

Inhalt

Editorial	
Zur 47. Ausgabe der „Mitteilungen“	5
Vorlesungen über Naturphilosophie (Vorlesung 16)	
<i>Wilhelm Ostwald</i>	7
Wilhelm Ostwalds „Geschichte der Elektrochemie“ von 1896 und die Entwicklung der Bioelektrochemie seit Luigi Galvani bis heute	
<i>Hermann Berg</i>	18
Fritz Köhler – Universitäts-Mechaniker bei Wilhelm Ostwald von 1897 bis 1904	
<i>Ulf Messow, Wolfgang Höhle, Ulf Molzahn</i>	25
Die Verantwortung des Wissenschaftlers – Manfred von Ardenne, Klaus Fuchs und das atomare Patt	
<i>Gerhard Barkleit</i>	37
Andere über Ostwald	
<i>Wladimir und Karin Reschetilowski</i>	57
Nachruf auf Prof. Dr. Dr. Klaus Wetzel	
<i>Karl-Peter Dostal</i>	60
Gesellschaftsnachrichten	64
Protokoll der Mitgliederversammlung vom 21.02.2009	
Autorenhinweise	71

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V. 2009, 14. Jg.

Herausgeber der „Mitteilungen“ ist der Vorstand der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., verantwortlich:

Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Schmelzer/Ulrike Köckritz

Grimmaer Str. 25, 04668 Großbothen,

Tel. (03 43 84) 7 12 83

Konto: Raiffeisenbank Grimma e.G., BLZ 860 654 83, Kontonr. 308 000 567

E-Mail-Adresse: ostwaldenergie@aol.com

Internet-Adresse: www.wilhelm-ostwald.de

Der Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Namentlich gezeichnete Beiträge stimmen nicht in jedem Fall mit dem Standpunkt der Redaktion überein, sie werden von den Autoren selbst verantwortet.

Für Beiträge können z.Z. noch keine Honorare gezahlt werden. Wir erbitten die Autorenhinweise auf der letzten Seite zu beachten.

Einzelpreis pro Heft € 6,-. Dieser Beitrag trägt den Charakter einer Spende und enthält keine Mehrwertsteuer.

Für die Mitglieder der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ist das Heft kostenfrei.

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser der „Grünen Hefte“, liebe Mitglieder, Freunde und Förderer der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft:

Ich werde nur kurz auf die einschneidendsten Ereignisse für die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft des Jahres 2008 eingehen. Genauere Einzelheiten können Sie dem Protokoll der Mitgliederversammlung entnehmen.

Am 17.12.2008 fand in Großbothen eine Zeremonie zur Unterschrift durch die neu gegründete sächsische Gerda und Klaus Tschira Stiftung unter den Kaufvertrag für die Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte statt. Es wurden Reden vom Geschäftsführer des Sächsischen Immobilien- und Baumanagement (SIB), Prof. Dieter Janosch, vom Finanzminister, Prof. Dr. Georg Unland, von Herrn Dr. Klaus Tschira, dem neuen Eigentümer und dem Kanzler der Universität Leipzig, Dr. Frank Nolden gehalten. In keiner dieser Reden wurde, zu meiner Verärgerung, auf die Verdienste der WOG zum Erhalt und zur Weiterentwicklung der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte in den letzten 18 Jahren eingegangen.

Am 29.12.2008 schließlich erfolgte die Übergabe der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte an SIB und anschließend an den neuen Eigentümer, die Gerda und Klaus Tschira Stiftung.

Diesen Ereignissen vorausgegangen waren intensive Bemühungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, die Gedenkstätte selbst zu übernehmen. Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft war zusammen mit drei anderen Bewerbern in die engere Wahl gekommen, schließlich entschied sich aber SIB und Finanzministerium für die Gerda und Klaus Tschira Stiftung als neuer Eigentümer. Wir wünschen dem neuen Eigentümer viel Erfolg und eine glückliche Hand bei der Bewahrung des Erbes von Wilhelm Ostwald und hoffen auf eine gute Zusammenarbeit.

In diesem Zusammenhang laufen im Augenblick Gespräche mit der Tschira Stiftung, damit die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ihre satzungsgemäßen Aufgaben weiter durchführen kann. Teil dieser Bemühungen ist es, die erfolgreichen Großbothener Gespräche weiter in Großbothen durchführen zu können; dieses Jahr wird das 100ste Gespräch stattfinden. Das 99ste Gespräch soll im Mai in Großbothen stattfinden, in der Hoffnung, dass bis dahin die Umbauarbeiten abgeschlossen sind.

Außerdem findet anlässlich des 100sten Jahrestages der Verleihung des Nobelpreises an Wilhelm Ostwald am 4. und 5. September eine Festveranstaltung statt. Am 4. September findet dazu im Wilhelm-Ostwald-Institut der Universität Leipzig eine Vortragsveranstaltung statt. Als Redner haben bereits Nobelpreisträger Prof. Dr. Ertl, Prof. Dr. Schüth vom Max-Planck-Institut in Mülheim/Ruhr sowie Prof. Dr. Reschetilowski zugesagt. Am Samstag, dem 5. September sollen in Großbothen eine Experimentalvorlesung sowie eine Podiumsdiskussion stattfinden. Hierzu gibt es bereits Zusagen der Gerda und Klaus Tschira Stiftung, dass die Veranstaltung in Großbothen stattfinden kann und von ihr unterstützt wird. Genauere Details dieser Festveranstaltung werden Sie auf der Homepage der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft in den nächsten Wochen finden.

Am 21. Februar 2009 fand die jährliche Mitgliederversammlung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft statt, diesmal im Wilhelm-Ostwald-Institut der Universität Leipzig, da zu diesem Zeitpunkt die von der Gerda und Klaus Tschira Stiftung durchgeführten Umbauarbeiten in der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte eine MGV in Großbothen unmöglich machten.

Zum Abschluss noch einige Personalien:

Der Vorstand wurde in der Mitgliederversammlung neu gewählt, Prof. Dr. Matysik und Dr. Hönle schieden aus dem Vorstand aus, da Herr Matysik einen Ruf an die Universität Regensburg annahm und Herr Hönle in den Ruhestand ging. Der neu gewählte Vorstand besteht aus Priv.-Doz. Bendin, den Profs. Domschke, Einicke, Messow, Papp und Schmelzer. Die konstituierende Sitzung des neuen Vorstands wird im April stattfinden.

Aufgrund des Übergangs der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte an die Gerda und Klaus Tschira Stiftung zum 31.12.2008 musste die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft den Angestellten Frau Ebert, Frau Simon und Herrn Brandt fristgerecht zum 31.12.2008 kündigen. Frau Ebert und Herr Brandt wurden vom neuen Eigentümer übernommen. Seit 01. Januar 2009 ist Frau Köckritz über das sog. Kommunal Kombi Programm für 3 Jahre angestellt. Frau Köckritz hat ein Büro im ersten Stock des Hausmannshauses in der Gedenkstätte, sie ist für alle Belange der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zuständig. Sie ist unter den gleichen Koordinaten wie vorher Frau Ebert zu erreichen.

Prof. Dr. Helmut Papp

Zur 47. Ausgabe der „Mitteilungen“

Liebe Leserinnen und Leser der „Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V.“,

in diesem Heft setzen wir den Abdruck von Ostwalds Vorlesungen zur Naturphilosophie an der Universität Leipzig vom Sommer 1901 mit der 16. Vorlesung: ZWECHE UND MITTEL DER LEBEWESSEN fort.

Einen weiten Bogen schlägt Hermann Berg in seinem Beitrag von Galvanis Froschschekelversuchen bis zur modernen Biosensorik und zur Krebstherapie. Dabei wird auch Wilhelm Ostwalds Beitrag besonders durch sein Buch „Elektrochemie: ihre Geschichte und Lehre“ ausdrücklich gewürdigt.

Nachdem im Heft 46 ein Beitrag von Ulf Messow die Entwicklung der Kapillarviskosimeter vorgestellt hat, können wir jetzt etwas erfahren über die Rolle des Ostwald'schen Universitätsmechanikers Fritz Köhler bei der Entwicklung und Anfertigung von wissenschaftlichen Apparaten. Die Autoren Ulf Messow, Wolfgang Höhle und Ulf Molzahn zeigen, wie befruchtend die Zusammenarbeit zwischen dem wissenschaftlichen Institut Ostwalds und der späteren Firma „Fritz Köhler, Universitätsmechaniker a. D.“ war.

Besonders dankbar sind wir Gerhard Barkleit, dass er sich bereit erklärt hat, seinen schon damals rege diskutierten Vortrag, den er im Rahmen der Großbothener Gespräche gehalten hat, in überarbeiteter Fassung zur Veröffentlichung in unseren „Mitteilungen“ zur Verfügung zu stellen. Das wohl stets aktuelle Thema über die Verantwortung des Wissenschaftlers wird hier mit dem atomaren Patt und der Rolle der bedeutenden Persönlichkeiten Manfred von Ardenne und Klaus Fuchs verbunden.

Wladimir und Karin Reschetilowski setzen die Rubrik „Andere über Ostwald“ mit einem Beitrag über Alwin Mittasch, einem der Pioniere der heterogenen Katalyse, und dessen Verbindung zu Wilhelm Ostwald fort.

Leider müssen wir in dieser Ausgabe mit Klaus Wetzel wieder den Verlust eines langjährigen sehr aktiven Mitgliedes unserer Gesellschaft beklagen, der im Beirat der Gesellschaft, der Reihe Großbothener Gespräche und als Autor der „Mitteilungen“ aktiv in Erscheinung getreten ist. Karl-Peter Dostal sei für den bemerkenswerten Nachruf auf Professor Dr. Dr. Klaus Wetzel herzlich gedankt.

In eigener Sache soll noch auf die Autorenhinweise am Schluss des Heftes verwiesen werden. Wir bitten alle zukünftigen Autoren sich möglichst daran zu orientieren, um unsere Arbeit zu erleichtern.

Jürgen Schmelzer

VORLESUNGEN

ÜBER

NATURPHILOSOPHIE

GEHALTEN

IM SOMMER 1901 AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

VON

WILHELM OSTWALD



LEIHBÜCHEREI
Wilhelm Ostwald Archiv

LEIPZIG

VERLAG VON VEIT & COMP.

1902

Vorlesungen über Naturphilosophie¹

Wilhelm Ostwald

SECHZEHNTE VORLESUNG

ZWECKE UND MITTEL DER LEBEWESEN

In den allgemeinen Betrachtungen über die Energieverhältnisse der Lebewesen ist uns immer wieder ein neuer Begriff entgegengetreten, der der anorganischen Welt nicht angehört. Es ist der der Zweckmäßigkeit. Wir haben die Lebenserscheinungen so behandelt, als säße in jedem Organismus ein denkender, urteilender und insbesondere vorsorgender Geist von der Art des menschlichen, der anscheinend auf Grund einer sehr tiefen Kenntnis der chemischen und physikalischen Gesetze die Einrichtungen so trifft, dass die Ergebnisse dem Organismus einen möglichst dauernden Bestand und eine möglichst vorteilhafte Vermehrung sichern. Auch darin scheint dieser Geist dem menschlichen zu gleichen, dass er von sich sagen kann: allwissend bin ich nicht, doch ist mir viel bewusst. Denn tatsächlich sind nicht alle Einrichtungen des Organismus zweckmäßig, und wir sehen viele Lebewesen vor dem natürlichen Ablauf ihrer individuellen Entwicklung durch innere oder äußere Schädlichkeiten sterben, die unter Umständen ganz wohl hätten vermieden werden können.

Dieser Eindruck ist so unwiderstehlich, dass er sich bereits in einer sehr frühen Stufe der wissenschaftlichen Entwicklung geltend gemacht hat. Er hat dann meist nicht zu der Vorstellung geführt, dass die Organismen selbst mit einem solchen, dem menschlichen ähnlichen aber ihm vielfach überlegenen Geiste ausgestattet sind. Hiergegen spricht die unzweifelhafte Dummheit der Organismen gegenüber neuen und ungewöhnlichen Verhältnissen, wie sie namentlich durch das Eingreifen der Menschen hergestellt werden. Sondern man hat vielmehr die Annahme gemacht, die Organismen seien durch eine höhere aber menschenähnliche Intelligenz hergestellt worden, wie der Mensch seine Geräte und Maschinen herstellt. Eine solche Annahme war auch für den Menschen selbst zu machen, da sich auch in dessen Körper zahlreiche zweckmäßige Einrichtungen befinden, deren nähere Beschaffenheit der einzelne Mensch, der sie benutzt, meist gar nicht kennt, und die sich dennoch vollkommen zweckentsprechend betätigen.

Die großen und mannigfaltigen Schwierigkeiten einer solchen Annahme haben aber schon früh Versuche veranlasst, eine Erklärung dieser unzweifelhaften Tatsachen ausfindig zu machen, für welche nur aufweisbare und anderweit bekann-

¹ Der Abdruck erfolgt nach dem Text der ersten Ausgabe von 1902. Die Rechtschreibung wurde den heutigen Regeln angenähert. Der Wortlaut wiederholt das Original, auch wenn einige von OSTWALD verwendeten Worte nicht dem heutigen Sprachgebrauch entsprechen. Um einen Überblick über den Inhalt des Zyklus zu vermitteln, wurde das vollständige Inhaltsverzeichnis sowie die Vorlesungen 1-3 im Heft 1/2004 der „Mitteilung“ abgedruckt. Kontinuierlich folgten weitere Vorlesungen, die 15. finden sie im Heft 2/2008.

te Begriffe und Erfahrungen Verwendung finden. Bei weitem der erfolgreichste Gedanke in dieser Hinsicht ist der von der selbsttätigen Auslese des Angemessenen durch natürliches Verschwinden des Unangemessenen oder Unzweckmäßigen gewesen. Bei einer Temperatur über 0° kann das Wasser dauernd nur im flüssigen Zustande bestehen, und wenn auf irgend welche Weise sich Eis gebildet hat, so kann es sich doch nicht erhalten, weil es Wärme aufnimmt und dabei in Wasser übergeht. Ebenso wird man sagen müssen, dass von zwei organischen Gebilden dasjenige eine gesichrtere Existenz haben wird, dessen Bestand durch die Beschaffenheit der Umgebung weniger beeinträchtigt oder mehr gefördert wird, so dass durch eine natürliche Auslese die zweckmäßigeren, d. h. für den dauernden Bestand geeigneteren Gebilde um so ausschließlicher übrig bleiben werden, je länger die äußeren Einflüsse in gleicher Weise haben tätig sein können.

Die bereits im Altertume gelegentlich geäußerten Bruchstücke derartiger Überlegungen sind dann um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts durch CHARLES DARWIN zusammengefasst und ergänzt worden. DARWIN hat mit der Einsicht, dass das zweckmäßigste Gebilde die weniger zweckmäßigen notwendig zeitlich überleben wird, die andere Betrachtung verbunden, dass erfahrungsmäßig besondere Eigenschaften der Eltern auf die Kinder übergehen. Dadurch ist neben der Auslese der zweckmäßigsten Individuen auch ein Weg gewiesen, wie die zweckmäßigsten Eigenschaften in dem Geschlecht oder der Gattung heimisch werden. Das Zusammenwirken dieser beiden Faktoren bringt dann schließlich eine fortdauernde Vervollkommnung der Gattung beim Konstantbleiben der äußeren Verhältnisse, wie auch ihre Anpassungsfähigkeit an neue Verhältnisse bei Veränderungen derselben zu Wege.

Durch diese Überlegungen ist in der Tat eine intellektuell sehr befriedigende Einsicht in die Existenzverhältnisse der Lebewesen gewonnen. Wir brauchen nicht mehr zu fragen: warum sind die Organismen so verwickelt eingerichtet, um ihr Leben erhalten zu können; warum hat die „Natur“ nicht lieber darauf überhaupt verzichtet, derartige verwickelte und schwierig zu erhaltende Gebilde zu schaffen? Die Antwort ist, dass hierzu gar keine Wahl oder Entschluss nötig war. Ebenso wie beim Auswaschen des Goldsandes durch strömendes Wasser das Wasser die Goldkörner nicht zurücklässt, weil sie kostbar oder nützlich oder schön sind, sondern nur, weil sie wegen ihrer größeren Dichte schneller zu Boden sinken, als der leichtere Quarzsand, bildet sich die zweckmäßige Beschaffenheit der Organismen nicht aus, weil die „Natur“ mit ihnen besondere Zwecke der Schönheit, der Belebung, der Energieausnutzung verfolgt, sondern die vermöge ihrer gerade vorhandenen Beschaffenheit dauerhafteren Gebilde bleiben zurück, weil eben die anderen, nicht dauerhaften durch den Strom der Zeit schneller fortgeschwemmt werden. Wir kommen auf den überaus trivial klingenden Satz: von den Formen der Organismen dauern die am längsten, welche am dauerhaftesten sind. Hierbei ist die Dauerhaftigkeit allerdings nicht individuell gemeint, sondern bezieht sich vermöge der Vererbung auf die Gattung.

Man soll sich durch die Einfachheit dieses Gedankens nicht zu der Vorstellung verführen lassen, als sei nicht viel an ihm. Dass durch einen solchen einfachen Gedanken das anscheinend so überaus verwickelte Zweckmäßigkeitsproblem der Organismen wenigstens grundsätzlich den Charakter eines Rätsels verliert und den einer wissenschaftlichen Aufgabe annimmt, deren stufenweise Lösung im Bereiche menschlicher Forschung liegt, ist ein Gewinn, der gar nicht hoch genug geschätzt werden kann. Denn die Aufgabe der Voraussicht unserer Zukunft, die wir als das allgemeinste Mittel zur Sicherung unseres eigenen Lebens und des Lebens unserer Gattung kennen gelernt haben, kann nur durch die stufenweise Überführung der „Welträtsel“ in die Gestalt bestimmter wissenschaftlicher Probleme ausgeführt werden, und wenn auch wahrscheinlich die bisher angestellten Entwicklungs- und Anpassungsbetrachtungen im Sinne der DARWIN'schen Lehre noch unvollständig genug und erhebliche Faktoren nicht in Rechnung gezogen sein mögen, so hat doch die Erfahrung längst keinen Zweifel mehr über die wissenschaftliche Fruchtbarkeit dieser Gedanken auch in ihrer gegenwärtigen Form gelassen.

Die Entwicklung der DARWIN'schen Ideen ist ein auffallendes Beispiel dafür, dass die gedankliche Bewältigung der Erfahrungswelt keineswegs den Weg vom Einfachen zum Zusammengesetzten geht, den man so gern als den „natürlichen“ darstellt, sondern gerade den umgekehrten: auf das Einfachste kommt man immer erst zuletzt. Die gleiche Erscheinung zeigt sich beispielsweise bei der Entwicklung der Astronomie, wo dem einfachen System von COPPERNICUS und KEPLER die überaus verwickelten Epizyklensysteme der griechischen Astronomen vorausgegangen waren; sie zeigt sich noch jetzt in der Physik und Chemie, wo die außerordentliche Vereinfachung der gesamten Auffassung durch die Energielehre sich noch durchaus nicht überall Bahn gebrochen und die verwickelten und unbefriedigenden mechanistischen Hypothesen verdrängt hat, und sie zeigt sich ähnlich in den verschiedensten Gebieten der Wissenschaft. Die Ursache ist leicht zu erkennen. Das Erste, was wir erfahren, sind die einzelnen Erlebnisse, und die einfachen, zusammenfassenden Gedanken werden erst durch eine weitgehende, ausgedehnte Einzelkenntnisse erfordernde Begriffsbildung gewonnen. Um eine begriffliche Zusammenfassung zu erzielen, müssen die Einzelercheinungen vorher in einem genügenden Umfange bekannt sein, und deren Gesamtheit ist notwendig viel verwickelter, als der schließlich daraus entwickelte Begriff.

Hierzu kommt die allgemeine Neigung unseres Geistes, die Begriffsbildung neuen Erscheinungen gegenüber in möglichst nahem Anschlusse an vorhandene Bildungen auszuführen. Eine solche Neigung wird ja durch das Verfahren der Begriffsbildung selbst hervorgerufen. Hierdurch werden wir verführt, geläufige Begriffe auch dort anzuwenden, wo sie nicht ganz angemessen sind, und dabei Faktoren zu übersehen, welche in jenen geläufigen Betrachtungen nicht enthalten sind. So ist uns aus unserer täglichen Tätigkeit die Vorstellung von der Notwendigkeit, zweckmäßige Dinge herzustellen, die wir nicht fertig vorfinden, so geläufig, dass der erste Gedanke beim Antreffen einer von uns unabhängigen Zweckmäßigkeit naturgemäß der ist, dass diese Dinge von einem Anderen für seine Zwecke

angefertigt worden sind. Erst wenn wir einerseits diesen Anderen nicht ermitteln können, andererseits den ganzen Inhalt der beobachteten Zweckmäßigkeit auf die Verlängerung der Existenzdauer jener Gebilde, nicht aber auf andere, außerhalb der Gebilde liegende Zwecke gerichtet sehen, empfinden wir die Unangemessenheit jener ersten Begriffsbildung und sehen uns nach einer anderen um.

Die hier in aller Kürze geschilderten Gedankenbildungen nehmen geschichtlich einen ungemein breiten Raum ein, da sie mit anderen, insbesondere ethischen und religiösen Angelegenheiten verknüpft und von ihnen für untrennbar angesehen worden sind. Dabei hat die Erörterung der Frage, ob sie durch andere zu ersetzen sind, einen Inhalt erlangt, der ihr ursprünglich nicht zukommt, und ist mit einer Erbitterung geführt worden, welche, obwohl aus jenen religiösen Quellen stammend, ohne Unterscheidung auf die wissenschaftliche Frage ausgedehnt wurde. Auf der Seite der Naturforscher, die für uns zunächst in Betracht kommt, ist mit der Ablehnung jenes persönlichen Zweckmäßigkeitsbegriffes auch das Wort Zweckmäßigkeit selbst stark verdächtig geworden, und die Bezeichnungen teleologisch und unwissenschaftlich haben lange Zeit als synonym gegolten. Wir entnehmen den angestellten Betrachtungen, dass wir durchaus das Recht haben, von Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit zu sprechen. Doch haben diese Worte für uns den bestimmten Sinn, dass sie sich nur auf die zeitliche Dauer der Gebilde beziehen. Zweckmäßig ist alles, was die Dauer vergrößert, unzweckmäßig, was sie verkleinert. Da ein und dasselbe Ding verschiedenen Gebilden größeren und kleineren Umfanges angehören kann, so kann eine bestimmte Eigenschaft oder ein bestimmter Vorgang im Sinne des einen Zusammenhanges unzweckmäßig, im Sinne des anderen zweckmäßig sein. Das Absterben der Zellen eines Geschwürs ist vom Standpunkte des Geschwürs aus unzweckmäßig, weil es dessen Dauer vermindert, vom Standpunkte des Gesamtorganismus dagegen zweckmäßig, weil die kürzere Dauer des Geschwürs eine längere Dauer des Organismus sichert.

An den Begriff der Zweckmäßigkeit eines Organismus im Sinne einer möglichst großen Zeitdauer schließen sich entsprechende Begriffe für die räumliche Ausdehnung und den Besitz eines möglichst großen Energiekapitals. Man kann diese beiden letzten Faktoren als Hilfsmittel für den ersten Zweck ansehen, insofern reichliche Ausstattung in ihrem Sinne auch eine größere zeitliche Dauer sichert. Doch ist in vielen Fällen die Beurteilung der Zweckmäßigkeit leichter in Bezug auf Raum und Energie durchzuführen, als auf Zeit, nämlich immer dort, wo es sich um Gebilde handelt, die im Verhältnis zum Menschen als langlebig anzusehen sind.

Die Eroberung des Raumes durch einen bestimmten Organismus geht immer in der Gestalt vor sich, dass sich die Zahl der Einzelwesen entsprechend vermehrt, da die Größe der letzteren nur in sehr engen Grenzen zu schwanken pflegt. Die Frage, warum ein bestimmtes Lebewesen nicht ins Unbegrenzte wachsen kann, wenn es reichlich Nahrung findet, sondern sich höchstens durch die Bildung von Nachkommen vermehrt, beantwortet sich dahin, dass die für die Erhaltung des stationären Zustandes wesentlichen Eigenschaften sich nicht proportional

der Größe ändern, sondern meist in anderen Verhältnissen. So nimmt das Gewicht eines Balkens proportional der dritten Potenz seiner Länge zu, wenn man die anderen Abmessungen in gleichem Verhältnis vermehrt. Seine Bruchfestigkeit nimmt aber nur im Quadrat seiner Abmessungen zu. Während also ein kleiner Stab von einigen Zentimeter Länge das Vielfache seines eigenen Gewichtes tragen kann, wenn er an seinen Enden unterstützt ist und in der Mitte hohl liegt, so bricht ein proportional vergrößerter Balken aus gleichem Material bei gleicher Lagerung unter seinem eigenen Gewichte schließlich durch.

