

Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.

23. Jg. 2018, Heft 1

ISSN 1433-3910

Inhalt

Zur 66. Ausgabe der „Mitteilungen“	3
Die Harmothek: 1. Std.: Unbunte Farben <i>Wilhelm Ostwald</i>	4
Zwischen „ABC-Buch der Farbe“ und „Farbenkommunismus“. Einhundert Jahre Wilhelm Ostwalds „Farbenfibel“ <i>Albrecht Pohlmann</i>	8
Radiotherapie mit Partikelstrahlen <i>Wolfgang Enghardt</i>	26
Wolfgang Ostwald – Hochschullehrer und Forscher an der Universität Leipzig <i>Ulf Messow und Anna-Elisabeth Hansel</i>	39
Retrospektive auf die Dissertations- und Habilitationsschrift des Ostwald-Schü- lers Robert Luther <i>Wladimir Reschetilowski; Lothar Beyer</i>	47
Thesen zur philosophischen Energetik von Friedrich Reinhardt Schmidt <i>Friedrich Reinhard Schmidt. Mit einem Vorwort von Jan-Peter Domschke.</i> ..	66
Gesellschaftsnachrichten	73
Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017.....	74
Ergebnisse der ordentlichen Mitgliederversammlung der Wilhelm- Ostwald-Gesellschaft e.V. 2018	80
Autorenhinweise	81

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. 2018, 23. Jg.

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

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

Grimmaer Str. 25, 04668 Grimma, OT Großbothen

Postanschrift: Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V., Linné-Str. 2, 04103 Leipzig

Tel. 0341-39293714

IBAN: DE49 8606 5483 0308 0005 67; BIC: GENODEF1GMR

E-Mail-Adresse: info@wilhelm-ostwald.de

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.

Wir erbitten die Autorenhinweise auf der letzten Seite zu beachten.

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

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

Zur 66. Ausgabe der „Mitteilungen“

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

im ersten Beitrag dieses Heftes führt uns Ostwald im Lehrer-Schüler-Dialog in seine Farbenlehre ein. In der ersten Stunde geht es um „Unbunte Farben“.

Albrecht Pohlmann schließt mit seinem Beitrag „Zwischen „ABC-Buch der Farbe“ und „Farbenkommunismus“ – Einhundert Jahre Wilhelm Ostwalds Farbenfibel“ unmittelbar an. Dem Autor geht es neben Gestaltung, Inhalt und Entstehung der Farbenfibel auch um die zeitgenössische Rezeption (siehe Titel des Beitrages). Es wird hervorgehoben, dass die Farbenfibel sich durch ein hohes Maß an Allgemeinverständlichkeit auszeichnet, was besonders einer Elite aus Künstlern und Bildungsbürgern missfiel.

Wolfgang Enghardt, der im 131. Ostwald-Gespräch über Krebstherapie mit Partikelstrahlen vorgetragen hat, stellte uns freundlicherweise ein ausführliches Manuskript mit dem Titel „Radiotherapie mit Partikelstrahlen“ zum Abdruck zur Verfügung. Es werden die Vorteile aber auch Grenzen dieser Methode im Vergleich zur herkömmlichen Strahlentherapie mit ultraharten Röntgenstrahlen diskutiert.

Ulf Messow und Anna-Elisabeth Hansel bringen uns in ihrer Arbeit „Wolfgang Ostwald – Hochschullehrer und Forscher an der Universität Leipzig“ den Sohn Wilhelm Ostwalds und bedeutenden Kolloidchemiker in seinen Lebensstationen und wissenschaftlichem Werdegang näher.

Wladimir Reschetilowski und Lothar Beyer berichten in ihrem Beitrag „Retrospektive auf die Dissertations- und Habilitationsschrift des Ostwald-Schülers Robert Luther“ sehr ausführlich über die beiden Qualifikationsarbeiten eines der bedeutendsten Schüler Ostwalds.

Mit seinen „Thesen zur philosophischen Energetik“ möchte Friedrich Reinhard Schmidt die Diskussion um die soziale Energetik wiederbeleben. Kontroversen könnten dabei besonders die Thesen 19-45 überschrieben mit „Gesellschafts- und Wirtschaftsfragen in der Sozialen Energetik“ hervorrufen.

In den Gesellschaftsnachrichten berichten Helmut Papp über die Verleihung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreises 2017 am 14.02.2018 und Knut Löschke über die Ergebnisse der ordentlichen Mitgliederversammlung unserer Gesellschaft am 17.03.2018. Der Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis, der gemeinsam mit der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie und der Gesellschaft Deutscher Chemiker vergeben wird, ging in diesem Jahr an Dr.-Ing. Daniil Karnauschenko für seine ausgezeichnete Dissertation zum Thema „Shapeable microelectronics“. Das hier abgedruckte Grußwort der Bunsen-Gesellschaft gehalten von Rudolf Holze bringt die Leistung des Ausgezeichneten auf den Punkt.

Jürgen Schmelzer

Die Harmothek. Praktische Farbharmonielehre in Beispielen und Beschreibungen¹

Erster Teil: Die grauen Harmonien. 1. Stunde: Unbunte Farben (Karte Nr. 1-8)

Wilhelm Ostwald

Lehrer. Was denkst Du Dir bei dem Namen: unbunte Farben?

Schüler. Nun, daß sie nicht bunt sind.

- L. Kannst du mir eine unbunte Farbe nennen?
- S. Hm. Vielleicht Weiß. Aber ist denn Weiß überhaupt eine Farbe?
- L. Das hängt von uns ab, ob wir Weiß eine Farbe nennen. Aber wenn Weiß keine Farbe sein soll, was ist es alsdann?
- S. Da weiß ich keine Antwort.
- L. Es wird also am besten sein, Weiß zu den Farben zu rechnen. Nun nenne mir noch eine unbunte Farbe.
- S. Schwarz.
- L. Richtig. Noch eine.
- S. Ich weiß keine.
- L. Wie steht es mit Grau? Ist es bunt oder unbunt?
- S. Es gibt doch bläuliches Grau und grünliches und so weiter. Das wären bunte Farben.
- L. Das ist schon richtig. Aber es gibt auch graue Farben, die weder gelblich noch bläulich, weder grünlich noch rötlich sind. Man nennt solche Farben rein oder neutral grau. Sie sind von allen die wichtigsten eben wegen ihrer besonderen Beschaffenheit, daß sie frei von allen bunten Farben sind. Hier zeige ich Dir aus der Harmothek die Karten Nr. 1 bis 8. Es sind regelmäßige Stufen von reinem Grau, zwischen Weiß und Schwarz.
- S. Wie kann man denn wissen, ob dies ein reines Grau ist? Mir kommt es eher etwas bräunlich vor.
- L. Man kann es sehen, wenn man eine weiße Fläche beschattet. Der Schatten ist rein grau, wenn man buntes Licht vermeidet. Ich lege die weiße Karte auf den Tisch und beschatte sie teilweise mit der schwarzen so, daß die schwarze Seite zur weißen gewendet ist. Dann kann von dort keine Buntfarbe kommen. Die beschattete Stelle ist rein grau.
- S. Das schon; aber die grauen Karten?
- L. Ich suche unter den grauen Karten die aus, welche ebenso dunkel erscheint, wie der Schatten, und schiebe sie an diesen heran. Beide zeigen dieselbe Farbe.

¹ Abschrift aus: Die Harmothek: praktische Farbharmonielehre in Beispielen und Beschreibungen. T. 1: Die grauen Harmonien. Leipzig: Unesma, 1926. – IV, 42 S. + Taf. 1-82 in Kästchen, hier Taf. 1-8.

- S. Ja, daß ist wahr. Aber warum kommen mir denn diese rein grauen Karten bräunlich vor? Ist denn das reine Grau bräunlich? Das ist doch ein Unsinn.
- L. Wie macht man eine graue Farbe?
- S. Man mischt Schwarz mit Weiß.
- L. Ich habe hier einen weißen und einen schwarzen Farbstoff. Litopon und Rebschwarz. Ich mische beide mit etwas Gummiwasser und streiche die Mischung auf Papier. Jetzt suche ich wieder ein ungefähr gleich dunkles Grau aus den Karten und lege es daneben. Was siehst Du?
- S. Das neue Grau sieht viel bläulicher aus.
- T. Weil es wirklich Blau enthält.
- S. Aber es ist doch keine blaue Farbe dazu genommen worden; wie kann es denn Blau enthalten?
- L. Wenn dünne Milch in einem dunkeln Gefäß ist, so sehen die Ränder auch blau aus. Ist Dir das bekannt?
- S. Natürlich, das konnte man oft genug sehen, wenn man überhaupt Milch zu sehen bekam.
- L. Da ist doch auch kein blauer Farbstoff darin.
- S. Das ist wahr. Das kann ich nicht verstehen.
- L. Zunächst muß Du Farbstoffe und Farben unterscheiden. Farbstoffe sind die Stoffe, welche blau oder rot oder gelb usw. aussehen. Farbe ist aber eine Empfindung, ein inneres Erlebnis.
- S. Ich sehe noch nicht recht den Unterschied.
- L. Am Regenbogen siehst Du Farben. Glaubst Du, daß er aus roten und gelben und grünen Farbstoffen besteht?
- S. Nein, er entsteht durch Lichtbrechung in den Regentropfen.
- L. Wenn du einen Augenblick in die Sonne gesehen hast, und dann die Augen schließt, so erlebst du auch allerlei Farben, die bei geschlossenen Augen entstehen.
- S. Ja, das kenne ich.
- L. Alle diese Farben sind ohne Farbstoffe, ohne Zinnober und Chromgelb und Ultramarin usw. entstanden, aber nie ohne den Menschen, der sie empfindet oder erlebt. Also sind Farben Empfindungen.
- S. Das verstehe ich. Aber man spricht doch von Ölfarben und Wasserfarben usw.
- L. Das ist ein ungenauer Sprachgebrauch, den man nicht mitmachen muß. Malfertige Farbstoffe nennen wir Tünchen. Also: wenn wir schwarze und weiße Farbstoffe oder Tünchen mischen, so entsteht nicht ein reines Grau, sondern ein bläuliches.
- S. Ja, warum?
- L. Aus demselben Grunde, aus dem dünne Milch blau aussieht. Die blaue Farbe erscheint nur an den Rändern, wo die Schicht der Milch dünn ist, und nur in dunklen Gefäßen. Die Milch besteht aus äußerst kleinen Fettkügelchen, die in einer klaren Flüssigkeit schwimmen und sieht deshalb weiß aus. Wo aber eine zarte Trübung auf einem dunklen Grunde steht,

geht das Weiß in Blau über. Das Blau des Himmels rührt auch daher. In der Luft ist eine äußerst zarte Trübung vorhanden und der Weltraum ist dunkel. Bei der Graumischung sind es die feinen Körnchen des weißen Farbstoffes, der schwarze bildet den dunklen Hintergrund. Je feiner die Körnchen sind, um so reiner ist das Blau. Darum sind Mischungen von Schwarz und Zinkweiß viel blauer, als mit Bleiweiß, denn Zinkweiß enthält viel feinere Teilchen.

- S. O, da muß ich eine Menge lernen und nachdenken. Aber Du hast mir noch nicht gesagt, warum diese blauen Farben entstehen.
- L. Die Wissenschaft hat auch hierauf Antwort gegeben. Aber die Sache ist nicht einfach, sie hängt mit den Gesetzen der Wellenbewegung zusammen und ich könnte sie Dir nicht ohne Eingehen darauf erklären. Für jetzt muß es Dir genügen, daß Du die Umstände kennst, durch welche diese blaue Farbe entsteht, und lernst, wie Du Dich dabei zu verhalten hast. Was ist zu tun, um diesen blauen Schein fortzuschaffen?
- S. Hm. - Man muß eine Farbe zumischen, welche das Blau aufhebt.
- L. Richtig. Und diese Gegenfarbe ist beim Gelb zu suchen. Ocker hat sich als geeignet erwiesen. Wenn Du also zum Gemisch von Litopon und Rebschwarz noch Ocker zufügst, so kannst Du ein reines Grau erhalten.
- S. Wieviel muß ich nehmen?
- L. Das muß man durch Probieren feststellen. Es ist ungefähr ein Drittel von Schwarz, doch hängt es von der Beschaffenheit der Farbstoffe ab.
- S. Wollen wir ein neutrales Grau machen?
- L. Du kannst es für Dich probieren und dabei die Karten Nr. 1 bis 8 als Vorlagen benutzen. Zunächst komme ich auf Deine Frage zurück, warum Dir das reine Grau zuerst bräunlich vorkam.
- S. Jetzt kommt es mir eigentlich ganz richtig vor.
- L. Ja, weil Du inzwischen richtig sehen gelernt hast. Bisher hattest Du immer Grau aus weißem und schwarzem Farbstoff gemischt und hattest das Blaugrau, das dabei entsteht, für richtiges Grau genommen. Darum kam Dir das neutrale Grau, welches nicht blau ist, bräunlich vor, weil man es aus dem Blaugrau durch Braun ermischen kann. Jetzt, wo Du das reine Grau kennen gelernt hast, erkennst Du umgekehrt das Blau in dem gewöhnlichen Gemisch.
- S. Ja so!
- L. Wir haben aber noch andere Dinge zu besprechen. Wie würdest Du die Farbe der Karte Nr. 1 nennen?
- S. Weiß.
- L. Jawohl. Und Nr. 2?
- S. Hellgrau oder Weißgrau.
- L. Gut. Wir wollen Weißgrau sagen. Und Nr. 3?
- S. Das ist auch noch ein helles Grau.
- L. Also Hellgrau. Und Nr. 4?
- S. Mittleres Grau.

