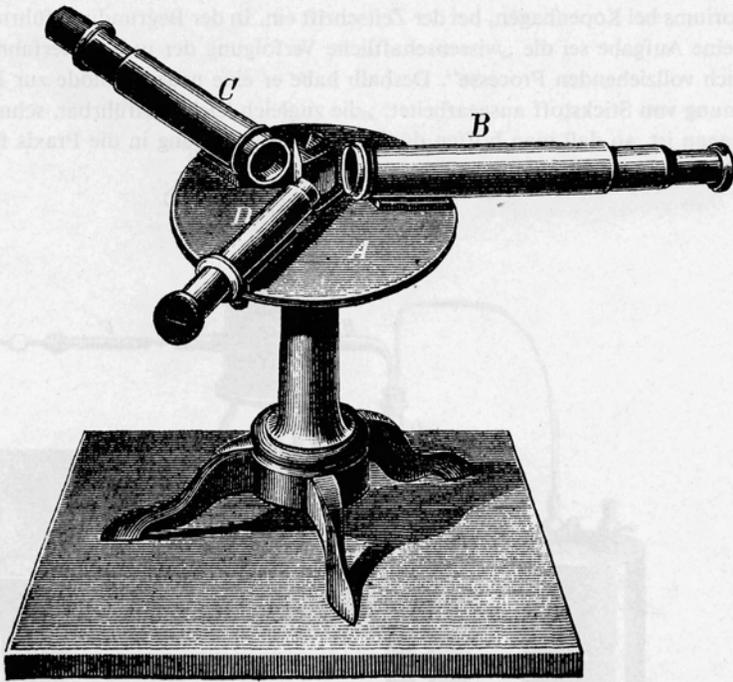


Abb. 7: Einfaches Labor-Spektroskop für die qualitative Spektralanalyse nach KIRCHHOFF und BUNSEN (1862). **A:** Kreisförmige Basisplatte; in der Mitte ein Prisma aus Flintglas mit 60° brechendem Winkel. **B:** Beobachtungsfernrohr. **C:** Rohr mit Spalt, der in ein Stanniolblättchen eingeschnitten ist; vor C wird die (analytische) Flamme plaziert. **D:** Rohr mit der Vergleichsskala

nächst versucht gefühlt habe, „sie einem neuen Element zuzuschreiben“; bei einer Calcium-Linie ein Indiz dafür, daß wir uns noch ganz am Anfang, auf der Schwelle zur Spektralanalyse befinden (das Buch von KIRCHHOFF und BUNSEN, Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen, war gerade ein Jahr zuvor, 1861, in Wien erschienen).

An einer anderen Arbeit kann die Praxis des Herausgebers, eingereichte Originalbeiträge zuerst kritisch zu prüfen, bevor sie zum Druck angenommen wurden, eindrucksvoll demonstriert werden. Es handelt sich um die Erstveröffentlichung des sogenannten Kjeldahlverfahrens zur Stickstoffbestimmung in organischen Substanzen, das heute zum unentbehrlichen Handwerk in jedem organisch-chemischen Laboratorium gehört. Diese Arbeit, „Neue Methode der Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern“, reichte im März 1883 der dänische Chemiker J. KJELDAHL, Vorsteher der chemischen Abteilung des Carlsberg Labora-

toriums bei Kopenhagen, bei der Zeitschrift ein. In der Begründung führte er an, seine Aufgabe sei die „wissenschaftliche Verfolgung der in der Bierfabrikation sich vollziehenden Prozesse“. Deshalb habe er eine neue Methode zur Bestimmung von Stickstoff ausgearbeitet, „die zugleich leicht ausführbar, schnell und genau ist, so daß man hoffen dürfte, sie würde Eingang in die Praxis finden“ (KJELDAHL, J. 1883).

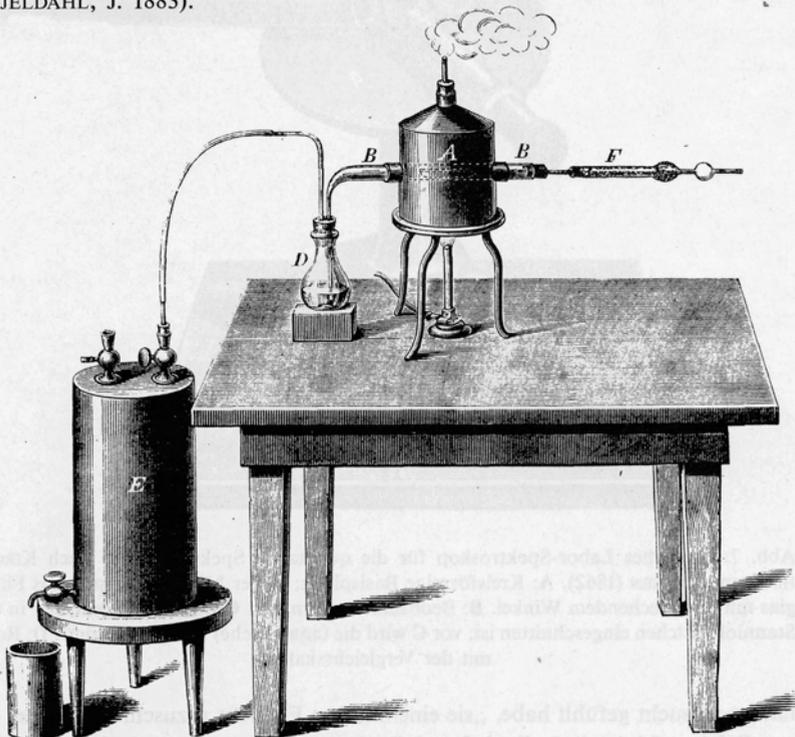


Abb. 8: Apparatur zur Bestimmung der im Harn enthaltenen festen Bestandteile (C. NEUBAUER 1862). A: Wasserbad. B: Glasrohr mit Probenschiffchen. D: Kölbchen mit bekannter Menge Schwefelsäure (zum Auffangen des aus dem Harnstoff der Probe beim Erhitzen freigesetzten Ammoniaks). E: Aspirator zum Ansaugen der Luft. F: Chlorcalcium-Rohr zum Trocknen der angesaugten Luft.

Auf Einzelheiten der Methode kann hier nicht eingegangen werden, außer daß man die betreffende organische Substanz „einige Zeit hindurch mit einer reichlichen Menge concentrirter Schwefelsäure bis auf eine dem Siedepunkte der Säure nahe liegende Temperatur erhitzt, die erhaltene Lösung dann mit überschüssigem, trockenem, pulverigem Permanganat oxydiert“, bis der in den organischen Verbindungen enthaltene Stickstoff vollständig „als schwefelsaures Ammoniak

abgegeben . . . , nach Uebersättigung mit Natron abdestilliert und nach den gewöhnlichen Methoden bestimmt werden kann.“

Wie der Enkel 65 Jahre später berichtet (FRESENIUS, R. 1940b), erkannte der Herausgeber die Bedeutung des neuartigen, umwälzenden Verfahrens sofort. Aber trotzdem, vielleicht auch gerade deshalb, ließ er die Arbeit zuerst in seinem eigenen Laboratorium nachprüfen (Bestimmung von Stickstoff in Harnstoff, Hippursäure, Caffein, Casein, Eier-Albumin, Bohnen-, Roggen-, Gerste-, Bierextrakt, Ochsenfleisch und Hefe). Das Ergebnis war positiv; sie wurde gedruckt. — Auf diese Weise hat REMIGIUS FRESENIUS viele der in der Zeitschrift erschienenen Arbeiten zuerst selbst geprüft und nur dann, wenn ihre Richtigkeit bestätigt war, publiziert.

Anfangs wurden jährlich 4 Hefte der Zeitschrift herausgegeben. Der erste Jahresband 1862 enthielt schon neben 12 Holzschnitten (Darstellungen von Apparaturen) 1 Farbtafel (die KIRCHHOFF/BUNSENSchen Spektren; Abb. 6). Abb. 8 zeigt eine von C. NEUBAUER zusammengestellte Apparatur zur „Bestimmung der Gesamtmenge der fixen (festen) Harnbestandtheile“; die Arbeit wurde ebenfalls im Band 1 (1862) der FRESENIUS-SCHEN Zeitschrift veröffentlicht (Erklärungen in der Abbildungslegende). Vom 26. Jahrgang an erschien die Zeitschrift mit 6 Heften, seit Jahrgang 36 (1897) mit 12 Heften pro Jahr. In der Gegenwart erscheinen bei vergrößertem Format und unter dem erweiterten Titel „FRESENIUS' ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“ 3—4 Bände im Jahr. Jeder Band hat mehr als 800 Seiten, ein umfangreiches Sach- und vollständiges Autorenregister.

3. Das Zwanzigste Jahrhundert

1.1 Generationswechsel

CARL REMIGIUS FRESENIUS stand dem von ihm gegründeten Chemischen Laboratorium bis zum seinem Tode vor. Für die Nachfolge in der Leitung hat er jedoch rechtzeitig vorgesorgt. Es ist schon an anderer Stelle dieses Aufsatzes berichtet worden, wie er seine Söhne HEINRICH und WILHELM FRESENIUS und den Schwiegersohn ERNST HINTZ als Mitarbeiter im Laboratorium angestellt hat, nachdem sie ihr Universitätsstudium der Chemie mit dem Doktorexamen abgeschlossen hatten. Nach einigen Jahren praktischer Berufserfahrung hat er sie dann auch mit leitenden Aufgaben betraut.

Betrachtet man das Lebenswerk des Seniors als Ganzes, so müssen noch einige Tatsachen erwähnt werden, ohne die das Bild dieses außergewöhnlichen Mannes unvollständig bleiben würde. Gleich in den ersten Jahren seines Wiesbadener Aufenthaltes hat er neben seinen beruflichen Aufgaben eine Fülle von anderen

Verpflichtungen auf sich genommen. Er trat in die bestehenden wissenschaftlichen und kulturellen Vereine ein, wobei sein besonderes Interesse dem NASSAU-
ISCHEN VEREIN FÜR NATURKUNDE galt. Von 1864 bis 1874 war er dessen
Direktor (Vorsitzender). Als er dieses Amt wegen Arbeitsüberlastung niederlegte,
wurde er zum Ehrenmitglied des Vereins ernannt.

Von seiner politischen Gemeinde, der Stadt Wiesbaden, wurde FRESSENIUS
1847 als Abgeordneter in die Nassauische Ständeversammlung gewählt. Er hat
später seinen Enkeln davon erzählt, wie er im Revolutionsjahr 1848 aus den Sit-
zungen der Ständekammer zu Vorlesungen und von da zur Waffentübung in der
Bürgerwehr eilte. Daß er sich in diesem Gremium jedoch in gleicher Weise aktiv
engagierte, wie er es in seinem Beruf, seinem Laboratorium und allen sonstigen
Ämtern bewiesen hat, mögen die folgenden Sätze demonstrieren, die aus einer
Diskussion in der Ständeversammlung vom 15. Mai 1849 zwar willkürlich her-
ausgegriffen sind, ihn aber als einen aufrechten, niemals duckmäusernden Mann
charakterisieren:

„Meine Herren! Je gefährlicher die Lage des Vaterlandes ist, um so dringender
ist es nothwendig, daß man besonnen handle. Es ist nicht allein schwieriger, be-
sonnen zu handeln, sondern es gehört auch mehr Muth dazu. Denn in der Regel
wird der, der jetzt zu irgend besonnenen Maaßregeln räth, als feig, als Verräther
etc. geschildert und bezeichnet. Mir kommt es nicht darauf an, ich sehe nur auf
die Sache“ (LANDESSTÄNDLICHE VERHANDLUNG 1849, Wiesbaden).

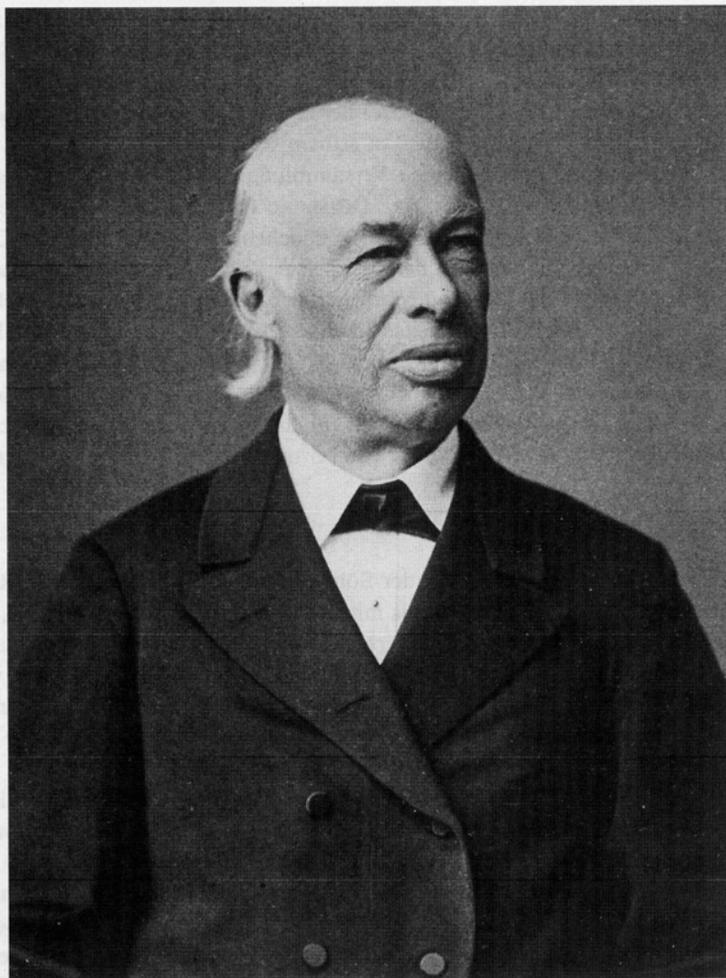
1851 gab er das Ehrenamt auf, weil seine beruflichen Pflichten im Laborato-
rium ihn voll in Anspruch nahmen. Für die Angelegenheiten seiner Wahlheimat
Wiesbaden hat der Professor und Geheime Hofrath sich jedoch sein Leben lang
eingesetzt: Er war jahrzehntelang Mitglied des Gemeinderates und des Commu-
nallandtages für den Regierungsbezirk Wiesbaden. Nach Einführung der neuen
Städteordnung wurde er Stadtverordneter, davon sieben Jahre als Stadtverordne-
tenvorsteher. Anlässlich seines fünfzigjährigen Doktorjubiläums verlieh ihm die
Stadt Wiesbaden die Ehrenbürgerwürde.

Sein Privatleben, das reich und glücklich war, ist hier nicht zu erörtern (s. dazu
FRESSENIUS, R. 1940a). Dennoch mag es erlaubt sein, einer Liebhaberei zu ge-
denken, die man bei einem Manne seines Schlages eigentlich nicht vermuten
würde. FRESSENIUS verfaßte in seinen Mußestunden Aphorismen und Gedichte.
Einige seiner Sinnsprüche sind bis heute des Nachdenkens wert. Die Maxime sei-
nes Arbeitslebens kann man nicht präziser definieren als:

Forsche gründlich, Rede wahr,
Schreibe bündig, Lehre klar.

Lebensklugheit klingt aus dem Spruch:

Soll das Leben Dir gelingen,
Halte Maß in allen Dingen.



Dr. R. Fresenius

Abb. 9: Professor Dr. REMIGIUS FRESENIUS (1818–1897)

In der Nacht vom 10./11. Juni 1897 endete sein Leben durch eine Herzlähmung. Seine letzte Ruhestätte fand REMIGIUS FRESENIUS auf dem alten Friedhof an der Platter Straße. Der deutsche Kaiser WILHELM II., seine Mutter VIKTORIA (Kaiserin Friedrich) und der Großherzog von Luxemburg, der ehemalige Herzog ADOLF VON NASSAU, ließen an seinem Grabe Kränze niederlegen. Auf der zur gleichen Zeit stattfindenden Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte sprach CARL DUISBERG für das bis dahin einzige Ehrenmitglied dieser Gesellschaft Worte des Gedenkens. EMIL FISCHER, wie CARL DUISBERG einer der führenden Chemiker seiner Zeit, ehrte ihn als den neben Altmeister BUNSEN bedeutendsten Vertreter der Analytischen Chemie. Heute hält der von der Gesellschaft Deutscher Chemiker gestiftete FRESENIUS-Preis das Andenken an ihn wach. Auch in den USA gibt es einen nach ihm benannten Preis, der durch die akademische Gesellschaft Phi-Lambda-Ypsilon verliehen wird. Die griechischen Buchstaben stehen für die Patrone der Gesellschaft: Phi für FRESENIUS (Abb. 9), Lambda für LIEBIG und Ypsilon für VAN'T HOFF.

3.2 Was du ererbt von deinen Vätern hast...

Treffender kann man die Arbeit der Söhne und Nachfolger von CARL REMIGIUS FRESENIUS nicht beschreiben als mit dem vielzitierten GOETHE-Wort „Was du ererbt von deinen Vätern hast, erwirb es, um es zu besitzen!“. Ebenso gut gehören aber auch die beiden folgenden, beim landläufigen Zitieren meistens weggelassenen Verse des Faust'schen Selbstgesprächs hierher: „Was man nicht nützt, ist eine schwere Last; Nur was der Augenblick erschafft, das kann er nützen“.

Stillstand gab es in der Kapellenstraße (Abb. 10) nicht. Selbst nicht bei einem so einschneidenden Ereignis, wie es der Tod des Patriarchen gewesen ist; obwohl er, wie es der Sohn Heinrich im Nachruf auf den Vater ausgedrückt hat, „die Oberleitung des ganzen Organismus bis zum seinem Tode beibehalten“ hatte. Denn er hatte auch, darauf wurde bereits hingewiesen, rechtzeitig vorgesorgt. Nicht nur daß er es verstanden hat, den Söhnen die gleiche Liebe und Begeisterung für ihren Beruf zu vermitteln, wie er es selbst vorgelebt hat. Er hat ihnen auch rechtzeitig eigene Zuständigkeiten und Pflichten auferlegt, so daß sie beim Generationswechsel auf ihre neuen Aufgaben sehr gut vorbereitet waren. Sie setzten seine Arbeit in seinem Geiste fort, mit dem gleichen Eifer und mit ähnlichem Erfolg.

Für das Chemische Laboratorium FRESENIUS wichtig war die 1895 erfolgte Einführung eines Staatsexamens für Nahrungsmittelchemiker. Der „Versuchsstation des Herrn Professor Dr. FRESENIUS“ wurde seitens des preußischen Ministers für die geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten die Berechtigung zur praktischen Ausbildung für diese Hauptprüfung für Nahrungsmittel-

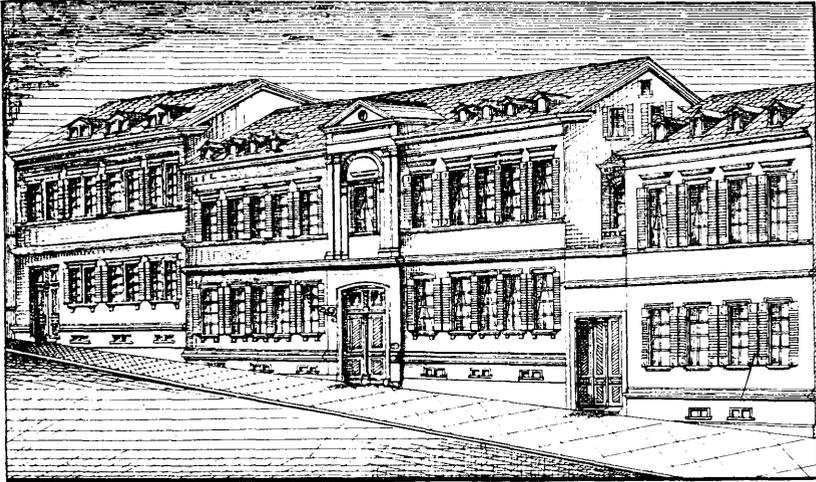


Abb. 10: Das Chemische Laboratorium Fresenius in der Wiesbadener Kapellenstraße um 1900

chemiker erteilt. Gleichzeitig erhielten den Befähigungsnachweis als Nahrungsmittelchemiker außer REMIGIUS FRESENIUS selbst, seine Söhne Dr. HEINRICH und Dr. WILHELM FRESENIUS, der Schwiegersohn Dr. ERNST HINTZ und Dr. LEO GRÜNHUT, der nach dem Tode des langjährigen Mitarbeiters Prof. Dr. E. BORGMANN (5. April 1895) dessen Nachfolger geworden war.

Die Vorlesungen, die um die Jahrhundertwende am chemischen Laboratorium gehalten wurden, waren:

1. Experimentalchemie I und II (4½ und 3 Stunden wöchentlich).
2. Stöchiometrie nebst Übungen in chemischen Berechnungen (in Stunden „nach Erfordernis“).
3. Organische Chemie und spezielle Chemie der Fettkörper (3 Stunden).
4. Chemische Technologie (2 Stunden).
5. Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände (1½ Stunden).
6. Hygiene (Wohnung, Wasserversorgung, Entfernung der Abfallstoffe, Volksernährung) (2 Stunden).
7. Mikroskopie (2 Stunden).
8. Technisches Zeichnen (4 Stunden).

Dazu kamen Übungen und Kurse in der hygienisch-bakteriologischen Abteilung. Lehrgegenstand waren die gebräuchlichen Methoden zum Studium der gärungs- und krankheitserregenden Mikro-Organismen. Besonders berücksichtigt wurden hygienisch wichtige Methoden zur Untersuchung von Luft, Trink-

wasser, Boden und Nahrungsmitteln. Ein Kursus dauerte fünf Wochen, täglich 4 Stunden (FRESENIUS, H. 1898, S. 3).

Direktoren des chemischen Laboratoriums, die zugleich auch einen großen Teil des Vorlesungsprogramms bestritten, waren Prof. Dr. HEINRICH FRESENIUS, sein Bruder Dr. WILHELM FRESENIUS und Dr. ERNST HINTZ. Vorlesungsdozenten waren außerdem Dr. L. GRÜNHUT (Organische Chemie und chemische Technologie), Dr. W. LENZ (Mikroskopie) und der Architekt J. BRAHM (Technisches Zeichnen). Die hygienisch-bakteriologische Abteilung stand unter der Leitung von Dr. med. G. FRANK, der 1890 die Nachfolge von Dr. med. HUEPPE angetreten hatte. Eine weitere wichtige Stütze des ganzen Laboratoriumsbetriebes war der Assistent und Abteilungsdirektor HERMANN WEBER. Er war 1871 als Praktikant in das Unterrichtslaboratorium eingetreten und war nach Abschluß seiner Ausbildung als Assistent im Privatlabor des Professors tätig. Von 1891 bis 1921 leitete er das anorganische Untersuchungslaboratorium. Als „eigenes Gewächs“ des Hauses war er durch seine reiche Erfahrung und seine enorme Arbeitskraft ein hochgeschätzter und in vielen Fragen unentbehrlicher Mitarbeiter des Laboratoriums, dem er 50 Jahre lang angehört hat.

An diesem Abteilungsvorsteher HERMANN WEBER zeigt sich exemplarisch ein Geheimnis des Erfolges und der stetigen Entwicklung des ganzen Laboratoriums. Von Anfang an, man kann dies anhand der Mitarbeiter- und Praktikantenlisten deutlich verfolgen, hat REMIGIUS FRESENIUS sich darum bemüht, Talente zu suchen und durch persönliche Ansprache zu fördern. Nicht zuletzt deshalb blieben eine ganze Reihe von Praktikanten nach ihrer Ausbildung noch kürzere oder längere Zeit als Assistenten am Laboratorium tätig, um sich in der Praxis weiter zu vervollkommen. Einige von ihnen — sicher nicht die schlechtesten — blieben viele Jahre und bildeten so einen Stamm von alten „Fresenianern“, deren Ausdauer und Zuverlässigkeit den Wert ihres Wissens und ihrer Praxiserfahrung aufs vorteilhafteste ergänzt haben.

3.3 Das wissenschaftliche Werk der Mitarbeiter des Laboratoriums

Nichts vermag die Leistungsdichte einer Institution besser zu verdeutlichen als die wissenschaftlichen Arbeiten, die in gedruckten Schriften ihren bleibenden Niederschlag gefunden haben. Das Werk des Gründers ist so umfangreich, daß es hier auch nicht annähernd vollständig vorgestellt werden kann. Einige seiner wichtigsten Arbeiten aus den Anfangsjahren seines Wirkens wurden bereits erwähnt. Nachdem er sich mit der „ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“ eine seinen Vorstellungen entsprechende Plattform geschaffen hatte, riß die Kette von Arbeiten nicht mehr ab. Seine eigenen sowohl wie die seiner Mitarbeiter, aber auch die regelmäßigen „BERICHTE ÜBER DIE FORTSCHRITTE DER ANALYTISCHEN CHEMIE“, fester Bestandteil eines jeden Heftes der

Zeitschrift, machten die Bedeutung der analytischen Chemie für den Fortschritt der gesamten Chemie und die Leistungsdichte, die sie mittlerweile erreicht hatte, der wissenschaftlichen Welt eigentlich erst bekannt.

Für die Brüder HEINRICH und WILHELM FRESENIUS wie auch für den Schwager ERNST HINTZ gilt ähnliches hinsichtlich der Zahl ihrer Publikationen; zugleich aber auch in Bezug auf die von ihnen behandelten Themen. Jeder von ihnen hatte gewisse Schwerpunkte, doch haben sie untereinander einen so intensiven wissenschaftlichen Austausch gepflegt, daß jeder das Spezialgebiet auch der beiden anderen Partner so weit beherrschte, daß einer für den anderen einspringen konnte, wenn es notwendig war. (Zusammenfassende Schriftverzeichnisse in FRESENIUS, H. 1898 und FRESENIUS, W. 1923.)

HEINRICH FRESENIUS hat in unmittelbarer Fortsetzung der Arbeiten seines Vaters zahlreiche Mineralwasseranalysen durchgeführt, die ihn sehr schnell zu einem anerkannten Experten im Bereich der wissenschaftlich fundierten Balneologie gemacht haben. Die ganze Breite des von ihm beherrschten Spektrums zeigt sich in Veröffentlichungen, die er oft zusammen mit einem seiner Mitarbeiter publiziert hat: elektroanalytische Studien über Bestimmungen von Nickel, Kobalt und Silber, Bestimmung von Chrom in Chromeisenstein, Nachweis von Metallen in Fetten und Ölen sowie die Bestimmung des Phenols in Seifen und Desinfektionsmitteln. Im Todesjahr des Vaters erschien im JAHRBUCH des Nassauischen Naturkundevereins die mit diesem gemeinsam verfaßte Arbeit über die Chemische Untersuchung der Adler-Quelle zu Wiesbaden und Vergleichung der Resultate mit der Analyse des Wiesbadener Kochbrunnens (FRESENIUS, R. & H. FRESENIUS 1897).

In den Bänden dieser Jahrbücher hat HEINRICH FRESENIUS häufig und gern seine reichen naturwissenschaftlichen Kenntnisse einem breiteren Kreis von Interessierten vermittelt. Oft waren es Niederschriften von Vorträgen, die er für die Mitglieder des Naturkundevereins und auch sonst in der Wiesbadener Öffentlichkeit über neue Entwicklungen auf dem Gebiet der analytischen Chemie gehalten hat. Die Ergebnisse der eigenen wissenschaftlichen Forschungen hat er überwiegend in der ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE veröffentlicht.

Daneben war es besonders noch die ZEITSCHRIFT DES VEREINS DER NASSAUISCHEN LAND- UND FORSTWIRTE, in der er zahlreiche Arbeiten z. B. über Torfdünger, Zuckerrüben, die Untersuchung des Fettgehaltes der Milch, aber auch von Mosten, Moselwein und ähnliche Themen publiziert hat. Es waren Ergebnisse seiner Tätigkeit an der agriculturchemischen Versuchsanstalt dieses Vereins. Als deren Leiter hat HEINRICH FRESENIUS für die nassauische Landwirtschaft Außerordentliches geleistet. Als Zeichen für die enge Verbundenheit mit seiner Heimatstadt, in der er von 1897 bis 1919 als Stadtverordneter tätig war, sei noch die Arbeit über die „Chemische Untersuchung der

Glockenspeise, aus welcher die Glocken der Bergkirche zu Wiesbaden gegossen sind“ (FRESENIUS, H. 1878) genannt.

Der Schwerpunkt der Arbeiten von Professor WILHELM FRESENIUS lag auf dem Gebiet der Nahrungsmitteluntersuchung und des Weines (obwohl sich, wie vorstehend gezeigt, auch sein Bruder Heinrich gelegentlich mit der Beurteilung von Weinen beschäftigt hat). Das Thema Weinkunde lag in der Tradition des 1879 verstorbenen Önologen C. NEUBAUER, ist von dessen Nachfolgern E. BORGMANN und L. GRÜNHUT fortgesetzt worden und hat einen gewissen Höhepunkt in der 1888 begonnenen Chemischen Weinstatistik für Deutschland (R. FRESENIUS, E. BORGMANN & W. FRESENIUS 1888—94) gefunden.

Es gibt jedoch auch mehrere Arbeiten von WILHELM FRESENIUS, in denen er sich mehr mit analytischer Grundlagenforschung auseinandergesetzt hat: „Über die Definition von Normallösungen“ (1886), „Zur Frage der Einführung des wahren oder der Beibehaltung des Mohr'schen Liters in der Maassanalyse“ (1891) sowie „Die Atomgewichtsfrage“ und „Zur Atomgewichtseinheit für praktische analytische Rechnungen“ (1899). Im Mai 1898 hielt WILHELM FRESENIUS einen Festvortrag „Über die Entwicklung der Analytischen Chemie in den letzten 50 Jahren“, der im JAHRBUCH des Nassauischen Naturkundevereins, Band 51, gedruckt worden ist.

Der gleiche Band 51 des zitierten JAHRBUCHES enthält den Vortrag eines anderen Mitarbeiters des Laboratoriums Fresenius über „Die Gewinnung des Goldes“ aus geologischer, geographischer und kulturhistorischer Sicht. Er stammt aus der Feder des 1895 in das Laboratorium eingetretenen Dr. phil. LEO GRÜNHUT (1898), der im Laufe der Jahre zu einem der wichtigsten Mitarbeiter des technologisch-chemischen Untersuchungslabors geworden ist, der sich dann aber auch als Önologe und Nahrungsmittel-Wissenschaftler einen bedeutenden Ruf erworben hat.

Bei Ferdinand Enke, Stuttgart veröffentlichte LEO GRÜNHUT (1896a) das Buch „DIE EINFÜHRUNG DER REINHEFE IN DIE GÄHRUNGSGEWERBE“. In der CHEMIKER-ZEITUNG (1896b) erschien eine Arbeit „Über Zusammensetzung und Untersuchungsmethoden von Fleischextract“ (es waren die Jahre des ersten Booms von Maggi's Fleischextract); in der ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE, für die er außerdem unzählige „Berichte über die Fortschritte der analytischen Chemie“ geschrieben hat, 1897 ein Artikel über „Die chemische Zusammensetzung des Champagners“. Das 54. Jahrbuch (1901) des Nassauischen Vereins für Naturkunde verzeichnet von ihm einen Vortrag über „Das Klima von Wiesbaden“.

Von Dr. ERNST HINTZ, dem Schwiegersohn von REMIGIUS FRESENIUS, soll zum Schluß dieses Abschnittes eine Arbeit etwas ausführlicher geschildert werden, die er 1896 zusammen mit seinem Schwiegervater im JAHRBUCH des Nassauischen Naturkundevereins veröffentlicht hat. „Die Chemische Untersuchung

der Thermalquelle des Augusta Victoria Bades zu Wiesbaden“ (FRESENIUS, R. & E. HINTZ 1896) berührt stadthistorisch interessante Aspekte, die in Vergessenheit zu geraten drohen. In dem Gebäude des Augusta-Victoria-Bades in der Viktoriastraße, wo heute das Sternhotel der Amerikaner steht, befand sich nämlich das erste Hallenschwimmbad Wiesbadens, das im 2. Weltkrieg einem Bombenangriff zum Opfer fiel. Viele alte Wiesbadener haben dort als Schüler ihre ersten Schwimmversuche gemacht.

Eine stadthistorische Besonderheit stellt die technische Lösung dar, mit der man einen Teil des Thermalwassers der Quelle des Badhauses „Zum Sonnenberg“ über eine größere Entfernung in das höher gelegene Augusta-Victoria-Bad geleitet hat. Die Quelle, schreiben FRESENIUS u. HINTZ, entspringt unter dem Speisesaal des Badhauses „Pariser Hof“ in der Spiegelgasse. Der Abfluß der Quelle verläuft unter der Straße zum Badhaus „Sonnenberg“, Spiegelgasse 1, vor dem, an den gemauerten Backsteinkanal sich anschließend, ein Revisionschacht und ein Überlaufschacht vorhanden sind. Das sich in dem Überlaufschacht sammelnde Thermalwasser wird durch eine Rohrleitung zum Augusta-Victoria-Bad weitergeführt. Eine Abzweigung versorgt das Badhaus „Zum Sonnenberg“, ein Überlaufrohr stellt die Verbindung zur städtischen Kanalisation unter der Wilhelmstraße her.

FRESENIUS u. HINTZ zitieren nun eine Beschreibung des Thermalwassertransportes aus der Feder des Badearztes Dr. FRIEDLÄNDER. Sie ist vor allem deshalb interessant, weil ja ähnliche Verteilungsmechanismen des Wiesbadener Thermalwassers, z. B. zum Thermalbad im Aukammtal, noch heute aktuell sind:

„Das Thermalwasser fließt zunächst mit natürlichem Gefälle bis zur Rheinstraße, wo unter dem Fahrdamm ein Sammelreservoir von 12 qm Grundfläche angelegt ist. In dieses Reservoir sind drei cylindrische Kessel mit je einem Rückschlagventil eingebaut und mit dem Augusta Victoria Bad durch eine Luftleitung und eine Wasserleitung in Verbindung gebracht. Nachdem sich die drei Kessel durch das Rückschlagventil selbstthätig mit Thermalwasser gefüllt haben, öffnet man den Hahn der Luftleitung im Maschinenhause des Augusta Victoria Bades; die hier ständig im Vorrath befindliche Luft von 6 Atmosphären Spannung drückt nun auf den Inhalt der in der Rheinstraße befindlichen Kessel, bewirkt zunächst das Schließen der Rückschlagventile und zwingt das Wasser, dem Luftdruck ausweichend, den Weg durch die zweite Leitung zu den Sammelreservoirten (von zusammen 40 Cubikmeter Inhalt) im Augusta Victoria Bad zurückzulegen. Die comprimerte Luft von sechs Atmosphären Druck wird durch einen Luftcompressor von acht Pferdekraften in dem Maschinenhause erzeugt Beim Einfließen in die Wannen des Augusta-Victoria-Bades hatte das Thermalwasser ziemlich genau die gewünschte Badetemperatur, so daß „eine künstliche Beeinflussung“ für die Badezwecke nicht erforderlich war.

3.4 Die „Wissenschaftlichen Abendunterhaltungen“ des Nassauischen Vereins für Naturkunde

Im Nassauischen Naturkundeverein haben sich die Mitglieder der Familie FRESENIUS und deren wissenschaftliche Mitarbeiter häufig an den sogenannten „Wissenschaftlichen Abendunterhaltungen“ beteiligt. Es waren die Vorläufer der heutigen „Kleinen Vorträge“, die dienstags im Demonstrationssaal der Naturwissenschaftlichen Sammlung des Museums stattfinden. Diesen „Abendunterhaltungen“, bei denen auch Sanitätsrat PAGENSTECHE, der langjährige Sekretär und Vorsitzende des Vereins, sich häufig mit eigenen Beiträgen aus seinem Fachgebiet beteiligt hat, kam im Zeitalter ohne Radio und Fernsehen eine Bedeutung zu, die wir heute kaum noch richtig einschätzen können. Wissenschaftliche, allgemeinbildende und gelegentlich auch kuriose Themen wechselten in bunter Folge. Kurzfassungen werden in den Jahrbüchern des Vereins gedruckt.

Professor HEINRICH FRESENIUS klärte dort, um einmal drei Jahrbuch-Jahrgänge herauszugreifen (1897—1899), die Zuhörer über das Färben von Steinen auf. Ausgehend von gefärbtem versteinertem Holz aus den Wetterschächten von Bergwerken, erklärte er das Entstehen der braunen Farbe des Wiesbadener Kochbrunnensinters und schlug dann den Bogen zum Färben von Halbedelsteinen, das schon die Römer verstanden, indem sie Achate in Honig legten. WILHELM FRESENIUS sprach über „Versuche, welche die Gebrüder LILIENTHAL ausführten, um auch dem Menschen das Fliegen zu ermöglichen“. Er referierte dabei zuerst grundsätzlich über die physikalischen Gesetze beim Vogelflug und dann über die nach diesem Vorbild von den Gebrüdern LILIENTHAL konstruierte „Segelflugmaschine“. Zu den Kuriosa kann man seinen Bericht über die Frage rechnen, „Wie hängt es zusammen, dass man neuerdings mehr helles als dunkles Bier trinkt?“. Er behandelt dieses Thema jedoch wesentlich ernsthafter, als es nach dem Titel den Anschein hat — nachzulesen im Jahrbuch, Band 51 (1898), S. XVIII.

Dr. LEO GRÜNHUT, langjähriger Mitarbeiter der Brüder HEINRICH und WILHELM FRESENIUS, beteiligte sich ebenfalls rege an den „Wissenschaftlichen Abendunterhaltungen“. Er sprach über „Hefepilze“ und über „Unterscheidungsarten des Pferdefleisches gegenüber anderen Fleischarten“, aber auch über technische Themen, z. B. über „Accumulatoren“ und „Heizungstechnik“, wo er den Zuhörern erklärte, wie man den Heizeffekt in Form von Calorien messe. Am 24. Februar 1898 sprach GRÜNHUT über das „Wesen des Gasglühlichtes“ und die weitgehende Bedeutung der Erfindung des AUER VON WELSBACH'SCHEN Glühkörpers aus Thornitrat und Cernitrat, zwei Wochen danach über die Herstellung von künstlicher Seide, die der französische Graf DE CHARDONNET als erster 1889 auf der Pariser Weltausstellung vorgestellt hatte.

3.5 Der Weltkrieg und die Folgen

Der Aufschwung der deutschen Industrie in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts hat die stetige Aufwärtsentwicklung des chemischen Laboratoriums FRESENIUS erleichtert und gefördert. Dieser Trend hat bis zum Ausbruch des 1. Weltkrieges angehalten. Von Jahr zu Jahr stieg die Zahl der Proben, die regelmäßig aus vielen Ländern der Erde zur Untersuchung eingeschickt wurden. Darunter waren schwierige Schiedsanalysen und langwierige Vollanalysen besonders zahlreich vertreten. Bei dieser Art von Aufträgen kam es auf eine gewissenhafte und wissenschaftlich genaue Erledigung an, ein Arbeitsstil, den REMIGIUS FRESENIUS begründet hat, und von dem auch die Söhne und Nachfolger niemals abgewichen sind.

Dieser positiven Entwicklung machte der Kriegeausbruch ein rasches Ende. Auf der einen Seite wurden die männlichen Mitarbeiter und fast alle Studierenden als Soldaten eingezogen. Andererseits wurde das wirtschaftliche Leben in Deutschland und namentlich der Außenhandel immer mehr eingeschränkt. Aus diesen weltweiten Handelsbeziehungen mit ihren Rohstoff- und Fertiggüteranalysen bezog das Laboratorium FRESENIUS jedoch einen Großteil seiner Aufträge. Das Kriegsende und die in den besetzten Gebieten besonders einschneidenden Folgen des Versailler Vertrages brachten für das Laboratorium neue, große Schwierigkeiten. Die deutsche Wirtschaft erholte sich nur langsam und erlitt in der Wirtschaftskrise der späten Zwanziger und beginnenden Dreißiger Jahre erneut einen schweren Rückschlag.

Diese Entwicklungen verlangten große Anstrengungen von Seiten der Leitung des Laboratoriums. Anpassungen an die neue Lage veränderten jedoch nicht das Grundkonzept des Gründers, das von den Erben weitergeführt wurde und sich auch in jenen schwierigen Jahren bewährt hat. Die FRESENIUS-Maxime „Forsche gründlich, lehre klar“, an die man sich stets gehalten hat, sorgte dafür, daß der Ruf des Laboratoriums keinen Schaden litt, wenn auch die wirtschaftliche Existenz oft genug einer schweren Belastung ausgesetzt war. Daß es manchmal zu recht skurrilen Situationen kam, haben Mitarbeiter, die es erlebt haben, dem Verfasser dieses Berichtes noch persönlich erzählt. So konnten Gehälter zeitweilig nur mit dem Vermerk gezahlt werden, daß die Auszahlung nicht eine Garantie für das nächste Monatsgehalt in gleicher Höhe bedeute. Der Auftragseingang war in manchen Monaten so schleppend, daß „Späher“ aus den einzelnen Abteilungen schon bei der Toreinfahrt versuchten, Analysenaufträge als erste abzufangen und für ihre Abteilung zu gewinnen.

Seit dem Tode des Gründers hatte die Leitung des Laboratoriums bei den Söhnen HEINRICH und WILHELM und dem Schwiegersohn ERNST HINTZ gelegen (Abb. 11). Daß sie alle drei als praktische Chemiker zugleich auch hochqualifizierte Wissenschaftler waren, hat Bestand und Ruf der Anstalt in jenen schweren

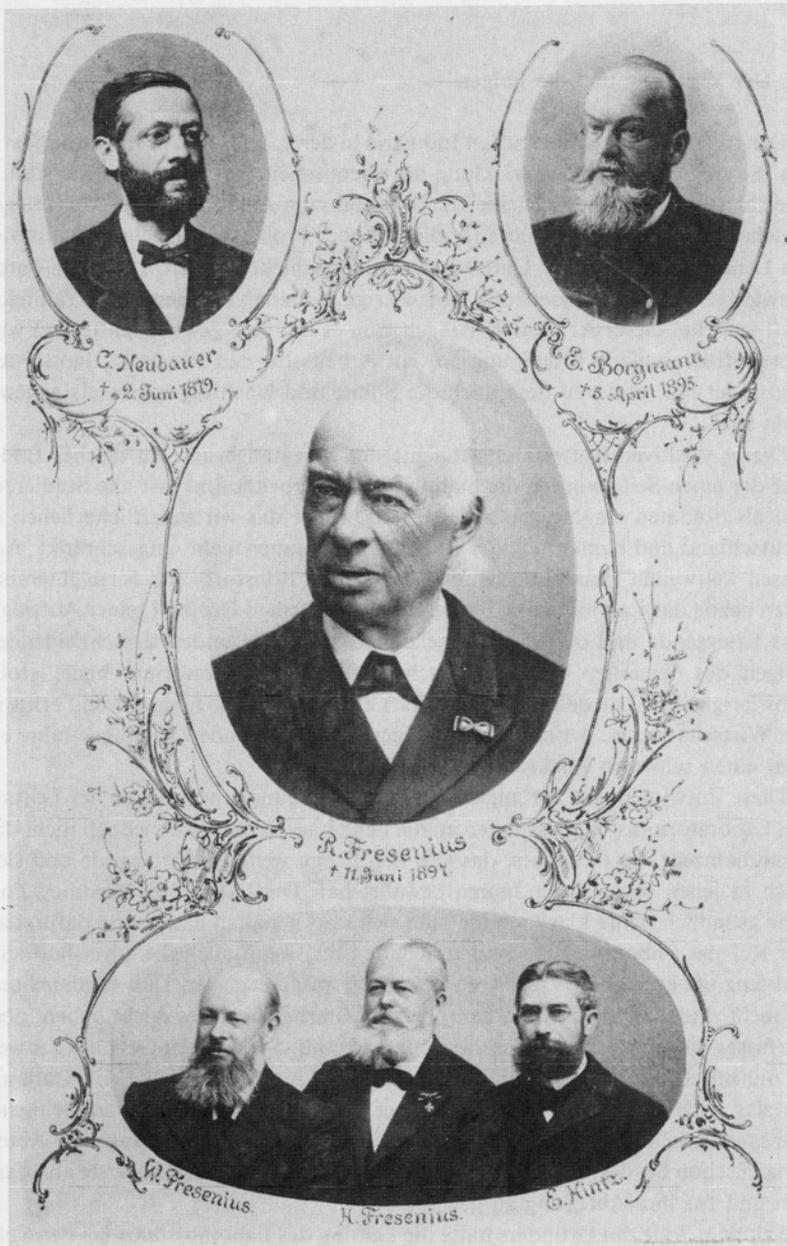
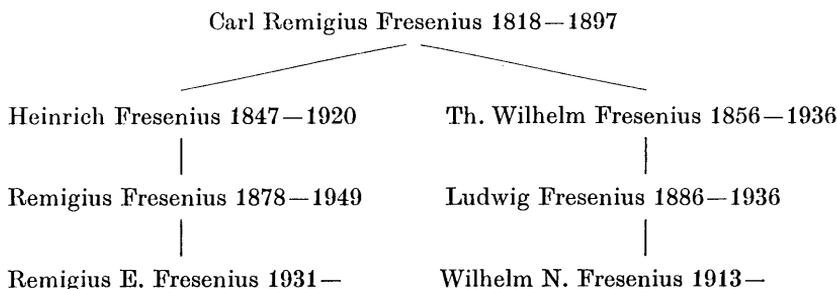


Abb. 11: Die leitenden Mitarbeiter des Chemischen Laboratoriums um 1880: REMIGIUS FRESENIUS (Mitte); CARL NEUBAUER und EUGEN BORGSMANN (oben); WILHELM und HEINRICH FRESENIUS und ERNST HINTZ (unten)

Jahren gesichert. Dr. HINTZ schied nach 31jähriger Tätigkeit im Jahre 1912 aus dem aktiven Berufsleben aus. An seine Stelle trat nun ein weiteres Mitglied der Familie, REMIGIUS, der 1878 geborene Sohn von HEINRICH FRESENIUS. Er hatte in Bonn als Schüler von Prof. ANSCHÜTZ promoviert und war 1906 in das Laboratorium eingetreten. Nach dem Ende des Krieges übernahm auch sein Vetter LUDWIG, Sohn von WILHELM FRESENIUS, die ihm zugedachte Aufgabe im Laboratorium. Auch er hatte vorher an dem renommierten chemischen Universitätsinstitut von W. NERNST in Berlin seine Doktorprüfung abgelegt.

Wir befinden uns damit in der Generation der Enkel. Die Väter, seit 48 bzw. 40 Jahren im Laboratorium verantwortlich tätig, übertrugen ihnen Anfang Februar 1920 die Leitung des Laboratoriums, während sie selbst sich auf Vorlesungen und ihre wissenschaftlich-literarische Tätigkeit beschränken wollten. Dem älteren von ihnen, HEINRICH FRESENIUS, war es nicht mehr vergönnt. Er starb am 14. Februar 1920 an den Folgen einer Lungenentzündung (FRESENIUS, R. 1940b).



Schema 3: Stammtafel der Familie FRESENIUS

HEINRICH FRESENIUS hatte es immer als seine vornehmste Aufgabe angesehen, seinen Vater bei seiner Arbeit zu unterstützen. Nach dessen Tode hat er das Laboratorium in seinem Sinne weitergeführt und das geistige Erbe des Vaters in der Zeitschrift für Analytische Chemie lebendig gehalten. Auch im NASSAUISCHEN VEREIN FÜR NATURKUNDE trat er in seine Fußstapfen: Seit 1873 Mitglied, gehörte er seit 1879 dem Vorstand an und wurde 1913 zum Vorsitzenden gewählt. In seine Amtszeit fiel der Neubau des Museums an der Friedrich-Ebert-Allee. Die organisatorischen Fragen, die dabei der Naturkundeverein als Verwalter der naturhistorischen Sammlungen zu lösen hatte, „machten sein Amt arbeitsreicher, als es unter gewöhnlichen Umständen gewesen wäre“. Der gleichfalls unvergessene Oberstudiendirektor Dr. HEINECK hat ihm im 72. Band der Jahrbücher des Vereins ein ehrendes Nachwort gewidmet.

4. Die Jahre zwischen den beiden Weltkriegen

1920 hatten REMIGIUS (1878—1949) und LUDWIG (1886—1936) FRESENIUS, Enkel des Gründers, die Leitung des Chemischen Laboratoriums übernommen. Der nunmehrige Senior, WILHELM FRESENIUS, der seinen Bruder HEINRICH 16 Jahre überlebt hat, behielt jedoch seine Vorlesungen über die qualitative chemische Analyse weiterhin bei. Dazu übernahm er einen Teil des Unterrichts seines verstorbenen Bruders. Außerdem stellte er seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Nahrungs- und Genußmittel- und der Weinanalyse seinen Nachfolgern zur Verfügung. Schließlich gab er 1919 die in Gemeinschaft mit seinem Bruder HEINRICH und seinem Schwager E. HINTZ von ihm gänzlich neu bearbeitete 17. Auflage der „ANLEITUNG ZUR QUALITATIVEN CHEMISCHEN ANALYSE“ heraus. Die im Titel genannten Mitautoren (Abb.12) geben ein anschauliches Beispiel für das „Teamwork“, das von Anfang an ein besonderes Kennzeichen der wissenschaftlichen Arbeit des Laboratoriums gewesen ist.

Die Agriculturchemische Versuchsstation des Vereins nassauischer Land- und Forstwirthe (FRESENIUS, H. 1898, S. X), war, staatlich unterstützt, seit 1881 dem Laboratorium angegliedert. Von der dort geleisteten Arbeit zeugen nicht zuletzt die Publikationen ihres Leiters, Prof. HEINRICH FRESENIUS, in der Zeitschrift dieses Vereins sowie im Amtsblatt der Landwirtschaftskammer. Nach seinem Tod (1920) wurde die Leitung der Versuchsstation von seinem Sohn, Dr. REMIGIUS FRESENIUS (jr.), als Vorstand übernommen.

Die Zahl der Studierenden am Unterrichtslaboratorium, die im Wintersemester 1914/15 infolge der zahlreichen Einberufungen zum Wehrdienst mit 15 auf den niedrigsten Stand überhaupt gesunken war, hatte über 27 (1916), 44 (1918) im Jahre 1920 mit 94/89 (Sommer/Wintersemester) wieder ein normales Niveau erreicht. Bei den Zahlen während des Krieges ist zu bedenken, daß seit 1908 im Laboratorium auch junge Mädchen ausgebildet wurden, eine Tatsache, die abgesehen von der darin zum Ausdruck kommenden fortschrittlichen Gesinnung dem Unterrichtslaboratorium sicher geholfen hat, die schweren Kriegsjahre zu überbrücken.

1922 waren im Laboratorium 12 vollakademische Dozenten und Chemiker sowie 19 Chemotechniker und Laboranten beschäftigt. Mit dem Ausscheiden von Professor HEINRICH FRESENIUS (1920), HERMANN WEBER (1921) und Dr. LEO GRÜNHUT (1917) war in der Spitze des Laboratoriums allerdings eine deutliche Zäsur eingetreten, die aber durch den Eintritt der beiden Enkel des Gründers, REMIGIUS und LUDWIG FRESENIUS, in hervorragender Weise überbrückt und ausgeglichen werden konnte. Zumal mit dem Senior, Professor WILHELM FRESENIUS, ein Mann im Hintergrund stand, der theoretisches Wissen und praktische Erfahrung in gleichem Maße weiterzugeben verstand.

C. Remigius Fresenius

Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse

Siebzehnte Auflage

In Gemeinschaft mit H. Fresenius und E. Hintz gänzlich neu bearbeitet

von

TH. WILHELM FRESENIUS

unter Mitwirkung von

H. Weber, L. Grünhut, R. Fresenius und L. Fresenius

Mit 56 Abbildungen und einer farbigen Tafel



Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

1919

Abb. 12: Titelblatt der 17. Auflage (1919) der „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse“ (s. Text, S. 84)

Das auftragsgebundene Untersuchungslaboratorium war jedoch noch weit in die zwanziger Jahre hinein aufgrund der schwierigen Wirtschaftslage zu einer abwartenden Geschäftsführung gezwungen. Expansion war nicht möglich; es war schon viel erreicht, wenn Rückschläge vermieden werden konnten. Ein chemisches Laboratorium vom Zuschnitt des Fresenius'schen hätte einen freieren Zugang zum internationalen Markt gebraucht, um die vorhandene Leistungsfähigkeit voll zum Tragen bringen zu können. Das aber war bis in die dreißiger Jahre hinein, im Grunde genommen bis zum Ende des 2. Weltkrieges, nicht möglich.

4.1 Erz-, Metall- und Schiedsanalysen

Innerhalb Deutschlands war das Ansehen und die Bedeutung des Laboratoriums FRESENIUS nach wie vor groß. Seine Mitarbeiter waren an vielen bedeutenden Entwicklungen im Bereich der analytischen Chemie beteiligt. Auf die Rolle des Laboratoriums bei der Ausarbeitung von allgemein anerkannten Schiedsanalysen ist schon hingewiesen worden. In den zwanziger Jahren wurden vom Chemiker-Fachausschuß der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute „AUSGEWÄHLTE METHODEN FÜR SCHIEDSANALYSE UND KONTRADIKTORISCHES ARBEITEN BEI DER UNTERSUCHUNG VON ERZEN, METALLEN UND SONSTIGEN HÜTTENPRODUKTEN“ (1924 u. 1926) festgeschrieben. In diesen Vorschriften haben viele Methoden aus dem Bestand des Wiesbadener Chemischen Laboratoriums Berücksichtigung gefunden. Sie waren innerhalb Deutschlands so gut wie verbindlich, wurden aber auch international weithin anerkannt. In permanenter Fortsetzung dieser Arbeiten erschien 1942 das Standardwerk „ANALYSE DER METALLE“ (Springer-Verlag), für welches das Laboratorium FRESENIUS bedeutende Beiträge geliefert hat.