An diese Überlegungen, welche schon von GALILEI angestellt worden sind, um eine Erklärung für die zunehmende Plumpheit in der Gestalt der großen Landtiere zu geben, schließen sich noch andere auf anderen Gebieten. Vergrößert man einen Wiederkäuer auf das Doppelte seiner Höhe, Länge und Breite, so ist ein achtmal so großer Körper zu ernähren. Mund- und Darmquerschnitt haben aber nur um das Vierfache zugenommen, und das Tier muss entweder doppelt so schnell fressen, wie bisher, oder es muss hungern. Ebenso ist die Oberfläche des Darmes nur die vierfache, also die Ausnutzung der Nahrung verhältnismäßig viel schlechter, kurz das Tier fällt aus seinem beweglichen Gleichgewicht heraus und stellt nicht mehr ein stationäres Gebilde dar.

Die stete Herstellung einer annähernd gleichen Größe der Einzelwesen einer Art ist also eine Folge der notwendigen gegenseitigen Abgleichungen der Funktionen des Organismus, und sie kann nur verändert werden, wenn man diese Funktion selbst verändert. Dass dies durch passende Gestaltung der Nahrung und Lebensweise ganz wohl möglich ist, beweisen uns täglich die Ergebnisse der Züchter, durch welche die Massen der Einzelwesen bei Rindern und Pferden, noch mehr aber bei Früchten und Blumen auf den vielfachen Betrag der Stammform gebracht werden. Beim „Verwildern“ solcher veredelter Rassen, d. h. bei der Herstellung der früheren Lebensbedingungen, stellt sich auch die frühere Größe meist wieder nach einiger Zeit her.

Durch diese Überlegungen wird auch die Energiefrage getroffen. Die Menge Energie, die ein Lebewesen aufspeichert, ist bei der wesentlich unveränderlichen Beschaffenheit der chemischen Verbindungen, in denen diese Aufspeicherung erfolgt, der Masse des Organismus einfach proportional, und somit machen sich alle Widerstände gegen die Änderung der Größe auch als Widerstände gegen die Vermehrung des individuellen Energiekapitals geltend. Dass auch in dieser Beziehung durch systematische Regelung der Existenzbedingungen Änderungen bewirkt werden können, kommt in den Ergebnissen der Mästung der Schlachttiere und der auf Arbeitsleistung gerichteten Züchtung der Lasttiere zur Geltung. Doch sind auch hier die Grenzen eng, und das bei weitem ausgiebigere Mittel liegt in der Vermehrung der Zahl der Einzelwesen.

So ergibt sich auch an dieser Stelle, in welcher unwiderstehlicher Weise die Betrachtung der Lebensverhältnisse aller Organismen dahin drängt, den Umfang der Einzelexistenz auf den der Gattung oder des Geschlechtes zu erweitern. Diese Erweiterung kommt nicht nur für die äußeren physischen Verhältnisse in Frage, sondern bestimmt auch das geistige Leben bis in seine höchsten Spitzen hinauf.

Durch die rationelle Auffassung der Zweckmäßigkeit, wie wir sie in den vorangehenden Betrachtungen gewonnen haben, sind wir nun in unseren weiteren Erörterungen unmittelbar berechtigt, bei allen wesentlichen Eigentümlichkeiten der Lebewesen nach der Zweckmäßigkeit dieser Einrichtungen zu fragen, denn nur das Zweckmäßige kann sich erhalten. Eine besondere Erklärung erfordern umgekehrt nur solche Dinge, deren Zweck wir nicht einsehen können, d. h. von denen wir nicht nachweisen können, wie sie zur Verlängerung der Existenzdauer des Gebildes beitragen, und die Erklärung wird gefunden, indem man erkennt, dass die Erreichung anderer Zwecke nicht ohne Beteiligung der fraglichen Erscheinung möglich war. Nachdem so die finale Seite der Angelegenheit erledigt ist, tritt dann eine weitere Frage auf, nämlich die kausale. Nachdem wir eingesehen haben, dass das, was der Organismus hat oder tut, zweckmäßig ist oder seine Dauer verlängert, ist noch die Frage zu beantworten, welches die Mittel sind, durch welche diese Zwecke erreicht werden. An dieser Stelle wird uns nur zu oft die Unzulänglichkeit unserer bisherigen Kenntnisse entgegen treten, und hier ist es, wo die pessimistischen Anschauungen der Neovitalisten einsetzen.

Betrachten wir zunächst einen einfachsten Organismus, etwa ein Bakterium, das in einer Nährlüssigkeit lebt. Die Existenz dieses Lebewesens beruht darauf, dass sowohl die Temperatur, die für die Entfaltung einer geeigneten Reaktionsgeschwindigkeit angemessen ist, wie die chemische Energie, die zur Erhaltung des stationären Zustandes erforderlich ist, sich in der Umgebung vorfinden. Die Nährlüssigkeit ist eben durch die Anwesenheit oxydierbarer oder sonst durch Umwandlung chemische Energie ausgebender Stoffe als solche gekennzeichnet; fehlen diese Umstände und Stoffe, so kann sich der Organismus nicht entwickeln.

In dem Körper des Bakteriums finden sich die Enzyme, durch deren Anwesenheit die erforderlichen chemischen Vorgänge passend beschleunigt werden. Hierdurch wird der Nährstoff verbraucht, d. h. in andere Stoffe verwandelt, und damit ist bereits die Ursache gegeben, dass durch Diffusion sich die verschwendeten Stoffe aus der Nährlösung ersetzen, denn durch Diffusion geht jeder Stoff dorthin, wo er nicht oder in geringerer Menge vorhanden ist. Damit ist also grundsätzlich nicht nur die Erhaltung, sondern meist auch das Wachstum gesichert.

Nun geht das Wachstum nicht unbegrenzt vor sich, sondern nach einiger Zeit tritt meist eine Teilung des einzelligen Organismus in zwei Zellen ein, die je nach Umständen sich trennen oder mehr oder weniger locker verbunden bleiben. Die Zweckmäßigkeit eines solchen Vorganges lässt sich leicht begreifen, denn da die Zufuhr der Nährstoffe durch die Oberfläche des Körpers stattfindet, so kann die aufgenommene Stoffmenge nur mit dem Quadrat der linearen Abmessungen wachsen, während die Körpermasse mit deren dritter Potenz zunimmt; es muss also eine Grenze geben, die der Körper nicht überschreiten kann, ohne seine Ernährung und damit seine Existenz zu gefährden.²

Dieser Wechsel von Wachstum und Teilung dauert so lange fort, als die Nährlüssigkeit die erforderliche chemische Energie liefert. Wird aber diese durch

² Hier verweist Ostwald auf die S. 338 im Original, in unserem Heft s. S. 9.

Verbrauch knapper und knapper, so sehen wir den Organismus eine andere Änderung erleiden. Er wandelt sich in eine sogenannte Dauerform um, d. h. in ein Gebilde, das nur äußerst geringen Stoffwechsel erfährt, und das durch Umgebung mit einer widerstandsfähigen Rinde im Stande ist, sehr mannigfaltige äußere Schicksale zu ertragen, ohne zu Grunde gerichtet zu werden. Dass ein solches Verhalten zweckmäßig ist, wird alsbald ersichtlich, denn es werden gerade durch die Zerteilung und Vermehrung die vorhandenen chemischen Vorräte, die ja niemals unbegrenzt sein können, um so schneller verzehrt, und der Organismus müsste mit seinem ganzen Geschlecht aussterben, wenn nicht Einrichtungen vorhanden wären, durch welche seine Dauer auch über die nahrungslosen Zwischenzeiten gesichert wäre.

Die Keime oder Sporen, welche auf solche Weise entstanden sind, fristen ihr langsam verlaufendes Leben auf Kosten der chemischen Energie ihrer Masse, mit der sie allerdings unerhört sparsam umzugehen wissen. Diese Eigenschaft ist allgemein entwickelt, da die sparsamsten die dauerhaftesten und daher die am meisten für die Zukunft gesicherten sind. Kommen diese Keime wieder in eine geeignete Nährlösung, so entwickeln sie sich wieder zu Organismen der früheren Art, und die ganze Reihe der Vorgänge beginnt von neuem. Für diese Entwicklung scheinen Wasser und Wärme zu genügen, da durch sie die chemischen Reaktionen so beschleunigt werden, dass das Wachstum eintritt. Finden sich im Wasser nicht Nahrungsmittel vor, so geht der junge Organismus zu Grunde. Von den vielen, die sich auf solche Weise entwickeln, werden aber einige auch Nahrungsmittel vorfinden, und durch diese werden neue Geschlechter erzeugt und wird die Dauer der Art gesichert.

Nach dieser Darstellung der finalen oder Zweckseite dieser Vorgänge haben wir nach der kausalen, oder nach den physikalischen und chemischen Mitteln zu fragen, durch welche sie zu Stande kommen. Hier müssen wir zunächst eingestehen, dass vermöge der großen Verwickelung der Vorgänge und der großen Schwierigkeiten einer genaueren Kenntnis der Stoffe, aus denen sich der Körper der Lebewesen vorwiegend aufbaut (der sogenannten Eiweißstoffe), von einer Erklärung Stufe für Stufe noch lange nicht die Rede sein kann. Es scheint sogar, als sei die Möglichkeit einer physikochemischen Erklärung so mannigfaltiger und doch so regelmäßig verlaufender Vorgänge ganz ausgeschlossen. Dies gilt beispielsweise für das merkwürdige Gesetz, dass durch alle diese Metamorphosen hindurch die Art des Lebewesens sich wesentlich erhält, so dass aus den Sporen immer wieder dasselbe Bakterium entsteht, aus dem sich seinerzeit die Sporen gebildet hatten.

So ganz hoffnungslos ist indessen die Sache keineswegs. Zwar bringen die gewöhnlichen rohen Vergleiche der „Formung“ dieser Gebilde nach einem Modell, nenne man dieses auch etwa die „Idee“ dieses Organismus, uns nicht weiter. Wohl aber haben wir in gewissen anorganischen Erscheinungen, die bei der Bildung fester Stoffe, insbesondere der Kristalle auftreten, doch sehr weitgehende Ähnlichkeiten mit diesen Lebenserscheinungen, und wenn uns die Kenntnis dieser Vorgänge auch keine unmittelbare Auskunft darüber gibt, wie das Lebewesen

seine Zwecke erreicht, so beruhigt sie uns doch darüber, dass solche Ergebnisse auf rein physikochemischem Wege erreichbar sind. In solchem Sinne betrachten wir einige von diesen Vorgängen etwas näher.

Lässt man eine Flüssigkeit unter ihren Erstarrungspunkt, oder eine Lösung eines festen Stoffes unter den Sättigungspunkt erkalten, so scheidet sich bei der Temperatur, bei welcher die feste Form (man nennt sie die feste Phase) beständig wird, diese keineswegs mit Notwendigkeit aus; vielmehr bleibt sie flüssig und kann, wenn die Überschreitung nicht groß ist, beliebig lange in solchem Zustande aufbewahrt werden. Man nennt sie dann übersättigt.

Bringt man einen Kristall der festen Phase in diese übersättigte Flüssigkeit, so wächst der Kristall auf Kosten des flüssigen Anteils so lange, bis durch Änderung der Temperatur oder der Konzentration das Gleichgewicht erreicht ist. Energetisch liegt die Sache so, dass das aus dem Kristall in Berührung mit übersättigter Flüssigkeit bestehende Gebilde nicht im Gleichgewicht ist, obwohl beide für sich im Gleichgewicht waren. Es besteht außer dem Gleichgewicht der beiden getrennten Teile noch ein anderes, das sich erst bei ihrer gegenseitigen Berührung herstellen kann; lässt man daher diese eintreten, so kann das frühere Gleichgewicht nicht ferner bestehen, und es geschieht eine Reaktion, die in dem Wachsen des Kristalls zum Ausdruck kommt. Daher nennt man die überkaltete oder übersättigte Flüssigkeit metastabil, weil sie zwar für sich stabil ist, nicht aber in Berührung mit einem Kristall ihrer Art.

Wollen Sie sich ein anschauliches Bild von der Möglichkeit eines solchen Verhältnisses machen, so brauchen Sie nur an die gegebenen Erörterungen³ über Auslösung und Ähnliches zu denken. Ein mechanisches Bild wäre etwa eine Kugel, die in einem kleinen flachen Becken liegt, das seinerseits hoch aufgestellt ist. In dem Becken ist die Kugel im Gleichgewicht, denn bei kleinen Verschiebungen kehrt sie immer wieder in die Anfangslage zurück. Sowie aber die Verschiebung ein gewisses Maß überschreitet, wenn nämlich die Kugel über den Rand des Beckens geführt wird, so ist kein Gleichgewicht mehr vorhanden, die Kugel kehrt nicht mehr zurück, sondern fällt zu Boden.

So müssen wir auch einen Organismus, etwa ein Bakterium in seiner Nährflüssigkeit, auffassen. Der Übergang vorhandener Stoffe aus der Lösung in den Leib des Organismus ist mit Verminderung der freien Energie verbunden und findet daher statt. Ebenso, wie aus einer Lösung, die den festen Körper nicht als solchen, sondern nur seinen Bestandteilen nach enthält, sich dennoch dieser ausscheiden kann, indem er sich beim Festwerden aus seinen Bestandteilen bildet, so wandeln sich im allgemeinen die in der Nährflüssigkeit vorhandenen Stoffe unter Energieverlust im Leibe des Organismus in andere Formen um, deren Entstehung durch ähnliche Ursachen veranlasst gedacht werden kann, wie das Wachstum eines Kristalls in seiner Nährflüssigkeit.

³ Verweisung Ostwalds auf die Seite 301 im Original, in unseren Mitt. siehe Vorlesung 14 im H. 1/2008, S. 9/10.

Nun hat das Bakterium ferner die besondere Eigenschaft, dass es sich vermehrt, und dass es, falls die Nährflüssigkeit erschöpft zu werden anfängt, eine andere Form annimmt, in welcher der Energiewechsel auf ein Minimum beschränkt ist, und in welcher es verbleibt, bis es wieder in reichliche Nährflüssigkeit gelangt. Auch hierfür sind anorganische Analogien vorhanden.

Haben wir eine Lösung von Glaubersalz, so können wir zunächst die vorher beschriebenen Übersättigungs- und Wachstumserscheinungen mit einem festen Kristalle des Salzes ausführen. Auch etwas der Teilung der Zellen Ähnliches tritt ein, indem bei fortdauernder Wirkung der Nährlösung, etwa durch Verdunsten des Wassers und dadurch immer wieder eintretende Übersättigung, nicht nur der hineingebrachte Kristall weiterwächst, sondern an sich noch zahlreiche andere, jüngere Kristalle entstehen lässt, sodass schließlich eine Anzahl annähernd gleich großer Kristalle übereinstimmender Gestalt, entsprechend der einfachen Vermehrung der Zellen in der Nährflüssigkeit, vorhanden sind.

Ist nun die Lösung ganz verdampft, so beginnt in trockener Luft schließlich die Verwitterung der entstandenen Kristalle. Sie verlieren das Wasser, das sie enthalten, verlieren aber nicht gleichzeitig die Keimfähigkeit. Vielmehr ruft auch das Pulver des verwitterten Salzes in einer übersättigten Lösung von Glaubersalz wieder die Entstehung neuer wasserhaltiger Glaubersalzkristalle hervor. Es bildet also auch das Glaubersalz anscheinend eine „Dauerform“, die den neuen Bedingungen der Existenz in trockener Luft angepasst ist und der Vernichtung besser widersteht, als das kristallisierte wasserhaltige Salz. Unbedingt beständig ist diese Dauerform ebenso wenig, wie die Sporen der Bakterien es sind; vielmehr verliert durch Erhitzen das Pulver seine Fähigkeit, neue Glaubersalzkristalle in der übersättigten Lösung zu erzeugen.

Nun kann man sich die hier geschilderten Ereignisse ganz wohl in der Natur ohne menschliches Zutun verlaufend denken. Es gibt z. B. in Südrussland zahlreiche Seen, die aus konzentrierten Lösungen von Glaubersalz gebildet sind und die durch die Verdunstung Kristalle absetzen. In der Sommerwärme trocknen sie aus, und die Kristalle verwittern. Kommt dann im Herbst wieder Wasser hinzu, so sind die Bedingungen für die Entstehung neuer wasserhaltiger Kristalle noch immer vorhanden, denn wenn auch die vorhandenen durch Verwitterung wasserfrei geworden waren, so hat sich in ihnen doch eine Dauerform erhalten, welche alsbald wieder wasserhaltige Kristalle entstehen lässt, sobald die entsprechende „Nährflüssigkeit“, d. h. Wasser, dazu tritt. Und so kann durch den Wechsel der Jahreszeiten auch ein regelmäßiger Generationswechsel der Kristalle zu Stande kommen.

Dies Beispiel habe ich nicht erzählt, um in Ihnen die Meinung hervorzurufen, dass es bei den Bakterien gerade so gehe. Es kam mir nur darauf an, Ihnen zu zeigen, dass auch in der anorganischen Welt Vorgänge möglich sind, welche eine typische Ähnlichkeit mit dem zweckmäßigen Verhalten der Organismen zeigen. Solche Beispiele leisten wenigstens so viel, dass sie die Möglichkeit der Entstehung zweckmäßiger Lebewesen nicht als unendlich fern erscheinen lassen.

Auf gleichem Gebiete treten uns noch zahlreiche andere Analogien entgegen, die für den gleichen Zweck dienen können. Wir betrachten unter diesen zunächst die Tatsache der Entstehung aus Gleichem oder der Erhaltung der Art.

Wenn man in eine metastabile Flüssigkeit von solcher Zusammensetzung, dass aus ihr verschiedene feste Formen entstehen können, kleine Kristalle oder Keime einer einzigen dieser Formen einsät, so wachsen auch nur die entsprechenden Kristalle, und die Flüssigkeit bleibt gegebenen Falles für die anderen Formen übersättigt. Dies entspricht dem Umstande, dass in einer gegebenen Nährflüssigkeit sich sehr verschiedene Organismen entwickeln können, und dass sich immer nur solche entwickeln, deren Sporen oder vegetative Formen in die Nährflüssigkeit gebracht werden.

Bei den Organismen ist es bekanntlich bisher nicht möglich gewesen, sie aus organischen Stoffen herzustellen; sie bilden sich vielmehr nicht ohne Keime gleicher Art. Auch die Entstehung von Kristallen aus metastabilen Lösungen ist dem gleichen Gesetz unterworfen; eine Lösung von Glaubersalz, die nur wenig übersättigt ist, bleibt unbegrenzt lange Zeit flüssig, wenn der Zutritt fertiger Glaubersalzkeime ausgeschlossen ist (z. B. in zugeschmolzenen Gefäßen), und es ist, wenn man gewisse Grenzen der Temperatur und Konzentration einhält, ebenso unmöglich, Glaubersalzkristalle freiwillig entstehen zu lassen, wie es unmöglich ist, ein Bakterium oder einen Schimmelpilz freiwillig entstehen zu lassen. Nur besteht beim Glaubersalz der Unterschied, dass wenn man die Übersättigung immer weiter treibt, oder die Temperatur immer mehr erniedrigt, schließlich ein Zustand eintritt, in welchem die spontane oder freiwillige Bildung von Kristallen auch ohne Keim stattfindet. Man könnte also sagen, dass die Unmöglichkeit der Organismen, welche das bisherige Ergebnis der Versuche ist, nur auf der Unkenntnis der Bedingungen beruht, unter denen die „metastabile Grenze“ der Nährlösung in Bezug auf organisches Leben überschritten wird. Auch in diesem Falle verwehre ich mich gegen die Annahme, als sollten die beiden ähnlichen Vorgänge identisch gesetzt werden. Es handelt sich wieder darum, aus der formalen Übereinstimmung die Möglichkeit entsprechender Vorgänge im organischen Reich darzulegen und den Einwand zu beseitigen, als lägen solche Erscheinungen überhaupt außerhalb der physikochemischen Welt.

Wenn sich auf solche Weise zwar nur Veranschaulichungen für die Verrichtungen der allereinfachsten Lebewesen finden lassen, so bestehen doch andererseits zwischen diesen und den höheren und verwickelteren Gebilden so zahlreiche Zwischenstufen, dass von einem Sprung oder einer unausfüllbaren Lücke nirgends ernsthaft die Rede sein kann. Es liegt also eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür vor, dass auch die verwickelteren Lebenserscheinungen ihre physikochemische Erklärung finden lassen.

Dies gilt in erster Linie für die so überaus mannigfaltigen äußeren Gestalten der Lebewesen. Durch die Entwicklung aus anscheinend ganz ungestalteten Keimen entstehen die allergetreuesten Wiederholungen der Bildungen des elterlichen Leibes, und die Biologie kann zur Erklärung dieser Tatsache eine große Sammlung mehr oder weniger glücklicher Theorien aufweisen. Auch hier finden

wir ähnliche Verhältnisse bei den Kristallen, wo eine Lebenstätigkeit ausgeschlossen ist. Beispielsweise besitzt der im regulären System kristallisierende Salmiak eine besondere Fähigkeit zur Ausbildung gitterförmiger Gebilde, die durch eine bestimmte Aneinanderreihung der kleinen Kristallindividuen zu Stande kommen. Hier ist nicht einmal eine elterliche Übertragung nötig, durch welche irgend eine bestimmte Form in die Kristalle gelangt, denn wenn man die Verbindung auch wieder vollständig auflöst oder gar aus ihren Elementen Stickstoff, Wasserstoff und Chlor synthetisch aufbaut, so findet sich an dem entstandenen Produkt beim Kristallisieren alsbald dieselbe Formeigentümlichkeit, welche den Salmiak unter Hunderten ähnlicher Stoffe auf einen Blick (unter dem Mikroskop) erkennen lässt. Und weiter haben wir experimentelle Hilfsmittel, durch Änderung der äußeren Bedingungen diese Form zu ändern: sowie wir die Chlorverbindung eines Schwermetalls, wie Eisen oder Kobalt, in geringer Menge hinzufügen, geht das zierliche Gitter in weit plumpere Formen über.

Also sehen wir, wie an einem ganz einfach zusammengesetzten Material sehr „persönliche“ Formeigenschaften vorhanden sind, die ausschließlich von der chemischen Zusammensetzung abhängen, und die durch die Anwesenheit anderer chemischer Verbindungen auf das Erheblichste beeinflusst werden können. Darum werden wir es auch als ganz möglich ansehen, dass bestimmte chemische Verbindungen, vielleicht auch Kombinationen solcher, die in einem Lebewesen vorhanden sind, und die sich durch seine Enzyme aus der Nährflüssigkeit stets neu bilden können, bestimmte Formbildungen verursachen, wenn wir auch hier zur Zeit ebenso wenig wie beim Salmiak im Einzelnen sagen können, welcher nähere Zusammenhang zwischen Stoff und Form besteht.



Wilhelm Ostwalds „Geschichte der Elektrochemie“ von 1896 und die Entwicklung der Bioelektrochemie seit Luigi Galvani bis heute

Hermann Berg, Laboratorium Bioelektrochemie, Jena

Unter Bioelektrochemie¹ werden elektrochemische Reaktionen verstanden, die an Lebensprozessen teilhaben – mit anderen Worten, sie erfassen elektrochemische Ursachen in der Biologie und biologische Ursachen der Elektrochemie. Drei Kategorien von Agenzien lassen sich dabei unterscheiden:

- Spannungen (Potentialdifferenzen),
- Ionenwanderungen (Dissoziationen) und
- Stromflüsse in Lösungen (Elektronenaustausch) und Leitern, wodurch auch elektromagnetische Felder generiert werden können.

In der Entwicklung seit dem 18. Jahrhundert bis heute können drei Perioden unterschieden werden:

- a) Die Anfänge: Von Luigi GALVANI bis Emil DU BOIS-REYMOND [2, 5, 9]
- b) Die Verbreitung: Von Hermann HELMHOLTZ bis Jaroslav HEYROVSKY [8, 10]
- c) Die heutige Nutzung in den Lebenswissenschaften

Obwohl schon seit dem Altertum in der Medizin mittels „elektrischer Fische“ und Akupunktur behandelt wurde, setzte die systematische Erforschung bioelektrochemischer Phänomene erst mit Luigi GALVANI (1737-1798) und Alessandro VOLTA (1745-1827) ein [3].