- L. Und Nr. 5?
- S. Das ist auch noch ein mittleres Grau.
- L. Also nennen wir Nr. 4 helles Mittelgrau und Nr. 5 dunkles Mittelgrau. Und Nr. 6?
- S. Dunkelgrau.
- L. Gut. Und Nr. 7?
- S. Beinahe Schwarz.
- L. Wir sagen schwarzgrau. Und Nr. 8?
- S. Das ist entschieden Schwarz.
- L. Also Schwarz. - Auf der Rückseite der Karten sind die Buchstaben a, c, e, g, i, l, n, p verzeichnet. Es sind die des ABC, nur ist immer jeder zweite ausgelassen. a ist Weiß, c Weißgrau, e Hellgrau, g helles, i dunkles Mittelgrau, l Dunkelgrau, n Grauschwarz, p Schwarz. Jetzt mußt Du diese acht Farben auswendig lernen.
- S. Kann man das?
- L. Du hast mir ja eben gezeigt, daß Du es schon einigermaßen kannst. Du wirst doch nie Schwarz und Weiß, Hellgrau und Dunkelgrau verwechseln.
- S. Natürlich nicht.
- L. Also ich nehme eine der Karten heraus und zeige sie Dir, welche wird es wohl sein?
- S. Es ist ein mittleres Grau.
- L. Also g oder i. Ist es eher hell oder dunkel?
- S. Eher dunkel.
- L. Also wäre es i. Wir sehen auf der Rückseite nach ...
- S. Es ist wirklich i.
- L. Siehst Du, so kann man sich bald die einzelnen Graustufen einprägen. Nimm die Karten mit Dir und übe Dich im Erkennen so lange, bis Du ganz sicher bist. Und lerne dabei die Buchstaben mit, so daß du beim Anblick gleich sagen kannst daß ist c oder das ist n.
- S. Wie ist man denn zu diesen Buchstaben gekommen?
- L. Durch die Aufgabe, unter den unzähligen Abstufungen der grauen Farben bestimmte Punkte oder Normen festzustellen. Wenn man die allgemeinen Gesetze der Normung anwendet, so bekommt man eine ganz bestimmte Reihe, die man mit den Buchstaben abcd.... bezeichnet hat. Die Erfahrung hat dann gezeigt, daß diese theoretischen Stufen zu eng sind; daher hat man jede zweite ausgelassen und ist so zu unserer Reihe acegilnp gekommen.
- S. Also ist p das dunkelste Schwarz.
- L. Nein, durchaus nicht; p ist nur ein Schwarz, das man mit Leimtünchen bequem erreicht. Aber auf anderen Unterlagen, namentlich Wolle und Seide kann man noch tiefere schwarze Farben herstellen, r, t, v usw. Doch das sind spätere Fragen; wir werden zunächst nicht über p hinaus gehen. - Nimm also die Karten mit und lerne die 8 unbunten Farbnormen bis zur nächsten Stunde auswendig.

Zwischen „ABC-Buch der Farbe“ und „Farbenkommunismus“. Einhundert Jahre Wilhelm Ostwalds „Farbenfibel“

Albrecht Pohlmann

„*Es ist das ABC-Buch der Farbe.*“ – Vilmos HUSZÁR
[1, S. 113]

„*Bitte den Speer mit Widerhaken in das Herz dieser
kommunistischen Farbenlehre.*“ – Walter OPHEY [2]

Im November 1916 wurden – rechtzeitig zum Weihnachtsgeschäft – die ersten Exemplare der „*Farbenfibel*“ von Wilhelm OSTWALD ausgeliefert. Auf dem Titelblatt wird freilich 1917 als Erscheinungsjahr angegeben, der englische Rechtevermerk lautet jedoch wiederum: „*Copyright by Verlag Unesma G. m. b. H. Leipzig, 1916.*“ Was sich daraus erklärt, dass eben bereits im Herbst 1916 mehrere Hundert „*Farbenfibeln*“ fertig gestellt und verkauft werden konnten [3, S. 196; 4]. Mit sechzehn Auflagen wurde das Buch zu OSTWALDs Bestseller – die Erstausgabe ist heute eine bibliophile Rarität.

Äußere Gestalt

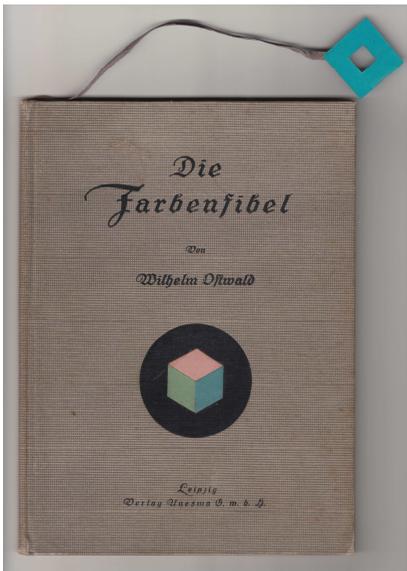


Abb. 1
Einband der Erstauflage der „Farbenfibel“.

Was das Büchlein von 46 Seiten zunächst so anziehend macht, ist sein schlichtes Äußeres. In graues Leinen gebunden, verzichtet es fast ganz auf Einbandschmuck – abgesehen von einer Titelvignette, welche in einer schwarzen Kreisfläche ein Sechseck enthält, das von drei Rhomben in Hellgrün, Rosa und Hellblau gebildet wird (Abb. 1).

Wer es aufschlägt, stößt sogleich auf die eingeklebten Farbmuster, die von OSTWALD und seinen Mitarbeitern auf seinem Wohnsitz in Großbothen ausgefärbt worden waren.

Auf dem Titelblatt steht: „*Mit 8 Zeichnungen und 192 Farben*“, im Buch finden sich jedoch nur 172 nummerierte Farbmuster. Die Differenz ergibt sich daraus, dass die Beispiele im Abschnitt über Farbenharmonie („*Zusammgehörige Farben*“, S. 40-45)

in vier Drei- und zwölf Zweiklängen bestehen, die aus einzelnen Farbproben zusammengesetzt sind. – Die Zahl der Farbmuster wurde in den späteren Auflagen vermehrt, so dass es schließlich seit der vierten Auflage (1920) insgesamt 252 waren. Es ist eines der Kennzeichen von OSTWALDS Farbenlehre, dass ihrer praktischen Veranschaulichung großer Wert beigemessen wird. Da die Lehre auf einem System von Körperfarben beruht, erscheint es folgerichtig, dass diese auch in Form von Farbmustern im Buch vorhanden sind. In der Form von 1 x 1 cm großen Blättchen durchgefärbten Papiers stehen sie „erhaben“ auf den Buchseiten und reizen den Tastsinn des Lesers.

Erhöht werden diese Reize noch durch ein an das Lesebändchen geklebtes Kartonstückchen, unterschiedlich grün auf jeder Seite und mit einer Öffnung von der Größe der Farbmuster. Hiermit können Kontrastwirkungen erprobt werden (Abb. 2). – Das grüne Papprähmchen fiel allerdings bei den späteren Auflagen ebenso weg, wie die schützenden Pergaminblätter, die zwischen die Seiten mit Farbmustern gelegt worden waren und etwaige Diffusionen der Farbstoffe in die Buchseiten verhindern sollten.

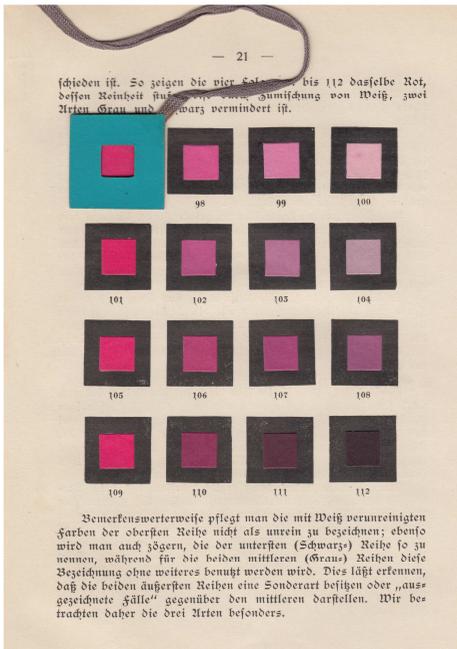


Abb. 2
Gefärbtes Papprähmchen zur Erprobung
der harmonischen Wechselwirkung von
Gegenfarben.

Die Farbmuster

Grund für das aufwändige Verfahren, handgefertigte Farbmuster einzukleben, war die Unvollkommenheit des Farbendrucks. Weshalb OSTWALD im Vorwort der „Farbenfibel“ denn auch kurz und bündig erklärt: „Die Farbenbeispiele wurden

teils vom Verfasser persönlich, teils unter seiner unmittelbaren Aufsicht durch Handarbeit hergestellt und sind deshalb viel genauer, als gedruckte es sein können.“

Die Fibel war ein Nebenprodukt des „Farbatlanten“, an dem OSTWALD seit dem Frühjahr 1915 im Auftrag des Deutschen Werkbundes arbeitete [4; 5, S. 140-47, 200-209]. Bekanntlich war dieser Auftrag Anlass für OSTWALD, eine weitgehend neue Farbenlehre zu entwickeln – hierzu kann nur auf die umfassenden Darstellungen an anderer Stelle verwiesen werden [7, S. 353-406; 6, S. 164-187].

Bei der Arbeit am Atlas hatte es sich als grundlegende Schwierigkeit erwiesen, dass keines der gängigen Farbdruckverfahren in der Lage war, die Farben exakt zu reproduzieren, die OSTWALDs Farbsystem erforderte [6, S. 202-203]. Die Entscheidung fiel zugunsten eines Tränkungsverfahrens, bei dem die Filterkartonblätter in Farbstofflösungen getaucht wurden [3, S. 188-190]. Ausgeführt wurden die Ausfärbungen von OSTWALD selbst beziehungsweise unter seiner Aufsicht von seiner Laborantin Margarete PINKERT, Familienmitgliedern und weiteren Gehilfen [3, S. 206]. Die farbigen Bögen wurden an den Unesma-Verlag in Leipzig geschickt, wo die Farbmusterblättchen ausgestanzt wurden (Abb. 3).

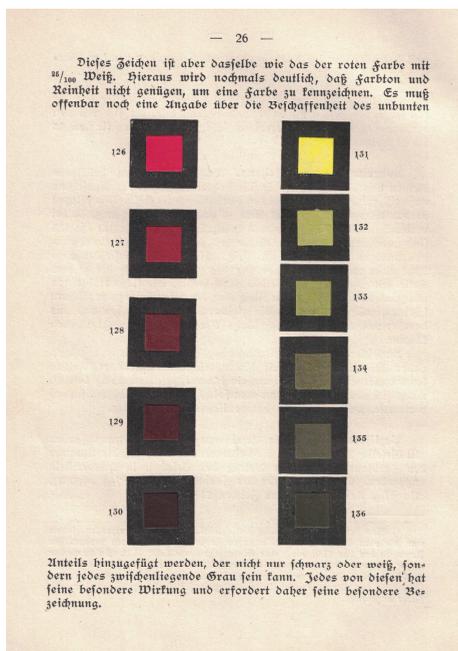


Abb. 3

Farbmuster zur Verdeutlichung der Farbtonänderung bei Ausmischung reiner Farben mit Schwarz (Rot wandelt sich zu Braun, Gelb zu Olivgrün).

Aber auch wenn eine farbengetreue druckgrafische Reproduktion möglich gewesen wäre, so hätte dies andere Nachteile mit sich gebracht. Die „Farbenfibel“ von 1917 enthielt 24 Seiten mit Farabbildungen, was bedeutet hätte, dass aus drucktechnischen Gründen (Bogendruck) das gesamte Werk auf teurem Farbdruckpapier

hätte gedruckt werden müssen – damit wäre es für viele potenzielle Käufer unerschwinglich geworden und hätte keine große Verbreitung gefunden.

Die wohlfeile Zugänglichkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse war jedoch eines der Hauptanliegen OSTWALDS, das er als soziale Aufgabe betrachtete. Alternativ wäre die sonst übliche Lösung gewesen, die Farbbeispiele in einem separaten Tafelteil zusammenzufassen, was für den Leser umständliches Nachschlagen bedeutet hätte. In der tatsächlich realisierten Fassung der „*Farbenfibel*“ hingegen sind die Farbmuster im Text überall dort eingefügt, wo sie zur Veranschaulichung des Geschriebenen nötig sind. Das bedeutete einen großen didaktischen Vorteil. Der Preis war mit zehn Reichsmark verhältnismäßig hoch, aber angesichts des Herstellungsaufwandes gerechtfertigt und hat die Käufer nicht abgeschreckt, wie der Erfolg des Buches beweist. Selbst ein Rezensent, der meinte, OSTWALD biete nichts Neues, bekannte hinsichtlich der Farbmuster:

„Das Bemerkenswerte an der Fibel ist die vorzügliche Art, in der die Farbproben wiedergegeben sind. Es ist kein Mehrfarbendruckverfahren angewandt, sondern die einzelnen Muster sind auf mattes Papier mit der Hand aufgetragen und in den Text eingeklebt, ein Aufwand, der den nicht unerheblichen Preis des Buches ohne weiteres rechtfertigt“ [8].

Politische Typografie

Zur sonstigen Tendenz des Buches, einfach und allgemeinverständlich zu sein, steht seine Typografie im Widerspruch.