4.2 Die chemische Analyse des Weines

Bei der Festlegung der amtlichen Weinuntersuchungsmethoden in Deutschland sind die Arbeiten von WILHELM FRESENIUS und LEO GRÜNHUT ganz wesentlich mit verwendet worden. Diese bauten ihrerseits auf Vorarbeiten auf, die von REMIGIUS FRESENIUS und C. NEUBAUER 1868 begonnen und von EUGEN BORGMANN weitergeführt worden waren. So gab WILHELM FRESENIUS im Jahr 1922 in Zusammenarbeit mit LEO GRÜNHUT die „gänzlich neu bearbeitete“ 3. Auflage des 1884 erstmals von EUGEN BORGMANN veröffentlichten Buches „ANLEITUNG ZUR CHEMISCHEN ANALYSE DES WEINES“ heraus. Darin war die Quintessenz der jahrzehntelangen wissenschaftlichen Beschäftigung mit weinkundlichen und -analytischen Fragen zusammengefaßt.

Kurz vorher hatten W. FRESENIUS und L. GRÜNHUT über den neuesten Stand

der Weinuntersuchung in einer Folge von Einzeldarstellungen in den Bänden 59 (1920) und 60 (1921) der ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE berichtet. Sie beschreiben dort die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes, des Alkoholgehaltes, der Asche und Aschenalkalität, des Phosphatrestes, des Zuckers und der titrierbaren Säure; sie geben Methoden an zur Messung der Polarisation, für den Nachweis von unreinen Stärkezuckern, von Gummi arabicum und Dextrinen, von Ameisensäure und Saccharin; schließlich für die Bestimmung des Farbstoffs und von Gerbstoffen in Wein. Die Untersuchungen von Dessert- und Süßweinen, eine Arbeit über Tresterwein sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Zitronensäure runden diesen Komplex ab. Wie man leicht erkennt, ergab sich aus den zusammengefaßten Analysen eine weitgehende (chemische) Qualitätskontrolle, die noch beim heutigen Stand der Weinuntersuchungsmethoden als beispielhaft gelten kann.

4.3 Mineral- und Heilwasseranalysen

Mineral- und Heilwasseranalysen waren seit der Gründung des Laboratoriums dessen ureigenste Domäne. Das hatte seinen Grund nicht zuletzt darin, daß die Mineralbrunnen und damit die Heilbäder und Kurorte im Herzogtum Nassau einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor darstellten. So kam es, daß REMIGIUS FRESSENIUS nach Eröffnung des chemischen Laboratoriums in Wiesbaden vom Herzoglichen Staats-Ministerium zuerst mit der chemischen Untersuchung der wichtigsten Mineralwässer des Herzogtums beauftragt wurde. Es war dies im Grunde eine Wirtschaftsförderungsmaßnahme für das mit Bodenschätzen und anderen natürlichen Reichtümern nicht besonders gesegnete Land. Deren Richtigkeit hat sich schon bald durch das Aufblühen der nassauischen Heil- und Kurbäder während des 19. Jahrhunderts voll bestätigt.

Die ersten Analysen des Wiesbadener Kochbrunnens, der Mineralquellen von Ems, Langenschwalbach und Schlangenbad sowie der Schwefelquelle von Weilbach wurden von 1849 an nacheinander ausgeführt; die Ergebnisse sind in mehreren Bänden der JAHRBÜCHER (1850—1860) veröffentlicht worden. Die Bedeutung der genauen Kenntnis der Zusammensetzung dieser Wässer beschreibt FRESSENIUS gleich auf der ersten Seite seiner „Chemischen Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogthums Nassau“ (FRESSENIUS, R. 1850). Darin wird neben ihrer Bedeutung für die Heilanzwendung des Arztes und für die Kenntnisse des Geologen auf die Rolle, die diese Wässer bei der Gestaltung unserer Erdoberfläche spielen, und auf die materiellen Gesichtspunkte hingewiesen, die den „Eigenthümer über den wahren Werth seines Besitzthums belehren“.

4.4 Der Wiesbadener Kochbrunnen

Einen ganz besonderen Schwerpunkt bei diesen Mineral- und Heilwasseranalysen haben von Anfang an die Wiesbadener Heilquellen gespielt, unter denen der Kochbrunnen an erster Stelle stand (FRESENIUS R. 1850—66 u. 1891). Daneben gab es Langzeituntersuchungen, auch von der (dem Kochbrunnen gleichwertigen) Adlerquelle (FRESENIUS, R. & H. FRESENIUS 1897), der Schützenhofquelle (LINDENBORN, A. & J. SCHUCKART 1858) und, als einziger Quelle, die nicht eine Thermalquelle ist, des Faulbrunnens (D'ORVILLE & W. KALLE 1858). Seit der ersten Untersuchung des Kochbrunnens im Jahre 1849 wurden diese Analysen durch das Chemische Laboratorium FRESENIUS in regelmäßigen Abständen wiederholt. Es gibt wahrscheinlich keine zweite Heilquelle in Deutschland, die über einen Zeitraum von 140 Jahren so häufig, so regelmäßig und vor allem immer vom gleichen Laboratorium analysiert worden ist, wie der Wiesbadener Kochbrunnen. Dieser hatte im Jahrzehnt der ersten Fresenius'schen Analysen das Aussehen, wie es in Abb. 13 dargestellt ist. Abb. 14 zeigt zum Vergleich einen Blick in die moderne unterirdische Verteilungszentrale der großen Adler-Quelle, Abb. 15 einen „Apparat um Mineralwasser zum Behufe der Analyse aus verschiedener Tiefe der Brunnenschachte zu entnehmen“ aus den Jahren um 1860 (FRESENIUS, R. 1862).

Um hier nur einmal eine Andeutung davon zu geben, was die Tatsache der in regelmäßigen Abständen wiederholten Messungen praktisch bedeutet, seien an dieser Stelle auszugsweise einige Meßergebnisse angegeben, die den Leser sehr schnell überzeugen werden, welchen Wert derartige Langzeituntersuchungen sowohl vom wissenschaftlichen Standpunkt aus, aber auch für die wirtschaftliche Beurteilung des Kur- und Heilbades Wiesbaden haben. Die vollständigen Analysen sind im Laufe der vergangenen 140 Jahre ausnahmslos in den JAHRBÜCHER des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE veröffentlicht worden.

Der Wiesbadener Kochbrunnen ist eine Natrium-Chlorid-Therme. Die tägliche Schüttung der 67 Grad Celsius heißen Therme beträgt rund 500.000 Liter. Die (anionisch) absolut vorherrschende Chlorid-Konzentration mit einem Äquivalentanteil (1987) von 92,19% gibt ein zuverlässiges Maß für die Konstanz der heilwirksamen Salzkonzentration, die man aber nicht mit der Kochsalz-(NaCl)-Konzentration gleichsetzen darf. Ein nicht zu vernachlässigender Anteil des Chlorids muß nämlich den im Kochbrunnenwasser neben Natrium-Ionen vorhandenen Calcium-, Kalium-, Magnesium- und Strontium-Ionen zugeordnet werden.

Der über einen Zeitraum von 140 Jahren gemessene und hier auszugsweise wiedergegebene Chloridgehalt des Kochbrunnenwassers bietet folgendes Bild (in Klammern der Gesamtgehalt aller wägbaren gelösten Bestandteile):

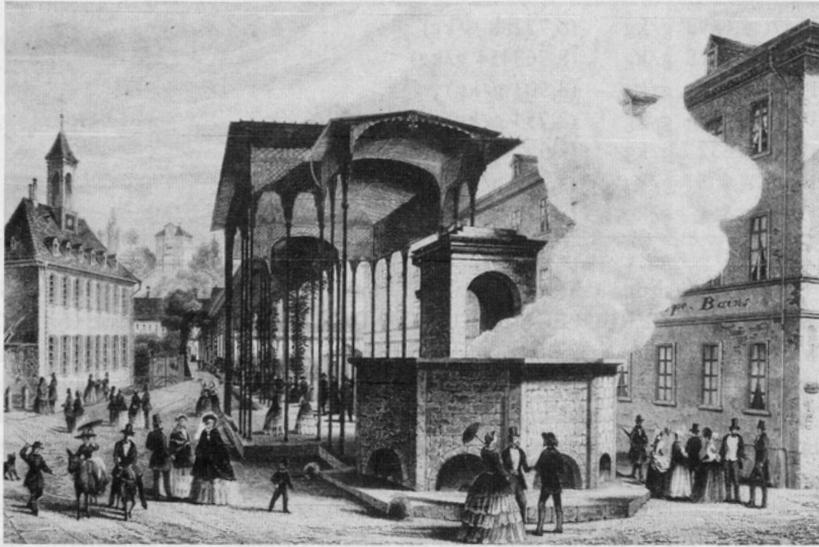


Abb. 13: Der Kochbrunnen zu Wiesbaden um 1854 (nach einem alten Stich; Museum Wiesbaden). Links das Bürgerhospital, rechts das Badhaus „Europäischer Hof“

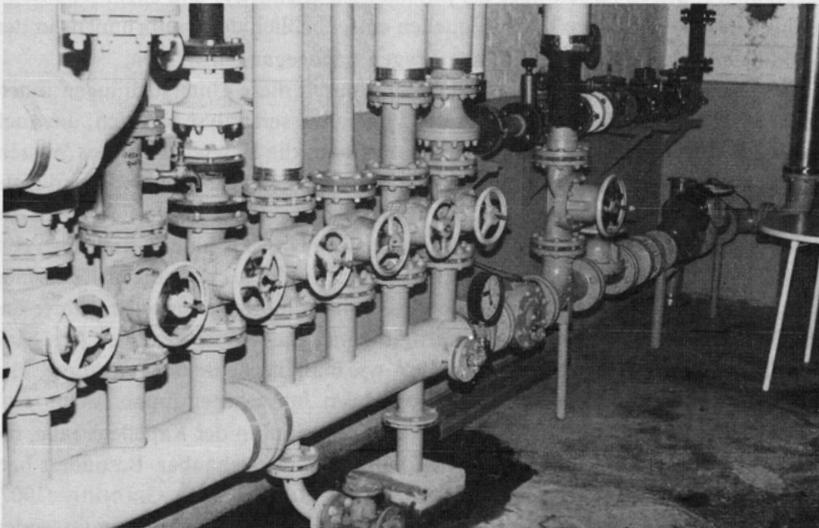


Abb. 14: Blick in die moderne Verteilungszentrale der Wiesbadener Thermalquellen (Große Adler-Quelle)

1847: 4,6698 g/kg	(8,77288 g/kg)
1885: 4,6578 g/kg	(8,763454 g/kg)
1904: 4,656 g/kg	(8,903 g/kg)
1931: 4,594 g/kg	(8,754 g/kg)
1950: 4,632 g/kg	(kein Wert veröffentlicht)
1965: 4,605 g/kg	(8,756 g/kg)
1987: 4,511 g/kg	(8,812 g/kg)

Die Angaben der Jahre 1847 bis 1965 sind den JAHRBÜCHERN des NASSAUISCHEN VEREIN FÜR NATURKUNDE entnommen. Die Werte von 1987 wurden (wegen der besseren Vergleichbarkeit) aus den neuerdings in g/Liter angegebenen Werten umgerechnet. Der um 100 mg niedrigere Chloridgehalt im Vergleich zu den Messungen der letzten 50 Jahre dürfte außer auf die natürlichen Schwankungen auch auf die Veränderungen nach der Neubohrung der sechziger Jahre zurückzuführen sein.

Vergleicht man nun noch die gemessenen Temperaturen von 1849 (67,5 °C) und 1987 (67,5 °C), so erkennt man auch bei diesem Parameter ein erstaunliche Beständigkeit des Wiesbadener Kochbrunnens. Sie ließe sich noch weiter untermauern, wenn man alle anderen Inhaltsstoffe mitberücksichtigen würde. Eine solche Betrachtung würde jedoch den Rahmen dieses Berichtes überschreiten. In einer geplanten späteren Arbeit über die physikalisch-chemische und chemische Beurteilung der Wiesbadener Thermalquellen einschließlich des Faulbrunnens in den vergangenen 150 Jahren soll diesen Fragen nachgegangen werden.

Das Laboratorium FRESENIUS hatte sich durch diese Untersuchungen innerhalb weniger Jahre auf dem Gebiet der Mineralwasseranalyse, die sich, um auch diesen Aspekt einmal kurz zu erwähnen, nicht auf die Untersuchung des Wassers beschränkte, sondern immer auch die Analyse der Quellgase (überwiegend Kohlendioxid, aber auch Argon, Methan u. a.) und, so weit erforderlich, auch des Quellsinters miteinbezog, einen über die Grenzen Nassaus hinausreichenden Ruf erworben. Die Aufträge kamen bald aus allen Teilen des damaligen Deutschen Reiches und des benachbarten Auslandes. Beim Laboratorium selbst führte das zu einer besonders intensiven Beschäftigung mit Wasseranalysen aller Art. Man erwarb dabei ein wertvolles „know how“, wie man das heute nennen würde, und baute dieses Spezialwissen im Laufe von vielen Jahrzehnten immer weiter aus.

Die Zahl der Publikationen aus dem Laboratorium in der Kapellenstraße, die sich mit diesem Thema befassen, sind kaum noch überschaubar. Besonders hervorzuheben sind die Veröffentlichungen von E. HINTZ und L. GRÜNHUT (1907) im Deutschen Bäderbuch sowie im Handbuch der Balneologie mit umfassenden Arbeiten über Mineralwasser, Moore und Mineralschlämme (1916). Auch die heute noch üblichen Begriffe Mineral-, Heil- und Trinkwasser (GRÜNHUT, L.

R. Fresenius.

er zum Behufe der Analyse
 fe der Brunnenschachte zu
 sondere zur Bestimmung der
 o gefüllten Proben, bediene
 ren Jahren eines Apparates,
 ecke eigens construirt habe
 e Dienste leistet.

Fig. 17 dargestellt.

on starkem Glase a hat oben
 ete Messingfassung b, welche
 und d trägt. c setzt sich
 Messingfassung an, in eine
 che fast bis auf den Boden
 Die Röhre d dagegen geht
 nondförmigen Schlitz v in
 r die Röhre e umgibt und
 allerobersten Theile inner-
 Messingfassung. Einen her-
 en Rand darf der Schlitz
 n. Die Messingröhren sind
 bar durch die Hähne f und u,
 iter Bohrung versehene Zap-
 en mit den Hebeln g und h
 ben leicht gedreht werden
 ehung beider Hähne gleich-
 verbindet man die Hebel g

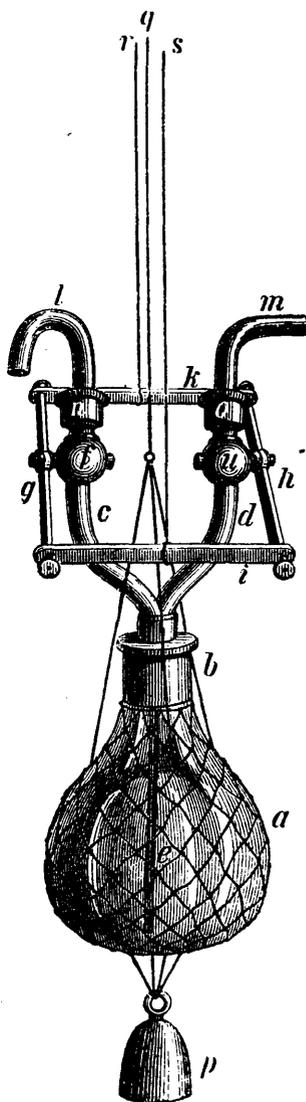


Abb. 15: „Apparat um Mineralwasser zum Behufe der Analyse aus verschiedener Tiefe der Brunnenschachte zu entnehmen“ (R. FRESENIUS, Zeitschrift für Analytische Chemie, Band 1 (1862), 175)

1903, 1911, 1918) und (HINTZ, E. 1897, 1902) sowie die Einführung der Ionentabelle anstelle der Angabe des gelösten Salzgehaltes gehen auf diese beiden Autoren zurück (HINTZ, E. & L. GRÜNHUT 1904). So ist es nicht zu verwundern, daß man nach den schweren Einbußen des 1. Weltkrieges alles darangesetzt hat, auf diesem wichtigen Sektor weiterhin an führender Stelle mitzuwirken. In den späten zwanziger und der ersten Hälfte der dreißiger Jahre sind weitere Publikationen erschienen, von denen nur einige ausgewählt werden können (FRESENIUS, L. 1927, 1928, 1930, 1934). Dazu kommen noch die regelmäßigen Untersuchungen über die Konstanz der Wiesbadener Thermalquellen, deren Ergebnisse in den JAHRBÜCHERN des NASSAUISCHEN VEREIN FÜR NATURKUNDE (79, (1927), 80 (1929), 81 (1931), 82 (1935), 83 (1936)) veröffentlicht worden sind.

Drei spezielle Arbeitsgebiete verdienen hierbei besonders hervorgehoben zu werden: 1. Die Untersuchung von Mineralwässern auf spektralanalytischem Wege, die bei Fresenius nach wissenschaftlicher Erprobung bald schon routinemäßig angewendet wurde; 2. Die Messung der natürlichen Radioaktivität von Mineral- und Heilwässern und 3. die balneologisch-therapeutische Bewertung von Spurelementen in diesen Wässern, deren wissenschaftliche Erforschung damals zwar noch in den Kinderschuhen steckte, die aber im Laboratorium FRESENIUS schon frühzeitig diskutiert wurde.

4.5 Spektralanalyse von Mineralwässern

Bei der Emissions-Spektralanalyse wird das durch Eindampfen der Mineralwasserprobe und weiteres Anreichern durch spezifische Fällungen gewonnene Konzentrat im elektrischen Lichtbogen oder durch Abfunken zwischen zwei Kohleelektroden angeregt. Durch die Energiezufuhr, die dabei stattfindet, werden die Elektronen der Atomhülle eines in der Probe enthaltenen Elementes auf eine Bahn mit höherem Energieniveau gehoben. Beim Zurückfallen in den Grundzustand (Bahn mit niedrigerem Energieniveau) senden die Atome bei bestimmten Wellenlängen Lichtstrahlen aus, die für das betreffende Element charakteristisch sind (vgl. Abb. 6). Die Gesamtstrahlung wird durch ein Prisma oder Gitter in einzelne Spektrallinien zerlegt; diese werden entweder auf einer photographischen Platte als Schwärzung sichtbar gemacht oder ihre Helligkeit wird photometrisch registriert. Soll die Konzentration eines Elementes in der Probe quantitativ bestimmt werden, vergleicht man die Helligkeit (d. h. die Strahlungsintensität) seiner charakteristischen Spektrallinien mit der Helligkeit der gleichen Linien in Vergleichsspektren, die man aus Standardlösungen mit bekannten Konzentrationen des Elementes erhalten hat.

Ein interessantes Beispiel stellen die Versuche dar, die von Prof. LUDWIG FRESENIUS, dem Enkel des Gründers, zusammen mit dem damals noch jungen, nachher langjährigen Mitarbeiter Dr. W. DICK durchgeführt wurden. Sie be-

stimmten Rubidium und Cäsium, zwei in einigen Mineralwässern, so auch im Wasser des Wiesbadener Kochbrunnens, in geringen Konzentrationen als Ionen vorkommende Alkalimetalle. Sie benutzten dabei einen „Zeiss'schen Spektrographen für Chemiker mit Quarzoptik und großer Kamera“, wie es in der Originalpublikation heißt (FRESENIUS, L. & W. DICK 1931). Im Wasser der Bad Dürkheimer Maxquelle ermittelten sie mit Hilfe dieser Methode einen Rubidium-Gehalt von 0,0011 g/kg und einen Cäsium-Gehalt von 0,0008 g/kg Mineralwasser. Diese Werte stimmten mit den gewichtsanalytisch ermittelten Werten von 0,00079 g/kg Cäsium und 0,001185 g/kg Rubidium gut überein. Sie unterscheiden sich allerdings deutlich von den Konzentrationen der heutigen Bad Dürkheimer Maxquelle, was darauf zurückzuführen ist, daß die Quelle 1971 durch eine Neubohrung erschlossen wurde.

Liest man als moderner, von mikroprozessorgesteuerten Analysengeräten verwöhnter Chemiker die Beschreibung dieser Versuche, kann man über das handwerkliche Geschick, mit dem damals an solche Aufgaben herangegangen wurde, nur staunen; aber auch über den Einfallsreichtum, durch den häufig das Fehlen moderner Laboreinrichtungen und -hilfsmittel ersetzt wurde. So mußten, um nur einmal anzudeuten, was gemeint ist, nahezu 50 kg eines Mineralwassers unter kontaminationsfreien Bedingungen eingedampft werden, um wenige Milliliter einer Untersuchungslösung zu erhalten, in der die Rubidium- und Cäsiumkonzentrationen hoch genug waren, um darin die Intensitätsunterschiede ihrer Spektrallinien (im Vergleich zur Konzentration in Standardlösungen mit bekannten Rb- bzw. Cs-Gehalten) quantitativ messen zu können.

4.6 Radioaktivität in Mineral- und Heilwässern

Einen weiteren Beweis für die wissenschaftliche Leistung des Laboratoriums FRESENIUS auf dem Gebiet der Mineralwasseranalyse muß man in der frühzeitigen Aufnahme von Radioaktivitätsmessungen sehen. Weniger als 10 Jahre, nachdem das Phänomen der Radioaktivität gegen Ende des 19. Jahrhunderts von dem französischen Physiker BECQUEREL entdeckt und von der (späteren) Nobelpreisträgerin MARIE CURIE näher beschrieben worden war, veröffentlichten HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1907) bereits erste Ergebnisse von eigenen Untersuchungen über die Radioaktivität im Wasser des Wiesbadener Kochbrunnens. Sie sind im JAHRBUCH Band 60 des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE erschienen.

Die Bestimmung der natürlichen Radioaktivität von Mineral- oder Heilwässern beschränkt sich fast ausschließlich auf die Messung der Alphastrahlung. Diese ist eine Korpuskularstrahlung, bei der ein „strahlender“ Atomkern 4 Masseneinheiten und 2 positive Ladungen (Alphateilchen = Heliumkern) verliert. Die Radioaktivität des Mineralwassers entsteht durch den Zerfall von Ra-

dium-226, welches dabei in das gleichfalls radioaktive Tochternuklid Radon-222 umgewandelt wird. Radon-222, das man früher als (Radium-) Emanation bezeichnet hat, ist ein Edelgas, das in Wasser löslich ist; es ist der eigentliche Träger der Radioaktivität von natürlichen Wässern, die man nach dem Austreiben des Edelgases aus der Wasserprobe im Gasraum eines elektrostatisch arbeitenden Fontaktoskops bestimmt.

Sehr bald nach der Entdeckung der Radioaktivität ließ man zahlreiche Mineralbrunnen auf ihren Gehalt an natürlicher Strahlungsaktivität untersuchen, weil man sich davon ein neues Therapieangebot und damit eine Erhöhung der Attraktivität des jeweiligen Kurbades versprach. Schon von 1906 an führte das Laboratorium FRESENIUS in schneller Folge viele solche Analysen durch. Es untersuchte die Lindenquelle zu Birresborn in der Eifel, den Mineralbrunnen von Glashagen, die Mineralquelle von Colberg bei Coburg, den Großen Sprudel und den Charlottensprudel zu Altheide in Schlesien, die König Ludwig-Quelle zu Fürth bei Nürnberg, die Heilquelle zu Wiessee am Tegernsee, die Wettin-Quelle zu Brambach im Vogtland/Sachsen und den Luitpold-Sprudel zu Bad Kissingen auf ihren Gehalt an radioaktiver Strahlung („Radiumemanation“). Man benutzte dazu ein einfaches Elektroskop mit zylindrischem Zerstreungskörper. An dessen Stelle trat später ein Fontaktoskop (HINTZ, E. & L. GRÜNHUT 1910), das noch heute wegen seiner Genauigkeit und Zuverlässigkeit geschätzt und im Wasserlabor des Instituts verwendet wird (Abb. 16).

4.7 Radioaktivität des Wiesbadener Kochbrunnens

Über die Radioaktivität des Wiesbadener Kochbrunnens haben von Seiten des Laboratoriums FRESENIUS zuerst E. HINTZ und L. GRÜNHUT (1907, 1910) berichtet. Ihre Arbeit schließt an Messungen an, die schon 2 Jahre vor ihnen der frühere Dozent für Mineralogie und Geologie am FRESENIUS'SCHEN Laboratorium und nunmehrige Professor an der Universität Erlangen, FERDINAND HENRICH beschrieben hatte (HENRICH, F. 1905). Da diese Arbeit eine exemplarische Leistung darstellt, mit Thermalwasser des Wiesbadener Kochbrunnens, der Adler- und Schützenhofquelle sowie des Faulbrunnens ausgeführt wurde und den Versuchen von HINTZ und GRÜNHUT als Vorbild gedient hat, soll auf sie etwas näher eingegangen werden. Zumal sie genau in die Systematik der Untersuchungsreihen des Chemischen Laboratoriums FRESENIUS über die Wiesbadener Heilquellen hineinpaßt und sehr anschaulich geschildert ist.

F. HENRICH arbeitete zunächst mit einer photographischen Methode, bei der die Eigenschaft der Alphastrahlung, Photoplaten zu schwärzen, benutzt wird. Um sicherzustellen, daß diese Schwärzung nicht etwa durch Schwefelwasserstoff (Bildung von Silbersulfid) hervorgerufen wurde, führte er zuerst eine Schwefelwasserstoffbestimmung im frei aufsteigenden Quellgas durch. An den positiv

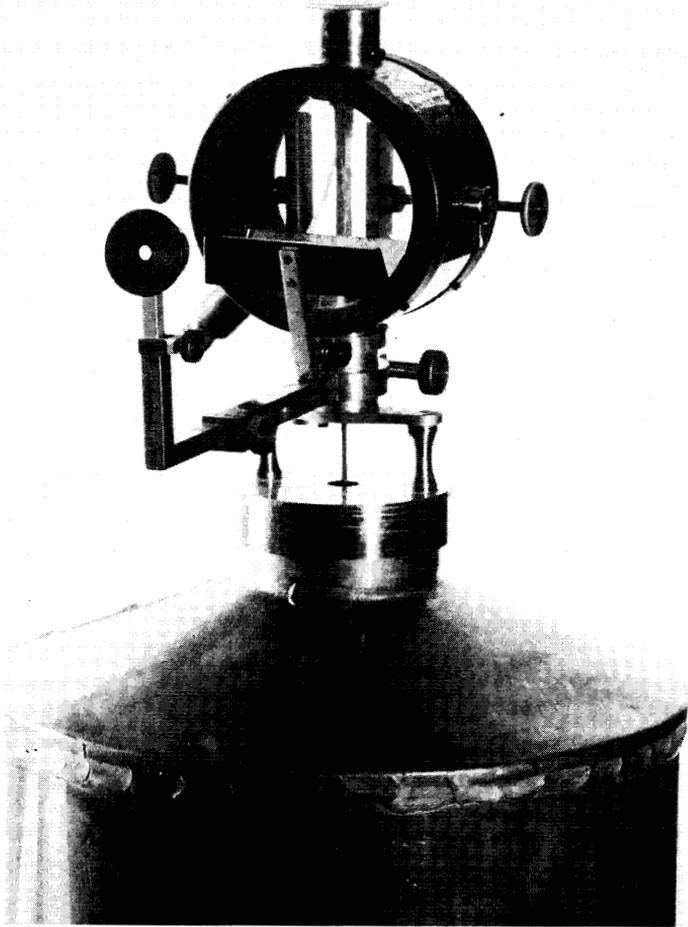


Abb. 16: Fontaktoskop zur elektrostatischen Messung von „Radium-Emanation“ (Radon-222). Die negativ geladenen und dadurch gespreizten Metallblättchen im Elektroskop werden durch die aus der Wasserprobe aufsteigenden, positiv geladenen Alphateilchen des radioaktiven Zerfalls von Radon-222 neutralisiert. Der Spannungsabfall gibt das Maß für die Radioaktivität der Probe

verlaufenen Schwefel-Nachweis knüpft er die Aussage: „Diese Tatsache scheint mir für den oft vermuteten Zusammenhang des (schwefelhaltigen) Faulbrunnens mit den Wiesbadener Thermalquellen von Bedeutung zu sein. Vielleicht gelingt es, hierfür entscheidende Argumente beizubringen, wenn einmal die Gehaltsverhältnisse quantitativ verfolgt werden“. — Ein solcher systematischer Vergleich könnte in der Tat mit Hilfe moderner spurenanalytischer Meßmethoden, die sich nicht auf die Schwefelwasserstoff-Bestimmungen beschränken, interessante neue Aufschlüsse erbringen.

HENRICH beschreibt genau, wie er die Radioaktivitätsmessungen im einzelnen durchgeführt hat. Nach den ersten Tests mit Photoplatten verwendet er das auch quantitative Aussagen zulassende Elektroskop. Damit weist er in dem im Kochbrunnenwasser gelösten Gas eine Radiumemanation in Form eines elektrischen Spannungsabfalls des Elektroskops von 32,1 Volt in der Stunde nach. Allerdings stellt er bei Parallelversuchen fest, daß auch das Wasser vieler Süßwasserquellen und das Leitungswasser der Stadt Wiesbaden radioaktiv ist. Das Wasser des Marienbrunnchens im Nerotal übertrifft mit einem Spannungsabfall von 86,3 Volt je Stunde die Aktivität des Kochbrunnens sogar erheblich.

Die daran geknüpften Betrachtungen über die Radioaktivität verschiedener geologischer Formationen des Wiesbadener Stadtgebietes können hier nicht weiter erörtert werden. Erlaubt sei nur ein kulturhistorisch interessanter Hinweis des Autors, mit dem er eine Erklärung für die ansonsten immer mit gewissen Interpretationsschwierigkeiten verbundene Übersetzung der PLINIUS-Stelle versucht, in der bekanntlich zum ersten Mal in der Geschichte über die Wiesbadener heißen Quellen berichtet wird (*Historia naturalis*, lib. 31, cap. 2, sect. 17).

GAIUS SECUNDUS PLINIUS, römischer Schriftsteller und Naturforscher, der 79 n. Chr. beim Ausbruch des Vesuvus ums Leben kam, schreibt: „sunt et Mattiaci in Germania fontes calidi trans Rhenum, quorum haustus triduo fervet“. Die Bedeutung der Übersetzung ..., *deren geschöpftes Wasser drei Tage lang dampft*, könnte nach der von FERDINAND HENRICH versuchten Erklärung darin liegen, daß die Radiumemanation (Radon-222), die sich unter „abnorm hoher Wärmeentwicklung“ zersetzt, für das langsamere Abkühlen des Kochbrunnenwassers im Vergleich zu Wasser aus Süßwasserquellen verantwortlich ist. Vergleichende Versuche (Abkühlung gleicher Mengen von Kochbrunnenwasser und Süßwasser unter genau kontrollierten Bedingungen), die HENRICH durchgeführt hat, scheinen auf den ersten Blick diese Theorie zu unterstützen.

Die wissenschaftliche Redlichkeit, mit der Professor HENRICH vorgeht, läßt ihn jedoch einen Schlußsatz an seine Theorie anfügen. Darin sagt er: „Freilich bleibt diese Erklärung so lange von hypothetischem Wert, bis eingehende experimentelle und rechnerische Beweise diese Annahme als möglich erscheinen lassen und festgestellt ist, daß keine exothermischen chemischen Prozesse hier mitwirken“. Daß dieser Zweifel berechtigt war, weiß man heute. Die Menge der im

Kochbrunnenwasser vorhandener Radioaktivität reicht in der Tat nicht aus, das Phänomen des langsameren Abkühlens dieser Therme im Vergleich zu Süßwasser zu erklären.

Eine berechnete Korrektur des PLINIUS läßt sich der Erlanger Professor jedoch nicht entgehen. PLINIUS, der einen Teil seines Militärdienstes in Obergermanien abgeleistet und bei einem kleineren Feldzug gegen die Chatten im Taunus sehr wahrscheinlich die „Aqua Mattiacorum“ aus eigener Anschauung kennengelernt hat, schließt seine Beobachtungen mit dem Nachsatz: „circa margines vero pumicem faciunt aquae“, „rings an den Rändern setzen die Wasser richtigen Bimsstein ab“, wobei „pumex“ mit Bimsstein zu übersetzen ist. HENRICH schreibt dazu: „Es ist natürlich kein Bimsstein, sondern ein kompliziert zusammengesetzter Sinter, den die Quellen absetzen. Hauptsächlich besteht er aus Eisenoxyd, dessen phosphorsauren, arsensauren und kieselsauren Salzen, sowie aus kohlenurem Kalk und anderen Bestandteilen.“

4.8 Bestimmung von „Schwerem Wasser“ im Wiesbadener Thermalwasser

Das wissenschaftliche Interesse, das seit den Zeiten des Gründers neben den kommerziellen Analysenaufträgen immer einen bevorzugten Platz in den Arbeiten des Laboratoriums gefunden hat, zeigt sich auch in der Veröffentlichung von REMIGIUS FRESENIUS (jun., Enkel des Gründers) und Dr. W. DICK über „Die Untersuchung von Wiesbadener Heilquellen auf ihren Gehalt an schwerem Wasser“ aus dem Jahr 1937 (FRESENIUS, L. & W. DICK 1937). Ein Jahr vorher hatte sich schon der andere Enkel des Gründers, Dr. LUDWIG FRESENIUS, in einer grundsätzlichen Arbeit über „Chemische und physikalische Eigenschaften des reinen Wassers“ mit dem Problem des Schweren Wassers befaßt (FRESENIUS, L. 1936). Zu diesem Zeitpunkt war es gerade fünf Jahre her, daß man das schwere Wasserstoff-Isotop Deuterium entdeckt und festgestellt hatte, daß es außer „normalem“ Wasser (H_2O) auch schweres Wasser (D_2O) gibt, welches im natürlichen Oberflächenwasser zu etwa 0,02% enthalten ist.

R. FRESENIUS und W. DICK untersuchten das Wasser des Kochbrunnens, der Adlerquelle, der Schützenhofquelle und des Faulbrunnens im Vergleich zum Wiesbadener „Leitungswasser“ auf ihren Gehalt an schwerem Wasser. Sie benutzten dabei ein Verfahren, das wiederum einen Beweis für die Findigkeit der beiden Analytiker liefert, bei völligem Mangel einer geeigneten Methode eine solche selbst auszudenken und das notwendige Instrumentarium dafür zu entwickeln.

Sie lösten das Problem über den Unterschied der Dichte von normalem und schwerem Wasser, den sie mit Hilfe eines auf kleinste Dichteschwankungen ansprechenden Schwimmers bestimmten. Die Handhabung des komplizierten Meßsystems, dessen Temperaturschwankungen höchstens 0,001 bis 0,002% betragen

durften, setzte allerdings eine, wie sie bescheiden untertreibend feststellen, „gewisse Übung und Geschicklichkeit“ voraus. Das Prinzip der Messung beruhte darauf, daß ein Schwimmer in einem mit der Wasserprobe (Thermal- und Leitungswasser) gefüllten Rohr bei konstanter Temperatur 30 Minuten „im Schwebegleichgewicht“ gehalten werden mußte. Eine veränderte Dichte bewirkte ein Auf- oder Absteigen des Schwimmers, das durch ein Fernrohr mit feiner Strichskala im Okular beobachtet wurde.

Vorausgehen mußte bei dieser Methode die Gewinnung ganz reiner Wasserproben, sowohl des salzhaltigen Heilwassers als auch des zum Vergleich herangezogenen Wiesbadener Leitungswassers. Man erreichte das durch sorgfältiges Destillieren der beiden Wassersorten. Danach konnte beim Messen der unterschiedlichen Schwimmerhöhe für die beiden von ihren Salzen befreiten Wasserproben noch ein Dichteunterschied von 0,000001 g/ccm nachgewiesen werden. Bei den Untersuchungen von R. FRESSENIUS und W. DICK stellte sich heraus, daß sowohl die Thermalwässer als auch das Wasser des Faulbrunnens im Vergleich zum Wiesbadener Leitungswasser meßbar höhere Dichten und damit einen erhöhten Gehalt an schwerem Wasser aufweisen.

4.9 Spurenelemente in der Balneologie

Die Bedeutung von Spurenelementen in Wässern, seien es Heilwässer, Mineralwässer oder einfaches Trinkwasser, für die menschliche Gesundheit ist bis heute Gegenstand eingehender Diskussionen. Im Laboratorium Fresenius war die Beantwortung dieser Frage neben der eigentlichen Analytik seit dem Beginn der Mineralwasseruntersuchungen ein Gegenstand des besonderen Interesses. Eine zusammenfassende Darstellung des Kenntnisstandes in den frühen dreißiger Jahren ist in einem Aufsatz enthalten, den Professor LUDWIG FRESSENIUS unter dem Titel „Über die Bedeutung der in Mineralwässern in geringen Mengen vorhandenen Stoffe“ in der Zeitschrift „Der Balneologe“ der Deutschen Gesellschaft für Bäder- und Klimakunde veröffentlicht hat (FRESSENIUS, L. 1934). Es geht dort um die Frage, ob und in welcher Weise die in Konzentrationen von weniger als 0,01 mg bis zu 1 mg in 1 kg Mineralwasser vorkommenden Spurenelemente nachweisbare physiologische und therapeutische Wirksamkeit besitzen, wobei von LUDWIG FRESSENIUS schon der Begriff der oligodynamischen Wirkung von Spurenelementen gebraucht wurde.

Es kann hier nicht auf Einzelheiten eingegangen werden. Hingewiesen sei nur auf einige Feststellungen: daß z. B. in Mineralwässern etwa 50 der damals bekannten 92 Elemente vorkommen können. Von diesen sind im Wiesbadener Kochbrunnen u. a. nachgewiesen (unveröffentlicht; 1987): Lithium, Rubidium, Cäsium, Kupfer, Zink, Barium, Radium (unter 0,000001 mg/l), Aluminium, Uran (unter 0,001 mg/l), Germanium, Blei, Arsen, Antimon, Mangan, Kobalt

und Nickel. Das Spurenelement Strontium gehört mit 15,3 mg/l in der Wiesbadener Therme zu den Hauptelementen, ebenso Magnesium und zweiwertiges Eisen, deren Konzentrationen 47,0 mg/l und 2,8 mg/l betragen, sowie die Anionen Sulfat und Hydrogencarbonat. Nachgewiesen sind in Spuren auch die Anionen Fluorid, Bromid und Iodid sowie Hydrogenphosphat. Unter den in Spuren vorkommenden Gasen sind Schwefelwasserstoff und das Edelgas Radon-222 schon im Abschnitt über Radioaktivität genannt worden. Das neben Argon im Kochbrunnenwasser zu 0,09 Volumen-% enthaltene Edelgas Helium entsteht beim radioaktiven Zerfall von Radon-222 (Radiumemanation).

Durch die enge Verbindung des Laboratoriums Fresenius mit Institutionen, die sich mit der Erforschung der balneologischen und therapeutischen Wirkung von Mineralwässern auf die menschliche Gesundheit befassen, sowie durch die schon seit den Zeiten des Gründers durchgeführten spurenanalytischen Forschungen waren die Chemiker des Laboratoriums schon früh mit den dabei auftretenden komplexen Problemen beschäftigt. Gibt man diesen Fragestellungen eine etwas anders ausgerichtete Orientierung, läßt sich auf einfache Weise eine enge Beziehung zu einem der Hauptthemen der Gegenwart, Ökologie und Umweltschutz, herstellen.

Auf diesen Zusammenhang sollte an dieser Stelle vor allem deshalb hingewiesen werden, weil hier eine in die Zukunft weisende Perspektive zu erkennen ist. Im 2. Teil dieses Berichtes, der sich mit der Geschichte des Chemischen Laboratoriums Fresenius nach 1945 befassen wird, nimmt die Problematik der Spuren- und Spurenelement-Analyse nicht nur im Zusammenhang mit Mineral- und Heilwässern einen hohen Stellenwert ein. Weitere typische Beispiele dafür sind die Analyse von technischen Produkten, von Lebens- und Arzneimitteln, von natürlichen Gewässern und Luft („saurer Regen“ und Waldschadensforschung). Die Untersuchung von Mülldeponien und ihrer Sickerwässer gehört ebenso hierher wie die Altlastsanierung der Böden, die Klärschlammanalyse und ganz allgemein der Nachweis, die Identifizierung und Mengenbestimmung von nützlichen, schädlichen und toxischen Spurenstoffen im Umfeld des menschlichen Lebens.

5. Die Jahre bis zur Zerstörung im zweiten Weltkrieg

Die unmittelbaren Auswirkungen der Herrschaft des Nationalsozialismus auf das chemische Laboratorium FRESENIUS waren relativ gering. Es bestanden zwar die schon erwähnten Schwierigkeiten der spürbaren Zurückhaltung ausländischer Partner sowohl beim wissenschaftlichen Austausch als auch bei der Vergabe von Aufträgen nach Deutschland. Doch wurden diese Mängel, von denen ja das Chemische Laboratorium FRESENIUS nicht allein betroffen war, durch die anerkannte Stellung als privates analytisch-chemisches Leistungszentrum mit be-

sonderen Präferenzen auf dem Gebiet der Lebensmittel-, Wein- und Mineralwasser-Analyse im nationalen Rahmen ausgeglichen.

5.1 Chemotechniker(in), ein neuer Ausbildungsberuf

Eine günstige Entwicklung hatte sich bei der Ausbildung von chemischen Fachkräften schon vor 1933 angebahnt. Dieser Tätigkeitszweig war seit der Gründung des Laboratoriums immer in besonderem Maße gepflegt worden. Durch ihn hatte man die Einbußen überwunden, die die Abwanderung der vollakademischen Chemikerausbildung an die Universitäten zunächst bedeutet hatte. Zielstrebig wurde statt dessen die praxisnahe analytisch-chemische Schulung so weit systematisiert, daß der dabei erarbeitete und bewährte Lehrplan im Jahre 1931 von dem zuständigen Ministerium anerkannt und genehmigt wurde.

Das damit geschaffene neue Berufsbild des Chemotechnikers und der Chemotechnikerin hat sich seitdem in hohem Maße bewährt. Der Ausbildungsplan, der in seinen Grundzügen bis in die Gegenwart seine Gültigkeit behalten hat, sieht ein viersemestriges theoretisches und praktisches Studium vor. Als besondere Fachbereiche werden bis heute qualitative und quantitative Analyse, präparatives, lebensmittelchemisches und anorganisch-technologisches Arbeiten sowie eine bakteriologisch-mikrobiologische Grundausbildung gelehrt. Die Abschlußprüfung wird vor einem Dozentengremium unter Vorsitz des zuständigen Regierungsvertreters abgelegt.

Seitdem hat eine große Zahl von hervorragend ausgebildeten Chemotechnikern und Chemotechnikerinnen die heute als „Chemieschule Fresenius“ firmierende Ausbildungsstätte verlassen. Die Nachfrage nach solchermaßen qualifizierten Absolventen von Seiten der Industrie, Universitätsinstituten, selbständigen Handelslaboratorien sowie von entsprechenden staatlichen und kommunalen Einrichtungen war von Anfang an groß. Nicht zuletzt deshalb, weil die Leiter des Laboratoriums sich neben den Vorlesungen immer auch persönlich um den praktischen Unterricht am Labortisch gekümmert haben.

5.2 Wachablösung im Jahre 1936

Ein herber Verlust sowohl für die wissenschaftliche Arbeit, die Lehrtätigkeit als auch für die Herausgabe der auf nationaler und internationaler Ebene hochangesehenen Zeitschrift für Analytische Chemie traf das Chemische Laboratorium Fresenius im Jahre 1936. Durch den Tod von WILHELM FRESENIUS (geb. 1856) am 2. April 1936 (Abb. 11) und den seines Sohnes LUDWIG (geb. 1886) am 4. Juli desselben Jahres (Abb. 17) verlor das Laboratorium zwei bedeutende Wissenschaftler und Dozenten innerhalb eines Vierteljahres.

Eine besondere Tragik lag darin, daß es Vater und Sohn betraf, von denen der



Abb. 17: Professor Dr. LUDWIG FRESENIUS (1886-1936)

Ältere, WILHELM FRESSENIUS, gewiß auf ein erfülltes Leben zurückblicken konnte, so daß man von einer natürlichen Wachablösung ohne wenn und aber sprechen kann. Noch zwei Tage vor seinem Tode, wird berichtet (FRESSENIUS, R. 1940c), war er im Laboratorium an der Arbeit. In seinem Leben hatte er Bedeutendes geleistet und zahlreiche Ehrungen erfahren. Ein bleibendes Verdienst hat er durch die Gründung der Fachgruppe Analytische Chemie im Verein Deutscher Chemiker (heute GDCh) erworben. Es war dies wohl die folgenreichste Tat seines beruflichen Lebens; diese Fachgruppe hat die Weiterentwicklung und wissenschaftliche Verselbständigung der Analytischen Chemie in einem Maße vorangebracht, die nur der „Insider“ angemessen würdigen kann. In dieser Fachgruppe haben die Chemiker der Familie FRESSENIUS bis in die Gegenwart immer in der vordersten Linie gestanden und die Richtung mitbestimmt.

Daß der Sohn LUDWIG bereits im Alter von 50 Jahren von der Bühne abtreten mußte, war wohl die Folge eines schon seit der Schulzeit gesundheitlich belasteten Lebens (FRESSENIUS, R. 1940d). Eine schwere Erkrankung, die ihn zeitweilig sogar an den Rollstuhl gefesselt hatte, konnte er zwar frühzeitig genug überwinden, um sein Studium der Chemie an der Universität München planmäßig zu absolvieren. Einen Rückschlag für seine Gesundheit erlitt er jedoch durch eine schwere Verwundung, einen Lungenschuß, im ersten Weltkrieg. Der langwierige Heilungsprozeß wurde durch zusätzliche Komplikationen erschwert. Nur langsam erholte er sich von diesem doppelten Leiden. So kam es, daß er später seinem Körper jede Leistung durch einen besonders hohen Energieeinsatz abringen mußte.

Von seinen wissenschaftlichen Arbeiten war schon mehrfach die Rede. Er hat sie neben den Vorlesungen, die ihm immer besonders wichtig waren, und neben der Klein- und Feinarbeit bei der Herausgabe der Zeitschrift für Analytische Chemie in erstaunlicher Vielfalt geleistet. Zahlreiche Publikationen auf dem Gebiet der Mineral- und Heilwasser-Untersuchung und deren balneologischer Nutzung stammen aus seiner Feder. Über seine Gedanken über die Bedeutung der Spurenstoffe in Mineralwässern ist schon berichtet worden. Desgleichen über den Einsatz der Spektralanalyse zur quantitativen Bestimmung von Wasserinhaltsstoffen. Grundsätzlicher Art sind Themen wie „Natürliche und künstliche Mineralwässer“, „Über die Wirkung der Mineralwässer“, „Die Bedeutung der Mineralwasser-Analyse“ und „Zur Berechnung der Mineralwasseranalysen“; letztere eine Arbeit, bei der ihm das „Rechengenie“ des Laboratoriums, Dipl.-Chem. OTTO FUCHS, assistiert hat (FRESSENIUS, L. & O. FUCHS 1930). Ein vollständiges Verzeichnis seiner wissenschaftlichen Publikationen wurden von seinem Vetter veröffentlicht (FRESSENIUS, R. 1936).

Entscheidenden Anteil daran, daß die Schwierigkeiten, die durch die beiden Todesfälle verursacht wurden, in Grenzen gehalten und schließlich überwunden werden konnten, hatte REMIGIUS FRESSENIUS, Professor und Dr. phil., und, wie



Abb. 18: Professor Dr. REMIGIUS FRESENIUS (1878-1949)

sein Vetter LUDWIG, Mitglied der dritten Generation der Familie. Auch er hatte sich an zahlreichen Untersuchungen in- und ausländischer Mineralbrunnen beteiligt. Neben der ständigen Berichterstattung über „Neue Methoden auf dem Gebiet der Analytischen Chemie“ in der Zeitschrift für Analytische Chemie, die er von 1936 bis zum Ende des Krieges allein herausgegeben hat, verfaßte er unter Mitwirkung von W. DICK und W. M. HARTMANN in dem 1941 beim Springer Verlag, Heidelberg, erschienenen „HANDBUCH FÜR LEBENSMITTELCHEMIE“ den Abschnitt „Charakteristik, Untersuchung und Beurteilung der Mineralwässer“.

Schon 1919 hatten er und sein Vetter LUDWIG sich an der Umarbeitung der 17. Auflage der „Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse“ beteiligt. Zwanzig Jahre später war die Stoffmenge der qualitativen und quantitativen Analyse jedoch so stark angewachsen, daß eine neue Form der Vermittlung des neuesten Wissensstandes in Angriff genommen werden mußte. So entstanden unter wesentlicher Beteiligung von REMIGIUS FRESENIUS sowie mit posthum aufgenommenen Texten von LUDWIG FRESENIUS (Natrium- und Kalium-Kapitel) die ersten „HANDBÜCHER DER ANALYTISCHEN CHEMIE“, in deren Bänden jeweils die gesamte Analytik eines bestimmten Elementes zusammengefaßt ist.

Der 1939 ausgebrochene Krieg bedeutete für das Chemische Laboratorium eine harte Bewährungsprobe. In besonderem Maße galt dies für die Chemotechniker-Ausbildung, die infolge von Einberufungen zur Wehrmacht erheblich behindert war. Schlimmeres bestand jedoch noch bevor. Bei dem schweren Luftangriff auf Wiesbaden in der Nacht vom 2. und 3. Februar 1945 wurden die beiden großen Laboratoriumsgebäude in der Kapellenstraße 13 und 15 mit dem erst 1940 fertiggestellten modernen Hörsaal zerstört. Ein beträchtlicher Teil der wertvollen Bibliothek wurde ein Opfer der Flammen. Das Lebenswerk dreier Generationen schien mit einem Schlage vernichtet. Um so erfreulicher ist es, daß sich diese Befürchtung in der Nachkriegszeit nicht bewahrheitet hat. (Teil 2 dieses Berichtes, in dem die Jahre von 1945 bis in die Gegenwart dargestellt werden, ist für das Jahrbuch 111 des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE vorgesehen).

Danksagung

Für die freundliche Unterstützung meiner Nachforschungen möchte ich an dieser Stelle den Herren Prof. Dr. W. FRESENIUS, Prof. Dr. H. DEICHSEL und Chemieingenieur K. MACHNER danken. Prof. DEICHSEL hat die Mehrzahl der Photographien aus teilweise vergilbten alten Büchern angefertigt, Herr MACHNER, der die Spektralanalysen der Wiesbadener Heilquellen im Institut Fresenius durchführt, hat mir wertvolle Hinweise gegeben.

6. Schriftenverzeichnis

Akürzungen

- ARCHIV: Hessisches Hauptstaatsarchiv Wiesbaden (HHStAW)
FAZ: Frankfurter Allgemeine Zeitung
JAHRBUCH: Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde (bis 1866 Verein für Naturkunde im Herzogthum Nassau)
ZACH: Zeitschrift für Analytische Chemie

- ARCHIV (1846a): Abt. 210, 7487 (Blatt 5—7)
ARCHIV (1846b): Abt. 246, 633 (Blatt 59)
ARCHIV (1848): Abt. 210, 7487 (Blatt 18)
ARCHIV (1849): Abt. 246, 633 (Blatt 73)
ARCHIV (1852): Abt. 210, 7487 (Blatt 38-40)
ARCHIV (1856): Abt. 210, 7487 (Blatt 60)

- BORGMANN E. (1884): Anleitung zur chemischen Analyse des Weines. — Wiesbaden
DOLLFUS, A. & C. NEUBAUER (1855): Chemische Untersuchung einiger Schalsteine des Herzogthums Nassau. — JAHRBUCH 19, 49
D'ORVILLE, W. & W. KALLE (1858): Analyse der Faulbrunnenquelle zu Wiesbaden. — JAHRBUCH 13, 41.
EGLINGER, A. (1856): Analyse eines Schalsteines von Villmar. — JAHRBUCH 11, 205
ENGELHARDT, D. v. (1972): Naturphilosophie und Wissenschaftstheorie. — Wege der Naturforschung 1822—1972, S. 68—87, Berlin-Heidelberg.
FAZ (1983): Aus dem Leben des Arztes und Botanikers Georg Fresenius. — Ausgabe 7. Dezember 1983 (ohne Autor-Angabe), Frankfurt.
FRESENIUS, H. (1878): Chemische Untersuchung der Glockenspeise, aus welcher die Glocken der Bergkirche zu Wiesbaden gegossen sind. — Mittl. d. Gewerbevereins f. Nassau 32, 145.
FRESENIUS, H. (1897): Zur Erinnerung an R. Fresenius. — ZACH 36, S. VIII.
FRESENIUS, H. (1898): Geschichte des Chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden während der zweiten 25 Jahre seines Bestehens (mit vollständigem Schriftenverzeichnis 1874—1897), Wiesbaden.
FRESENIUS, L. (1927): Die Bedeutung der Mineralwasser-Analyse. — Ztschr. f. med. Chem. 5, 61.
FRESENIUS, L. (1928): Grundsätze für die Darstellung der Mineralwasseranalysen. — Ztschr. F. wissenschaft. Bäderkunde 2, 965.
FRESENIUS, L. (1934a): Gegenwärtige Probleme der Mineralwasserchemie. — Vom Wasser VIII, 6.
FRESENIUS, L. (1934b): Über die Bedeutung der in Mineralwässern in geringen Mengen vorhandenen Stoffe. — Der Balneologe 1, 33.
FRESENIUS, L. (1936): Chemische und physikalische Eigenschaften des reinen Wassers. — Der Balneologe 3, 449.
FRESENIUS, L. & W. DICK (1931): Über die Bestimmung des Caesiums und Rubidiums, insbesondere in Mineralwässern. — ZACH 86, 182.
FRESENIUS, L. & O. FUCHS (1930): Zur Berechnung der Mineralwasseranalysen. — ZACH 82, 226.
FRESENIUS, R. (1841): Anleitung zur qualitativen Analyse, 1. Auflage, Bonn.
FRESENIUS, R. (1842): Unterscheidung und absolute Trennung des Arsens vom Antimon. — Ann. d. Chem. u. Pharm. 43, 361.