GALVANI entdeckte 1786 die Zuckungen von Froschschenkeln in Berührung mit Metalldrähten, sofern elektrische Entladungen (erzeugt mit einer Elektriziermaschine) stattfanden. Nach weiteren Experimenten publizierte GALVANI darüber aber erst 1791 in der Arbeit „De Viribus Electricitatis in Motu Muscularis Commentarius“. Er vermutete in den Muskeln „thierische Elektrizität“ – wie bei elektrischen Fischen - etwa in Form von kleinen elektrischen Speichern, ähnlich Leydener Flaschen, die zu den Requisiten damaliger galvanischer Laboratorien gehörten (Abb. 1).

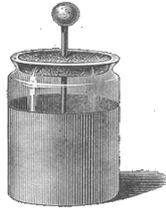


Abb. 1
Leidener Flasche.

[nach der Stadt Leiden], kleistsche Flasche, älteste Form des elektrischen Kondensators; ein innen und außen mit leitenden Belägen (Stanniol) versehenes Glasgefäß. 1745 (unabhängig voneinander) von E. G. von KLEIST (1700-1748) und dem Leidener Physiker P. VAN MUSSCHENBROEK (1692-1762) erfunden.

¹ Die Bezeichnung entstand wohl zum 1. Bioelektrochemie-Symposium 1971 in Rom [1].

Demgegenüber glaubte VOLTA - nach zahlreichen Experimenten mit Leitern 1. und 2. Klasse - infolge direktem Kontakt von zwei unterschiedlichen Metallen aus seiner Spannungsreihe die Reizursache für die Froschschenkel (was jedoch ein perpetuum mobile wäre !) gefunden zu haben.

Angeregt durch die beiden Italiener und Alexander von HUMBOLDT (1769-1859) vertiefte sich der 23jährige Student der Alma Mater Jenensis Johann Wilhelm RITTER (1776-1810) mit außerordentlichem Eifer in galvanische Untersuchungen [4]. Dabei entdeckte er ursächliche **chemische Reaktionen** zwischen zwei Metallen, die in einen Elektrolyt tauchen, oder vor allem an der Berührungsstelle zweier Metalldrähte am Froschnerv, wodurch beide Hypothesen GALVANIS und VOLTAS widerlegt worden sind. Daher bezeichnete Wilhelm OSTWALD [5] in seiner Geschichte der Elektrochemie 1896 den genialen Physiker J. W. RITTER als den Begründer der wissenschaftlichen Elektrochemie, was ja ebenfalls auf die Bioelektrochemie zutrifft.

Die Funktionen des gesunden Organismus würden durch viele kleine galvanische Zellen aufrechterhalten, so schlussfolgerte RITTER, aber Krankheit führe zu ihrer Entgleisung. RITTER gelangen in Jena weitere grundlegende Entdeckungen bis zu seinem Weggang zur Bayerischen Akademie der Wissenschaften nach München, die nachfolgend nur als Stichworte aufgeführt sind:

- 1797 Galvanischer Prozess hat chemische Ursachen (Elektrochemie)
- 1798 Qualitative Elektrostimulation von Empfindungen
(Bioelektrochemie)
- 1800 Quantitative Wasserelektrolyse
- 1801 Nachweis der UV-Strahlung im Sonnenlicht
- 1801 Lichteinfluss auf Elektrodenreaktionen (Photoelektrochemie)
- 1801 Quecksilberbewegung durch Polarisierung (Kapillarelektrometer)
- 1802 Urform des Akkumulators (Ladungssäule)
- 1803 Sinnesreize durch Stromkontakt (entdeckt in schmerzhaften Selbstversuchen)
- 1805 Stromverzweigungen (Kirchhoff), Widerstand (Ohm)

Weitere methodische Grundlagen zum Ausbau der Bioelektrochemie schufen Hans-Christian OERSTEDT (1777-1851), Andre Marie AMPERE (1775-1836) und Michael FARADAY (1791-1867) mit der Entdeckung des Elektromagnetismus (Induktionsgesetze) sowie Hermann HELMHOLTZ (1821-1894) [8] und James Clerk MAXWELL (1831-1879) durch ihre Theorien. Unter erstmaliger Verwendung eines Galvanometers als Anzeigeeinstrument anstelle von Froschschenkeln untersuchte Emil DU BOIS-REYMOND (1818-1896) [9] die Reizleitung in Nerven und Muskelkontraktionen gemeinsam mit H. von HELMHOLTZ, der die Leitungsgeschwindigkeit zu 45 Meter/Sekunde bestimmte.

Darauf erfolgte eine rasante Entwicklung der Methoden Potentiometrie, Konduktometrie, Coulometrie, diese häufig in Verbindung mit der Spektrometrie.

Hinzu kam die Ionentheorie nach Svante ARRHENIUS (1859-1922) und Wilhelm OSTWALD (1853-1932) [6] in Verbindung mit Thermodynamik, verdeutlicht durch:

$$\Delta G = n F E \quad [\text{nach Josiah W. GIBBS (1839-1903)}],$$

mit ΔG Änderung der freien Energie, n Zahl der ausgetauschten Elektronen, F Faradaykonstante, E Potentialdifferenz.

Wilhelm OSTWALD verglich ΔG , vom Sonnenlicht geleistet, mit „Wasser“ auf die „Mühle“ des Lebens strömend, einem System von Fließgleichgewichten, worin viele Redoxreaktionen *teleonomisch* zusammenwirken [7].

Einen analytischen Wendepunkt brachte die Einführung der Polarographie durch Jaroslav HEYROVSKY [10] in Prag als Resultat seiner Untersuchungen der Elektrokapillarkurven von Quecksilber 1922. Gleichstrom-Spannungskurven an der Quecksilbertropfelektrode erlauben nicht nur die Bestimmung von reversiblen Red-Oxkomponenten wie in der Potentiometrie gemäß der Gleichung

$$E = E^\circ + RT/(nF) \ln ([\text{ox}] / [\text{red}])$$

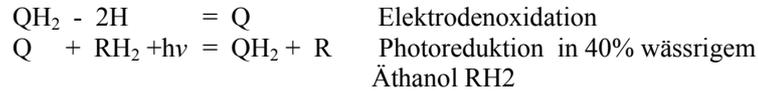
nach Walther NERNST (1864-1941) [13], modifiziert als

$$E = \text{const.} \ln (i_d - i / i),$$

darin ist i_d der Grenzstrom, eingeführt von Dyonyz ILKOVIC (1907-1980).

Damit sind die irreversiblen Elektronenübergänge im Potentialbereich zwischen +200 mV und -2100 mV gegen die Normal-Kalomelektrode (NCE) messbar. Das sind immerhin tausende anorganischer und organischer Substanzen, darunter Inhaltsstoffe vieler Lebewesen.

Die weitere Entwicklung war durch die Anwendung der strömenden Quecksilberelektrode sowie rotierender Festelektroden aus Platin, Gold und Graphit gekennzeichnet. Hinzu kamen empfindliche Wechselstrommethoden wie die Puls polarographie nach Randles-Sevcik und die Wechselstrom polarographie nach Breyer, speziell für den Nachweis von Adsorptionsprozessen. Eine besondere Erweiterung für photochemische Reaktionen bildete die fokussierte Belichtung der Tropfelektrode. Mittels der so begründeten Photopolarographie nach Hermann Berg [11] konnten Photoreaktionen sowohl in der Grundlösung als auch, gekoppelt mit Durchtrittsreaktionen, in der Diffusionsschicht gestartet und danach bei konstantem Potential gemessen werden, weil sich der Diffusionsgradient des Hydrochinons QH_2 erhöht hat. Dadurch entstehen stationäre „photokinetische Ströme“, aus denen sich schnelle Photoreaktionen nach Ilkovic berechnen lassen, beispielsweise bei dem Schema der Photoreduktion von einem Chinon Q in Elektrodennähe [11]:



Licht (insbesondere Laserlicht) bietet eine Möglichkeit, Elektrodenprozesse an Metallelektroden, wie es schon von Halbleitern bekannt ist, zu beeinflussen.

Hauptobjekte polarographischer Bestimmungen sind niedermolekulare Pharmaka und viele Zellkomponenten sowie Biopolymere, darunter Dextran, Proteine, Nukleinsäuren, Substanzen, die adsorbiert werden können und Elektronen austauschen [11, 12].

Die Kinetik von Abbaureaktionen kann registriert werden, z.B. die Kinetik der Zuckerabspaltung von den zytostatischen Anthrazyklinen in Analogie zu entsprechenden enzymatischen Hydrolysen im Organismus. Dies ist ein typisches Beispiel für Aufgaben der Bioelektrochemie im eingangs beschriebenen Sinne. Ebenso gelingt die Verfolgung der Oxidationsströme von Ketonradikalen bei konstantem Potential. Diese Vielfalt der Analysen findet man erstmals ausführlich erläutert in der Monographie „Die Polarographie in der Medizin, Biochemie und Pharmazie“ von Miroslav BREZINA und Petr ZUMAN (Leipzig 1956).

Die Kombination bioelektrochemischer Methoden mit der Spektroskopie oder der Photochemie ermöglicht einerseits die optische Registrierung von Elektrolyseprodukten mittels Spektroelektrochemie und andererseits die Relaxationskinetik bei Elektrodenprozessen (Photopolarographie) [11].

Die erweiterte methodische Vielfalt in den letzten Jahrzehnten betrifft [15, 16]:

- diagnostische Verfahren (Enzephalogramme, Elektrokardiogramme),
- die transkutane, elektrische Nervenstimulation (TENS),
- Spezialelektroden (ionenselektive, immunaktive Membranelektroden, Enzymelektroden),
- elektrophoretische Trennungen,
- Elektrosynthesen,
- Biosensoren (auch auf der Basis von Feldeffekttransistoren, Mikrobentristoren, Biochips mit Enzymen und DNA [12]),
- Zellelektrolysen,
- Elektroporation von Zellmembranen (Elektrochemotherapie, Elektrotransfektion),
- Elektrofusion differenter Zellen und Zellkerne für Gentherapie und Klonierung,
- Elektromagnetische Induktion im Zellmetabolismus, bei Gehirnfunktionen und in der Behandlung von Parkinson und Demenz [23].

Abgesehen von noch umstrittenen Wirkungen von Umweltfeldern einschließlich des Handy-Gebrauches handelt es sich hier um ein riesiges Gebiet in der modernen Zivilisationsgesellschaft, in der Elektronenfluss eine entscheidende Rolle spielt. Daher soll der hier folgende Abschnitt beschränkt werden auf einige Beispiele der Einwirkung von Gleichströmen und von elektromagnetischen Feldern auf Krebszellen und Tumoren. Hier muss darauf hingewiesen werden, dass schwache, langzeitig wirksame Felder < 1mT eine Krebsentwicklung begünstigen können.

Behandlungen von Tumoren mit Gleichströmen oder Elektropulsen

Hierfür werden Platin-Nadelelektroden in den Tumor eingesetzt und entweder mit schwachem Gleichstrom im mA-Bereich belastet oder mit kurzen, nur ms dauernden, starken kV- Feldstärken behandelt. Im ersten Fall wird das Tumorgewebe elektrolysiert, im zweiten entstehen reversibel Elektroporen in der Zellmembran, wodurch Zytostatika und beispielsweise Kalzium schneller in das Zytoplasma einströmen können nach einem Prinzip, dass schon früher zur effektiveren DNA-Transformation [21] genutzt wurde. Auf diese Weise konnte die bisher größte Anzahl von Patienten in China nach einem von B. NORDENSTRÖM vorgegebenen Schema behandelt werden. Die Überlebenschancen betragen bis zu 70 % nach 5 Jahren bei Kehlkopf-, Mundhöhlen-, Prostata- und Brustkrebs [22].

Die Elektroporation in Kombination mit Bleomycin bewirkt bei Kopf- und Nackentumoren etwa 25 % komplette Remissionen [22]. Bei der Gentherapie von Nudmäusen mittels Phosphorothiat-[antisens]-oligonukleotiden [19], die Kinaseexpressionen hemmen, wurden implantierte menschliche Karzinomzellen zu 60-100% vernichtet. Der Synergismus von Elektroporation mit Photodynamie hat sich bei Krebszellen bereits bewährt [20].

Behandlungen durch elektromagnetische Befeldung

Ein *pulsierendes elektromagnetisches Feld* (PEMF) mit magnetischen Flussdichten im Millitesla-Bereich wird in Helmholtz-Spulen oder auch in Solenoiden erzeugt und induziert Ströme in Zellen und Geweben bei Feldstärken von 10mV/cm.

Bei tumortragenden Versuchstieren bewirken elektromagnetische Felder folgende Effekte [18]:

- Hemmung des Tumorwachstums (Nekrose),
- Beschleunigung des natürlichen Zelltodes (Apoptose) ,
- Verhinderung der Neubildung (sog. Angiogenese) von Blutgefäßen im Tumor,
- Verstärkung der Wirkung von Zytostatika (cis-Platin, Mitomycin, Daunorubicin) und Kalzium infolge gesteigerter Membran-Permeation durch Elektroporation (Pulsstärke 1kV/cm, Nadelelektroden).

Im Mikroskop oder mit einem FACScan-Durchflußgerät werden Veränderungen der Morphologie und der Verteilung zwischen ursprünglichen, apoptotischen (als Folge eines ansteckenden Zelltodes) und nekrotischen Zellen sichtbar. Ob diese Wirkungen mehr vom elektrischen oder vom magnetischen Feldanteil ausgehen, darüber besteht noch keine Klarheit.

Folgende Einflüsse können eine Rolle spielen:

- Stabilisierung radikalischer Zwischenprodukte,
- Beeinflussung des Gleichgewichtes zweier Enzymkonformationen unterschiedlicher Aktivität,

- Ionenverschiebungen nahe den Aktivzentren von Enzymen,
- Einfluss auf Membranpermeabilität.

Ein generelles Modell gibt es aber noch nicht [20, 22].

Während bei Krebszellen und Versuchstieren günstige Bedingungen im niederfrequenten Bereich mit $>10\text{mT}$ und einigen Stunden der Feldeinwirkung gefunden wurden, gibt es für den Hochfrequenzbereich noch widersprüchliche Ergebnisse, zumal dabei die Erwärmung des Organismus zu beachten ist.

Noch in den Anfängen befindet sich die Feldtherapie bei Krebspatienten, wofür geeignete, temperierbare Solenoide von 55 cm Durchmesser mindestens 20mT produzieren sollten. Eine lokale Hyperthermie von etwa 41°C fördert die Nekrose, da nach M. von ARDENNE (1907-1997) [14] die Membranen von Tumorzellen hitzeempfindlicher sind und somit stärker geschädigt werden.

Die Kombination weiterer Bedingungen mit PEMF (s. oben) wie Photodynamie, pH-Erniedrigung, Radiofrequenz-Ablation und verminderte ionisierende Bestrahlung könnten weitere Verbesserungen ergeben. Gegenüber den bereits eingeführten Verfahren der Elektrochemotherapie und Gleichstromtherapie bietet die elektrodenlose PEMF-Therapie zukünftig für den Patienten Behandlungsvorteile. Obwohl einige der vorgestellten Verfahren, so die Elektrochemotherapie, bereits in Tumorkliniken eingesetzt werden, gilt es, die neueren Techniken weiter zu verbessern und anzupassen. Dabei bilden Analyse von Gehirnströmen bei mentalen Vorgängen einerseits und Therapien im Gehirn mittels elektrischer Pulsationen andererseits die größten Herausforderungen der heutigen Bioelektrochemie [23].

Die vorstehenden Ausführungen sollen verdeutlichen, welcher weiter Weg von GALVANIS Froschschenkelversuchen bis zu modernen Biosensoren und zur Krebstherapie zurückgelegt werden musste. Einen Markstein der Entwicklung bildete OSTWALDS berühmtes Buch „Elektrochemie: ihre Geschichte und Lehre“ 1896 [5].

Literatur

- [1] Milazzo, G.: Biological aspects of electrochemistry. Basel: Birkhäuser, 1971.
- [2] Berg, H.: Historical roots of bioelectrochemistry. *Experientia* 26 (1980), S. 1247-1249.
- [3] Dunsch, L.: Geschichte der Elektrochemie. Leipzig: Grundstoffind., 1985.
- [4] Ritter, J. W.: Entdeckungen zur Elektrochemie, Bioelektrochemie und Photochemie. Frankfurt/M.: Deutsch, 1997 (Ostwalds Klassiker Bd. 271).
- [5] Ostwald, W.: Elektrochemie: ihre Geschichte und Lehre. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1896.
- [6] Ostwald, W.: Gedanken zur Biosphäre. Frankfurt/M.: Deutsch, 1996. (Ostwalds Klassiker Bd. 257).
- [7] Ostwald, W.: Lebenslinien. Leipzig: Hirzel, 2003.
- [8] Helmholtz, H. v.: Über die Erhaltung der Kraft. Über Winkelbewegungen [u.a.]. Frankfurt/M.: Deutsch, 1996 (Ostwalds Klassiker Bd. 1).

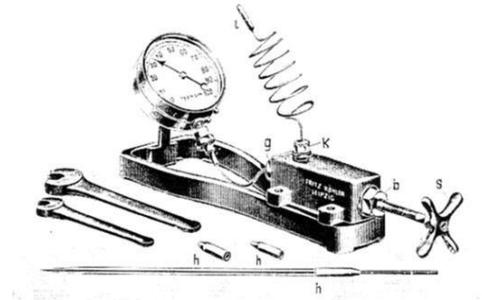
- [9] Du Bois-Raymond, E.: Untersuchungen über thierische Elektrizität. Berlin: Reimer, 1848.
- [10] Heyrovski, J.: Polarographie. Leipzig: Geest u. Portig, 1985 (Ostwalds Klassiker Bd. 266).
- [11] Berg, H.: Die Quecksilberelektrode von W. Ostwald bis J. Heyrovsky. Abh. Sächs. Akad. Wiss. 63 (2006), S. 12-24.
- [12] Palecek, E.; Scheller, F.; Wang, J. (Hrsg.): Towards electrochemical sensors for genomics and proteomics. Amsterdam: Elsevier, 2005.
- [13] Nernst, W.: Begründung der Theoretischen Chemie. Frankfurt/M.: Deutsch, 2003 (Ostwalds Klassiker Bd. 290).
- [14] Ardenne, M. v.: Arbeiten zur Elektronik. Frankfurt/M.: Deutsch, 1998 (Ostwalds Klassiker Bd. 264).
- [15] Nicoloff, J.: Electroporation protocols for microorganisms. Totowa: Humana Press, 1995.
- [16] Milazzo, G. (Hrsg.): Topics in bioelectrochemistry. Vol. 1-5. New York: Wiley, 1976-1983.
- [17] Berg, H.: Topics of bioelectrochemistry extended by electromagnetic field effects. In: Markov, M.; Blank, N. (Hrsg.): Electromagnetic fields and membranes. New York: Plenum Press, 1988.
- [18] Walz, D.; Berg, H.; Milazzo, G. (Hrsg.): Bioelectrochemistry of cells and tissue. Basel: Birkhäuser, 1995.
- [19] Elez, R.; Piiper, A.; Kronenberger, B. u.a.: Tumor regression by combination antisense therapie against Plk1 and Bcl-2. *Oncogene* 22 (2003), S. 69-80.
- [20] Berg, H.: Bioelectric and biomagnetic methods in cancer research and therapy – a survey. *Electromagnetic biology and medicine* 24 (2005), S. 423-440.
- [21] Crick, F.; Holley, R.; Watson, J.: Molekulargenetik. Frankfurt/M.: Deutsch, 1996 (Ostwalds Klassiker Bd. 254).
- [22] Berg, H.: Elektromagnetische Wellen in der adjuvanten Krebstherapie. *Erfahrungsheilkunde* 57 (2008), S. 176-180.
- [23] Ueno, Sh. (Hrsg.): Biological effects of magnetic and electromagnetic fields. New York: Plenum Press, 1996.

Fritz Köhler – Universitäts-Mechaniker bei Wilhelm Ostwald von 1897 bis 1904

Ulf Messow, Wolfgang Hönle und Ulf Molzahn

In der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte zu Großbothen können noch originale Messgeräte aus der Zeit um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert besichtigt werden, die in der Werkstatt von Fritz KÖHLER angefertigt wurden. In dem so genannten „Blauen Zimmer“ [1] sind so ein Halbschattenphotometer und ein Chrometer mit dem Signum „Fritz Köhler Leipzig“ aus der Schaffensperiode von Wilhelm OSTWALD zur Farbenlehre [2] ausgestellt. F. KÖHLER legte besonderen Wert auf die Firmierung seiner Apparate –siehe z.B. Abb.1 - und des „*feinmechanisch-glastechnischen Instituts*“ durch „*Fritz Köhler Leipzig Universitätsmechaniker a/D Leipzig*“.

Abb. 1
Apparatur zur Messung des kritischen Druckes (61. Mitteilung von Fritz KÖHLER und 91. Druckausgabe 1927).



Wer war dieser Fritz Köhler ?

Noch als Direktor des „Zweiten chemischen Laboratoriums“ der Universität Leipzig in der Brüderstr. 34 wandte sich W. OSTWALD am 24. März 1897 an das Königliche Universitäts-Rentamt und bat um Anstellung von 4 Assistenten, 2 Dienern, 1 Mechaniker und 1 Heizer für das sich im Bau befindende neue Institut in der Linnéstrasse 2 [3]. Bezüglich der vorgesehenen Einstellung des Mechanikers teilte er am 10. August 1897 dem Königlichen Universitäts-Rentamt mit, dass er nach Prüfung einer Anzahl von Kandidaten Fritz KÖHLER, Schönefeld, Leipzigerstr. 22 II für geeignet hält und dieser sich im Rentamt vorstellen werde. In dem Schreiben vom 14. Oktober 1897 wurden vom Königlich Sächsischen Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts die Stellen des Mechanikers, eines zweiten Aufwärters und Hausmanns sowie das unverändert bleibende Gehalt des bisherigen Aufwärters des „Zweiten Chemischen Laboratoriums“, Richard NAUMANNs, eine ständige Scheuerfrau und für die Wintermonate ein Heizer genehmigt. Mit dem 21. Oktober 1897 erfolgte die Einstellung von F. KÖHLER in dem neu erbauten „Physikalisch-chemischen Institut“ in der Linnéstrasse 2 mit einem Jahresgehalt von 1600 M und einer Probezeit von 6 Monaten. Nach Ablauf dieser Probezeit äußerte W. OSTWALD am 20. April 1898 seine volle Zufriedenheit, und einer festen Anstellung

von F. KÖHLER stehe nichts im Wege. Ein Antrag auf die jährliche Erhöhung der Bezüge auf 1800 M wurde am 28. Oktober 1898 gestellt [3].

F. KÖHLER selber machte dazu folgende Angaben [4, S. 6]: „Im September 1897 kam ich an das Ostwaldsche Institut und wurde am 1. Mai 1898 als „Universitäts=Mechaniker des Physikalisch=chemischen Institutes der Universität Leipzig“ seitens des Ministerium für Kultus und des öffentlichen Unterrichts angestellt. In dieser nun folgenden 7jährigen Tätigkeit am Ostwaldschen Institut hatte ich reichlich Gelegenheit, mich mit den Anforderungen, die die physikalische Chemie an den Mechaniker stellt und mit dem entsprechenden Apparatebau vertraut zu machen. Schon Ende 1897 gründete ich eine eigene kleine Werkstatt in dem bescheidensten Umfange. Im Laufe der Jahre wurden fast alle physiko=chemischen Apparate nach den Direktiven bzw. nach den Urmodellen Prof. Ostwalds von mir gebaut...“

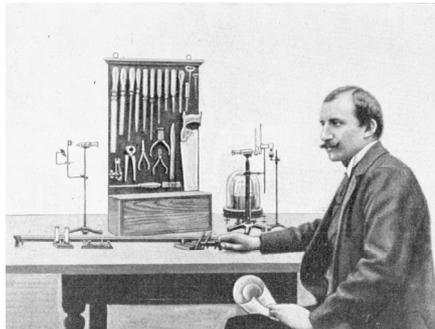


Abb. 2

Friedrich August Köhler (1869-1943)

„Die Apparateanordnung stellt die Ostwaldsche Meßbrücke dar als EMK.=Apparat in der Ausführung um das Jahr 1900“ (Praktische Kurse [4, S. 30]).