Im Gegensatz zu den bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten werden viele der Texte zur Farbenlehre, die ab 1919 beim Unesma-Verlag erscheinen, in einer – leicht modernisierten – Frakturtype gesetzt.¹ „*Um seine Lehre dem Ausland vorzuenthalten*“, so hatte OSTWALD auf dem Ersten Bayerischen Farbentag 1921 in München erklärt, „*habe er seine Bücher nicht in Antiqua gedruckt*“ [9, S. 47]. OSTWALD ist davon überzeugt, dass die ehemaligen Kriegsgegner im Gefolge des Versailler Friedensvertrages eine Politik der wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Aushungerung betreiben, weshalb Deutschland seinerseits wissenschaftliche Ergebnisse für sich behalten und ausschließlich selbst ausbeuten solle. Die international lesbare Antiqua des Internationalisten wird von der „*altdeutschen*“ Fraktura des Nationalisten OSTWALD abgelöst – welcher damit im Trend einer chauvinistischen Strömung liegt, die schon in den Kriegsjahren die Antiqua als „*Schrift unserer Feinde*“ bezeichnete.²

Seiner Farbenlehre erweist er damit einen schlechten Dienst – zum einen, weil internationale Resonanz ihrer Verbreitung nur nützen kann, zum anderen aber auch, weil

¹ Eine immerhin bemerkenswerte Ausnahme bilden die drei des auf fünf Bände berechneten Grundlagenwerkes „*Die Farblehre*“ – im Gegensatz zu den populärwissenschaftlichen Schriften mit der größten Verbreitung.

² So wurde der liberale Dürerbund angegriffen, weil er auf seinen „*Gedenkblättern für Gefallene*“ mit der Antiqua die „*Schrift unserer Feinde*“ verwendete. Im Dürer-Blatt Nr. 37 wies der Bund auf das sachlich Unhaltbare dieser Behauptung hin: „*Sowohl Antiqua wie Fraktur sind westeuropäische Schriften, an beider Entwicklung haben die Deutschen gleichen Anteil. Geschichtlich besteht also kein Grund, die eine für deutscher zu halten als die andre.*“ – Zitiert nach [10]. Vgl. auch [11].

damit das Erscheinungsbild der Lehre einen „altmodischen“ Charakter erhält, welcher unterschwellig wirkt. Gegenüber der modernen Typografie funktionalistischer Prägung, welche mit ihren häufig serifenlosen Schriften schon bald das Erscheinungsbild von Texten der Moderne bestimmt, müssen OSTWALDS populäre Unesma-Publikationen hoffnungslos veraltet erscheinen – mag der Text inhaltlich auch noch so große Verwandtschaft mit der Radikalität der künstlerischen Avantgarde aufweisen. Gerade in den 1920er Jahren werden die serifenlosen Alphabete dagegen „für die Schrift der Gegenwart und der Zukunft gehalten“ [12, S. 10]. Vor allem aber: mit ihren charakteristischen Häkchen und – obgleich nur noch rudimentären - „Elefantenrüsseln“ enthalten die Fraktura-Lettern überflüssiges Beiwerk, ihre Verwendung bedeutet also, ganz im Gegensatz zu den Effizienzkriterien des Energetikers OSTWALD, nichts weniger als: Energieverschwendung. Typografisch steht OSTWALD damit im schärfsten Gegensatz zur „Neuen Typographie“ MOHOLY-NAGYS und des Bauhauses, welche unter anderem von seinem ehemaligen Mitarbeiter Walter PORSTMANN angeregt worden war [12, S. 10-11; 13, S. 88; 14, S. 181].

Die Vorstellung einer „Farbenfibel“ zunächst in Antiqua oder später gar in serifenloser funktionalistischer Typografie weitet den Blick für die seinerzeit oft verkannten Möglichkeiten dieses Elementarbuches. Auf dem Einband prangte mit dem dreifarbigem Sechseck die isometrische Darstellung eines Würfels – eine elementare Form funktionalistischen Gestaltens und Bauens. Gleichermaßen modern wirkten die Farbmuster im Buch: als Reihen farbiger Quadrate oder, bei mehreren Reihen auf einer Seite, als farbige Raster. Anblicke, die jeden konstruktivistischen Maler entzücken mussten. Die absichtsvoll gewählte antimoderne Typografie stand dazu im denkbar größten Gegensatz.

Inhalt

„Alles, was wir sehen besteht unmittelbar aus Farben, die in den Flächen des Gesichtsfeldes als grössere und kleinere Teile oder Flecken ausgebreitet sind.“ Mit diesem grundlegenden Satz beginnt das Buch. Auf eine kurze Einleitung folgen fünf Abschnitte. Ausgehend von OSTWALDS Erkenntnis- und Lehrprinzip, zunächst die einfachen Fälle zu behandeln und mit dem so gewonnenen Rüstzeug erst zu den schwierigeren überzugehen, widmet sich der erste Abschnitt zunächst Weiß, Grau und Schwarz (Abb. 4).

Es gibt kein weiteres populäres Buch über Farbe, das so wie die „Farbenfibel“ mit diesen „Nicht-Farben“ beginnt – nehmen doch viele Fachleute wie Laien an, dass alle drei lediglich Empfindungen verschiedener Helligkeit seien, gekennzeichnet durch die Abwesenheit jeder Farbempfindung. OSTWALDS Ansatz zielt auf das Gegenteil: Die vermeintlich „unfarbigen“ Empfindungen erklärt er kurzweg für „unbunte Farben“. Mit der Begründung: „Man beschränkt zuweilen den Namen Farbe auf die bunten Farben und nennt die unbunten farblos. Dann kann man aber nicht mehr sagen, dass alle Gesichtsempfindungen unmittelbar aus Farben bestehen“ (S. 1). Genau dies ist aber eine von OSTWALDS Grundvoraussetzungen.

Schon diese Gleichberechtigung der Gesichtsempfindungen ist umwälzend und lässt „Farben“ unter neuem Blickwinkel erscheinen: nämlich als Körperfarben,

deren Töne durch verschiedene Substanzen erzeugt werden. Die Hierarchie von Licht („Weiß“), Farbe und Dunkelheit („Schwarz“) wird aufgehoben und damit die Farbenvielfalt handhabbar gemacht. Sieht doch OSTWALD „Farbe“ vor allem als Werkstoff an, mit dem sich etwas herstellen lässt.

Dem Anfangskapitel über die „*unbunten Farben*“ folgt ein etwas längerer Teil über die „*bunten*“, wobei OSTWALD seinen 24teiligen Farbkreis einführt, der auf Ewald HERINGS (1834-1918) Vierfarbenlehre fußt und die Farbenpaare Blau-Gelb und Grün-Rot als Grundfarben aufstellt (Abb. 5). Als Konsequenz entstehen damit andere Gegenfarbenpaare (Komplementärkontraste), als in der gängigen Dreifarbenlehre nach YOUNG und HELMHOLTZ.

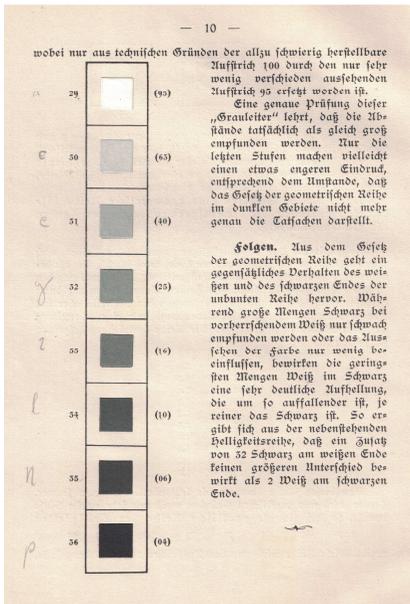


Abb. 4. Die zehnstufige Graureihe.

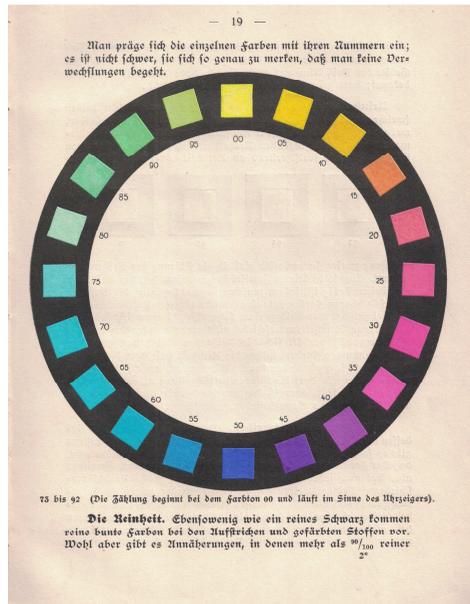


Abb. 5. Der 24teilige Farbkreis.

Der dritte Abschnitt, „*Ordnung und Bezifferung der Farben*“ überschrieben, stellt die grundlegende „*Farbengleichung*“ vor, mit der sich jede Farbe in OSTWALDS System darstellen lässt: $r + w + s = 100$. Die Buchstaben stehen für die jeweiligen Anteile an reiner Farbe (r), Weiß (w) und Schwarz (s). Ab der zweiten bis dritten Auflage (1917) fungieren diese Bestimmungsstücke als Vollfarbe (v) sowie wiederum Weiß (w) und Schwarz (s), die sich zur ganzen Zahl 1 ergänzen. Diese Gleichung öffnet OSTWALD einen einfachen Weg zur Messung der Farben, indem er Schwarz- und Weißgehalt bestimmt und den Anteil an Vollfarbe aus der Differenz zu 1 (bzw. 100 %) berechnet. HERING, mit dem OSTWALD in Verbindung stand, hatte die Messbarkeit der Farben auf diese Weise bezweifelt, weil die absoluten Weiß- und Schwarzpunkte nicht bestimmbar seien. OSTWALD aber definiert sehr pragmatisch als höchsten Weißgrad die „weißeste“ Oberfläche, die sich mit ge-

genwärtigen Mitteln herstellen lässt. Von diesem „relativ absoluten“ Weißpunkt aus lassen sich dann alle Grauwerte bestimmen.

Da die Farbengleichung den Zusammenhang dreier Bestimmungsstücke herstellt, führt sie zwangsläufig zur dreidimensionalen Farbenordnung in einem „Farbkörper“, der bei OSTWALD die Gestalt eines regelmäßigen Doppelkegels annimmt, dessen Äquator vom Farbkreis und dessen Pole von Weiß- und Schwarzpunkt gebildet werden. Die Mittelachse bildet demzufolge eine Graureihe zwischen Weiß und Schwarz. Schnitte durch den Doppelkegel ergeben die gleichseitigen Farbdreiecke der gegenüberliegenden Farbtöne mit ihren Weiß-, Grau- und Schwarzausmischungen. Diese gleichseitigen Dreiecke enthalten die besonderen Reihen der „Rein-, Weiß- und Schwarzgleichen“ (Abb. 6).

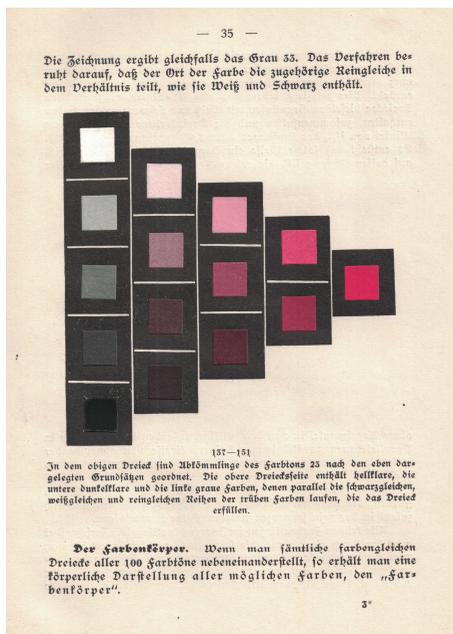
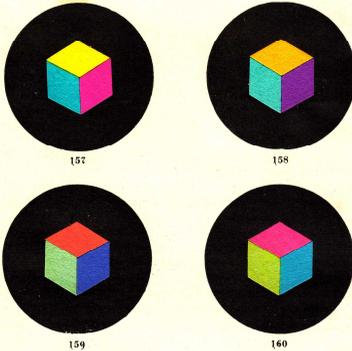


Abb. 6
Das Farbdreieck.

Im vierten Abschnitt erläutert OSTWALD seine „Messung der Farben“ (s. o.), der fünfte und letzte heißt „Zusammengehörige Farben“ und widmet sich der Farbharmone. Dem folgt schließlich ein dreiseitiger, unpaginierter Anhang, in dem „Ostwalds Farbenatlas“ vorgestellt wird, von dem gerade die ersten Lieferungen erscheinen.

In den folgenden Auflagen ändert sich die Verteilung des Inhalts auf die einzelnen Kapitel. Aus ursprünglich fünf Abschnitten werden sechs, als fünfter kommt „Der Farbkörper“ hinzu mitsamt den Gesetzmäßigkeiten, die er enthält. Da OSTWALD aus diesen Gesetzmäßigkeiten unmittelbar farbenharmonische Regeln ableitet, erfolgt damit die Überleitung zum letzten Abschnitt, der nun „Die Harmonie der Farben“ heißt, zwangloser als bisher (Abb. 7).

Dreiklänge. Eine andere Familie gefelmäßiger Zusammenstellungen wird durch je drei Farben gebildet, welche im Farbkreis gleich weit entfernt sind. Es sind dies die Farbtöne, welche um je $\frac{100}{3} = 33\frac{1}{3}$ Stufen absteigen, und man erhält daher zu einem gegebenen Farbton die beiden zugehörigen, wenn man zu seiner



Zusammen 53 (abgerundet aus $53,33 \dots$) und 67 (abgerundet aus $66,66 \dots$) zufügt. Wird dabei eine Zahl oberhalb 99 erhalten, so streicht man den Hunderter. So enthält der Dreiklang des Purpurrot 40 außerdem das Grünblau 75 und das Hochgelb 107 = 07. Für die Anzahl der Dreiklänge gelten dieselben Betrachtungen, nur daß die Zahl der Abstümmlinge eines Farbtones zur dritten, statt zur zweiten Potenz erhoben werden muß. Man erhält so die unvorstellbar hohe Zahl von $300^3 \times 53 = 1000$ Millionen verschiedene Zusammenstellungen, d. h. gerade eine Milliarde.