- FRESENIUS, R. (1844): Über die Stellung des Chemikers bei gerichtlichen Untersuchungen. — Ann. d. Chem. u. Pharm. **49**, 275.
- FRESENIUS, R. (1846): Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 1. u. 2. Auflage, Braunschweig.
- FRESENIUS, R. (1847): Lehrbuch der Chemie für Landwirthe, Forstmänner und Cameralisten, 1. u. 2. Auflage, Braunschweig.
- FRESENIUS, R. (1847a): Analyse des Schwerspaths von Naurod im Nassauischen — JAHRBUCH **3**, 170
- FRESENIUS, R. (1847b): Chemische Untersuchung einiger vorzüglicher Weine des Rheingaus vom Jahrgange 1846. — Ann. d. Chem. u. Pharm. **63**, 384
- FRESENIUS, R. (1850—66): Chemische Untersuchung der wichtigsten Nassauischen Mineralwasser. 1. Aufl., S. 1—309, Wiesbaden.
- FRESENIUS, R. (1851): Chemische Untersuchung der wichtigsten Kalksteine des Herzogthums Nassau. — JAHRBUCH **7**, 241
- FRESENIUS, R. (1852): Chemische Untersuchung einiger der wichtigsten Nassauischen Thone. — JAHRBUCH **8**, 145.
- FRESENIUS, R. (1857): Chemische Untersuchung der wichtigsten Obstarten. — Ann. d. Chem. u. Pharm. **101**, 219.
- FRESENIUS, R. (1862): Anleitung zur qualitativen Analyse. — 11. Auflage, S. 230—231, Braunschweig.
- FRESENIUS, R. (1862): Apparat um Mineralwasser zum Behufe der Analyse aus verschiedener Tiefe des Brunnenschachtes zu entnehmen. ZACH **1**, 175
- FRESENIUS, R. (1866): Analyse der Bad Driburger Trinkquelle etc. (in: FRESENIUS, R. (1850—66).
- FRESENIUS, R. (1868): Zur Trennung des Kalkes von der Magnesia — ZACH **7**, 310.
- FRESENIUS, R. (1873): Geschichte des Chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden zur Feier des 25jährigen Bestehens der Anstalt (mit vollständigem Schriftenverzeichnis 1841—1873). — Wiesbaden.
- FRESENIUS, R. (1887): Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse. — 6. Auflage, Bd. 2, Braunschweig.
- FRESENIUS, R. (1891): Die Thermalquellen Wiesbadens in chemischer Beziehung. — JAHRBUCH **43**.
- FRESENIUS, R. (1936): Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von LUDWIG FRESENIUS. ZACH **106**, XV—XVII.
- FRESENIUS, R. (1940a): Karl Remigius Fresenius — 1818 bis 1898. — Nassauische Lebensbilder (Hrsg. R. VAUPEL), S. 191—203, Wiesbaden.
- FRESENIUS, R. (1940b): Heinrich Fresenius — 1847 bis 1920. — Nassauische Lebensbilder (Hrsg. R. VAUPEL), S. 204—208, Wiesbaden
- FRESENIUS, R. (1940c): Wilhelm Fresenius — 1856 bis 1936. — Nassauische Lebensbilder (Hrsg. R. VAUPEL), S. 209—213, Wiesbaden.
- FRESENIUS, R. (1940d): Ludwig Fresenius — 1886 bis 1936. — Nassauische Lebensbilder (Hrsg. R. VAUPEL), S. 214—219, Wiesbaden.
- FRESENIUS, R., E. BORGMANN & FRESENIUS W. (1888—94): Weinstatistik für Deutschland I. bis VII. — ZACH **27**, 744; **28**, 534; **29**, 518; **30**, 544; **31**, 624; **32**, 692; **33**, 708.
- FRESENIUS, R. & W. DICK (1937): Die Untersuchung von Wiesbadener Heilquellen auf ihren Gehalt an schwerem Wasser. — Der Balneologe **4**, 468.
- FRESENIUS, R., W. DICK & W. M. HARTMANN (1941): Charakteristik, Untersuchung und Beurteilung der Mineralwässer. — In „Handbuch der Lebensmittelchemie“, Heidelberg.
- FRESENIUS, R. & H. FRESENIUS (1897): Chemische Untersuchung der Adlerquelle zu Wies-

- baden und Vergleichung der Resultate mit der Analyse des Wiesbadener Kochbrunnens. — **JAHRBUCH 50**, 3.
- FRESENIUS, R. & J. HAIDLEN (1842): Über die Anwendung des Cyankaliums in der chemischen Analyse. — *Ann. d. Chem. u. Pharm.* **43**, 129.
- FRESENIUS, R. & E. HINTZ (1896): Chemische Untersuchung der Thermalquelle des Augusta-Victoria-Bades zu Wiesbaden. — **JAHRBUCH 49**, 3.
- FRESENIUS, R. & H. WILL (1843): Neue Verfahrensweisen zur Prüfung der Pottasche und Soda, der Aschen, der Säuren und des Braunsteins. — *Ann. d. Chem. u. Pharm.* **47**, 87 u. **49**, 125.
- FRESENIUS, R. E. (1968): C. R. Fresenius zum 150. Geburtstag. — Vortrag, 16. November 1968, Wiesbaden
- FRESENIUS, W. (1886): Über die Definition der Normallösungen und über den Vorschlag von Cl. Winkler zur Neugestaltung des titrimetrischen Systems. — **ZACH 25**, 205.
- FRESENIUS, W. (1891): Zur Frage der Einführung des wahren oder der Beibehaltung Mohr'schen Liters in der Maasanalyse. — **ZACH 30**, 461.
- FRESENIUS, W. (1899): Zur Atomgewichtseinheit für praktische analytische Rechnungen. — *Z. f. angew. Chem.* **12**, 361 u. 570.
- FRESENIUS, W. (1923): Geschichte des Chemischen Laboratoriums Fresenius zu Wiesbaden in den Jahren 1898–1923 (mit vollständigem Schriftenverzeichnis 1898–1923). — Wiesbaden.
- FRESENIUS, W. (1963): Remigius Fresenius. — **ZACH 192**, 3
- FRESENIUS, W. & L. GRÜNHUT (1920–21): Beiträge zur chemischen Analyse des Weines. — **ZACH 59**, 49, 51, 58, 71, 209, 233, 415; **60**, 94, 168, 181, 257, 353, 406, 457.
- GOETHE, J. W. (1786): Tagebuch der Italienischen Reise 1786. — in selb. Taschenbuch 176 (Hrsg. C. MICHEL), 1976, S. 120, Frankfurt am Main.
- GRIMM, C. (1850): Analyse des grauen Marmors von Villmar. — **JAHRBUCH 6**, 140.
- GRIMM, C. (1850): Analyse des Kupferindigs von der Grube Stangenwaage bei Dillenburg. — **JAHRBUCH 6**, 141.
- GRÜNHUT, L. (1896a): Die Einführung der Reinhefe in die Gährungsgewerbe. — Stuttgart.
- GRÜNHUT, L. (1896b): Ueber Zusammensetzung und Untersuchungsmethoden von Fleischextract. — *Chemiker-Ztg.* **20**, 800.
- GRÜNHUT, L. (1898): Zur Gewinnung des Goldes. — **JAHRBUCH 51**, 231.
- GRÜNHUT, L. (1903): Die neueren physikalisch-chemischen Anschauungen in ihrer Anwendung auf Mineralwässer und deren Einteilung. — *Balneol. Centralztg.* 1903, 81.
- GRÜNHUT, L. (1911): Was ist ein Mineralwasser? — *Ztschr. Balneol.* **4**, 433 u. 470.
- GRÜNHUT, L. (1918): Untersuchung von Mineralwässer. — *Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel* (J. KÖNIG), Berlin.
- HENRICH, F. (1905): Über die Radioaktivität der Wiesbadener Thermalquellen. — **JAHRBUCH 58**, 87.
- HENRICH, F. (1906): Über radioaktive Bestandteile der Wiesbadener Thermalquellen. — *Chemiker-Ztg.* 1904, 575.
- HINTZ, E. (1897): Ueber den augenblicklichen Stand der Beurtheilung des Trink- und Nutzwassers. — *Ztschr. f. öffentl. Chemie* 1898, 112.
- HINTZ, E. (1902): Grundzüge der Beurteilung von Mineralwässern. — *Balneol. Centralztg.* 1902.
- HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1904): Die Einteilung der Mineralquellen vom Standpunkt der Ionentheorie. — *Balneol. Ztg.* **15**, 65.
- HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1907a): 1) Einteilung der Mineralwässer. 2) Die chemischen Analysen der Mineralquellen. — *Deutsches Bäderbuch*, Leipzig.

- HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1907b): Chemische und physikalisch-chemische Untersuchung des Kochbrunnens zu Wiesbaden. Nebst Untersuchungen über dessen Radioaktivität. — **JAHRBUCH 60**, 29.
- HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1910): Über ein verbessertes Verfahren zur Analyse der Mineralquellengase. (Mit neuen Analysen der Gase des Wiesbadener Kochbrunnens). — **ZACH 49**, 25.
- HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1916): Die Mineralwässer, Moore und Mineralschlämme. — **Handbuch der Balneologie Bd. I**, Leipzig.
- HUEPPE, F. (1885): Die Methode der Bakterienforschung. 1. u. 2. Auflage. — Wiesbaden
- HUEPPE, F. (1885): Die Formen der Bakterien und ihre Beziehungen zu den Gattungen und Arten. — Wiesbaden
- HUEPPE, F. (1886): Die Choleraerkrankungen in Finthen und Gonsenheim. — **Berliner klin. Wochenschr. No. 9–12**.
- HUEPPE, F. (1887): Bakteriologische Beschaffenheit des Wassers der städtischen Wasserleitung in Wiesbaden. 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, Wiesbaden.
- HUEPPE, F. (1888): Ueber die Wasserversorgung durch Brunnen und ihre hygienische Beurtheilung. — **J. F. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung**.
- KIRCHHOFF, G. & R. BUNSEN (1862): Die Spectren der Alkalien und alkalischen Erden. — **ZACH 1**, 1.
- KIRCHHOFF, G. & R. BUNSEN (1862): Kleiner Spectralapparat zum Gebrauch in Laboratorien. — **ZACH 1**, 139.
- KJELDAHL, J. (1883): Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. — **ZACH 22**, 366.
- LINDENBORN, A. & J. SCHUCKART (1858): Untersuchung der Mineralquelle im Schützenhof zu Wiesbaden. — **JAHRBUCH 13**, 41
- LIST, K. (1850): Über die chemische Zusammensetzung des Taunusschiefers. — **JAHRBUCH 6**, 126.
- MOOG, W. (1930): Hegel und die Hegelsche Schule. — S. 278 ff., München
- NEUBAUER, C. (1853): Ueber die physiologische Wirkung des Kochbrunnens zu Wiesbaden. — **Arch, f. wissenschaftl. Heilkunde 3**, 59.
- NEUBAUER, C. (1854): Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns. — Wiesbaden
- NEUBAUER, C. (1862): Methode zur Bestimmung der Gesamtmenge der fixen Harnbestandtheile. — **ZACH 1**, 166.
- NEUBAUER, C. (1870): 3 Vorträge über die Chemie des Weins. — Wiesbaden.
- NEUBAUER, C. (1876–78): Über das optische Verhalten verschiedener Weine und Moste. — **ZACH 15**, 230; **16**, 201; **17**, 321.
- PRANDTL, W. (1956) Justus Liebig (1803–1875). — **Deutsche Chemiker in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts**, S. 95, Weinheim/Bergstr.
- PRANDTL, W. (1956) Friedrich Wöhler (1800–1882). — **Deutsche Chemiker in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts**. S. 147, Weinheim/Bergstr.
- STRUCK, W. (1981): Wiesbaden im Biedermeier. — S. 216–217, Wiesbaden.
- VOELCKER, H. (1938): 75 Jahre Kalle. Ein Beitrag zur Nassauischen Industrie-Geschichte. — S. 31, Wiesbaden-Biebrich.
- WAGNER, G. (1968): Zur Geschichte der Landwirtschaftsschule Wiesbaden 1818–1968 (Jubiläumsschrift). — Wiesbaden.
- WILDENSTEIN (1850): Analyse des halbverwitterten Laumontits von Oberscheld bei Dillenburg. — **JAHRBUCH 6**, 134.

WILDENSTEIN (1850): Analyse des Braunsteins aus einer Grube bei Diez. — JAHRBUCH
6, 137.

WILDENSTEIN (1850): Weissbleierz aus der Grube Friedrichslegen bei Oberlahnstein. —
JAHRBUCH 6, 200.

Anschrift des Verfassers: WALTER CZYSZ, Danziger Straße 83, 6200 Wiesbaden-Sonnen-
berg (Institut Fresenius, 6204 Taunusstein-Neuhof)

Manuskript eingegangen am: 12.10.1988

Jb. Nass. Ver. Naturk.	111	S. 95—195	26 Abb.	1 Tab.	Wiesbaden 1989
------------------------	-----	-----------	---------	--------	----------------

140 Jahre Chemisches Laboratorium Fresenius Wiesbaden

(2. Teil: 1945–1988*)

WALTER CZYSZ

Mit 26 Abbildungen und 1 Tabelle

Kurzfassung

Die Geschichte des CHEMISCHEN LABORATORIUMS FRESENIUS wird mit der Schilderung der Jahre 1945–1988 fortgesetzt. Der 2. Weltkrieg brachte eine nachhaltige Zäsur. Trotz schwerer Bombenschäden beim Luftangriff im Februar 1945 wurde der Laboratoriumsbetrieb schon bald danach wieder aufgenommen. Spürbar aufwärts ging es aber erst in den Jahren nach der Währungsreform. Alte Kunden wurden zurückgewonnen, neue Arbeitsgebiete wurden erschlossen. Die Methoden der Trink-, Mineral- und Heilwasseranalyse, der Mikrobiologie und Lebensmitteluntersuchung sowie im chemisch-technischen Bereich wurden ausgebaut und auf den neuesten Stand gebracht. Bedeutende Abschnitte waren 1962 die Verselbständigung des Unterrichtslaboratoriums zur CHEMIE-SCHULE FRESENIUS, 1972 die Umwandlung des Untersuchungslaboratoriums in die INSTITUT FRESENIUS – CHEMISCHE UND BIOLOGISCHE LABORATORIEN GmbH und 1975 der Umzug nach Taunusstein-Neuhof.

Es wird versucht, einen repräsentativen Querschnitt der Arbeiten des Laboratoriums zu geben. In den Kapiteln 1–3, die die Jahre 1945 bis etwa 1960 behandeln, stehen persönliche Aktivitäten der Mitarbeiter bei der Wiedergewinnung des früheren Leistungsstandards im Vordergrund. In den Kapiteln 4 und 5 werden Phasen des Ausbaus zu einem Laboratorium beschrieben, das den Anforderungen der heutigen Zeit voll gerecht wird. Danach wird über einige Forschungsprojekte, überwiegend aus dem Bereich der Umweltanalytik, berichtet. Sie haben den internationalen Ruf des INSTITUTS FRESENIUS als einem der führenden Laboratorien für chemische, hygienische und ökologische Untersuchungen begründet und gefestigt.

*) Teil 1: JAHRBUCH 110 (1988), S. 35–110

Summary

The history of the CHEMICAL LABORATORY FRESENIUS is continued for the years 1945 to 1988. The Second World War resulted in a considerable break. In spite of heavy bombing damages in February 1945, the laboratory soon started its work again. But it was not before the currency reform that the development really began to move up. Former customers returned, and new working ranges arose. The methods for analysis of drinking, mineral and medicinal waters, of microbiology and food analysis, and also those of industrial samples were extended and updated. Particularly significant stages were in 1962 the independence of the educational laboratory (now: CHEMIESCHULE FRESENIUS), in 1972 the change of the analytical laboratory into the INSTITUT FRESENIUS, and in 1975 the move to Taunusstein-Neuhof.

A representative selection of the laboratory's work is given. In chapters 1–3 (1945–1960) personal activities of the staff in regaining the former standard of efficiency is emphasized. Chapters 4 and 5 describe stages of development to a laboratory fully meeting today's demands. The following chapters mainly report on research projects, especially in the field of environmental analysis. They have established and consolidated the international reputation of INSTITUT FRESENIUS as one of the leading laboratories of chemical, hygienic and ecological investigations.

Inhalt

1.	Zerstörung und Neubeginn	98
1.1	Der Bombenangriff im Februar 1945	98
1.2	Aufräumungsarbeiten	99
1.3	Die Mannschaft der ersten Stunde	100
1.4	Die ersten Aufträge	101
1.5	Wasseruntersuchungen	102
1.6	Lebensmittelüberwachung	103
2.	Es geht wieder aufwärts	104
2.1	Dr. Wilhelm Fresenius	104
2.2	Allmähliche Konsolidierung	104
2.3	Wiederaufnahme der Chemotechnikerausbildung	105
2.4	Die wissenschaftlichen Mitarbeiter	106
2.5	Nach der Währungsreform	110
3.	Die Zeit des Übergangs	112
3.1	Zeitschrift und Handbuch der Analytischen Chemie	112
3.2	Das Unterrichtslaboratorium	113
3.3	Das Untersuchungslaboratorium	113
3.4	Zusammenarbeit mit der Mineralwasser- und Getränke-Industrie ..	115
3.5	Die Nauheimer Beschlüsse	116
3.6	Wasser- und Mineralwasser-Analytik	116
3.7	Praxis der Mineralbrunnen-Beratung	123
3.8	Das chemisch-technische Untersuchungslaboratorium	124
4.	Die sechziger Jahre	126
4.1	Ausbau einer modernen Analytik	126
4.2	Chromatographische Verfahren	129
4.3	Atomabsorptions-Spektrometrie	130
4.4	Analysen-Alltag	132
4.5	Fortschritte der Wasseranalyse	133
5.	Umzug nach Taunusstein-Neuhof	134
5.1	Der Neubau des Institutes Fresenius	134
5.2	Neue Strukturen	136
6.	Forschungsschwerpunkte – Teil I	139
6.1	Die Wiesbadener Thermalquellen	139
6.2	Schadstoffbelastung von Grundwasser im Bereich von Straßen ...	146
6.3	Nährstoffbilanz des Sees von Tunis	152
6.4	Das Projekt „Algerien“	158
6.5	Methodensammlung für Wasseruntersuchungen	159
6.6	Technologie des Trinkwassers und Abwassers	161

7.	Lebensmittel-Analyse und Mikrobiologie	162
7.1	Fruchtsäfte und Erfrischungsgetränke	163
7.2	Trinkwasser- und Mineralwasser-Normen	164
8.	Forschungsschwerpunkte – Teil II	165
8.1	Mülldeponien, Sicker- und Grundwasser	165
8.2	Schadstoffe in Müll-Lysimetern	167
9.	Eine neue Generation tritt an	171
9.1	Trinkwassergefährdung durch chlorierte Kohlenwasserstoffe	172
9.2	Kapillar-Gaschromatographie	174
9.3	Das Nagra-Projekt	176
9.4	Saurer Regen, Bodenversauerung und Waldschaden	177
9.5	Sanierung von Altlasten	178
9.6	Luftanalysen	180
10.	Rückschau und Ausblick	181
11.	Schriftenverzeichnis	186

1. Zerstörung und Neubeginn

1.1 Der Bombenangriff im Februar 1945

Das Ende des Zweiten Weltkrieges bedeutete für das CHEMISCHE LABORATORIUM FRESENIUS einen scharfen Einschnitt. Zum Verlust aller Kontakte mit ausländischen Auftraggebern und wissenschaftlichen Institutionen, wie man es schon nach dem Ersten Weltkrieg erlebt hatte, kam 1945 das Erlöschen des gesamten deutschen Wirtschafts- und Verkehrswesens, aber auch, für eine Zeitlang, fast aller wissenschaftlicher Aktivitäten. Durch die totale Niederlage war eine Situation entstanden, die man als „Stunde Null“ bezeichnen kann.

Zum Unglück des verlorenen Krieges kam erschwerend hinzu, daß bei dem Luftangriff auf Wiesbaden in der Nacht vom 2. zum 3. Februar 1945 die beiden Laboratoriumsgebäude in der Kapellenstraße 13–15 mit dem erst 1940 fertiggestellten neuen Hörsaal durch Brandbomben zerstört wurden. Noch in der Nacht und am folgenden Tag versuchten Helfer und alle verfügbaren Mitglieder der Familie FRESENIUS, den Brand zu löschen und zu retten, was zu retten war. Über eine Schlauchleitung und mit Hilfe von Tankwagen wurde versucht, Wasser heranzuschaffen. Zum Glück gab es den Brunnen und die Pumpe im Hof. Sie war ständig in Betrieb und versorgte die Eimerketten bildenden Helfer wenigstens mit so viel Wasser, daß kleinere Brandnester und ausglühendes Gebälk abgelöscht und ein weiteres Ausbreiten des Brandes verhindert werden konnte.



Abb. 1: Das Laboratorium in der Kapellenstraße nach dem Bombenangriff 1945

Die Gebäude Kapellenstraße 13–15 brannten dennoch aus, Teile des Mauerwerkes stürzten ein (Abb. 1). Wertvolle Bestände der Bibliothek fielen den Flammen zum Opfer. Glück im Unglück hatte das Examensemester der Chemotechnikerausbildung. Der praktische Teil der Abschlußprüfung war gerade zu Ende, als die Zerstörungen des Bombenangriffs das Arbeiten an den Laborplätzen unmöglich machten. Die mündliche Prüfung konnte danach, wenn auch unter schwierigen Bedingungen, im Luftschutzkeller stattfinden. Das Examen aber war gerettet.

1.2 Aufräumungsarbeiten

Niemand wußte, wie es weitergehen würde. Für die Mitarbeiter gab es zunächst nur eine Aufgabe: die Trümmer mußten beseitigt werden. Jeder packte mit an. Allen war bewußt, daß der Krieg nicht mehr lange dauern konnte. Was danach kommen würde, darüber wagte niemand nachzudenken. Es gab auch nicht mehr viel Gelegenheit dazu. Weniger als acht Wochen nach dem schweren Luftangriff, in den Mittagsstunden des 28. März 1945, rückten amerikanische Truppen in Wiesbaden ein. Der Krieg war zu Ende, eine neue Zeitrechnung begann.

Die Aufräumarbeiten in der Kapellenstraße wurden fortgesetzt. Während man jedoch unter deutscher Verwaltung vor allem daran gedacht hatte, die Gebäude wieder funktionstüchtig zu machen, ordneten die Amerikaner als erstes an, die Straße frei zu räumen, damit sie mit ihren Jeeps und schweren Lastwagen ohne Behinderung hindurchfahren konnten. Praktisch bedeutete das, der Trümmerschutt, den man vorher mit großer Mühe aus den Häusern auf die Straße geschaufelt hatte, mußte jetzt wieder hineingeschöpft werden. Danach dauerte es noch einige Jahre, bis man damit beginnen konnte, den Schutt endgültig abzufahren.

Glücklicherweise hatten das Haus Kapellenstraße 11 und ein Teil der rückwärtigen Gebäude, Erzstation, Weinstation und der mittlere Labortrakt (Ostbau) im Hof, geringere Schäden davongetragen. Dadurch blieb das Materiallager mit Chemikalien und Glasgeräten zum großen Teil erhalten, einfachere Apparaturen konnten wieder hergerichtet werden.

Kaum war nach dem Einmarsch der Amerikaner Ruhe und Ordnung einigermaßen wiederhergestellt, wurde auch in der Kapellenstraße die Arbeit wieder aufgenommen. Wie das in den ersten Tagen und Wochen im einzelnen bewerkstelligt wurde, darüber zu berichten, ist nicht ganz einfach. Exakte Planung war so gut wie unmöglich. Das meiste mußte improvisiert werden. Aufzeichnungen aus dieser Zeit sind kaum erhalten. In einem Artikel zum 100jährigen Bestehen des Laboratoriums schreibt der damalige Senior des Hauses, Professor REMIGIUS FRESENIUS, zwar lapidar: „Das Untersuchungslaboratorium hat seine Arbeit unmittelbar nach dem Brand (vom 2./3. Februar 1945) fortsetzen können und hat sie nicht zu unterbrechen brauchen“ (FRESENIUS, R. 1948). Ganz so einfach, wie sich das liest, wird es in Wirklichkeit aber nicht gewesen sein.

1.3 Die Mannschaft der ersten Stunde

Immerhin gab es im personellen Bereich eine weitgehende Kontinuität. Im Mittelpunkt stand der Senior Professor Dr. REMIGIUS FRESENIUS (CZYSZ, W. 1988, S. 102–104 und Abb. 18). 1878 geboren, hatte er in der schweren Zeit nach dem Ersten Weltkrieg 1920 die Leitung des Laboratoriums übernommen. Zuerst gemeinsam mit seinem Vetter, Professor Dr. LUDWIG FRESENIUS; seit dessen Tod im Jahre 1936 allein. Während des Krieges und in den ersten Jahren danach ruhte die meiste Verantwortung auf seinen Schultern.

Von den Mitarbeitern, die ihm in diesen Jahren zur Seite standen, müssen Dr. habil. ALFRED GEHRING, Dr. WILHELM DICK und Diplomchemiker OTTO FUCHS an erster Stelle genannt werden. Dr. A. GEHRING war seit 1936 stellvertretender Direktor des CHEMISCHEN LABORATORIUMS und Leiter des UNTERRICHTSLABORATORIUMS. 1941 übernahm er als Nachfolger des Apothekers WALDEMAR DEHIO auch die mikrobiologische Abteilung. Dr. W.

DICK (zusammen mit O. FUCHS im April 1928 eingetreten) hatte sich schon in den dreißiger Jahren durch seine Mitarbeit am HANDBUCH DER LEBENS-MITTEL-CHEMIE sowie durch hervorragende Arbeiten zur Spektralanalyse von Mineralwässern einen Namen gemacht. Als 1945 die Leiterin des Lebensmittelabors, Frau Dr. MARIA SCHAUMANN, in der Kapellenstraße ausgebombt wurde und ihre Stellung aufgab, hat Dr. DICK diese Aufgabe übernommen. Diplomchemiker FUCHS war vierzig Jahre lang Physikdozent. Sein Unterricht ist vielen seiner Schülerinnen und Schüler wegen seiner unnachahmlichen, humorvollen Art im Gedächtnis haften geblieben.

Diese drei Mitarbeiter waren wesentlich daran beteiligt, daß nach dem Ende des Krieges in der Wiesbadener Kapellenstraße nicht ganz am Punkt Null angefangen werden mußte. Eine vierte Mitarbeiterin ist in diesem Zusammenhang noch zu nennen, die sich ganz in der Stille aus der Position einer jungen Chemotechnikerin, seit Oktober 1939 Unterrichtsassistentin, in den Nachkriegsjahren zu einer unentbehrlichen Stütze des Unternehmens entwickelt hat: BIRGIT FRESENIUS, Tochter des 1936 verstorbenen Professors LUDWIG FRESENIUS. Als Familienmitglied und ausgebildete Fachkraft packte sie überall kräftig mit an. Oft mußte sie als „Mädchen für alles“ in die Bresche springen, wo andere Hilfe nicht zur Verfügung stand.

1.4 Die ersten Aufträge

BIRGIT FRESENIUS (in Abb. 2) war es auch, die, unterstützt von ihrem Bruder, Dr. WILHELM FRESENIUS (in Abb. 2), schon bald nach dem Einmarsch der Amerikaner damit begann, alte Kundenkontakte zu pflegen und neue zu knüpfen. In einem Land, in dem totales Verkehrschaos herrschte, und in dem selbst große Firmen sich zunächst einmal daran gewöhnen mußten, „kleinere Brötchen zu backen“ und auch die kleinsten Chancen zu nutzen, um wirtschaftlich zu überleben, setzte sie sich aufs Fahrrad und besuchte Firmen und Bürgermeistereien, für die das Chemische Laboratorium in der Vergangenheit Untersuchungen ausgeführt hatte. Es galt zu zeigen, daß „FRESENIUS“ noch da war und für die üblichen Analysen weiter zur Verfügung stand.

Auf dem Gepäckträger ihres Fahrrads schaffte sie in provisorischen Behältern die ersten Wasser- und Lebensmittelproben herbei. Oft waren es ganze Tagesreisen, die zu bewältigen waren, wobei sie mit dem Zug (das Fahrrad im Gepäckwagen) zurückfuhr. Heute kann man sich kaum noch vorstellen, mit welchen Schwierigkeiten das zuweilen verbunden war. Etwa der Kampf um einen Passierschein, um zwischen Lorch und Kaub, wo Wasserproben zu holen waren, die Grenze zwischen amerikanischer und französischer Besatzungszone passieren zu können. Es kam aber auch vor, daß sie mit einem amerikanischen Jeep abgeholt und zur Probenahme gebracht wurde. Außer BIRGIT FRESENIUS waren

Hausmeister und andere Hilfskräfte mit Karren und Leiterwägelchen unterwegs. Große Aufträge hatten Seltenheitswert. Aber, wie schon gesagt, man lernte schnell, auch mit „kleineren Brötchen“ zufrieden zu sein.

Eine große Hilfe war es, daß die Amerikaner schon bald nach dem Ende des Krieges auf verschiedene Weise mit dem LABORATORIUM FRESENIUS in Berührung kamen. Das erste waren Aufträge für Wasseruntersuchungen, die bei der Besatzungsarmee hohe Priorität hatten. Positiv wirkte sich sicher auch die Tatsache aus, daß der Name FRESENIUS in den Vereinigten Staaten unter analytischen Chemikern während des Krieges nicht in Vergessenheit geraten war. Schon bald kamen Mitglieder der in Teil 1 (Kap. 3.1) bereits erwähnten akademischen Gesellschaft PHI-LAMBDA-YPSILON, die sich erinnerten und die ersten Kontakte knüpften. Sie besuchten die Wirkungsstätte des „Begründers der Analytischen Chemie“ CARL REMIGIUS FRESENIUS, der für sie schon Legende war, in der Kapellenstraße.

Mitarbeiter, die es damals erlebt haben, erzählen noch heute, wie die amerikanischen Besucher vor allem von der romantischen Holzveranda im Hof mit den Sinnsprüchen des reimenden Professors entzückt waren. Sie haben das erste Eis gebrochen zwischen dem „Non-Fraternization“-Gebot der Besatzungsmacht und einer Kooperation, auf die die Amerikaner im besetzten Deutschland ja angewiesen waren, wenn Recht und Ordnung wieder Gültigkeit erlangen sollten.

1.5 Wasseruntersuchungen

Eigentlich hatte alles mit dem Wasser begonnen. Hygienisch einwandfreies Trinkwasser war schon wegen der Vorbeugung gegen die Ausbreitung von ansteckenden Krankheiten und das Ausbrechen von Seuchen eine absolute Notwendigkeit. In diesem Punkt trafen sich die Interessen der Besatzungsmacht mit denen der Deutschen, wenn auch der rigorose Befehl, dem Wasser aller öffentlichen Wasserversorgungsanlagen Chlor zuzusetzen, einige Probleme schuf.

Das LABORATORIUM FRESENIUS konnte langjährige Erfahrungen, kompetente Experten und ein weitgehend funktionstüchtiges Wasserlabor, auch für mikrobiologische Untersuchungen, anbieten. Versuche zur wirksamen Beseitigung der Nachteile der starken Chlorung des Leitungswassers mündeten in die Beratung von Lebensmittel- und Brunnenbetrieben, denen diese Chlorung erheblich zu schaffen machte. Die Amerikaner übertrugen dem Laboratorium die Trinkwasserüberwachung in Wiesbaden und in einigen Landkreisen, da die staatlichen Untersuchungsämter zerstört waren und für diese Aufgabe nicht zur Verfügung standen.

1.6 Lebensmittelüberwachung

Das zweite Arbeitsgebiet, auf dem FRESENIUS sehr schnell wieder der Anschluß an die Jahre vor 1945 gelang, waren Lebensmitteluntersuchungen. Auch hier war es in erster Linie die gesundheitliche Unbedenklichkeit, auf die es ankam. Das galt für die Versorgung der deutschen Bevölkerung, aber auch für Aufträge von Firmen, die sich am Export beteiligen wollten. Sie mußten für ihre Produkte eine besonders strenge Qualitätskontrolle nachweisen.

Hersteller von Schokolade und Pralinen gehörten zu den ersten Firmen, die im Lebensmittellabor von FRESENIUS sowohl die Güteklasse von importiertem Rohkakao kontrollieren als sich danach auch die geprüfte Qualität der Fertigwaren attestieren ließen. Für die in der Nähe des Bahnhofs ansässige, heute nicht mehr existierende Margarinefabrik Fauth wurden Qualität und Wassergehalt von Rapsamen bestimmt, eine Tätigkeit, bei der der jetzige Professor REMIGIUS E. FRESENIUS (REMIGIUS III.) als Anlernling erste analytisch-chemische Erfahrungen sammelte.

In den Bereich der Lebensmitteluntersuchungen gehörten auch die Analysen von Mineralwässern, Fruchtsäften und Limonaden. Hieraus (und aus der schon erwähnten technischen Beratung beim Chlorungsproblem) bahnte sich eine Entwicklung an, die den Ruf des Laboratoriums als wichtigem Partner für die sich in den Nachkriegsjahren neu formierenden Verbände der Getränke-Industrie, Brunnenbetriebe und Heilbäder so gefestigt hat, daß daraus eine enge und dauerhafte Zusammenarbeit geworden ist. In der Folgezeit hat sie sich nicht nur auf der wirtschaftlichen Seite bewährt. Sie hat vielmehr ganz wesentlich dazu beigetragen, daß sich die wissenschaftliche Arbeit des LABORATORIUMS FRESENIUS seit den frühen fünfziger Jahren in starkem Maße mit Fragestellungen der Reinheit und Spezifikation von Mineral- und Heilwässern sowie den damit zusammenhängenden technischen Problemen der Brunnenbetriebe befaßt hat.

Wenn man heute das moderne INSTITUT FRESENIUS in Taunusstein mit seinen hochtechnisierten Laboratorien betrachtet, kann man sich kaum noch vorstellen, unter welchen schwierigen, um nicht zu sagen primitiven Bedingungen die Arbeit nach dem Zweiten Weltkrieg wieder in Gang gebracht wurde. Daß man Wasser- und Lebensmittelproben per Fahrrad und mit einem Leiterwagen transportierte, bedeutete dabei nur eine äußerliche Behinderung. Viel schwerwiegender war der Mangel an Analysengeräten und reinen Chemikalien. Mit Geräten mußten die Analytiker sich oft genug selbst helfen. Erfindungsreichtum und handwerkliches Geschick waren dabei in gleichem Maße gefragt wie absolute wissenschaftliche Zuverlässigkeit. Nur wenn beides zusammenkam, konnte gute Arbeit geleistet werden.

2. Es geht wieder aufwärts

2.1 Dr. WILHELM FRESENIUS

Ab 1946 trat eine ganz allmähliche Normalisierung ein. Nicht, daß man von normalen Verhältnissen sprechen konnte; aber die absolute Unsicherheit, die 1945 noch hinter jede Planung ein großes Fragezeichen setzen ließ, machte einer vorsichtigen Zuversicht Platz. Im CHEMISCHEN LABORATORIUM war es unter anderem auch eine Folge davon, daß Dr. WILHELM FRESENIUS, Urenkel des Firmengründers, mehr und mehr in die Rolle des Nachfolgers seines Onkels REMIGIUS FRESENIUS als Chef des Hauses hineinwuchs. Dabei kam ihm außer der fachlichen Qualifikation sein damals schon deutlich hervortretendes, außergewöhnliches Verhandlungsgeschick zugute. Wo eine Sache nicht recht vorankommen wollte, sei es bei deutschen Behörden oder bei der amerikanischen Besatzungsmacht, war er der richtige Mann, um das Bestmögliche herauszuholen.

WILHELM FRESENIUS wurde 1913 in Berlin geboren. Der Einfluß der Mutter, BEATE VON ROSENCRANTZ, einer Schwedin, war ebenso prägend wie der des Vaters. Von diesem hat er nicht nur die hervorragende wissenschaftliche Begabung geerbt, er hat auch dessen Neigung zum politischen und sozialen Engagement übernommen. Er studierte in Frankfurt, München, Heidelberg und Göttingen Chemie und promovierte 1939 bei A. EUCKEN in Göttingen mit einer Dissertation über „Ultrarotspektrum und Normalschwingungen des Hydrazins“. Das anschließende Studium der Lebensmittelchemie an der Universität Frankfurt (Main) hat er 1943 mit dem Staatsexamen abgeschlossen. Danach arbeitete er dort bis zum Ende des Krieges als wissenschaftlicher Assistent von Professor W. DIEMAIR.

Noch während des Krieges hatte WILHELM FRESENIUS IRMELA VON BERNUS geheiratet, Tochter des langjährigen (1925–1953) Pfarrers der Wiesbadener Bergkirchen-Gemeinde FRANZ VON BERNUS. Da die Familie in der Nacht des 2./3. Februar 1945 in ihrem Haus in der Kapellenstraße 63 total ausgebombt wurde, bezog sie bis zum Wiederaufbau des Hauptgebäudes (1952) die Dachkammern des unbeschädigt gebliebenen Hauses Kapellenstraße 11, in dessen unteren Stockwerken die Verwaltung und das Büro von Professor REMIGIUS FRESENIUS untergebracht waren.

2.2 Allmähliche Konsolidierung

In der zweiten Jahreshälfte 1945 bis weit in das Jahr 1946 hinein hatten sich die Verhältnisse des CHEMISCHEN LABORATORIUMS so weit gefestigt, daß wieder eine längerfristige Zukunftsplanung ins Auge gefaßt werden konnte.

Im Oktober 1945 setzte die amerikanische Militärregierung in Wiesbaden eine deutsche Landesregierung für Groß-Hessen ein. Seit Mitte 1946 gab es in der neuen Landeshauptstadt, gleichzeitig Sitz eines Regierungspräsidenten, wieder ein demokratisch gewähltes Stadtparlament, das in der Aula der Gewerbeschule in der Wellritzstraße tagte.

Für das LABORATORIUM FRESENIUS war diese Konzentration von Regierung und Verwaltung insofern von Vorteil, als man die meisten Behörden unmittelbar „vor der Haustüre“ hatte. Das erleichterte den direkten Kontakt, so weit es Aufträge und Genehmigungen betraf, die im Zeitalter des „Fragebogens“ für jede Kleinigkeit erforderlich waren. Aber auch Genehmigungen grundsätzlicher Art wie die generelle Erlaubnis des zuständigen Ministeriums, amtlich anerkannte Wasseruntersuchungen im Rahmen des öffentlichen Gesundheitswesens durchzuführen, sind in diesen Nachkriegsjahren erteilt worden.

So kam es zum Beispiel zur Zusammenarbeit mit der hessischen Wasserschutzpolizei. In ihrem Auftrag hat Dr. WILHELM FRESENIUS zusammen mit der seit 1946 im LABORATORIUM FRESENIUS tätigen Mikrobiologin EDITH WIENRICH auf einem Polizeiboot Rheinwasseruntersuchungen durchgeführt. Mit einfachstem Gerät wurden Trübungs- und pH-Werte gemessen, Sauerstoffgehalt und elektrische Leitfähigkeit unmittelbar vor Ort, d. h. auf dem fahrenden Schiff bestimmt. Aus diesen Anfängen sind später, und das ist typisch für die Art der Arbeit im LABORATORIUM FRESENIUS, Aufträge für limnologische Untersuchungen, Planktonbestimmungen in Flüssen, Seen und Sedimenten geworden, die schließlich in umfangreiche Forschungsprojekte mündeten. Sie sind heute fester Bestandteil einer umweltorientierten Strategie, die der Gesetzgeber auf den Weg bringt, und die im INSTITUT FRESENIUS wissenschaftlich erforscht und in die Praxis umgesetzt wird.

2.3 Wiederaufnahme der Chemotechnikerausbildung

Einen wichtigen Einschnitt in die Nachkriegsentwicklung des LABORATORIUMS FRESENIUS bedeutete die (ebenfalls an eine Genehmigung seitens der Militärregierung gebundene) Wiederaufnahme der Chemotechnikerausbildung im Jahre 1946. Die Nachfrage nach Ausbildungsplätzen war durch die zahlreichen aus dem Krieg zurückgekehrten ehemaligen Soldaten, die so schnell wie möglich in das zivile Berufsleben eintreten wollten, groß. Hinzu kamen die vielen jungen Menschen, die aus den deutschen Ostgebieten als Flüchtlinge nach Westdeutschland kamen und integriert werden mußten. In der Kapellenstraße standen jedoch nicht genügend Laborarbeitsplätze zur Verfügung. Deshalb mußte unter den Bewerbern durch Aufnahmeprüfungen eine Auswahl getroffen werden.

Der Beginn des Unterrichtsbetriebes machte eine Lockerung der Zurückhaltung bei Personaleinstellungen erforderlich, die bis dahin eingehalten worden war. Neue Fachkräfte wurden bevorzugt unter dem Gesichtspunkt ausgesucht, daß sie Eignung und Neigung für den Unterricht mit praktischen Fähigkeiten für die analytische Laborarbeit vereinigen konnten. Es war dies eine alte Tradition, die man schon bei der Durchsicht der Liste früherer Laboratoriumsassistenten deutlich erkennen kann: der anfängliche Wechsel von Tätigkeit im Untersuchungs- und Unterrichtslaboratorium, der erst später zu einer Spezialisierung in die eine oder andere Richtung führte.

2.4 Die wissenschaftlichen Mitarbeiter

2.4.1 Professor Dr. REMIGIUS FRESENIUS

Unter den Männern und Frauen, die in diesem für die Zukunft des CHEMISCHEN LABORATORIUMS entscheidenden Jahr 1946 in vorderer Linie gestanden haben, muß noch einmal an erster Stelle Professor Dr. REMIGIUS FRESENIUS genannt werden. Wenn er 1945 auch schon das „Rentenalter“ über-



Abb. 2: Examensgruppe vor Trümmern. Vordere Reihe Mitte: Prof. ALBIN KURTEN-ACKER; im weißen Kittel: Dipl.-Chem. OTTO FUCHS; hinterste Reihe Mitte rechts: Dr. WILHELM FRESENIUS; rechts außen: Frau BIRGIT FRESENIUS; links außen: WILHELM SCHNEIDER, nachmaliger Direktor des Instituts Fresenius

schritten hatte, war er nach wie vor die wichtigste Persönlichkeit, die die Kontinuität gewährleistete und das Ganze zusammenhielt. Zwar hat er die äußeren Aktivitäten, es wurde schon darauf hingewiesen, in wachsendem Maße seinem Neffen Dr. WILHELM FRESENIUS überlassen. Dennoch wurde keine wichtige Entscheidung ohne seinen Rat und ohne seine Mitwirkung getroffen.

Mit dem Neuaufbau des Unterrichtslaboratoriums war er insofern noch verbunden, als er die während des Krieges zusammen mit Dr. A. GEHRING unter Mitarbeit von OTTO FUCHS und MARIANNE VULPIUS verfaßte „Einführung in die qualitative chemische Analyse“ für die 3. und 4. Auflage (FRESENIUS, R. & A. GEHRING 1949) neu bearbeitet und eine „Einführung in die quantitative chemische Analyse anorganischer Stoffe“, Band I „Gewichtsanalyse einschließlich Elektroanalyse“, ebenfalls in Zusammenarbeit mit Dr. GEHRING, O. FUCHS und M. VULPIUS, geschrieben und für den Druck vorbereitet hat (GEHRING, A. & R. FRESENIUS 1949).

Beide Bücher enthalten die Quintessenz einer langjährigen praktischen Erfahrung im Unterrichtslaboratorium. Sie bildeten im Krieg und nach der Wiederaufnahme des Unterrichts die Grundlage für die Anfängerpraktika der Chemotechnikerausbildung. Darüber hinaus wurden sie an vielen Universitäten und Fachschulen als Leitfaden für die Ausbildung der Studenten im chemisch-analytischen Praktikum benutzt.

Noch während des Krieges hatte er im „HANDBUCH DER LEBENSMITTEL-CHEMIE“ (Hrsg.: BAMES, E., B. BLEYER & J. GROSSFELD 1941) in Gemeinschaft mit W. DICK und W. M. HARTMANN den Abschnitt „Charakteristik, Untersuchung und Beurteilung der Mineralwässer“ verfaßt. Darin sind viele eigene Erfahrungen und die Erfahrungen des Wiesbadener Laboratoriums auf dem Mineralwassergebiet niedergelegt (CZYSZ, W. 1988, S. 102–104; dort findet sich auch eine Würdigung seiner Leistung als Herausgeber der „HANDBÜCHER FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“, der „ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“ und weiterer wissenschaftlicher und familiengeschichtlicher Publikationen). Als er am 25. April 1949 starb, hinterließ er ein Lebenswerk, das in jeder Hinsicht Respekt verdient (FRESENIUS, W. & A. KURTENACKER 1949).

2.4.2 Unterrichts- und chemisches Untersuchungslaboratorium

Erster Schulleiter nach dem Krieg war Dipl.-Chem. Dr. HANS SCHNEIDER. Seine Aufgabe war es, den Unterrichtsbetrieb neu zu organisieren. Sie wurde dadurch erschwert, daß die Bereitstellung von Arbeitsplätzen für die Studenten mit einem ständigen Kampf um Material und Chemikalien verbunden war. Selbst die Wasserversorgung war schwierig. Zeitweilig mußte man das für den Labor-

betrieb nötige Wasser vom Dambachtal über eine Schlauchleitung heranschaffen, da die Versorgung aus dem Behälter auf dem Neroberg, an den die Häuser in der Kapellenstraße angeschlossen waren, durch kriegsbedingte Schäden im Leitungsnetz häufiger ausfiel (KOPP, K. 1986, S. 216).

Den Einfallsreichtum des Unterrichtsleiters belegt eine Geschichte, die man für eine Anekdote halten könnte. Sie ist für die damaligen Hungerjahre bezeichnend und hat sich tatsächlich so, wie sie erzählt wird, abgespielt. Dr. SCHNEIDER war ein großer, etwas schlaksiger Mensch, der ständig Hunger hatte. Mit seinem Fachwissen als Chemiker versuchte er, seinem Nahrungsbedarf ohne Lebensmittelkarten nachzuhelfen. Er sammelte Roßkastanien, schälte sie, raspelte sie in einer Mandelmühle und zerrieb sie im Mörser zu feinem Mehl. Dem Mehl entzog er durch Extraktion mit Wasser die Bitterstoffe, die normalerweise Roßkastanien ungenießbar machen. Die feucht angeriebene Paste ergab einen Brotaufstrich, der aber offenbar nicht so gut geschmeckt hat, daß er sich allgemein durchgesetzt hätte.

Dr. SCHNEIDER machte auch noch andere Versuche mit Roßkastanien. Bekanntlich enthalten die Früchte bis zu 60% Stärke (dazu Eiweißstoffe, Saponine, fette Öle und Gerbstoffe). Er erhitzte das Mehl in verdünnter Salzsäure, um die Stärke hydrolytisch in die Zuckerbestandteile zu zerlegen. Die Versuche hatten aber keinen rechten Erfolg. Um ihrem Lehrer eine „Freude“ zu machen, mischten einige Studenten heimlich etwas Süßstoff in das Reaktionsgemisch. Augenzeugen erinnern sich noch heute, wie Dr. SCHNEIDER über den leicht süßen Geschmack entzückt war. Nicht mehr bekannt ist, wie er reagiert hat, als er den tatsächlichen Sachverhalt erfuhr.

Im Unterricht tätig waren von Anfang an wieder Dr. WILHELM DICK und Dipl.-Chem. OTTO FUCHS. Dr. DICK war gleichzeitig im Wasser- und Lebensmittellabor beschäftigt. Er unterrichtete in den Fächern Organische Chemie und Lebensmittelchemie. OTTO FUCHS (in Abb. 2) ist vielen ehemaligen Schülern bis heute durch seine unvergleichliche Art unvergessen, mit der er Lehrsätze der Physik durch praktische Beispiele aus dem Alltag zu veranschaulichen wußte. Er wiederholte sie in jedem Semester an der gleichen Stelle des Unterrichts. Die Studenten waren von ihren Vorsemestern schon darauf vorbereitet, so daß sie auf seine Fragen („Wer kann mir ein Beispiel für eine schiefe Ebene nennen?“) unverzüglich im Chor die gewünschte Antwort („Die Kapellenstraße“) gaben. Worin ihm niemand gleichkam, war sein phänomenales Zahlengedächtnis. Logarithmen konnten bei ihm jederzeit auswendig abgerufen werden, was sich besonders bei der schnellen Berechnung von Mineral- und Heilwasser-Analysen bewährt hat.

Noch im Jahr 1946 erschien in der Kapellenstraße der durch seine wissenschaftlichen Arbeiten bekannte und nun aus seiner mährischen Heimat Brünn geflüchtete Professor Dr. ALBIN KURTENACKER (in Abb. 2). Er war eine ein-

drucksvolle Persönlichkeit. In den Jahren seiner Tätigkeit im Unterricht und als Mitherausgeber der „ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“ hat er die Entwicklung des LABORATORIUMS FRESENIUS in besonderem Maße mitgeprägt. Seine Arbeitsgebiete waren anorganische und analytische Chemie mit dem Schwerpunkt der Chemie des Schwefels. Sein Wissen und seine Erfahrungen reichten jedoch weit über diese Themen hinaus. Sie sind in seinen didaktisch einprägsamen Vorlesungen und in den „Berichten aus den Gebieten der analytischen Chemie“ in der von ihm seit 1949 mitherausgegebenen ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE zum Ausdruck gekommen.

Schließlich umfaßte die Ausbildung der Chemotechniker/innen auch die Fächer Botanik und Mikrobiologie. Da Botanik nicht zu den Schwerpunktfächern der chemischen Ausbildung gehörte, wurde diese Vorlesung in der Anfangszeit von Frau Dr. M. DIETRICH, Studienrätin am Wiesbadener Boseplatz-Lyzeum, übernommen. Sie war später als Oberstudiendirektorin Leiterin dieser Schule. Im NASSAUISCHEN VEREIN FÜR NATURKUNDE hat sie sich mit Exkursionsführungen und Vorträgen sowie als Beirats- und Vorstandsmitglied große Verdienste erworben (FRITZ, F. & F. KUTSCHER 1971).

2.4.3 Das Mikrobiologische Laboratorium

Ein besonders gutes Beispiel für die Einheit von Theorie und Praxis, wie sie im Chemischen Laboratorium immer angestrebt wurde, ergab sich in jenen Jahren in der Mikrobiologie. Noch bevor 1946 wieder mit dem Unterricht begonnen werden konnte, hat gerade diese Abteilung auf Grund der schon geschilderten Verhältnisse in der ersten schweren Nachkriegszeit durch die bakteriologischen Wasser- und Lebensmitteluntersuchungen einen wesentlichen Beitrag zum wirtschaftlichen Überleben des Laboratoriums geleistet. Hier war es an erster Stelle Dr. habil. ALFRED GEHRING (Abb. 3), der den Wiederaufbau unter schwierigsten äußeren Bedingungen bewerkstelligt hat. Bevor er 1936 nach Wiesbaden kam, war er Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Braunschweig. Seine große wissenschaftliche Erfahrung hat er später in zahlreichen Publikationen, über die noch zu berichten sein wird, niedergelegt.

Einen großen Gewinn bedeutete die Einstellung der Mikrobiologin EDITH WIENRICH (Abb. 3). Sie kam als Flüchtling aus Königsberg in Ostpreußen, wo sie Assistentin von Professor Dr. JOSEF BÜRGER, Direktor des Hygienischen Instituts der Universität, gewesen war. Über ihre ersten Jahre bei FRESENIUS heißt es in der Jubiläumsschrift zum 100jährigen Bestehen dieser Abteilung: „Mit fundiertem mikrobiologischem Wissen und guten pädagogischen Fähigkeiten, vor allem aber mit Fleiß und Energie konnte sie die praktische Arbeit der Mikrobiologischen Abteilung zu neuer Hochform führen. Dr. GEHRING und

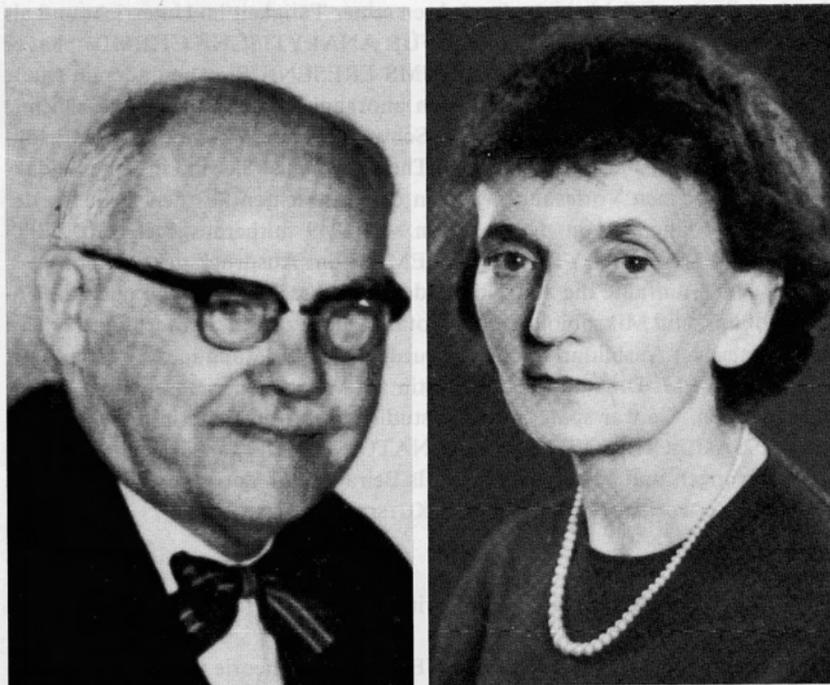


Abb. 3: Links: Dr. habil. ALFRED GEHRING; rechts: Frau EDITH WIENRICH

EDITH WIENRICH verschafften der Abteilung wieder Rang und Ansehen wie in den Vorkriegstagen“ (BIBO, F.-J. 1984).

Im Unterricht übernahm Frau WIENRICH die Leitung des botanischen Praktikums sowie der Nahrungs- und Genußmittel-Mikroskopie. In der Praxis waren bakteriologische und mykologische Untersuchungen, z. B. auf Schimmelpilzbefall von Korken oder Prüfung von Membranfiltern für die Getränkeindustrie auf absolute Keimfreiheit, tägliche Routine. Dazu kamen anspruchsvollere Arbeiten wie Untersuchung der Osmophilie von Bakterien und Pilzen und Studien über die Zuverlässigkeit der Desinfektion von Entkeimungsfiltern.