Die zeitgleich mit der Einstellung als Institutsmechaniker von F. KÖHLER eingerichtete private Werkstatt befand sich ganz in der Nähe des Physikalisch-chemischen Instituts, in der Oststr. 28. In einem zuvor als Badehaus genutzten kleinen Haus begann hier der Start mit einer Lorch-Schmidt-Präzisions-Drehbank, einem Schraubstock, entsprechenden Handwerkszeugen und einem Gehilfen. 1899/1900 beschäftigte sich W. OSTWALD mit der Auflösung von Chrom in verdünnten Säuren und mit Stolz zitiert KÖHLER [4] die Publikationen zu den Periodischen Erscheinungen, in denen sich W. OSTWALD über die Arbeit seines Mechanikers wie folgt äußert: „Fig. 1 (gemeint ist die Apparatur zur Registrierung der pulsierenden Wasserstoffentwicklung) und 2 (aus Hartgummi gedrehte Schreibkapsel) zeigen den Apparat in seiner gegenwärtigen Gestalt, wie er mir in sorgfältiger Ausführung vom Mechaniker des physikalisch-chemischen Instituts, Herrn F. Köhler, erbaut worden ist. ... „Die Apparatfehler sind demnach so gering, dass sie gar keinen merklichen Einfluß auf die Ergebnisse der Messungen ausüben können und ich möchte nicht unterlassen, Herrn Köhler für die gute und verständnisvolle Ausführung des „Chemographen“ die gebührende Anerkennung auszusprechen“ [5, S. 37, 39]. Im Rahmen einer Studentenarbeit im Jahre 1987 (Betreuer U. M.) ist gemäß der ersten Mitteilung die Apparatur (Uhrwerk mit rotierender Walze, Druckschreiber) zur Registrierung der pulsierenden Wasserstoffentwick-

lung bei der Auflösung von Chrom in verdünnten Säuren nachgebaut worden. Als Schauobjekt befindet sich diese Vorrichtung in einer Vitrine des Laborbereiches [1].

Bereits im Juli 1899 erschien ein erster Firmenkatalog von F. KÖHLER in Form einer Preisliste über Physiko=Chemische Apparate. Die folgenden Kataloge aus den Jahren 1900 und 1902 –siehe auch [6]– enthalten ebenfalls Preis-Verzeichnisse und „*verschiedene Neuheiten und Verbesserungen bekannter Apparate*“. Die umfangreicher werdenden Arbeiten erforderten bald eine größere Werkstatt. So mietete KÖHLER 1904 in der Josephinenstr. 37 ein Hofgebäude, in dem neben Werkstätten, Versuchs- und Lagerräumen auch ein Raum als Ausstellungszimmer der neuesten wissenschaftlichen Geräte eingerichtet wurde. F. KÖHLER hatte aber auch in dem von W. OSTWALD geleiteten Institut entsprechende Aufgaben wahrzunehmen. So war er seit dem Sommer-Semester 1898 für die Durchführung der „praktischen Kurse“ mit Übungen in der Instituts-Werkstatt verantwortlich. Bis 1905 verzeichnete dieser „Ferienkursus“ über hundert Teilnehmer [4, Ill. S. 29]. Schon 1894 hatte W. OSTWALD bei der Landesregierung die Genehmigung zur Durchführung physikalisch-chemischer und pharmakologischer Ferienkurse erwirkt. Die zunehmenden Aufträge und Apparatelieferungen veranlassten F. KÖHLER, Ende 1904/05 aus der Universität auszuschneiden. Am 9. Dezember 1904 verfasste er das kurze Kündigungsschreiben [3]:

An den Direktor des Physikalisch chemischen Instituts der Universität Leipzig

Unterzeichneter kündigt hiermit seine Stellung als Universitätsmechanikermeister des Physikalisch chemischen Instituts und bittet um Entlassung, um sich der Fabrikation wissenschaftlicher Apparaturen ganz widmen zu können.

*Mit aller Hochachtung
ergebenst
Leipzig, am 9. December 1904*

Fritz Köhler

Zur Entwicklung der Firma „Fritz Köhler, Universitätsmechaniker a. D.“ bis 1938

Zum 10jährigen Bestehen im Jahre 1907 bestand die Apparatefirma „Fritz Köhler Universitätsmechaniker a/D“ aus

- einer feinmechanischen Werkstatt (20 Personen)
- einer Fein-Sprenglerei und Schlosserei unter anderem für die Herstellung der Thermostatengefäße und Stative (3 Personen)
- einer Glasbläserei und Glasschleiferei (4 Personen)
- einem technischen Büro (6 Personen) und
- einem kaufmännischen Kontor (4 Angestellte)

Die Fa. F. KÖHLER war in Leipzig nicht der alleinige Hersteller von Geräten und Apparaten. So stellte der Laboratoriums-Glastechniker F. O. Robert GÖTZE 1888 erstmalig das von Ernst BECKMANN ausgedachte Thermometer her. Die Glasinstrumentenfabrik R. GÖTZE, Nürnberger Strasse 56, spezialisierte sich im Weiteren auf die Molekulargewichtsbestimmungsapparaturen nach BECKMANN durch die Gefrierpunktserniedrigung (Kryoskopie) und die Siedepunktserhöhung (Ebullioskopie).

Daneben gab es die Firma Franz HUGERSHOFF, Leipzig, Carolinenstrasse 13, die im Jahre 1844 gegründet worden war und 1904 eine 764 Seiten starke illustrierte Hauptpreisliste unter dem Titel „Apparate und Geräte für Chemie, Physik und verwandte Zweige“ herausgegeben hat. In dieser Liste war das Register in Deutsch, Englisch, Französisch und Russisch angegeben. Die Firma verfügte auch über eine Niederlassung in Moskau. Sowohl die Fa. F. HUGERSHOFF als auch die Leipziger Firma Ludwig H. ZELLER, Wissenschaftliches Institut für Laboratoriumsbedarf Leipzig-R, Ostplatz Nr. 5, sahen in der Firmenbezeichnung „Universitätsmechaniker a/D“ durch F. KÖHLER einen unlauteren Wettbewerb und erstatteten im Jahre 1906 Anzeigen. Am 2. März 1907 befand das Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts, dass der Mechaniker Friedrich August KÖHLER in Leipzig am Gebrauch des Titels „Universitätsmechaniker a. D.“ nicht zu hindern sei, „... entsprechend getroffener Vorschriften für Staatsdiener, sofern bei ihrer Entlassung kein Vorbehalt gemacht wird“ [3].

Die Fa. KÖHLER hat ihre gefertigten Apparate mit zahlreichen Schutzmarken gekennzeichnet, von denen einige in Abb. 3 aufgeführt sind.

Am 25. Januar 1908 richtete die Handelskammer Leipzig ein Gesuch an das Königliche Amtsgericht und bat um die Anmeldung der Firma von Fritz KÖHLER im Handelsregister [7]:

„Herr Köhler stellt in eigener Werkstätte mit etwa 20 Arbeitern, einem 21/2 pferdigen Gasmotor und zahlreichen Arbeitsmaschinen wissenschaftliche (physikalische, chemische, physiologische, medizinische) Apparate her und betreibt einen Handel mit fertig bezogenen Apparaten der gleichen Art. Er hat eine ausgedehnte Ausfuhr nach den verschiedensten Ländern der Erde und erzielt dabei einen Umsatz, der von Sachkundigen von 50-70000 M geschätzt wird. Etwa die Hälfte davon entfällt auf den Handel mit fertig bezogener Ware. Sein gewerbliches Einkommen reicht an die 10000 M heran. Der Betrieb erscheint sowohl nach § 1 Abs. 1 wie nach § 2 HGR. eintragungspflichtig.“

Unter der Nr. 13561 wird im Folgenden die Firma mit dem Geschäftszweig „Fabrikation und Handel von wissenschaftlichen Apparaten“ im Handelsregister eingetragen.



Abb. 3
Diverse Schutzmarken der Fa. Fritz Köhler; Mitte Bildnis von Fritz Köhler ca. 1922; Jubiläumsmarke (Folie geprägt) und Schutzmarke zum 25jährigen Firmenjubiläum.

1910 konnte auf Grund der weiter notwendig gewordenen Expansion ein neues Fabrikgebäude in der Windscheidstrasse 33 (Stadtteil Connewitz) bezogen werden.

Fritz Köhler Universitäts-Mechaniker aD Leipzig

ehemals am „Weltl =
Hessl = Institut für
Physiko-Chemie der
Universität Leipzig“

Fein-Mechanisch-Glastechnische
Optische Werkstätten für
Physiko-Elektro-Photo-Bio-
Kolloid-Chemie-Apparate



Gegründet 1897

Universitäts-Mechaniker-Konstrukteur Erzeuger wissenschaftlicher Apparate für Universitäts-Hochschul-Forschung-Laboratorien
Studien- und Handelshaus für In- und Ausland besonders für Physiko-Elektro-Bio-Kolloid-Chemo-Chemie- und Farb-Licht-Meß-Apparate
Eigene feinmechanisch-optische Apparate-Chernostat-Bau-Werkstätten und Labor-Glastechnik-Labor-Versuchs-Werkstätten und Photo-
Labor für Neukonstruktion Ausführung und Erzeugung von Versuchs-Modell-Laboratorium-Apparaten Präzise Ausführung und Ausarbeitung in
dem wissenschaftlichen Spezial-Gebiet nach bewährter Erfahrung vermöge der vielseitig ausgebildeten und ausgezeichneten Fabrikations-Einrichtung

Wissenschaftliche Apparate-Ausstellung

— Gutes Werk — Verlässlich Wort —
— Werb mir Gunst an jedem Ort —

Apparate:

- Elektro-Analyse-Di-Electro-Dispersion
- Normal Elemente-Elektroden
- EMK-Meßbrücken-Gaster
- Ofen-Rheostat-Gleichrichter
- Widerstände-Leitfähigkeit
- Kartelephon-Kathaphoröse
- Dichtebestimm-Micro-Chemie-Diffusions-Dyalyse-Filterier-
- Wein- und Bier-Analyse-Wasserstoff-Ionen-Ozon-
- Magnet-Apparate
- Epitaxier-Druck-Vacuum-Bombe
- Absorptions-Demonstrations-Experimentier-Fluoreszenz-Phosphoreszenz-Heiz-Lehr-Licht-Reaktions-
- Luftverflüssigungs-Rühr-Schüttel-Versuchs-Vorlesungs-Wärmeleitfähigkeits-Osmotischer Druck-Ionen-Wanderung-Zerstäubungs-Kymographic-Dichrod-

Monochord-Kompensations-Kondensations-Luft-Verflüssigungs-Quarz-Glas-Apparate-Platin-Iridium-Elektroden-Temp-Gas-Regulatoren-Chernostat:

- Elektro-Flüssigkeits-Gas-Licht-Luft-Explosions-Schüttel-Dunkel-Chernostat-Grockschrank

Lampen:

- Elektro-Funken-Gas-Glüh-Natrium-Bogen-Normal-Quarzbogenlicht-Quecksilber-Spectral-Ultra-Violett-Uviol-Weißlicht-Lampen

Wagen:

- Analyse-Fein-Hydrastat-Micro-Analyse-Wagen
- Stede-Gefrier-Molecular-Gewichts-Bestimm-Apparate

Meß-Apparate:

- Aesthesio-Galvano-Ampère-Elektro-Gas-Chrom-Kalori-Kapillar-Elektro-Kolori-Kryo-Photo-Polari-Potentio-Refracto-Spectro-Viskosi-Volta-Volt-Chemo-Bolo-Katheto-Kano-Vacuum-Stalagmo-Censi-Radio-Pyro-Lyknometer-Widerstands-Chernometer-Ablese-Mikroskop-Fern-Lohr-Lupe-Klopfer

Motore:

- Elektro-Kleinst-Keifluft-Motore „Transmission“ Wasser-Turbinen Gas-Labor-Dreh-Micro-Brenner-Gebälse-Druck-Flüssigkeits-Luft-Vacuum-Pumpen-Hochspann-Meß-Akkumulator

Farb-Licht-Meß-Apparate: Farb-Erzeuger-Mischer Licht-Schluss-Weißschwarz-Polarisierungs-Meß-Apparate-Spectroscopie-Helligkeits-Dunkel-Messer-Dunkel-Kammer-Grav-Letter

ERSTE AUSZEICHNUNGEN AUF Weltausstell. f. Exp. FOLGEREICHE MITARBEIT IN FORSCHUNGS-APPARATE-BAU DER WISSENSCHAFT
ST. LOUIS 1904 GOLD-MEDAILLE FÜR DIE KÖHLER GE-
SUNDHEITSAUFST. STA. MEX. OR. PARIS BRISSE 1910 FÜR GOLD-
MED. ST. L. 1904 BRUNN. MED. DIETEL NYCOLAS AUSSTELL.
BRISSE 1911 GOLD-MEDAILLE STAUBAUSSTELLUNG
DÜSSELDORF 1912 DANK FÜR ERFOGLICHE MITARBEIT

Geschäftsadresse: **Fritz Köhler Universitäts-Mechaniker aD Leipzig Windscheidstr. 33** Telephon. 35119 **Leipzig**; terrmostat

MAX BRESLAUER, LEIPZIG

Abb. 4
Dem Leipziger Adressbuch ist zu entnehmen, dass F. KÖHLER mit seiner zweiten Frau Christa in dem hier oben dargestellten Wohnhaus in der Windscheidstrasse 33 noch 1943 gewohnt haben.
Seit 1944 wird Christa KÖHLER als verwitwet geführt.

Im Hofgebäude der Windscheidstrasse 33 befanden sich die Werkstätten.



Abb. 5

Einer Aufnahme aus dem Jahre 1913 ist zu entnehmen, dass über 20 Personen allein in der feinmechanischen Werkstatt tätig waren, und in der Werkstatt zur Herstellung der Thermostate 6 Personen, ein Zeichen für den Aufschwung der Fa. F. Köhler.



Abb. 6

Thermostatenbau-Werkstatt 1913.

Mitteilungen und Kataloge der Fa. F. Köhler

Etwa zeitgleich mit der vollen Selbstständigkeit von F. KÖHLER als Unternehmer gab er seit 1904 kurze Mitteilungen über neueste Apparateentwicklungen heraus:

1. Mitteilung April 1904: „*Neue Apparate für Psychologie nach C. Spemann*“
2. Mitteilung Januar 1906: *Verstellbares „Kurven=Lineal nach Gente“*

3. Mitteilung Juli 1906: *Neue Apparate:*
 „Temperatur=Druck=Konzentrations=Modell der binären
 Gleichgewichte nach Roozeboom“ – „Elektroden=Halter SCH“ –
 „Viskosimeter=Thermostat“ – „Analysentiegel“ nach Pringsheim.“

Die 30. Mitteilung „*Autochrom=Apparate*“ erschien im August 1914. Während der Kriegsjahre kamen die wissenschaftlichen Arbeiten und Untersuchungen zum Erliegen, und kriegsbedingte Aufträge standen im Vordergrund. Erst 1919 folgten die nächsten Mitteilungen

31. Mitteilung Februar 1919: „*Farben=Apparate*“
 32. Mitteilung November 1919: „*Elektro=Analyse=Apparate*“
 33. Mitteilung Dezember 1919: „*Photochemie=Apparate*“

Daneben wurden aber auch frühere Mitteilungen wieder aufgelegt, wie die Mitteilung 16 vom November 1919 „*Elektroanalytische Apparate*“. Im Februar 1905 erschien unter dem Titel Fritz KÖHLER „*Physiko-chemische Apparate besonders nach Ostwald*“ ein 220 Seiten starker Hauptkatalog (D), in dem auch auf einen Katalog E (1905) (Apparate für Physiologische Chemie und die medizinischen Wissenschaften nach HAMBURGER, HOFMANN, HENRY, ASHER und Balneologie nach ZÖRKENDÖRFER) sowie auf den Katalog F (1905) (Apparate für Elektrochemie, insbesondere nach LÜPKE) hingewiesen wird.

Der dem „*Herrn Geheimrat Professor Dr Wilh Ostwald in Großbothen*“ am 19. Oktober 1922 von F. KÖHLER überreichte Sammelband enthält neben den Mitteilungen bis zum Jahre 1921 auch schon früher erschienene Einzelkataloge:

-*Physiko-Photo-Chemie-Apparate-Katalog 1909, 108 Seiten*

Dieser Einzelkatalog ist 1905 auf Grund des Hand- und Hilfsbuches zur Ausführung physiko-chemischer Messungen von W. OSTWALD und R. LUTHER (2. Aufl.) ausgearbeitet worden. Er gliedert sich in die Abschnitte:

1. Elektromotorische Kraft, 2. Leitfähigkeit der Elektrolyte, 3. Dielektrizitätskonstante, 4. Elektrizitätsmenge und Überföhrungszahl, 5. Innere Reibung und Oberflächenspannung, 6. Volumen und Dichte

-*Apparate für Photochemie 1911, 68 Seiten*

Ohne die gute Zusammenarbeit mit W. OSTWALD und seinen Schülern bzw. Mitarbeitern hätte F. KÖHLER nicht den Zugang zu den neuesten Apparateentwicklungen gehabt. So dankt er in dem Vorwort zu diesem Einzelkatalog ausdrücklich J. PLOTNIKOV: „*Eine neue Wissenschaft bricht sich Bahn – die Photochemie. Aus leisen Anfängen wächst ein gewaltiges, verheißungsvolles Gebäude heran. Ist es da nicht eine notwendige Forderung des Tages, dem theoretischen Bestreben die praktischen Hilfsmittel zu schaffen: - Die Anregung verdanke ich keinem anderen als Joh. Plotnikow, dessen lichtbringende Werke „Photochemie“ und „Photochemische Versuchstechnik“, beide erst vor kurzem erschienen, bereits weite Perspektiven eröffnet haben; ich wüsste auch niemand, der geeigneter als er gewesen wäre, bei der Ausführung des Planes die Oberleitung zu übernehmen. Unter seinen gewissenhaften Direktiven ist das Werk gediehen, dass ich es nunmehr in diesem Katalog veröffentliche.*“

-Schul-Katalog 1912/13. Apparate für physikalisch-chemische Schülerübungen

In diesem kurzen Einzelkatalog von 32 Seiten verweist F. KÖHLER auf Werke und Anregungen von „Hermann Hahn-Robert Lüpke, Rudorff Lüpke-Lüpke, Bose-Ahrent-Doermer-Wa Ostwald-E Grimsehl“.

-Elektrische Messinstrumente 1913, 36 Seiten

-Thermostaten-Katalog 1914, 110 Seiten

Dieser Katalog mit dem Titelbild des Ur-Thermostaten OSTWALDS aus dem Jahre 1888 ist bereits 1905 erschienen und aktualisiert worden.

1922 schrieb der ehemalige Doktorand von W. OSTWALD, Werner von HEYGENDORFF¹, das Grußwort zum 25. Firmenjubiläum. W. von HEYGENDORFF wurde 1904 mit einer Arbeit über das Verteilungs-Gleichgewicht der Ionen promoviert. Im Katalog „Kolloid-Chemie-Apparate“ ist unter der Nummer 458 eine „Konstant-Temperaturen-Heizvorrichtung nach von Heygendorff“ aufgeführt. In seinem Grußwort führt von HEYGENDORFF aus: „Das Charakteristische der Köhlerschen Ausführung der von ihm konstruierten Apparate liegt weniger in deren speziellen Eigenschaft als Präzisions=Apparate für Physiko=, Elektro=, Photo=, Bio=, Kolloid=, Physiologie=, Psycholo=Chemie, sondern auch und besonders in deren höchst eleganten Konstruktion – hier ist kein Teil zu groß oder zu klein, zu viel oder zu wenig, zu schwer gehalten oder zu leicht, kein Schraubchen überflüssig oder zu vermissen – und peinlichste Genauigkeit und Sauberkeit der einzelnen Arbeit bis ins kleinste...“ („Forscher- und historische Bildnisse“ [4, S. 36]). Am 1. Oktober 1927 konnte das 30jährige Bestehen der Firma in der Windscheidstrasse 33 gefeiert werden.

- Neuer Kolloid-Chemie-Apparate-Katalog 1928, 30 Seiten

- EMK-Katalog 1927, 142 Seiten

- Molekular-Gewichts-Bestimmungs-Apparate-Katalog 1921, 36 Seiten

Darüber enthält der Abschnitt - Forscher-Bildnisse 1928, 32 Seiten

Angaben und Porträts zu bekannten Forscherpersönlichkeiten. Über 3500 Abbildungen sind in dieser X. Gesamtausgabe zusammengestellt.

Bis zum Jahre 1927 erschienen 19 Kataloge und 75 Mitteilungen. In der X. Auflage der „Gesammelten Schriften über wissenschaftliche Hilfs-Mittel für die Fortschritte der Physiko-Chemie-Forschung“ [4] sind weitere aktuelle Kataloge aufgenommen worden:

¹ HEYGENDORFF, W. v. (1869-1935) war ein Abkömmling des Karl von HEYGENDORFF, dem außerehelichen Sohn des Großherzogs Karl August von Sachsen-Weimar-Eisenach und der Schauspielerin Karoline JAGEMANN.

„Gesammelte Werke“

„Gesammelte Schriften“

über

„Wissenschaftliche Hilfs-Mittel“

für die „Fortschritte der Physiko-Chemie-Forschung“

von Fr Köhler 1897—1927/28

als X. Auflage 1927/28 des „Haupt-Kataloges 1903 und D 1905, 1911 und 1914“

mit über dreitausendfünfhundert Abbildungen im Text.

Gesamtausgabe des Sammelwerkes

im Jahre 1928/29.

„Gesammelte Werke“, „Gesammelte Schriften“ für die Fortschritte der Physiko-Chemie-Forschung in Einzel-Ausgaben der „Kataloge und Mitteilungen“ und „bemerkenswerte Zuschriften“ über die wissenschaftlich technische Bearbeitung wissenschaftlicher Hilfsmittel für die Fortschritte der Physiko-Chemie-Forschung und deren Anwendung in der Praxis — in der Industrie — von Fritz Köhler 1897—1927—1928/29

von der Firma „Fritz Köhler, Universitäts-Mechaniker a/D, Leipzig S 3“. —
Gegründet 1897.

Die

Gesamtausgabe des Sammelwerkes

von Fr Köhler

X. Auflage 1927/28/29.

Abb. 7

Titelseite des Sammelkatalogs 1927/28.

Von den zahlreichen KÖHLER zuteil gewordenen Auszeichnungen und Anerkennungen auf Weltausstellungen seien unter anderem erwähnt:

- Universal-Exposition St. Louis 1904:

F. KÖHLER erhielt für das Gebiet Deutsche Unterrichtsausstellung – Universitäten – Elektrochemie die „Goldene Mitarbeiter-Medaille“ as Collaborator with Professor Dr. OSTWALD, Leipzig.

- Exposition Universelle de Bruxelles 1910:

„Vier Goldene Medaillen“ für Präzisionsinstrumente, Elektrochemie, Hygiene und Nahrungsmittel, „Eine „Silberne Medaille“ für Weinbau und eine „Bronzene Medaille“ für Präzisions-Glasinstrumente.

- Internationale Hygiene-Ausstellung Dresden 1911:

„Goldene Medaille“

- Städteausstellung Düsseldorf 1912:

Apparate zur Erforschung der Lebensprozesse

- IX. Internationaler Physiologen-Kongress Groningen 1913

Über die Auflagenhöhe der köhlerschen Preislisten, Mitteilungen und Kataloge ist nicht viel bekannt, jedoch ergeben sich einige Hinweise aus den jeweiligen Anschreiben und Nummern der uns zur Einsicht vorgelegenen Kataloge. So trägt z.B. das Exemplar des Hauptkataloges (D) 1905 die Nr. 1102 für Mons. Prof. J. PIERAERTS, der Katalog Apparate 1909 mit der Nummer 2435 wurde an Herrn Priv. Doz. Dr. Ing. D'ANS, Darmstadt (Mitautor des D'ANS – LAX) ausgehändigt. Der W. OSTWALD 1922 übergebene Sammelband trägt die Nummer 266.