Abb. 7
Harmonische Kombination von jeweils drei Farben („Dreiklänge“).

Inhaltliche Veränderungen werden in den verschiedenen Auflagen der „*Farbenfibel*“ deutlich: Zunächst der Übergang zur Normung aller Farben des Systems (4.-5. Auflage 1920), dann die Einführung der vereinfachten Farbzeichen (12. Auflage 1926). In diesem Stadium bildet die „*Farbenfibel*“ die ausgereifte Form von OSTWALDS Farbenlehre in allgemeinverständlicher Weise ab. Für sehr viele praktische Anwendungen, bei denen es auf die unmissverständliche Verständigung über Farben ankommt (wie für einzelne Zweige der Biologie), ist OSTWALDS Lehre in dieser Form teilweise bis in die 1960er Jahre verbindlich. Dann wird sie von den nachfolgenden Farbsystemen verdrängt.

Verständliche Sprache

Der Stil der „*Farbenfibel*“ zeichnet sich durch Einfachheit und große Klarheit aus. Bei aller Eingängigkeit ist dennoch jeder Satz, jede Formulierung genau abgewogen. Dies wird besonders in einem Vergleich verschiedener Auflagen des Buches deutlich, in dem sich zeigt, wie OSTWALD immer wieder Begriffe und Formulierungen geändert hat, um noch deutlicher, einfacher und klarer zu werden. Der OSTWALD-Enthusiast Ralph DYCK hat einen solchen Textvergleich der 1. und 12. Auflage in mustergültiger Weise vorgenommen und allgemein zugänglich gemacht [15].

Auch in didaktischer Hinsicht ist die „*Farbenfibel*“ eine Meisterleistung. Als Wissenschaftler und Lehrer ist OSTWALD grundsätzlich um Klarheit, Verständlichkeit und Fasslichkeit bemüht. Von einer elitären Wissenschaft, die durch komplizierte Darstellung und die Verwendung vieler Fremdwörter nur Fachleuten verständlich ist, hält er nichts. Stattdessen sieht er Mitteilung als soziale Pflicht der Wissenschaft an.

In seinen Schriften folgt er diesen Grundsätzen mit großer Konsequenz. Wo OSTWALD deutschen Ersatz findet, verzichtet er auf Fremdwörter. Dies geht nicht ohne sprachliche Gewalttaten ab, indem er bisweilen den alltäglichen, eingebürgerten Sprachgebrauch und klangverwandte Nebenbedeutungen ignoriert – etwa, wenn er bei Eindimensionalität von „*Einfaltigkeit*“ spricht. Zum anderen erfindet er neue deutsche Wörter für eingeführte Begriffsbezeichnungen – so steht bei ihm für die Farbempfindung des Orange das von der Blütenfarbe der Kapuzinerkresse abgeleitete Wort „*Kreß*“, für das Violett hingegen „*Veil*“. Klarheit und Allgemeinverständlichkeit des Textes tut dies allerdings keinen Abbruch.

Als hätte er die kommenden Debatten geahnt, schrieb einer der Rezensenten, das Buch sei „*derart leichtverständlich, dass jeder Laie ohne sachliche Vorbildung daraus belehrt wird, ohne auch nur von einem Fremdworte [...], dass erfahrungsgemäß den Laien abschreckt, beunruhigt zu werden – dies vielleicht eine Erklärung, warum es von der Fachkritik so gut wie ignoriert wurde*“ [16, S. 173].

Tatsächlich traten bald Kritiker auf den Plan, welchen die Allgemeinverständlichkeit von OSTWALDS Farbenlehre ein Dorn im Auge war. Nicht nur die ihr innewohnende Gleichstellung aller Farben veranlasste sie zur Schmähung als „*kommunistische Farbenlehre*“ [2], sondern ebenso die Vorstellung, dass mit OSTWALDS Hilfsmitteln „jeder“ farbkundig werden könne. Eine Elite aus Künstlern und Bildungsbürgern sah sich eines vermeintlichen Privilegs beraubt [6, S. 344-347]. Während also die einen die Verständlichkeit und Klarheit der „*Farbenfibel*“ lobten, sahen andere dadurch ihren Elitestatus bedroht.

Entstehungsgeschichte

OSTWALD war ein Schnell- und Vielschreiber, was ihm gerade von Seiten der Wissenschaftlerkollegen bisweilen zum Vorwurf gemacht wurde. Die Zeitspanne, in welcher er die „*Farbenfibel*“ zu Papier brachte, ist jedenfalls atemberaubend kurz. Am 12. September 1916 hatte er dem Kunsthistoriker Peter JESSEN (1858-1926), der die Bibliothek des Berliner Kunstgewerbemuseums leitete, noch mitgeteilt, dass er für alle diejenigen, denen „die Anwendung wichtig“ sei, eine allgemeinverständliche Darstellung seiner Farbenlehre schreiben wolle. Er hoffe, diese „*in wenigen Tagen*“ auszuführen [17].

Genau eine Woche später, am 19. September, schickt OSTWALD bereits ein Exemplar des fertigen Manuskripts an JESSEN mit der Bitte, es von dessen Mitarbeitern auf Allgemeinverständlichkeit überprüfen zu lassen.

Bereits am Vortag hatte er Paul KRAIS (1866-1939) ein weiteres Manuskriptexemplar zukommen lassen. Aus dem Begleitbrief geht hervor, dass der kurzen Schreibphase allerdings gründliche Überlegungen vorausgegangen waren:

„Nach vielen Ansätzen und Versuchen denke ich, dass dies die Form ist, in welcher die neue Lehre am bequemsten Eingang finden kann. Ich denke die Arbeit als Buch mit den eingeklebten Mustern herauszugeben“ [18].

Die Reaktionen des Kunsthistorikers JESSEN und des Färbereichemikers KRAIS sind, trotz einiger Änderungsvorschläge, positiv: JESSEN bezeichnet die „Farbenfibel“ schlicht als „das, was uns allen fehlt“ [17, 21. September 1916], KRAIS findet „alles prachtvoll klar und leichtverständlich“ [18, 26. September 1916]. JESSEN gibt allerdings zu bedenken, dass das Schlusskapitel zur Farbenharmonie teilweise „ästhetische Forderungen“ vermittele, die ihm als „veraltet und unbewiesen“ erscheinen. Bereits hier zeigt sich OSTWALDs Farbenharmonie als heikelster Teil der Lehre – für die anhaltende, heftige Diskussion darüber muss hier aus Platzgründen wiederum auf die umfassende Darstellung verwiesen werden [6, S. 225-251].

KRAIS seinerseits schlägt vor, die gesamte Fibel auf graues Papier zu drucken, „weil sich da die Farben viel besser machen“ [18, 26. September 1916]. Dem entgegen OSTWALD, es würden „die bunten Farbproben in der Farbfibel unmittelbar von einem starken schwarzen Rahmen umgeben sein [...]. Das wird, da die einzelnen Farben möglichst isoliert wirken sollen, noch wirksamer sein als die von Ihnen vorgeschlagene Benutzung grauen Papiers“ [18, 30. September 1916]. Inzwischen hat, wie OSTWALD an JESSEN schreibt, die Drucklegung der „Farbenfibel“ Ende September 1916 begonnen [17, 30. September 1916].

Die Produzenten

Erschienen ist das Buch im „Verlag Unesma G. m. b. H.“ in Leipzig, gedruckt wurde es in der dortigen Spamerschen Buchdruckerei und gebunden in der Buchbinderei E. O. FRIEDRICH.

Der Unesma-Verlag war am 1. April 1913 von OSTWALD und seinen Söhnen gegründet worden, um seine monistischen Schriften veröffentlichen zu können, ohne erst mit Verlegern darüber verhandeln zu müssen [3, S. 155]. Bekanntlich hatte der Gelehrte 1912 von Ernst HAECKEL den Vorsitz des Deutschen Monistenbundes übernommen, jener Vereinigung, welche sich für die Durchsetzung einer wissenschaftlich geprägten Weltanschauung einsetzte [19]. Der Name bedeutete „Die Erste“ in der Universalsprache Ido, die von OSTWALD als Welthilfssprache propagiert wurde (mitunter ist fälschlicherweise zu lesen, es heiße: „Die Einzige“, so in [6, S. 297]). Als Verlagsleiter fungierte der Mediziner und Monist Friedrich (Fritz) MANITZ (1869 – nach 1930)³, mit dem OSTWALD einen ergebenen und engagierten Mitarbeiter bei der Umsetzung seiner Projekte gefunden hatte [20, S. 777]. Die Firmenräume befanden sich in der Kantstraße 17 in Leipzig.

Hier wird OSTWALDs Reihe der *Monistischen Sonntagspredigten* fortgesetzt (ab Nr. 77), hier erscheinen 1914 seine Monografie über Auguste COMTE, eine Ernst-HAECKEL-Festschrift und andere monistische Schriften. Aber auch bedeutende Wer-

³ Friedrich MANITZ stammte aus Freienwalde/Oder und war 1891 an der Universität Erlangen zum Doktor der Medizin promoviert worden.

ke anderer Autoren, so die Erstveröffentlichung von Ludwig WITTGENSTEINS fundamentalem „*Tractatus logico-philosophicus*“, als Sonderdruck aus OSTWALDS „*Annalen der Naturphilosophie*“. Aber, so MANITZ in einem brieflichen Rechenschaftsbericht an OSTWALD, „mit Ende 1916 [mit der ersten Auflage der *Farbenfibel*] setzt der Farbenbetrieb ein, der ständig mit spärlicher Mitarbeiterschaft bewältigt werden musste“ [4, 13. April 1918].

Mit der „*Farbenfibel*“ wird Unesma zum Verlag der OSTWALD'schen Farbenlehre. Die ungeheure verlegerische Leistung der kommenden Jahre – immerhin handelt es sich um die schwierige Kriegs- und Nachkriegszeit – beruht zu einem guten Teil auf Selbstaussbeutung des allzeit beflissenen, peinlich gewissenhaften MANITZ, seiner Frau und der wenigen Mitarbeiter, unter denen Grete OSTWALD in ihren Erinnerungen „*Frau und Herr[n] DACHSEL*“ hervorhebt [3, S. 200].

Nachdem MANITZ die Verlagsleitung abgegeben hatte, trat Ludwig EPHRAIM (Lebensdaten unbekannt) an seine Stelle. Im Zug der nationalsozialistischen „Arisierung“ wurde EPHRAIM gezwungen, aus dem Verlag auszuschcheiden, die Leitung übernahm dann Fritz BLAU. Das Gesuch seines enteigneten Vorgängers auf Rückgabe wurde 1946 abgelehnt [21]. Die Geschichte des Unesma-Verlags ist noch unerforscht – aus diesem Grund sind auch die vorstehenden Angaben als vorläufig zu betrachten.

Mit der technischen Herstellung des Buches hatten OSTWALD und sein Verleger angesehene Leipziger Firmen betraut. Die Spammersche Druckerei gehörte zum Verlag Otto SPAMER, einem der größten Verlagsunternehmen der Stadt. Dieses befand sich seit 1891 im Besitz von Josef Mathias PETERSMANN (1864-1942), der 1898 den Verlagssitz in ein neues, größeres Firmengebäude (Crusiusstraße 8-10) verlegt hatte [22, S. 30, 42-43]. Dieses ist also der Ort, an dem ab Herbst 1916 die Erstausgabe der „*Farbenfibel*“ gedruckt wurde.

Die fertigen Bogen wanderten anschließend in die Großbuchbinderei von E. O. FRIEDRICH im Täubchenweg 83, einem der bedeutendsten Unternehmen seiner Art mit über 100 Beschäftigten [22, S. 43]. Hier erfolgte auch das Einkleben der ausgestanzten Farbmuster in die geschnittenen (und möglicherweise bereits gehefteten) Lagen unter Aufsicht des Ehepaars MANITZ, um die fertigen Buchblöcke schließlich binden zu können, ohne dass weitere Transporte zwischen Verlag und Binderei nötig wurden.

OSTWALDS Verleger schildert ihm die Schwierigkeiten, welche die Produktion im Auftrag des änderungsfreudigen Autors mit sich brachte, und dies noch unter Kriegsbedingungen. Zunächst gibt es doppelte Arbeit beim Setzen des Textes:

„Den Umbruch habe ich Zeile für Zeile selbst angegeben, da er dem Setzer nicht überlassen bleiben konnte. Als ich gerade fertig war, kam Ihre Neueinteilung mit neuen Kapiteln“ [4, 11. Oktober 1916].

Dann Probleme mit dem Ausstanzen der Farbmuster:

„Trotzdem ich zur Zeit bei meinen Lieferanten der bestgehasste Mann bin, ist es nicht möglich gewesen, bis heute Farbenfibeln fertig zur Verfügung zu haben. Die derzeitigen Arbeitsverhältnisse sind sehr ungenügend. Von

3 Spezialisten für Stanzen mussten zwei die Arbeit überhaupt ablehnen, weil sie sie aus Mangel an geschulten Arbeitskräften nicht ausführen konnten. Der dritte übernahm, falls ihm Zeit gelassen würde. Solchen Verhältnissen gegenüber musste ich mich bescheiden. – Morgen soll die Stanze [Fußnote von Manitz: stanzt 165 Blättchen auf einmal] geliefert werden. Inzwischen wird natürlich eine erhebliche Anzahl an Exemplaren fertig gebunden (über 500 Ex.), so dass das Kleben sofort beginnen kann. Danach werden wir von den ersten Tagen der nächsten Woche ab fortgesetzt liefern können. Ein Exemplar der ersten Ausfertigung, mit dem ich für heute vorlieb zu nehmen bitte, sende ich gleichzeitig ab“ [4, 1. November 1916].