2.5 Nach der Währungsreform

Die Währungsreform vom 20. Juni 1948 bedeutete für das Chemische Laboratorium einen bedeutsamen Einschnitt. Einerseits konnte der wirtschaftliche Rückschlag, den die plötzliche Beschränkung auf das „Kopfgeld“ von 40 Deut-

sche Mark pro Person bedeutete, nur mit großer Mühe aufgefangen werden. Andererseits kann man aber erst von diesem Zeitpunkt an von seriösen ökonomischen Bedingungen sprechen. Erst jetzt hatte das Geld wieder seine eigentliche Funktion. Die einzige Schwierigkeit bestand darin, genügend Geld zu haben, um die notwendigen Anschaffungen für das Laboratorium tätigen zu können.

Hier ist eine Geschichte zu erzählen, die für die damalige Zeit typisch ist. Wie Mitarbeiter zuverlässig berichteten, hat damals Dr. WILHELM FRESENIUS seine persönlichen 40 DM ausschließlich dazu verwendet, Briefmarken zu kaufen. Mit diesen Briefmarken wurden Rechnungen verschickt, die mit dem neuen Geld zu bezahlen waren. Wie groß der Multiplikationseffekt der 40 DM Porto gegen bezahlte Rechnungen tatsächlich gewesen ist, ist leider nicht mehr festzustellen. Von dem eingehenden Geld mußten zuerst die Gehälter der Mitarbeiter bezahlt werden. Was dann noch übrig war, diente in erster Linie dazu, notwendige Anschaffungen für die analytischen Labors zu machen, wo bis dahin (und auch noch einige Zeit danach) manche Leistungen nur mit behelfsmäßig hergerichteten Geräten und improvisierten Methoden zustandegebracht werden konnten.

An einen Wiederaufbau der zerstörten Häuser Kapellenstraße 13–15 war noch lange nicht zu denken. Mit der Räumung der Trümmer konnte erst ab dem Frühjahr 1949 begonnen werden. Auch hier ging es nicht ohne eine echte „Story“ ab. (Der aufmerksame Leser wird längst gemerkt haben, daß aus den ersten Nachkriegsjahren außer seriösen Fakten häufig über solche kleinen Menschlichkeiten berichtet wird. Sie hatten damals einen viel höheren Stellenwert, als es heute der Fall ist. Deshalb sind sie oft besser in der Erinnerung behalten worden als Zahlen und Fakten, die meistens nur lückenhaft belegt sind. Außerdem zeichnen diese kleinen, aber intensiv „erlebten“ Geschichten von den Ereignissen dieser denkwürdigen Zeit ein viel anschaulicheres Bild als das ausschließliche Aneinanderreihen nüchterner Tatsachen.)

Über die Praxis der Trümmerschuttbeseitigung gibt es folgende Geschichte. Die Lastwagenfahrer, die von der Stadt für das Wegräumen der Trümmer geschickt wurden, hatten den Auftrag, ausschließlich losen Schutt mitzunehmen. Stehende Mauerruinen zu beseitigen, bekamen sie nicht bezahlt. Nun waren aber in der Kapellenstraße bei dem Fliegerangriff beachtliche Reste von Außen- und Zwischenmauern stehengeblieben, die für einen Neubau nicht mehr zu gebrauchen waren. – Was tun? Hilf dir selbst, so hilft dir Gott: Abends, wenn der Schutt vom Tage abgefahren war, machten sich Lehrer und Schüler, wegen der Kittel „weiße Mäuse“ genannt, an die Arbeit. Sie zerschlugen portionsweise immer soviel stehendes Mauerwerk, daß für den folgenden Tag wieder genügend loser Schutt vorhanden war. Den Lastwagenfahrern war das nur recht; sie wurden ja nach Tonnen abgefahrenen Bauschutts bezahlt.

Solche kleinen Tricks waren damals an der Tagesordnung. Sie gehörten zu einer Art Überlebensphilosophie, die allseits praktiziert und toleriert wurde. Damit mag es nun aber genug sein. Am Anfang der fünfziger Jahre war die Normalisierung so weit fortgeschritten, daß man von einem neuen Abschnitt in der Geschichte des CHEMISCHEN LABORATORIUMS FRESENIUS sprechen kann.

Nachzutragen bleibt ein Ereignis, das in der Gegenwart wohl Anlaß für ein eindrucksvolles Fest gewesen wäre, damals aber nur in bescheidenem Rahmen gefeiert werden konnte: das 100jährige Jubiläum des Laboratoriums im Jahre 1948. Es gab einen akademischen Festakt mit Ansprachen und Essen im Kasino der Chemischen Fabrik Kalle in Biebrich. Es war das letzte große Ereignis, an dem der Senior, Prof. DR. REMIGIUS FRESENIUS, noch teilgenommen hat. Abgerundet wurden die Feierlichkeiten durch eine Dampferfahrt auf dem Rhein. Mit ihr wurde eine Tradition begründet, die von da an viele Jahre lang als Betriebsausflug beibehalten und Mitte der siebziger Jahre nur deshalb aufgegeben worden ist, weil die Freizeitvorstellungen der Mitarbeiter seit der Zeit des „Wirtschaftswunders“ andere geworden waren.

3. Die Zeit des Übergangs

3.1 Zeitschrift und Handbuch der Analytischen Chemie

Nach dem Tod von REMIGIUS FRESENIUS, dem letzten Enkel des Gründers, übernahm Dr. WILHELM FRESENIUS 1949 die Leitung des Chemischen Laboratoriums. Schon 1948 konnte nach einer kriegsbedingten Zwangspause von vier Jahren die „ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“ mit Band 128 wiedererscheinen. 60 Bände (129–187) wurden von W. FRESENIUS und A. KURTENACKER gemeinsam herausgegeben. Auch das HANDBUCH DER ANALYTISCHEN CHEMIE, für dessen erste sieben Bände REMIGIUS FRESENIUS in Zusammenarbeit mit dem Greifswalder Professor G. JANDER verantwortlich gezeichnet hatte (FRESENIUS, R. & G. JANDER 1940–48), wurde danach von WILHELM FRESENIUS weitergeführt (FRESENIUS, W. & G. JANDER 1950 ff.).

Seit den Jahren 1948–1951 haben sich die traditionellen Arbeitsgebiete des CHEMISCHEN LABORATORIUMS FRESENIUS, Untersuchungslaboratorium, Unterrichtslaboratorium und Zeitschrift/Handbuch für Analytische Chemie, wieder selbständiger entwickelt, ohne daß die enge Verflechtung untereinander geringer geworden wäre. Der ständige wissenschaftliche Kontakt und tägliche Erfahrungsaustausch zwischen den verschiedenen Abteilungen haben erst in ihrem Miteinander den großen Leistungssprung ermöglicht, der für die folgenden Jahrzehnte kennzeichnend ist.

3.2 Das Unterrichtslaboratorium

Die Vielfalt der wissenschaftlichen und praktischen Arbeit macht es allerdings unmöglich, im Rahmen dieses Berichtes auf alle Aktivitäten in gleichem Maße einzugehen. So muß auf die Darstellung der CHEMIESCHULE FRESENIUS GmbH, heute die offizielle Bezeichnung des ursprünglichen Unterrichtslaboratoriums, verzichtet werden. Sie hat im Rahmen der Neuordnung des Bildungswesens in der Bundesrepublik Deutschland eine Entwicklung durchlaufen, die 1962 zur Verselbständigung (als gemeinnützige GmbH), zur Schaffung neuer Lehrpläne und Berufslaufbahnen und seit 1971 zum Aufbau der staatlich anerkannten privaten FACHHOCHSCHULE FÜR CHEMIE, FACHSCHULE FÜR CHEMIETECHNIK und BERUFSFACHSCHULE FÜR PHARMAZEUTISCH-TECHNISCHE UND CHEMISCH-TECHNISCHE ASSISTENTEN geführt hat. Was jedoch nicht bedeutet, daß durch die zweckorientierte förmliche Trennung die Verbindung zum INSTITUT FRESENIUS seitdem weniger intensiv wäre als in früheren Jahren.

3.3 Das Untersuchungslaboratorium

Bei der Darstellung der Arbeiten des Untersuchungslaboratoriums soll im weiteren Verlauf dieses Berichtes versucht werden, solche Themen in den Vordergrund zu stellen, die zu den traditionellen oder sich im Laufe der Zeit entwickelnden Hauptarbeitsgebieten gehören, allgemein naturkundliche Fragestellungen betreffen oder sich auf spezifisch Wiesbadener Inhalte beziehen.

Die Verbindung zu Handel und Gewerbe im Wiesbadener Raum und zur öffentlichen Gesundheitspflege hat eine lange Tradition. Deutlich wird das in einer Festschrift „DIE ÖFFENTLICHE GESUNDHEITSPFLEGE WIESBADENS“ (Abb. 4) beschrieben, die der Magistrat im Jahre 1908 anlässlich der 33. Versammlung des DEUTSCHEN VEREINS FÜR ÖFFENTLICHE GESUNDHEITSPFLEGE herausgegeben hat (RAHLSON, H. 1908). Dort heißt es, „die Anstalt beschäftigt sich außer Analysen für Private mit chemischen und bakteriologischen Untersuchungen für das Wasserwerk der Stadt Wiesbaden, mit chemischen und bakteriologischen Untersuchungen der Thermalwässer sowie Bach- und Kanalwässer für das Städtische Kanalbauamt“. Sie führt „Weinanalysen für die Kellerkontrolle im Regierungsbezirk Wiesbaden sowie Untersuchungen für die Zoll- und Steuerbehörden“ durch.

Von der Königlichen Polizei-Direktion, Wiesbaden, „sind dem LABORATORIUM FRESENIUS die für die Durchführung des Nahrungsmittelgesetzes erforderlichen chemischen Untersuchungen übertragen. In der Zeit vom 1. April 1907 bis 31. März 1908 wurden auf hygienischem Gebiet im Auftrag der genannten Behörde folgende Untersuchungen ausgeführt: Wasserwerk Wiesbaden: 198

Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege

33. VERSAMMLUNG • WIESBADEN 1908

Die öffentliche Gesundheitspflege Wiesbadens

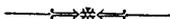
Von der Stadt Wiesbaden dargebotene
Festschrift

IM AUFTRAGE DES MAGISTRATS

herausgegeben von

Dr. H. RAHLSON

Leiter des Statistischen Amtes der Stadt Wiesbaden



WIESBADEN

Verlag von J. F. Bergmann

1908

Abb. 4: Titelblatt der Festschrift „Die öffentliche Gesundheitspflege Wiesbadens“
(s. Text, S. 113)

chemische und 591 bakteriologische Untersuchungen; Städtisches Kanalbauamt: 95 Untersuchungen; Königliche Polizei-Direktion: 160 Milchproben (davon beanstandet 1), 157 Proben von Nahrungs- und Genußmitteln (Fleisch- und Fleischwaren, Butter, Fruchtsäfte etc.)“.

Diese Zitate aus der Festschrift von 1908 zeigen, daß man nach dem 2. Weltkrieg fachlich an alte Traditionen anknüpfen konnte. Die bakteriologisch-mikrobiologischen Untersuchungen, alles was zum Bereich Hygiene und Gesundheitsschutz gehörte, war von Anfang besonders gefragt. Das gilt für die Amerikaner als Besatzungsmacht ebenso wie für die deutschen Behörden. Darauf ist bereits im vorhergehenden Kapitel hingewiesen worden. Voraussetzung war, daß das mikrobiologische Laboratorium so schnell wie möglich wieder seine volle Leistungsfähigkeit erreichte. Mit dem anfangs provisorischen, bald jedoch den qualitativen und quantitativen Anforderungen angepaßten Wiederaufbau der „Bak“, wie die mikrobiologische Abteilung hausintern genannt wurde, sind diese Bedingungen sehr schnell erfüllt worden.

3.4 Zusammenarbeit mit der Mineralwasser- und Getränke-Industrie

Die intensive Zusammenarbeit mit der Getränke-Industrie und den deutschen Mineralbrunnen, die sich parallel zu den behördlichen Aufträgen entwickelte, machte es erforderlich, einen Außendienst aufzubauen, der zuerst regional, später länderübergreifend und bundesweit Probenentnahmen, Untersuchungen vor Ort und sachkundige Beratungen durchführen konnte. Schwierig war dabei vor allem das Problem der Mobilität. Die Zeiten der Kundenbesuche mit dem Fahrrad und des Transports auf Leiterwagen waren vorbei. Man behalf sich mit Eisenbahn, Taxis und Mietwagen, bevor 1949/50 der erste eigene Volkswagen-„Käfer“ angeschafft wurde.

Interessant sind die Fragestellungen, die von Seiten der Auftraggeber an das Laboratorium herangetragen wurden. Sie spiegeln sich deutlich in wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Beiträgen wieder, die anfangs überwiegend in den Fachzeitschriften „MINERALWASSER-ZEITUNG“, „DER NATURBRUNNEN“ und „HEILBAD UND KURORT“ erschienen sind. Die jährlichen Protokolle über die Konstanz des Wiesbadener Kochbrunnens, der Adler- und Schützenhofquelle sowie (in größeren Abständen) des Faulbrunnens wurden in den JAHRBÜCHERN des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE abgedruckt.

Die erste Veröffentlichung, die von Dr. WILHELM FRESENIUS nach dem Krieg erschien, war eine zusammenfassende Darstellung der „Chemischen Untersuchung von Mineralbrunnen“ (FRESENIUS, W. 1949). Sie baut auf Erfahrungen des LABORATORIUMS FRESENIUS auf, die vorher am ausführlichsten im HANDBUCH DER LEBENSMITTEL-CHEMIE, Band 8/2 (FRESENIUS, R., W.

DICK & W. M. HARTMANN 1941) dargestellt wurden. Er geht aus von der Definition der Mineralwässer, wie sie innerhalb der Lebensmittelgesetzgebung durch die Tafelwasserverordnung vom 12. 11. 1934 / 11. 2. 1938 festgelegt wurde. Eigentliche Grundlage waren die „Nauheimer Beschlüsse“, die am 25./26. September 1911 auf der Hauptversammlung des „Vereins der Kurorte und Mineralquellen-Interessenten Deutschlands, Oesterreich-Ungarns und der Schweiz“ in Bad Nauheim festgelegt wurden (FRESENIUS, W. 1960).

3.5 Die Nauheimer Beschlüsse

In den „Nauheimer Beschlüssen“ war in Anlehnung an die Abhandlung des Fresenius-Mitarbeiters L. GRÜNHUT „Was ist ein Mineralwasser?“ (GRÜNHUT, L. 1911) definiert worden: „Unter Mineralwasser (. . .) versteht man Wässer, deren Gehalt an festen gelösten Stoffen mehr als 1 g in 1 kg beträgt oder die sich durch ihren Gehalt an gelöstem Kohlendioxyd oder an gewissen seltener vorkommenden Stoffen von den gewöhnlichen Wässern unterscheiden, und endlich auch solche Wässer, deren Temperatur dauernd höher liegt als 20 °C.“ Auf den im LABORATORIUM FRESENIUS erarbeiteten Grundlagen wurden in den Nauheimer Beschlüssen für 12 weitere Ionen (heute spricht man von wertbestimmenden Einzelbestandteilen), die Alkalität und die Radium-Emanation „Grenzwerte zur Unterscheidung zwischen Mineralwasser und gewöhnlichem Wasser“ festgelegt.

Heilwässer unterscheiden sich von Mineralwässern darin, daß über die Anforderungen an natürliche Mineralwässer hinaus ein Nachweis ihrer klinischen und biologischen Wirksamkeit geführt werden muß (FRESENIUS, W. & K. E. QUENTIN 1959; FRESENIUS, W. 1980). Als Thermalwasser dürfen Wässer bezeichnet werden, deren Temperatur an der Quelle mehr als +20 °C beträgt. Alle diese Definitionen haben selbstverständlich nicht nur akademischen Charakter. Zwischen Fachverbänden und anderen Institutionen wird vielmehr bis in die Gegenwart um jeden Grenzwert hart gerungen. Denn es geht dabei immer auch um bedeutende wirtschaftliche und finanzielle Interessen. Und genau in diesem Bereich einer allgemeinen Akzeptanz solcher Normen einschließlich ihrer gesetzlichen Festschreibung hat das CHEMISCHE LABORATORIUM FRESENIUS als fachlich kompetente neutrale Instanz seinen Platz.

3.6 Wasser- und Mineralwasser-Analytik

3.6.1 Chemische Wasseruntersuchung

Unter diesem Gesichtspunkt ist die zitierte Veröffentlichung von 1949 zu verstehen, in der W. FRESENIUS in Fortschreibung von Überlegungen seines Onkels (FRESENIUS, R. 1939) neben der bestehenden, sehr aufwendigen „großen Mine-

ralwasseranalyse“ und der „kleinen Analyse“, bei der nur die Hauptbestandteile bestimmt werden, für die Schaffung einer „mittleren Analyse“ plädiert. Neben der quantitativen Erfassung der Hauptbestandteile könnten dann die nur in geringen Mengen vorhandenen Nebenbestandteile spektralanalytisch nachgewiesen werden. FRESENIUS konnte dabei auf die langjährigen Erfahrungen des Wiesbadener Laboratoriums mit der Spektralanalyse von Spurenmetallen in Mineralwässern verweisen (s. CZYSZ, W. 1988, S. 92: Spektralanalyse von Mineralwässern).

Die Analytik der freien und im Wasser gelösten Quellgase ist im LABORATORIUM FRESENIUS seit dem Beginn der Mineralwasseranalytik, auch im Zusammenhang mit den Gasen des Wiesbadener Kochbrunnens (HINTZ, E. & L. GRÜNHUT 1910), praktiziert worden. Die Erfahrungen der Nachkriegszeit auf diesem Gebiet sind in den Jahrbüchern „VOM WASSER“ ausführlich dargestellt worden (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1968). Auch das Problem der Reinheit der dem Wasser zuweilen künstlich zugesetzten Kohlensäure und deren manometrische und chemische Bestimmung wurde mehrfach untersucht (FRESENIUS, W. 1951a; FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1960, 1967a, b).

Es würde zu weit führen, die chemische Untersuchung von Mineralwässern als einem Schwerpunkt der Arbeiten des LABORATORIUMS FRESENIUS noch weiter zu verfolgen. Einige Hinweise auf Untersuchungen, die schon in der ersten Veröffentlichung von W. FRESENIUS 1949 „*in nuce*“ angedeutet wurden, mögen kurz erwähnt werden. Etwa die Beobachtung der Schwankungen in der Zusammensetzung natürlicher Mineralwässer. Dieses Thema hat W. FRESENIUS in einer umfassenden Veröffentlichung später wieder aufgenommen und auf der Grundlage neuerer Erkenntnisse ausführlich dargestellt (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1967c).

Das gleiche Thema wurde bereits viele Jahre früher vom Gründer des Laboratoriums im JAHRBUCH DES NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE (FRESENIUS, R. 1894) schon einmal behandelt. Er beschreibt dort den Vergleich derartiger Schwankungen zwischen dem Niederselterser Brunnen (Analysen des Wassers von 1845 und 1863), dem Emser Kränchen 1851 und 1871 und dem Wiesbadener Kochbrunnen 1849 und 1885. Nimmt man als Maß dieser Schwankungen das Maximum und Minimum der Summe der gelösten festen Bestandteile der Mineralwässer, die man durch das Gewicht des Abdampfrückstandes bei 180 °C bestimmt, so ergeben sich für die genannten Zeiträume folgende Relationen: Niederselterser Brunnen 100 : 87,3; Emser Kränchen 100 : 95,9; Wiesbadener Kochbrunnen: 100 : 99,7.

Auf die in diesen Zahlen zum Ausdruck kommende, erstaunliche Konstanz des Wiesbadener Kochbrunnens wurde schon im 1. Teil (CZYSZ, W. 1988, S. 90) hingewiesen. Sie zeigt sich z. B. auch im Vergleich zum Wasser der bekannten Mineralquelle in Fachingen. In der Festschrift „75 Jahre Staatl. Mineralbrunnen Fa-

chingen“ (1980) heißt es dazu, daß 1861 in Fachingen ein Gehalt an gelösten festen Bestandteilen von 4.107 mg/kg ermittelt wurde (FRESENIUS, R. 1864). Dem steht „ein Wert der Originalflaschenabfüllung im Jahre 1978 von 3.306 mg/kg gegenüber“ (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1980). Dieser Wert liegt nach den Begriffsbestimmungen des deutschen Bäderverbandes (1979) noch innerhalb der zulässigen Schwankungsbreite von 20%. Um so erstaunlicher ist demgegenüber der mindestens seit 140 Jahren nahezu unveränderte Salzgehalt der Wiesbadener Thermalquellen, darunter an erster Stelle der Kochbrunnen und die große Adlerquelle.

3.6.2 Enteisung natürlicher Mineralwässer

Als letztes Stichwort für die chemische Untersuchung mag die Enteisung von natürlichen Mineralwässern genannt werden. Zweiwertige Eisen-Ionen sind in vielen deutschen Mineralwässern enthalten (vgl. FRESENIUS, L. 1931). Obwohl unter gesundheitsförderndem Gesichtspunkt wünschenswert, stören sie beim Abfüllen in Flaschen, weil sie bei Luftzutritt zu dreiwertigem Eisenoxidhydrat oxidiert werden, das sich in den Flaschen als bräunliche Trübung niederschlägt. Außerdem verleihen schon 0,3 mg Eisen-Ionen im Liter dem Wasser einen als tintenartig oder moorig empfundenen Geschmack (GEHRING, A. 1955a). Die Enteisung wurde 1911 in den „Nauheimer Beschlüssen“ als erlaubte Manipulation des Mineralwassers festgelegt, aber nur in der Form der Belüftung mit nachfolgender Filterung, weil hierdurch die chemische Zusammensetzung des Wassers am wenigsten beeinträchtigt wird.

Um diesen Vorgang zu optimieren und die Qualität des Wassers nach der Enteisung zu kontrollieren, wurden im LABORATORIUM FRESENIUS zahlreiche Versuche durchgeführt (GEHRING A. 1957a, 1959a; FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1959a), die hier jedoch nicht beschrieben werden können. Hingewiesen sei andererseits auf einen „Versuchsbericht des Institutes Fresenius über die Stabilität von gelöstem zweiwertigem Eisen in Heilwasserabfüllungen“ (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1974a), wo es um „eisenhaltige“ Heilwässer geht, bei denen die Erhaltung des therapeutisch wirksamen Eisen(II) erwünscht ist. Es wird gezeigt, wie man bei Einhalten bestimmter Vorsichtsmaßnahmen während der Förderung, Ableitung und Abfüllung dieser Wässer erreichen kann, daß der Verbraucher bei einem Eisen(II)-Gehalt z. B. von 12,3 mg/kg an der Quelle davon mindestens noch 10 mg gelöstes zweiwertiges Eisen in 1 kg (heute 1 Liter) des in der Flasche abgefüllten Heilwassers erhält.

Von den Wiesbadener Thermalquellen ist in diesem Zusammenhang erwähnenswert, daß deren schwache Trübung nichts anderes ist als eine Suspension von dreiwertigem Eisen, die bei Zutritt von Luftsauerstoff unter gleichzeitiger Druckentlastung aus dem ursprünglich vorhandenen Eisen(II) entsteht. In ange-

reicherter Form ist Eisen(III)-oxid in dem ockerfarbenen Sinter des Kochbrunnens enthalten (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1963). Schon die alten Römer haben ihn zu Kugeln geformt und zum Färben altersgrauer Haare verwendet (MARTIAL, Epigramme 14, 27: „Wenn du die Farbe deiner grau gewordenen Haare verändern willst, nimm mattiakische Kugeln. .“).

Die unter fachlicher Beratung durch das LABORATORIUM FRESENIUS errichtete Speicheranlage im Kaiser-Friedrich-Bad ist in mehrfacher Weise von wirtschaftlicher Bedeutung: Durch die luftfreie Förderung und den Transport unter Stickstoff-Druck wird hochwertiges Thermalwasser im reduzierten Zustand gesammelt. Es kann in dieser Form oder nach Luftzutritt und Enteisenung verwendet werden. In säurebeständig emaillierten Druckleitungen aus Gußeisen transportiert man es bis zu den Rheumakliniken am Bingert und zum Thermal-schwimmbad im Aukammtal (FRESENIUS, W., G. KLEINSCHMIDT & W. SCHNEIDER 1978). Außerdem wird es (seit 1958) in einer Gegenströmanlage zur Heizung des Kaiser-Friedrich-Bades (KLOTZ, E. 1959; FRESENIUS, W. 1961) und im Weberhof/Palast-Hotel (RIEDLE, K. 1983) genutzt. Neuerdings verwendet man bisher ungenutzt abfließendes Thermalwasser auch über Wärmepumpen zur Wärme- und Energiegewinnung im neuen Rathaus (Magistratsbeschluß Nr. 569 vom 3. Juni 1986, S. 29–33).

3.6.3 Mikrobiologische Wasseruntersuchung vor 1945

Gegenüber der chemischen Betrachtungsweise, die bei der anorganischen Wasseranalytik des LABORATORIUMS FRESENIUS im Vordergrund steht, werden in der mikrobiologischen Abteilung diese Wässer auf ihre bakteriologisch einwandfreie Beschaffenheit geprüft. Dieser Untersuchungsbereich hat seine Grundlagen in den bahnbrechenden Arbeiten von LOUIS PASTEUR und ROBERT KOCH. Bereits 1884 wurde im Wiesbadener Chemischen Laboratorium eine hygienisch-bakteriologische Abteilung eingerichtet (CZYSZ, W. 1988, S. 64). Sie hat während der 1885 auftretenden Cholera-Epidemie, besonders in Finthen und Gonsenheim bei Mainz, mit umfangreichen Untersuchungen die erste Bewährungsprobe bestanden (HUEPPE, F. 1886; KOPP, K. 1986, S. 101). 1887 wurde eine bakteriologische Wasseranalyse von FRESENIUS für die Stadt Speyer durchgeführt, deren Niederschrift noch heute im Original vorhanden ist. In Wiesbaden hatte man mit der „Bakteriologischen Untersuchung der wichtigsten Quellen der städtischen Wasserleitung“ (MALAPERT-NEUFVILLE, R. v. 1886) schon 1884 begonnen. Zuerst nur gelegentlich, 1885 „wegen der Typhusepidemie häufiger“; seit 1886 gab es regelmäßige bakteriologische Kontrollen (FRANK, G. 1892).

MALAPERT-NEUFVILLE bezeichnet seine umfangreiche Arbeit im Untertitel als „Beitrag zur bakteriologischen Untersuchung natürlicher Gewässer“. Einleitend

beschreibt er mit einer heute noch gültigen Formulierung die Situation: „Die Thatsache, dass in den meisten natürlichen Gewässern Bakterien angetroffen werden, verbunden mit dem wichtigen Einfluss, welchen nach den neuesten Forschungen gerade diese Mikroorganismen auf sehr viele Vorgänge ausüben – ich erinnere unter Anderem an die Mitwirkung der Bakterien bei anorganischen Vorgängen, Ueberführung von Ammoniak in salpetrige Säure und Salpetersäure, Oxydation von Kohlenstoffverbindungen zu Kohlensäure, Reduction von Sulfaten zu Schwefelwasserstoff, an die von Bakterien veranlassten Hydratationen, Gährungs- und Fäulnisserscheinungen, die Erzeugung von Farbstoffen (Pigmenten) und schließlich an die krankheitserregenden Eigenschaften vieler dieser Mikroorganismen – bedingen die Nothwendigkeit, bei der Untersuchung des Wassers gerade dem bakteriologischen Theil der Untersuchung ein Hauptaugenmerk zuzuwenden.“

„Um eine gründliche Kenntnis in dieser Hinsicht zu erlangen, auch um festzustellen:

- 1) wie weit reine Quellwasser, die ganz sicher gegen den Einfluss von Atmosphären, Tagewasser, Humusbestandtheilen und Abgängen pflanzlicher und thierischer Art geschützt sind, von Bakterien bewohnt werden,
- 2) in welcher Anzahl Bakterien in solchem Wasser vorkommen, welcher Art dieselben sind, und hauptsächlich auch, ob Bakterien, welche als krankheitserregend bekannt sind, in natürlichen Gewässern angetroffen werden, und
- 3) welche Wirkungen die Lebensthätigkeit aus Wasser stammender Bakterien auf Substrate ausübt, um danach ein Urtheil über das Wasser im Hinblick auf gesundheitsmässige Beschaffenheit und sonstige Verwendbarkeit gewinnen zu können,

unternahm ich die Untersuchung mehrerer natürlicher süsser Quellwasser 1. der Quellen, aus welchen die städtische Wasserleitung Wiesbadens gespeist wird, 2. desselben Wassers, nachdem es gemischt und dem Sammelbehälter zugeführt worden ist, 3. desselben Wassers, wie es in der Stadt konsumiert wird.“

Leider kann der Inhalt dieser 50 Seiten umfassenden und für die Anfänge der mikrobiologischen Trinkwasserkontrolle in Wiesbaden wichtigen Arbeit hier nicht weiter verfolgt werden. Das gilt auch für die schon zitierte, zusammenfassende Darstellung von Dr. GEORG FRANK, Nachfolger von Prof. HUEPPE als Leiter des mikrobiologischen Laboratoriums, über die „Resultate der bakteriologischen Untersuchungen des Wiesbadener Quell-Leitungswassers in den Jahren 1886–1891“. Dieser Artikel ist für natur- und heimatkundlich interessierte Leser auch heute noch von Interesse, weil er über die Wasserversorgung und den Wasserverbrauch in Wiesbaden gegen Ende des vorigen Jahrhunderts Auskunft gibt. Darüber hinaus enthält er die wohl älteste gedruckte Beschreibung der Sammelgallerien Pfaffenborn hinter der Fasanerie, im Adamstal und im oberen Nerotal (Alter Weiher/Wilhelmsstollen) sowie des Tiefstollens im Münzberg (s. dazu

auch STENGEL-RUTKOWSKI, W. 1983, KOPP, K. 1986, S. 54–62, RICHTER, M. 1986a).

In einem allgemeineren Sinne hatte E. HINTZ 1897 „Über den augenblicklichen Stand der Beurteilung des Trink- und Nutzwassers“ berichtet. L. GRÜNHUT hat 1914 Vorträge über „Untersuchung und Begutachtung von Wasser und Abwasser“ publiziert. In den folgenden Jahrzehnten gingen diese Aufgaben jedoch mehr und mehr auf staatliche Hygiene-Institute über. Bei FRESENIUS hat man zwar weiter bakteriologische Proben, vor allem im Bereich der Nahrungsmittel und Technischen Produkte, untersucht. Der Schwerpunkt verlagerte sich aber auf die Chemotechniker-Ausbildung im Unterrichtsfach Bakteriologie.

3.6.4 Mikrobiologische Wasseruntersuchung nach 1945

Erst die weitgehende Zerstörung vieler staatlicher Untersuchungsämter nach dem 2. Weltkrieg, darauf wurde schon hingewiesen, führte dazu, daß sowohl die amerikanische Besatzungsmacht als auch die sich neu formierenden deutschen Behörden auf das Leistungspotential des LABORATORIUMS FRESENIUS auf dem Gebiet der chemischen und mikrobiologischen Wasseruntersuchung zurückgriffen. Da an Mineralwasser im Sinne der oben genannten Definition vom bakteriologischen Standpunkt die gleichen Anforderungen zu stellen sind wie an Trinkwasser, ergab sich daraus die Zusammenarbeit mit den Natur- und Mineralbrunnen-Betrieben. Wobei hier als Besonderheit hinzukam, daß die Wässer überwiegend in verschlossenen Behältnissen (Flaschen) in den Verkehr gebracht werden. Damit gelten hier die besonderen Rechtsvorschriften für „abgefüllte Wässer zur gewerbsmäßigen Abgabe an Verbraucher“.

Die Untersuchung der bakteriologischen Beschaffenheit dieser Wässer war Angelegenheit der mikrobiologischen Abteilung des Laboratoriums, die in den ersten 15 Jahren nach dem Kriege unter der Leitung von Dr. habil ALFRED GEHRING stand. In hervorragender Zusammenarbeit mit der Mikrobiologin EDITH WIENRICH wurden in kürzester Zeit die räumlichen und fachlichen Voraussetzungen für die Wiederaufnahme des Untersuchungsbetriebes geschaffen. Daneben war aber auch der mikrobiologische Unterricht der Chemotechniker und Chemotechnikerinnen zu bewältigen.

Die Vielfalt der Fragestellungen und der Einfallsreichtum der erarbeiteten Lösungen läßt sich sehr gut aus den Veröffentlichungen ablesen, die in verschiedenen Fachzeitschriften erschienen sind. Überwiegend sind es praxisbezogene Beiträge, die aus der Zusammenarbeit zwischen Auftraggebern, Mineralbrunnenbetrieben und Fruchtsaft/Limonadenherstellern, und dem LABORATORIUM FRESENIUS hervorgegangen sind.

In einem Tätigkeitsbericht über „30 Jahre Betreuung der Mineralbrunnen-Industrie“ (SCHNEIDER, A. 1984) heißt es: „Nach dem Krieg wurden die alten An-

lagen wieder hergerichtet, um den zunächst bescheiden anmutenden Bedarf der Verbraucher zu decken. Wenn man diese Anlagen heute ansieht, so erscheinen sie fast vorsintflutlich. Die Flaschen wurden in Maschinen mit rotierenden Bürsten innen und außen gereinigt, anschließend ausgespritzt. Der Zitronen- und Orangensirup (Mischung aus gelöstem Zucker mit Zitronenessenz bzw. Grundstoff) wurde über einen sogenannten Saftvorfüller in die Flaschen dosiert und anschließend im Füller, der acht oder zwölf Füllstützen hatte, mit imprägniertem Wasser (CO₂-haltiges Wasser) versetzt. Das Etikettieren erfolgte meistens von Hand. Bei dieser doch recht primitiven Abfülltechnik gab es viele Schwachstellen, die es aufzudecken und zu bereinigen galt.“

3.6.5 Was heißt: Mikrobiologisch-hygienisch einwandfrei?

Grundlage der Qualität eines solchen Produkts war seine mikrobiologisch-hygienisch einwandfreie Beschaffenheit. Um die Aufgabenstellung, „Bestimmung der mikrobiologischen Reinheit“ eines Produktes, zu verstehen, muß man sich klarmachen, daß es dabei unterschiedliche Reinheitsgrade gibt. Den höchsten Grad, die Vernichtung aller Mikroorganismen auf einem Gegenstand oder in einem Wasser, erreicht man durch Erhitzen auf eine Temperatur von 100 °C oder darüber. Man spricht dann von Sterilisation. Sind nur krankheitserregende Keime zu beseitigen, führt im allgemeinen die Desinfektion mit chemischen Mitteln zum Erfolg. Einen analogen Vorgang stellt die Pasteurisierung von Lebensmitteln bei Temperaturen zwischen 60 und 90 °C dar.

Zur Ermittlung des mikrobiologischen Reinheitsgrades von Lebensmitteln und Wasser bedient man sich überwiegend der Bestimmung der Gesamtkeimzahl. Hierbei bringt man eine abgewogene oder abgemessene Menge des Untersuchungsmaterials in einen sterilen Nährboden ein. Das beimpfte Kulturmedium läßt man, meistens in Petrischalen, 1–3 Tage bei einer bestimmten Temperatur (z. B. 37 °C) stehen. Aus der Anzahl der entstandenen Mikrobenkolonien ergibt sich die Gesamtkeimzahl je Gramm oder Milliliter der untersuchten Probe. Absolute Standardkeimzahlen gibt es nicht. Die von einzelnen Staaten für bestimmte Produkte festgelegten Grenzwerte werden zur Zeit durch Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bzw. Verordnungen der Europäischen Gemeinschaft (EG-Normen) ersetzt. An der Ausarbeitung dieser Richtlinien sind die Mikrobiologen des LABORATORIUMS FRESENIUS wesentlich beteiligt.

In ersten grundlegenden Darstellungen nach dem Krieg berichtet W. FRESENIUS über „Hygienisch-bakteriologisch einwandfreie Erzeugnisse“ (FRESENIUS, W. 1950, 1951b). Es handelt sich dabei um im Handel befindliche Mineralwässer und daraus hergestellte Limonaden. Anfangs wurden in einer Reihe von Geschäften von allen zum Verkauf stehenden Wässersorten Proben entnommen und „in üblicher Weise auf Keimzahl (Gelatine- und Agar-Platten) und *Bacterium*

coli (nach seinem ersten Beschreiber Escherich *Escherichia coli* genannt, der häufigste Vertreter der menschlichen und tierischen Darmflora) untersucht“. Die Ergebnisse dieser Stichprobenanalysen (24 verschiedene Mineralwässer, Tafelwässer und Limonaden) waren „außerordentlich günstig“, d. h. 11 Proben ohne Keime, 24 Proben ohne *B. coli*. In der ein Jahr später wiederholten Untersuchung von 130 Proben wurde *B. coli* wiederum in keinem einzigen Fall nachgewiesen.

In diesen Arbeiten sind deutlich die Probleme der ersten Nachkriegsjahre zu erkennen. Damals gehörten einwandfreie hygienische Verhältnisse noch nicht zu den Selbstverständlichkeiten. Man ging an Nahrungsmittelerzeugnisse (abgefüllte Wässer gehören in diese Kategorie) mit einer spürbar skeptischen Einstellung heran. Gleichzeitig wird die „pionierzeitliche“ Art dieser ersten Auftragsbeschaffung deutlich: Zuerst war es nicht der Hersteller, der zum Laboratorium kam (er hatte andere Sorgen); das Laboratorium kaufte vielmehr auf eigene Rechnung im Handel angebotene Wässer und Limonaden, analysierte sie und versuchte, sich über persönliche Kontakte zu den Brunnenbetrieben und die Publikation der Untersuchungsergebnisse in den Verbands-Fachzeitschriften „Mineralwasser-Zeitung“ und „Der Naturbrunnen“ einen Markt zu schaffen.

3.7 Praxis der Mineralbrunnen-Beratung

Der Erfolg gab diesen Bemühungen recht. Und das in doppelter Hinsicht. In der Zusammenarbeit mit den Verbänden, zu der das traditionelle Ansehen bei den für die Festsetzung und Kontrolle der gesetzlichen Normen zuständigen Behörden hinzukam, entwickelten sich Erfahrungen und fachliche Kompetenz, die dem LABORATORIUM FRESENIUS eine führende Stellung unter den Beratern der deutschen Mineralbrunnenindustrie verschafften. Das führte zu einer Vielzahl von Aufträgen einer freiwilligen Qualitätskontrolle der Brunnenbetriebe (FRESENIUS, W. 1951c), für die mit der Zeit die auf dem Etikett gedruckte Fresenius-Analyse zu einem Gütesiegel wurde.

In der Zeit des „Wirtschaftswunders“, als die Ansprüche stiegen, aber auch die technischen Möglichkeiten bei der Produktion der Wässer und Limonaden zunahmen, änderte sich deutlich die Art der Aufträge und damit die Thematik der Veröffentlichungen, von denen einige kurz erwähnt werden sollen. 1952 erschien eine Arbeit über „Die Haltbarkeit der Limonaden und Tafelwässer unter besonderer Berücksichtigung der Silberung“ (FRESENIUS, W. & A. GEHRING 1952). Ausgangspunkt ist die z. T. erhebliche Lagerungsdauer von Limonaden und Tafelwässern, sei es beim Hersteller oder beim Verbraucher; ein Problem, das sich bei der Knappheit des Angebots in den ersten Nachkriegsjahren weniger häufig stellte als in der nun folgenden Periode der Überfluswirtschaft.

Die oligodynamische Wirksamkeit des Silbers beruht auf der keimtötenden Eigenschaft kleinster Mengen von Silberionen in Flüssigkeiten. Sie ist im wesentli-

chen auf die Anwendung in Trink- und Brauchwasser beschränkt geblieben oder, und hierauf bezieht sich die Arbeit aus dem LABORATORIUM FRESENIUS, auf abgefüllte Tafelwässer und Limonaden, die mit gesilbertem Quellwasser hergestellt wurden. Die Ergebnisse von Lagerungsversuchen (2–30 Tage) zeigen, daß die Art der vorhandenen Keime für die nach der Silberung beobachtete Keimzahl sehr entscheidend sein kann. Auch die chemische Zusammensetzung der Wässer spielt dabei eine Rolle. Zwar wird die keimtötende Wirkung der Silberung bestätigt. Sie hängt jedoch von einigen nicht immer kontrollierbaren Voraussetzungen ab. Man kann sie deshalb, so die Folgerungen aus den Versuchen des Laboratoriums Fresenius, nur sehr bedingt für die Verlängerung der Haltbarkeit von Limonaden einsetzen.

Eine besondere Schwachstelle der abgefüllten Wasser- und Limonadenflaschen stellen die Flaschenverschlüsse dar (GEHRING, A. 1955b, 1957b), bei denen es zum Eindringen und Einnisten von Keimen kommen kann. Das gleiche Problem stellt sich bei der Filterung und Reinigung der Filter in Mineralwasserbetrieben (GEHRING, A. 1956a). Etwas anders gelagert, aber nicht unwichtig ist die strenge Einhaltung ganz bestimmter Qualitätsanforderungen der in Mineralwasserbetrieben verwendeten Kohlensäure. Auch diese Untersuchungen haben das Laboratorium viele Jahre lang beschäftigt (FRESENIUS, W. 1951a; FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1960).

Alle diese Aufgabenstellungen, zu denen noch Fragen der chemisch-bakteriologischen Kontrolle von betriebseigenen Brunnen (GEHRING, A. 1955c, 1957c), des Wassers in den Leitungen der Betriebe (GEHRING, A. 1956b) und der mikrobiologisch kontrollierten Herstellung von Zuckersirup für Limonaden (GEHRING, A. 1956c) und andere (GEHRING, A. 1958 a–e, 1959 b–e) hinzukommen, geben einen Eindruck von der Vielseitigkeit der Arbeit, die unter der Leitung des 1962 in den Ruhestand verabschiedeten, 1972 verstorbenen Dr. phil. habil. ALFRED GEHRING geleistet worden ist (wobei die bakteriologische Lebensmitteluntersuchung im engeren Sinn noch nicht einmal erörtert wurde). In seinen letzten Veröffentlichungen „Über die Haltbarkeit von Fruchtsaftgetränken“, „Ursachen des Verderbs von alkoholfreien Süßgetränken“ und „Über die Herstellung hygienisch einwandfreier und haltbarer Tafelwässer, Fruchtsaftgetränke und Limonaden“ (GEHRING, A. 1961a,b, 1962) hat er noch einmal seine langjährigen Erfahrungen zusammengefaßt.

3.8 Das chemisch-technische Untersuchungslaboratorium

Der Bericht über die Arbeit der mikrobiologischen Abteilung des CHEMISCHEN LABORATORIUMS FRESENIUS ist nun schon in den sechziger Jahren angelangt. Es fehlt noch die Beschreibung der Analytik des Anorganischen

Labors, das in jener „Dinosaurier-Periode“ der frühen Nachkriegsjahre mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte. Dazu gehörten die Raumnot ebenso wie der Mangel an Analysengeräten, die, soweit sie den Krieg überdauert hatten, nun doch schon in die Jahre gekommen waren. Sie bedurften dringend einer Ergänzung durch neue Instrumente und Apparaturen, die dem Standard der außerhalb Deutschlands und besonders in den USA während des Krieges fortgeschrittenen Entwicklung der Analytischen Chemie entsprachen. Letzteres war auch deshalb zwingend, weil die Amerikaner in Deutschland in den verschiedensten Bereichen zwar Bedarf an Analysen hatten, diese jedoch nach den US-Normen durchgeführt haben wollten.

Unter den Männern der ersten Jahre, die mit viel Einfallsreichtum und Improvisationskunst, aber immer auf der Grundlage sorgfältigster chemischer Analytik den Betrieb der anorganisch-analytischen Abteilung (der sogenannten „Erzstation“) am Leben erhielten, sind in erster Linie Dr. A. EICHLER und Dr. F. MEYER-WILDHAGEN zu nennen. Dr. ARMIN EICHLER war seit April 1941 bei FRESENIUS tätig. Dr. MEYER-WILDHAGEN kam vom Deutschen Patentamt München und ist nach einigen Jahren wieder dorthin zurückgegangen. Während der schwierigsten Zeit haben sie dafür gesorgt, daß alles, was an anorganisch und technisch-analytischen Aufträgen hereinkam, mit wissenschaftlich gesicherten Methoden bearbeitet und untersucht wurde.

„Wie gerufen“, erschien 1948 mit OSKAR SAUTER ein Helfer in der Kapellenstraße, der, ganz ein Produkt jener unorthodoxen Jahre, eine erzählenswerte Karriere durchlaufen hat. Nach dem Abitur hatte er angefangen, Chemie zu studieren. Dann wurde er zur Wehrmacht einbezogen. Durch Verwundung frontuntauglich geworden, hat er bei einer pharmazeutischen Versorgungseinheit der Wehrmacht seine chemischen Grundkenntnisse genutzt und vervollständigt. Bei FRESENIUS fing er als Hilfsarbeiter (Laborwerker) an. Er konnte aber, mit Einverständnis der Leitung des Laboratoriums, neben seiner Tätigkeit in der Kapellenstraße sein Chemiestudium als Externer an der Universität Freiburg fortsetzen und abschließen und sogar noch den Doktorgrad erwerben. Auf diese Weise erhielt das LABORATORIUM FRESENIUS einen wissenschaftlichen Mitarbeiter mit solider praktischer Erfahrung, eine Kombination, die in jenen Jahren besonders gefragt war.

Die Arbeiten, die damals im chemisch-technischen Laboratorium anfielen, waren anfangs zu einem beträchtlichen Teil Aufträge der US-Army. Zu untersuchen waren Schiffsbodenlacke, Frostschutzmittel für Autokühler und hydraulische Bremsflüssigkeiten, Separatorfolien für Bleiakkumulatoren und ähnliche Stoffe, die bei einer technisch hervorragend ausgerüsteten, vollmotorisierten Truppe in hohem Maße verwendet wurden. Chromat und Arsen wurden in Holzschutzmitteln bestimmt. Schrott und Metallteile von Flugzeugen wurden ebenfalls analysiert (Alu-Legierungen).

Kurz gesagt, es gehörte schon sehr viel Flexibilität und Findigkeit dazu, mit den begrenzten Mitteln des Nachkriegslaboratoriums den Vorschriften der „US Army/Navy Specification“ gerecht zu werden, deren Erfüllung Voraussetzung für die Abnahme der Analysen (und deren Bezahlung) und für neue Aufträge war. Bei diesen Arbeiten, bei denen gelegentlich auch improvisiert werden mußte, ohne daß dadurch die Richtigkeit der Analyse beeinträchtigt werden durfte, hat sich neben Dr. SAUTER vor allem GERHARD JUST ausgezeichnet. Kaum aus der Kriegsgefangenschaft zurück, hat er in einem der ersten Semester sein Chemotechniker-Examen abgelegt. Er hat sich bei diesen schwierigen Analysen durch eine besondere Begabung für unkonventionelle Problemlösungen ausgezeichnet. Sein Einfallsreichtum in der chemischen Analytik hat sich auch in den folgenden dreißig Jahren immer wieder neu bewährt.

Gelegentlich wurde die Bezahlung der Analysen für die Amerikaner durch Care-Pakete aufgestockt. Sie sind, das mag abschließend für jene Zeit und als anekdotischer Farbtupfer noch erzählt werden, wenn sonst niemand verfügbar war, von Dr. WILHELM FRESENIUS, heute Professor und Ehrenbürger der Stadt Wiesbaden, persönlich im Handkarren von der Ausgabestelle in der Gabelsbergerstraße abgeholt worden.

4. Die sechziger Jahre

4.1 Ausbau einer modernen Analytik

Voraussetzung für den Ausbau einer modernen Analytik war der Wiederaufbau der im Februar 1945 zerstörten Gebäude. Das Haus Kapellenstraße 13 war 1952 wieder aufgebaut. Im Neubau Kapellenstraße 15, der erst Anfang der sechziger Jahre bezogen werden konnte, ist neben Bibliothek und Redaktion der ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE und mehreren Labors für das Unterrichtslaboratorium/Chemieschule auch ein radiochemisches Laboratorium eingerichtet worden. Hier wurden in den folgenden Jahren radiochemische Kurse nach den Richtlinien der Europäischen Atomenergie-Kommission durchgeführt. Die oberirdischen Atombombenversuche der Großmächte waren in vollem Gange, in Deutschland setzte man große Hoffnungen auf den Einstieg in die Atomenergie und Kernreaktorchemie. So war der Bedarf für eine radiochemische Ausbildung vorhanden. Daß die Möglichkeiten des radiochemischen Labors viele Jahre später, nach der Atomkatastrophe von Tschernobyl, besonders gefragt waren, sei hier nur kurz erwähnt.

Anfang der sechziger Jahre war die Zeit der Improvisationen endgültig vorbei. An die Stelle der herkömmlichen, konventionellen Analytik traten neue Verfahren, die im allgemeinen einen gegenüber den bisherigen Methoden erheblich grö-

ßeren instrumentellen Aufwand erfordern. Unter herkömmlicher Analytik in diesem Sinne versteht der Analytiker den qualitativen Nachweis und die Identifizierung einer Substanz auf Grund bestimmter Stoffeigenschaften durch z. B. gewichtsanalytische (gravimetrische) Bestimmung der Masse (Menge) einer Substanz in einer Probe (Wägung) oder, wenn die Substanz als Lösung vorliegt, deren volumetrische Titration. Als konventionell kann man auch noch einfache elektrometrische Verfahren wie Messung von Spannung(sänderungen) und der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit einer Substanz in Lösung bezeichnen.

Instrumentelle Analysemethoden, die auch schon vor dem Krieg und in den ersten Nachkriegsjahren breitere Anwendung gefunden haben, sind die schon mehrfach genannte Spektrographie/Spektrometrie (s. CZYSZ, W. 1988, S. 92), wobei man von „graphie“ spricht, wenn die Intensität der emittierten Spektrallinien auf einer photographischen Platte ausgewertet wird, von „metrie“, wenn man sie lichtelektrisch bestimmt. Und es gehört die Absorptions-Spektralphotometrie hierher, bei der anstelle der Emission von Lichtstrahlen deren Absorption, also der Verlust an Lichtintensität beim Durchgang der Strahlung durch eine Lösung gemessen wird.

Beide Methoden beruhen auf der Messung elektromagnetischer Strahlung. Auch die meisten neueren instrumentellen Methoden messen die von elektromagnetischen Schwingungen ausgehende (Licht)Strahlung oder deren Absorption. Es sind keine absoluten Methoden, denn man erhält erst auf indirektem Wege durch Eichen mit bekannten Mengen der zu analysierenden Substanz deren Konzentration in der unbekannt Probe. Dabei werden immer raffiniertere physikalische und elektronische Effekte ausgenutzt, um höhere Empfindlichkeiten und niedrigere Nachweisgrenzen für die zu bestimmenden Substanzen zu erreichen.

Die Anstöße zur Aufnahme dieser Entwicklung im CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS kamen eigentlich stets von außen. Der wirtschaftliche Fortschritt und der wachsende technische Standard in der Bundesrepublik Deutschland führten dazu, daß von Seiten der Auftraggeber immer höhere Ansprüche an die Analytik des Laboratoriums gestellt wurden. Die Fragen wurden komplizierter, die Antworten erforderten umfangreichere Untersuchungen, die nur mit modernsten Geräten und Methoden durchzuführen waren. Dies war zugleich eine Herausforderung an die wissenschaftliche und technische Kompetenz der Mitarbeiter, der man sich zu stellen hatte, nicht anders, als es im 19. Jahrhundert bei anderen Fragestellungen gewesen war.

In dem nun folgenden kurzen Überblick über die etwa seit 1960 bis heute im Chemischen Laboratorium Fresenius (seit 1972 INSTITUT FRESENIUS – CHEMISCHE UND BIOLOGISCHE LABORATORIEN GMBH) entwickelten und praktizierten Analyseverfahren sollen keine methodischen Einzelheiten beschrieben werden. Sie müssen aber in knapper Form skizziert werden, weil sie

einen wesentlichen Bestandteil der Arbeit und damit auch der Geschichte des Laboratoriums ausmachen, die nur so verständlich wird.

Diese Zeit ist in ganz besonderem Maße mit der Arbeit eines Mitarbeiters des Laboratoriums verbunden: WILHELM SCHNEIDER, der, als Offizier aus dem Krieg zurückgekehrt, sich mit größtem Eifer in seine Ausbildung zunächst als Chemotechniker vertiefte. Schon sehr bald hat er dann in enger Zusammenarbeit mit Dr. WILHELM FRESENIUS, von dem er für seine fortschrittlichen methodischen Ansätze jede nur denkbare Unterstützung erhielt, die moderne Analytik bei FRESENIUS energisch vorangetrieben (Abb. 5).

Hierzu gehören in erster Linie chromatographische und atomspektrometrische Methoden, die bis auf den heutigen Tag das Rückgrat der Wasser-, Umwelt- und Spurenanalytik des INSTITUTES FRESENIUS bilden. Bei den oben als „herkömmlich“ bezeichneten Methoden sind Konzentrationsbestimmungen im Bereich Gramm/Kilogramm (g/kg) und Milligramm/Kilogramm (mg/kg) das übliche. Die etwa ab 1960 eingesetzten chromatographischen und atomspektrometrischen Methoden erlaubten das Vordringen in die Dimension Mikrogramm/Kilogramm ($\mu\text{g}/\text{kg}$) bzw., setzt man an die Stelle der Bezugsgröße Kilogramm das Gramm (geringere Problemengen), Nanogramm/Gramm (ng/g) oder 1×10^{-9} bzw. 0,000 000 001 g/g (parts per billion = ppb).