Die letzten Jahre der Fa. F. Köhler bis zu ihrer Auflösung

Am 7. Februar 1938 war mit dem Tod von Anna KÖHLER, der Ehefrau von F. KÖHLER, auch ihre Prokura erloschen. Am 17. August 1939 wurde die Firma von F. KÖHLER in eine G.m.b.H. umgewandelt. Das Vermögen der Firma wurde wie folgt eingeschätzt [7]:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Drehbänke, Fräsmaschine, Revolverdrehbänke, Schleifmaschine, Shapingmaschine, Graviermaschine, Schraubstöcke, Elektromotoren, Transmission, Glasbläserei, diverses Zubehör | 6000.- RM |
| 2. Rohmaterialien und Halbfabrikate | 3500.- RM |
| 3. Büroeinrichtung | 500.- RM |
| 4. Firmenwert, Patente, Verlagsrechte | 1000.- RM |

Die zweite Ehefrau von F. KÖHLER, Christa KÖHLER, brachte in die G.m.b.H 10000.- RM ein. Weitere Gesellschafter mit Geschäftsanteilen waren Arnold FIKENTSCHER (Kaufmann und Ingenieur), Heinz G. GRAEF (Kaufmann) und Olaf BÖCKER (Kaufmann). Am 8. Februar 1940 schied KÖHLER 72-jährig als Geschäftsführer aus. Nachdem GRAEF in den Heeresdienst eingezogen wurde, FIKENTSCHER die Leitung nicht übernehmen wollte, übernahm BÖCKER am 17. Januar 1941 den Geschäftsführerposten. Nach dem Tod von BÖCKER am 11. De-

zember 1941 wurde am 11. Mai 1942 über das Vermögen der ehemaligen Firma F. KÖHLER, G.m.b.H., Feinmechanische Werkstatt, zuletzt Leipzig S3, Waisenhausstrasse 8, das Konkursverfahren eröffnet. Dem Konkursverwalter Paul MEINHOLD gab der frühere Buchhalter der Firma zu Protokoll [7]: „*Als die Firma R. Böhme den Betrieb und die Geschäftsräume übernommen habe, hätten sich Bücher und Unterlagen im Abstellraum befunden, die von Herrn Böhme dann aber für andere Zwecke benutzt worden sein. Herr Böhme habe ihm aber über den Verbleib der Papiere und Unterlagen erklärt, dass diese im Einverständnis mit dem letzten vor dem Konkurs verstorbenen Geschäftsführer Olaf Böcker makularisiert worden sein.*“

Am 7. Februar 1944 wurde das Konkursverfahren mit der Begründung aufgehoben [6]: „*da die Betriebe der Firma bereits vor der Konkurseröffnung veräußert worden sind und von den Erwerbern unter Bd. I Blatt 40 unter neuer eigener Firma weitergeführt werden.*“

Nach dem Ausscheiden von BÖHME als persönlich haftender Gesellschafter der Firma Apparatebau K.G. ging diese am 27. Februar 1957 in die Firma Feinmechanische Werkstätten WISNIEWSKI & CO. über [8].

Literatur

- [1] Molzahn, U.: Wilhelm Ostwald: Museum in der Rolle einer Volksuniversität für das Erfinden und Verbessern. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. zu Großbothen 12 (2007), S. 17-24.
- [2] Hansel, K.: Gedanken in der eigenen Werkstatt umgesetzt. Chem. Techn. 51 (1999), S. 162-163.
- [3] Universitätsarchiv Leipzig, Film Nr. 930.
- [4] Köhler, F.: Fritz Köhler Apparate und Messinstrumente als wissenschaftliche Hilfsmittel für die Fortschritte der Physiko-Chemie-Forschung. 72. Ausg. Leipzig: Köhler, 1928/29.
- [5] Ostwald, W.: Periodische Erscheinungen bei der Auflösung des Chroms in Säuren. 2. Mitt. Abh. Königl. Sächs. Ges. Wiss., math.-phys. Kl. 26 (1900), 2, S. 27-84.
- [6] Geschäftliche Mitteilungen. Z. Elektrochemie (1903), Nr. 4, S. 88.
- [7] Sächsisches Archiv Leipzig, Fritz Köhler, HRA 3915.
- [8] Sächsisches Archiv Leipzig, HRA 7929.

Die Verantwortung des Wissenschaftlers – Manfred von Ardenne, Klaus Fuchs und das atomare Patt¹

Gerhard Barkleit

Hannah-Arendt-Institut für Totalitarismusforschung e. V. an der Technischen Universität Dresden

Drei vor den Nationalsozialisten aus Deutschland geflohene Physiker ungarischer Herkunft erkannten schon bald nach der Entdeckung der Kernspaltung durch Otto HAHN und Fritz STRASSMANN im Dezember 1938 das ungeheure Bedrohungspotential einer Atombombe in den Händen der Militärs von Adolf HITLER. Leo SZILARD, Edward TELLER und der spätere Nobelpreisträger Eugene WIGNER versuchten schon vor dem Überfall der Deutschen auf Polen, die amerikanische Regierung zu sensibilisieren. SZILARD und TELLER veranlassten Albert Einstein, im August 1939 jenen verhängnisvollen Brief an den amerikanischen Präsidenten Franklin D. ROOSEVELT zu schreiben, der als Initialzündung für das Atombombenprogramm der Vereinigten Staaten in die Geschichte einging. Während die Engländer bereits 1941 ihr „Tube Alloys“ genanntes Nuklearprogramm starteten, sollten allerdings beinahe drei Jahre vergehen, bis EINSTEINS Brief seine Wirkung entfachte. Unter der Code-Bezeichnung „Manhattan-Project“ begann im Juni 1942 ein Rüstungsvorhaben von noch nie zuvor erreichtem Ausmaß. Innerhalb von drei Jahren entstanden unter Leitung von J. Robert OPPENHEIMER und dem Einsatz von Mitteln in Höhe von 2 Milliarden Dollar eine Testbombe und die beiden in Japan eingesetzten Bomben „Little Boy“ und „Fat Man“. Lässt sich die Entwicklung der Atombombe durch die Vereinigten Staaten und Großbritannien Anfang der 1940er Jahre als Antwort des Westens auf die nationalsozialistische Bedrohung scheinbar überzeugend rechtfertigen, so gilt das keinesfalls für den Einsatz dieses neuartigen Massenvernichtungsmittels im August 1945 gegen Japan.

Nach der bedingungslosen Kapitulation Hitlerdeutschlands im Mai 1945 geriet auch Japan in eine ausweglose Lage. STALIN war bereit, seine im Februar 1945 auf der Konferenz von Jalta gegebene Zusage einzulösen, drei Monate nach dem Sieg über Hitlerdeutschland in den Krieg gegen Japan einzutreten. Auf der Potsdamer Konferenz legte sich STALIN im Juli auf einen Kriegseintritt am 8. August fest. Während die Regierungschefs der Anti-Hitler-Koalition in Potsdam miteinander verhandelten, forderten die USA am 26. Juli ultimativ die bedingungslose Kapitulation auch Japans. Das lehnten sowohl der japanische Kaiser als auch die Militärs ab. Washington war zu diesem Zeitpunkt schon nicht mehr ernsthaft an einer Unterstützung durch die Sowjetunion interessiert. Die USA fürchteten, STALIN könnte für die UdSSR ein Mitspracherecht an der Gestaltung der Nachkriegsordnung im Fernen Osten reklamieren. Bereits 1946 räumten übrigens ame-

¹ Überarbeitete Fassung eines Vortrages vom 10. November 2007 in der Reihe „Großbothener Gespräche“.

rikanische Militärs ein, dass Japan auch ohne den Einsatz der Atombomben wohl noch vor dem 1. November 1945 kapituliert hätte.

Beinahe weltweit hat sich inzwischen die Überzeugung durchgesetzt, dass der Abwurf der beiden ersten Atombomben auf die Städte Hiroshima und Nagasaki militärisch nicht notwendig, sondern ein Kriegsverbrechen gewesen sei. Eine eindrucksvolle Dauerausstellung im Museum des Friedensparks von Hiroshima erinnert an die Auslöschung des Stadtzentrums am 6. August 1945 und die Tötung von 140.000 Menschen. Der so genannte Atombombendom am Rande des Parks ruft bei all jenen Beklemmungen hervor, die eine weltweit bekannte Stätte des Gedenkens an diese Zäsur in der Geschichte der Zivilisation besuchen.



Abb. 1
Modell des völlig zerstörten Stadtzentrums im Museum des Friedensparks von Hiroshima.

Die Sicht im Land der Täter unterscheidet sich auch heute noch gravierend von der Sicht der Opfer. Amerikanische Historiker sprechen immer noch davon, dass diese Bombardierungen zwar tragisch für die Opfer, aber unvermeidlich und damit letzten Endes gut gewesen seien. Die absolute Mehrheit der Japaner ist hingegen dezidiert der Meinung, dass der Einsatz der Atombomben vor allem ein Verbrechen an unschuldigen Zivilisten war [1].



Abb. 2
Gabriele und Gerhard Barkleit im März 2008 vor dem Atombombendom in Hiroshima.

Auf bis dahin unvorstellbare Weise zeigten Politik und Militär der Weltöffentlichkeit an zwei Tagen im August 1945, dass Wissenschaftler und Ingenieure nun auch Instrumente geschaffen hatten, die Menschheit als Ganzes auszulöschen. Der Begriff „Atom“ steht mittlerweile als Synonym für ein ganzes Zeitalter – eine Epoche, in der sich der Mensch eine neue Energiequelle erschloss, die durchaus in der Lage sein könnte, den wachsenden Energiebedarf der Welt für einen längeren Zeitraum zu decken. Möglicherweise weniger dieser Einsicht, als vielmehr deren praktischer Umsetzung verweigern sich breite Kreise der politischen Klasse beharrlich - vor allem in Deutschland. Darüber hinaus konnte hier das Problem der Endlagerung des so genannten „Atommülls“ noch immer nicht gelöst werden. Zweifellos ist die Kernenergie mit der schweren Hypothek belastet, zunächst als Massenvernichtungsmittel angewandt worden zu sein. Ein Gleichgewicht des Schreckens zwischen den beiden nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs einander feindlich gegenüberstehenden Supermächten USA und UdSSR stellte sich ein, als es der Sowjetunion im Sommer 1949 gelang, eine eigene Atombombe zu zünden. Nach herkömmlicher Lesart sicherte das „atomare Patt“ den Weltfrieden in den Jahrzehnten des Kalten Krieges. Wie zutreffend ist die These von der friedenserhaltenden Wirkung des atomaren Patts in einer Zeit, als sich die Rüstungsspirale

trotz aller Bemühungen um Abrüstung und Vertrauen bildende Maßnahmen immer schneller drehte? Ist es nicht vielmehr eine schizophrene Dialektik, „in der Drohung der Apokalypse das Versprechen des Friedens, in der äußersten Verwundbarkeit die unüberhörbare Mahnung zu äußerster Behutsamkeit“ [2] zu sehen?

Die Ambivalenz des wissenschaftlich-technischen Fortschritts

Die Entwicklung der Atombombe und die Herausbildung des atomaren Patts sowie die Frage nach Fluch oder Segen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts überhaupt wäre wohl auch ein Gegenstand der Reflexion durch Wilhelm OSTWALD gewesen. Eberhard SCHEIBE, emeritierter Professor für Philosophie der Naturwissenschaften an der Universität Heidelberg, zählt OSTWALD zu den wenigen „Physikern als Philosophen“, die ihre großen Entdeckungen vor dem durch Relativitäts- und Quantentheorie geprägten Umbruch der Physik machten [3]. Nicht nur die Entwicklung der Atombombe, sondern auch neuere wissenschaftliche Erkenntnisse, wie der Klimawandel, sowie jene Fortschritte in der Medizin, die sich vor allem in der Apparatedizin manifestieren, und die Möglichkeiten der Forschung an embryonalen Stammzellen werfen Fragen nach der Notwendigkeit einer diesen Herausforderungen entsprechenden und genügenden Ethik auf. Die Unfähigkeit des modernen Menschen, das Sterben als untrennbaren Bestandteil des Lebens zu begreifen mag eine der wesentlichen Ursachen dafür sein, in unserer säkularisierten Welt den Willen Gottes durch den Willen von „Göttern in Weiß“ zu ersetzen.

Die mit der Atombombe verbundene Möglichkeit, das menschliche Leben auszulöschen, führte Philosophen dazu, die grundsätzliche Frage zu stellen, ob sich der Wunsch nach Erhaltung der Gattung „Mensch“ denn moralisch begründen lasse. Inzwischen ist der so genannte wissenschaftlich-technische Fortschritt selbst zu einem ethischen Problem geworden, da „der Mensch nicht nur sich selbst, sondern der ganzen Biosphäre gefährlich geworden ist“, brachte es Hans JONAS [4, S. 245] auf den Punkt.

Das grundlegende Dilemma zumindest jedweder auf Anwendung zielenden Wissenschaft besteht nun einmal darin, dass in der Realität der wissenschaftlich-technische Fortschritt nicht aufzuhalten ist. Die „Produktion“ von wissenschaftlichen Erkenntnissen ist schon allein deshalb nicht zu verhindern, weil die Neugier nun einmal eine den Menschen geradezu definierende Eigenschaft ist und Denkverbote „nicht einmal denkbar“ sind. „Alles Denkbare wird einmal gedacht“, lässt Friedrich DÜRRENMATT in seiner nach wie vor aktuellen Komödie „Die Physiker“ eine Irrenärztin sagen [5, S. 332]. Allerdings ist inzwischen die Ambivalenz von „Fortschritt“ immer deutlicher geworden. Forschung an embryonalen Stammzellen wird ebenso kontrovers diskutiert wie die im Zusammenhang mit den Fortschritten der Apparatedizin notwendigen Entscheidungen über das Maß an Selbstbestimmung des Einzelnen, wofür an dieser Stelle die „Patientenverfügung“ symbolhaft genannt werden soll. Hans JONAS entwickelte angesichts dieser neuen Herausforderungen seine „Ethik der Fernwirkung“, die als kategorischen Imperativ das Gebot formuliert, stets so zu handeln, dass „die Wirkungen deiner Handlungen

verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden“ [4, S. 36].

Das Problem, ob der wissenschaftlich-technische Fortschritt möglicherweise vielmehr ein Fluch denn ein Segen für die Menschheit ist, lässt sich holzschnittartig anhand einiger weniger Schlagworte verdeutlichen. Dass ein nukleares Inferno ebenso als Bedrohung empfunden wird wie eine mögliche Klimakatastrophe, wird niemand ernsthaft bestreiten wollen. Ebenso einhellig dürften die Fortschritte in der Kommunikationstechnologie sowie bei der „Mobilität als solcher“ auf Zustimmung stoßen. „Mobilität konkret“ hingegen wird durchaus strittig behandelt, wie die Debatten um das Kraftfahrzeug mit möglichst niedrigem Ausstoß an Kohlendioxid sowie eine Kerosinsteuer für Flugzeuge zeigen.

Ein aktuelles Beispiel für die Sorge, das Streben nach Erkenntnisfortschritt könne die Existenz der Erde gefährden, ist die bevorstehende Aufnahme von Experimenten am weltweit leistungsfähigsten Teilchenbeschleuniger im europäischen Kernforschungszentrum CERN in der Nähe von Genf. Selbst Naturwissenschaftler sehen in der Möglichkeit, mit diesem Beschleuniger auch „Schwarze Löcher“ zu erzeugen, die im Universum dann entstehen, wenn irgendwo ein Stern unter dem Einfluss der eigenen Schwerkraft in sich zusammenstürzt, eine große Gefahr. Dr. Ralf LANDUA, Physiker am CERN, ist überzeugt davon, dass mikroskopische Schwarze Löcher der Erde keinen Schaden zufügen können. Zum einen träfen seit Milliarden von Jahren hochenergetische Teilchen auf die Erdatmosphäre – mit zum Teil höheren Energien, als sie in den neuen Experimenten möglich seien. Zum anderen folge aus der Theorie, dass die Lebensdauer eines künstlich erzeugten Schwarzen Loches aufgrund seiner geringen Energie extrem klein sein müsse. Es würde „nicht einmal einen Atomkerndurchmesser weit fliegen“, sondern praktisch sofort „in viele andere Teilchen zerstrahlen“ [6].

Prof. Otto D. RÖSSNER vom Institut für physikalische und theoretische Chemie an der Universität Tübingen schließt dennoch nicht aus, dass die dort erzeugten Schwarzen Löcher sich immer mehr und immer schneller weitere Elementarteilchen einverleiben und dadurch die gesamte Erde auf einen etwa einen Zentimeter großen Punkt schrumpfen lassen könnten [7]. Diese Sorge, mit der er keineswegs allein dasteht, wirft erneut die Frage auf, ob alle technisch zu realisierenden Experimente auch durchgeführt werden dürfen. Ähnlich gelagerte Ängste gingen ja auch der Zündung des Versuchsmusters der ersten Atombombe voraus. Solange die menschliche Neugier sich damit begnügen musste, die Natur lediglich zu erkunden, stellte sich diese Frage nicht. Kolumbus setzte „nur“ sein Leben und das seiner Mannschaften aufs Spiel, als er auszog, den westlichen Seeweg nach Indien zu erkunden. Der Anspruch aber, die Natur auch zu beherrschen, erzeugt wegen der uns fortwährend begleitenden Unsicherheiten unserer Erkenntnis sehr wohl auch existentielle Bedrohungen. Andererseits haben sich bis jetzt bilanzierende Betrachtungen der Physiker auf der Grundlage jenes wahrhaft fundamentalen Satzes von der Erhaltung der Energie als absolut zuverlässig erwiesen.

Praktikabel könnte, sollte man meinen, eine „geteilte Verantwortung“ sein, wonach Wissenschaft sich freiwillig ethischen Normen unterwirft und die

Politik die Verwertung wissenschaftlicher Erkenntnisse regelt. Solcherart gesellschaftlich begründete Grenzziehungen und Verwertungsverbote scheinen auf den ersten Blick zumindest prinzipiell möglich und auch durchsetzbar zu sein. Für eine skeptische Haltung auch in diesem Fall soll noch einmal DÜRRENMATT zu Wort kommen. Der Held seiner Geschichte, der geniale Physiker Möbius, der das System aller möglichen Erfindungen gefunden hatte, muss erfahren, dass alles das, was einmal gedacht wurde, „nicht mehr zurückgenommen“ werden kann [5, S. 335]. Und es wird auch immer Kräfte geben, die eine Verwertung des Denkbaren unter allen Umständen zu erzwingen suchen. Ob allerdings die Prophezeiung aus der Offenbarung des Johannes aus genau diesem Grunde in Erfüllung gehen wird, sehen Christen und Atheisten wahrscheinlich ganz verschieden. „Und ich sah einen neuen Himmel und eine neue Erde; denn der erste Himmel und die erste Erde verging und das Meer ist nicht mehr“, ist unabhängig von Glauben und Weltanschauung eine denkbare Option [8].

Wissenschaftler in totalitären Systemen

„Die Wissenschaft“ als gesellschaftliche Institution findet nicht in einem Raum statt, der frei von außerwissenschaftlichen Interessen ist. Demzufolge sieht sich auch der einzelne Wissenschaftler beständig mit derartigen systemfremden Anmutungen konfrontiert. Wenn man, erfahrungsgemäß leider zu Recht, an der Fähigkeit der Institution zweifeln muss, dem Stand der menschlichen Erkenntnis angemessene ethische Standards zu entwickeln und auch durchzusetzen, so bleibt dennoch die Hoffnung, dass zumindest herausragende Vertreter „der Wissenschaftler“ einen Wertekanon verinnerlicht haben sollten, der ihre Fragestellungen bestimmt und sie die Auswirkungen ihres Tuns sorgsam bedenken lässt.

Am Beispiel der Mitwirkung zweier außergewöhnlicher deutscher Wissenschaftler, Manfred Baron VON ARDENNE und Klaus FUCHS, an der schnellen Herstellung des atomaren Patts nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges soll nunmehr das Thema „Verantwortung des Wissenschaftlers“ von der institutionellen auf die individuelle Ebene „herunter gebrochen“ werden. An diesen beiden Biographien lässt sich nicht nur das grundlegende Dilemma eines Lebens zwischen Freiheit der Forschung und Verantwortung für die Gesellschaft veranschaulichen, sondern auch die spezifischen Zwänge und Versuchungen diktatorischer bzw. totalitärer Herrschaftssysteme werden deutlich.

Spionage und Know-how-Transfer - der sowjetische Weg zur Atombombe

Der Wille des Diktators STALIN, möglichst rasch auch über eine Atombombe zu verfügen, erscheint auf den ersten Blick angesichts der kriegsbedingten Zerstörungen und den daraus abzuleitenden wirtschaftspolitischen Schwerpunkten als eine realitätsferne Wunschvorstellung – ein Herrschern in totalitären Systemen durchaus nicht fremder Wesenszug. Neben dem Wissen darum, wie eine solche Waffe aufgebaut ist, bedurfte es grundlegender wissenschaftlicher und technischer Fähigkeiten, dieses Wissen zumindest erst einmal im Labormaßstab auch umzuset-

zen. Darüber hinaus mussten die erforderlichen Ausgangsstoffe zur Herstellung des Kernsprengstoffs in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Waren diese drei Voraussetzungen erfüllt, so galt es, einen vollkommen neuartigen Zweig der Rüstungsindustrie mit bislang nicht gekannten Anforderungen an Präzision und Sicherheit aufzubauen.

Die erste Voraussetzung, das Wissen um die Konstruktionsprinzipien von Atombomben, konnte auf dem Weg der Spionage geschaffen werden. Wenngleich Industriespionage, noch dazu auf einem derart sensiblen Gebiet wie dem erstmaligen Bau einer Atombombe, niemals von nur einer Person geleistet werden kann, so hat wohl dennoch vor allem der deutsche Physiker Klaus FUCHS dem sowjetischen Geheimdienst die entscheidenden Informationen geliefert.

Auch die zweite Voraussetzung für den Bau der Bombe, die Aneignung des notwendigen Know-hows zur technischen Umsetzung des durch Spionage Erfahrenen, wurde mit Hilfe deutscher Physiker und Ingenieure innerhalb weniger Jahre geschaffen. Neben Nikolaus RIEHL, der den technisch einfachsten Weg zu einer Atombombe ebnete, machte Manfred Baron VON ARDENNE die sowjetischen Wissenschaftler und Techniker mit einem breiten Spektrum von Wissen und Fertigkeiten vertraut, die vor allem der Entwicklung der ersten sowjetischen Kernwaffe zugute kamen, die nach dem Prinzip der Kernsynthese arbeitete.²

Das in Deutschland erbeutete Uran bildete den Ausgangsstoff sowohl für Laborexperimente zur Erprobung und Optimierung aller Verfahren zur Gewinnung des Kernsprengstoffs, als auch für den Aufbau einer nuklearen Rüstungsindustrie. Letzterer stellte den alleinigen, aber zugleich auch einzigen originären Beitrag der Sowjetunion bei der Herstellung des atomaren Patts dar.

Anfang der 1930er Jahre begann Abram Fedorovič IOFFE, der in seiner Jugend einer der fähigsten Schüler Conrad RÖNTGENS in München war, mit dem Aufbau einer Arbeitsrichtung „Physik der Atomkerne“ im Physikalisch-Technischen Institut in Leningrad. Zu seinem Stellvertreter und „faktischen Leiter aller Arbeiten“ bestimmte er den hoch talentierten jungen Physiker Igor’ Vasil’ evič KURČATOV, schreibt Raisa Vasil’evna KUZNECOVA, die Direktorin des Kurčatov-Museums in Moskau [9]. Den Beginn einer diesen Namen tatsächlich verdienenden „sowjetischen Kernphysik“ markiert die Initiative einer Gruppe von Physikern, die sich im März 1938 in einem Brief an Vjačeslav Michailovič MOLOTOV, den Vorsitzenden des Rates der Volkskommissare, wandten und darum baten, den Kernphysikern zwei Gramm Radium und Mittel für den Bau eines Zyklotrons zur Verfügung zu stellen [10, S. 17-20]. Pëtr Leonidovič KAPICA stellte sich als Vorsitzender einer Kommission zur Verfügung, die sich wenige Monate vor der Entdeckung der künstlichen Kernspaltung konstituierte und die Kernphysik auch in der Sowjetunion zu einer eigenständigen Disziplin entwickeln wollte. KAPICA, ein glänzender Physiker, der seine Kenntnisse als Mitarbeiter von Ernest RUTHERFORD in England erworben hatte, war seit dem Sommer 1934 ein Gefangener STALINS,

² Der Begriff „Wasserstoffbombe“ wird allgemein für die Kernsynthesewaffen verwendet, da die erste derartige Bombe den „schweren“ Wasserstoff Tritium als Sprengstoff enthielt.

der ihm nach einem Besuch in seiner Heimat die Rückkehr zu seinem Mentor nach England verwehrte.

Die sowjetische Kernphysik befand sich Ende der 1930er Jahre noch auf einem vergleichsweise bescheidenen Niveau. Zwar gab es seit 1935 Protonenbeschleuniger in Charkov und Leningrad und konnte 1938 in Leningrad ein Zyklotron in Betrieb genommen werden, das aber nicht nur über eine geringe Intensität und niedrige Teilchenenergie verfügte, sondern sich vor allem durch mangelhafte Zuverlässigkeit auszeichnete. Den hohen Anforderungen kernphysikalischer Experimentieranlagen hinsichtlich Präzision und Zuverlässigkeit konnten die Hersteller der einzelnen Komponenten in den 1930er Jahren in der Regel nicht genügen. Dem militärischen Potential der Entdeckung von HAHN und STRABMANN maßen die sowjetischen Physiker um KAPICA und KURČATOV zunächst keine Bedeutung bei.³

Klaus Fuchs – der Spion mit dem reinen Gewissen

Die Nutzung der beim Zerfall des Atomkerns frei werdenden Energie erschloss sich den Sowjets erst dann als realistische Option, als der Geheimdienst NKVD die Regierung über die Pläne der Amerikaner und Engländer unterrichtete, erhebliche Mittel für eine atomare Rüstung bereit zu stellen. Die ersten Informationen über Entscheidungen der britischen Regierung zur Entwicklung atomarer Waffensysteme erreichten den sowjetischen Geheimdienst am 24. September 1941. Sechs Monate hielt Lavrentij Pavlovič BERIJA, Chef des NKVD, diese alarmierenden Berichte zurück. Im März 1942 unterrichtete er STALIN über die britischen Atomforschungen und schlug vor, das Thema „gründlich mit kompetenten Wissenschaftlern“ zu diskutieren. Ein weiteres halbes Jahr später, am 6. Oktober 1942, legte der NKVD dann einen umfassenden Bericht über die englischen und amerikanischen Pläne vor. Daraufhin beschloss STALIN Ende 1942, dass in der Sowjetunion ebenfalls die Entwicklung einer Atombombe in Angriff zu nehmen sei [11, S. 167ff.]. Einen vorderen Platz auf der Prioritätenliste erreichte dieses Projekt allerdings bis zum Ende des Krieges nicht.