Am 20. November jedoch läuft die Produktion auf Hochtouren, wengleich durch Kriegsbedingungen verzögert:

„Bis Morgen Dienstag Abend sind 300 Exemplare fertig, ca. 100 sind bereits versandt. Ich kann von nun ab wöchentlich 200 Expl. fertigstellen. Darüber hinaus lässt sich die Produktion nicht steigern, weil keine Arbeitskräfte zu haben sind. Die Arbeitsverhältnisse in allen Fabrikbetrieben sind jämmerlich und werden täglich schlechter“ [4, 20. November 1916].

Die „*Farbenfibel*“ verkörpert somit auch ein Stück Leipziger Buchgeschichte.

Zeitgenössische Rezeption

OSTWALD wusste um den bezwingenden Reiz seiner „*Farbenfibel*“ und machte sie gern zum Geschenk, so Ernst HAECKEL in Jena, der sich am 4. November 1917 „für die freundliche Zusendung“ des „wundervollen, so vielfach anregenden“ Büchleins bedankt [23, S. 134]; [3, S. 139].

Als OSTWALD 1927 seine Vortragsreihe am Dessauer Bauhaus hält [6, S. 375-402], bringt er seinen Gastgebern Ise und Walter GROPIUS ebenfalls eine *Fibel* mit (in der 9. Auflage von 1923). Und OSTWALDs zeitweiliger Mitarbeiter Paul KRAIS hatte 1916 gleich zehn Exemplare der Erstausgabe als Weihnachtsgeschenk für Freunde und Verwandte bestellt [3, S. 196].

Im Dezember 1919 sind die 1200 Exemplare der ersten Auflage vollständig verkauft, von der zweiten Auflage sind es annähernd 2000 [4, 23. Dezember 1919].

Zunächst verwundert es den Autor ebenso wie Paul KRAIS, dass Rezensionen des Buches bis zum Jahresende 1916 ausbleiben. Dies mochte auch den Zeitumständen geschuldet sein – Deutschland hatte Teil am Verteilungskrieg der imperialistischen Mächte (und tatsächlich fanden sich Leute, die es schafften, OSTWALDs Lehre in ihre Kriegspolemik einzuschließen [6, S. 10-14]).

Im neuen Jahr allerdings folgte bald eine Rezension auf die nächste. Eine der ersten erschien am 22. Februar in der „*Neuen Züricher Zeitung*“, verfasst von dem anerkannten Farbenchemiker Hans Eduard FIERZ-DAVID (1882-1953). OSTWALDs „*Farbenfibel*“ sei ein „reizendes und überaus interessantes Büchlein“, das sich ausschließlich den wahrnehmungspsychologischen Gesichtspunkten der Farbe

widme und deshalb keine „*physikalisch-optische Schrift*“ sei. „*Der Physiologe, der Laie und der Künstler [...] werden die Schrift mit zunehmendem Interesse durchgehen, und sie sei jedem Gebildeten aufs wärmste empfohlen*“ [24, S. 110]. Der Rezensent schlägt einen Bogen zu GOETHES Farbenlehre, deren bedeutendsten Teil die wahrnehmungspsychologischen Partien bildeten. „*Meines Wissens*“, so FIERZ-DAVID, „*hat aber noch niemand diese scheinbar so einfache und dennoch so schwierige Materie bewältigt, trotzdem die Physiker immer wieder behaupten, dass die Newtonsche Lehre die Tatsachen der Farbenempfindung vollkommen erkläre*“ [Ebd.]. Der Rezensent kommt zu einem rundum positiven Urteil:

„*Ostwalds Theorie erledigt den alten Streit um die Systematik der Farben auf eine höchst elegante Weise, und seine Arbeit erscheint daher als eine Tat. Er bringt darin weder grosse Entdeckungen, noch wirft er neue Probleme auf, aber er kleidet bekannte Tatsachen in eine neue Form, deckt neue Zusammenhänge auf und ordnet das Ganze umfassend und sinngemäss. Die Einfachheit und Selbstverständlichkeit, mit der Ostwald hier ein schwieriges und teilweise noch ganz unabgeklärtes Problem behandelt, macht das Geniale seiner Arbeit aus*“ [24, S. 111].

Ebenso günstig beurteilt Hans WOLFF (Lebensdaten unbekannt) seitens der Kunstwissenschaft das Werk in der „*Kunstchronik*“ und sieht die Tatsache, dass in kürzester Zeit bereits drei Auflagen nötig waren, als Gradmesser des Erfolgs an. „*Wir begrüßen diesen Erfolg, da wir wünschten, dass diese Farbenfibel ihren Platz neben jedem Rechen- und Lesebuche erhalte. Unsere Farbenlehre ist mit diesem Werk auf eine so sichere und klare Grundlage gestellt worden, dass wir uns in allen Fragen, die sich auf die Farbe beziehen, eindeutig und schnell verständigen können*“ [25, Sp. 167].

Für die positiven Rezensionen aus den Reihen der „Anwender“ sei hier abschließend die des Malers, Entomologen und Anthropologen Felix BRYK (1882-1957) zitiert:

„*Seit dem Erscheinen der populären farbenphysiologischen Arbeiten des hervorragenden Tierphysiologen Brücke hat wohl kein Buch aus dem Gebiete der Farbenlehre mit Fug und Recht die Aufmerksamkeit der großen Öffentlichkeit derart auf sich gezogen, wie Ostwalds originelle sowie mustergültige Farbenfibel. [...] Deshalb spricht Ostwalds Farbenfibel jeden Farbentüchtigen [...] an, ohne Unterschied auf Beruf oder Stand [...] Farbenfibel heißt das Buch, ein Farbenkatechismus ist es!*“ [16, S. 172-173].

Die Kritik an der neuen Lehre lässt allerdings auch nicht lange auf sich warten und schlägt sich in mehreren Rezensionen der „*Farbenfibel*“ nieder.

Der bedeutende Physiker Robert Wichard POHL (1884-1969) schreibt in der Zeitschrift „*Die Naturwissenschaften*“:

„*Ostwalds Farbenfibel wendet sich an einen weiten Leserkreis. Sie enthält im wesentlichen einen ganz elementar gehaltenen knappen Auszug aus der ersten Lieferung des schönen, aber leider unvollendeten Werkes von*

Ewald Hering über die Lehre vom Lichtsinn (Leipzig 1905 bei Wilhelm Engelmann). [...]

Die Farbenfibel ist wegen ihres Anschauungsmaterials recht zu empfehlen. Ihre Aufgabe ist erfüllt, wenn sie den Leser anregt, sich näher mit dem reizvollen Problem der Farben zu beschäftigen und womöglich auf das Originalwerk Herings zurückzugreifen“ [8, S. 365, 367].

Dieses leicht vergiftete Lob suggeriert, dass OSTWALD keine neuen Erkenntnisse geliefert sondern vielmehr die HERINGS in allgemeinverständlicher Form referiert habe. Tatsächlich hat OSTWALD an mehreren Stellen darauf hingewiesen, dass er HERING hinsichtlich seiner eigenen Farbenlehre viel verdanke. In den knappen, populären Schriften wie der „*Farbenfibel*“ fallen solche Hinweise allerdings weg, so dass Leser, welche OSTWALDS wissenschaftliche Schriften ebenso wenig wie die einschlägige Fachliteratur kennen, annehmen müssen, er biete hier voraussetzungslos Neues.

Ein Vorbote der späteren wissenschaftlichen Kritik an OSTWALDS Farbenlehre ist schließlich die Auseinandersetzung Johannes von KRIES' (1853-1928) mit der „*Farbenfibel*“. Als Bearbeiter der dritten, posthumen Auflage von HELMHOLTZ' Standardwerk „*Physiologische Optik*“ ist von KRIES dazu prädestiniert. Nachteilig für seine achtungsvoll vorgetragene Kritik ist allerdings, dass er lediglich die „*Farbenfibel*“, nicht aber OSTWALDS inzwischen erschienene Arbeiten kennt. Dies führt zu Missverständnissen, die OSTWALD in seiner Replik unter Verweis auf seine neueren Schriften zumindest teilweise entkräften kann [26].

Beide Kontrahenten wahren in dieser Auseinandersetzung noch die Regeln respektvollen Umgangs zwischen Kollegen. In den folgenden Jahren soll sich dies grundlegend ändern, indem mehrere Wissenschaftler, die auf ähnlichen Gebieten arbeiten, OSTWALDS Lehre als falsch oder wenigstens als überflüssig bezeichnen [6, S. 187-200].

An Schärfe und Polemik wird diese Kritik etwas später noch von Künstlern und Kunstwissenschaftlern überboten [6, S. 262-352]. Den Auftakt von dieser Seite macht freilich eine begeisterte Rezension in einer Zeitschrift, die heute zu den Inkunabeln der Avantgarde zählt – und in diesem Jahr ebenfalls ihr hundertstes Jubiläum hat. Im Augustheft 1918 von „*De Stijl*“ rezensiert der Maler und Gestalter Vilmos HUSZÁR (1884-1960) die „*Farbenfibel*“ [1]. Er beginnt mit OSTWALDS Eingangssätzen, die verdeutlichen, dass alle Gesichtsempfindungen aus Farben bestehen. „*[A]us eben so einfachen und klaren Begriffen*“, fährt HUSZÁR fort, „*setzt sich der weitere Inhalt zusammen. Es ist das ABC-Buch der Farbe, in dem [...] alles über Farben so wissenschaftlich und exakt wie möglich*“ definiert würde [1, S. 113].⁴

HUSZÁR sieht eine gewisse Gefahr darin, dass ein Künstler bei den wissenschaftlichen Resultaten der OSTWALD'schen Lehre stehenbleiben könnte – gibt aber andererseits zu bedenken, dass eine Kunst, welche die Wissenschaft ignorierte, schlimmer sei als eine, die sich auf gründliches Wissen stütze und dabei stehenbleibe. Denn

⁴ Hier und im Folgenden Übersetzung aus dem Niederländischen durch den Verf.

hierbei, so HUSZÁR, sei wenigstens der Versuch zu erkennen, „nach Wahrheit und Richtigkeit zu suchen“ [1, S. 114]. Die Gefahr, dass die Mittel den Zweck dominieren, bestehe zwar, „aber man vergesse nicht, wie wichtig es für die moderne Malerei ist, Exaktheit in die Farben zu bringen, bestimmt von den Ergebnissen der Wissenschaft (Kultur) im Gegensatz zur visuellen Wahrnehmung (Natur).“ Gerade die Korrelation mit den „abstrakt-objektiven Farbwerten [...], wie sie von der Wissenschaft festgestellt worden“ seien, erlaube die Beibehaltung des individuellen Farberlebnisses [1, S. 114-115].

So wie die Töne durch ihre Lage auf den Notenlinien festgelegt seien und jeder Komponist mit ihnen etwas anderes komponiere – ebenso könnten „die objektiv bestimmten Farben die Richtlinie für die modernen Maler bilden, von denen sie jeder auf seine Weise verwendet.“ Schließlich gestatte es OSTWALDS Farbatlas gerade bei Architekturaufträgen, sich mit den mitwirkenden Künstlern ebenso wie mit dem Anstreicher schnell zu verständigen.

HUSZÁR warnt davor, jetzt Farben nach den harmonischen Verhältnissen im Farbkreis zu kombinieren und dann zu glauben, Harmonie erzeugt zu haben – denn diese hänge von Form und Ausdehnung der auf der Fläche angeordneten Farben ab, nicht vom Farbklang allein. Mit Linien- und Flächenformen müssten die Farben ins Gleichgewicht gebracht werden – die Künstler sollten ein „Gleichgewicht zwischen Bewegung und Ruhe“ zur geistigen Vorbereitung einer künftigen Gesellschaft schaffen. Denn wenn der „physische Kampf“ der Völker vorbei sei (noch wütet ja der Erste Weltkrieg), werde das Bedürfnis entstehen, Physisches und Psychisches ins Gleichgewicht zu setzen. Und dieses dürfe dann nicht auf „vagen, idealistischen Begriffen“ beruhen, sondern auf einer „reellen Basis“ – OSTWALDS Farbenlehre erscheint HUSZÁR als eine solche Grundlage. „Für unsere monumentale Kunstentwicklung“, so das Fazit des Künstlers, „kann solch eine gesetzliche Ordnung der Farben nur gut sein“ [1, S. 118].

Nachwirkung

Die „Farbenfibel“, verkauft in mehreren zehntausend Exemplaren, hat weite Verbreitung gefunden. Künstler und Gestalter der Zeit haben sich mit ihr auseinandergesetzt, was in einigen Fällen belegt ist, die repräsentativ für eine große Zahl von Kollegen stehen mögen. Noch 1969 erschien eine US-amerikanische Ausgabe [27]. Als Fortführung von OSTWALDS Arbeiten muss das Lebenswerk des Schweizer Farbenforschers Aemilius MÜLLER (1901-1989) betrachtet werden, der mit ähnlichem volkspädagogischen Ansatz seit 1944 eine große Zahl von Farbatlanten und anderen Anschauungswerken für die schulische und gestalterische Praxis veröffentlichte. Dennoch wurde die „Farbenfibel“ mitsamt von OSTWALDS Lehre spätestens nach dem Zweiten Weltkrieg weitgehend verdrängt. Dies hat vielfältige Ursachen – das Aufkommen neuer Farbsysteme (die mitunter, wie DIN 6164 oder NCS, direkt auf OSTWALD fußten) hatte daran ebenso Anteil wie die Nachwirkung der heftigen Kontroverse, die OSTWALDS Lehre bei Künstlern wie Natur- und Geisteswissenschaftlern ausgelöst hatte. Schließlich ist der „Standardcharakter“ der

Farbmuster selbst bereits von den Zeitgenossen aus verschiedenen Gründen in Zweifel gezogen worden. Mit den verfeinerten Methoden heutiger Farbmessung sind diese Zweifel inzwischen bestätigt worden [28]. Farben, die OSTWALD gezwungenermaßen mit instabilen Farbstoffen ausfärben musste, haben sich überdies im Lauf der Zeit verändert.