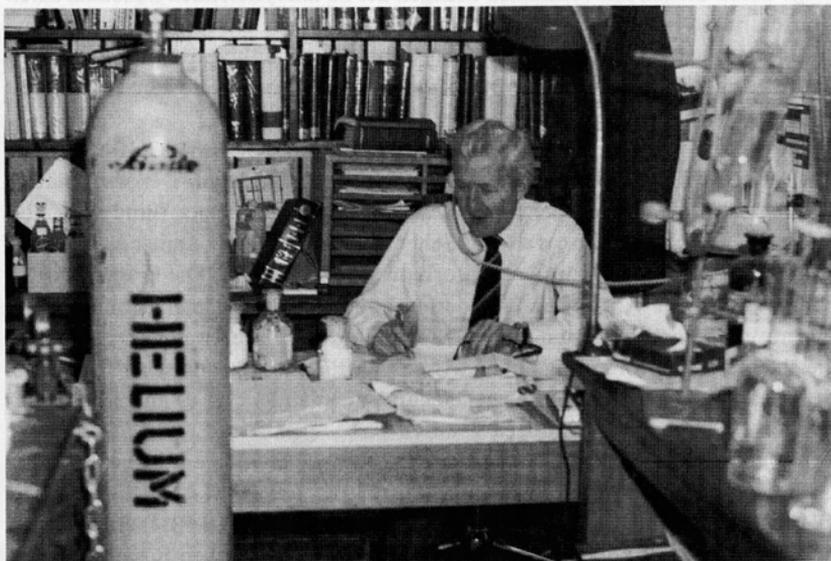


Abb. 5: Laboratoriumsleiter WILHELM SCHNEIDER (Photo 1973)

4.2 Chromatographische Verfahren

Grundlage der Chromatographie, die in der Form von Papier-, Dünnschicht-, Säulen-(Flüssigkeits-) und Gas-Chromatographie Verwendung findet, ist ein ganz einfacher Vorgang, den jeder Laie sich leicht veranschaulichen kann. Es handelt sich um Adsorptions- und Kapillarkräfte, die z. B. bei der Ausbreitung eines Tinten- oder Farblösungsflecks auf gewöhnlichem Löschpapier (oder auch auf einer Tischdecke) sichtbar werden. Substanzen, deren Moleküle sich mit den Cellulosefasern des Löschpapiers mehr oder weniger stark assoziieren, wandern auf dem Papier aus der Mitte des Flecks langsamer oder schneller nach außen. Diese Stoffeigenschaften bewirken einen Trenneffekt, der, vereinfacht gesagt, die Basis aller chromatographischen Verfahren darstellt.

Im LABORATORIUM/INSTITUT FRESENIUS boten sich für die Lebensmittel- und Naturstoffanalytik zunächst einmal die papier- und dünn-schicht-chromatographische Analyse an. Diese Entwicklung wurde unter der Leitung von Dr. REMIGIUS E. FRESENIUS, Urenkel des Gründers, der seit 1961 nach abgeschlossenem Studium in das Laboratorium eingetreten war, in Gang gesetzt. Später kamen Säulen- und Gas-Chromatographie hinzu. Neben der Lebensmittelanalytik wurden diese beiden vielseitig anwendbaren Techniken für die allmählich immer stärker in den Vordergrund tretenden Umweltanalysen eingesetzt. Ganz besonders gilt das für die Gas-Chromatographie. Sie ist eine Methode zur Trennung von komplexen Stoffgemischen. Flüssige und feste Stoffe müssen jedoch so gearartet sein, daß man sie in einen gasförmigen Zustand überführen kann.

In der Gas-Chromatographie tritt an die Stelle des Papiers bzw. der Dünnschichten eine Säule von 1–6 m Länge und 2–4 mm innerem Durchmesser aus rostfreiem Stahl oder Glas, deren Innenraum mit geeigneten Sorptionsmitteln gefüllt ist (gepackte Säulen). Daneben gibt es die sogenannten Kapillarsäulen, die bis zu 50 m lang sind (bei einem Innendurchmesser von 0,3 mm). An den Sorptionsmitteln der gepackten Säulen (und an der Innenwand der leeren oder an der Innenwand mit einem dünnen Film einer die Trennung unterstützenden Flüssigkeit benetzten Kapillarsäulen) werden ähnliche Adsorptions- und Kapillarkräfte wirksam wie in der Papier- und Dünnschicht-Chromatographie (Abb. 6).

Getrennt werden Gemische von Molekülen von unterschiedlicher Größe und mit unterschiedlichen Stoffeigenschaften. Sie tauchen im Strom eines chemisch inerten Trägergases (im allgemeinen ein Edelgas oder Stickstoff), sortiert nach Größe oder anderen spezifischen Eigenschaften, zeitlich getrennt am Ende der Säule auf und werden dort durch geeignete Detektoren als „Peaks“ (Spitzen) erfaßt und auf Schreiberpapier als „Chromatogramm“ sichtbar gemacht.

Wegen ihrer Länge sind die „Säulen“ spiralig aufgerollt. Sie können auf diese Weise besser im Gehäuse des Gaschromatographen untergebracht werden. Das

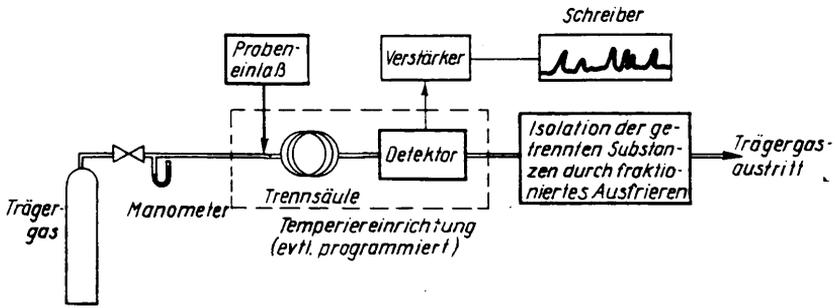


Abb. 6: Schemaskizze eines Gaschromatographen mit Probeneinlaß, Säule, Detektor und Schreiber

Gehäuse ist heizbar. Dadurch lassen sich die Trennbedingungen durch unterschiedliche Temperaturen (von der Raumtemperatur bis über 250 °C) zusätzlich variieren. Eine weitere Variationsmöglichkeit besteht in unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten des Trägergases. Diese technischen Kniffe, die damit noch nicht vollständig aufgezählt sind, dienen dazu, die Leistungsfähigkeit gaschromatographischer Trennungen zu erhöhen.

4.3 Atomabsorptions-Spektrometrie

Die zweite absolute Neuerung, die die Analytik, auch im LABORATORIUM FRESSENIUS, revolutioniert hat, ist die Atomabsorptions-Spektrometrie (AAS). Während in der Spektralphotometrie monochromatische Lichtstrahlen (einer bestimmten Wellenlänge) beim geradlinigen Durchtritt durch eine gefärbte Lösung von Salzen, Säuren oder anderen Verbindungen absorbiert werden (wobei der Strahlungsverlust der Konzentration des gelösten Stoffes proportional ist), wird bei der AAS der Intensitätsverlust atomarer Strahlung beim Durchtritt durch ein Medium, in dem Atome desselben Elementes enthalten sind, registriert und daraus die Konzentration der Atomspezies bestimmt (Abb. 7).

Grundlage ist das KIRCHHOFFSche Strahlungsgesetz, nach dem freie Atome eines Elementes, die sich im Grundzustand befinden, beim Übergang in den ersten angeregten Zustand Lichtenergie derselben Wellenlänge absorbieren, die sie bei der Rückkehr in den Grundzustand selbst ausstrahlen. Die freien Atome müssen für den Meßvorgang durch Energiezufuhr erzeugt werden. Geschieht das in einer Gasflamme, spricht man von Flammen-AAS, werden die freien Atome in einem hochoberhitzten Graphitofen erzeugt, nennt man die Variante Graphitofen-AAS. Das leicht verdampfbare Quecksilber wird mit der sogenannten Kaltdampftechnik erfaßt.

Damit soll es genug sein. Der Leser sollte nur einen Eindruck davon erhalten, welche neue analytische Methodik sich in den Jahren 1960–1980 und danach im LABORATORIUM/INSTITUT FRESENIUS entwickelt hat. Selbstverständlich werden auch noch andere Methoden eingesetzt, z. B. Flammenphotometrie, UV- und IR-Spektroskopie, NMR- (kernmagnetische Resonanz)-, Röntgenfluoreszenz- und Massenspektrometrie sowie elektroanalytische Methoden (Polarographie, Voltammetrie, Coulometrie). Neuerdings setzt sich die Atomemissions-Spektrometrie mit Anregung im induktiv gekoppelten Plasma, kurz ICP-AES, als sehr wirtschaftlich arbeitende Multielement-Methode durch. Gegenwärtig werden etwa zwei Drittel aller chemischen Analysen mit einer chromatographischen oder atomspektrometrischen Methode durchgeführt, wobei unter den chromatographischen Methoden die sogenannte Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC = High-Pressure Liquid Chromatography) neben der Gas-Chromatographie mehr und mehr an Bedeutung gewinnt.

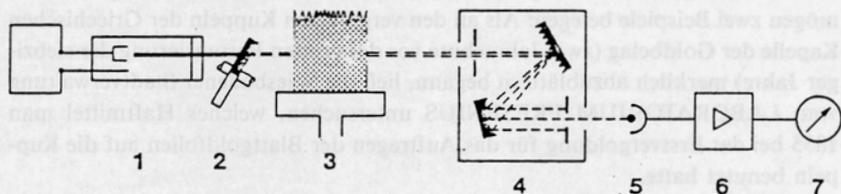


Abb. 7: Atomabsorptions-Spektrometer: oben: Schemaskizze: 1 Lichtquelle (Hohlkathodenlampe); 2 Blende; 3 Flamme; 4 Monochromator; 5 Detektor; 6 Verstärker; 7 Anzeige. Unten: Photo eines Gerätes

4.4 Analysen-Alltag

Man kann die sechziger Jahre, in denen die skizzierten Analysenmethoden sich durchgesetzt haben, als Jahre des Lernens, des Aneignens und der immer besseren Beherrschung dieser neuen Untersuchungstechniken bezeichnen. Nicht, daß instrumentelle Methodenforschung als solche eine besondere Rolle gespielt hätte. Für „freie Forschung“ fehlte es meistens an den notwendigen Mitteln. Zur Erledigung der immer komplexeren Kundenaufträge war jedoch die sichere und zuverlässige Beherrschung der Methodik eine unverzichtbare Voraussetzung.

4.4.1 Griechische Kapelle und Erbenheimer Warte

Daß neben den Bemühungen, mit der rasanten Entwicklung der hochspezialisierten Instrumentenanalytik Schritt zu halten, nach wie vor auch „handfeste“ kleinere oder größere Aufträge mit konventionellen Mitteln zu erledigen waren, mögen zwei Beispiele belegen: Als an den vergoldeten Kuppeln der Griechischen Kapelle der Goldbelag (zwei Jahrzehnte vor der großen Restaurierung der siebziger Jahre) merklich abzublättern begann, ließ die Wiesbadener Stadtverwaltung vom LABORATORIUM FRESENIUS untersuchen, welches Haftmittel man 1855 bei der Erstvergoldung für das Auftragen der Blattgoldfolien auf die Kuppeln benutzt hatte.

Für derartige Untersuchungen gibt es verständlicherweise keine Standardverfahren. Das Problem wurde aber ebenso gelöst wie ein ähnliches, das beim Neuperputz der im 15. Jahrhundert errichteten Erbenheimer Warte auftrat. Hier stellte sich die Frage nach dem Binder, den man im Mittelalter für den Kalkanstrich verwendet hatte und dem man bei der Wiederherstellung möglichst nahekommen wollte. Daß es ein Eiweißstoff war, ließ sich chemisch-analytisch feststellen – und war auch aus der handwerklichen Überlieferung bekannt. Wahrscheinlich war es Milchquark („Schmierkäs“, wie der mit der Untersuchung befaßte Chemotechniker in einem unorthodoxen Parallelversuch sehr schnell herausgefunden hat).

4.4.2 Schiedsanalysen

Eine große Bedeutung hatten damals auch Schiedsanalysen aus dem Bereich der Eisen- und Stahlindustrie. Überwiegend waren es Analysen von Eisenerzen aus Kiruna/Schweden und Brasilien, Braunstein aus Marokko oder Nickel-Matte aus Finnland, deren Kaufpreis zwischen Lieferanten und Käufer auf der Grundlage einer neutralen Schiedsinstanz, also der Analyse des LABORATORIUMS FRESENIUS, vertraglich vereinbart wurde. Der Preis war abhängig z. B. vom Eisen-, Mangan-, Chrom- oder Nickelgehalt des betreffenden Erzes. Dabei han-

delte es sich zuweilen um mehrere Tausend oder Zehntausend Tonnen Erz, die in Schiffen verladen waren. Die Probenahme wurde vor Ort von den Probenehmern des Laboratoriums nach einem genau festgelegten Verfahren durchgeführt. Das war, um es realistisch auszudrücken, eine Knochenarbeit, die hohen physischen Einsatz, große Sachkenntnis und viel Geschicklichkeit erforderte.

4.5 Fortschritte der Wasseranalyse

Die Bestimmung von Elementen in Wässern schuf, wie schon in früheren Jahren, auch hier wieder den Einstieg in die neuen instrumentellen Techniken. Bei der spektralphotometrischen Bestimmung von Arsen in Mineralwässern (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1964) und der Bestimmung von Eisen(II) und Gesamteisen, ebenfalls in Mineralwässern (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1965a), handelt es sich zwar „nur“ um Verbesserungen bekannter Methoden. Doch ist die Adaption an die Mineralwasseranalysen immer eine eigenständige Leistung, weil es hier in erster Linie auf die Ausschaltung von Störungen durch zahlreiche begleitende Anionen und Kationen ankommt. So lag die Schwierigkeit der Arsenanalyse darin, daß die anderen Inhaltsstoffe in einem mehr als 10⁶fachen Überschuß vorkommen, während die Arsenmengen sich zwischen wenigen Mikrogrammen bis Milligrammen im Liter bewegen.

Gegenüber der nach den Deutschen Einheitsverfahren bis dahin gebräuchlichen gewichtsanalytischen Bestimmung der Kieselsäure SiO₂ in Wasser und Mineralwasser, über die schon von 1932 eine Arbeit aus dem CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS vorliegt (FRESENIUS, L. 1932), bedeutete das von W. SCHNEIDER ausgearbeitete spektralphotometrische Verfahren einen großen methodischen Fortschritt (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1965b). Es ist bis heute „Stand der Technik“ und nicht durch ein besseres Verfahren für Routinebestimmungen ersetzt. Es kann nach vorhergehendem Aufschluß auch zur SiO₂-Bestimmung in Schwerspat, Chromerz, Bauxit und Eisenerz verwendet werden.

Die Magnesiumbestimmung in Mineralwässern hat ihre jedem Analytiker bekannten Tücken. Deshalb wurde versucht, dieses Element „mit der Methode der Atomabsorption“ (FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER & K. MACHNER 1966) zu erfassen. Daß solche Arbeiten oft große Versuchsreihen erfordern und auch nicht immer auf Anhub zu den gewünschten Erfolgen führen, zeigt gerade diese Arbeit. In ihr heißt es: „Etwa 50% der Meßwerte liegen (zwar) in brauchbarer Übereinstimmung mit den gravimetrischen bzw. komplexometrischen Werten. (...) Hohe Gehalte an Sulfat-, Nitrat- und Phosphat-Ionen wirken sich jedoch störend aus. Das Verfahren kann deshalb (...) nur bedingt als geeignet bezeichnet werden.“

Standardmethode blieb nach wie vor das gewichtsanalytische Verfahren, das zwar zuverlässig war, aber methodisch inzwischen als „steinzeitlich“ galt. Ähnlich war es beim Calcium, das praktisch überall zusammen mit Magnesium vorkommt und zu bestimmen ist. Um hier einen Fortschritt zu erzielen, wurde in Zusammenarbeit mit Dr. THIELICKE, Chemiker im Hessischen Landesamt für Bodenforschung in Wiesbaden, ein „Komplexometrisches (chelatometrisches) Verfahren zur Bestimmung von Calcium und Magnesium mit elektrometrischer Indikation in Wässern“ ausgearbeitet, das an etwa 100 vergleichenden Mineral- und Heilwasseranalysen erprobt wurde (FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER & G. THIELICKE 1974). Mit einer im LABORATORIUM FRESENIUS entwickelten röntgenfluoreszenzspektrometrischen Methode gelang es, Bariumgehalte noch bis zu 0,01 mg/kg und Thalliumspuren bis 0,005 mg/kg in 1 Liter Mineral- oder Heilwasserprobe zu bestimmen (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1974b).

5. Umzug nach Taunusstein-Neuhof

5.1 Der Neubau des Instituts Fresenius

1972–1975 begann eine neue Aera für das CHEMISCHE LABORATORIUM FRESENIUS. 1972 wurde die schon genannte GmbH gegründet. Im gleichen Jahr begannen konkrete Planungen für einen Neubau in Taunusstein, der 1975 bezogen wurde. Die in Wiesbaden oft gestellte Frage, warum das in dieser Stadt gegründete und zu einem renommierten Aushängeschild mit weltweitem Bekanntheitsgrad gewordene Unternehmen seinen Sitz nach Taunusstein verlegt hat, ist einfach zu beantworten.

Die dringend notwendige Erweiterung ließ sich bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen zwischen Kapellenstraße und Dambachtal nicht verwirklichen. Das 1970 erworbene Haus Dambachtal 20, das wegen seiner Jugendstil-Fassade im Denkmaltbuch der Stadt Wiesbaden eingetragen ist, schuf kaum eine Entlastung. Räumlich besser strukturierte Neubauten am alten Platz hätten den Abriß der vorhandenen Laboratoriumsgebäude erforderlich gemacht. Das hätte jedoch die Unterbrechung des laufenden Laboratoriumsbetriebes für mindestens zwei Jahre bedeutet, war also unmöglich. Der ebenfalls erwogene Gedanke, in die Höhe zu gehen, die alten Gebäude aufzustocken, wurde schnell verworfen, da denkmalpflegerische Auflagen in der Kapellenstraße dem entgegenstanden.

Da sich im Gebiet der Stadt Wiesbaden auch an anderer Stelle kein geeignetes Areal unter finanziell realistischen Bedingungen fand, blieb keine andere Wahl, als ins Umland auszuweichen. Dieser Entschluß hat sich heute, knapp zwanzig Jahre später, in zweifacher Hinsicht als richtig erwiesen. Die inzwischen notwendig gewordene Erweiterung (neues Verwaltungsgebäude 1988) wäre in Wiesbaden

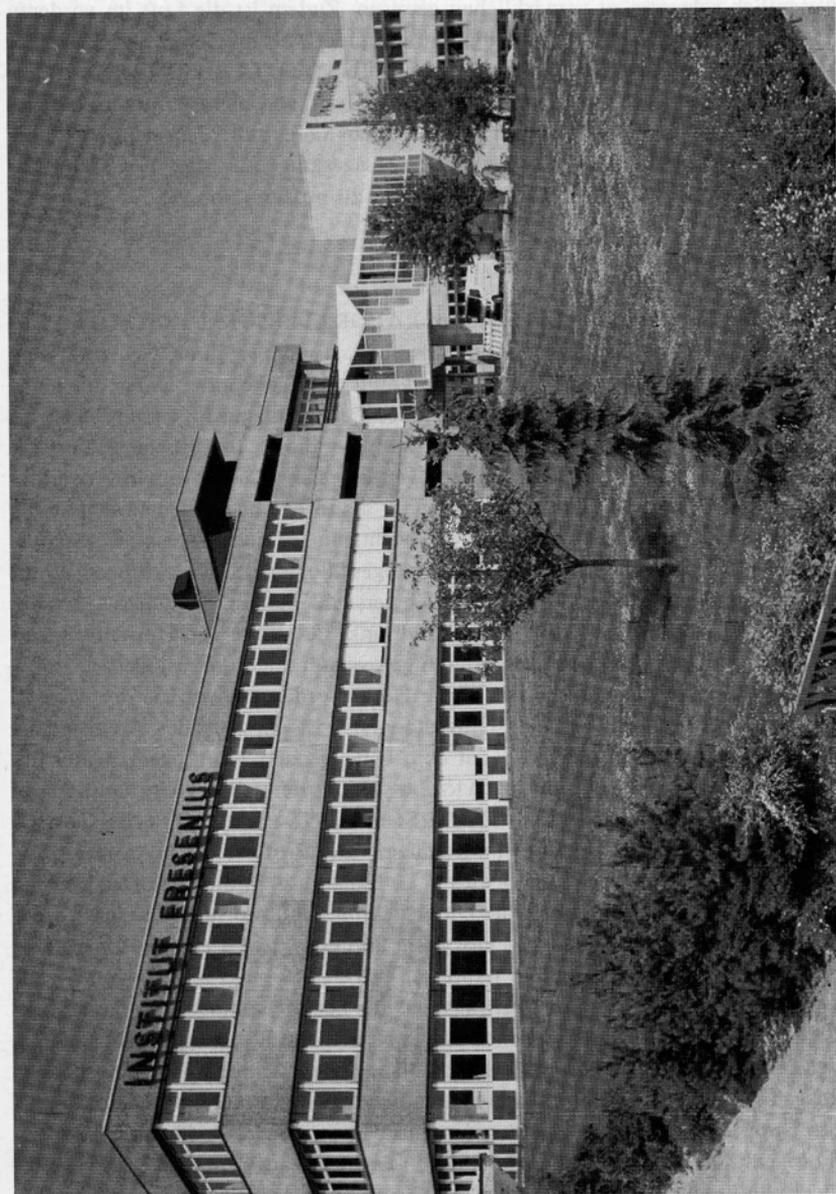


Abb. 8: Institut Fresenius: der Neubau in Taunusstein; rechts: das neue Verwaltungsgebäude (1988)

wesentlich schwerer zu verwirklichen gewesen. Zudem ist die Luft im vorderen Taunus deutlich weniger verunreinigt (kontaminiert) als im Gebiet der Großstadt Wiesbaden; ein Vorteil, der angesichts der im INSTITUT FRESENIUS heute zur täglichen Routine gehörenden Ultrapurenanalytik von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Der Umzug nach Taunusstein hat es außerdem ermöglicht, die Räumlichkeiten in der Kapellenstraße insgesamt für die FACHHOCHSCHULE/CHEMIESCHULE FRESENIUS zu nutzen (Abb. 8).

5.2 Neue Strukturen

Die Geschichte des CHEMISCHEN LABORATORIUMS/INSTITUT FRESENIUS ist nun an einem Punkt angekommen, an dem sie in die Gegenwartsbeschreibung einmündet. Aus diesem Grund muß das Konzept der Darstellung eine gewisse Änderung erfahren. Die handelnden Personen sind im wesentlichen die gleichen, die heute noch aktiv sind. Die Analysen, die für öffentliche und private Auftraggeber bearbeitet werden, unterliegen in vielen Punkten einem verständlichen Datenschutz. Es muß also noch mehr als in der bisherigen Beschreibung berücksichtigt werden, daß derartige Gesichtspunkte genauestens zu beachten sind. Die richtige Gewichtung noch nicht abgeschlossener Entwicklungen ist nur mit Vorbehalten möglich. Es soll dennoch versucht werden, die neueren, sowohl naturwissenschaftlich als auch vom Standpunkt des modernen Umweltschutzes besonders interessanten Aufgabenstellungen verständlich darzustellen.

Umweltschutz ist wohl die wichtigste Herausforderung, vor die der Mensch der Gegenwart gestellt ist. Und Umweltanalytik ist ein zentrales Arbeitsgebiet des INSTITUTES FRESENIUS seit dem Umzug nach Taunusstein. Unter der kaufmännischen Leitung von LUDWIG FRESENIUS, der seit der Umwandlung in die „INSTITUT FRESENIUS CHEMISCHE UND BIOLOGISCHE LABORATORIEN GMBH“ zusammen mit seinem Vater Professor Dr. WILHELM FRESENIUS und dessen Vetter Dr. REMIGIUS E. FRESENIUS in die Geschäftsführung eingetreten ist, hat die Struktur des Untersuchungslaboratoriums als eines gegenüber allen Umweltfragen aufgeschlossenen und engagierten Unternehmens eine deutliche Veränderung erfahren (Abb. 9).

Die bis dahin praktizierte Auftragsanalytik hat nicht nur an Umfang zugenommen, sie war ohne begleitende wissenschaftliche Forschung nicht mehr in der erforderlichen Qualität zu leisten. Entsprechend ist dieser Tätigkeitsbereich ausgebaut worden. Er nimmt heute einen bedeutenden Platz im Gesamtkonzept des Unternehmens ein. In der Zusammenarbeit qualifizierter Chemiker, Mikrobiologen und Geoökologen, ergänzt durch Fachleute auf dem Gebiet der Geologie und Geochemie, Chemometrie und Computertechnik, ist ein hoher Leistungsstandard erreicht worden. Hier erhalten Absolventen der Fachhochschule Wiesbaden, Fachrichtung Chemie, praxisorientierte Themen für Diplomarbeit



Abb. 9: Die Geschäftsführer (v.l.) Professor Dr. WILHELM FRESENIUS, LUDWIG FRESENIUS, Dr. REMIGIUS E. FRESENIUS. Mitte rechts: BIRGIT FRESENIUS (Chemieschule Fresenius)

ten. Gleichzeitig gibt es Doktoranden, die in Taunusstein die Möglichkeit erhalten, den praktischen Teil ihrer Dissertation durchzuführen. Ihre Arbeiten beziehen sich überwiegend auf umweltorientierte Fragestellungen, die sich nahtlos in die eigene Forschung des Institutes einfügen.

Schon diese Anforderungen allein lassen den Neubau eines nach modernsten Gesichtspunkten eingerichteten Laboratoriums im Nachhinein als unerlässlich erscheinen. In Taunusstein wurden auf einer gegenüber der Wiesbadener Kapellenstraße um ein Mehrfaches vergrößerten Fläche Arbeitsräume geschaffen, die hinsichtlich Raumaufteilung und Ausstattung auf die jeweiligen Funktionen zugeschnitten sind. Dazu kamen ein leistungsfähiges Schreibbüro, Räume für die Verwaltung, Registratur und Bibliothek sowie die Redaktion der inzwischen unter einem erweiterten Titel erscheinenden „FRESENIUS ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE“.

Die organisatorische Gliederung des Laboratoriums, das von Direktor WILHELM SCHNEIDER (bis zu dessen altersbedingtem Ausscheiden 1985) geleitet wurde, nahm durch das Hinzukommen neuer Arbeitsgebiete und praxisbedingte Umgruppierungen erst allmählich die Gestalt an, die sie gegenwärtig hat. Es gibt die Anorganisch-analytische Abteilung, der das ursprünglich selbständige Wasserlabor angegliedert ist. Methodisch wird hier außer mit konventioneller Analytik mit Spektralphotometrie, Atomabsorptions-, ICP-Emissions- und Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie sowie optischer Emissions-Spektralanalyse gearbeitet. Die meisten Geräte sind mikroprozessorgesteuert und automatisierbar; die Auswertung erfolgt über EDV. Geleitet wird die Abteilung von Chemieingenieur HEINZ GORBAUCH.

Das Arbeitsgebiet der anfangs als „Gas-Chromatographie/GC“ eingerichteten Abteilung, die sich überwiegend mit organischer Spurenanalytik befaßt, hat sich in den letzten Jahren derart vergrößert, daß die Arbeit nur in zwei Schichten mit voll-automatischem Betrieb rund um die Uhr zu bewältigen ist. Die erst vor wenigen Jahren zur Anwendungsreife entwickelte Kombination aus Gas-Chromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS) wird in dieser Abteilung im täglichen Routinebetrieb eingesetzt. Zusätzlich steht für besonders schwierige Fragestellungen, Ultraspuren (bis 10^{-15} molare Konzentrationen) und die Untersuchung von hochmolekularen Biomolekülen ein (Feld-desorptions-)massenspektrometrisches Forschungsgerät zur Verfügung.

Weitere selbständige Abteilungen sind das unter der Regie des inzwischen vom Hessischen Minister für Wissenschaft und Kunst zum Professor ernannten Dr. REMIGIUS E. FRESENIUS stehende Lebensmitteluntersuchungslabor, dem schon 1964 das renommierte Frankfurter Untersuchungslaboratorium Dr. POPP angeschlossen worden war, die Chemisch-Technologische Abteilung und die Mikrobiologie. Ein umfangreicher Außendienst erledigt die Probenahme einschließlich der fachlichen Beratung und Untersuchungen vor Ort, z. B. von Lebensmittel- und Brunnenbetrieben, Wassergewinnungsanlagen, Kläranlagen, aber auch Hygiene-Checks und umfangreichere bakteriologische Untersuchungen in Kaufhäusern, Handelsketten und Schwimmbädern, von Badestränden an Nord- und Ostsee und am Mittelmeer.

Eine eigene „Chemisch-technische Abteilung“ befaßt sich unter der Leitung von Dr. MANFRED SIETZ mit Qualitätsprüfungen (Warenuntersuchungen) verschiedenster Art. Überwiegend sind es Gegenstände des täglichen Bedarfs, kosmetische Produkte, Körperpflegemittel, Haushaltsprodukte und -geräte. Sie werden sowohl auf ihre gesundheitliche Unbedenklichkeit als auch Umweltverträglichkeit getestet. Ob zum Beispiel ein Farblack oder ein Bodenreiniger für den Menschen schädliche organische Lösemittel an die Raumluft abgibt, ob Wasch- und Geschirrspülmittel oder Klosettreiniger Stoffe enthalten, die mit dem Abwasser in Kläranlagen gelangen und dort zu unerwünschten Nebeneffekten führen. Mit dem Problem der „Substitution von Asbest“ bei der Fein- und Sterilfiltration von Flüssigkeiten, vorzugsweise Lebens- und Arzneimitteln, haben sich Mitarbeiter im Rahmen eines Projektes

„Humanisierung des Arbeitslebens“ befaßt (FISCHER, G. & W. SCHNEIDER 1986).

Eine genauere Aufgabenzuordnung innerhalb dieser hier nur andeutungsweise erfaßten Arbeitsgebiete ist nicht möglich, weil die gegenseitigen Verknüpfungen scharfe Abgrenzungen nicht zulassen. Hinzu kommen zahlreiche Auslandsaktivitäten, die in eigener Regie oder in Verbindung mit der GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) überwiegend von einer Tochtergesellschaft, „FRESENIUS CONSULT GMBH“ (Leitung Dr. H. H. RUMP), wahrgenommen werden.

6. Forschungsschwerpunkte – Teil I

6.1 Die Wiesbadener Thermalquellen

6.1.1 Situation nach 1945

Bei aller zukunftsorientierten Technologie sind Tradition und Kontinuität immer ein besonderes Kennzeichen des CHEMISCHEN LABORATORIUMS FRESENIUS gewesen. Deshalb muß am Anfang der Forschungsberichte, die nun die chronologische Beschreibung der Geschichte des INSTITUTS FRESENIUS ergänzen soll, eine Aktivität stehen, die an die frühesten Arbeiten des Laboratoriums und seines Gründers anknüpft. Mit der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung und Konstanz der Wiesbadener Thermalquellen hat alles angefangen. Die meisten dieser Arbeiten sind in den JAHRBÜCHERN des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE seit 140 Jahren in regelmäßigen Abständen veröffentlicht worden (CZYSZ, W. 1988, S. 90).

Diese Arbeiten wurden nach dem Zweiten Weltkrieg fortgesetzt. Die Chance bot sich, als das Kurviertel der Stadt Wiesbaden, das mehr als alle anderen Stadtteile durch den Krieg zerstört worden war, wieder aufgebaut werden sollte. Weil überall dort, wo aus bautechnischen Gründen die dünne geologische Decke nur in geringem Maße verletzt wird, neue (Sekundär-)Quellen hervortreten und damit die Gefahr von unkontrolliertem Abfluß von Heilwasser entsteht, wurde beschlossen, die wichtigsten Quellen durch Neubohrung und Verrohrung in größere Tiefen, als mit den bisherigen Tümpelfassungen erschlossen waren, zu sichern.

Bei diesen Arbeiten konnte man auf die Erfahrungen des CHEMISCHEN LABORATORIUMS FRESENIUS ebenso wenig verzichten wie auf das Wissen der Geologen. Für die Wiesbadener Thermen war es der langjährige Vorsitzende des NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE, Professor Dr. FRANZ MICHELS, Direktor des HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFOR-

SCHUNG. Die Zusammenarbeit dieser beiden Institutionen hat in zahlreichen Schriften wie „Lage, Geologie und Chemie der Wiesbadener Heilquellen“ (MICHEL, F. & W. FRESENIUS 1958) ihren Niederschlag gefunden: Personell fand diese Zusammenarbeit ihren besonderen Ausdruck in der gemeinsamen Arbeit von F. MICHEL und W. FRESENIUS in der Wiesbadener Thermalkommission. Ihr gehörten MICHEL als Hydrogeologe und FRESENIUS als Mineralquellen-Chemiker an; Berghauptmann GRAF war für Fragen des Quellrechtes zuständig.

FRANZ MICHEL hat nach dem Zweiten Weltkrieg Untersuchungen zur Klärung der geologischen Situation der Wiesbadener Thermalquellen als Voraussetzung für Neubohrungen durchgeführt. Die Beteiligung des LABORATORIUMS FRESENIUS war notwendig, weil Salzgehalt, chemische Zusammensetzung und hygienisch einwandfreie Beschaffenheit der Wässer ständig kontrolliert werden mußten. Die Untersuchungen von REMIGIUS FRESENIUS (1850, 1891, 1894), von E. HINTZ und L. GRÜNHUT (1907), L. FRESENIUS (1927, 1929, 1931, 1935) sowie von L. und R. FRESENIUS (1936) hatten die erforderlichen Grundlagen geschaffen.

6.1.2 Die chemische Zusammensetzung der Thermen

1891 hatte R. FRESENIUS (JAHRBUCH DES NASSAUISCHEN VEREINS FÜR NATURKUNDE, Band 43) die Daten folgender Quellen in der Reihenfolge ihres Chlornatrium(Kochsalz)-Gehaltes zusammengestellt: Kochbrunnen (6,829 g/68,75 °C), Badhaus Vier Jahreszeiten (6,819 g/57,5 °C) („die nicht gut zugängliche Quelle liegt etwa 300 Schritte von dem Badhause entfernt“), Spiegel-Quelle (6,807 g/66,2 °C), Quelle in der Wilhelms-Heilanstalt (6,731 g/40,14 °C), Quelle im Badhaus zum Goldenen Brunnen (6,726 g/64,0 °C), Quelle im Haus Goldgasse 6 (6,705 g/51–52 °C), Schützenhofquelle (5,154 g/49,2 °C), kleine Schützenhofquelle (5,138 g/45,2 °C), Faulbrunnen 3,227 g/14,0 °C).

In 6 Tabellen werden die 9 Quellen nach ihrem Gehalt an Chlorcalcium (CaCl_2), schwefelsaurem Kalk (CaSO_4), doppelt kohlensaurem Kalk (CaCO_3), doppelt kohlensaurer Magnesia (MgCO_3), doppelt kohlensaurem Eisenoxydul ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$) und völlig freier Kohlensäure (CO_2) geordnet. Dabei zeigt sich, daß diese Reihe nicht mit der nach dem NaCl-Gehalt geordneten Reihenfolge identisch ist. Bemerkenswert ist ferner, daß sich nach dem Gehalt an gelöster Kohlensäure folgende Reihe ergibt: Spiegel-Quelle (0,041 Gewichts-%), Goldener Brunnen (0,037%), Wilhelms-Heilanstalt (0,033%), Faulbrunnen (0,033%), Schützenhof (0,031%), Kochbrunnen (0,03%), kleine Schützenhofquelle (0,029%), Goldgasse Nr. 6 (0,025%) und Badhaus Vier Jahreszeiten (0,0206%).

Über die Herkunft der Kohlensäure schreibt MICHEL, sie sei „aus ersterben- den, in der Tiefe lagernden Vulkanherden zu erklären (in der Umgebung von Wiesbaden sind zahlreiche Durchschlagsröhren junger Tertiärvulkane bekannt)“.

Demgegenüber sei „die Hauptmasse des Wassers Niederschlagswasser, das auf Spaltensystemen in große Tiefen gelangen kann und dort erwärmt wird.“ Die gelösten Salze, so werde auch heute noch angenommen, kämen überwiegend aus den unter dem Vogelsberg und östlich davon vorhandenen Zechsteinsalzlagerstätten, in die das Spaltensystem des Taunussüdrandes in seiner östlichen Verlängerung hineinreicht (MICHELS, F. 1954). Ähnliche Verhältnisse in bezug auf die Herkunft von Kohlendioxid und Mineralsalzen wurden kürzlich für die „Thermal- und Mineralwässer der Eifel“ beschrieben (FRESENIUS, W. & H. KUSSMAUL 1985).

Freilich liefert der Vergleich zwischen den 9 Quellen nach Ansicht von Prof. R. FRESENIUS (1891) Kombinationsmöglichkeiten, die noch eine Reihe von Fragen aufwerfen: „Am meisten Interesse bietet die Frage, wie die Verschiedenheit der auf so eng begrenztem Raume zu Tage tretenden Wiesbadener Thermen aufzufassen sei. Bei einer sich nicht auf Zahlen stützenden Betrachtung liegt die Erklärung nahe, in der Tiefe sei *ein* Reservoir vorhanden, aus welchem alle Quellen gespeist würden, und die Verschiedenheit beruhe darauf, dass die eine Quelle, der an Chlornatrium reichste Kochbrunnen, das Wasser dieses Reservoirs unverdünnt liefere, die anderen aber Mischungen dieses Wassers mit grösseren oder kleineren Mengen gewöhnlich süßen Wassers.“

Die von R. FRESENIUS angestellten Überlegungen sollen hier nicht weiter verfolgt werden. Festzuhalten ist aber die Schlußfolgerung: „Die einzelnen Thermalquellen Wiesbadens, oder mindestens nicht wenige derselben, sind somit als verschiedene Auslaugungsproducte der Chlornatrium und die anderen Bestandtheile enthaltenden Gebirgsschichten zu betrachten, welche man sich über- oder nebeneinander gelagert denken kann.“

„Dass diese Auslaugungsprozesse in grosser Tiefe erfolgen, – ergibt sich aus der hohen Temperatur der Quellen, und dass sie sich in grossartigem Maßstabe vollziehen, muss aus der Thatsache abgeleitet werden, dass die Quellen seit Jahrtausenden zu Tage treten und ihren Gehalt – wenigstens im Zeitraume von Decennien – nicht wesentlich ändern. Ob sich in der Tiefe Reservoirs gebildet haben, auf welche die Constanz in der Ergiebigkeit der Quellen hindeutet (WINTER, E. 1880), lässt sich aus der chemischen Beschaffenheit derselben nicht wohl feststellen.“

6.1.3 Die Neufassung der Quellen

Dieser kurze Auszug aus den Untersuchungen des LABORATORIUMS FRESENIUS läßt deutlich erkennen, daß die Geologie des Wiesbadener Untergrundes in einem sich wechselseitig erschließenden Zusammenhang mit der Zusammensetzung (und Temperatur) der Quellen steht, Die Überlegungen des Chemikers R. FRESENIUS waren, wie die Zitate belegen, gar nicht weit entfernt von den

Erkenntnissen des Geologen F. MICHELS, die dieser nach dem Krieg zuerst in einem Vortrag „Geologische Voraussetzungen für die Bildung von Mineralquellen“ (MICHELS, F. 1951) und später in weiteren Veröffentlichungen publiziert hat: „Zur Geologie der Wiesbadener Heilquellen“, „Die Herkunft der Mineralwasservorkommen am Rande des Taunus und in der Wetterau“, „Von der Wiesbadener Thermalquellenspalte“ sowie, besonders umfassend, „Die Wiesbadener Mineralquellen. Neue Beiträge zur Klärung ihrer geologischen Position“ (MICHELS, F. 1954, 1961, 1964, 1966). Den Abschluß bildet die Beschreibung der „Thermalwasserbohrung Schützenhofquelle“ (MICHELS, F. & J. D. THEWS 1971).

Die durch die Zerstörungen des Zweiten Weltkrieges notwendig gewordene Sanierung des Wiesbadener Quellengebietes setzte eine genaue Bestandsaufnahme der in der Vergangenheit nur oberflächennah erschlossenen Quellen voraus. Ein guter Überblick, auch hinsichtlich der damit verbundenen Veränderungen des Chemismus der Thermen, findet sich in einer Arbeit (FRESENIUS, W., G. KLEINSCHMIDT & W. SCHNEIDER 1978), die sich auf die von F. MICHELS erforschte geologische Situation stützt. Danach liegen auf der in der Wiesbadener Innenstadt von Osten nach Westen verlaufenden Hauptquellenspalte die Primärquellen: Kochbrunnen, Salmquelle, Große u. Kleine Adlerquelle und Schützen-

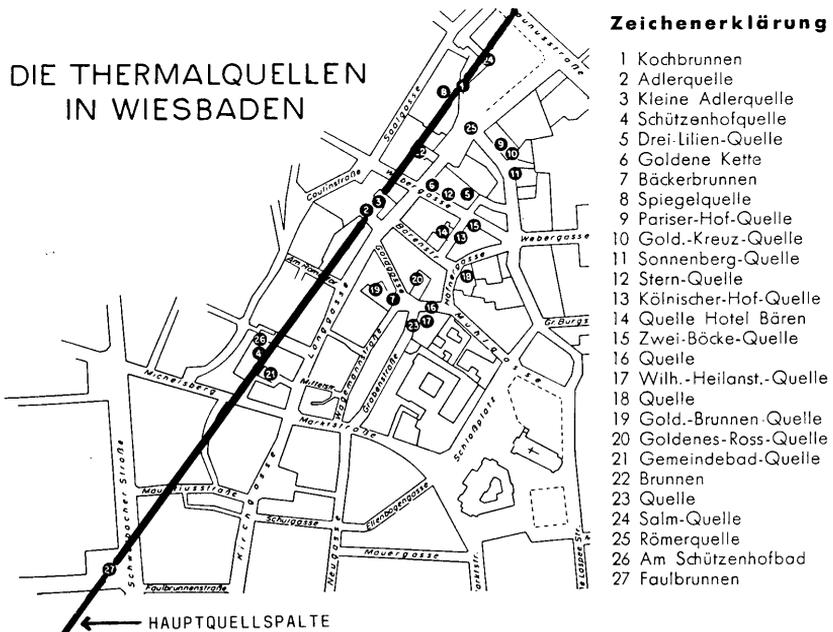


Abb. 10: Die Wiesbadener Thermalquellen (s. Text, S. 143)

hofquelle. Alle weiteren Thermen sind Sekundärquellen, die aus dem Überlaufwasser der Hauptspalte und aus den Primärquellen gespeist und mehr oder weniger stark durch seitlich einströmendes Grundwasser verdünnt werden (Abb. 10).

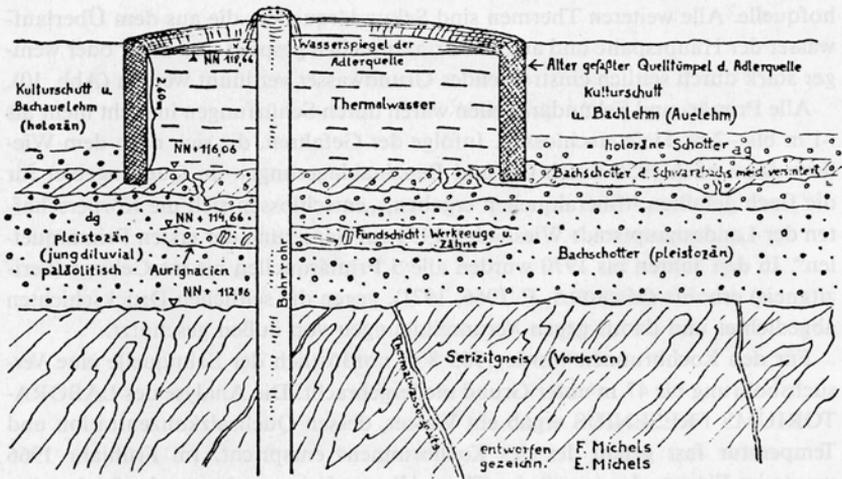
Alle Primär- und Sekundärquellen waren durch Schürfungen in nicht mehr als -1 m bis -2 m Tiefe erschlossen. Infolge der Gefahren, die sich nach dem Wiederaufbau nach 1950 durch Öl- und Benzinablagerungen im Quellengebiet für die flach gefaßten Mineralquellen ergaben, „entschlossen sich die Körperschaften der Landeshauptstadt Wiesbaden 1954 zur Sanierung der ersten Primärquellen“. In den Jahren bis 1970 wurden alle 5 Primärquellen bis ins Gebirge (Seritzitgneis) erbohrt (MICHELS, F. 1966, 1971), gegen die seitlichen Druckschichten abgedichtet und damit gegen Verunreinigungen von außen geschützt.

Für den Kochbrunnen wurde 1965 8 m nordöstlich der Salmquelle eine Versuchsbohrung bis 47 m unter Grund niedergebracht. Die Analyse des LABORATORIUMS FRESENIUS ergab ein Wasser, dessen Quellsalzkonzentration und Temperatur fast genau der des Kochbrunnens entspricht. Im Frühjahr 1966 wurde im Einvernehmen mit der Thermalkommission und unter laufender chemischer Kontrolle durch FRESENIUS eine weitere Bohrung 15 m nordöstlich der Mitte der Tümpelfassung des Kochbrunnens und 26,5 m südwestlich Bohrung I angesetzt, bis 43 m Tiefe in den vordevonischen Seritzitgneis verrohrt und durch Zementierung abgedichtet. Beide Bohrungen haben genau in das Thermalquellen-Spaltensystem getroffen (MICHELS, F. 1966).

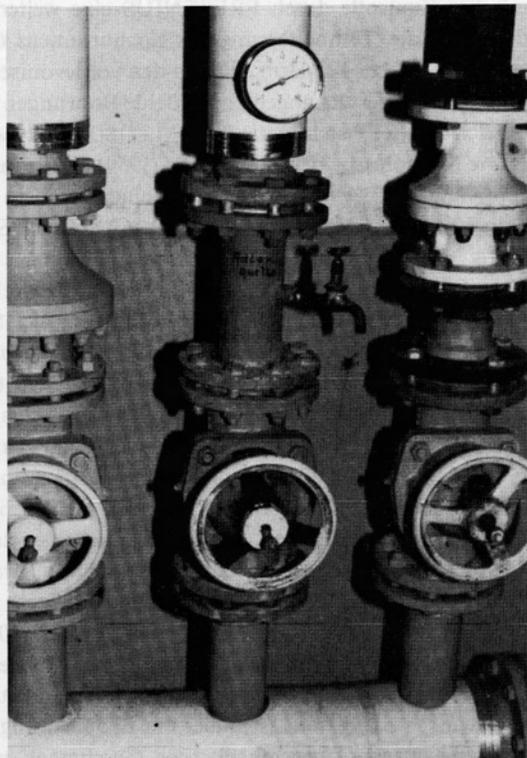
Die Neubohrung der Adlerquelle (1954) wurde innerhalb der alten Tümpelfassung angesetzt (Abb. 11) und bis in eine Tiefe von 115 m fortgesetzt. Da unterhalb 60 m sowohl Temperatur (+ 70 °C) als auch Salzkonzentration leicht rückläufig waren, hat man das Bohrloch ab 60 m bis 115 m wieder verfüllt. Auch diese Bohrung wurde bis in den Seritzitgneis durch Zementierung abgedichtet. Ähnlich ging man 1969 bei der Neubohrung der Schützenhofquelle vor. Auch hier hat man die erbohrte Tiefe von 125,50 m nur bis 61,5 m verrohrt und ausgebaut. Darunter hat man das Bohrloch unter Hagusta-Filter und Filterkies mit einem Zementpfropf von 4 m verschlossen und den Bohrschacht bis zum Bohrgrund mit kalkfreiem Sand (Korngröße 3–5 mm) aufgefüllt (MICHELS, F. 1971).

Der Faulbrunnen, um auch das kurz zu erwähnen, wurde 1964 durch eine „Schutzbohrung“, 8 m nordwestlich des alten Schachtes, saniert. Diese Sanierung war notwendig, weil der alte Brunnen, der durch einen Abwasserkanal in der Bleichstraße hygienisch besonders gefährdet war, bei Überprüfungen durch das LABORATORIUM FRESENIUS mehrfach bakteriologisch positive Befunde ergeben hatte. Die Bohrung wurde bis 28,50 m in den anstehenden Seritzitgneis niedergebracht und bis 12 m Tiefe mit Westerwälder Ton und teilweise mit Schwespatmehl gegen das Erdreich abgedichtet (MICHELS, F. 1966).

Chemisch interessant ist dabei die Beobachtung, daß seit der Sanierung der Schwefelwasserstoffgeschmack (der Geschmack nach faulen Eiern, der dem



a)



b)

Abb. 11: a) Neubohrung der großen Adlerquelle innerhalb des alten Quelltümpels;
b) moderne Verrohrung (s. Text, S. 143 und MICHELS, F. (1966): JAHRBUCH 98, S. 24–26)

Faulbrunnen den Namen gegeben hat) stark nachgelassen hat. Zurückzuführen ist diese Erscheinung wahrscheinlich darauf, daß durch die abgedichtete neue Fassung auch die sulfatreduzierenden Bakterien, die für die Schwefelwasserstoffbildung verantwortlich sind und die sich in dem benachbarten Erdreich angesiedelt hatten, jetzt keinen ungehinderten Zugang mehr zu dem aufsteigenden Quellwasser haben.

Die Neubohrungen der heißen Quellen hatten für die chemische Zusammensetzung des Thermalwassers Folgen. Denn aus den verrohrten Bohrungen konnte nun das Heilwasser ohne Luftzutritt in die Leitungen gespeist werden. Dazu wurde ein neues (unter Stickstoff stehendes) Druckleitungsnetz erstellt, an das die Abnehmer in der Innenstadt und das neu erschlossene Kurgebiet „Aukammthal“ mit dem Thermalhallen- und Thermalfreischwimmbad angeschlossen sind (vgl. oben 3.6.2). Die von den sanierten Primärquellen gespeiste Speicheranlage im Kaiser-Friedrich-Bad liefert heute die gleiche Wassermenge, die vorher aus allen 26 Thermen zusammen gefördert wurde. Die Anlage wurde 1976 in Betrieb genommen.

6.1.4 Arsen und stickstoffhaltige Verbindungen

Im Unterschied zur früheren Tümpelfassung des Kochbrunnens bedeutet die neue Anordnung, daß in dem ohne Luftzutritt, also im reduzierten Zustand geförderten Wasser die Oxidation des zweiwertigen Eisens zu Eisen(III)-Verbindungen und damit die Sinterbildung unterbleibt. Nach den Analysen des LABORATORIUMS FRESENIUS wurde ein erheblicher Teil des im Kochbrunnenwasser gelöst enthaltenen Arsens (Hydrogenarsenat, HAsO_4^{2-}) mit dem Eisen(III)-Niederschlag im Sinter abgeschieden und angereichert. Im Kochbrunnenwasser der Tümpelfassung waren (langjährig) max. 0,15 mg/kg Hydrogenarsenat nachgewiesen worden. Der Sinter enthielt 2,32% Arsen(III)-oxid. Mit dem Wegfall der primären Sinterbildung entfällt die (teilweise) Mitfällung des Arsens, das nun im luftfrei geförderten Kochbrunnenwasser mit 0,20 mg/kg Hydrogenarsenat enthalten ist (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1963).

Daß dennoch keine gesundheitsschädigenden Arsenkonzentrationen im Wiesbadener Thermalwasser, das aus den neuen Quellfassungen ohne natürliche Eisenhydroxid-Fällung gewonnen wird, auftreten, bewirkt 1. die Filtration des für Trinkkuren abgezweigten Kochbrunnenwassers unter Luftzutritt; 2. die Enteisung des Thermalbadwassers im Kaiser-Friedrich-Bad. Eine verwandte Technologie, jedoch unter Verwendung von ozonhaltigem Wasser, wurde vom INSTITUT FRESENIUS für Mineralbrunnen-Betriebe zur gleichzeitigen Entfernung von Eisen, Schwefel, Mangan und unerwünschten Arsen-Konzentrationen eingeführt (W. SCHNEIDER & H. H. RUMP 1983).

Auch die in Konzentrationen von ca. 5 mg/kg im Thermalwasser der Wiesbadener Primärquellen enthaltenen Ammonium-Ionen (NH_4^+) werden durch die luftfreie Förderung des Wassers beeinflusst. In der offenen Tümpelfassung hatte der überwiegende Teil der Stickstoffverbindungen in Form von Ammonium-Ionen vorgelegen. Nitrit (N_2O_3) wurde nur in Spuren nachgewiesen, Nitrat (N_2O_5) überhaupt nicht, weil geologisch vorhandenes Nitrat durch reduzierendes Fe(II) zu Nitrit und dieses weiter zum Ammonium-Ion umgewandelt wird (FRESENIUS, L. & H. LEDERER 1929).

Beim Transport des Thermalwassers unter Luftzutritt war der Nachweis von Nitrit- und Nitrat-Ionen an der ersten Trinkstelle in einer Entfernung von 50 m schon deutlich, an der etwa 1 km entfernten Trinkstelle in der Brunnenkolonnade wurden (als Folge der Luftoxidation) bereits „hohe Gehalte an Nitrit- und Nitrat-Ionen festgestellt“ (FRESENIUS, W., G. KLEINSCHMIDT & W. SCHNEIDER 1978). Bei den neuen Quelfassungen und dem dadurch bewirkten strengen Luftausschluß bleibt jetzt das Wasser im reduzierten Zustand. Das bedeutet, daß das gesamte Eisen in zweiwertiger Form und die Stickstoffverbindungen nur noch als Ammonium-Ionen (geologischen Ursprungs) vorliegen. Sie sind, anders als Nitrat und Nitrit, gesundheitlich unbedenklich.

6.2 Schadstoffbelastung des Grundwassers im Gebiet von Straßen

6.2.1 Die Straße als Verunreinigungsherd

Der Schritt vom Mineral- und Heilwasser zum Grundwasser, den die Analytik des INSTITUTS FRESENIUS Anfang der siebziger Jahre machte, kennzeichnet deutlich die wachsende Bedeutung der Umwelt-Thematik. Ansatzpunkt eines neuen Forschungsprojektes war die Überlegung, daß die auf Verkehrsflächen (Straßen) anfallenden, nicht unerheblichen Mengen von anorganischen und organischen Substanzen vom Niederschlagswasser in den nicht asphaltierten Boden auf beiden Seiten der Straßen gespült werden und von dort in den Untergrund und ins Grundwasser gelangen (GOLWER, A. 1973).