Diese prinzipielle Entscheidung für eine atomare militärische Forschung auf dem Höhepunkt der Schlacht um Stalingrad, die zum Wendepunkt des Zweiten Weltkrieges werden sollte, war für STALIN von vornherein ein Wechsel auf die Zukunft. Er begriff sehr wohl, dass sein Land nicht in der Lage war, eine solche Bombe noch im „Großen Vaterländischen Krieg“ zum Einsatz zu bringen. Aber nicht, wie vielleicht zu vermuten KAPICA, sondern KURČATOV wurde zum Leiter des sowjetischen Atomprojekts ernannt.

Wenn auch die Sowjetunion über viele Jahre an der Legende wob, sie habe die Bombe ohne fremde Hilfe bauen können, so räumten russische Autoren in den letzten Jahren ein, dass die detaillierten und kompetenten Informationen ihrer Agenten entscheidend dazu beitrugen, dass die Sowjetunion im Spätsommer 1949

³ KUZNECOVA erwähnt einen Brief des Direktors des Instituts für chemische Physik, Prof. Nikolai Nikolaevič SEMENOV, von Ende 1939 an das Volkskommissariat für Schwermaschinenbau, in dem dieser auf die „mögliche Herstellung von Waffen mit phantastischer Kraft“ hinweist [Vgl. 9, S. 28].

ihre erste Atombombe zünden konnte. „Vor allem dank Hall und Fuchs sollte die sowjetische Atombombe [...] ein exakter Nachbau der Bombe von Alamogordo werden“, dem Ort des Tests der ersten amerikanischen Kernwaffe unweit der Grenze zu Mexiko, betonen ANDREW und MITROCHIN [11, S. 192]. Klaus FUCHS, der 1946 gemeinsam mit dem Mathematiker und Computerpionier John von NEUMANN das Patent einer Wasserstoffbombe anmeldete und deshalb von dem russischen Wissenschaftshistoriker Gennadi GORELIK als „Stammvater der britischen, sowjetischen und amerikanischen Wasserstoffbombe“ angesehen wird [12, S. 27], rechtfertigte seine rein politisch motivierte, völlig uneigennützig Spionage für die Sowjetunion mit der Behauptung, er habe voraussehen können, dass sich die USA nach dem Kriege „die Rolle eines mit dem Atomknüppel ausgerüsteten Weltgendarmen anmaßen würde“. Eine solche Voraussicht, die auf „einer klaren, marxistisch fundierten Analyse komplexer gesellschaftlicher Zusammenhänge und den Erlebnissen in Europa“ fußte, meint sein Neffe Klaus FUCHS-KITTOWSKI, konnte man von den amerikanischen Kollegen nicht erwarten [12, S. 16]. FUCHS legte am 27. Januar 1950 in England ein umfassendes Geständnis ab, wurde zu vierzehn Jahren Haft verurteilt, kam im Juni 1959 auf dem Wege der Begnadigung vorzeitig frei und ging in die DDR [13].

Emil Julius Klaus FUCHS wurde am 29. Dezember 1911 in Rüsselsheim als Sohn des evangelischen Pfarrers Emil FUCHS geboren, der 1950 zum Professor für Systematische Theologie und Religionsphilosophie an der Universität Leipzig berufen wurde. Klaus studierte Mathematik und Physik in Leipzig und Kiel. In Leipzig engagierte er sich zunächst im „Reichsbanner“, einer von der SPD dominierten paramilitärischen Selbstschutzorganisation, und trat schließlich auch in die SPD ein. Als Emil FUCHS 1930 einen Ruf nach Kiel erhielt, zog auch Klaus mit in die Hafenstadt an der Ostsee. Er setzte dort sein Studium fort, verstärkte sein politisches Engagement und fand im Frühsommer 1932 in der Kommunistischen Partei seine endgültige politische Heimat. Von der nationalsozialistischen Studentenschaft der Kieler Universität in einem Akt der Selbstjustiz Anfang 1933 zum Tode verurteilt, ging er nach Berlin „in den Untergrund“ und emigrierte noch im September des gleichen Jahres im Auftrag der KPD nach England [14, S. 13-31]. Dort promovierte er 1938 an der Universität in Edinburgh. Max BORN, der 1954 zusammen mit Walter BOTHE den Nobelpreis für Physik erhalten sollte, zählte Klaus FUCHS im Jahre 1940 zu einem „der zwei oder drei begabtesten theoretischen Physikern der jungen Generation“ und veröffentlichte mit ihm als Koautor eine Reihe von viel beachteten Aufsätzen [14, S. 45]. FUCHS war außergewöhnlich vielseitig und befasste sich mit der Elektronentheorie von Metallen, mit Statistischer Mechanik sowie mit Relativitätstheorie, Quantenfeldtheorie und mit der Theorie des Atomkerns. Mit der Arbeit „The Conductivity of Thin Metallic Film According to the Electron Theory of Metals“, die 1938 in den Proceedings of the Cambridge Philosophical Society erschien und von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der Mikroelektronik war, sollte FUCHS später zum meist zitierten Wissenschaftler der DDR überhaupt avancieren [12, S. 21].

Rudolf PEIERLS, damals Professor für Mathematische Physik an der Universität Birmingham, konnte FUCHS im Sommer 1941 für eine Mitarbeit am britischen Atombombenprojekt „Tube Alloys“ gewinnen. Ein Jahr darauf, im Spätsommer 1942, stellte Jürgen KUCZYNSKI, der später wohl bekannteste Wirtschaftshistoriker der DDR, den Kontakt zwischen FUCHS und seiner Schwester Ruth WERNER her, die als „Kundschafterin“ für den sowjetischen Geheimdienst arbeitete [13, S. 138]. Ab Herbst 1943 beschäftigte sich FUCHS im Rahmen des „Manhattan-Projekt“ in den USA mit Gasdiffusionsanlagen zur Isotopentrennung, galt er doch als einer der absoluten „Topspezialisten für den Gasdiffusionsprozess“ [14, S. 94]. Im Sommer 1944 schließlich konnte er den Status eines Spezialisten überwinden und erlangte eine herausgehobene Stellung innerhalb des Gesamtprojekts. Das versetzte ihn in die Lage, dem sowjetischen Geheimdienst „Informationen von einer Qualität und Bedeutung“ übergeben zu können, „mit denen noch kurze Zeit zuvor keiner der Beteiligten rechnen konnte“ [14, S. 112]. Wenn Klaus FUCHS je so etwas wie Dankbarkeit gegenüber dem Land verspürt haben sollte, das ihn aufnahm und ihm Schutz vor den Nationalsozialisten gewährte, so wurde diese von dem politisch motiviertem Zwang verdrängt, der kommunistischen Diktatur STALINS auf eine Weise dienen zu wollen, wie dies kein anderer Wissenschaftler konnte. *„Ich hatte nie das Gefühl, mir etwas zuschulden kommen zu lassen, als ich Moskau mein Geheimwissen zur Verfügung stellte. Es wäre mir wie ein sträfliches Versäumnis erschienen, das nicht zu tun“* [15, S. 419]. So äußerte er sich gegenüber Markus WOLF, dem Chef der Auslandsaufklärung des Ministeriums für Staatssicherheit der DDR. Ein wenig zugespitzt, könnte FUCHS nicht nur als „größter Spion aller Zeiten“, sondern auch als „Erfinder“ des atomaren Patts in die Geschichte eingehen.

Als homo politicus wurde FUCHS von den kommunistischen Idealen einer alle Menschen glücklich machenden, gerechten Weltordnung sowie der Hoffnung auf die friedenserhaltende Wirkung des nuklearen Patts zwischen den Supermächten getrieben. Den Physiker FUCHS trieben offensichtlich wissenschaftliche Neugier und persönlicher Ehrgeiz nicht minder an. Nur so ist es zu verstehen, dass er nach dem Einsatz der Atombomben gegen Hiroshima und Nagasaki keinerlei Skrupel hatte, sich weitere, noch furchtbarere Kernwaffen auszudenken. Wie bereits erwähnt, meldete er gemeinsam mit John VON NEUMANN im Jahre 1946 das Patent zur Zündung einer Wasserstoffbombe an. Der Versuchung, das Denkbare, nämlich die Kernfusion, im Experiment zu bestätigen, konnte der Physiker FUCHS auch dann nicht widerstehen, als die Vereinigten Staaten aller Welt die fatalen Folgen nuklearer Waffen so nachdrücklich vor Augen geführt hatten. Wichtig schien ihm lediglich zu sein, dass die kommunistische Sowjetunion ebenfalls über die neuesten Massenvernichtungsmittel verfügte.



Abb. 3
Identification Card von Los Alamos.

FUCHS war keineswegs der einzige sowjetische Spion im „Manhattan-Project“. Zu den wenigen Ausnahmen unter den amerikanischen Wissenschaftlern, die zu „einer klaren, marxistisch fundierten Analyse komplexer gesellschaftlicher Zusammenhänge“ im Sinne von FUCHS-KITTOWSKI fähig waren, gehörte der „brillante, frühreife Harvard-Physiker Theodore Alvin HALL“. Der hatte sich als Neunzehnjähriger im November 1944 zur Zusammenarbeit mit dem sowjetischen Geheimdienst bereit erklärt, weil seiner Überzeugung nach „ein amerikanisches Atommonopol den Frieden der Nachkriegswelt gefährden würde“ [11, S. 187]. Schon in der Frühphase der atomaren Rüstung tauchte bei Wissenschaftlern und Intellektuellen, die sich vom mythischen Image des sowjetischen Arbeiter- und Bauernstaates und dessen Gesellschaftsutopie vom Paradies auf Erden angezogen fühlten, jenes Argument auf, das später zur allseits akzeptierten These von der „friedenserhaltenden Wirkung des atomaren Patts“ weiterentwickelt wurde – eine These, die es den Wissenschaftlern und Ingenieuren in West und Ost ermöglichte, eventuelle moralische Bedenken beiseite zu schieben.

Manfred von Ardenne – unfreiwilliger aber erfolgreicher Know-how-Transfer

Das durch Spionage erreichte Wissen um die Möglichkeit einer Atom-bombe überhaupt und detaillierte Kenntnisse über die technische Umsetzung waren

zwar wichtig, aber nicht mehr als ein erster Schritt zur sowjetischen Bombe. Auch der zweite Schritt, nämlich die Beherrschung der unterschiedlichen Technologien zur Gewinnung des Kernsprengstoffs, konnte nur mit fremder Hilfe gegangen werden. Zahlreiche deutsche Wissenschaftler und Ingenieure sorgten hier mehr oder weniger freiwillig für den dringend benötigten Know-how-Transfer, um die sowjetische Industrie auf das erforderliche Niveau zu bringen.

Am Beispiel der elektromagnetischen Isotopentrennung, dem Arbeitsgebiet Manfred VON ARDENNES, lässt sich das Leistungsvermögen der wichtigsten Industriezweige sehr eindrucksvoll den Anforderungen der neuen Technologien gegenüberstellen. Die elektrotechnische Industrie der Sowjetunion hatte bislang Elektromagneten mit einem Gewicht von maximal 30 Tonnen hergestellt. Die Anlagen zur Trennung der beiden Uran-Isotope mit den Massenzahlen 235 bzw. 238 voneinander mussten mit Magneten von etwa 3.000 Tonnen Gewicht ausgestattet werden – ein Sprung um zwei Größenordnungen. Für die Stabilität der Stromversorgungseinrichtungen der Ionenquellen galten Schwankungen von einem hundertstel Prozent als gerade noch tolerierbar – auch das waren bislang nicht gekannte Anforderungen.

Auch die vakuumtechnische Industrie, sofern man von einem solchen Industriezweig überhaupt sprechen konnte, stand vor nie gekannten Herausforderungen. Für die Isotopentrennung wurden Pumpen mit einer Saugleistung von bis zu 20.000 Litern in der Sekunde benötigt. Verfügbar waren jedoch lediglich Aggregate mit Leistungen im Bereich von 15 bis 20 Litern in der Sekunde. Defizite kennzeichneten auch den „Markt“ an Betriebsstoffen, wie z. B. Ölen für Diffusionspumpen, aber auch von Zubehör, wie Ventile und Vakuummessgeräte.

Das Verschweigen der entscheidenden Beiträge internierter deutscher Wissenschaftler durch den Know-how-Transfer ist Teil der sowjetischen Legende von der eigenständigen Entwicklung der Atombombe. Nicht nur aufgrund seiner Universalität, sondern auch wegen des besonderen Umgangs mit seinem Beitrag zum nuklearen Patt spielte Manfred VON ARDENNE auch dabei eine herausragende Rolle. Am 20. Januar 1907 in Hamburg geboren, meldete ARDENNE bereits als sechzehnjähriger Schüler sein erstes Patent auf dem Gebiet der Rundfunktechnik an. Im Alter von 21 Jahren gründete er sein privates Forschungslabor und veröffentlichte ein Jahr später das Buch „Verstärkermesstechnik“. Im Jahre 1930 gelang ihm die weltweit erste vollelektronische Fernsehübertragung. Rundfunk-, Nachrichten- und Fernsehtechnik standen von 1930 bis etwa 1937 im Mittelpunkt seines Interesses. Dann wandte er sich der Elektronenmikroskopie zu, baute Anfang der 1940er Jahre das leistungsfähigste Durchstrahlungsmikroskop der Welt und erfand 1937 das Raster-Elektronenmikroskop. Nach der Entdeckung der künstlichen Kernspaltung faszinierte ihn sofort die experimentelle Kernphysik. Ab 1940 errichtete er in seinem Labor eine Reihe von Anlagen für die kernphysikalische Grundlagenforschung. 1942 ging aus der Gruppe der Linearbeschleuniger ein Van-de-Graaff-Generator mit einer Beschleunigungsspannung von einer Million Volt in Betrieb. Schon 1941 begann der Bau eines Zirkularbeschleunigers, eines 60-Tonnen-Zyklotrons. Von 1942 bis zum Kriegsende 1945 experimentierte er an

einem Magnetischen Massentrenner mit einer Plasma-Dampf-Ionenquelle. Die Arbeiten zur Isotopentrennung sollten nach dem Krieg zu seinem Hauptarbeitsgebiet in der Sowjetunion werden. Im Jahre 1943 nahm in seinem Labor auch ein Massenspektrometer seinen Betrieb auf. Wenngleich ARDENNE für seine kernphysikalischen Arbeiten die höchste Dringlichkeitsstufe zugestanden bekam, bescheinigte ihm ein karrierebewusster und umtriebiger zeitweiliger Mitarbeiter, die Kriegswichtigkeit seiner Forschungen nur vorzutäuschen und in Wahrheit „Sabotage kriegswichtiger Forschungen“ zu betreiben.⁴

In den letzten Monaten des Krieges schlug ARDENNE das Angebot aus, sein Institut nach dem Westen Deutschlands zu verlagern [16, S. 150f]. Er fürchtete die damit verbundenen unvermeidlichen Schäden und Verluste [16, S. 224]. Da die sowjetischen Truppen vor den Amerikanern in Berlin eintrafen, richtete er „ein Schreiben an den Genossen Stalin und bot er der Sowjetregierung seine Dienste an“, heißt es in einer Akte des MfS [17]. ARDENNE selbst nennt den 10. Mai 1945 als den Tag, an dem er auf Anraten von Generaloberst V. A. MACHNĚV einen Antrag auf wissenschaftliche Zusammenarbeit an die „zuständigen Stellen der UdSSR“ richtete [18, S. 152]. Er adressierte diesen Antrag an STALIN persönlich und beendete sein Schreiben mit den Worten: „Mit dem heutigen Tage stelle ich der sowjetischen Regierung sowohl meine Institute als auch mich selbst zur Verfügung“ [19]. Als ARDENNE seine Unterschrift unter diesen Brief setzte, war das Grundstück in Lichterfelde allerdings durch etwa 150 sowjetische Soldaten abgeriegelt. „Unter Schutz gestellt“ umschrieb er diese Art von Erpressung [18, S. 152].

Als Kriegsbeute fielen STALIN aber nicht nur zahlreiche führende deutsche Wissenschaftler und Ingenieure, sondern auch etwa 200 Tonnen Uran belgischer Herkunft in die Hände. Unmittelbar nach dem Abwurf der Atombomben durch die USA ordnete er an, in einem Land, das nach dem gewonnenen Krieg daran gehen konnte, die enormen Zerstörungen zu beseitigen und den Menschen die Rückkehr in ein normales Leben zu ermöglichen, ein dem amerikanischen „Manhattan-Project“ vergleichbares Vorhaben zu implementieren. Das bereits am Beispiel der elektrotechnischen wie der Vakuumindustrie veranschaulichte bescheidene technologische Niveau der sowjetischen Industrie lässt ahnen, dass der Aufwand für ein solches Projekt sehr viel größer sein musste als im Fall des „Manhattan-Project“.

Am 20. August 1945 bildete STALIN ein neunköpfiges Spezialkomitee unter Leitung seines Intimus BERIJA, dem neben Spitzenfunktionären und ranghohen Militärs auch die beiden Physiker KURČATOV und KAPICA angehörten. Diesem politischen Gremium wurde ein „Technischer Rat“ an die Seite gestellt, in den vorwiegend Wissenschaftler berufen wurden. Ein Jahr darauf beschäftigte das Netzwerk der nuklearen Rüstung in seinen 52 Laboratorien und Fabriken bereits knapp 11.000 Mitarbeiter. ARDENNE, der ein Kernforschungsinstitut in Suchumi am Schwarzen Meer aufbaute und leitete, erhielt bereits am 8. Januar 1947 mit

⁴ Gedankt sei hier meinem Berliner Kollegen Rainer KARLSCH für diese Informationen aus dem Nachlass des Physikers Dr. Ronald RICHTER.

dem „Staatspreis“ eine hohe Auszeichnung. In seinem Institut arbeiteten gestandene und anerkannte Kapazitäten wie Peter Adolf THIESSEN sowie zahlreiche Wissenschaftler, die dort die Grundlage für eine spätere Karriere in der DDR legten, wie z. B. Max STEENBECK.

Der Chemiker THIESSEN, von 1935 bis 1945 Direktor des Instituts für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem, trat nicht nur bereits 1925 der NSDAP bei, sondern bekleidete als Abteilungsleiter im Reichsforschungsrat auch eine Schlüsselposition im Wissenschaftsbetrieb des „Dritten Reiches“. Gleiches gelang ihm später in der DDR als Vorsitzender des Forschungsrates sowie ab 1960 als Mitglied des Staatsrates.

STEENBECK, als Physiker schon 1934 an der Entwicklung eines Betatrons beteiligt, entwickelte als Mitarbeiter ARDENNES 1947 die erste Gaszentrifuge zur Trennung von Uranisotopen und wurde nach dem Ausscheiden THIESSENS dessen Nachfolger als Vorsitzender des Forschungsrates. Als Direktor des VEB Entwicklung und Projektierung kerntechnischer Anlagen prägte er in den Jahren von 1957 bis 1962 maßgeblich den Aufbau von Kernforschung und Kerntechnik in der DDR.

Das nukleare Patt der Supermächte

Am 29. August 1949 um 6:00 Uhr Ortszeit konnte in der kasachischen Steppe bei Semipalatinsk die erste sowjetische Atombombe getestet werden. Es handelte sich um eine Waffe, in der Plutonium als Kernsprengstoff verwendet wurde und die dank der präzisen Informationen von Klaus FUCHS eine Kopie des amerikanischen Vorbildes darstellte. Jene „Fat Man“ genannte und nach dem Implosionsprinzip arbeitende Plutoniumbombe hatten die Amerikaner auf Nagasaki abgeworfen. Das Plutonium für Stalins „Fat Man“ wurde in einem Kernreaktor gewonnen, der mit metallischem Uran als Brennstoff arbeitete, das nach dem Verfahren von Nikolaus RIEHL hergestellt wurde. Mit dem Stalinpreis, dem Leninorden und der Verleihung des Titels „Held der sozialistischen Arbeit“ sowie einer beinahe luxuriös zu nennenden Datscha erhielt RIEHL die höchsten Ehrungen und Prämien aller bei diesem Vorhaben mitwirkenden deutschen Spezialisten. Das von ARDENNE bearbeitete Verfahren zur Separierung von bombenfähigem Uran-235 erwies sich als zu kompliziert, um damit den Sprengstoff für die erste sowjetische Bombe herzustellen. Das galt übrigens für alle physikalischen Verfahren der Isotopentrennung. Ein Kernreaktor stellte wesentlich geringere Anforderungen an das technologische Niveau der jungen sowjetischen Nuklearindustrie und erwies sich deshalb als einfacher zu realisieren.

Das elektromagnetische Verfahren der Isotopentrennung eignet sich aufgrund seiner geringen Effektivität nicht zur Herstellung solcher Mengen an Uran-235, wie sie für die Atombombe benötigt werden. Ganz anders sind die Verhältnisse aber bei der Trennung leichter Isotope, sodass mit dem weiterentwickelten Ardenne'schen Verfahren das Isotop Lithium-6 für die erste sowjetische Nuklearwaffe gewonnen werden konnte, die nicht nach dem Prinzip der Kernspaltung, sondern der Kernsynthese funktionierte. Mit der Zündung ihrer ersten Fusionsbombe am 12. August 1953 übernahmen die Sowjets auch erstmals die Führung im nuklearen

Wettrüsten. Am 31. Dezember 1953 erhielt ARDENNE den hoch dotierten Stalinpreis 2. Klasse für seinen Beitrag zur „Entwicklung industrieller Verfahren der elektromagnetischen Isotopentrennung und Gewinnung von Lithium-6“ [20, S. 125f]. Er ist der einzige Deutsche, der durch die Sowjetunion für Beiträge zu Kernsynthesewaffen ausgezeichnet wurde. Im August 1953 befand er sich allerdings schon längst in der „Quarantäne“ und bereitete sich intensiv auf die Rückkehr nach Deutschland vor. Wahrscheinlich wird er die wahren Gründe für seine späte Auszeichnung mit dem Stalinpreis gar nicht erfahren haben. All sein Wissen hatte er in den zurückliegenden Jahren an die sowjetischen Kollegen weitergegeben, und diese waren nicht mehr auf seine Hilfe bzw. die Fähigkeiten der anderen deutschen Spezialisten angewiesen. Eine Erfahrung, die nahezu zeitgleich auch die Flugzeug- und Raketenentwickler an den unterschiedlichen Standorten in der Sowjetunion machten [21].

Ardenne und Fuchs in der DDR

ARDENNES Entscheidung für die DDR als künftiger Lebensmittelpunkt hatte sehr viel weniger mit seiner durchaus vorhandenen Sympathie für das Experiment einer sozialistischen Gesellschaftsordnung zu tun, sondern wurde vor allem dadurch erzwungen, dass er nur in diesem Fall auch weiterhin Eigentümer der experimentellen Ausrüstungen seines privaten Forschungsinstituts bleiben konnte. Hätte er sich für die Bundesrepublik entschieden, wäre dieses Eigentum in der Sowjetunion verblieben, als Reparationsleistung deklariert. Der damalige SED-Chef Walter ULBRICHT schmückte die DDR und auch sich selbst mit dem renommierten Stalinpreisträger und gewährte ihm einen privilegierten Status. ARDENNE konnte im von Ausbeutung befreiten „ersten Arbeiter- und Bauernstaat auf deutschem Boden“ sein Institut als privater Unternehmer führen - staatlich gefördert und steuerlich begünstigt. Aber nicht nur das, er avancierte zu ULBRICHTS Berater und zum „Vorzeigewissenschaftler“. Diesen Status verlor er sehr schnell, nachdem HONECKER seinen Ziehvater ULBRICHT entmachtete hatte. ARDENNE gelang es jedoch, in einem Jahrzehnte währenden Kampf die Verstaatlichung seines Instituts zu verhindern sowie dessen Unterwanderung durch die Staatspartei zumindest erträglich zu gestalten.