Einer Neuauflage stünde allerdings auch ein immanentes Hindernis entgegen: Kein Reprint könnte die eingeklebten Farbmuster drucktechnisch getreu reproduzieren. So bleibt das Werk ein Denkmal in vielfältiger Hinsicht: für die Geschichte der Farbenlehre, für die Didaktik und schließlich für die Buchkunst.

Seither sind viele farbkundliche Werke mit ähnlichem Anspruch veröffentlicht worden, aber keines hat diesen umstandslosen Zugriff auf das Thema, diesen Impetus des Aufbruchs zu neuen Ufern, der zur Nachkriegsmoderne passte und von einem Künstler wie Vilmos HUSZÁR wohlverstanden wurde.

Allerdings ist seit Bekanntwerden der OSTWALD'schen Farbenlehre heftige Kritik an ihr geübt worden. Wenn hier also die „*Farbenfibel*“ als Meisterstück in mehrfacher Hinsicht hervorgehoben wird, so heißt dies nicht, dass ihrem Inhalt jener Absolutheitsanspruch zukäme, den OSTWALD mit dem Fortschreiten seiner Farbarbeiten beansprucht hat. Nur gibt es eben überhaupt keine vollkommenen Farbsysteme, die allen Aspekten von „Farbe“ gleichermaßen gerecht würden, und der Vorwurf der Unvollkommenheit trifft mehr oder weniger auch alle anderen populärwissenschaftlichen Bücher zum Thema. Und in diesem Vergleichsrahmen ist die „*Farbenfibel*“ eines der originellsten und verständlichsten.

Die Ausgaben von Wilhelm OSTWALDS „*Farbenfibel*“ (außer der letzten erschienen alle Auflagen in Leipzig)

1. Aufl. - 1917. - VII, 45 S., 8 Ill., 192 Farben
- 2.-3., verb. Aufl. - 1917. - VIII, 46 S., 8 Ill., 200 Farben
- 4.-5., verb. Aufl. - 1920. - VII, 45 S., 9 Ill., 252 Farben
6. Aufl. - 1921. - VII, 46 S., 9 Ill., 252 Farben
- 7., unveränd. Aufl. - 1922. - VII, 46 S., 9 Ill., 252 Farben
- 8., unveränd. Aufl. - 1922. - VII, 46 S., 9 Ill., 252 Farben
- 9., unveränd. Aufl. - [1923]. - VII, 46 S., 9 Ill., 252 Farben
- 10., verb. Aufl. - 1924. - VII, 47 S., 9 Ill., 252 Farben
- 11., verb. Aufl. - 1925. - VII, 47 S., 9 Ill., 252 Farben
- 12., unveränd. Aufl. - 1926. - VII, 47 S.: 10 Ill., 252 Farben
- 13., unveränd. Aufl. - 1928. - VII, 47 S.: 10 Ill., 252 Farben
- 14., unveränd. Aufl. - 1930. - VII, 47 S.: 10 Ill., 252 Farben
- 15., unveränd. Aufl. - 1930. - VII, 47 S.: 10 Ill., 252 Farben
- 16., unveränd. Aufl. u.d.T.: Die Farbfibel. - Berlin : Unesma, 1944. - VII, 47 S., Ill., 252 Farben

Zugrunde gelegt wurden die Angaben aus: ALTENA, J.; HANSEL, K.: Wilhelm Ostwald: Gesamtschriftenverzeichnis. Bd. 1. Großbothen, 2002 (Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. Sonderheft 14), S. 146.

Literatur

- [1] HUSZÁR, V.: Iets over de Farbenfibel van W. Ostwald. *De Stijl* 1 (1918),10, S. 113-118.
- [2] Walter OPHEY an Hans HILDEBRANDT, Düsseldorf-Oberkassel, 3. April 1921, Nachlass Hans HILDEBRANDT, zitiert nach den Kopien im Bauhaus-Archiv Berlin.
- [3] OSTWALD, G.: Wilhelm Ostwald, mein Vater. Stuttgart: Berliner Union, 1953.
- [4] Briefwechsel von Wilhelm OSTWALD mit dem Unesma-Verlag (Fritz MANITZ), Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Nachlass Ostwald 4357.
- [5] MAUER, I.; HANSEL, K. (Hrsg.): Die Farbenlehre Wilhelm Ostwalds: Der Farbenatlas. Großbothen, 2000 (Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges., Sonderheft 8).
- [6] POHLMANN, A.: *Von der Kunst zur Wissenschaft und zurück: Farbenlehre und Ästhetik bei Wilhelm Ostwald*, Phil. Diss. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale) 2010 (Online-Publikation: <http://digital.bibliothek.uni-halle.de/urn/urn:nbn:de:gbv:3:4-8878>).
- [7] OSTWALD, W.: *Lebenslinien: eine Selbstbiographie*. 3 Bde. Berlin: Klasing, 1926-1927.
- [8] POHL, R.: Ostwald, Wilhelm, Die Farbenfibel. *Naturwissenschaften* 5 (1917), 22 [1. Juni 1917], S. 366-367.
- [9] ANONYM: Farbentagung in München vom 31. Januar bis 2. Februar 1921. Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt. N.F. 53=107(1921) 7/8, S. 32-49, hier S. 47.
- [10] ANONYM: *Fraktura und Antiqua*. *Schauen u. Schaffen* (1916) 20 [2. Oktoberheft], S. 301-303.
- [11] HARTMANN, S.: *Fraktur oder Antiqua: Der Schriftstreit von 1881 bis 1941* (Phil. Diss. Univ. Siegen 1997/98). 2., überarb. Aufl. Frankfurt a. M. [u. a.]: Lang, 1999 (Theorie und Vermittlung der Sprache 28).
- [12] KINROSS, R.: *Das Bauhaus im Kontext der Neuen Typographie*. In: BRÜNING, U. (Hrsg.): *Das A und O des Bauhauses. Bauhauswerbung: Schriftbilder, Drucksachen, Ausstellungsdesign, Ausstellungskatalog*, Berlin: Bauhaus-Archiv, 1995, S. 9-14.
- [13] BRÜNING, U.: *Selbstdarstellung: Typochales und Normatives*. In: BRÜNING, U. (Hrsg.): *Das A und O des Bauhauses. Bauhauswerbung: Schriftbilder, Drucksachen, Ausstellungsdesign, Ausstellungskatalog*. Berlin: Bauhaus-Archiv, 1995, S. 87-113.
- [14] BRÜNING, U.: *Schrift*. In: BRÜNING, U. (Hrsg.): *Das A und O des Bauhauses. Bauhauswerbung: Schriftbilder, Drucksachen, Ausstellungsdesign, Ausstellungskatalog*. Berlin: Bauhaus-Archiv, 1995, S. 181-191, hier S. 181.
- [15] Die Website von Ralph DYCK ist abgeschaltet, kann aber in früheren Versionen (letzte: 27. November 2015) mithilfe der WayBackMachine aufgefunden werden

(<https://web.archive.org/web/20151127143338/http://home.arcor.de/dyck-berlin/>).

- [16] BRYK, F.: Wilhelm Ostwald, Die Farbenfibel. Zweite bis dritte, verb. Aufl. Entomologische Mitt. 7 (1918), 7/9, S. 172-173.
- [17] Briefwechsel von Wilhelm OSTWALD mit Peter JESSEN, Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Nachlass Ostwald 1379.
- [18] Briefwechsel von Wilhelm OSTWALD mit Paul KRAIS, Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Nachlass Ostwald 1589.
- [19] DOMSCHKE, J.-P.: Der Deutsche Monistenbund unter dem Vorsitz von Wilhelm Ostwald. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. (2012), 2, S. 13-28.
- [20] LÜDTKE, G.; SCHUDER, W. (Hrsg.): Kürschners deutscher Literatur-Kalender. 45. Jg. Berlin [u. a.]: de Gruyter, 1930.
- [21] Verlag Unesma G.m.b.H., Sächsisches Staatsarchiv Leipzig, Bestand 21765 Börsenverein der Deutschen Buchhändler zu Leipzig (I), Nr. F 08352/2.
- [22] KNOPF, S.: Buchstadt Leipzig: der historische Reiseführer. Berlin: Links, 2011.
- [23] NÖTHLICH, R.; WEBER, H.; HOBFELD, U.; BREIDBACH, O.; KRAUß, E. (Hrsg.): „Substanzmonismus“ und/oder „Energetik“: der Briefwechsel von Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald (1910-1918). Berlin: Verl. Wiss. u. Bildung, 2006 (Ernst-Haeckel-Haus-Studien 10).
- [24] FIERZ-DAVID, H. E. (Kürzel: „Dr. F.-D.“): Die Farbenfibel von Wilhelm Ostwald. Münchner kunsttechn. Blätter 13 (1916/1917), 19, S. 110-112 (Nachdruck aus: Neue Züricher Zeitung vom 22. Februar 1917).
- [25] WOLFF, H.: Wilhelm Ostwald, Die Farbenfibel. Kunstchronik: Wochenschrift für Kunst und Kunstgewerbe. N.F. 29 (1917/1918), Sp. 167-168.
- [26] KRIES, J. v.: Physiologische Bemerkungen zu Ostwalds Farbenfibel. Z. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane, Abt. II: Z. Sinnesphysik 50 (1918), S. 117-136.
- [27] BIRREN, F.: The color primer: a basic treatise on the color system of Wilhelm Ostwald. New York: Van Nostrand Reinhold, 1969.
- [28] PRESTEL, T.: Farbabstände. Theorie versus Realität im Farbsystem von Wilhelm Ostwald. In: KARLICZEK, A.; SCHWARZ, A. (Hrsg.): Farbe. Farbstandards in den frühen Wissenschaften. Jena: Salana, 2016, S. 193-213.

Radiotherapie mit Partikelstrahlen¹

Wolfgang Enghardt

Der technologische Stand der Strahlentherapie

In Folge der demografischen Entwicklung und verbesserter Methoden zu Vorbeugung und Behandlung, speziell von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wächst die Inzidenz von Tumorerkrankungen beständig. Neben der Chirurgie und der systemischen Therapie (Chemotherapie) ist die Strahlentherapie eine der drei Säulen der modernen Krebsbehandlung; in den wirtschaftlich hoch entwickelten Ländern werden ca. 50 % der Tumorpatienten damit behandelt, mit steigender Tendenz [1]. Die Strahlentherapie nutzt ionisierende Strahlung zur Abtötung oder Inaktivierung von Tumorzellen, wobei die strahlenempfindliche Struktur vor allem die Desoxyribonukleinsäure als Trägerin der Erbinformation ist [2].

Zum Transport der Strahlung zu den Tumorzellen und deren Bestrahlung mit der verschriebenen Energiedosis (Energie bezogen auf die bestrahlte Masse, Maßeinheit: Gray, $1 \text{ J/kg} = 1 \text{ Gy}$) werden verschiedene Techniken angewendet, nämlich die Tele- und Brachytherapie als Formen der Strahlentherapie und die Radionuklidtherapie als nuklearmedizinische Tumorthherapie. Letztere soll hier nicht weiter betrachtet werden; der Leser sei dazu auf die Referenzen [3], [4] verwiesen.

Bei der Teletherapie befindet sich die Strahlenquelle in räumlicher Entfernung zum Tumor, in der Regel außerhalb des Patienten, weswegen auch von perkutaner Strahlentherapie gesprochen wird. Um auch tief liegende Tumoren zu erreichen, ist Strahlung mit hohem Durchdringungsvermögen erforderlich. Heute werden bei der Teletherapie ultraharte Röntgen-Bremsstrahlung, hochenergetische γ -Strahlen sowie Strahlen geladener Teilchen, wie Elektronen und Ionen mit Kernladungszahlen zwischen 1 (Wasserstoff) und 8 (Sauerstoff), genutzt. Schnelle Neutronen, die ebenfalls ein hohes Durchdringungsvermögen aufweisen, spielen in der Tumorthherapie heute praktisch keine Rolle mehr.

Bei der Brachytherapie werden umschlossene, hoch radioaktive Strahlenquellen von wenigen Millimetern Größe in unmittelbare Nähe des Tumors oder gar in ihn hinein gebracht. Zur zeiteffektiven Anwendung wird heute vor allem Brachytherapie bei hoher Dosisleistung von mehr als 12 Gy/h ausgeführt. Dabei erfordert der Strahlenschutz des Personals, dass die meist aus dem künstlichen Radionuklid ^{192}Ir (Halbwertszeit: 74 Tage, Ausgangsaktivität 370 GBq , mittlere Energie der emittierten γ -Strahlung: 355 keV) bestehenden Strahlenquellen ferngesteuert mit einem so genannten Nachladegerät [5] in die Bestrahlungsposition gebracht werden müssen. Die Darreichungsformen der Brachytherapie unterscheiden zwischen (1) der Kontakttherapie für an der Körperoberfläche lokalisierte Tumo-

¹ Vortrag zum 131. Ostwald-Gespräch am 14. Oktober 2017 unter dem Titel „Krebstherapie mit Partikelstrahlen“ im Haus Werk des Wilhelm-Ostwald-Parks in Großbothen.

ren; (2) der intrakavitären Therapie, bei der Körperöffnungen zum Platzieren der Strahlenquelle in Tumornähe genutzt werden, und (3) der interstitiellen Therapie, bei der Katheder oder Hohlnadeln zur Führung der Nachlade-Quellen in den Tumor implantiert werden. Seit der Entdeckung und Isolation des Radiums durch Marie und Pierre CURIE im Jahre 1898 wurde die Brachytherapie zu einer wichtigen Komponente der Strahlentherapie. Für bestimmte Tumoren, z.B. der Prostata, des Gebärmutterhalses oder der weiblichen Brust, hat sich die Brachytherapie als eine hoch wirksame und kostengünstige Behandlungsform erwiesen. Ungeachtet dessen sinkt in den wirtschaftlich hoch entwickelten Ländern die Zahl der Brachytherapie-Anwendungen seit etwa 10 Jahren stark, währenddessen die Bedeutung der Teletherapie beständig zunimmt [6].