Um Angaben über das Ausmaß der Grundwasserbelastung zu erhalten, wurde von 1970 an vom HESSISCHEN LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG in Zusammenarbeit mit dem INSTITUT FRESENIUS der Einfluß des Straßenverkehrs auf den Boden und das Grundwasser untersucht (GOLWER, A. & W. SCHNEIDER 1973, 1979, 1982). Es wurde die gleiche Arbeitsteilung vorgenommen wie bei der Sanierung der Wiesbadener Heilquellen: das Landesamt (GOLWER) übernahm die geologische und hydrologische Untersuchung, das INSTITUT FRESENIUS (SCHNEIDER) war für die chemischen Analysen verantwortlich.

Für die Untersuchungen wurde das Gebiet um den Frankfurter Flughafen gewählt, weil dort Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen vorliegen und einige Entwässerungseinrichtungen der Bundesautobahn A 3 (Sickerschächte und ein Sickerbecken mit Kontrollbrunnen) und der Bundesstraße B 43 am Kreisel Unterschweinstiege (eine mit Folien ausgekleidete Seitenmulde mit Dränrohren) für die Entnahme von Proben schon vorhanden waren. Außerdem standen für dieses Gebiet tägliche Aufzeichnungen über das Witterungsgeschehen (Regen, Windtransport etc.) von der nahegelegenen Klimastation Frankfurt-Flughafen zur Verfügung.

6.2.2 Chlorid- und Blei-Belastung am Kreisel Unterschweinstiege

Erste Untersuchungsstrecke war der nördlich vom Rhein-Main-Flughafen im Frühjahr 1970 gebaute Kreisel Unterschweinstiege, der einen durchschnittlichen täglichen Verkehr von 8210 Kraftfahrzeugen aufwies. Es sollen hier nicht die genauen Einzelheiten der Durchführung der Untersuchung beschrieben werden (sie sind bei GOLWER & SCHNEIDER 1973 nachzulesen), sondern nur Ergebnisse der Analysen, die vom INSTITUT FRESENIUS durchgeführt wurden. Aber auch diese nur, soweit sie Chloride und Blei betreffen. Chloride, weil sie in großen Mengen durch Calciumchlorid-haltige Auftausalze in den Boden gelangen und aus diesem nicht schnell genug durch Oberflächenwasser (Regen, Schnee) ausgewaschen werden und damit eine erhebliche Umweltbelastung darstellen. Das stark toxische Element Blei wird als Bestandteil der Automobilabgase in die oberen Bodenschichten eingetragen und führt dort zu einer allgemeinen Schädigung des gesamten Ökosystems.

Die Bodenproben seitlich der Verkehrsflächen sind spektralanalytisch (qualitativ) und quantitativ (mittels Atomabsorption) auf Spurenmetalle analysiert worden. Das aus den Dränrohren entnommene Sickerwasser untersuchte man auf Oxydierbarkeit (Kaliumpermanganat- und Kaliumdichromatverbrauch, organische Verunreinigungen als Summenparameter), ölige und fettartige Stoffe, Kohlenwasserstoffe, Phenole, Chlorid, Sulfat, Nitrat, Hydrogencarbonat, Wasserhärte, Abdampfdruckstand, pH-Wert und spezifische elektrische Leitfähigkeit. In 12 Sickerwasserproben wurden außerdem die Keimzahlen bestimmt und das Wasser auf *E. coli* und coliforme Keime geprüft.

Nach Angaben der zuständigen Straßenmeisterei wurden auf die 2572 m² große Fahrbahnfläche im Winter 1970/71 rd. 926 kg und im Winter 1971/72 rd. 965 kg Auftausalz aufgebracht. Der sandige Mutterboden im Frankfurter Stadtwald und die darunter anstehenden sandigen und kiesigen Schichten besitzen praktisch keine natürlichen (geogenen) Chloride, und der Chloridgehalt des Niederschlagswassers ist sehr gering. So wurden vor Beginn der Salzstreuung Chloridgehalte von weniger als 1 mg/l Sickerwasser gemessen. Demgegenüber er-

reichte der Chloridgehalt nach den Streueinsätzen des Winters 1971/72 am 21. März 1972 im Sickerwasser aus den Entnahmestellen in 1,50 m Tiefe (Dränrohre 1-4) Werte von 1567 mg/l, 1333 mg/l, 2255 mg/l und 1837 mg/l.

Die 2jährigen Untersuchungen zeigen deutlich, daß die Jahresniederschläge nicht ausreichen, das Auftausalz aus der etwa 1,20 m mächtigen sandigen Grabenfüllung vollständig auszuwaschen. Der im Juli 1972 etwa 100 m westlich des Kreisels entnommene Chloridgehalt des Grundwassers betrug nach einer Analyse der Stadtwerke Frankfurt 43 mg/l.

Die atomabsorptionsspektrometrisch bestimmten Bleigehalte im Sickerwasser sind im 2jährigen Untersuchungszeitraum von weniger als 0,0002 mg/l auf max. 0,02 mg/l, also um das Hundertfache angestiegen. Zwar liegt dieser Wert gerade noch unter dem maximal zulässigen Grenzwert von 0,04 mg/l für Trinkwasser nach der bundesdeutschen Trinkwasserverordnung vom 22. Mai 1986. Der hundertfache Anstieg innerhalb von 2 Jahren ist dennoch bemerkenswert.

Bedenklicher sind die Bleikonzentrationen der Bodenproben, die in einem 10 m breiten Streifen neben den Fahrbahnen in Tiefen von 0 bis 50 cm entnommen wurden. Sie gelangen nur in geringem Abstand von der Fahrbahn durch abgeschwemmtes Regenwasser in den Boden. Nachdem ein geologischer + anthropogener „Normalwert“ (ohne Belastung durch Autoverkehr) in den oberen Bodenschichten (bis 15 cm Tiefe) zwischen 14 und 40 mg/kg ermittelt worden war, wurden nach 1¹/₂ Jahren Bleigehalte gemessen, die in Abbildung 12 graphisch dargestellt sind. Das Element gelangt nach Verbrennung des Antiklopfmittels Tetraethylblei überwiegend in Form von Bleichloridbromid in die Atmosphäre und von dort als Niederschlag auf Pflanzen und Böden. Im Boden bildet es mit Sulfat- und Carbonat-Ionen sowie organisch-tonigen Komplexen geochemisch wenig mobile Verbindungen, d. h. Verbindungen, die sich im Erdreich nur langsam fortbewegen. Dieses Verhalten mindert zwar die unmittelbare Gefahr für das Grundwasser. Die Bleiverbindungen stellen aber auf lange Sicht eine Belastung dar, die nicht unbeachtet bleiben darf.

6.2.3 Sickerbecken und Brunnen an der Bundesautobahn A 3

Seit Mai 1973 fließen in ein rd. 3500 m² großes, 7 m tiefes Sickerbecken rd. 90% vom Oberflächenabfluß eines 3 km langen Autobahnabschnittes ostnordöstlich des Frankfurter Flughafens mit einer befestigten Fläche von etwa 54 000 m², um dort zu verdunsten. Vom Autobahnamt Frankfurt/M. werden für den zum Sickerbecken entwässernden Autobahnabschnitt durchschnittliche tägliche Verkehrsmengen (1980) von 90 000 Kraftfahrzeugen angegeben. Die vom Sickerbecken ausgehenden Grundwasserbelastungen werden durch 8 Brunnen überwacht.

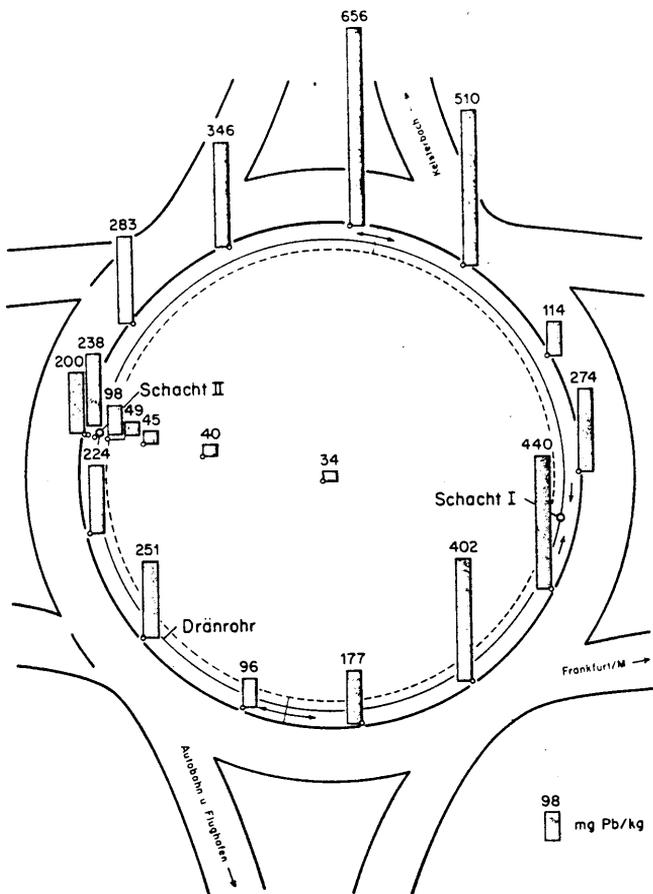


Abb. 12: Kreiselsystem Unterschweinstiege Bundesstraße B 3. Bleikonzentrationen in mg/kg (s. Text, S. 148)

In den zitierten Arbeiten (GOLWER, A. & W. SCHNEIDER 1979, 1982) werden die geologischen, hydrologischen und sonstigen Bedingungen ähnlich beschrieben wie bei dem Kreiselsystem an der Unterschweinstiege (6.2.2). Im INSTITUT FRESSENIUS wurden zahlreiche Wasser-, Schlamm- und Bodenproben vom September 1975 bis Oktober 1977 nach unterschiedlichen Methoden analysiert. 14 Hauptbestandteile und 21 anorganische Spurenelemente wurden nachgewiesen und z. T. quantitativ, vorwiegend nach ISO-Normen, DIN-Vorschriften und Deutschen Einheitsverfahren/DEV bestimmt.

Von 1978 bis 1980 wurden drei Summenparameter (Organischer Kohlenstoff/TOC, Chemischer und Biologischer Sauerstoffbedarf/CSB und BSB₅), 32 organische Gruppenparameter und Einzelsubstanzen sowie 25 anorganische

Stoffe, darunter Na, K, Ca, Al, Fe, Mn, Chlorid, Hydrogencarbonat und Hydrogenphosphat, sowie die Spurenelemente As, Pb, B, Cd, Cu, Ni, Ti und Zn analytisch erfaßt. Neben den aus Petrolether- und Tetrachlorkohlenstoff-Extrakten isolierten organischen Verbindungen wurden flüchtige aliphatische und aromatische sowie polycyclische Kohlenwasserstoffe, Phenole, Detergentien und Gesamtcyanide überwiegend durch Gas-Chromatographie, Infrarot- und UV-Spektroskopie bestimmt.

Topographie des Sickerbeckens und geologischer Schnitt sind als Skizzen in den Abbildungen 13a und b dargestellt. Weitere Einzelheiten der Untersuchung können hier nicht näher erörtert werden. Sie stimmen methodisch weitgehend und im Ergebnis tendentiell mit den Befunden an der Unterschweinstiege überein.

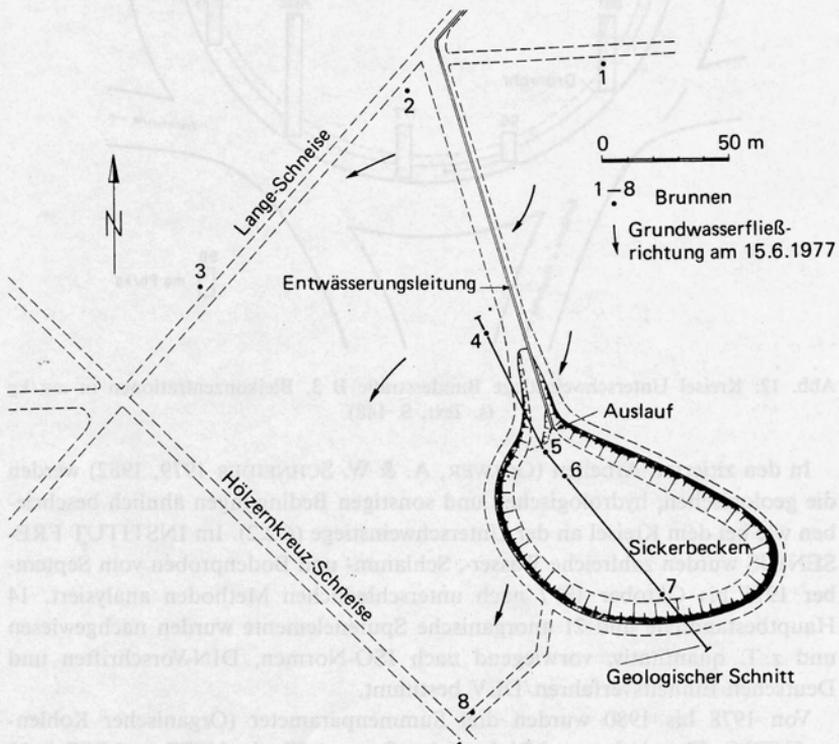


Abb. 13a (Erläuterung s. Text, S. 148–150)

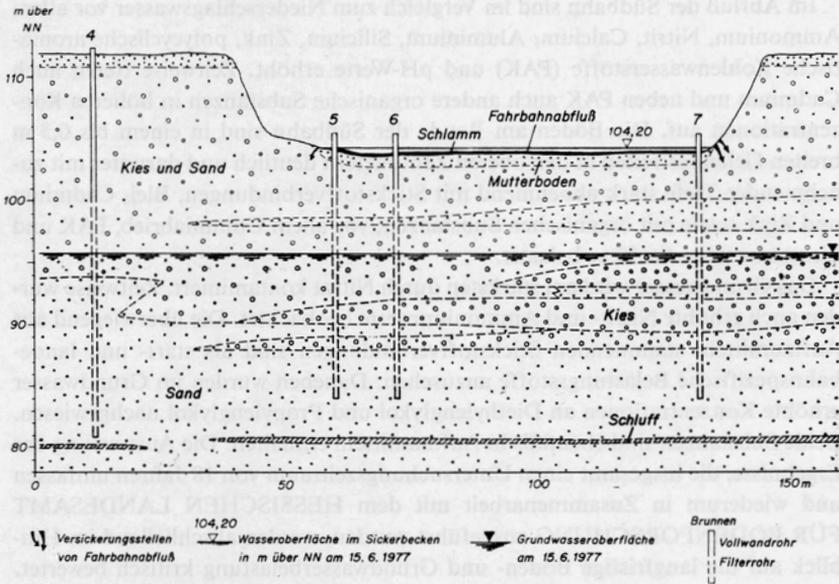


Abb. 13: Sickerbecken mit Brunnen an der Bundesautobahn A 3 (oben); geologischer Schnitt vom Sickerbecken (s. Text, S. 148–150)

6.2.4 Flughafen Frankfurt Main

Um diesen Untersuchungsbereich abzuschließen, sei noch eine Veröffentlichung über die „Belastung von Böden und Grundwasser an Start- und Landebahnen des Flughafens Frankfurt Main“ (GOLWER, A., G. FISCHER, H. GORBAUCH & W. SCHNEIDER 1989) erwähnt. Es werden Untersuchungen beschrieben, die seit 1970 bis einschließlich 1987 durchgeführt werden. Belastungsstoffe sind Flugzeugabgase, Auftaumittel, Abrieb von Reifen und von Start- und Landebahnen sowie Feuerlöschmittel. Von diesen Stoffgruppen gelangen mit dem Oberflächenabfluß, teilweise auch durch Windtransport zahlreiche Einzelsubstanzen in die oberen Zentimeter der benachbarten Böden und von dort einige Stoffe in das Grundwasser.

Die Abflüsse der Südbahn wurden aus 5 Entwässerungsrinnen von 1 m Länge entlang des Nordrandes der Bahn gewonnen. Zur Entnahme von Grundwasser wurden ein 20 m tiefer Brunnen nördlich der Nordbahn und 5 Brunnen (35–40 m tief) im Bereich der Südbahn angelegt. Das Niederschlagswasser wurde bei der Klimastation Flughafen und (zum Vergleich) in Taunusstein-Neuhof gesammelt.

Im Abfluß der Südbahn sind im Vergleich zum Niederschlagswasser vor allem Ammonium, Nitrit, Calcium, Aluminium, Silicium, Zink, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und pH-Werte erhöht. Zeitweise treten auch Cadmium und neben PAK auch andere organische Substanzen in höheren Konzentrationen auf. Die Böden am Rande der Südbahn sind in einem bis 0,5 m breiten Geländestreifen in den oberen Zentimetern deutlich und darunter mit zunehmender Tiefe stark abnehmend mit Stickstoffverbindungen, Blei, Cadmium und Zink sowie mit organischen Substanzen, vor allem Gummiabrieb, PAK und bitumenartigen Stoffen, belastet.

Das Grundwasser wird am stärksten durch Nitrat kontaminiert. Zeitweise wurden auch erhöhte Nitrit- und Ammoniumwerte beobachtet. Die überwiegend aus Auftaumitteln stammenden Stickstoffverbindungen sind als start- und landbahnspezifische Belastungstoffe anzusehen. Daneben wurden im Grundwasser erhöhte Konzentrationen an Diethylenglykol und Propylenglykol nachgewiesen. Beide Substanzen sind ebenfalls in Auftaumitteln enthalten. Die Auswertung der Ergebnisse, die insgesamt einen Untersuchungszeitraum von 18 Jahren umfassen und wiederum in Zusammenarbeit mit dem HESSISCHEN LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG ausgeführt wurden, werden abschließend im Hinblick auf die langfristige Boden- und Grundwasserbelastung kritisch bewertet.

6.3 Nährstoff-Bilanz des Sees von Tunis (Projekt „Abwasser-Wassergüte-Umweltschutz in Tunesien“)

In Tunesien begann das INSTITUT FRESENIUS 1975 umfangreiche Untersuchungen, die eine Bestandsaufnahme der Wassergüte und Abwasser-Situation sowie entsprechende fachliche Hilfestellung für tunesische Institutionen zum Inhalt hatten. Unmittelbarer Auftraggeber war die GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) GmbH in Eschborn, eine Organisation, die im Auftrag der Bundesregierung die Unterstützung von Ländern der Dritten Welt im Rahmen von projektgebundener Entwicklungshilfe steuert und koordiniert. In diesem Bericht soll jedoch ausschließlich über die Untersuchung des Sees von Tunis (Lac de Tunis) berichtet werden, da die übrigen Aufgaben vornehmlich organisatorischer Art waren: Einrichtung von Wasser-Untersuchungslabors, Beschaffung von Analysengeräten und Schulung von einheimischem Personal.

Der See von Tunis ist eine flache Lagune, die durch eine schmale Landzunge vom Mittelmeer abgetrennt ist. Ein Navigationskanal mit Klappwehren stellt eine schiffbare Verbindung zum Golf von Tunis her. Der See ist in die Liste der schützenswerten Feuchtgebiete der Erde aufgenommen. Außerdem ist er wichtig für die tunesische Fischerei; einmal für das Fischen selbst (durchschnittliche Fang-

menge 600 Tonnen Fisch pro Jahr), zum anderen stellt der See ein Fischlaichgewässer mit großen Mengen an Jungfischen und Jungaalen dar (Abb. 14).

Neben dieser Bedeutung des Sees für marine Lebewesen ist das ganze Gebiet von existentieller Bedeutung für viele Vogelarten. Im Seebereich nisten und brüten zahlreiche Flamingos, Reiher und Kormorane. Außerdem hat die Regierung des Landes den See von Tunis als mögliches Erholungsgebiet für die eigene Bevölkerung und als denkbare Touristenattraktion ins Auge gefaßt. Durch die besonderen Umstände (geringe Wassertiefe, schwacher Wasseraustausch mit dem Mittelmeer, hohe Wassertemperatur bei hoher Sonneneinstrahlung, dazu dichte

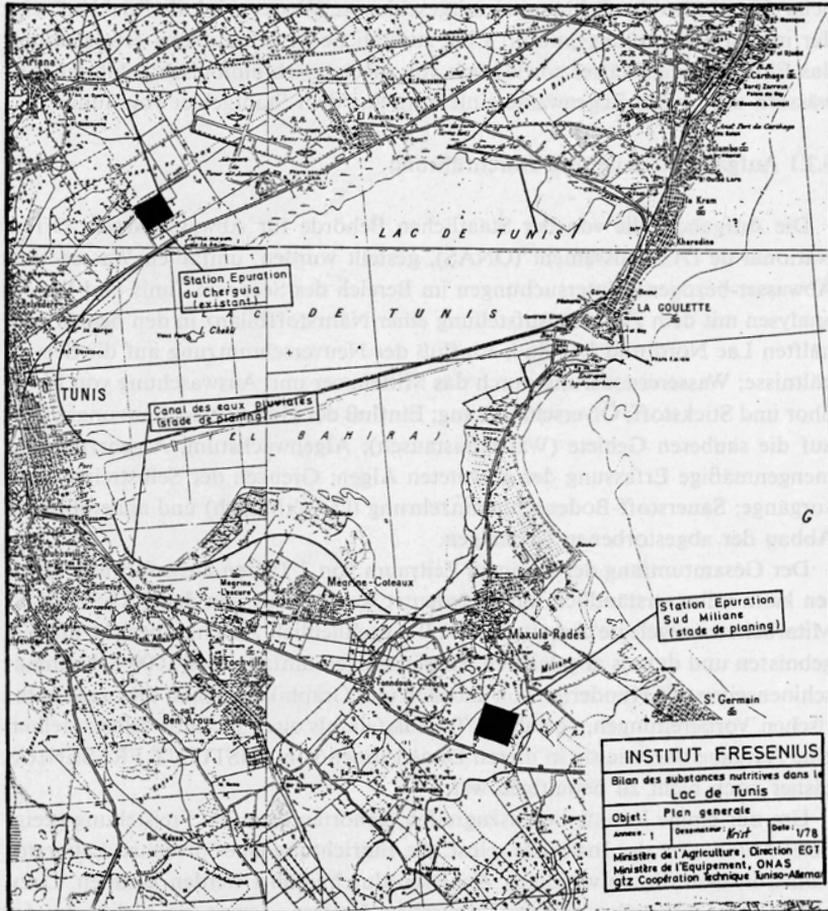


Abb. 14: See von Tunis: geographische Übersicht

städtische Besiedlung der Uferzone einschließlich des Hinterlandes) ist das Ökosystem des Sees jedoch stark anthropogen belastet: anaerober Schlamm, anaerobe Wasserzonen. Der See von Tunis ist ein Modellfall für ein Gewässer, das zur Eutrophierung neigt.

Im Grunde stellt der Tunissee ein überdimensionales Sickerbecken (6.2.2) dar. Er ist durchschnittlich 1 m tief und hat stark wechselndes salzhaltiges Wasser. In einem Teil des Sees wird Salz gewonnen, in einem anderen Teil wird Müll eingelagert. In einem dritten, größeren Abschnitt, der in einzelne Segmente unterteilt ist, pumpt man Schlamm vom Grunde des Sees ab und deponiert ihn in Absetzbecken. Diese Absetzbecken sind großflächig aus dem See abgeteilt. Das beim Abpumpen des Schlammes mitgeschleppte Wasser wird als Rücklauf wieder in den See zurückgepumpt. Eine zusätzliche Verschmutzung erfolgt durch das Einleiten ungeklärter sowie auch von mechanisch-biologisch geklärten Abwässern und durch Regenwassereinleitung aus dem Stadtgebiet von Tunis.

6.3.1 Aufgabenstellung und Durchführung

Die Aufgaben, die von der Staatlichen Behörde für Abwasserwesen, Office National de l'Assainissement (ONAS), gestellt wurden, umfaßten Wasser- und Abwasser-bezogene Untersuchungen im Bereich des Sees von Tunis und Laboranalysen mit dem Ziel der Aufstellung einer Nährstoffbilanz in den beiden Seehälften Lac Nord und Lac Sud; Einfluß der Neuverschmutzung auf die Seeverhältnisse; Wassererneuerung durch das Mittelmeer und Auswaschung von Phosphor und Stickstoff; Ölverschmutzung; Einfluß der Hauptverschmutzungszonen auf die sauberen Gebiete (Wasseraustausch); Algenwachstum, Algenernte und mengenmäßige Erfassung der geernteten Algen; Grenzen der Selbstreinigungsvorgänge; Sauerstoff-Bodenschlammzehrung (O_2 -Verbrauch) und anaerober Abbau der abgestorbenen Grünalgen.

Der Gesamtumfang der in einem Zeitraum von 2 Jahren ausgeführten Arbeiten kann selbstverständlich nur angedeutet werden; das von den FRESENIUS-Mitarbeitern angelegte Arbeitsprotokoll einschließlich Abschlußbericht mit Ergebnissen und daraus abgeleiteten Empfehlungen umfaßt etwa 1000 Schreibmaschinenseiten mit Hunderten von Tabellen und Graphiken. Schon die organisatorischen Vorbereitungen, sowohl in Taunusstein als auch in Tunis selbst, stellten eine Aufgabe dar, wie sie in diesen Dimensionen vom INSTITUT FRESENIUS bisher noch nicht zu bewältigen war.

Um nur einige Punkte herauszugreifen, gehörten dazu die Freistellung geeigneter Mitarbeiter des Institutes selbst, die Einrichtung eines örtlichen Laboratoriums, in dem die notwendigen Analysen durchgeführt werden konnten. Dazu gehörte das Einstellen von einheimischen Helfern, soweit sie nicht von der ONAS gestellt werden konnten. Um die erforderlichen Langzeitbeobachtungen

und Messungen auf dem See durchführen zu können, mußte ein Motorboot angeschafft werden, dazu Entfernungsmesser, Winkelmesser, Feldstecher und schließlich ein 1 m breiter Kescher zum Einsammeln (Ernten) der Algen. Im großen und ganzen also Gerätschaften, die normalerweise nicht zur Standardausrüstung eines analytischen Laboratoriums gehören.

Von Seiten des INSTITUTES FRESENIUS wurde das Projekt von Direktor WILHELM SCHNEIDER geleitet. Für die Arbeiten in Tunis verantwortlich waren Chem.-Ing. (grad.) H. KRIST und G. JUST. Die GTZ unterhielt vor Ort eine eigene Projektgruppe mit Dipl.-Ing. P. KAMPE als Teamleiter und Chem.-Ing. E. KÖPPEN. Die tunesischen Partner der ONAS waren Direktor H. KENNOU und Laborchef SAIED.

Der Operationsplan begann mit der Fixierung der Probenahmestellen im Lac Nord, im Lac Sud und im Navigationskanal durch ein Koordinatensystem, dessen Schnittpunkte im Abstand von 1 und 2 km durch Bojen markiert wurden. In Abständen von 500 und 1000 m wurden im Herbst 1976 sowie im Frühjahr/Sommer 1977 nach einem genau festgelegten Plan in einer Tiefe von 0,10 m unter dem Seespiegel Wasserproben sowie 0,10 m über dem Seegrund Wasser- und Schlammproben entnommen. Außerdem wurden vom Boot aus mit Pumpen Wasserproben aus verschiedenen Tiefen entnommen und durch ein Elektroden-system zur Messung von Temperatur, elektr. Leitfähigkeit, Sauerstoff, pH/Redox-Potential geleitet. Die bakteriologischen Proben wurden an Bord des Probenahmeboots angesetzt und später im Labor untersucht. Die Entnahme von Schlamm- und Seesediment-Proben erfolgte mit einem speziellen Schlammgreifer und einem selbstgebauten Sedimentstecher, die Algen wurden mit dem Kescher gehoben, Mikroalgen auf Membranfiltern gesammelt und gewogen.

Art (Analysenmethoden) und Umfang der im Laboratorium durchgeführten Arbeiten können nicht Gegenstand dieses Berichtes sein. Um einen Eindruck zu vermitteln, wie die Ergebnisse der Auswertung (neben einer Vielzahl von Tabellen) kartographisch dargestellt wurden, sind 3 Kartenskizzen abgebildet (Abb. 15 a, b, c). Skizze 1 zeigt die Verteilung des Algenbestandes in einem bestimmten Zeitabschnitt, Skizze 2 den Phosphorgehalt, ausgedrückt als Gesamt-Phosphor in mg/Liter Wasserprobe (Mischproben aus verschiedenen Wassertiefen); Skizze 3 gibt die Keimzahlen coliformer Bakterien wieder. In den Skizzen 1 und 3 sind die Koordinaten des durch Bojen markierten Rasternetzes zu erkennen.

6.3.2 Ergebnisse und Empfehlungen

Das Ergebnis der Algenmessung (und damit des Phosphor- und Stickstoffgehalts) kann kurz so formuliert werden. Die dritte von insgesamt vier Erntekampagnen (Juli 1977), bei denen die Algenkolorien in Abständen von 50 und 100 m, rasterförmig über die ganze Seefläche verteilt, aus dem Wasser geschöpft

wurden, ergab überdurchschnittlich hohe Werte. Dabei wurden im Lac Nord etwa 86.000 t feuchte Algen, entsprechend einer Trockenmasse von rd. 12.850 t ermittelt. Diese enthält rd. 25,7 t Phosphor und 295 t Stickstoff. Den Kohlenstoffgehalt berechnete man auf rd. 2.100 t. Im Lac Sud wurden im gleichen Meßzeitraum etwa 12.000 t feuchte Algen abgeschätzt, das sind rd. 1.800 t Trockensubstanz mit 3,59 t Phosphor, 41,2 t Stickstoff und etwa 305 t Kohlenstoff. Der hier beschriebene Abschnitt war nur einer von vier Meßzeiträumen, mit dem lediglich die Arbeitsweise und Art der Ergebnisfeststellung demonstriert werden sollte.

In der von W. SCHNEIDER formulierten Summierung der Ergebnisse für die Jahre 1976/77 heißt es, daß „der See von Tunis ein in weiten Teilen sich selbst regulierendes labiles Ökosystem auf niederem Niveau darstellt. Am ehesten kann man ihn mit einem Abwasserteich mit teilweiser Algen- und Fischbewirtschaftung vergleichen. Teile des Lac Nord sind anaerob und im herkömmlichen Sinne biologisch tot. Die Wasserbeschaffenheit verbessert sich in Richtung der Insel Chekli (Karte, Abb. 14), und der See vermag die Abwässer von Cherguia aufzunehmen. Es stellt sich in Abhängigkeit von der Wasserdurchmischung ein Biotop ein, das artenarm ist und im wesentlichen aus dem Sauerstoffeintrag durch Wind und Wellen und Sauerstoffproduktion bzw. -verbrauch durch Algen stabilisiert wird.“

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse, die im Lac Sud ganz ähnlich sind, „ist zu erwarten, daß das artenarme, labile, aber sich immer wieder regulierende Öko-

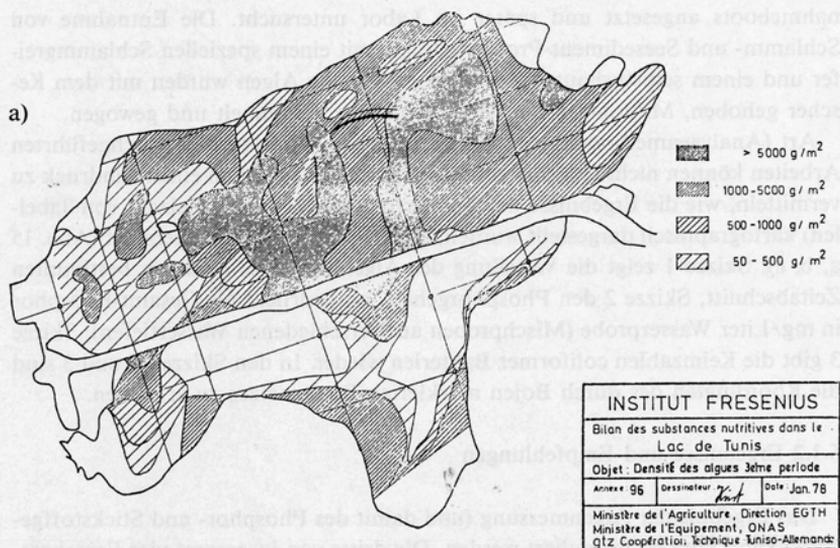
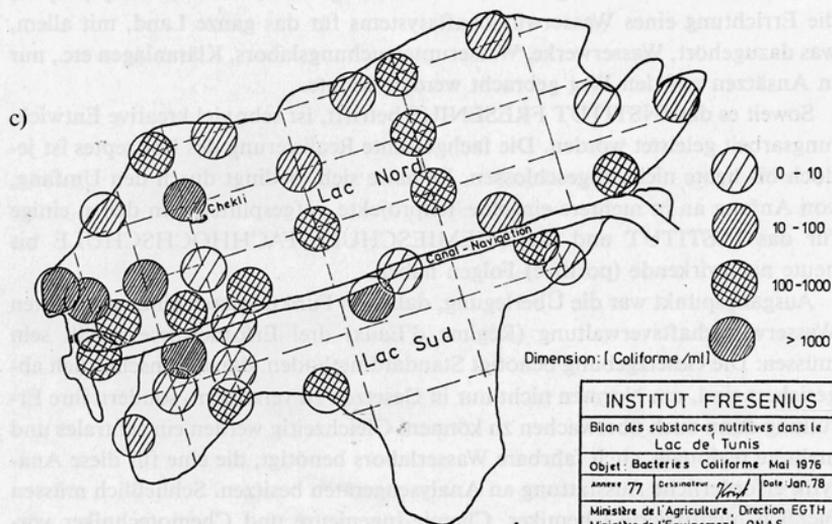
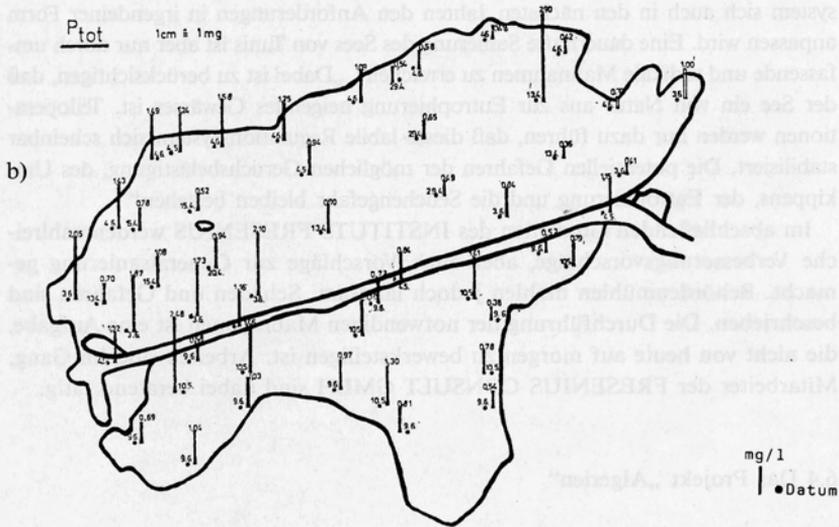


Abb. 15: See von Tunis: a) Verteilung des Algenbestandes Juni 1978; b) Phosphorgehalt in mg/Liter; c) Keimzahlen coliformer Bakterien (s. Text, S. 155)



system sich auch in den nächsten Jahren den Anforderungen in irgendeiner Form anpassen wird. Eine dauerhafte Sanierung des Sees von Tunis ist aber nur durch umfassende und radikale Maßnahmen zu erreichen“. „Dabei ist zu berücksichtigen, daß der See ein von Natur aus zur Eutrophierung neigendes Gewässer ist. Teiloperationen werden nur dazu führen, daß dieses labile Regulationssystem sich scheinbar stabilisiert. Die potentiellen Gefahren der möglichen Geruchsbelästigung, des Umkippen, der Eutrophierung und die Seuchengefahr bleiben bestehen.“

Im abschließenden Gutachten des INSTITUTS FRESENIUS werden zahlreiche Verbesserungsvorschläge, aber auch Vorschläge zur Generalsanierung gemacht. Behördenmühlen mahlen jedoch langsam. Schäden und Gefahren sind beschrieben. Die Durchführung der notwendigen Maßnahmen ist eine Aufgabe, die nicht von heute auf morgen zu bewerkstelligen ist. Arbeiten sind im Gang, Mitarbeiter der FRESENIUS CONSULT GMBH sind dabei beratend tätig.

6.4 Das Projekt „Algerien“

Etwa zeitgleich mit den Arbeiten in Tunis führten Kontakte, die wiederum von der GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) initiiert wurden, zu einem noch umfangreicheren Projekt, das im Auftrag der Regierung der Volksrepublik Algerien in Angriff genommen wurde. Politische Umstände – und die von Anfang an wohl allzu weitgesteckte Zielsetzung, die nur in Teilschritten zu bewältigen war, haben dazu geführt, daß das Hauptprojekt, die Errichtung eines Wasserwirtschaftssystems für das ganze Land, mit allem, was dazugehört, Wasserwerke, Wasseruntersuchungslabors, Kläranlagen etc., nur in Ansätzen auf den Weg gebracht werden konnte.

Soweit es das INSTITUT FRESENIUS betrifft, ist sehr viel kreative Entwicklungsarbeit geleistet worden. Die fachgerechte Realisierung des Konzeptes ist jedoch bis heute nicht abgeschlossen. Es hatte sich, bedingt durch den Umfang, von Anfang an in mehrere einzelne Teilprojekte aufgesplittet, von denen einige für das INSTITUT und die CHEMIESCHULE/FACHHOCHSCHULE bis heute nachwirkende (positive) Folgen haben.

Ausgangspunkt war die Überlegung, daß zum Funktionieren einer geordneten Wasserwirtschaftsverwaltung (Régime d'Eaux) drei Erfordernisse erfüllt sein müssen: Die Gesetzgebung benötigt Standardmethoden, die wissenschaftlich abgesichert sind, um Normen nicht nur in Gesetzen zu verankern, sondern ihre Erfüllung dann auch überwachen zu können. Gleichzeitig werden ein zentrales und mehrere regionale, auch fahrbare Wasserlabors benötigt, die eine für diese Analytik erforderliche Ausstattung an Analysengeräten besitzen. Schließlich müssen fachlich qualifizierte Chemiker, Chemie-Ingenieure und Chemotechniker vorhanden sein, die ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Wasserchemie, sei es bei der

Trinkwasseraufbereitung, der chemisch-analytischen Untersuchung und bei der Führung und Kontrolle von Kläranlagen zur Abwasserreinigung anzuwenden in der Lage sind.

Während es beim Auf- und Ausbau von Wasserlabors unvorhersehbare Schwierigkeiten gab, konnte der zuletzt genannte Punkt in großem Umfang realisiert werden: die Ausbildung von Chemikern, Chemieingenieuren und Chemotechnikern mit besonderer Spezialisierung auf Wasseranalytik und Abwassertechnologie. Seit 1976 sind in der CHEMIESCHULE FRESENIUS, ergänzt durch Praktika im INSTITUT FRESENIUS in Taunusstein, etwa 100 algerische Studenten in besonderen Studiengängen ausgebildet worden. Nachdem sie in Sprachkursen ihre Deutschkenntnisse auf den erforderlichen Stand gebracht hatten, haben sie, finanziell unterstützt von der CARL-DUISBERG-Stiftung, ihr Studium absolviert. Dabei gab es eine natürliche Auslese: die Mehrzahl der Studenten schlossen als Chemotechniker ab, beinahe ebenso viele wurden Chemieingenieure (grad.), und es kam vor, daß einer von ihnen danach noch an der Hochschule das Diplomchemiker-Examen ablegte und den Doktorgrad erwarb.

6.5 Die Methodensammlung für Wasseruntersuchungen

Eine Grundvoraussetzung sowohl für die Ausbildung der algerischen Studenten in Deutschland als auch später in Algerien selbst sowie für das geplante Netz von Wasserlaboratorien einschließlich aller Einrichtungen des „Régime d'Eaux“ war das Vorhandensein eines Systems von Lehrbüchern in französischer Sprache. Diese sollten so konzipiert sein, daß sie für den Fachschulunterricht zu gebrauchen waren, gleichzeitig aber auch als Laboratoriums-Handbücher dienen konnten, nach deren genauen Arbeitsvorschriften die Wasserchemiker/-techniker wie nach einem Kochbuch arbeiten konnten. Die Methodik mußte den Verhältnissen vor Ort angepaßt sein.

Das bedeutete eine doppelte Zielrichtung: Modernste Analysenverfahren für die Zentrallabors des Partnerlandes, das nicht mit einer „Dritte-Welt-Mentalität“ bedient sein wollte. In diesem Punkt sind die Partner solcher Entwicklungsprojekte (mit Recht) sehr empfindlich. Andererseits erfordern die örtlichen und regionalen Verhältnisse in diesen Ländern auch ein Angebot an robusten und wenig störanfälligen Methoden, ohne die Wasserstationen in abgelegenen Teilen des Landes (Atlasgebirge, Hochland der Schotts und Sahara-Randgebiete) keine effiziente Arbeit leisten könnten.

Es mußten Methoden gewählt werden, die zuverlässig und hinsichtlich Richtigkeit und Reproduzierbarkeit optimiert waren. Die Empfindlichkeiten mußten mindestens die Größenordnung international vorgeschriebener oder empfohlener Grenzwerte für Spurenelemente, Anionen und gesundheitsschädliche organische Verbindungen erreichen. Neben wenigen traditionellen gravimetrischen und

volumetrischen Verfahren blieb die Spektralphotometrie das „Arbeitspferd“ dieser Analytik; für organische Verbindungen schob sich mehr und mehr die Gas-Chromatographie in den Vordergrund. Atomabsorptionsspektrometrische Verfahren (AAS) mit Flammenanregung wurden erstmalig in größerem Maße berücksichtigt.

Bücher, die diesen Anforderungen entsprachen, gab es nicht. Also mußten sie geschaffen werden. Eine Aufgabe, die nicht leicht zu lösen war. Sie wurde aber in Angriff genommen. Und sie hat sich – im Nachhinein läßt sich das ohne Einschränkung feststellen – als eine für viele neue Aktivitäten des INSTITUTES FRESENIUS befruchtende Herausforderung erwiesen. Verlangt wurden Arbeitsbücher, in die ausschließlich solche Analysenverfahren aufgenommen werden sollten, die sich bei FRESENIUS selbst bewährt hatten und dort in der täglichen Routinearbeit angewendet werden.

Das erste dieser Bücher wurde im Januar 1976 begonnen. Das Konzept wurde aus der Praxis heraus von W. SCHNEIDER und W. CZYSZ entwickelt. Einige Methoden lagen schon als Einzelpublikationen in Fachzeitschriften vor. Andere waren im Wasser-Band des HANDBUCHES FÜR LEBENSMITTELCHEMIE veröffentlicht worden; sie mußten z. T. modifiziert und auf den neuesten Stand gebracht werden. Viele Verfahren existierten nur in Form von handgeschriebenen Notizen in den Labors. Sie wurden präzisiert und in die Form von verbindlichen Analysenvorschriften gebracht. Der gesamte Text ist neu geschrieben worden. Nicht viel anders waren einmal die ANLEITUNGEN ZUR QUALITATIVEN UND QUANTITATIVEN CHEMISCHEN ANALYSE des Gründers REMIGIUS FRESENIUS entstanden, mit dem einen, allerdings bedeutenden Unterschied, daß er kaum auf Vorarbeiten anderer Analytiker zurückgreifen konnte.

Ende 1977 lag das dreibändige Werk als „METHODENSAMMLUNG FÜR WASSERUNTERSUCHUNGEN“ vor (CZYSZ, W., H. DEICHSEL, R. E. FRESENIUS, W. POTH, W. SCHNEIDER & E. WIENRICH 1977). Gleichzeitig erschien die französische Fassung „Méthodes pour l'Analyse des Eaux“, einmal als spezielle Ausfertigung im Auftrag der REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE, außerdem in einer (textgleichen) Fassung, die im Auftrag der deutschen Bundesregierung von der GTZ in französischsprachige Länder, überwiegend in Afrika, als Starthilfe für ähnliche Projekte wie die in Algerien und Tunesien geliefert wurde (Abb. 16).

In neu bearbeiteter Form, aber auf der Grundlage der vorstehend zitierten deutsch/französischen Fassung, ist dieses Buch in englischer Sprache „WATER ANALYSIS: (A Practical Guide to Physico-Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance) mit den FRESENIUS-Autoren F. J. BIBO, H. BIRKE, H. BÖHM, W. CZYSZ, H. GORBAUCH, H. J. HOFFMANN, H. H. RUMP und W. SCHNEIDER beim Springer-Verlag (FRESENIUS, W., K. E. QUENTIN & W. SCHNEIDER, Eds., 1988) erschienen. Auf diesem Methodenbuch basiert au-

ßerdem der chemisch-analytische Teil eines Forschungsberichtes „Untersuchungsmethoden des Instituts Fresenius zur Beurteilung der Deponierbarkeit von Gewerbeabfällen“, der 1980 von W. SCHNEIDER (unter Mitarbeit von W. CZYSZ, H. GORBAUCH und H. H. RUMP) für das Umweltbundesamt erstellt wurde.

6.6 Technologie des Trinkwassers und des Abwassers

Kaum war das Mammutwerk der METHODENSAMMLUNG abgeschlossen, stand ein neues Projekt dieser Art ins Haus. Es war ein weiterer Teil des Gesamtplanes, der ursprünglich für Algerien, Tunesien und andere von der GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT/GTZ geförderte Länder zugeschnitten war: Ein Handbuch über die Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser im allgemeinen, aber auch speziell in relativ wasserarmen Ländern. Aus dem letzteren Grund wurde auch ein besonderes Kapitel über Trinkwassergewinnung aus Salz- und Meerwasser aufgenommen. Die „TECHNOLOGIE DES TRINKWASSERS“ erschien in französischer Sprache

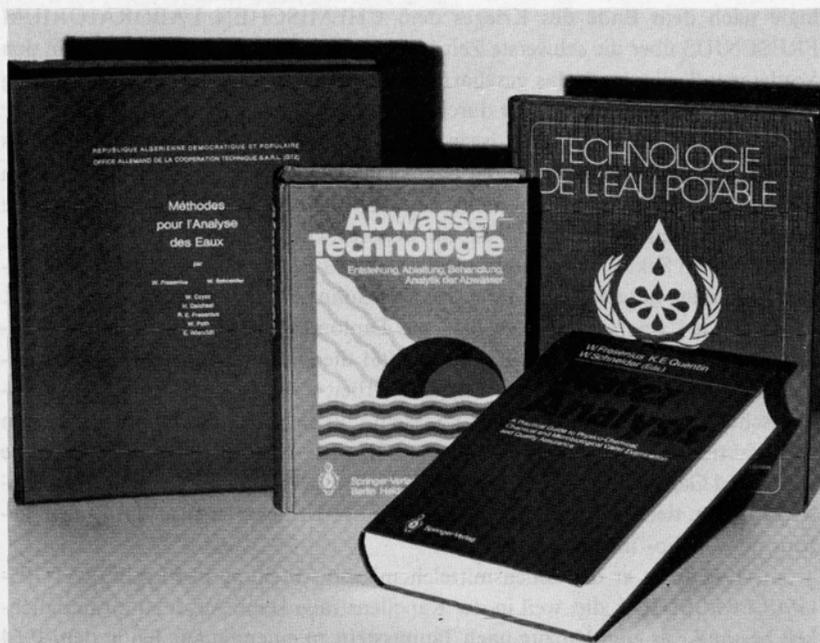


Abb. 16: Methodenbücher zur Wasseranalyse, Trinkwasser- und Abwasser-Technologie aus dem Institut Fresenius

als „TECHNOLOGIE DE L'EAU POTABLE“ (ARTZ, J., W. CZYSZ, R. HECK, W. SCHNEIDER & E. STAUDTE 1979/80).

Den Abschluß dieser Reihe bildet ein, wegen der besonderen Thematik mit dem „Forschungsinstitut für Wassertechnologie“ der TECHNISCHEN HOCHSCHULE AACHEN (RWTH) gemeinsam erarbeitetes Buch „ABWASSER-TECHNOLOGIE“. Es trägt den Untertitel „Entstehung, Ableitung, Behandlung, Analytik der Abwässer“. Behandlung und Analytik der Abwässer waren der Teil des INSTITUTES FRESENIUS mit den Autoren W. CZYSZ, A. DENNE, H. RUMP, W. SCHNEIDER, E. STAUDTE und W. SUPPERL (1984). Dieses Buch ist inzwischen in 2. Auflage und in einer englischen Ausgabe (1989) erschienen. Geplant ist eine französische Ausgabe, die durch den Mitherausgeber GTZ in französischsprachigen Ländern, insbesondere in Afrika, verbreitet werden soll.

7. Lebensmittel-Analyse und Mikrobiologie

Selbstverständlich drehte sich in diesen Jahren nicht alles um Wasser und Umwelt. Doch selbst in der Lebensmittel-Analytik, die zusammen mit der Mikrobiologie nach dem Ende des Krieges dem CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS über die schwerste Zeit hinweggeholfen hatte, traten Fragen in den Vordergrund, die durch das geschärfte Gesundheitsbewußtsein der Bevölkerung und damit indirekt doch wieder durch das Thema Umwelt ausgelöst wurden. Der Begriff des „Reinheitsgebotes“ ist in jüngster Zeit durch die Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofes in das allgemeine Bewußtsein getreten. Es sei nur an die Auseinandersetzungen um deutsches Bier und deutsche Wurst erinnert. Käse aus nicht pasteurisierter Milch ist ein weiteres Thema dieser Art.

Auf diesem Sektor ist Professor Dr. REMIGIUS E. FRESENIUS (Abb. 9) seit langem, vor allem gutachterlich, tätig. 1931 als Sohn des 1949 gestorbenen Prof. Dr. R. FRESENIUS geboren, legte er 1957 das Diplomchemiker-Examen an der Philipps-Universität in Marburg/Lahn und 1961 die Diplomprüfung als Lebensmittelchemiker ab. Er promovierte mit einer Arbeit über die „Fraktionierung enzymatischer Hydrolysate von α - und β -Casein und das Calciumbindungsvermögen der Fraktionen“. An der FACHHOCHSCHULE WIESBADEN, Fachbereiche Wein- und Gartenbau, in Geisenheim war er von 1971 bis 1981 als Lehrbeauftragter tätig. An der CHEMIESCHULE FRESENIUS lehrt er u. a. die Fächer Lebensmittel-, Bio- und Umweltchemie.

Seit 1961 leitet er die Lebensmittelchemische Abteilung des LABORATORIUMS FRESENIUS, die, weil in der Kapellenstraße keine Ausdehnungsmöglichkeit bestand, bis zum Umzug nach Taunusstein zu einem guten Teil in dem 1964 erworbenen Frankfurter LABORATORIUM Dr. H. POPP ihre Untersuchungen durchführte. Dort stellten neben umfangreichen Hygienetests in Lebensmittelbe-

trieben und Lebensmittelmärkten größere Aufträge aus dem Bereich der Zigarettenindustrie einen besonderen Schwerpunkt dar. Nikotin, aber vor allem die als Karzinogene geltenden Teerbestandteile des Rauchkondensats stehen dabei im Mittelpunkt des Interesses (FRESENIUS, R. E. 1985; FRESENIUS, R. E. & E. AUGSTEIN 1983).

An wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu nennen sind u. a. die „Möglichkeiten und Grenzen des Nachweises schädlicher Substanzen in Wasser, Boden und Lebensmitteln“ (FRESENIUS, R. E. 1966) sowie eine speziellere „Schnellmethode zur Bestimmung des Eidgehaltes in Mayonnaise und Salatmayonnaise“ (FRESENIUS, R. E. 1967); sie wurde durch die Neufassung der Leitsätze für die Zusammensetzung dieser Produkte veranlaßt. Das besondere Interesse von R. E. FRESENIUS hat von Anfang an den Möglichkeiten der enzymatischen Analyse bei der Untersuchung von Lebensmitteln gegolten (FRESENIUS, R. E. & K.-G. WÖNNE 1974, 1976), aber auch dem Nachweis von Mycotoxinen, giftigen Stoffwechselprodukten von Schimmelpilzen, die lebensgefährliche Lebensmittelvergiftungen hervorrufen können (FRESENIUS, R. E. 1980).

7.1 Fruchtsäfte und Erfrischungsgetränke

Große Bedeutung haben nach wie vor die Untersuchungen von Limonaden und Fruchtsäften. In diesem Arbeitsgebiet treffen sich Lebensmitteluntersuchung und Mikrobiologie, über die schon eingehend berichtet wurde. Hier sollen deshalb nur einige Arbeiten kurz erwähnt werden, die nach dem Ausscheiden von Dr. GEHRING von seinen Nachfolgern weitergeführt worden sind. Dr. GEORG STURM leitete die Mikrobiologische Abteilung von 1962 bis 1965. Dann übernahm EDITH WIENRICH den Innendienst, ALFRED SCHNEIDER organisierte den Außendienst, während FRANZ JOSEF BIBO seitdem den Trinkwasser- und Lebensmittelbereich sowie die mikrobiologische Kontrolle der Mineral- und Heilwässer betreut.

In diesen Jahren entstanden Arbeiten über die Bedeutung mikrobiologischer Befunde bei Limonaden und Fruchtsaftgetränken (STURM, G. & E. WIENRICH 1962; FRESENIUS, W., E. WIENRICH & F. J. BIBO 1967; WIENRICH, E. 1975a, 1975b, 1976). Die in diesen Jahren gesammelten Erfahrungen mündeten in den „Entwurf eines Standards zur mikrobiologischen Untersuchung von Fruchtsäften und alkoholfreien Erfrischungsgetränken“ (FRESENIUS, R. E., E. WIENRICH, F. J. BIBO & A. SCHNEIDER 1976). Ähnlich grundsätzlich und unter Berücksichtigung von schweizerischen und deutschen Standards, Richtlinien der EG und der WHO (Weltgesundheitsorganisation) sind die „Bemerkungen zu vorgeschriebenen und praktisch angewandten mikrobiologischen Wasseruntersuchungsverfahren“ (FRESENIUS, R. E. 1979).