Verantwortung trug ARDENNE nicht nur als Wissenschaftler, sondern auch als Unternehmer. Er bot seinen zuletzt rund 500 Mitarbeitern einen interessanten und anspruchsvollen Arbeitsplatz. Zahlreiche dieser Mitarbeiter, die aus politischen oder weltanschaulichen Gründen im volkseigenen Sektor unter Diskriminierung zu leiden hatten, konnten sich bei ihm frei entfalten. Darüber hinaus wurde er nicht müde, immer wieder vor einem nuklearen Inferno zu warnen. Nicht in jedem Falle agierte er dabei glücklich, ja er beschädigte sogar seinen internationalen Ruf durch öffentliche Äußerungen im klassenkämpferischen Jargon der SED.



Abb. 4

Gegenseitige Wertschätzung bildete die Grundlage für ein gutes Einvernehmen zwischen Ardenne und dem SED-Chef Ulbricht.

Klaus FUCHS wurde nach seiner Ankunft in der DDR gegen den Widerstand des damaligen Direktors Heinz BARWICH im Range eines Stellvertretenden Direktors als Leiter der Arbeitsgruppe für theoretische Reaktorphysik am Zentralinstitut für Kernforschung der Akademie der Wissenschaften (AdW) in Rossendorf bei Dresden angestellt. Dort setzte er 1962 die Etablierung von Forschungen zum Natriumgekühlten Schnellen Brutreaktor durch, womit er einen eigenständigen Beitrag der DDR zur Entwicklung von Kernkraftwerken leisten wollte. 1964 schlug er dann vor, alle Komplexe des so genannten Kernbrennstoffzyklus zu bearbeiten. Dazu gehörten vor allem die Wiederaufarbeitung und Refabrikation der Brennelemente sowie eine dauerhafte Entsorgung der radioaktiven Abfälle. Innerhalb weniger Jahre erwies sich der Kernbrennstoffzyklus als eine Nummer zu groß für die kleine DDR. FUCHS verließ Rossendorf und übernahm in Berlin die Leitung des Forschungsbereichs Physik, Kern- und Werkstoffwissenschaften der AdW. Neben seiner wissenschaftlichen Führungstätigkeit in Rossendorf lehrte FUCHS seit 1961 auch als Professor für theoretische Physik an der Technischen Universität in Dresden. Im Gegensatz zu ARDENNE, dem diese Ehre versagt blieb, wurde FUCHS 1972 zum Ordentlichen Mitglied der AdW gewählt. Der Kommunist FUCHS machte aber auch in der SED Karriere. Er wurde 1967 in das Zentralkomitee gewählt. 1979 übernahm er den Vorsitz der wissenschaftlichen Räte für Probleme der energetischen und mikroelektronischen Grundlagenforschung. 1983 wurde er auch Mitglied des Komitees für wissenschaftliche Fragen der Sicherung des Friedens und der Abrüstung. Klaus FUCHS starb am 28. Januar 1988. Bis zum Ende seines Lebens hoffte er vergeblich auf eine Würdigung jener in der Tat selbstlosen Spionage, die der Sowjetunion innerhalb kurzer Zeit zur Atombombe verhalf und der

Welt das nukleare Patt bescherte. Nur zögerlich wird inzwischen von der Politik und der Wissenschaft in Rußland der bedeutende Beitrag deutscher Wissenschaftler und Ingenieure beim (Nach)Bau der Atombombe eingestanden.



Abb. 5
Einsteinhaus Caputh 1981 (v. l. Dr. Klemm und die Professoren Fuchs, Treder, Thiessen, Rompe, Stiller).

Manfred VON ARDENNE, wissenschaftliches Genie und charismatische Persönlichkeit, blieb trotz seines Arrangements mit den Mächtigen in Politik und Gesellschaft dreier totalitärer Diktaturen Zeit seines Lebens ein zutiefst unpolitischer Pragmatiker – eine Behauptung, die angesichts seiner permanenten Bemühungen um Reformen in der DDR und seines oft geschickt inszenierten Eintretens für eine weltweite Abrüstung auf den ersten Blick durchaus als Widerspruch erscheinen mag. Seine Mitwirkung an der nachholenden sowjetischen atomaren Aufrüstung erfolgte zwar unfreiwillig, aber dennoch mit großem Engagement und letzten Endes auch sehr erfolgreich.

Klaus FUCHS, der introvertierte Kommunist und Idealist, wurde aus Sympathie für eine Gesellschaftsutopie zum wohl bedeutendsten Spion der Geschichte. Mag es auch ein wenig übertrieben scheinen, ihn als den „Erfinder“ des nuklearen

Patts zu bezeichnen, so ist es eher eine Untertreibung, in ARDENNE lediglich einen „Beförderer“ eben dieses Gleichgewichts des Schreckens zu sehen. Beide zeichneten sich neben den schon mehrfach erwähnten überragenden intellektuellen Fähigkeiten sowohl durch großen persönlichen Ehrgeiz, als auch durch die Bereitschaft aus, Verantwortung in der sowie für die Gesellschaft zu übernehmen. Obwohl sich in Dresden trotz räumlicher Nähe zwischen dem genialen „Macher“ und dem philosophierenden Theoretiker keine Annäherung oder gar Freundschaft entwickelte, glaubten beide in den Zeiten des Kalten Krieges und des Wettstreits der Systeme an die friedenserhaltende Wirkung des atomaren Patts. In der Tat verzichtete nationalstaatliche bzw. paktgebundene Politik selbst in ernsthaften Krisensituationen, wie z. B. der Blockade Westberlins durch die Sowjetunion im Sommer 1948, dem Bau der Berliner Mauer im August 1961 wie auch der Kubakrise im Oktober 1962 auf einen Einsatz von Massenvernichtungsmitteln dieser Qualität. ARDENNE und FUCHS und all die anderen Wissenschaftler und Ingenieure des Ostblocks sahen in dieser These ein ethisches Fundament ihrer freiwilligen oder erzwungenen, in jedem Fall aber engagierten Mitwirkung. Ihre Kollegen im Westen befanden sich in der wesentlich komfortableren Situation, ihr ursprüngliches Engagement mit dem Hinweis auf die Bedrohung durch das „Dritte Reich“ rechtfertigen zu können. Später diente die These von der friedenserhaltenden Wirkung des Gleichgewichts des Schreckens beiden Seiten als willkommenes Alibi.

Mit scheinbarer Ernsthaftigkeit und Glaubwürdigkeit führten die Vereinigten Staaten und die Sowjetunion gleichzeitig Verhandlungen über Abrüstung bzw. Rüstungsbegrenzung und forcierten den Ausbau sowie die Modernisierung ihrer nuklearen Waffenarsenale. In diesem Wettlauf erwies sich schließlich das kommunistische Kommandosystem der Zentralplanwirtschaft dem kapitalistischen freien Spiel der Kräfte als nicht gewachsen. Nach dem Zusammenbruch des Kommunismus sowie der gewachsenen Zahl von Staaten, die über atomare Waffensysteme verfügen, ist nicht nur die Welt eine andere geworden, sondern stellt sich auch die Frage nach der politischen Sprengkraft dieser Waffen neu. „Die Gefahr eines großen Nuklearkriegs hat also abgenommen, die eines kleineren wird künftig zunehmen“, beschreibt Reinhard WOLF bereits 1995 die Weltlage [22].

Wie Terroristen künftig damit umgehen, lässt sich heute ohnehin noch nicht sagen. Zu Optimismus besteht aber wohl kaum ein Anlass. Die Umkehrung der These, nämlich dass der Frieden auch in der Vergangenheit trotz des atomaren Patts bewahrt werden konnte, erscheint plötzlich durchaus plausibel. Trotz aller Lippenbekenntnisse und Vereinbarungen zur Verhinderung einer Verbreitung von Atomwaffen steigt die Zahl der Länder, die über Atomwaffen verfügen, ständig weiter an. Von einem Gleichgewicht des Schreckens zwischen zwei miteinander konkurrierenden Systemen kann längst keine Rede mehr sein. An die Stelle der ohnehin fragilen Konstruktion des atomaren Patts zweier lange Zeit gleichstarker Rivalen einer bipolaren trat das ebenso bedenkliche labile Gleichgewicht des Schreckens einer multipolaren nuklearen Welt. Das Ausbleiben des größten anzunehmenden Unfalls, des Super-GAU's, hängt vom Verantwortungsbewusstsein etwa eines Dutzends von Akteuren ab – oder vom Zufall?

Bildnachweis:

Die Fotos 1 und 2 stammen vom Autor, die Fotos 3 und 5 wurden mit Einverständnis von Eberhard PANITZ seinem Buch „Treffpunkt Banburry oder Wie die Atombombe zu den Russen kam. Klaus Fuchs, Ruth Werner und der größte Spionagefall der Geschichte“ [13] entnommen. Die Abbildung 4 entstammt dem Nachlass Manfred VON ARDENNES.

Literatur

- [1] Coulmas, F.: Hiroshima: Geschichte und Nachgeschichte. München: Beck, 2005, S. 101-113.
- [2] Stürmer, M.: Nukleare Waffen. Übermacht und Ohnmacht. In: Salewski, M. (Hrsg.): Das Zeitalter der Bombe. Die Geschichte der atomaren Bedrohung von Hiroshima bis heute. München: Beck, 1995, S. 299-315.
- [3] Scheibe, E.: Die Philosophie der Physiker. München: Beck, 2006, S. 14.
- [4] Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 1984.
- [5] Dürrenmatt, Fr.: Komödien. Berlin: Volk und Welt, 1965.
- [6] Landua, R.: Am Rand der Dimensionen. Gespräche über die Physik am CERN. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 2008, S. 84.
- [7] Dresdner Neueste Nachrichten vom 6. Mai 2008.
- [8] Die Bibel, Das neue Testament, Die Offenbarung des Johannes, Kapitel 21, 1.
- [9] Kuznecova, R. V.: Kurčatov v žizni: pis'ma, dokumenty, vospominaniâ. Moskva, 2007, S. 24.
- [10] Brief von Wissenschaftlern des Leningrader PTIs an den Vorsitzenden des Rates der Volkskommissare V. M. Molotov über die experimentelle Grundlage der Kernforschung vom 5.3.1938. In: Rjabev: Atomnyj proekt SSSR. Čast' 1.
- [11] Andrew, Chr.; Mitrochin, V.: Das Schwarzbuch des KGB. Moskaus Kampf gegen den Westen. München: Ullstein, 1999.
- [12] Fuchs-Kittowski, K.: Der humanistische Auftrag in der Wissenschaft – unerbitlich für Klaus Fuchs. Vortragsmanuskript. Berlin, 2003.
- [13] Panitz, E.: Treffpunkt Banburry oder Wie die Atombombe zu den Russen kam. Klaus Fuchs, Ruth Werner und der größte Spionagefall der Geschichte. Berlin: Das Neue Berlin, 2003.
- [14] Friedmann, R.: Der Mann, der kein Spion war: das Leben des Kommunisten und Wissenschaftlers Klaus Fuchs. Rostock: Koch, 2005.
- [15] Wolf, M.: Spionagechef im geheimen Krieg: Erinnerungen. München: Ullstein, 1997.
- [16] Ardenne, M. v.: Erinnerungen, fortgeschrieben: ein Forscherleben im Jahrhundert des Wandels der Wissenschaften und politische Systeme. Düsseldorf: Droste, 1997.
- [17] BStU Ast. Dresden, AOP 2554/76, Bd. 40, Bl. 104.
- [18] Ardenne, M. v.: Ein glückliches Leben für Technik und Forschung. Berlin: Verl. der Nation, 1972.

- [19] Karlsch, R.: Hitlers Bombe. München: Dt. Verl. - Anst., 2005, S. 263.
- [20] Barkleit, G.: Manfred von Ardenne: Selbstverwirklichung im Jahrhundert der Diktaturen. Berlin: Duncker & Humblot, 2008, S. 125 f.
- [21] Uhl, M.: Stalins V-2. Der Technologietransfer der deutschen Fernlenkwaffentechnik in die UdSSR und der Aufbau der sowjetischen Raketenindustrie 1945-1959. Bonn: Bernard und Graefe, 2001, S. 205-212.
- [22] Wolf, R.: Nukleare Rüstungskonkurrenz: Ursachen, Auswirkungen und Perspektiven. In: Salewski, M.: Zeitalter der Bombe. München: Beck, 1995, S. 189-211.

Andere über Ostwald

Wladimir und Karin Reschetilowski

Die „Oberlausitzer Heimatblätter“ (2007, Heft 15) [1] beschäftigen sich mit dem Leben und Wirken von Alwin MITTASCH (1869 - 1953), einem der späteren Pioniere auf dem Gebiet der heterogenen Katalyse, der während seines Chemiestudiums in Leipzig eine besondere Förderung durch Wilhelm OSTWALD erfuhr.

Wer war Alwin Mittasch und in welchem Zusammenhang steht er zu Wilhelm Ostwald?

Mit diesem kleinen Exkurs in die Wissenschaftsgeschichte soll die Frage beantwortet werden.

Am 27. Dezember 1869 erblickte Paul Alwin MITTASCH in Großdehsa (bei Löbau) das Licht der Welt. In einer bäuerlichen Umgebung aufwachsend wurde er schon sehr früh dazu angehalten, den Lebensunterhalt der Großfamilie sichern zu helfen. Aufgrund knapper finanzieller Mittel konnte der gute Schüler das Gymnasium leider nicht besuchen. Im Alter von 13 Jahren (nach der 7. Volksschulklasse) kam er auf das Landständische Lehrerseminar in Bautzen. Die 6-jährige Ausbildungszeit gefiel ihm, durch Klavier- und Orgelspiel lernte er viele Freunde kennen und konnte auch seine Finanzen etwas aufbessern. Nach Beendigung der Lehrzeit war er bereits mit 19 Jahren Lehrer in dem Kirchdorf Klix.

1892 verließ der damals 22-jährige Alwin MITTASCH das kleine Klix, um auf Anraten seines Bruders eine Stelle in Leipzig anzutreten. Schon bald nutzte der wissbegierige junge Lehrer den Vorteil Leipzigs, neben dem Schulunterricht auch Vorlesungen an der Universität hören zu können. Sein Interesse galt besonders den Psychologie-Vorlesungen von Prof. Wilhelm WUNDT. Dabei stellte MITTASCH aber auch seine naturwissenschaftlichen Wissenslücken fest, was ihn dazu anregte, ebenso die Vorlesungen von Prof. Wilhelm OSTWALD zu besuchen. Dieser imponierte dem wissensdurstigen MITTASCH so sehr, dass in dem damals 25-jährigen der Wunsch heranreifte, die Naturwissenschaften nicht nur als Hilfsmittel für seine pädagogische Entwicklung nutzen zu wollen. Er wollte Naturwissenschaften – speziell Chemie – studieren. Sein Ziel war es, Lehrer für den Chemie- und Physikunterricht an einer Höheren Schule zu werden.

In seinen Annalen nennt es Alwin MITTASCH einen glücklichen Umstand, dass Wilhelm OSTWALD eine besondere Vorliebe für „Studenten mit einer nicht traditionellen, unregelmäßigen Vorbildung“ - also für solche hatte, die sich jede Studienstapen hart und in besonderer Weise erkämpfen mussten. OSTWALD war der Meinung, dass aus einem Jungen, der keine eigenen Denkwege zu gehen vermag, auch kein Student oder Forscher werden kann.

Nach erfolgreicher Ablegung des damals neu eingeführten Verbandsexamens chemischer Universitätslaboratorien begann MITTASCH, permanent unter großem Zeitdruck stehend, im Ostwald'schen Institut unter Leitung von Max BODENSTEIN an dem „chemischen Dokortitel“ zu basteln. Dabei beschäftigte er sich erstmals mit der Katalyse, die ihn auf seinem weiteren wissenschaftlichen und beruflichen Lebensweg nicht mehr losließ. Das Dokorexamen hat Alwin MITTASCH mit „summa cum laude“ absolviert. Am 19. Dezember 1901 ist sein Traum in Erfüllung gegangen: er wurde 32-jährig zum Doktor der Philosophie promoviert und nach Quittierung des Schuldienstes 1902 als Assistent bei Wilhelm OSTWALD angestellt. Leider war ihm aufgrund des fehlenden Abiturs und eines weiteren Staatsexamens die Laufbahn als Hochschullehrer verwehrt. Er zog es daher vor, in die Industriepraxis überzuwechseln.

Alwin MITTASCH war es auch, der später bei der Badischen Anilin- und Sodafabrik (BASF) in Ludwigshafen den technisch brauchbaren, praktisch noch heute angewandten Ammoniakkatalysator entwickelte und damit die Mehrstoffkatalysatoren in die Technik einführte.

In seinen Lebenslinien erwähnt OSTWALD seinen ehemaligen Assistenten Alwin MITTASCH in folgendem Zusammenhang: *„Während ich dieses schreibe, liegt vor mir ein zusammenfassender Bericht, der hauptsächlich die technischen Anwendungen der Katalyse zum Gegenstand hat, wie sie an der größten chemischen Fabrik Deutschlands und wohl auch der Welt von einem meiner damaligen Schüler, A. MITTASCH entwickelt wurde“* [2].

Alwin MITTASCH starb am 27.12.1953 in Heidelberg. Er wurde auf dem Heidelberger Bergfriedhof in der Familiengrabstätte beigesetzt.

Zu seinem Andenken stiftete die BASF AG 1990 die Alwin Mittasch-Medaille, um europaweit grundlegende Arbeiten zur heterogenen Katalyse und deren Anwendung in der Industrie zu würdigen. Seit 2006 wird von der DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. der Alwin Mittasch-Preis bestehend aus einer Urkunde, einer Goldmedaille sowie einem Preisgeld von 10.000 Euro für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der heterogenen Katalyse auf internationaler Ebene vergeben.

Bisherige Preisträger der Alwin Mittasch-Medaille waren:

Prof. Dr. G. ERTL, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin, (1990);

Prof. Dr. JERZY Haber, Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Universität Krakau, Polen, (1992);

Prof. Dr. phil. Hans-Herbert BRINTZINGER, Universität Konstanz, (1995),

Prof. Dr. rer. nat. Walter KAMINSKY, Universität Hamburg, (1995) und

Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. Senator a.D. Hansjörg SINN, Hamburg, (1995);

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm KEIM, RWTH Aachen, (1998) und

Prof. Dr. rer. nat. Helmut KNÖZINGER, Universität München, (1998);

Prof. Dr. Rutger Anthony VAN SANTEN, Technische Universität Eindhoven, Niederlande (2001).

Der Alwin Mittasch-Preis wurde 2006 erstmals an Prof. Dr. Avelino CORMA, Universidad de Valencia, Spanien, vergeben.

Literatur

- [1] Garbe, E.: Oberlausitzer Heimatblätter. Zittau (2007), H. 15, S. 2ff.
- [2] Ostwald, W.: Lebenslinien. Bd. 2. Berlin: Klasing, 1927, S. 270.

Nachruf auf Prof. Dr. Dr. Klaus Wetzel

Karl-Peter Dostal



Klaus Wetzel wurde am 18. Januar 1932 in einer Lehrerfamilie in Zwenkau geboren. Von 1950 bis 1954 studierte er Chemie an der Universität Leipzig, wo er anschließend noch einige Jahre als Assistent blieb und 1956 mit der Dissertation „Über Komplexverbindungen der β -Ketosäurearylide“ „magna cum laude“ promoviert wurde. Im Jahr 1957 wechselte er in das gerade gegründete und von Prof. Dr. Justus Mühlenpfordt geleitete *Institut für physikalische Stofftrennung*, das 1964 in *Institut für stabile Isotope* umbenannt wurde. Es gehörte zum Institutenkomples der *Deutschen Akademie der Wissenschaften* in der Permoserstraße in Leipzig, wo Klaus Wetzel für Jahrzehnte seine wissenschaftliche Heimat fand.

Ein Jahr nach Beginn seiner Tätigkeit an der Akademie wurde er Abteilungsleiter und 1960 stellvertretender Direktor; im Jahr 1962 habilitierte er sich mit der Arbeit „Über die Trennung der Wasserstoffisotope durch Destillation azeotroper Gemische starker Säuren mit Wasser“. Die verschiedenen stabilen Isotope gleicher Elemente wie C-12 und C-13, N-14 und N-15 oder O-16 und O-18 unterscheiden sich in den Eigenschaften ihrer Verbindungen nur geringfügig und waren nicht so gut erforscht wie eine Reihe radioaktiver Nuklide, boten aber lohnende Anwendungen in Medizin, Chemie, Biologie und anderen Naturwissenschaften. Der wissenschaftlich vielseitig interessierte Klaus Wetzel verfügte über bemerkenswertes physikalisches Wissen, liebte die belebte Natur und hatte eine besondere Vorliebe für die Geologie. Insofern passte sein Arbeitsfeld, das Querschnittsgebiet der Erforschung und Anwendung stabiler Isotope, sehr gut zu seinen Fähigkeiten und Neigungen. Als Beispiel sei sein maßgeblicher Anteil an der Modellierung von Stoffwechselprozessen laktierender Rinder genannt, wofür er mit einigen Mitarbeitern den Nationalpreis der DDR erhielt.

Eine erhebliche Erweiterung seines Aufgaben- und Verantwortungsbereichs erfuhr der 1968 zum Professor ernannte Klaus Wetzel im Oktober 1969

durch die Berufung zum Direktor des *Zentralinstituts für Isotopen- und Strahlentechnik*, das 1971 in *Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung (ZfI)* umbenannt wurde. Dieses im Zuge einer Akademiereform geschaffene Zentralinstitut vereinte das *Institut für stabile Isotope* mit dem unmittelbar benachbarten, 1956 gegründeten und bis dahin von Prof. Dr. Carl Friedrich Weiss geleiteten *Institut für angewandte Radioaktivität*, der seit 1961 ebenfalls auf dem Leipziger Akademiekomplex existierenden *Arbeitsstelle für statistische Physik* und dem in Berlin-Buch ansässigen *Institut für angewandte Isotopenforschung*; hinzu kam dann ein neu geschaffener *Bereich Strahlenforschung*.

Wenngleich das Zusammenwachsen so unterschiedlicher Institutsteile sich als ein schwieriger Prozess erwies, leitete Prof. Wetzel das Zentralinstitut 20 Jahre lang bis zum Wendejahr 1989. Ihm wurden Abstraktionsvermögen, strategisches Denken und die Fähigkeit, auch große Forschergruppen anzuleiten, bescheinigt; er konnte seine Mitarbeiter zu beachtlichen Forschungsbeiträgen anregen, eine seiner Stärken war die Entwicklung interdisziplinärer Projekte. Er schuf die Voraussetzungen enger Kontakte zum *Vereinigten Institut für Kernforschung* in Dubna (z. B. bei der Suche nach superschweren Elementen in der Natur), ZfI-Mitarbeiter beteiligten sich mehrfach an Antarktis-Expeditionen, weltweite Anerkennung fand die Analyse von Mondmaterial im ZfI, das Institut exportierte jährlich für etwa 10 Mill. DM Isotopen-Erzeugnisse. Wertschätzung erfuhren auch die zahlreichen Aktivitäten des Instituts in der *Internationalen Atomenergie-Organisation IAEA* zur Anwendung radioaktiver und stabiler Nuklide. Im Institut schuf Prof. Wetzel eine Bestrahlungsanlage, in der mittels harter Cs-137-Gammastrahlung Holzwurmpopulationen in Kunstgegenständen (z. B. aus dem Schloss Sanssouci) bekämpft wurden. Eigene wissenschaftliche Arbeiten betrafen u. a. die Geologie und Hydrogeologie. Eine Dissertation B „Über die Isotopenzusammensetzung chemischer Elemente in natürlichen Kreisläufen“ brachte ihm 1980 den akademischen Grad Dr. sc. nat. ein.

Lange Jahre war Prof. Wetzel nebenamtlich in der akademischen Lehre tätig und hat zahlreiche Dissertationen betreut. Seine eigenen Arbeiten fanden ihre Dokumentation in über 250 wissenschaftlichen Publikationen.

Im Zuge der politischen Wende seines leitenden Postens enthoben blieb Prof. Wetzel noch so lange Mitarbeiter des Instituts, bis letzteres wie die anderen Akademie-Institute (auch auf dem Leipziger Institutenkomples Permoserstraße) laut Einigungsvertrag am 31. Dezember 1991 aufgelöst wurde. Schon länger in der Kammer der Technik aktiv, fand der nun 60-jährige schnell wieder befriedigende Tätigkeiten im technischen, insbes. umwelttechnischen Bereich: so als Vorsitzender und Leiter der Außenstelle Sachsen der *Fachsektion Umwelttechnik der Ingenieur- und Wirtschaftsakademie „Johann Beckmann“ e. V.* und als (teilweise leitender) Mitarbeiter in der *Kommission Technikfolgen*. Weiterhin erhielt Prof. Wetzel über viele Jahre einen Lehrauftrag für Umwelttechnik u. Ökologie bei der Leipziger Weiterbildungseinrichtung *BWM Bildungszentrum für Berufsausbildung GmbH*. Selbst nachdem er die 70 überschritten hatte, dachte Prof. Wetzel nicht an ein ge-

ruhames Rentnerdasein, sondern betätigte sich u. a. als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Firma eines ehemaligen Kollegen an der Weiterentwicklung von Analysengeräten für stabile Isotope.