Das „Arbeitspferd“ der Teletherapie ist heute der kompakte medizinische Elektronen-Linearbeschleuniger (LINAC), Abb. 1 [7].



Abb. 1. Strahlentherapeutischer Behandlungsraum, ausgerüstet mit einem Linearbeschleuniger (links) und mit einem in-Room Röntgen-Computertomografen (rechts). Der bewegliche Teil des LINACs kann um 360° um eine horizontale Achse rotieren, so dass Patienten, die gewöhnlich in Rückenlage auf der Behandlungsliege (Mitte) positioniert sind, aus verschiedenen Richtungen bestrahlt werden können (Foto: Rainer Weisflog).

Für eine angemessene strahlentherapeutische Versorgung sind fünf bis sechs LINACs auf eine Million Einwohner erforderlich [8], [9]. LINACs sind Hochfrequenzbeschleuniger (Arbeitsfrequenz: 3 GHz). Sie liefern gepulste Elektronenstrahlen mit einer Pulsdauer von ca. $5 \mu\text{s}$ und einem Tastverhältnis von 1:1000. Die Energie der Elektronen kann in einem Bereich zwischen etwa 4 und 20 MeV ge-

wählt werden, was Eindringtiefen in Gewebe zwischen 2 und 10 cm entspricht. Mit Hilfe spezieller Streufohlen aus Materialien hoher Kernladungszahl, wie Blei oder Wolfram, wird der primäre Nadelstrahl auf bis zu $25 \times 25 \text{ cm}^2$ aufgeweitet, was die Bestrahlung ausgedehnter Tumoren ermöglicht. Da mit den verfügbaren Elektronenenergien tief liegende Tumoren nicht erreicht werden können, ist der Einsatz von Elektronenstrahlen auf ca. 10-20 % der klinischen Fälle beschränkt. Weitaus häufiger wird ultraharte Röntgen-Bremsstrahlung (Photonen) bei der Strahlentherapie eingesetzt, weil Photonenstrahlen wegen der Gültigkeit des Lambert-Beer'schen Gesetzes unter Abschwächung den gesamten Patienten zu durchdringen vermögen (Abb. 2) und damit auch für die Bestrahlung tief liegender Tumoren (z.B. des Prostata-Karzinoms) geeignet sind.

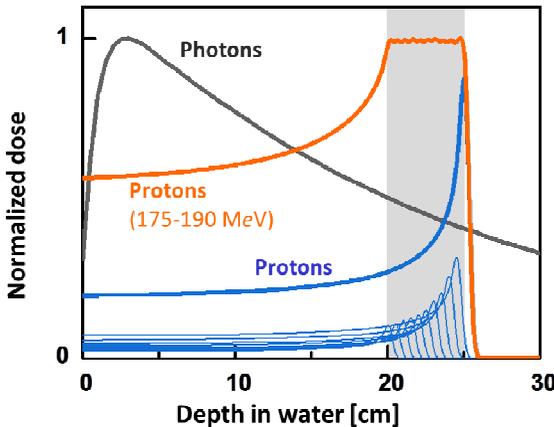


Abb. 2

Vergleich der Dosis-Tiefenprofile eines Photonenstrahles (grau) mit einem longitudinal aufgeweiteten Protonenstrahl (orange), der durch Überlagerung einer Reihe von Dosis-Tiefenverteilungen monoenergetischer Protonenstrahlen (blau) entsteht. (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. C. RICHTER, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf).

In Abhängigkeit vom gewünschten Durchdringungsvermögen der Photonen wird ein Elektronenstrahl mit einer Energie zwischen 4 und 18 MeV auf ein Radiortarget aus einem Material hoher Kernladungszahl (Wolfram, Tantal, Gold) von wenigen Millimetern Dicke geschossen, worin ein Teil der kinetischen Energie der Elektronen in Bremsstrahlung umgewandelt wird. In Kombination mit geeigneten Techniken zur lateralen Homogenisierung des Strahles [10] gelingt es, gleichmäßig ausgeleuchtete Strahlenfelder mit einem Querschnitt von bis zu $40 \times 40 \text{ cm}^2$ zu erzeugen. Moderne LINACs verfügen über Systeme für die bildgeführte Strahlentherapie [11]. Typische technische Lösungen sind planare Radiografie oder Röntgen-Kegelstrahl-Tomografie [12] entweder mit der Strahlung aus Kilovolt-Röntgenröhren oder unmittelbar mit der von den LINACs erzeugten Megavolt-Röntgenstrahlung; letztere allerdings auf Kosten der Bildqualität. Eine besondere technische Lösung sind so genannte in-Room Röntgen-Computertomografen [13], mit denen Tomogramme der Patienten in Bestrahlungsposition in diagnostischer Bildqualität aufgenommen werden können (Abb. 1). Alle LINACs sind heute mit Lamellenkollimatoren [14], [15] ausgerüstet, die es erlauben, offene Strahlenfelder praktisch in jeder Form einzustellen. Diese Lamellenkollimatoren sind die techni-

sche Voraussetzung für die intensitätsmodulierte Radiotherapie - IMRT [14]; ein Bestrahlungsverfahren, das es ermöglicht, den Hochdosisbereich in drei Dimensionen an die Form des Tumors anzupassen (Abb. 3, S. 30).

Mit der Einführung von Kollimatoren mit bis zu 160 unabhängig voneinander positionierbaren Lamellen mit einer Breite von ca. 5 mm hat die mittels IMRT erreichbare Präzision das durch die Strahlungsphysik hochenergetischer Photonen gegebene Limit erreicht. Die gegenwärtige technologische Entwicklung der IMRT ist auf die Reduktion der Behandlungszeit gerichtet, um der Herabsetzung der Bestrahlungspräzision durch Patienten- oder Organbewegung während der Bestrahlung zu begegnen. Durch spezielle Strahlformungstechniken [10] erreicht man heute mit Linearbeschleunigern Dosisleistungen von bis zu 20 Gy/min, den fünffachen Wert im Vergleich zu älteren Geräten, und eine Reduktion der Bestrahlungszeit auf deutlich unter einer Minute, wenn man berücksichtigt, dass für die meisten Patienten die zur Heilung verschriebene Gesamtdosis von 50-80 Gy in täglichen Fraktionen von 2 Gy verabreicht wird. Eine weitere Strategie zur Reduktion der Bestrahlungszeiten ist die so genannte Arc-Therapie [16], [17], wobei, während der LINAC kontinuierlich um den Patienten rotiert, die Photonenfluenz moduliert und das offene Bestrahlungsfeld kontinuierlich an die Winkel abhängige Tumorform durch Bewegung der Lamellen des Kollimators angepasst wird. Im Ergebnis dieses komplizierten Zusammenspiels zwischen Gantry-Bewegung, Intensitätsmodulation und Kollimatorbewegung wird schließlich eine homogene Ausleuchtung des Tumorumfanges erreicht, wie das in Abb. 3 (Mitte) dargestellt ist. Die aktuellste technologische Entwicklung zur Kompensation der Patienten- oder Organbewegung während der Bestrahlung ist die Magnetresonanztomografie-geführte Radiotherapie [18], [19]. Da bei der Magnetresonanztomografie (MRT), im Gegensatz zur Röntgen-Bildgebung, keine ionisierende, das gesunde Gewebe schädigende Strahlung zur Bildgebung benutzt wird, kann die Bildaufnahme in drei Dimensionen ununterbrochen während der gesamten Bestrahlung erfolgen, was prinzipiell (bei Verfügbarkeit sehr schneller Bildverarbeitungs-Algorithmen) die Möglichkeit einer in Echtzeit adaptierten Strahlentherapie eröffnet. Die ersten Geräte dieser Art werden zurzeit installiert und in den kommenden Jahren wird in klinischen Studien zu untersuchen sein, ob sie zu einer Erhöhung der Tumorheilungsraten führen.

Partikeltherapie

Die skizzierten technologischen Entwicklungen der Bestrahlungsgeräte und -techniken für die Teletherapie mit ultraharter Röntgen-Bremsstrahlung haben dazu geführt, dass beliebig geformte (auch konkave) Zielvolumina konformal bestrahlt werden können. Allerdings stoßen eine weitere Reduktion der im gesunden Gewebe deponierten Dosis (und damit unerwünschter Komplikationen der Strahlentherapie) oder der Wunsch nach Dosisescalation im Tumor zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Heilung an die physikalischen Grenzen, die vor allem durch die mit der Eindringtiefe exponentiell abnehmende Dosis (Abb. 2) gegeben sind. Strahlen schwerer geladener Teilchen, wie Protonen oder Ionen mit Kernladungszahlen zwischen 2 (Helium) und 8 (Sauerstoff), haben das Potenzial, sowohl die

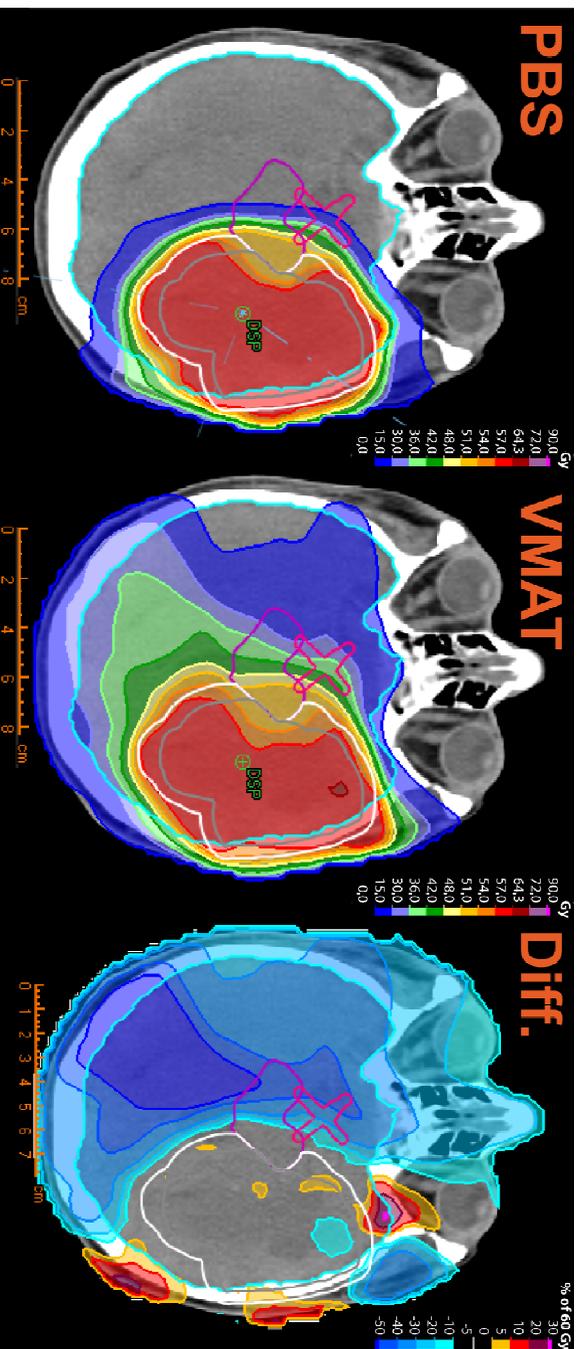


Abb. 3. Illustration des Vorteils der Protonen- gegenüber der Photonentherapie anhand von Bestrahlungsplänen (Dosisverteilungen, die Röntgen-Computertomogrammen überlagert sind) für einen Patienten mit einem Gliom des Gehirns. Links: Dosisverteilung für eine Protonenbestrahlung mittels *Penclil Beam Scanning* (PBS); Mitte: Dosisverteilung für volumetrische Arc-Therapie (VMAT) mit Protonen; Rechts: Relative Dosisdifferenz zwischen PBS und VMAT. Es ist offensichtlich, dass bei der Protonentherapie die Dosis auf den Tumor konzentriert wird, während bei der Nutzung von Protonenstrahlen ein großer Teil des gesunden Gehirns mit mittleren und niedrigen Strahlungsdosen belegt wird. Darüber hinaus können bei der Protonentherapie strahlensensitive Organe, wie der Hirnstamm und die Schenvenkreuzung (violett markiert), geschont werden. (Bestrahlungsplanung: Dr. C. Richter, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf).