7.2 Trinkwasser- und Mineralwasser-Normen

Nicht übergangen werden darf das große Engagement von Prof. W. FRESENIUS und Direktor W. SCHNEIDER bei der Ausarbeitung von Trink-, Tafel- und Heilwasser-Normen. Beide haben in unzähligen Ausschußsitzungen auf Bundesebene mit jeweils mehrjährigen Beratungen ihre persönlichen Erfahrungen und die des INSTITUTES FRESENIUS eingebracht. In der „Verordnung über Trinkwasser und über Brauchwasser für Lebensmittelbetriebe“ (Trinkwasserverordnung/TVO) vom 1. Januar 1975 sind verbindliche Grenzwerte (maximal zulässige Konzentrationen) für Arsen, Blei, Chrom, Cyanide, Fluoride, Nitrate, Quecksilber, Selen, Sulfate, Zink und Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe sowie bakteriologisch für *Escherichia coli* und coliforme Keime festgelegt worden (FRESENIUS, W. 1976).

1977 wurden erste Erfahrungen mit der Umsetzung in die analytische Praxis bei FRESENIUS veröffentlicht (FRESENIUS, W., R. E. FRESENIUS & W. SCHNEIDER 1977). Auf den besonders problematischen Nitrat-Gehalt des Wassers hatte A. GEHRING schon 1959 hingewiesen (GEHRING, A. 1959f). Er zitiert in dieser Publikation Analysen des LABORATORIUMS FRESENIUS, die bei der Kontrolle eines Brunnenwassers 1950 eine Nitrat-Konzentration von 57 mg/l ergeben hatten. 1959 war sie in demselben Brunnen auf 349 mg/l (!) angestiegen. Erhöhte Nitrat-Belastungen waren zwischen 1959 und 1963 auch in Trinkwassergewinnungsanlagen des Rheingaukreises gemessen worden (STURM, G. & F. J. BIBO 1965).

Die TVO 1975 ist 1980 und ein zweites Mal 1986 unter Berücksichtigung der „Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften“ von 1980 neu gefaßt worden. Sie beginnt lapidar (§ 1): „Trinkwasser muß frei sein von Krankheitserregern“ sowie (§ 2) „In Trinkwasser dürfen die in der Anlage 2 festgesetzten Grenzwerte für chemische Stoffe nicht überschritten werden“.

Im Zusammenhang mit den einzelnen Fassungen sind im INSTITUT FRESENIUS eine in die Hunderte und darüber gehende Anzahl von chemischen und bakteriologischen Untersuchungen durchgeführt worden (FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, H. GORBAUCH & B. SCHOLZ 1982). Wegen dieses Umfangs ist es unmöglich, auf Einzelheiten einzugehen. Gleiches gilt für die Neufassung der „Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser“ vom 1. 8. 1984. Sie löst die Tafelwasserverordnung von 1934 ab. Ausführliche Kommentierungen, auch in bezug auf die Identifizierung von organischen Spurenstoffen in Heil- und Mineralwässern (FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER 1981), sind inzwischen erschienen (FRESENIUS, W. 1989; KUSSMAUL, H. 1989).

8. Forschungsschwerpunkte – Teil II

8.1 Mülldeponien, Sicker- und Grundwasser

Nach dem Mineral- und Heilwasser und der damit verbundenen intensiven Beratung von Brunnenbetrieben verlagerten sich die Schwerpunkte der Untersuchungen des INSTITUTES FRESENIUS zwischen 1960 und 1970 deutlich in Richtung Analytik von industriellen Produkten sowie von Haus- und Gewerbemüll, deren Deponierfähigkeit und den damit verbundenen Folgen für die Umwelt, vor allem das Grundwasser. Es zeigte sich, daß in den von Städten und Kommunalverbänden bevorzugten Großdeponien chemische Reaktionen in einem Umfang stattfinden, der selbst Fachleute überrascht hat.

Zur genaueren Untersuchung dieser Vorgänge wurde 1963 ein Untersuchungsprogramm aufgestellt und mit Unterstützung des Hessischen Ministers für Wirtschaft und Verkehr durchgeführt. Die Arbeiten wurden 1964 an zwei Deponien in Gebieten mit Porengrundwasserleitern auf der Niederterrasse des Mains (Frankfurt-Schwanheim und Großkrotzenburg) begonnen (NÖRING, F., G. FARKASDI, A. GOLWER, K. H. KNOLL, G. MATTHESS & W. SCHNEIDER 1968). Sie sind später auf die Abfallhalde im Frankfurter Stadtwald (Monte Scherbelino) ausgedehnt worden (GOLWER, A., K. H. KNOLL, G. MATTHESS, W. SCHNEIDER & K. H. WALLHÄUSSER 1976). Dort wurde auch eine spezielle Untersuchung der Mikroorganismen im Unterstrom der Deponie durchgeführt (GOLWER, A., K. H. KNOLL, G. MATTHESS, W. SCHNEIDER & K. H. WALLHÄUSSER 1972).

Im Mittelpunkt des Interesses standen Art, Transport, Wanderungsgeschwindigkeit und Reichweite der Ausbreitung dieser Verunreinigungen und ganz besonders das Verhalten der wasserlöslichen Bestandteile der festen Abfallstoffe im Grundwasser unter den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen. Die chemischen Analysen sind im CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS, die hygienischen und bakteriologischen Untersuchungen von Fachinstituten der UNIVERSITÄT GIESSEN ausgeführt worden. Geologie, Hydrogeologie und andere bodenkundliche Fragen lagen in der Zuständigkeit des HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG.

Die untersuchten Deponien enthalten etwa 18,3 Mio m³ (Stadtwald), 0,6 Mio m³ (Großkrotzenburg) und 0,24 Mio m³ (Schwanheim) Abfallstoffe (überwiegend Haus- und Gewerbemüll und Trümmerschutt, in Großkrotzenburg auch Industriemüll und Klärschlamm). Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers beträgt im Bereich aller drei Deponien im Mittel weniger als 1 m/Tag. Die Proben wurden aus Bohrbrunnen entnommen, die für die gestellte Aufgabe speziell ausgebaut und ausgestattet waren (Abb. 17).

Die Abbildung gibt einen Überblick über die Situation der Deponie bei Großkrotzenburg, 100–170 m nördlich des Mains. Die gestrichelten Zonen im oberen

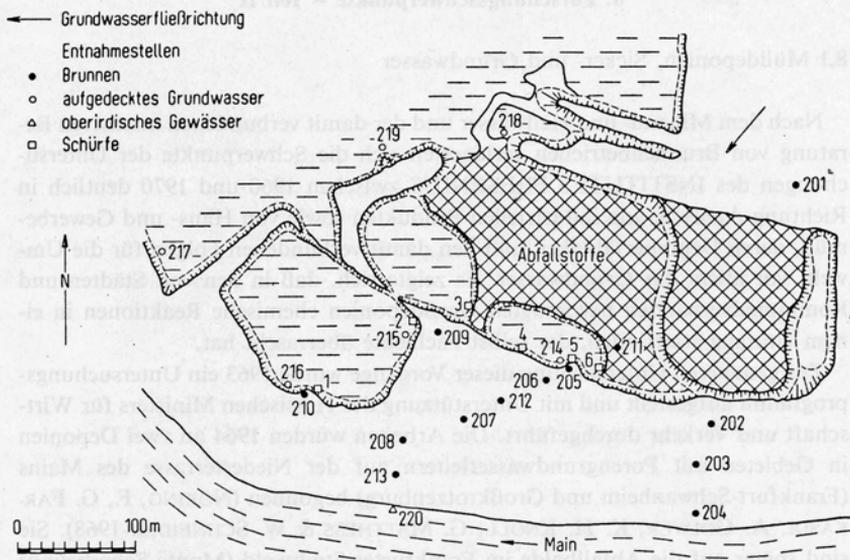


Abb. 17: Deponie Großkrotzenburg. Situationsplan und Wasserentnahmestellen (s. Text, S. 165)

Teil der Zeichnung stellen das offene Grundwasser der angrenzenden Kiesgruben dar. Die Tabelle auf den Seiten 168 und 169 ist einer Arbeit über die Analyse von Sickerwässern einer Hausmülldeponie mit Basisabdichtung (Weilbach im Main-Taunus-Kreis) entnommen (FRESENIUS, W., K.-H. KNOLL, H.-W. LEONHARDT, G. MATTHES, H. TANGERMANN & W. SCHNEIDER 1977). Sie vermittelt einen Eindruck vom Ausmaß allein der spektrometrischen Analysen, die im INSTITUT FRESENIUS von den Chemieingenieuren HEINZ GORBAUCH und KLAUS MACHNER durchgeführt wurden. Darüber hinaus sind zahlreiche organische Schadstoffe bestimmt worden: chlorierte Pestizide, polychlorierte Biphenyle und Harnstoffherbizide, organische Summenparameter, Ammoniak, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Methan.

Als Ergebnis der jahrelangen Untersuchungen wurde festgestellt, daß bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen (Fließgeschwindigkeit des Grundwassers, Vorfluter und luftdurchlässige Deckschichten) das verunreinigte Grundwasser über Entfernungen von einigen hundert Metern, gemessen vom Verunreinigungszen- trum (Deponie), durch Verdünnung und natürliche, geochemische und biogeo- chemische Selbstreinigungsvorgänge praktisch wieder normalisiert wird (Abb. 18). Zusätzlich werden die Abbauvorgänge durch Zutritt von Luftsauerstoff in benachbarten Kiesgruben mit aufgedecktem Grundwasser intensiviert und damit

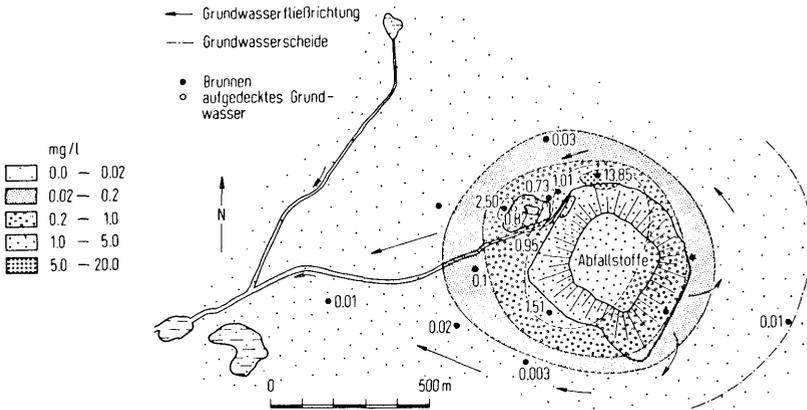


Abb. 18: Selbstreinigungskraft des Bodens am Beispiel der Deponie Frankfurter Stadtwald. Abnahme der Phenol-Konzentration nach wenigen 100 m vom Zentrum der Deponie (s. Text, S. 166)

die Reichweite der Grundwasserverunreinigung im Unterstrom herabgesetzt. In einer Abhandlung über „Selbstreinigungsvorgänge im aeroben und anaeroben Grundwasserbereich“ wurden diese Vorgänge zusammenfassend dargestellt (GOLWER, A., G. MATTHES & W. SCHNEIDER 1969).

8.2 Schadstoffe in Müll-Lysimetern

Alle bisher beschriebenen Untersuchungen über Straßenabfluß- und Sickerwässer von Mülldeponien und die damit verbundenen Verunreinigungen des Grundwassers (6.1–3; 8.1) waren Felduntersuchungen, die an die gegebenen Realitäten vor Ort gebunden sind. Bestimmte grundsätzliche Fragen lassen sich besser durch eine systematische Versuchsanordnung beantworten. Diesem Zweck diente ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, das auf dem Gelände der Mülldeponie Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem LEICHTWEISS-INSTITUT FÜR WASSERBAU der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt wurde (FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, H. GORBAUCH & H. H. RUMP 1982).

Für 8 verschiedene Betriebsformen von Deponien mit und ohne Klärschlammzusatz, mit und ohne Verdichtung, aerob und anaerob wurden die Umsetzungs- und Abbauvorgänge untersucht. Als Schwerpunkt ist die Messung der anfallenden Sickerwässer in den verschiedenen Deponietypen und deren möglichst vollständige Analyse hinsichtlich der anorganischen und organischen Belastung zu

Tabelle, zweimal ganzseitig auf gegenüberliegenden Seiten

189

Strang I	In größeren Mengen	In geringeren Mengen	In Spuren
27. 11. 1970	Ca, Na, K	Mg, Fe, Mn, Sr, B, Si, Zn, Pb	Ag, Cu, Ni, Cr, Al
29. 1. 1971	Ca, Na, K, Mg	Al, Fe, Mn, Sr, B, Si, Zn	Pb, Ag, Cu, Ni, Cr, Sn, Co, Ti, Ba
26. 3. 1971	Ca, Na, K, Mg	Fe, Mn, Si, Sr, B, Al	Zn, Pb, Ag, Cu, Cr, Ba
19. 5. 1971	Na, K, Ca, Mg	Fe, Mn, Si, Sr, B, Al, Cr, Cu	Zn, Pb, Ag, Be
22. 9. 1971	K, Na, Ca, Mg, Fe	Mn, Sr, Cr, B, Al, Zn, Ba, Si	Cu, Ni, Sn, Pb, As
10. 11. 1971	Ca, Mg, K, Na	Si, Al, Fe, B, P	Sr, Cu, Cr, Mn, Ni, Ti, Ba, Zn, Ag, Co, Sn
24. 5. 1972	Mg, Ca, K, Na	Fe, Si, Al, B	Cr, Sr, Mn, Ni, Cu, Zn, Ag, Ti, Co, V, Sn
21. 6. 1972	Mg, K, Ca, Na	Si, Al, B, P	Fe, Sr, Cr, Ni, Cu, Sn, Ti, Mn, V, Ba
19. 7. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si	Al, Fe	Cr, Sr, Ni, B, P, Cu, Zn, Mn, Sn, V, Ag, Ti, Co, Pb, Ba
16. 8. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si	Al, Fe	Cr, Sr, B, P, Si, V, Cu, Ni, Ti, Sn, Ba
13./14. 9. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si	Fe, Al, B, Cr	Sr, Sn, V, Ni, P, Cu, Mo, Ti
11./12. 10. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si	Fe, Al, B, Cr	Sr, Mn, Ni, Cu, V, Sn, Ti, Pb, Mo, Zn, Ag
15./16. 11. 1972	Mg, Ca, K	Na, Si, Fe, Al, Sr	Cr, B, Cu, Ni, Ba, Ti, Sn, V, Co, Mn
21. 8. 1973	Na, K	Ca	Mg, Si, B, Fe, Sr, Al, Ba, Cu, Cr, V, Sn
18. 9. 1973	Na, K	Ca, Mg	B, Fe, Si, Sr, Ba, Al, Cr, Ni, Cu, Se, Pb, V
23. 10. 1973	K, Na	Ca	Mg, Si, B, Al, Fe, Cr, Sr, Ba, Ti, Pb, V, Mn, Cu, Sn, Ni, Ag

Strang II			
27. 11. 1970	Na, K	Ca, Mg, B, Sr, Fe, Al, Si, Ni, Ag, Cu, Zn	Pb, Cr, Mn, V
29. 1. 1971	Na, K, Ca, Mg	Al, B, Sr, Mn, Fe, Si, Ni, Ag, Cu, Zn	Pb, Cr, Co, Sn, Ba, Ti
26. 3. 1971	Na, K, Ca, Mg	Fe, Si, Mn, B, Sr, Al, Zn	Pb, Cr, Cu, Ag, Ba, Ti
19. 5. 1971	Na, K, Ca, Mg	Fe, Mn, B, Sr, Cu, Cr, Zn, Bi, Si	Pb, Al, Ni, Ag, Ba
22. 9. 1971	K, Na, Ca, Mg, Fe	Mn, Sr, Cr, B, Si, Al, Zn, Ba	Cu, Ni, Sn, Pb, As
10. 11. 1971	Ca, Mg, K, Na	Si, Al, Fe, B, P	Sr, Cu, Cr, V, Ni, Ti, Ba, Ag, Mn, Co, Sn
24. 5. 1972	Mg, Ca, K, Na	Fe, Si, Al, B	Cr, Sr, Mn, Ni, Cu, Zn, Ag, Ti, Co, V, Sn
21. 6. 1972	Mg, K, Ca, Na	Si, Al, B, P	Fe, Sr, Cr, Ni, Cu, Sn, Ti, Mn, V, Ba
19. 7. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si		Al, Fe, Cr, Sr, Ni, B, P, Cu, Mn, Sn, V, Ag, Zn, Ti, Pb, Ba
16. 8. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si		Al, Fe, Cr, Sr, B, P, Ag, V, Cu, Ni, Ti, Sn, Ba
13./14. 9. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si	Fe, Al, B, Cr	Sr, Mn, Ni, Ag, Mo, Ti, V, P, Cu, Ba, Sn, Zn, Pb
11./12. 10. 1972	K, Na, Mg, Ca, Si	Fe, Al, B, Cr	Sr, Mn, Ni, Cu, V, Sn, P, Ti, Pb, Mo, Zn, Ag
15./16. 11. 1972	Ca, K, Na, Mg	Fe, Sr, Mn	Al, B, Si, Ni, Ba, Cu, Cr, Pb, Sn
21. 8. 1973	Na, K	Ca	Mg, Si, B, Fe, Sr, Al, Ba, Cu, Cr, Ni, V, Sn, Mn, Pb
18. 9. 1973	Na, K	Ca	Mg, B, Fe, Si, Sr, Ba, Al, Cr, Ni, Cu, Se, Pb

Tabelle Ergebnisse der qualitativen Spektralanalyse der Eindampfrückstände der Sickerwässer der Deponie Weilbach (Quarzspektrograph, Bogenanregung, fotografische Registrierung der Spektren)
(Die Elemente sind nach fallender Intensität des spektrographischen Nachweises geordnet)

sehen. Vorher war der eingesetzte Hausmüll nach Sortierung umfassend analysiert worden, ebenso der ausgewählte kommunale Klärschlamm.

Für diese gezielten Untersuchungen wurden 10 speziell entwickelte Lysimeter (Abb. 19) gebaut, je einer zur Simulation eines bestimmten Deponietyps. Bei 5 m Durchmesser sind sie im Endausbau 4–6 m hoch und können bis zu ca. 100 Tonnen Abfall aufnehmen. Die Wände sind stauchbar, eine Dämmung durch geschäumte Kunststoffe vermindert die Wärmeabgabe, um exotherme Umsetzungsprozesse im Lysimeterinnern nicht zu beeinträchtigen. Anorganische Schadstoffe, Galvanikschlamm, Phenole, Cyanide und Pestizide wurden in bekannten Mengen eingebaut, um ihren Verbleib, gelöst oder ungelöst, im Sickerwasser und in den entstehenden Gasen vergleichend bestimmen zu können (SCHNEIDER, W., H. GORBAUCH & H. H. RUMP 1981).

Probenahmen und Analysen wurden im wesentlichen nach den Arbeitsvorschriften des unter 7.3 beschriebenen METHODENBUCHES ausgeführt. Die aus den Lysimetern ablaufenden Sickerwässer wurden in künstliche, je 100 m lange Grundwassergerinne eingespeist, um das Verhalten der Schadstoffe während der Grundwasserpassage modellhaft untersuchen zu können (vgl. dazu auch BETZ, V. et al. 1983). Außer der Fülle des nur mit Hilfe von Computern

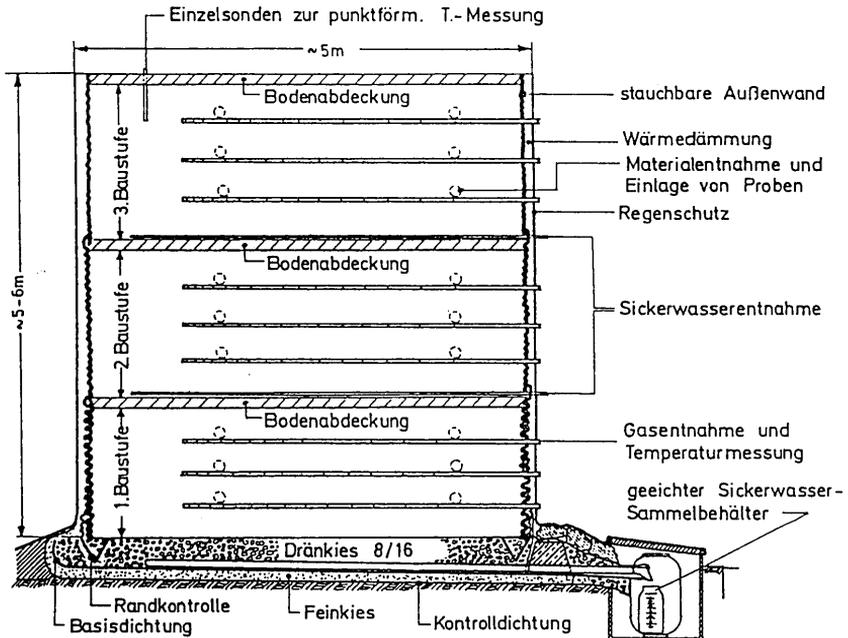


Abb. 19: Müll-Lysimeter zur Simulation der Prozesse in natürlichen Mülldeponien (s. Text, S. 170)

zu bewältigenden Datenmaterials ist die Zonierung der Reinigungsvorgänge im verunreinigten Grundwasser bemerkenswert: In der Reduktionszone wird (bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff) der chemisch in Nitraten und Sulfaten gebundene Sauerstoff von Mikroorganismen für oxidative Abbaureaktionen genutzt. Das Vorkommen von Schwefelwasserstoff, Sulfiden, erhöhte Ammoniumwerte sowie das Auftreten von zweiwertigem Eisen sind typisch.

In einer Übergangszone findet sich gelegentlich bereits wieder freier Sauerstoff. Eisen liegt zum Teil in gelöster zweiwertiger Form und zum Teil in der schwerlöslichen dreiwertigen Stufe vor. Schwefelwasserstoff und Sulfide sind nur noch in Spuren nachweisbar. Geringe Konzentrationen an Nitraten und Sulfaten mit ansteigender Tendenz. In der Oxidationszone ist immer freier gelöster Sauerstoff vorhanden. Man findet kaum noch gelöstes zweiwertiges Eisen, während der Hauptteil des Eisens als Eisen(III)-hydroxid ausgefallen ist und dabei durch Mitfällungsreaktionen die aus den Abfällen gelösten Schwermetalle fixiert hat. Es bildet sich eine aerobe Mikrobiözönose aus.

9. Eine neue Generation tritt an

Seit Anfang der achtziger Jahre ist eine langsame Änderung sowohl der Organisationsstruktur als auch der Konzeption und Zielsetzung der analytischen Arbeit zu erkennen. Sie ist verbunden mit einer Verschiebung der Verantwortlichkeiten auf selbständigere Zentren innerhalb des INSTITUTES FRESENIUS. Neben der chemischen Analytik und mikrobiologischen Untersuchung im Laboratorium nehmen größere Forschungsprojekte mit regionalen und länderübergreifenden Explorationen, die schließlich in die Beantwortung gezielt angesetzter Fragen, meist aus dem Umweltbereich, münden, einen breiten Raum ein. Damit verbunden ist eine völlig neue Art von analytischen Aufgaben, die, eine Folge der immer weitergehenden Computerisierung, nur noch mit Hilfe von umfangreichen Rechnerprogrammen zu lösen sind. Man faßt sie neuerdings unter dem Oberbegriff „Chemometrie“ zusammen.

Mit dieser Problematik hat sich bei FRESENIUS zuerst eine Arbeitsgruppe mit den Herren Dr. H. H. RUMP, Dr. B. SCHOLZ, V. BETZ und Prof. Dr. H.-R. SCHULTEN befaßt (KRUTZ, H. & RUMP, H. H. 1984; RUMP, H. H., J. M. HALKET & H. KRUTZ 1984; RUMP, H. H., G. FISCHER & T. GILLES 1985; RUMP, H. H., H. KRUTZ & H.-R. SCHULTEN 1986; BETZ, V., H. H. RUMP & B. SCHOLZ 1987; RUMP, H. H. 1988a). Heute werden anspruchsvollere Forschungsvorhaben nur noch mit Hilfe solcher chemometrischer Methoden in Angriff genommen, z. B. „Mustererkennung (Pattern Recognition) zur Bestimmung ausgewählter organischer Schadstoffe in Wasser und Umwelt“ (RUMP, H. H., H. KRUTZ & H.-R. SCHULTEN 1987), um nur ein Beispiel unter vielen zu nennen.

Mit dem Übergang zu der veränderten Konzeption hinsichtlich Zielsetzung, zum Teil aber auch der analytischen Methodik, hat sich in Taunusstein ein Generationswechsel vollzogen. Eine neue Generation von jungen Wissenschaftlern ist angetreten und mehr und mehr in verantwortliche Positionen aufgerückt. Sie haben nach dem Studium der Chemie, Biochemie, Mikrobiologie, Geochemie, Hydrogeologie und Ökologie oder verwandter, in bestimmte Richtungen spezialisierter Studiengänge, einschließlich des selbstverständlichen Umgangs mit Computern und EDV, die Leistungsbreite des INSTITUTS FRESENIUS erheblich erweitert. Diese Entwicklungen sind noch im Fluß. Daher können aus dem umfangreichen Material nur einige Themenschwerpunkte ausgewählt werden. Sie vermitteln aber, wenn auch sehr verkürzt, einen Eindruck von Art und Richtung, in der diese Arbeiten in die moderne Umweltdiskussion eingebunden sind.

9.1 Trinkwassergefährdung durch chlorierte Kohlenwasserstoffe

Von diesen Arbeiten wird hier ein Projekt ausgewählt, bei dem das INSTITUT FRESENIUS zwar nur an bestimmten analytischen Fragestellungen beteiligt war (Leitung: Prof. Dr. H. KUSSMAUL), das aber sehr anschaulich die große, auch wirtschaftliche Bedeutung eines solchen Projektes zeigt. Es handelt sich um Voruntersuchungen zur Sanierung einer Trinkwassergewinnungsanlage nordwestlich von Koblenz, deren Trinkwasserentnahmefrönnen durch den mit leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) verunreinigten Grundwasserstrom akut gefährdet war (Abb. 20). Die CKW, vor allem Trichlorethen und Tetrachlorethen, stammen aus einem im Oberstrom des Grundwassers gelegenen Industriegebiet (KUSSMAUL, H., H. SIMON, H. MOSER, W. STICHLER, H. ZENZ, K. ZIPFEL & G. BATTERMANN 1988).

Das Untersuchungsgebiet ist ein Teil des Neuwieder Beckens, weist im oberflächennahen Untergrund 8–20 m mächtige quartäre Kiesablagerungen auf, die einen 6–12 m mächtigen Porengrundwasserleiter bilden. Die undurchlässige Sohlschicht wird von devonischen Ton- und Grauwackenschiefern und tertiären Tonen gebildet. Die Wasserentnahmen der Trinkwasserbrunnen werden aus dem Grundwasserreservoir durch Uferfiltration im ständigen hydraulischen Kontakt mit Rhein und Mosel ausgeglichen.

Zunächst wurden mit Hilfe von Isotopenmessungen ($^{18}\text{O}/^{2}\text{H}$ -Verhältnis) die unterschiedlichen Anteile von Rhein- und Moselwasser am Grundwasser und damit die Strömungsrichtung des Grundwassers bestimmt. Daraus wurde ein Strömungs- und Transportmodell berechnet mit Hinweisen auf die Ausbreitungsrichtung und -geschwindigkeit der CKW-„Fahne“ im Porengrundwasserleiter. Die Konzentrationsbestimmung der CKW in den nach einem genau festgelegten Rasterschema entnommenen Wasserproben erfolgte durch Kapillar-Gaschromatographie (s. 9.2).

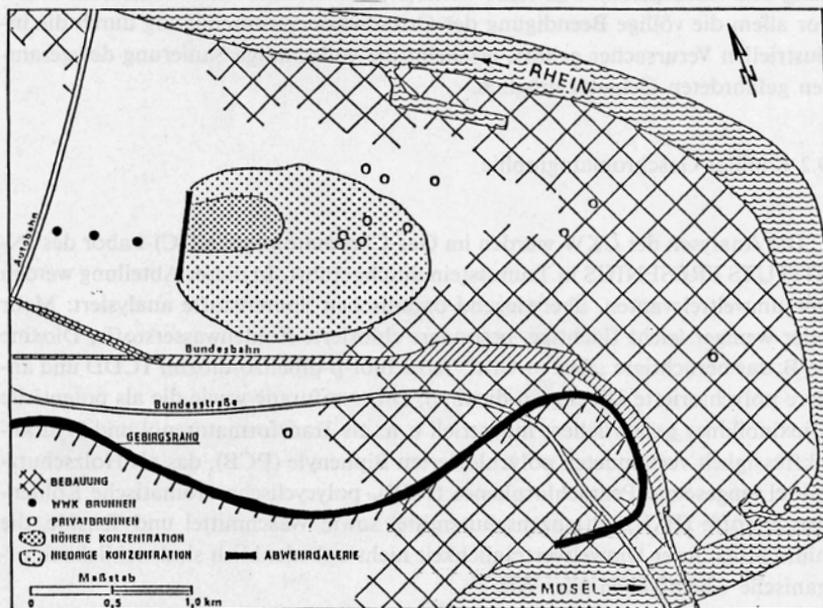
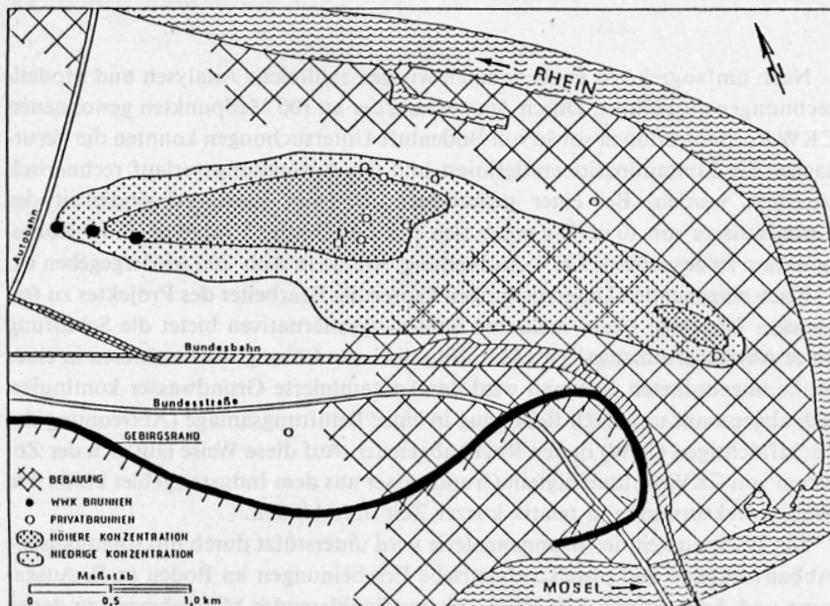


Abb. 20: Grundwasserverunreinigung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen im Einzugsgebiet von Wasserwerksbrunnen bei Koblenz (s. Text, S. 172). Oben: Ausbreitung der Kontaminationsfahne nach 5 Jahren (berechnet). Unten: Abschirmung des kontaminierten Grundwassers durch eine Brunnengalerie vor den Wasserwerksbrunnen

Nach umfangreichen Probenahmen wurden zahlreiche Analysen und Modellrechnungen ausgeführt. Durch Auswertung der an 100 Meßpunkten gewonnenen CKW-Konzentrationen sowie von Bodenluft-Untersuchungen konnten die Verursacher der Kontaminationen definiert und der Ausbreitungsverlauf rechnerisch simuliert werden. Bei einer gemessenen mittleren Fließgeschwindigkeit des Grundwassers von 10 m/Tag ergab sich eine berechnete, 5 Jahre nach der Kontamination zu erwartende CKW-Ausbreitung, wie sie in Abb. 20a wiedergegeben ist.

Nach eingehenden Untersuchungen kamen die Bearbeiter des Projektes zu folgendem Ergebnis: Unter mehreren Sanierungsalternativen bietet die Schaffung einer Abwehrbrunnengalerie (Abb. 20b) die beste Lösung. Aus mehreren in einer Reihe angeordneten Brunnen wird das kontaminierte Grundwasser kontinuierlich abgepumpt und nach Reinigung in einer Belüftungsanlage (Abtrennung der leichtflüchtigen CKW) in den Rhein abgeleitet. Auf diese Weise läßt sich der Zufluss von CKW-verunreinigtem Grundwasser aus dem Industriegebiet bis zu den Wasserwerksbrunnen in relativ kurzer Zeit unterbinden.

Die Wirksamkeit der Brunnengalerie wird unterstützt durch mikrobiologische Abbauvorgänge und physiko-chemische Erscheinungen im Boden (z. B. Ausgasung und Adsorption). Mit Hilfe weiterer flankierender Maßnahmen, zu denen vor allem die völlige Beendigung der Grundwasserverunreinigung durch die industriellen Verursacher gehört, erscheint die vollständige Sanierung des gesamten gefährdeten Gebietes möglich.

9.2 Kapillar-Gaschromatographie

Die Analysen der CKW wurden im Gas-Chromatographie(GC)-Labor des INSTITUTS FRESENIUS in Taunusstein durchgeführt. In dieser Abteilung werden alle umweltrelevanten, überwiegend organischen Spurenstoffe analysiert: Mehr oder weniger leicht flüchtige, besonders chlorierte Kohlenwasserstoffe, Dioxine (z. B. das berüchtigte „Seveso-Gift“ Tetrachlor-p-dibenzo-dioxin/TCDD und andere polychlorierte Dibenzo-p-dioxine), Dibenzofurane sowie die als potentielle Dioxinbildner gefährlichen, industriell u. a. als Transformatorenöl und Hydraulikflüssigkeit verwendeten polychlorierten Biphenyle (PCB), das als Holzschutzmittel eingesetzte Pentachlorphenol (PCP), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Pflanzenschutzmittel sowie Waschmittel und Tenside, die hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit nicht unbedenklich sind; schließlich organische Chemikalien aller Art.

Besonders gute Trennungen erhält man in Kapillar-Gaschromatographen mit Säulen bis 50 m Länge und einem inneren Durchmesser von weniger als 0,5 mm (Kapillaren). Die in diesen Säulen getrennten Verbindungen werden in Detektoren, entweder durch Flammenionisation (FID), Elektroneneinfang (ECD) oder

massenspektrometrisch (MSD) identifiziert und mengenmäßig bestimmt. Unter der Leitung von Dr. B. SCHOLZ und dem EDV-Spezialisten V. BETZ wird aber auch ständig an der Verbesserung der Analysemethoden (Selektivität, Empfindlichkeit, Richtigkeit und Wiederholbarkeit), überwiegend unter Einsatz von „EDV und Systemintegration zur On-Line-Spurenanalytik von Wasser“ (BETZ, V., H. H. RUMP & B. SCHOLZ 1988) und an der Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten gearbeitet.

Der Arbeitsumfang dieser Abteilung kann durch einige Titel von Veröffentlichungen nur angedeutet werden: „Bestimmung der leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe in Wasserproben mit Kapillar-Gaschromatographie“ (SCHOLZ, B., V. BETZ & H. H. RUMP 1984) (Abb. 21); „Bestimmung von Pestiziden sowie polychlorierten Bi- und Terphenylen in Wasserproben mittels Gaschromatographie“ (B. SCHOLZ 1986); „Determination of substituted aromatic amines in water and sediment samples“ (SCHOLZ, B. & N. PALAUSCHEK 1988). Ein gutes Beispiel für die wissenschaftlich zur Absicherung von Analyseergebnissen notwendigen „Hausaufgaben“ stellt die Arbeit „Chromatographische Analyse –

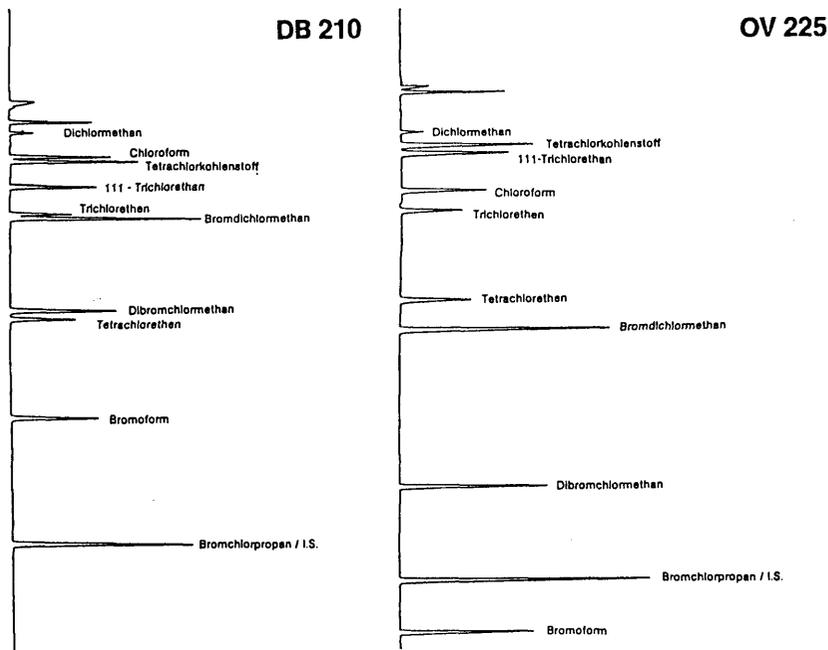


Abb. 21: Kapillar-Gaschromatogramm von chlorierten und bromierten Kohlenwasserstoffen

Absicherung von Meßergebnissen und Diskussion verschiedener Eichverfahren“ (SCHOLZ, B., V. BETZ, P. LAUBEREAU, D. BAUMGARTEN & H. HAGENGUTH 1985) dar.

Daß bei dieser umweltorientierten Arbeit immer auch die traditionelle Trink-, Mineral- und Heilwasseranalytik mitberücksichtigt wird, belegen Publikationen wie „Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel im Wasser – ein Problem für natürliche Heilwässer?“ (KUSSMAUL, H., B. SCHOLZ & W. FRESENIUS 1988) oder „Reaktionsverhalten polychlorierter Dibenzop-dioxine und polychlorierter Dibenzofurane bei der Ozonung von Wässern“ (PALAUSCHEK, N., H. H. RUMP & B. SCHOLZ 1987). Schließlich stehen auch die als Treibgase verwendeten Fluorchlorkohlenwasserstoffe, die für die Zersetzung der Ozonschicht der Erdatmosphäre verantwortlich gemacht werden, auf der Arbeitsliste des INSTITUTS FRESENIUS (KUSSMAUL, H. & M. HEGAZI 1977; SCHOLZ, B. & K. BALLSCHMITER 1980). Eine Studie über Eintrag, Transport und Abbauverhalten von Fluorchlorkohlenwasserstoffen in Boden und Grundwasser (VERHOEVEN, W. & H. H. RUMP 1989) ist erst kürzlich abgeschlossen worden.

9.3 Das Nagra-Projekt

Dem Schutz des Menschen und seines Lebensraumes als ganzem dient ein geowissenschaftliches Erkundungsprogramm, das seit mehreren Jahren von der schweizerischen „Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle“ (Nagra) in der Nordschweiz durchgeführt wird. Ziel dieser umfassenden Untersuchung ist es zu klären, ob die Voraussetzungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in dieser Region vorhanden sind. Innerhalb des Programmes hatte das INSTITUT FRESENIUS umfangreiche chemische und biologische Wasseranalysen und deren Probenahme aus Tiefbohrungen (1800 bis 2400 m Tiefe) durchzuführen. Zusätzlich wurden die Vorkommen von Mineralwässern und Thermen flächendeckend erfaßt. 17 bedeutende Mineralquellen und Thermen werden längerfristig im Hinblick auf Schwankungen der Wasserzusammensetzung überwacht.

Die Grundidee der ganzen Untersuchung ist darin zu sehen, daß zu einem Zeitpunkt, zu dem noch keine radioaktiven, chemischen oder sonstigen Abfälle in größeren Tiefen gelagert sind, Ist-Messungen durchgeführt werden. Nur vor dem Hintergrund dieser Grundlastwerte kann später eine Veränderung erkannt werden, wenn es zur Ausführung der Endlagerungspläne kommen sollte. Professor KUSSMAUL hat als Projektleiter für die Wasseruntersuchungen über bestimmte Probleme, die bei diesen Arbeiten aufgetreten sind, zwei Berichte vorgelegt (KUSSMAUL, H. & O. ANTONSEN 1985; KUSSMAUL, H. 1987), auf die wegen der aktuellen Bedeutung des dem vorbeugenden Strahlenschutz der Bevölkerung dienenden Projektes wenigstens hingewiesen werden soll.

9.4 Saurer Regen, Bodenversauerung und Waldschaden

Die Ursachen des Waldsterbens sind sehr komplex. Viele Einzelheiten sind noch nicht ausreichend erforscht. Daß dabei auch Ozon, dreiatomiger Sauerstoff (O_3), eine Rolle zu spielen scheint, wurde in der massenspektrometrischen Forschungsabteilung/Abteilung Spurenanalytik des INSTITUTES FRESENIUS nachgewiesen (RUMP, H. H. & H.-R. SCHULTEN 1984). In diesem Labor werden hochmolekulare Naturstoffe durch (laserangeregte) Ionisations- und Felddesorptions-Massenspektrometrie schonend, d.h. weitgehend unzersetzt analysiert (SCHULTEN, H.-R., U. BAHR & P. B. MONKHOUSE 1983).

In weiteren Arbeiten wird gezeigt, daß unter dem Einfluß von Ozon, Stickstoffoxiden und anderen Schadstoffen, die durch die energiereiche Ultraviolett-Strahlung der Sonne in der Atmosphäre gebildet oder aggressiv verändert werden, die epicutulare Wachsschicht der Fichtennadeln und andere Pflanzeninhaltsstoffe erheblich geschädigt werden (N. SIMMLEIT, H. H. RUMP & H.-R. SCHULTEN; SCHULTEN, H. R., K. E. MURRAY & N. SIMMLEIT 1987; SCHULTEN, H.-R. & N. SIMMLEIT 1987; SIMMLEIT, N. & H.-R. SCHULTEN 1989; SCHULTEN, H.-R., N. SIMMLEIT & R. MÜLLER 1989).

Außer dieser Schädigung der oberirdischen Pflanzensubstanz wird der Wald aber auch vom Wurzelwerk her beeinträchtigt. Der industrielle Schadstoffausstoß schlägt sich in Form von Trocken- und Naßdeposition (Abb. 22) auf Pflanzen und Böden nieder und wirkt sich letztlich als saure Last auf Boden und Untergrund aus. Die Schadstoffe greifen das Wurzelwerk der Bäume an. Außerdem haben sie auch negative Folgen auf die Qualität des Grundwassers. Kritische Indikatoren sind hier vor allem der pH-Wert (Wasserstoffionen-Konzentration) und

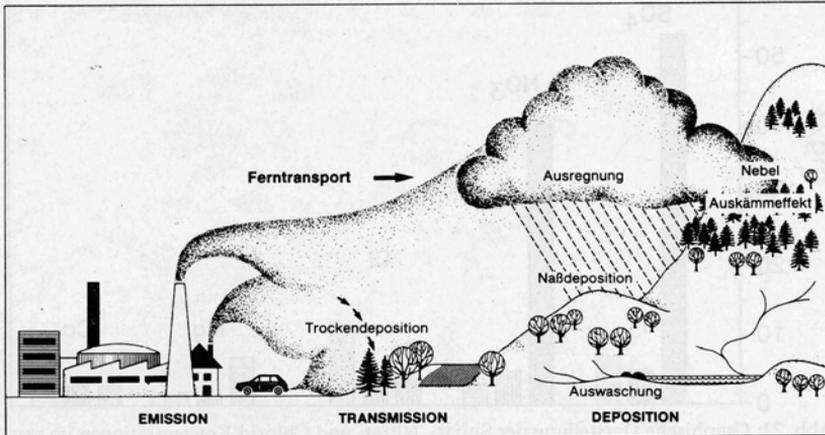


Abb. 22: Schematische Darstellung von Transport und Deposition von Schadstoff-Emissionen in der Umwelt

die Konzentrationen an Hydrogencarbonat, Sulfat, Nitrat, Chlorid und Calcium (KUSSMAUL, H., A. AL-AZAWI & T. CORDT 1987, 1988) (Abb. 23).

Unterstützt wird die Aufklärung der Veränderungen des Ökosystems Luft-Pflanze-Erde durch die Untersuchung der Humusbildung (Humifizierung) des Waldbodens unter normalen und sauren Bedingungen. Auch hierzu sind im INSTITUT FRESENIUS in den letzten Jahren eingehende Studien durchgeführt und veröffentlicht worden (HEMPFLING, R., F. ZIEGLER, W. ZECH & H.-R. SCHULTEN 1987; POST, B., R. HEMPFLING, H. KLAMBERG & H.-R. SCHULTEN 1988; R. HEMPFLING, W. ZECH & H.-R. SCHULTEN 1988; SCHULTEN, H.-R., R. HEMPFLING & W. ZECH 1988). Diese Untersuchungen sind in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Chinesischen und Polnischen Akademien der Wissenschaften auf die Charakterisierung von Kohle ausgedehnt worden. Deren Zusammensetzung ist für die Eignung bestimmter Kohlesorten zur Kohleverflüssigung von großem technischem Interesse (WANG XIANGMING, A. MARZEC & H.-R. SCHULTEN 1989; H.-R. SCHULTEN, N. SIMMLEIT & A. MARZEC 1988).

9.5 Sanierung von Altlasten

Altablagerungen und Altstandorte sind seit einiger Zeit Begriffe, die in den Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion geraten sind. Im Vordergrund steht da-

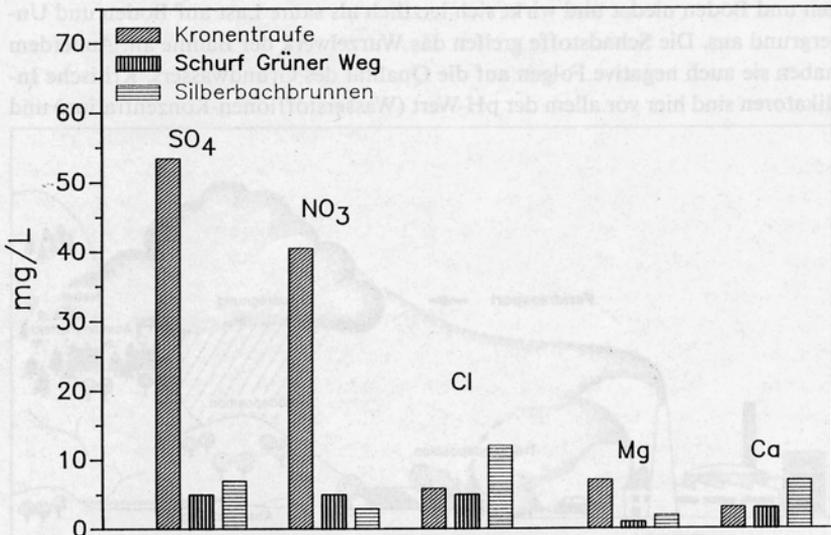


Abb. 23: Graphische Darstellung der Sulfat-, Nitrat- und Chlorid-Konzentrationen im sauren Regen (linke Säule), im Erdboden (mittlere Säule) und in einem Grundwasser-gespeisten Tiefbrunnen (rechte Säule). Meßstellen im Gebiet des Hochtaunus.

bei die Gefährdung von Wasser (Grund- und Oberflächenwasser), Boden und Luft durch Einflüsse gewerblicher und häuslicher Abfallstoffe sowie von Produktionsrückständen spezieller Industriezweige, die lange Zeit, bevor die von ihnen ausgehende Umweltgefahr erkannt und beachtet worden war, in den Erdboden gelangt sind. Welche Gefahren von diesen Stoffen an Ort und Stelle ausgehen, hängt von der Menge, den physikalischen und chemischen Eigenschaften und den im Abfallkörper ablaufenden chemischen und biologischen Prozessen, vom Deponiealter und vom Grad der Verdichtung ab.

Die Mitarbeit bei der Sanierung von Altlasten gehört ebenfalls zum Leistungsangebot des INSTITUTS FRESENIUS. Völlig neu ist dieses Arbeitsgebiet jedoch nicht. Die Untersuchungen der Deponien im Untermaingebiet sind hier als Vorarbeiten anzusehen. Neuland stellen aber die sanierungsbedürftigen Altlast-Areale dar, die auf nicht entsorgte ehemalige Industriestandorte zurückgehen: Aufgelassene Kokereien, Gaswerke, Lackierereien, Gelände ehemaliger Galvanisier- und Metallverarbeitungsbetriebe, von Öl-Raffinerien und petrochemischen Fabriken, aber auch mit Erde abgedeckte, vor vielen Jahren unkontrolliert abgelagerte Haus- und Gewerbemülldeponien unbekannter Zusammensetzung.

In Taunusstein ist für diese Aufgaben ein ganzes Team von jungen Wissenschaftlern zuständig. Neben H. GORBAUCH und Dr. H. H. RUMP, die in der Nachfolge des inzwischen in den Ruhestand getretenen Institutsdirektors Dr. WILHELM SCHNEIDER dessen Arbeiten mit großem Erfolg fortführen, ist Dipl.-Ing. agr. Dr. K. HERKLOTZ mit der Erstellung eines Konzeptes und mit der Durchführung von Bestandsaufnahmen von Altlasten befaßt. Seine Dissertation „Sorptions- und Mobilitätsverhalten von ausgewählten Pestiziden in Hausmüll, Böden und Porengrundwasserleitern“ (Braunschweig 1984) enthält im Literaturverzeichnis mehrere Publikationen von A. GOLWER/G. MATTHES/W. SCHNEIDER. Hier wird erkennbar, um auch auf diese Zusammenhänge einmal hinzuweisen, wie der Berufsweg eines jungen Doktoranden durch das Thema seiner Dissertation vorgezeichnet und die Anlaufstelle für seinen ersten Arbeitsplatz dadurch schon vorgegeben sein kann.

Ein geographischer Schwerpunkt der Altlasten-Vorkommen liegt im Ruhrgebiet. Kohlezechen und Stahlkonzerne haben unter dem Zwang der Modernisierung und räumlichen Schrumpfung zahlreiche Flächen freigegeben, die als Deponien für metallurgische, petrochemische und verwandte Abfälle gedient hatten. In den Untergrund alter Fabrikationsstätten sind Öle, Säuren und andere ätzende Flüssigkeiten eingedrungen, die beseitigt werden müssen, da von ihnen sonst große Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen ausgehen. Um vor Ort besser präsent zu sein, hat FRESENIUS 1987 in Dortmund ein Zweiglaboratorium eröffnet, das sich in besonderem Maße, wenn auch nicht ausschließlich, diesen Aufgaben widmet.

Diese Aktivitäten befinden sich noch in der Aufbauphase. Es liegen jedoch schon einige beachtliche Ergebnisse vor. Bemerkenswert ist, daß die Grundlagen auch für dieses Arbeitsgebiet zurückgehen auf frühere gemeinsame Untersuchungen des INSTITUTS FRESENIUS und des HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG. Arbeiten, die in den siebziger Jahren publiziert wurden, sind: „Einflüsse von Abfalldeponien auf das Grundwasser (GOLWER, A., G. MATTHES & W. SCHNEIDER 1971) sowie „Belastungen und Verunreinigungen des Grundwasserleiters durch feste Abfallstoffe“ (GOLWER, A., K. H. KNOLL, W. SCHNEIDER & K. WALLHÄUSER 1976).

Aus neuerer Zeit sind zu nennen: „Erkennen und Bewerten von Altlasten im Hinblick auf die Sanierung (HERKLOTZ, K., T. CORDT & H. H. RUMP 1987), „Kontamination der Deckschichten durch Altlasten und Deponien“ (RUMP, H. H. 1988b) und „Schrittfolgen der Analytik zur Ermittlung unbekannter (Altlast-)Belastungen“ (RUMP, H. H. 1988c). Zur Zeit sind zahlreiche Untersuchungen von Boden und Grundwasser an Standorten ehemaliger Gaswerke, Kokeereien, metallverarbeitenden und petrochemischen Betrieben im Gang (RUMP, H. H., K. HERKLOTZ & T. CORDT, persönliche Mitteilung). Abb. 24 zeigt die Verteilung der Cyanid-Konzentration in der Fläche eines ehemaligen Gaswerkes (Raster von 60 Bohrungen bis 5 m Tiefe), (a) im Untergrund (Verfüllung während des Gaswerkbetriebs), (b) in der (nachträglichen) Abdeckung. In Abb. 25 sind (links) die zweidimensionale Kartierung der Arsenverteilung eines Industriestandortes und, zum Vergleich, rechts dieselbe Arsenverteilung als dreidimensionale, geplottete Graphik dargestellt.

9.6 Luftanalysen

Neben Wasser und Boden gehört die Luft zu den am meisten von Umweltverschmutzung bedrohten Bereichen unserer Erde. Auch auf diesem Gebiet ist das INSTITUT FRESENIUS tätig. Es ist in den meisten Bundesländern als

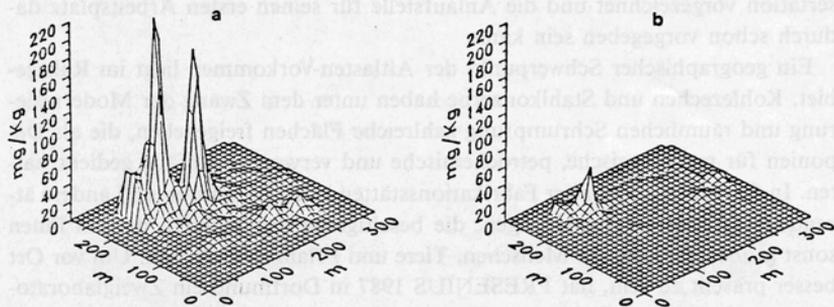


Abb. 24: Dreidimensionale Graphik der Cyanid-Konzentration in der Altlastverfüllung eines Gaswerks (links); in der Deckschicht darüber (rechts).