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass das Zfl längere Zeit das Pateninstitut des Kinderheims in Ermlitz bei Schkeuditz war, und kurz nach der Wende spendete Prof. Wetzel anlässlich der dortigen Weihnachtsfeier dem Kinderheim den Betrag von 10 000 Mark (Ost) aus einer vorher von der DDR erhaltenen Auszeichnung.

Zu seinen Interessen gehörten außer den bereits genannten u. a. die klassische Musik (Klaus Wetzel hatte sich als junger Mensch selbst das Klavierspielen beigebracht), das Schachspiel (teilweise in der Institutsmannschaft), die Physikgeschichte, die Ornithologie (z. B. einmal für einige Urlaubswochen mit dem Autor dieser Zeilen als Naturschutzbeauftragter auf der geschützten Vogelinsel Liebitz), aber auch seine Naturverbundenheit auf heimatlichem Grund und Boden.

Klaus Wetzel besaß über viele Jahre ein Wochenendgrundstück östlich von Leipzig, bis sich das Ehepaar Wetzel entschied, den Wohnsitz nach Großbothen zu verlegen. Dies erleichterte ihm und seiner Gattin die schon vorher gepflegten Kontakte zur Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft. Dr. Heike Wetzel war mehrere Jahre in der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte tätig, und das seit 1995 aktive Mitglied Prof. Dr. Klaus Wetzel beteiligte sich in der Gesellschaft u. a. im Beirat und an der Vortragsreihe Großbothener Gespräche: Im August 1998 bestritt er mit K.-P. Dostal ein kleines Symposium zum 60. Jahrestag der Entdeckung der Kernspaltung, wobei Prof. Wetzel einen vieldiskutierten Vortrag zur Kernfusion hielt. In den Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft erschien im gleichen Jahr sein Aufsatz Umweltbildung und -erziehung im Wandel? und 2004 (im Sonderheft 18) sein Aufsatz Thermodynamik, Reduktionismus und Holismus.

Anfang 2008 wurde ihm eine schwere Krankheit diagnostiziert, an der er am 27. Nov. 2008 im Alter von 76 Jahren verstarb. Er hatte einen sehr umfangreichen Freundes- und Bekanntenkreis, wovon auch die zahlreichen teilweise von weither gereisten Gäste der Trauerfeier Zeugnis ablegten. Viele werden sich noch lange an ihn erinnern und nicht wenige werden ihn immer vermissen.

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. em. Hermann Berg
Greifbergstr. 15
07749 Jena

Prof. Dr. Ulf Messow
Waldstr. 41
04668 Waldbardau

Dr. Wolfgang Hönle
Brauereistr. 32
71106 Magstadt

Dr. Ulf Molzahn
Menckestr. 25
04155 Leipzig

Dr. Gerhard Barkleit
Wilhelm-Weitling-Str. 42a
01259 Dresden

Prof. Dr. Wladimir Reschetilowski und
Karin Reschetilowski
Karl-Kröner-Str. 1
01445 Radebeul

Dr. rer. nat. Karl-Peter Dostal
Otto-Adam-Str. 14
04157 Leipzig

Gesellschaftsnachrichten

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen
trauert um ihr Mitglied

Prof. Dr. Dr. Klaus Wetzel
Er verstarb im November 2008

Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Wir gratulieren

- **zum 80. Geburtstag**
Herrn Dr. sc. nat. Wolfgang Göbel, 16.12.2008
Herrn Prof. Dr. rer. nat. Ludwig Wassermann, 11.03.2009
- **zum 75. Geburtstag**
Frau Käte Müller, 21.10.2008
Herrn Prof. Dr. Janis Stradins, 10.12.2008
Herrn Prof. Dr. Manfred Winnewisser, 05.02.2009
- **zum 70. Geburtstag**
Frau Dr. Barbara Berger, 3.11.2008
Herrn Prof. Dr. rer. nat. Helmut Müller, 27.02.2009
- **zum 65. Geburtstag**
Frau Gerda Tschira, 16.11.2008

Wir begrüßen neue Mitglieder

Nr. 235 Herr Prof. Dr. Udo Strohbush, Norderstedt
Nr. 236 Herr Dipl.-VW Carl-Heinz Stollberg, Ilmenau

Folgendes Mitglied hat unsere Gesellschaft verlassen

Frau Dr. phil. Nora Göllner, Oberseifersdorf

Veranstaltungshinweis:

Für 2009 bisher geplante Großbothener Gespräche:

- 99. GG Mai 2009** **„Chaos an der Flüssigkeitsoberfläche:
Innere Struktur, Dynamik und Transportverhalten
von Phasengrenz-Systemen“**
Prof. Dr. Jochen Winkelmann
Institut für Physikalische Chemie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- 100. GG Juni 2009** **„Neue Aspekte der heterogenen Katalyse unter
Verwendung ionischer Flüssigkeiten“**
Prof. Dr. Peter Wasserscheid
Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik
Universität Erlangen-Nürnberg
- 101. GG Juli 2009** **„Weiterentwicklung der Farbenlehre Ostwalds – Die
Sättigung der Farbe“**
Frau Dr. Eva Lübbe
TU Ilmenau
Habilitation auf dem Gebiet der Farbenlehre
- 102. GG Sept. 2009** **„Globale Bilanzen als Wegweiser für nachhaltiges
Wachstum“**
Prof. Dr. Andreas Pfennig
Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik
RWTH Aachen

Genauere Angaben entnehmen Sie bitte demnächst der Homepage der WOG. Interessenten, die der Geschäftsstelle in Großbothen ihre e-Mail-Adresse mitteilen, erhalten die entsprechenden Informationen.

**Protokoll
zur Mitgliederversammlung
der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. (WOG)**

Datum: 21.02.2009

Zeit: 10:00 – 12:20 Uhr

Ort: Universität Leipzig, Wilhelm-Ostwald-Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Hörsaal 4, Linnéstr. 2, 04103 Leipzig

Vorgeschlagene Tagesordnung:

1. Begrüßung
2. Feststellung der Beschlussfähigkeit
3. Beschluss zur Tagesordnung
4. Protokollkontrolle der Mitgliederversammlung 2008
5. Tätigkeitsbericht der WOG durch den 1. Vorsitzenden
6. Finanzbericht der WOG durch den 2. Vorsitzenden
7. Diskussion der Berichte
8. Bericht der Schriftleitung
9. Aussprache zu den Berichten
10. Entlastung des Vorstandes
11. Wahlen zum Vorstand
12. Sonstiges

Verlauf:

TOP 1. Begrüßung

Der Vorsitzende der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (WOG), Herr Prof. Dr. H. Papp, begrüßte die 29 Teilnehmer der Mitgliederversammlung (26 Mitglieder der WOG). Zum Veranstaltungsleiter wurde Prof. Dr. W.-D. Einicke ernannt; die Protokollführung übernahm Prof. Dr. F.-M. Matysik.

TOP 2. und 3. Feststellung der Beschlussfähigkeit und Tagesordnung

Die Beschlussfähigkeit wurde festgestellt und als Ergänzung zur Tagesordnung für TOP 9 ein Bericht von Frau Prof. Dr. S. Tanz zu den Aktivitäten des musealen Bereichs der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte in Großbothen im Jahr 2008 aufgenommen.

TOP 4. Kontrolle des Protokolls zur letzten Mitgliederversammlung

Es gab keine Einwände gegen das Protokoll der Mitgliederversammlung vom 9. Februar 2008. Das Protokoll der letzten Mitgliederversammlung wurde angenommen.

TOP 5. Tätigkeitsbericht des 1. Vorsitzenden der WOG

Vor Beginn des Tätigkeitsberichtes gedachte die Mitgliederversammlung ihres am 06.09.2008 verstorbenen Ehrenmitgliedes, Frau Gretel Brauer, mit einer Schweigeminute.

Herr Prof. H. Papp berichtete auf der Grundlage eines als Tischvorlage ausgeführten Berichtes über die Aktivitäten der WOG im Kalenderjahr 2008. Schwerpunkte waren:

- Chronologische Darstellung des Übergangs der Wilhelm - Ostwald-Gedenkstätte an die sächsische Gerda und Klaus Tschira Stiftung: Die WOG (vertreten durch Prof. Dr. H. Papp, Prof. Dr. W.-D. Einicke, Prof. Dr. W. Reschetilowski) hatte in einem am 08.04.2008 geführten Gespräch mit Vertretern des Sächsischen Immobilien- und Baumanagements (SIB) ihr Konzept zur Übernahme der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte detailliert vorgestellt.
Am 27.06.2008 wurde der WOG mitgeteilt, dass die Verhandlungen zur Übernahme der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte abschließend mit einem anderen Interessenten geführt würden. Die weiteren Verhandlungen wurden zwischen dem SIB und der Gerda und Klaus Tschira Stiftung geführt. In einem Schreiben vom 18.08.2008 dokumentierte die WOG nochmals die nach ihrer Meinung notwendigen Maßnahmen für den Übergang der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte an einen neuen Betreiber.
Die Nutzungsrechte der WOG für die Häuser „Glückauf“ und „Werk“ sowie die Räume im Haus „Energie“ wurden zum 31.12.2008 beendet. Eine Kündigung des Mietverhältnisses im Hausmannshaus wurde zum 31.03.2009 ausgesprochen; nach mündlicher Mitteilung ist eine Erneuerung des Mietvertrages zwischen dem jetzigen Eigentümer und der WOG ab dem 01.04.2009 möglich.
Am 20.01.2009 kam es zu einem konstruktiven Gespräch zum Umgestaltungsprozess der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte zwischen dem Geschäftsführer der Gerda und Klaus Tschira Stiftung, Herrn Müller, und Vertretern der WOG (Prof. H. Papp, Prof. H. Hennig). Unter Federführung von Prof. H.-D. Einicke wird demnächst ein Vorschlag eines Kooperationsvertrages zwischen der Tschira Stiftung und der WOG erstellt.
- Situation des musealen Teils der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte: Frau Prof. Dr. Sabine Tanz hatte bis zum 31.12.2008 die Stelle als Leiterin des Museums und Archivs inne. Im Zuge der Übernahme der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte durch die Tschira Stiftung wurde das Anstellungsverhältnis nicht weitergeführt. Gegenwärtig findet kein Museumsbetrieb statt.
- Großbothener Gespräche: Im Jahr 2008 fanden 5 Großbothener Gespräche im Haus „Werk“ statt.
- Vorbereitungen der Wilhelm-Ostwald-Festtage 2009: Verschiedene Planungen zur Vorbereitung des Jubiläums anlässlich der Nobelpreisverleihung an Wilhelm Ostwald vor 100 Jahren wurden getroffen. Für den

04.09.2009 ist am Wilhelm-Ostwald-Institut in Leipzig eine Vortragsveranstaltung geplant. Am 05.09.2009 soll in Großbothen eine Fortführung der Festtage mit einer Experimentalvorlesung, einer Podiumsdiskussion und kultureller Umrahmung stattfinden.

- Gremientätigkeiten: (a) Stiftungskommission: Um die Voraussetzungen für eine mögliche Übernahme der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte zu erreichen, wurden von der Stiftungskommission (Prof. Dr. W. Reschetilowski, Prof. W.-D. Einicke, Dr. W. Hönle, Prof. Dr. H. Papp) konkrete Vorstellungen zur Gründung einer Wilhelm-Ostwald-Stiftung erarbeitet und beim SIB eingereicht. (b) Energetikum: Aufgrund der neuen Situation der Übernahme der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte durch einen neuen Betreiber wurden die Bemühungen der WOG zur Errichtung eines Energetikums nicht weiter verfolgt. (c) Sitzungen des Vorstands und des Kuratoriums der WOG: Im Zeitraum von Januar 2008 bis Februar 2009 fanden 6 Vorstandssitzungen statt; das Kuratorium tagte am 29.04.2008.
- Beschäftigte: Im Jahr 2008 waren Frau Ebert, Frau Simon und Herr Brandt Angestellte der WOG. Ihnen wurde zum 31.12.2008 gekündigt. Die Tschira Stiftung stellte auf Anregung der WOG Frau Ebert und Herrn Brandt zum 01.01.2009 ein. Seit dem 01.01.2009 ist Frau Köckritz im Rahmen des Kommunal-Kombi-Programms (3-Jahresvertrag mit 30 Wochenstunden) Angestellte der WOG und für alle Belange der Gesellschaft in Großbothen zuständig. Die aktuelle Mitgliederzahl der WOG beträgt 189.

TOP 6. Finanzbericht der WOG durch den 2. Vorsitzenden

Die finanzielle Situation der WOG wurde unter Verwendung einer Tischvorlage von Prof. Dr. W.-D. Einicke erläutert. Er wies darauf hin, dass die Geschäftsbilanz der WOG im vergangenen Jahr einen dramatischen Negativbetrag von -19.465,52 Euro aufwies. Als Hauptursache für die Diskrepanz zwischen Planungen und tatsächlicher Finanzentwicklung wurde der drastische Rückgang der Einnahmen des Tagungsstättenbetriebes benannt.

Das Finanzamt Grimma erteilte für die Jahre 2005 – 2007 den Freistellungsbescheid. Am 15.01.2009 wurde eine Zusammenlegung der Konten für Verein und Tagungsstätte veranlasst, was in Zukunft zu Vereinfachungen der finanziellen Angelegenheiten der WOG führen wird.

TOP 7. Diskussion der Berichte

In der Diskussion wurden folgende Themen behandelt:

- Die Großbothener Gespräche sollten nach Möglichkeit auf dem Großbothener Gelände der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte (Haus „Werk“) fortgeführt werden. Es ist wünschenswert, dies im Einvernehmen und in guter Abstimmung mit der Tschira Stiftung vorzubereiten. In einer Abstimmung gab die Mitgliederversammlung mit großer Mehrheit ihr Votum ab, die 99. und 100. Großbothener Gespräche bereits für April und Mai zu planen und die Ankündigungen mit Veranstaltungsort Großbothen in das nächste Mitteilungsblatt der WOG aufzunehmen.

- Prof. Dr. W. Reschetilowski wies darauf hin, dass sich im Bestand des Museums der Ostwald-Gedenkstätte eine Reihe von wertvollen Sachgegenständen befinden müssten, die in den vergangenen Jahren als Schenkungen der WOG übergeben wurden. Der Vorstand der WOG wurde beauftragt, den Umfang und die Möglichkeiten des Nachweises dieser Schenkungen zu eruieren und entsprechende Ansprüche geltend zu machen.

- Prof. Dr. W.-D. Einicke teilte mit, dass aufgrund der neuen Konstellation auf dem Gelände der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte grundlegende Satzungsänderungen erforderlich wären. Ein Entwurf soll in der nächsten Mitgliederversammlung zur Diskussion gestellt werden.

TOP 8. Bericht zur Schriftleitung der "Mitteilungen der WOG"

Prof. Dr. J. Schmelzer führte aus, dass für das vergangene Jahr drei Mitteilungshefte geplant waren; zwei wurden realisiert, das dritte Heft befindet sich in unmittelbarer Vorbereitung. Der Zeitverzug kam zustande, da die Endphase der Herausgabe des Heftes 2 überschattet wurde vom Tod des Gründungs- und Ehrenmitgliedes unserer Gesellschaft Frau Gretel Brauer. Die Herausgabe verzögerte sich, da noch ein angemessener Nachruf in das Heft aufgenommen werden sollte. Für den sehr schönen Beitrag wurde Frau Beate Bahnert herzlich gedankt.

Das Heft 3 wurde dann nicht mehr fertig, da die Mitarbeiter in Großbothen mit der Vorbereitung des Eigentümerwechsels ausgelastet waren.

In Zukunft wird Frau Köckritz die Arbeiten zur Erstellung der Mitteilungshefte der WOG unterstützen. Prof. Dr. J. Schmelzer dankte den Gutachtern Prof. Dr. H. Kaden, Prof. Dr. H. Hennig und Prof. Dr. J. P. Domschke für die geleistete Arbeit und insbesondere Prof. U. Messow für die regelmäßigen Beiträge für die Mitteilungen. Alle Mitglieder der WOG und Interessenten wurden aufgerufen, durch das Einreichen von Beiträgen die künftigen Mitteilungshefte mitzugestalten.

Bezüglich der Arbeiten zur „Edition Ostwald“ musste festgestellt werden, dass es während der Vorbereitung des 2. Bandes Abstimmungsschwierigkeiten gab, so dass eine Weiterführung gegenwärtig offen ist. In diesem Zusammenhang sollen Gespräche mit der Sächsischen Akademie der Wissenschaften geführt werden, um die Wiederaufnahme dieses Projekts zu aktivieren.

TOP 9. Aussprache zu den Berichten

Prof. Dr. S. Tanz gab einen Bericht zu ihrer Tätigkeit als Leiterin des Museums der Wilhelm-Ostwald-Gedenkstätte im Jahr 2008. Im vergangenen Kalenderjahr waren etwa 1500 Museumsbesucher zu verzeichnen. Einen Höhepunkt bildete die Ausstellung von ca. 50 Landschaftsgemälden Ostwalds aus Regionen Italiens und der Schweiz. Die Zusammenarbeit mit Schulen / Gymnasien hatte sich gut entwickelt. Weitere Projekte mit Ausstellungen zu den Themen „Walter und Fritz Ostwald“ und „Grete Ostwald“ waren geplant, konnten aber nicht mehr realisiert werden, weil die Stelle von Frau Prof. Dr. S. Tanz zum 31.12.2008 im Zuge der Übergabe des Museums an die Tschira Stiftung gekündigt wurde.

TOP 10. Entlastung des Vorstandes

Auf Antrag wurde über die Entlastung des Vorstandes der WOG abgestimmt. Die Mitgliederversammlung stimmte der Entlastung einstimmig zu.

TOP 11. Wahlen zum Vorstand der WOG

Folgende Kandidaten standen für den neuen Vorstand zur Wahl:

Prof. Dr. H. Papp, 1. Vorsitzender

Prof. Dr. W.-D. Einicke, 2. Vorsitzender

Prof. Dr. J. Schmelzer

Prof. Dr. U. Messow

Prof. Dr. J. P. Domschke

Priv.-Doz. DI E. Bendin

Nach einer Pause dankte Prof. Dr. H. Papp dem ausscheidenden Vorstandsmitgliedern Prof. Dr. F.-M. Matysik und Dr. Hönle für die geleistete Arbeit in den vergangenen zwei Wahlperioden.

Die Wahl des neuen Vorstandes der WOG ergab folgendes Ergebnis:

Es wurden 26 Wahlzettel abgegeben. Alle oben benannten Kandidaten erhielten 25 bzw. 26 Ja-Stimmen; auf die einzelnen Kandidaten verteilt wurden insgesamt eine Nein-Stimme, zwei Enthaltungen und eine ungültige Stimme abgegeben.

TOP 12. Sonstiges

Es wurde auf folgende Projekte / Veranstaltungen hingewiesen:

Planungen zum Symposium "Verschwende keine Energie, verwerte sie" in Leipzig
Würdigung des ehemaligen Laboratoriums für Angewandte Chemie in der Brüderstraße in Leipzig als 8. Historische Stätte der Chemie am 15. Mai 2009

Veranstaltung des Tages der Sachsen 2009 in Mittweida, Möglichkeit zur Präsentation der WOG

Herr Prof. Dr. H. Papp beendete die Mitgliederversammlung und verabschiedete die Teilnehmer.

gez.: Prof. Dr. H. Papp
1. Vorsitzender der WOG

Prof. Dr. F.-M. Matysik
Protokollführer

Autorenhinweise

Manuskripte sollten im A5-Format (Breite 14,8 cm und Höhe 21 cm) mit 1,5 cm breiten Rändern in einer DOC-Datei via E-Mail oder als CD-ROM eingereicht werden. Als Schriftform wählen Sie Times New Roman, 10 pt und einfacher Zeilenabstand. Schreiben Sie linksbündig, formatieren Sie keinen Text und keine Überschriften, fügen Sie Sonderzeichen via „Einfügen“ ein.

Graphische Elemente und Abbildungen bitte als jeweils eigene Dateien liefern.

Bei **Vortragsveröffentlichungen** ist die Veranstaltung mit Datum und Ortsangabe in einer Fußnote anzugeben.

Alle **mathematischen Gleichungen** mit nachgestellten arabischen Zahlen in runden Klammern fortlaufend nummerieren.

Tabellen fortlaufend nummerieren und auf jede Tabelle im Text hinweisen. Tabellen nicht in den Text einfügen, sondern mit Überschriften am Ende der Textdatei aufführen.

Abbildungen fortlaufend nummerieren, jede Abbildung muss im Text verankert sein, z.B. „(s. Abb. 2)“. Die Abbildungslegenden fortlaufend am Ende der Textdatei (nach den Tabellen) aufführen. Farbabbildungen sind möglich, sollten aber auf das unbedingt notwendige Maß (Kosten) beschränkt sein. Die Schriftgröße ist so zu wählen, dass sie nach Verkleinerung auf die zum Druck erforderliche Größe noch 1,5 bis 2 mm beträgt.

Literaturzitate in der Reihenfolge nummerieren, in der im Text auf sie verwiesen wird. Zur Nummerierung im Text arabische Zahlen in eckigen Klammern und im Verzeichnis der **Literatur** am Ende des Textes ebenfalls auf Zeile gestellte arabische Zahlen in eckigen Klammern.

1. Bei Monografien sind anzugeben: Nachnamen und Initialen der Autoren: Titel des Buches. Aufl. (bei mehrb. Werken folgt Bandangabe. Titel.) Verlagsort: Verlag, Jahr, Seite.

2. Bei Zeitschriftenartikeln sind anzugeben: Nachnamen der Autoren und Initialen (max. 3, danach – u.a.- getrennt durch Semikolon): Sachtitel. Gekürzter Zeitschriftentitel Jahrgang oder Bandnummer (Erscheinungsjahr), evtl. Heftnummer, Seitenangaben.

3. Bei Kapiteln eines Sammelwerkes oder eines Herausgeberwerkes sind anzugeben: Nachnamen und Initialen der Autoren: Sachtitel. In: Verfasser d. Monografie, abgek. Vorname (oder Herausgebername, abgek. Vorname (Hrsg.): Sachtitel des Hauptwerkes. Verlagsort: Verlag, Jahr, Seitenangaben.

Es folgen einige Beispiele:

Literatur

[1] Ostwald, W.: Lehrbuch der allgemeinen Chemie. 2. Aufl. Bd. 1. Stöchiometrie. Leipzig: Engelmann, 1891, S. 551.

[2] Fritzsche, B.; Ebert, D.: Wilhelm Ostwald als Farbwissenschaftler und Psychophysiker. Chem. Technik 49 (1997), 2, S. 91-92.

[3] Franke, H. W.: Sachliteratur zur Technik. In: Radler, R. (Hrsg.): Die deutschsprachige Sachliteratur. München: Kindler, 1978, S. 654-676.

Folgendes Informationsmaterial können Sie bei uns erwerben:

Ansichtskarten vom Landsitz „Energie“	0,50 €
Postkarten mit Gemälden W. Ostwalds (Ostseebilder)	0,50 €
Domschke, J.-P.; Lewandrowski, P.: Wilhelm Ostwald. Urania-Verl., 1982	5,00 €
Zu Bedeutung und Wirkung der Farbenlehre W. Ostwalds Sonderheft zum 150. Geburtstag Wilhelm Ostwalds Phänomen Farbe 23 (2003), September	5,00 €
Guth, P.: Eine gelebte Idee: Wilhelm Ostwald und sein Haus „Energie“ in Großbothen. Hypo-Vereinsbank Kultur u. Ges. München. Wemding: Appl. (Druck), 1999)	5,00 €
Edition Ostwald 1: Nöthlich, R.; Weber, H.; Hoßfeld, U. u.a.: „Substanzmonismus“ und/oder „Energetik“: Der Briefwechsel von Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald (1910-1918). VWB, 2006	15,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Quartalshefte ab Heft 1/1996) je	5,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Sonderhefte 1 -22), Themen der Hefte u. Preise finden Sie auf unserer Homepage	div.
Beyer, Lothar: Wege zum Nobelpreis. Nobelpreisträger für Chemie an der Universität Leipzig: Wilhelm Ostwald, Walther Nernst, Carl Bosch, Friedrich Bergius, Peter Debye. Universität Leipzig, 1999.	2,00 €