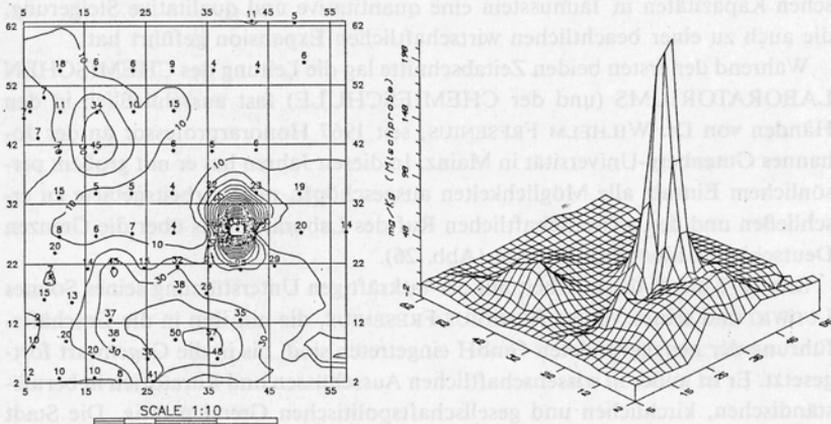


Abb. 25: Arsen-Anreicherung an einem ehemaligen Industrie-Standort in Frankfurt-Heddernheim. Links: zweidimensionale Darstellung der Konzentrationslinien; rechts: dreidimensionale Plotter-Graphik

Meßstelle gemäß BundesImmissionsschutzgesetz zugelassen. Diese Zulassung gilt auch für die Messung hochtoxischer Verbindungen wie Dioxine und Furane.

Für Emissionsmessungen steht ein mobiler Meßcontainer mit Gasanalysegeräten zur Erfassung von Kohlenstoffmonoxid und -dioxid (CO und CO_2), Schwefeldioxid (SO_2) und Stickstoffoxiden (NO_x) zur Verfügung. Ein mobiles Meßfahrzeug für Immissionsmessungen liefert neben diesen chemischen Parametern auch die für die Beurteilung der Immissionen erforderlichen meteorologischen Daten. Sie werden im computergestützten on-line-Betrieb ausgewertet. Die Kontrolle der Luftqualität in Innenräumen und die Messung von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz erfolgt mit einem tragbaren Gerät, das in gewerblichen Betrieben, aber auch in Schulen, Kindergärten und anderen öffentlich oder privat genutzten Räumlichkeiten zum Einsatz kommt.

10. Rückschau und Ausblick

Betrachtet man rückschauend die Geschichte des CHEMISCHEN LABORATORIUMS/INSTITUTS FRESENIUS in den vergangenen 43 Jahren seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs, lassen sich drei Entwicklungsphasen unterscheiden: 1945 bis etwa 1960: Aufbau und Wiedergewinnung des früheren Leistungsniveaus; 1960 bis 1975: Konsolidierung und Modernisierung, soweit das in der räumlichen Beschränkung des Laboratoriums in der Wiesbadener Kapellenstraße möglich war; 1975 bis 1988: unter Nutzung der räumlichen und techni-

schen Kapazitäten in Taunusstein eine quantitative und qualitative Steigerung, die auch zu einer beachtlichen wirtschaftlichen Expansion geführt hat.

Während der ersten beiden Zeitabschnitte lag die Leitung des CHEMISCHEN LABORATORIUMS (und der CHEMIESCHULE) fast ausschließlich in den Händen von Dr. WILHELM FRESENIUS, seit 1967 Honorarprofessor an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. In diesen Jahren hat er mit großem persönlichem Einsatz alle Möglichkeiten ausgeschöpft, neue Arbeitsgebiete zu erschließen und den wissenschaftlichen Ruf des Laboratoriums über die Grenzen Deutschlands hinaus zu festigen (Abb. 26).

Seit 1972 hat er diese Arbeit mit der tatkräftigen Unterstützung seines Sohnes LUDWIG und seines Veters REMIGIUS FRESENIUS, die mit ihm in die Geschäftsführung der neugegründeten GmbH eingetreten sind, bis in die Gegenwart fortgesetzt. Er ist außer in wissenschaftlichen Ausschüssen und Kuratorien in berufsständischen, kirchlichen und gesellschaftspolitischen Gremien tätig. Die Stadt Wiesbaden hat ihm 1973 die Bürgermedaille in Gold und 1985 die Ehrenbürgerwürde verliehen. Er ist Träger der CARL-DUISBERG-Plakette der GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER sowie des Kronenkreuzes in Gold des Diakonischen Werkes der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau.

Die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit des Seniors liegen in den Bereichen Wasser-, Mineralwasser- und Heilwasseranalytik, dazu Mikrobiologie, Lebensmittel- und Umweltchemie. Er ist seit vielen Jahren Mitglied zahlreicher Ausschüsse, in denen deutsche und europäische Normen und Richtlinien festgelegt werden. Der von ihm herausgegebenen FRESENIUS ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE, die 1987 mit Band 327 ihr 125jähriges Jubiläum feiern konnte, widmet er einen großen Teil seiner täglichen Arbeit. Mit dieser Zeitschrift setzt er in besonderer Weise die Tradition seines Urgroßvaters fort, der sie 1862 gegründet hat. Heute ist die FRESENIUS ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE ein weltweit verbreitetes und anerkanntes Forum für alle Gebiete der Analytischen Chemie.

WILHELM FRESENIUS konnte sein imponierendes Lebenswerk nur deshalb in einem solchen Umfang leisten, weil er stets zur rechten Zeit die richtigen Mitarbeiter hatte, die ihn unterstützt und seine Anregungen realisiert haben. Wenn der Verfasser dieses Berichtes, der den Weg dieses Mannes mehr als 25 Jahre aus nächster Nähe miterlebt hat, ein herausragendes Kennzeichen seiner Persönlichkeit in beruflicher Hinsicht nennen sollte, wäre es die Tatsache, daß er immer ein gutes Auge bei der Wahl seiner Mitarbeiter hatte, denen er, wenn sie sich bewährten, genügend Spielraum zur Entfaltung ihrer eigenen Persönlichkeit gelassen hat.

An dieser Stelle sind einige Worte zu WILHELM SCHNEIDER zu sagen, dem langjährigen Labor- und Abteilungsleiter und 1973–1985 Direktor des INSTITUTES FRESENIUS, auf den gerade diese letzte Charakterisierung in besonderem

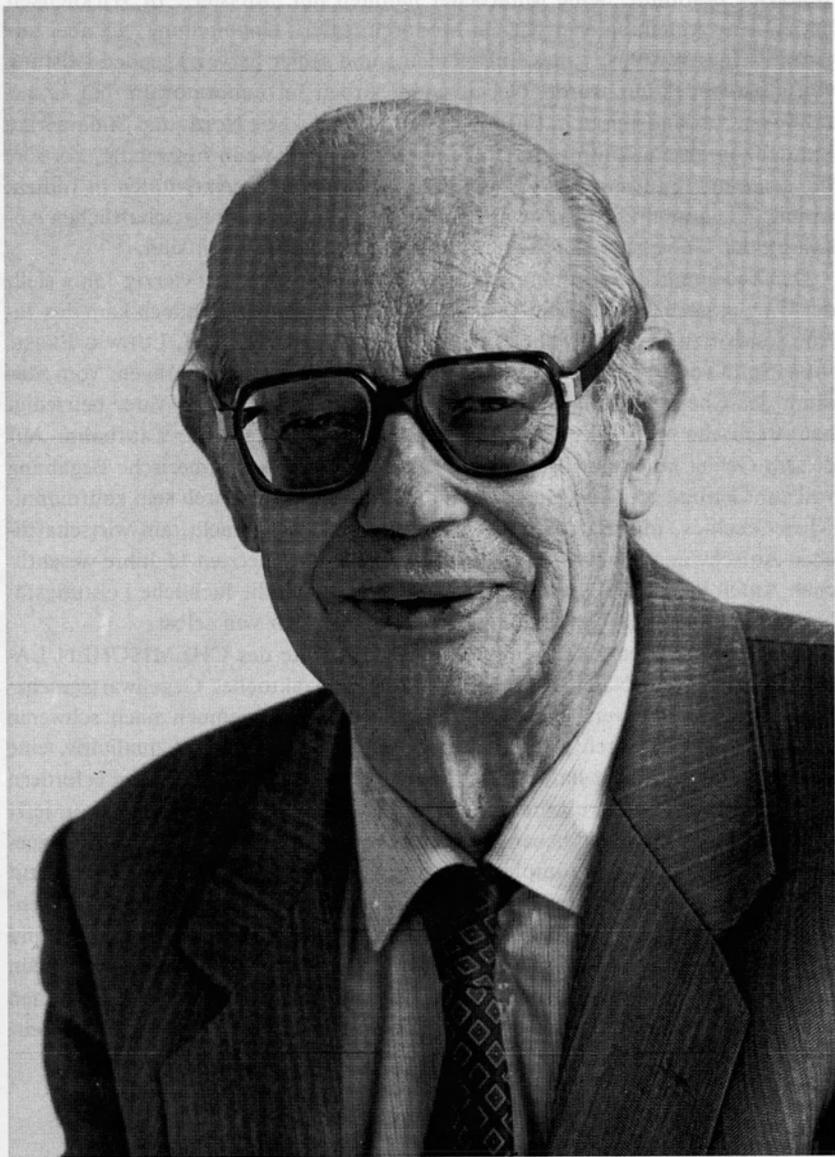


Abb. 26: Professor Dr. WILHELM FRESENIUS

Maße zutrifft. Abgesehen von Prof. WILHELM FRESENIUS hat er wie kein anderer die Entwicklung des Unternehmens in den ersten dreißig Jahren seit dem 2. Weltkrieg bestimmt. Seine Mitarbeiter nannten ihn „Meister“. In Wirklichkeit hat er seine Abteilung eher wie ein Monarch regiert, eine Stellung, die aber auf Grund seines Wissens, seines Engagements und seiner hervorragenden Leistung von allen respektiert wurde. Neben seiner Arbeit im Laboratorium hat er auf zahllosen Auslandsreisen in Europa, Asien, Afrika sowie Nord- und Südamerika Kundenkontakte geknüpft, Aufträge akquiriert und, wenn notwendig, vor Ort für deren einwandfreie Abwicklung gesorgt, wobei seine Aktivitäten in Indien, China, Thailand und Nepal sowie beim Aufbau einer wasserwirtschaftlichen Abteilung der Universität der Azoren besonders hervorzuheben sind.

Den bedeutendsten Einschnitt in der Geschichte der letzten vierzig Jahre stellt der Umzug nach Taunusstein Anfang 1975 dar. Hierbei und danach kam das Talent des dritten Geschäftsführers der 1972 gegründeten GmbH, LUDWIG FRESENIUS, Sohn von Professor WILHELM FRESENIUS, erstmals zum Tragen. Vom Studium der Chemie, das ihn nicht im gleichen Maße wie seinen Vater befriedigt hat, wechselte er in die kaufmännisch-betriebswirtschaftliche Laufbahn. Auf diesem Gebiet konnte er als Geschäftsführer seine unternehmerische Begabung voll zur Geltung bringen. Heute kann man sagen, daß er durch sein kaufmännisches Geschick, mit jugendlichem Elan zum Einsatz gebracht, am wirtschaftlichen Aufschwung des INSTITUTES FRESENIUS der letzten 15 Jahre wesentlichen Anteil hat. Daß dieser geschäftliche Erfolg auch die fachliche Leistungsfähigkeit des Laboratoriums beflügelt hat, versteht sich von selbst.

Mit diesem letzten Exkurs mündet die Geschichte des CHEMISCHEN LABORATORIUMS/INSTITUTES FRESENIUS in aktuelles Gegenwartsgeschehen ein. Es wurde versucht zu zeigen, wie das Unternehmen nach schweren Nachkriegsjahren durch maßvolle Expansion, quantitativ und qualitativ, eine Leistungsspitze erreicht hat, die erstaunlich ist. Wachsende Aufgaben erfordern neue Methoden und Strukturen. Dieser Prozeß ist in vollem Gange. Schon jetzt ist deutlich zu sehen, daß neben der reinen Analytik die Beratung der Auftraggeber („Consulting“), die komplette Lösung von Problemen, die an das Institut herangetragen werden, sowie die Durchführung oder Überwachung (wissenschaftliche Betreuung) umfassender Projekte immer stärker in den Vordergrund treten. Auch der geographische Rahmen nimmt innerhalb des größer werdenden Europa völlig neue Dimensionen an. Wie das traditionsreiche Unternehmen diese Aufgaben bewältigt, darüber wird in einigen Jahren, vielleicht zum Zeitpunkt des 150jährigen Jubiläums, zu berichten sein.

Danksagung

Für die Unterstützung meiner Nachforschungen, vor allem über die ersten zehn Nachkriegsjahre, möchte ich Frau EDITH WIENRICH sowie den Herren Dr. OSKAR SAUTER, FRANZ JOSEF BIBO und ALFRED SCHNEIDER herzlich danken; ferner allen Mitarbeitern, die mir Sonderdrucke ihrer Arbeiten zur Verfügung gestellt und diese kritisch mit mir diskutiert haben. Herr Professor Dr. H. DEICHSEL war mir bei der Beschaffung von Bildmaterial behilflich.

11. Schriftenverzeichnis

Abkürzungen

JAHRBUCH: Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde

ZACH: Fresenius' Zeitschrift für Analytische Chemie

- ARTZ, J., W. CZYSZ, R. HECK, W. SCHNEIDER & E. STAUDTE (1979/80): Technologie des Trinkwassers. 400 S. – Eschborn-Taunusstein
- ARTZ, J., W. CZYSZ, R. HECK, W. SCHNEIDER & E. STAUDTE (1979/80): Technologie de l'Eau Potable. Pages 380. – Eschborn-Taunusstein
- BETZ, V., G. FISCHER, H. GORBAUCH, H. H. RUMP, B. SCHOLZ, W. SCHNEIDER, A. GOLWER, G. MATTHES, A. PEKDEGER, K. HERKLOTZ & W. PESTEMER (1983): Zum Verhalten von Umweltchemikalien in künstlichen Grundwassergerinnen. – ZACH **315**, 464
- BETZ, V., H. H. RUMP & B. SCHOLZ (1988): On-Line Spurenanalytik von Wasser – EDV-Einsatz und System-Integration. – Gewässerschutz-Wasser-Abwasser **101**, 14
- BIBO, F. J. (1984): 100 Jahre Bakteriologie im Institut Fresenius. – if-Nachrichten **5**, Nr. 9, S. 3
- BIBO, F. J., H. BIRKE, H. BÖHM, W. CZYSZ, H. GORBAUCH, H. J. HOFFMANN, H. H. RUMP & W. SCHNEIDER (1988): Water Analysis – A Practical Guide to Physico-Chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance (W. FRESENIUS, K. E. QUENTIN, W. SCHNEIDER, Edts.). 804 pages. – Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo
- BIBO, F. J. & E. WIENRICH (1978): Zur indikativen Bedeutung der Koloniezahl bei 37 Grad Celsius Bebrütungstemperatur. – Erfrischungsgetränk **31**, 276
- CZYSZ, W. (1988): 140 Jahre Chemisches Laboratorium Fresenius Wiesbaden. – JAHRBUCH **110**, 35–110
- CZYSZ, W., H. DEICHSEL, R. E. FRESENIUS, W. POTH, W. SCHNEIDER & E. WIENRICH (1977): Methodensammlung für Wasseruntersuchungen. 3 Bände (Hrsg.: GTZ/W. FRESENIUS/W. SCHNEIDER). – Eschborn-Taunusstein
- CZYSZ, W., H. DEICHSEL, R. E. FRESENIUS, W. POTH, W. SCHNEIDER & E. WIENRICH (1977): Méthodes pour l'Analyse des Eaux. Tome I–III (Ed.: GTZ/W. FRESENIUS/W. SCHNEIDER). – Eschborn-Taunusstein
- CZYSZ, W., A. DENNE, H. RUMP, W. SCHNEIDER, E. STAUDTE & W. SUPPERL (1984): Abwasser-Technologie. Entstehung, Ableitung, Behandlung, Analytik der Abwässer. 1134 Seiten. – Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo
- CZYSZ, W., A. DENNE, H. RUMP, W. SCHNEIDER, E. STAUDTE & W. SUPPERL (1989): Waste Water Technology. Origin, Collection, Treatment and Analysis of Waste Water. 1178 pages. – Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo
- DIEMAIR, W. & W. FRESENIUS (1940): Über den Vitamin-C-Gehalt bestrahlter Milch. – ZACH **120**, 313
- FARKASDI, G., A. GOLWER, K.-H. KNOLL, G. MATTHES & W. SCHNEIDER (1969): Mikrobiologische und hygienische Untersuchungen von Grundwasserverunreinigungen im Unterstrom von Abfallplätzen. – Städtehygiene **2**
- FISCHER, G. & W. SCHNEIDER (1986): Substitution von Asbest in Filterschichten. – Schriftenreihe „Humanisierung des Arbeitslebens“, Band **75**, VDI-Verlag Düsseldorf
- FRANK, G. (1890): Zur bakteriologischen Wasseruntersuchung. – 60. Vers. deut. Naturforscher und Aerzte, S. 467
- FRANK, G. (1892): Die Resultate der bakteriologischen Untersuchungen des Wiesbadener Quell-Leitungswassers 1886–1891. – JAHRBUCH **45**, 107
- FRANK, G. (1893): Bemerkungen zur Frage der Flussverunreinigung. – Hyg. Rundschau **3**, 14

- FRANK, G. (1896): Bemerkungen über die Systeme, städtische Abwässer zu klären. – Hyg. Rundschau **6**, 8
- FRANK, G. (1896): Über Reinigung städtischer Canalwässer durch Torffiltration. – Gesundheits-Ingenieur, 21/22
- FRESENIUS, L. (1913): Die Beeinflussung der biologischen Abwasserreinigung durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken. – Arb. Kais. Gesundh. Amt **45**, 491
- FRESENIUS, L. (1922): Über Schwankungen in der Zusammensetzung von Mineralwässern. – Balneol. Ztg. **33**, 81
- FRESENIUS, L. (1927, 1929, 1931, 1935): Untersuchungen über die Konstanz des Kochbrunnens und der Schützenhofquelle zu Wiesbaden. – JAHRBUCH **79**, 31; **80**, 92; **81**, 121; **82**, 26
- FRESENIUS, L. (1928): Genauigkeitsgrenzen und Bedeutung der Probenahme in der chemischen Analyse. – Metall u. Erz **25**, 395
- FRESENIUS, L. (1929): Über den Zustand der Kohlensäure in Mineralwässern. – Ztschr. wissenschaftl. Bäderkunde **4**, 668
- FRESENIUS, L. (1931): Zustand des Eisens in Mineralwässern. – Ztschr. f. Kurortwissenschaften **1**, 58
- FRESENIUS, L. (1932): Zur Frage der Kieselsäurebestimmung in Mineralwässern. – Angew. Chem. **45**, 132
- FRESENIUS, L. & R. FRESENIUS (1936): Neue Untersuchungen einiger Wiesbadener Quellen. – JAHRBUCH **83**, 26
- FRESENIUS, L. & H. LEDERER (1929): Die Stickstoffverbindungen der Wiesbadener Mineralwässer. – JAHRBUCH **80**, 87
- FRESENIUS, R. (1864): Die Untersuchung der wichtigsten Mineralquellen des Herzogthums Nassau. IX. Die Mineralquellen zu Fachingen. – Wiesbaden, S. 287–309
- FRESENIUS, R. (1886): Neue chemische Untersuchung des Kochbrunnens zu Wiesbaden. – JAHRBUCH **39**, 1
- FRESENIUS, R. (1891): Die Thermalquellen Wiesbadens in chemischer Beziehung. – JAHRBUCH **43**, 17
- FRESENIUS, R. (1894): Über die Schwankungen der Gehalte an Mineralwasser. – JAHRBUCH **47**, 13
- FRESENIUS, R. & E. HINTZ (1887): Chemische Beschaffenheit des Wassers der städtischen Wasserleitung zu Wiesbaden. – 60. Vers. deut. Naturforscher und Aerzte
- FRESENIUS, R. (1939): Grundsätzliches zur Mineralwasseranalyse im Rahmen der Erforschung der deutschen Heilquellen. – Vom Wasser **XIII**, 4
- FRESENIUS, R. und G. JANDER (1940–48): HANDBUCH DER ANALYTISCHEN CHEMIE – Qualitative Nachweisverfahren, Bände **Ia**, **III**, **VI**. – Quantitative Bestimmungs- und Trennungsmethoden, Bände **Ia**, **Ia**, **Ib**, **III**. – Berlin
- FRESENIUS, R., W. DICK & W. M. HARTMANN (1941): Charakteristik, Untersuchung und Beurteilung der Mineralwässer. – Handbuch der Lebensmittelchemie, Band **VIII/2**. – Heidelberg
- FRESENIUS, R. & A. GEHRING (1949): Einführung in die qualitative chemische Analyse, 4. Auflage. – Braunschweig
- FRESENIUS, R. E. (1966): Möglichkeiten und Grenzen des Nachweises schädlicher Substanzen in Wasser, Boden und Lebensmitteln. – Informationsblatt FEG, Nr. 13
- FRESENIUS, R. E. (1967): Schnellmethode zur Bestimmung des Eighaltes in Mayonnaise und Salatmayonnaise. – ZCh, **229**, 353
- FRESENIUS, R. E. (1979): Bemerkungen zu vorgeschriebenen und praktisch angewandten mikrobiologischen Untersuchungsverfahren. – Schweiz. Ges. Lebensmittelhyg. (SGLH), Schriftenreihe, Heft 9, 26

- FRESENIUS, R. E. (1980): Mycotoxine, insbesondere Aflatoxine. – Analytiker-Taschenbuch (Springer-Verlag) **1**, 339
- FRESENIUS, R. E. (1985): Analysis of Tobacco Smoke Condensate. - J. Anal. Appl. Pyrolysis **8**, 561
- FRESENIUS, R. E. & E. AUGSTEIN (1983): Zum Stand der Zigarettenrauchanalytik hinsichtlich Kondensat-, Nikotinalkaloid- und Kohlenmonoxidbestimmung. – Lebensmittelchem. Gerichtl. Chem. **37**, 98
- FRESENIUS, R. E., E. WIENRICH, F. J. BIBO & A. SCHNEIDER (1976): Entwurf eines Standards zur mikrobiologischen Untersuchung von Fruchtsäften und alkoholfreien Erfrischungsgetränken. – Mineralbrunnen **26**, 311
- FRESENIUS, R. E. & K. G. WÖNNE (1974): Bestimmung von Saccharose, Glucose und Fructose mit trägergebundenen Enzymen. – ZCh. **271**, 194
- FRESENIUS, R. E. & K. G. WÖNNE (1976): Über die Anwendung der Affinitätschromatographie zu enzymatischen Analysen. – Mitt. Lebensmittelchemie **30**, 67
- FRESENIUS, W. (1949): Chemische Untersuchung von Mineralbrunnen. – Mineralwasser-Ztg. **2**, 231
- FRESENIUS, W. (1950): Hygienisch-bakteriologisch einwandfreie Erzeugnisse. – Mineralwasser-Ztg. **3**, 146
- FRESENIUS, W. (1951a): Beobachtungen über die Qualität der im Handel befindlichen Kohlensäure. – Mineralwasser-Ztg. **4**, 117
- FRESENIUS, W. (1951b): Bakteriologisch einwandfreie Erzeugnisse. – Mineralwasser-Ztg. **4**, 100
- FRESENIUS, W. (1951c): Qualitätsförderung durch ständige Kontrollen. – Heilbad und Kurort **3**, 1
- FRESENIUS, W. (1953a): Die neue Nomenklatur der Heilquellen. – Arch. physik. Ther., 305
- FRESENIUS, W. (1953b): Bemerkungen zur Qualitätskontrolle der Naturbrunnen. – Naturbrunnen **3**, 19
- FRESENIUS, W. (1953c): Der Weg von der Schürfung bis zur Charakterisierung von Mineralwässern. – Mineralwasser-Ztg. **6**, 138
- FRESENIUS, W. (1954): Die Entwicklung des Begriffs Mineralwasser in Deutschland. – Naturbrunnen **4**, 26
- FRESENIUS, W. (1957): 50 Jahre Deutsches Bäderbuch. – Heilbad und Kurort **9**, 103
- FRESENIUS, W. (1958): Grundbegriffe der Mineralwasserchemie. – Deutscher Bäderkalender. 43–52
- FRESENIUS, W. (1959): Notizen von einer balneologischen Studienreise durch Island. – Heilbad und Kurort **11**, 72
- FRESENIUS, W. (1960): Nauheimer Beschlüsse – Ihre Entstehung und Fortentwicklung. – Naturbrunnen **10**, 193
- FRESENIUS, W. (1961): Die Wiesbadener Heilquellen. – Gas- u. Wasserfach – Wasser-Abwasser **102**, 133
- FRESENIUS, W. (1963): Bemerkungen zur Untersuchung und Beurteilung von Mineralwässern und Limonaden. – Naturbrunnen **13**, 153
- FRESENIUS, W. (1965): Natürliche Mineralwässer in Deutschland. – Mineralbrunnen **15**, 224
- FRESENIUS, W. (1976): Was bringt die neue Trinkwasserverordnung? – Mineralbrunnen **26**, 50
- FRESENIUS, W. (1978): Mikrobiologie in der Lebensmittelindustrie. – Z. Lebensm.-Technol. u. Verfahrenstechnik **29**, 177
- FRESENIUS, W. (1979): Anforderungen des Arzneimittelgesetzes an die physikalische, chemische und mikrobiologische Untersuchung von Heilwasser. – Heilbad und Kurort **31**, 47

- FRESENIUS, W. (1980): Entwicklung der Heilwasseranalytik und die neuen Analysenrichtlinien in den Begriffsbestimmungen. – Heilbad und Kurort **32**, 258
- FRESENIUS, W. (1989): Chemie der Heilquellen (in „Kompendium der Balneologie und Kurortmedizin“, Hrsg.: K. L. SCHMIDT; Darmstadt)
- FRESENIUS, W., R. E. FRESENIUS & W. SCHNEIDER (1977): Erste Ergebnisse der Trinkwasserüberwachung. – wlb – Wasser, Luft und Betrieb **21**, 594
- FRESENIUS, W. & A. GEHRING (1952): Über die Haltbarkeit der Limonaden und Tafelwässer unter besonderer Berücksichtigung der Silberung. – Mineralwasser-Ztg. **5**, 139
- FRESENIUS, W. & G. JANDER (1950 ff.): HANDBUCH DER ANALYTISCHEN CHEMIE – Qualitative Nachweisverfahren. – Quantitative Bestimmungs- und Trennungsmethoden. – Berlin-Göttingen-Heidelberg
- FRESENIUS, W., G. KLEINSCHMIDT & W. SCHNEIDER (1978): Sanierung der Wiesbadener Thermen unter Berücksichtigung des Schutzes der Quellen, der Unterbindung von Verockerungen und der Verhinderung der Bildung von Oxidationsprodukten aus den primär vorhandenen Ammonium-Ionen. – Heilbad und Kurort **30**, 207
- FRESENIUS, W., K.-H. KNOLL, H.-W. LEONHARDT, G. MATTHESS, H. TANGERMANN & W. SCHNEIDER (1977): Qualitative und quantitative Untersuchung einer Hausmülldeponie mit Basisabdichtung. – Müll und Abfall **9**, 190
- FRESENIUS, W. & A. KURTENACKER (1949): Nachruf für Professor Dr. Remigius Fresenius. – ZCh **129**, 15
- FRESENIUS, W. & H. KUSSMAUL (1985): Thermal- und Mineralwässer der Eifel. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **67**, 301
- FRESENIUS, W. & K. E. QUENTIN (1959): Veränderungen in den neuen Begriffsbestimmungen. – Heilbad und Kurort **11**, 101
- FRESENIUS, W., K. E. QUENTIN, W. SCHNEIDER, R. E. FRESENIUS & G. -SCHRETZENMAYR (1969): Untersuchung der Mineral- und Heilquellen (Handbuch der Lebensmittelchemie, Band 8/2, Berlin)
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1959a): Untersuchungen zur Feststellung des Einflusses der Enteisenung auf den Mineralgehalt von Mineralwässern. – Naturbrunnen **9**, 175
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1959b): Vergleichende Untersuchungen von zehn Mineralbrunnen-Fruchtsaftgetränken verschiedener Herkunft. – Naturbrunnen **9**, 186
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1960): Beobachtungen über die Qualität der im Handel befindlichen Kohlensäure. – Mineralwasser-Ztg. **13**, 761
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1962): Die Saalfelder Heilquelle – ein Mineralwasser besonderer Zusammensetzung. – Heilbad und Kurort **14**, 5
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1963): Über die Zusammensetzung des Sinters des Kochbrunnens in Wiesbaden. – Heilbad und Kurort **15**, 166
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1964): Bestimmung von geringen Mengen Arsen mit Silberdiäthylthiocarbamat in der Mineralwasseranalyse. – ZCh **203**, 417
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1965a): Zur Bestimmung von Eisen(II) und Gesamtisen mit 2,2'-Dipyridyl in Mineralwässern. – ZCh **209**, 340
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1965b): Bestimmung von Kieselsäure in Mineralwässern. – ZCh **207**, 16
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1965c): Photometrische Bestimmung von Kieselsäure nach Aufschluß mit Flußsäure-Perchlorsäure. – ZCh **214**, 341
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1966): Über den Einfluß von Phosphat, Sulfat und Nitrat auf die Magnesiumbestimmung in Mineralwässern nach dem Atomabsorptionsverfahren. – ZCh **223**, 181
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1967a): Vergleich des manometrischen Verfahrens zur Kohlensäure-Bestimmung in Mineralwasserabfüllungen. – Mineralwasser-Ztg. **20**, 909

- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1967b): Reinheitsanforderungen an Kohlensäure. – Mineralwasser-Ztg. **20**, 815
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1967c): Über Schwankungen in der Zusammensetzung natürlicher Mineralwässer. – Naturbrunnen **17**, 356, in Mineralwasserabfüllungen. – Mineralwasser-Ztg. **20**, 909
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1968): Analytische Probleme im Zusammenhang mit freien und gelösten Gasen in Wasserproben. – Vom Wasser **XXXVIII**, 9
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1974a): Auszug aus einem Versuchsbericht des Institutes Fresenius über die Stabilität von gelöstem zweiwertigem Eisen in Heilwasserfüllungen. – Heilbad und Kurort **23**, 233
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1974b): Über den Nachweis und die quantitative Bestimmung von Barium und Thallium in Heilwässern. – Heilbad und Kurort **23**, 383
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1976): Bemerkungen zur keimfreien Abfüllung von Wasser. – Erfrischungsgetränk **29**, 303
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1980): Festschrift „75 Jahre Staatl. Mineralbrunnen Fachingen“, S. 28–29
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1981a): Organische Spurenstoffe in Heil- und Mineralwässern. – Heilbad und Kurort **33**, 2
- FRESENIUS, W. & W. SCHNEIDER (1981b): Selektive Entfernung von Fluorid-, Arsenat- und Phosphat-Ionen aus Wasser. – WLB – Wasser, Luft und Betrieb 14–15
- FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, H. GORBAUCH & H. HÄDRICH (1965): Fällungsbedingungen von Zink als Zinkquecksilberthiocyanat. – ZCh **211**, 429
- FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, H. GORBAUCH & H. KRETZ (1965): Prüfung der Löslichkeit von Bleisulfat unter Verwendung von Pb-212. – ZCh **212**, 320
- FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, H. GORBAUCH & H. H. RUMP (1982): Analyse von Müll, Klärschlamm, Sickerwasser und Gas von Abfalldponien. – DFG-Forschungsprogramm
- FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER, H. GORBAUCH & B. SCHOLZ (1982): Erfahrungen mit der Trinkwasserverordnung in der Bundesrepublik. – Forum Städte-Hygiene **33**, 62
- FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER & K. MACHNER (1966): Versuche zur Magnesiumbestimmung in Mineralwässern mit der Methode der Atomabsorption. – Naturbrunnen **16**, 410
- FRESENIUS, W., W. SCHNEIDER & G. THIELICKE (1974): Über die komplexometrische (chelatometrische) Bestimmung von Calcium und Magnesium mit elektrometrischer Indikation von Wässern, insbesondere in Heil- und Mineralwässern. – Heilbad und Kurort **26**, 378
- FRESENIUS, W., E. WIENRICH & F. J. BIBO (1967): Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroben in der Luft unter besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung in der alkoholfreien Getränkeindustrie. – Naturbrunnen **17**, 1
- GEHRING, A. (1955a): Beobachtungen bei der Enteisung von Mineralwässern. – Naturbrunnen **5**, 204
- GEHRING, A. (1955b): Reinigung von Flaschenverschlüssen. – Naturbrunnen **5**, 72
- GEHRING, A. (1955c): Über die Überwachung des eigenen Brunnens. – Mineralwasser-Ztg. **8**, 152
- GEHRING, A. (1956a): Zur Reinigung der Filter in Mineralwasser-Betrieben. – Naturbrunnen **6**, 244
- GEHRING, A. (1956b): Über Verschlechterung des Wassers in den Leitungsrohren der Betriebe. – Mineralwasser-Ztg. **9**, 118
- GEHRING, A. (1956c): Die Herstellung von Zucker-Sirup. – Naturbrunnen **6**, 37, 188
- GEHRING, A. (1957a): Erfahrungen an neuen Enteisungs-Anlagen. – Naturbrunnen **7**, 191
- GEHRING, A. (1957b): Über die hygienische Beschaffenheit von Kronenkork- und Hebelverschlüssen. – Naturbrunnen **7**, 69

- GEHRING, A. (1957c): Zur chemischen Kontrolle des Wassers betriebseigener Brunnen. – Naturbrunnen **7**, 313
- GEHRING, A. (1958a): Über die Geschmacksveränderungen von Mineralwässern. – Naturbrunnen **8**, 78
- GEHRING, A. (1958b): Über die Reinigung der Abwässer von Mineralbrunnen-Betrieben. – Naturbrunnen **8**, 182
- GEHRING, A. (1958c): Beobachtungen bei der bakteriologischen und mikroskopischen Untersuchung von Mineralwässern. – Mineralwasser-Ztg. **11**, 161
- GEHRING, A. (1958d): Über die Bedeutung der biologischen Wasseranalyse für Brunnen-Betriebe **11**, 756
- GEHRING, A. (1958e): Über das Auftreten von Schwefelwasserstoff in einem abgefüllten Heilwasser. – Ztschr. angew. Bäder- u. Klimaheilkunde **5**, 568
- GEHRING, A. (1959a): Über die Enteisung von natürlichen Mineralwässern. – Naturbrunnen **9**, 180
- GEHRING, A. (1959b): Über die Veränderung von Mineralwässern bei der Herstellung von Mineralbrunnen-Fruchtsaftgetränken und -Limonaden. – Naturbrunnen **9**, 196
- GEHRING, A. (1959c): Über fünfjährige Betriebskontrollen in Brunnenbetrieben. – Naturbrunnen **9**, 204
- GEHRING, A. (1959d): Über die physiologische Bedeutung der Citronensäure. – Naturbrunnen **9**, 209
- GEHRING, A. (1959e): Zur Haltbarkeit der Fruchtsaftgetränke. – Naturbrunnen **9**, 268
- GEHRING, A. (1959f): Über den Nitratgehalt des Wassers. – Mineralwasser-Ztg. **12**, 166
- GEHRING, A. (1960): Über Wasserfragen nach der Trockenheit 1959. – Mineralwasser-Ztg. **12**, 154
- GEHRING, A. (1961a): Ursachen des Verderbs von alkoholfreien Süßgetränken. – Mineralwasser-Ztg. **13**, 238
- GEHRING, A. (1961b): Weitere Untersuchungen über die Haltbarkeit von Fruchtsaftgetränken. – Naturbrunnen **11**, 146
- GEHRING, A. (1962): Über die Herstellung hygienisch einwandfreier und haltbarer Tafelwässer, Fruchtsaftgetränke und Limonaden. – 1., 2., 3. Teil. – Naturbrunnen **12**, 48, 110, 128
- GEHRING, A. & R. FRESENIUS (1949): Einführung in die quantitative chemische Analyse, Band I: Gewichtsanalyse einschließlich Elektroanalyse, Braunschweig
- GOLWER, A. (1973): Beeinflussung des Grundwassers durch Straßen. – Z. deut. geol. Ges. **124**, 435
- GOLWER, A., G. FISCHER, H. GORBAUCH & W. SCHNEIDER (1989): Belastung von Böden und Grundwasser an Start- und Landebahnen des Flughafens Frankfurt Main. – Forum Städte-Hygiene **40**, 15
- GOLWER, A., K.-H. KNOLL, G. MATTHES, W. SCHNEIDER & K. H. WALLHÄUSSER (1972): Mikroorganismen im Unterstrom eines Abfallplatzes. – Gesundheits-Ingenieur **93**, 142
- GOLWER, A., K.-H. KNOLL, G. MATTHES, W. SCHNEIDER & K. H. WALLHÄUSSER (1976): Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. – Abhandl. Hess. Landesamt Bodenforsch.
- GOLWER, A., G. MATTHES & W. SCHNEIDER (1969): Selbstreinigungsvorgänge im aeroben und anaeroben Grundwasserbereich. – Vom Wasser **XXXVI**, 64
- GOLWER, A., G. MATTHES & W. SCHNEIDER (1971): Einflüsse von Abfalldeponien auf das Grundwasser. – Der Städtetag, Heft 2, 1
- GOLWER, A. & W. SCHNEIDER (1973): Belastung des Bodens und des unterirdischen Wassers durch Straßenverkehr. – Gas- u. Wasserfach-Wasser/Abwasser **114**, 154
- GOLWER, A. & W. SCHNEIDER (1979): Belastung des unterirdischen Wassers mit anorgani-

- schen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. – Gas- u. Wasserfach-Wasser/Abwasser **129**, 461
- GOLWER, A. & SCHNEIDER, W. (1982): Belastung des Grundwassers mit organischen Stoffen im Gebiet von Straßen. – Gas- u. Wasserfach-Wasser/Abwasser **123**, 122
- GORBAUCH, H., H. H. RUMP & W. SCHNEIDER (1980): Untersuchungen zur Auswirkung von Sole-Abwässern auf Organismen von Kläranlagen und Vorflutern. – Heilbad und Kurort **32**, 178
- GRÜNHUT, L. (1901): Über das Klima von Wiesbaden. – JAHRBUCH **54**, 53
- GRÜNHUT, L. (1911): Was ist ein Mineralwasser? – Zeitschr. Balneol. **4**, 433 u. 470
- GRÜNHUT, L. (1913): Fehlerquelle bei der Bestimmung des Permanganatverbrauches von Trinkwasser nach Schulz. – ZACH **52**, 36
- GRÜNHUT, L. (1914): Untersuchung und Begutachtung von Wasser und Abwasser. – Leipzig (Hrsg. W. Kerp)
- GRÜNHUT, L. (1918): Trink- und Tafelwasser (in „Das Lebensmittelgewerbe“, K. v. Buchta). – Leipzig
- HEMPFLING, R. & H.-R. SCHULTEN (1988): Characterization and dynamics of organic compounds in forest humus studied by pyrolysis-GC/EI-MS and -(HR)FI-MS. – J. Anal. Appl. Pyrolysis **13**, 319
- HEMPFLING, R., W. ZECH & H.-R. SCHULTEN (1988): Chemical composition of the organic matter in forest soils: 2. Moder profile. – Soil Science **146**, 262
- HEMPFLING, R., F. ZIEGLER, W. ZECH & H.-R. SCHULTEN (1987): Litter decomposition and humification in acidic forest soils studied by chemical degradation, IR and NMR spectroscopy and pyrolysis field ionization MS. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **150**, 179
- HERKLOTZ, K., T. CORDT & H. H. RUMP (1987): Erkennen und Bewerten von Altlasten im Hinblick auf die Sanierung. – Gewässerschutz-Wasser-Abwasser **99**, 15
- HERSCHE, W. (1976): Der Einsatz von Wärmepumpen in Thermalbädern im Hinblick auf die Energiewirtschaft. – Heilbad und Kurort **28**, 109
- HINTZ, E. (1897): Über den augenblicklichen Stand der Beurteilung des Trink- und Nutzwassers. – Ztschr. f. öffentl. Chemie **1898**, 112
- HINTZ, E. (1903): Über Probezuhungen. – Zeitschr. f. Öffentl. Chem. **9**, 397
- HINTZ, E. & L. GRÜNHUT (1910): Über ein verbessertes Verfahren zur Analyse von Mineralquellgasen. – ZACH **49**, 25
- HUEPPE, F. (1885): Die Methoden der Bakterienforschung, 1. Aufl. – Wiesbaden (1889: 4. Aufl.)
- HUEPPE, F. (1886): Die Choleraerkrankungen in Finthen und Gonsenheim. – Berliner klin. Wochenschr. No. 9–12
- HUEPPE, F. (1887): Die Beurtheilung des Trinkwassers vom hygienischen Standpunkte. – J. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung, 11
- HUEPPE, F. (1889): Über die Wasserversorgung durch Brunnen und ihre hygienische Beurtheilung. – J. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung (14. Juni 1888)
- KLOTZ, E. (1959): Wiesbadener Thermalquellen. – Naturbrunnen **11**, 178
- KOPP, K. (1986): Wasser von Taunus und Ried. Aus zwei Jahrtausenden Wiesbadener Wasserversorgung. – Stadtwerke Wiesbaden
- KRUTZ, H. & H. H. RUMP (1984): Weitergehende statistische Behandlung von Meßwerten bei der Wasser- und Abwasseruntersuchung. Gewässerschutz-Wasser-Abwasser **68**, 59
- KURTENACKER, A. (1912): Beiträge zur Elementaranalyse. – ZACH **50**, 548–565
- KUSSMAUL, H. (1987): Probleme der repräsentativen Entnahme von Wasserproben aus Tiefbohrungen. – Vom Wasser **68**, 125
- KUSSMAUL, H. (1989): Die Mineral- und Tafelwasserverordnung von 1984 und ihre Konse-

- quenzen (in „Kompendium der Balneologie und Kurortmedizin“, Hrsg.: K. L. SCHMIDT; Darmstadt)
- KUSSMAUL, H. (1989): Isotopenuntersuchungen von Mineralquellen im Bereich der Taunusrandverwerfung (persönliche Mitteilung)
- KUSSMAUL, H., A. AL-AZAWI & T. CORDT (1987): Auswertung langjähriger Wasseruntersuchungen im Hinblick auf die Grundwasserversauerung. – Umweltbundesamt: Forschungsbericht 10202606; (1988): Vom Wasser **71**, 85
- KUSSMAUL, H. & O. ANTONSEN (1985): Hydrochemische Labormethoden für das Nagra-Untersuchungsprogramm. – Nagra: Technischer Bericht 85-04
- KUSSMAUL, H. & M. HEGAZI (1977): Die Bestimmung von Organofluorverbindungen im Wasser. – Vom Wasser **48**, 143
- KUSSMAUL, H., B. SCHOLZ & W. FRESENIUS (1988): Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel im Wasser – ein Problem für Heilwässer. – Heilbad und Kurort **40**, 279
- KUSSMAUL, H., H. SIMON, H. MOSER, W. STICHLER, H. ZENZ, K. ZIPFEL & G. BATTERMANN (1988): Trinkwassergefährdung durch eine Grundwasserkontamination mit leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen – Erkennung und Sanierung. – Vom Wasser **70**, 141
- LANG, R. & K. KURTENACKER (1942): Ein neues Verfahren zur oxydimetrischen Bestimmung von Dithionat. – ZACH **123**, 81
- LANG, R. & K. KURTENACKER (1942): Oxydimetrische Methoden zur Bestimmung von Thiosulfat, Sulfid und Polythionat. – ZACH **123**, 169
- MALAPERT-NEUFVILLE, R. v. (1886): Bakteriologische Untersuchung der wichtigsten Quellen der städtischen Wasserleitung zu Wiesbaden. – ZACH **25**, 39
- MICHELS, F. (1951): Geologische Voraussetzungen für die Bildung von Mineralquellen. – Heilbad und Kurort **3**, 114
- MICHELS, F. (1954): Zur Geologie der Wiesbadener Mineralquellen. – Zeitschr. deut. geol. Ges. **106**, 113
- MICHELS, F. (1958): Zur Geologie westdeutscher Heilquellen. – Deutscher Bäderkalender, 40–42
- MICHELS, F. (1961): Zur Geologie des Wiesbadener Raumes und seiner Heilquellen. – Arztl. Mitteilungen **46**, 1214
- MICHELS, F. (1964): Von der Wiesbadener Thermalquellenspalte. – JAHRBUCH **97**, 37
- MICHELS, F. (1965): Die Herkunft der Mineralwasservorkommen am Rande des Taunus und in der Wetterau. – Naturbrunnen **17**, 112
- MICHELS, F. (1966): Die Wiesbadener Mineralquellen (Neue Beiträge ihrer geologischen Position). – JAHRBUCH **98**, 17
- MICHELS, F. (1971): Die Thermalwasserbohrung Schützenhofquelle in Wiesbaden. – JAHRBUCH **101**, 75
- MICHELS, F. & W. FRESENIUS (1958): Lage, Geologie und Chemie der Wiesbadener Heilquellen. – Rund um den Kochbrunnen, S. 1–22
- MICHELS, F. & J. D. THEWS (1971): Die Thermalwasserbohrung Schützenhofquelle in Wiesbaden. – JAHRBUCH **101**, 75
- NÖRING, F., G. FARKASDI, A. GOLWER, K.-H. KNOLL, G. MATTHESS & W. SCHNEIDER (1968): Über Abbauvorgänge von Grundwasserverunreinigungen im Unterstrom von Abfalldeponien. – Gas- u. Wasserfach **109**, 137
- PALAUŠCHEK, N., H. H. RUMP & B. SCHOLZ (1987): Reaktionsverhalten polychlorierter Dibenzo-p-dioxine und polychlorierter Didenzofurane bei der Ozonung von Wässern. – Z. Wasser-Abwasser-Forsch. **20**, 41
- POST, B., R. HEMPFLING, H. KLAMBERG & H.-R. SCHULTEN (1988): Zur Charakterisierung von Boden-Huminstoffen. – ZACH **331**, 273
- RAHLSON, H. (1908): Die öffentliche Gesundheitspflege Wiesbadens. – Wiesbaden

- RICHTER, M. (1986): Die Wiesbadener Trinkwasserstollen. – Mitt. Nass. Ver. Naturkunde **17**, 4
- RICHTER, M. (1986): Die Wiesbadener Thermalquellen. – Mitt. Nass. Ver. Naturkunde **18**, 2
- RIEDLE, K. (1983): Wiesbaden und seine Thermalwasser. Die Wiesbadener Quellen und ihre Geschichte. – Baukultur 2/1983
- RUMP, H. H. (1981): Zum Verhalten von Schadstoffen in kommunalen Kläranlagen. – Forum Städte-Hygiene **32**, 77
- RUMP, H. H. (1988a): Aspects of waste analysis and evaluation. – ZACH **332**, 769
- RUMP, H. H. (1988b): Kontamination der Deckschichten durch Altlasten und Deponien. – DVWG-Schriftenreihe Wasser Nr. 58
- RUMP, H. H. (1988c): Schrittfolgen der Analytik zur Ermittlung unbekannter Belastungen. – Berichtsband Techn. Akad. Esslingen
- RUMP, H. H., G. FISCHER & T. GILLES (1985): Anwendungsmöglichkeiten der rechnerunterstützten Fourier-Transformations-Spektrometrie. – Gewässerschutz-Wasser-Abwasser **79**, 338
- RUMP, H. H., J. M. HALKET & H. KRUTZ (1984): Anwendungsmöglichkeiten statistischer Auswertungsverfahren. – Vom Wasser **63**, 109
- RUMP, H. H., K. HERKLOTZ & T. CORDT (1989): Untersuchungen von Boden und Grundwasser an Standorten ehemaliger Gaswerke (in Vorbereitung)
- RUMP, H. H. & H. KRIST (1987): Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden. – Weinheim, 203 S.
- RUMP, H. H., H. KRUTZ & H.-R. SCHULTEN (1987): Application of Pattern Recognition Methods. – Water Pollut. Res. Rep. 1 CEC/UBA
- RUMP, H. H. & W. SCHNEIDER (1983): Zur Auswirkung von Kupfer aus Klärschlamm auf Böden, Pflanzen und höhere Lebewesen. – Forum Städte-Hygiene **34**, 137
- RUMP, H. H. & H.-R. SCHULTEN (1984): Einfluß von Ozon auf höhermolekulare Bestandteile von Fichtennadeln. – Ozone & Biol., Rennes
- SCHNEIDER, A. (1984): 30 Jahre Betreuung der Mineralbrunnen-Industrie. – if-Nachrichten **5**, Nr. 9, S. 4
- SCHNEIDER, W., H. GORBAUCH & H. H. RUMP (1981): Untersuchungen zum Verhalten von Schadstoffen in Müll-Lysimetern. – Forum Städte-Hygiene **32**, 200
- SCHNEIDER, W., H. KRIST & G. JUST (1977): Nährstoffbilanz des Sees von Tunis. – GTZ Eschborn
- SCHNEIDER, W. & H. H. RUMP (1983): Ozone: Sci. & Engineering **5**, 95
- SCHOLZ, B. (1986): Bestimmung von Pestiziden und polychlorierten Bi- und Terphenylen in Wasserproben mittels Gaschromatographie. – Gewässerschutz-Wasser-Abwasser **88**, 228
- SCHOLZ, B. & K. BALLSCHMITER (1980): Gaschromatographische Bestimmung von Wasser mit dem Elektronen-Einfang-Detektor im Nanogramm-Bereich, ZACH **302**, 264
- SCHOLZ, B., V. BETZ & H. H. RUMP (1984): Bestimmung der leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe in Wasserproben mit Kapillar-Gaschromatographie. – Gewässerschutz-Wasser-Abwasser **72**, 287
- SCHOLZ, B., V. BETZ, P. LAUBEREAU, D. BAUMGARTEN & H. HAGENUTH (1985): Chromatographische Analyse – Aspekte der qualitativen Absicherung von Meßergebnissen und Diskussion verschiedener Eichverfahren. – Vom Wasser **64**, 199
- SCHOLZ, B. & N. PALAUSCHEK (1988): Determination of substituted aromatic amines in water and sediment samples. – ZACH **331**, 282
- SCHULTEN, H.-R., U. BAHR & P. B. MONKHOUSE (1983): Biochemical application of field desorption mass spectrometry. – J. Biochem. Biophys. Methods **8**, 239–269

- SCHULTEN, H.-R., R. HEMPFLING & W. ZECH (1988): Discrimination horizons in a moder profile by field ionization mass spectrometry and pattern recognition. – *Geoderma* **41**, 211
- SCHULTEN, H.-R., K. E. MURRAY & N. SIMMLEIT (1987): Natural waxes investigated by soft ionization mass spectrometry. – *Z. Naturforsch.* **42c**, 178
- SCHULTEN, H.-R. & N. SIMMLEIT (1987): Rapid fingerprinting of damaged and undamaged conifer needles by soft ionization mass spectrometry and pattern recognition. – *CEC Int. Symp. Grenoble*
- SCHULTEN, H.-R., N. SIMMLEIT & A. MARZEC (1988): Liquefaction behaviour of coals: a study by field ionization mass spectrometry and pattern recognition. – *FUEL* **671**, 619
- SCHULTEN, H.-R., N. SIMMLEIT & R. MÜLLER (1986): Distinction of coals and their extracts by field ionization mass spectrometry and pattern recognition. – *ZACH* **323**, 450
- SCHULTEN, H.-R., N. SIMMLEIT & R. MÜLLER (1989): Characterization of plant materials by pyrolysis-field ionization mass spectrometry of spruce needles. – *Anal. Chem.* **61**, 221
- SCHULTEN, H.-R., N. SIMMLEIT & H. H. RUMP (1986): Soft ionization mass spectrometry of epicuticular waxes isolated from coniferous needles. – *Chemistry and Physics of Lipids* **41**, 209
- SIMMLEIT, N., H. H. RUMP & H.-R. SCHULTEN (1986): Nichtabwaschbare Aerosolteilchen auf den Oberflächen von Koniferennadeln. – *Staub – Reinhaltung der Luft* **46**, 256
- SIMMLEIT, N. & H.-R. SCHULTEN (1989): Analytical Pyrolysis and environmental research. – *J. Anal. Appl. Pyrolysis* **15**,
- STENDEL-RUTKOWSKI, W. (1983): Geologie und Wasserversorgung im Gebiet des früheren Herzogtums Nassau. – *JAHRBUCH* **106**, 14
- STURM, G. & F. J. BIBO (1965): Nitratgehalte des Trinkwassers, unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im Rheingaukreis. – *Gas- u. Wasserfach* **106**, 332
- STURM, G. & E. WIENRICH (1962): Über die Bedeutung mikrobiologischer Befunde bei Limonaden und Fruchtsaftgetränken. – *Naturbrunnen* **12**, 242
- VERHOEVEN, W. & H. H. RUMP (1989): Eintrag, Transport und Abbauverhalten von Fluorkohlenwasserstoffen in Boden und Grundwasser (Fresenius Consult GmbH: Literaturstudie)
- WANG, XIANGMING, A. MARZEC & H.-R. SCHULTEN (1989): Coal characterization by on-line pyrolysis field ionization mass spectrometry. – *ZACH* **333**, 793
- WIENRICH, E. (1975a): Vorkommen von Bakterien in Trink-, Brauchwasser sowie Mineral- und Heilwasser. – *Mineralbrunnen* **25**, 286
- WIENRICH, E. (1975b): Verminderung bzw. Ausschaltung des Kontaminationsrisikos bei der Herstellung von Fruchtsaftgetränken und Limonaden. – *Erfrischungsgetränk* **28**, 882
- WIENRICH, E. (1976): Beitrag zur hygienischen und technologischen Bedeutung von *Pseudomonas aeruginosa*. – *Mineralbrunnen* **26**, 52
- WINTER, E. (1880): Die Thermalquellen Wiesbadens in technischer Beziehung. – München

Anschrift des Verfassers: WALTER CZYSZ, Danziger Straße 83, 6200 Wiesbaden-Sonnenberg (Institut Fresenius, 6204 Taunusstein-Neuhof)

Manuskript eingegangen am 21. 8. 1989