Dosis im gesunden Gewebe zu reduzieren und, im Umkehrschluss, die Dosis im Tumor herauf zu setzen (Abb. 3). Grund dafür ist die invertierte Dosis-Tiefenverteilung von Partikelstrahlen (Abb. 2), worauf bereits im Jahre 1946 der amerikanische Physiker Robert WILSON [20] hingewiesen hat. Die physikalische Ursache dafür ist die Coulomb-Wechselwirkung der schnell bewegten Ionen mit den geladenen Teilchen (vornehmlich den Elektronen, aber auch den Atomkernen) des bestrahlten Materials. Dies wurde bereits im Jahre 1913 durch Niels BOHR [21] mit Hilfe der klassischen Mechanik und Elektrodynamik erklärt. Zu Beginn der 1930er Jahre wurde die Bohr'sche Formel durch Hans BETHE [22] und Felix BLOCH [23] erweitert, indem die Quantenmechanik und die spezielle Relativitätstheorie berücksichtigt wurden.

Nach der regelmäßig durch die Particle Therapy Co-Operative Group [24] veröffentlichten Statistik waren im März 2018 weltweit 73 Partikeltherapie-Anlagen in Betrieb, 44 Anlagen waren im Bau. Von den in Betrieb befindlichen sind 63 reine Protonenanlagen, 10 Anlagen stellen neben Protonen- auch ^{12}C -Ionenstrahlen zur Verfügung. Mit all diesen Anlagen werden ca. 20000 Patienten im Jahr behandelt – dies sind weniger als 1 % der Strahlentherapie-Patienten. Die Teilchenbeschleuniger für Therapieanlagen müssen folgende klinischen Anforderungen erfüllen: (1) Die maximale Reichweite der Teilchen in Wasser muss 30 cm betragen. Dem entspricht eine Teilchenenergie von 220 MeV und 5,1 GeV für Protonen- bzw. Kohlenstoff-Ionen. (2) Für einen zügigen Arbeitsablauf der Therapie ist eine Dosisleistung von wenigstens 1 Gy/min erforderlich, woraus sich erforderliche Strahlströme von etwa 1 nA errechnen. Daraus folgt die bemerkenswerte Tatsache, dass Partikelstrahlen für die Therapie eine Leistung von weniger als 1 W haben müssen, im Gegensatz z.B. zu Protonenstrahlen für die Erzeugung von medizinisch genutzten Radionukliden, wo Strahlleistungen von 1 kW typisch sind. Die meisten Protonentherapie-Zentren (45) nutzen als Beschleuniger Zyklotrons [25], [26], [27], [28], entweder mit normal- oder supraleitenden Magneten [29]. Für die Beschleunigung schwererer Ionen werden heute ausschließlich Synchrotrons [30] mit Ringdurchmessern von ca. 20 m benutzt. Auch reine Protonen-Synchrotrons kommen in 12 Therapieanlagen zum Einsatz. Der Durchmesser von Protonen-Synchrotrons ist kleiner als 10 m [31], [32], da die Krümmung der Bahn eines schnellen geladenen Teilchens in einem Magnetfeld indirekt proportional zu dessen Masse ist. Ein neuer Trend in der Instrumentierung der Protonentherapie ergibt sich durch den Einsatz supraleitender Synchrozyklotrons [33]. Im Gegensatz zu den Isochron-Zyklotrons mit mehr als 4 m Durchmesser und Massen über 200 t zeichnen sich diese neuen Beschleuniger durch ihre Kompaktheit mit einem Durchmesser von weniger 2 m und Massen unter 50 t aus. Diese Maschinen können relativ leicht in Kliniken der Maximalversorgung integriert werden und dort eine breitere apparative Basis für die dringend erforderlichen Studien zur Evaluierung des klinischen Nutzens der Protonentherapie schaffen. Bisher sind solche Kompaktbeschleuniger nur für Protonen, nicht aber für schwerere Ionen verfügbar.

Eine Partikeltherapie-Anlage (Abb. 4) ist ein modulares System aus drei Grundkomponenten:

1) Das Strahlerzeugungs-System (Abb. 4a) bestehend aus dem Beschleuniger und einem Energieauswahl-System (EAS) zur Anpassung der Strahlenergie an die durch die jeweilige Behandlungssituation geforderte Eindringtiefe. Da therapeutische Zyklotrons einen Partikelstrahl mit fester Energie liefern, besteht das EAS aus einem Körper variabler Dicke zum Abbremsen der Protonen sowie einer Kombination von Magneten und Schlitzblenden zur Separation der Protonen mit der gewünschten Energie. Synchrotrons benötigen eine solche Vorrichtung nicht, weil bei ihnen der Beschleunigungsvorgang bei einer frei wählbaren Energie abgebrochen werden kann.

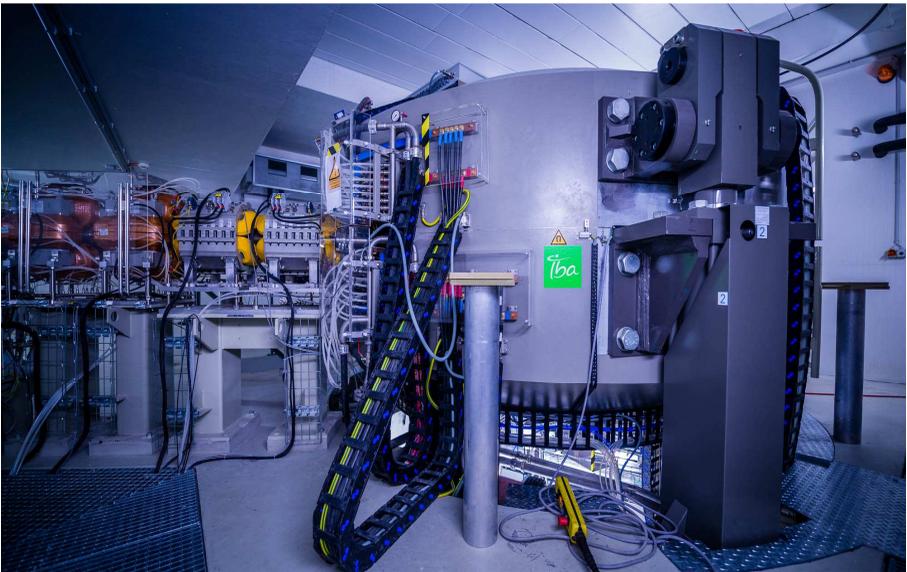


Abb. 4a. Strahlerzeugungs-System der Universitäts Protonen Therapie Dresden.
(Foto: Martin Förster und Technische Universität Dresden).

(2) Das Strahltransport-System (Abb. 4b) ist ein hoch evakuiertes Strahlrohr, welches Dipol-Magnete zur Strahlableitung und Quadrupol-Magnete zur Fokussierung durchläuft. Viele Partikeltherapie-Anlagen besitzen mehrere Behandlungsplätze, die von einem Beschleuniger versorgt werden; dort kann das Strahltransport-System eine Länge von weit über 100 m erreichen.

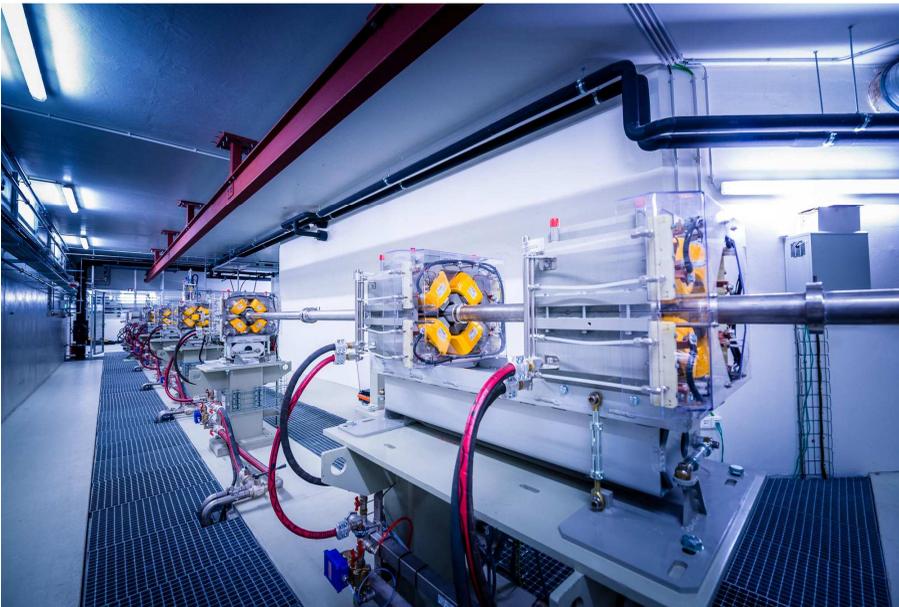


Abb. 4b. Strahltransport-System der Universitäts Protonen Therapie Dresden.
(Foto: Martin Förster und Technische Universität Dresden).

(3) Die medizinische Strahlführung (Abb. 4c) umfasst Vorrichtungen zur lateralen und longitudinalen Aufweitung des Therapiestrahles, um ausgedehnte Volumina homogen bestrahlen zu können [34], [35]; ferner Detektoren zur Strahldiagnose (Messung der Stromstärke, der Strahlposition und der Strahlrichtung). Die weitaus meisten Protonentherapie-Anlagen sind mit isozentrischen Gantries [36] ausgerüstet, welche um den Patienten rotieren und so beliebige Einstrahlrichtungen zulassen. Sie haben einen Durchmesser und eine Länge von jeweils ca. 10 m; ihre Masse liegt bei ca. 100 t. ^{12}C -Iontentherapie-Anlagen sind i.a. mit festen horizontalen, vertikalen oder auch schrägen Strahlführungen ausgerüstet, um den Bau isozentrischer Gantries wegen deren Größe und Masse zu vermeiden. Die weltweit einzige Gantry für Ionenstrahlen ist an der Heidelberger Ionenstrahltherapie [30] im klinischen Einsatz, sie hat einen Durchmesser von 13 m, eine Länge von 25 m und eine Masse von 600 t. Die Ursache für die deutlich größeren Dimensionen von Ionen- gegenüber Protonengantries ist die gleiche wie oben für Synchrotrons beschrieben, nämlich die hohe magnetische Steifigkeit von Ionenstrahlen, was einen deutlich längeren Weg zwischen dem Ort der Strahlablenkung und dem Patienten erfordert, um hinreichend große Bestrahlungsfelder von wenigstens 20 cm Durchmesser zu erreichen.



Abb. 4c. Medizinische Strahlführung der Universitäts Protonen Therapie Dresden.
(Foto: Martin Förster und Technische Universität Dresden).

Generell ist festzuhalten, dass, wegen der beachtlichen Größe von Beschleunigern und Strahlführungen für die Partikeltherapie, die für solche Anlagen erforderlichen Investitionen und Betriebskosten diejenigen für konventionelle, mit LINACs ausgerüstete Strahlentherapie-Einrichtungen um ca. eine Zehnerpotenz übersteigen. Dies ist gegenwärtig das wichtigste Hindernis für eine zügige Verbreitung der Partikeltherapie.

Ausblick

Aus der mittlerweile beachtlichen Zahl von Partikeltherapie-Anlagen weltweit und deren Behandlungskapazität von ca. 20000 Patienten im Jahr ergibt sich, bei gut organisierter Koordination zwischen den Partikel-Zentren, auch über Ländergrenzen hinweg, die Möglichkeit, systematische klinische Studien mit hoher statistischer Sicherheit durchzuführen. Zentrales Ziel ist dabei die Klärung der Frage, welche Patienten von der kostenintensiven Partikeltherapie am meisten profitieren können. Dies ist nicht nur eine wissenschaftliche, sondern vor allem eine sozio-ökonomische Fragestellung, an deren korrekter Beantwortung insbesondere die Kostenträger des Gesundheitswesens außerordentlich interessiert sind. Bisher ist nur für wenige und recht seltene Tumoren eine Überlegenheit der Partikeltherapie gegenüber der konventionellen Strahlentherapie mit elektromagnetischer Strahlung sicher nachgewiesen worden, nämlich für Melanome des Auges, Chordome und Chondrosarkome, lokalisiert im Gehirn, an der Schädelbasis und am Kreuzbein

sowie für Tumoren bei Kindern. Insbesondere konnte bisher keine Überlegenheit der Partikeltherapie bei der Behandlung von häufig auftretenden Tumoren (Mamma-, Prostata- und Bronchialkarzinome, Kopf-Hals-Tumoren) festgestellt werden [37], [38], [39]. Die Ursachen für diesen, im Lichte der überlegenen physikalischen Eigenschaften von Partikeln, ernüchternden Befund erschließen sich bei sorgfältiger Analyse der physikalisch-technischen Situation: (1) Die gesamte Kette von der Bildgebung für die Bestrahlungsplanung, über die Algorithmen der Bestrahlungsplanung bis zur Leistungsfähigkeit der Bestrahlungsgeräte weist eine Reihe von physikalisch-technischen Unzulänglichkeiten auf, die verhindern, bei der Präzision der Dosisapplikation den durch die Wechselwirkung von schweren geladenen Teilchen mit Materie gesetzten physikalischen Grenzen nahe zu kommen. (2) Die Integration der Bildgebung in die Bestrahlungsgeräte befindet sich bei Partikeltherapie-Anlagen oftmals weit unter dem für LINACs üblichen Niveau. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass die erst im Jahre 2014 in den klinischen Betrieb gegangene Universitäts Protonen Therapie Dresden weltweit die erste Anlage mit einer tomografischen Bildgebung im Bestrahlungsraum ist. Die Ausrüstung der gegenwärtigen Partikeltherapie-Anlagen mit dedizierter Bildgebungstechnologie für die Bewegungskompensation und für die nicht invasive Messung der Partikelreichweite in-vivo [40], [41] ist unzureichend. Das heißt, die angesprochenen klinischen Studien zur Evaluierung des Nutzens der Partikeltherapie müssen einhergehen mit physikalisch-technischen Entwicklungen, die das Ziel verfolgen, die klinisch erreichbare Präzision der Partikeltherapie deutlich zu verbessern.

Literatur

- [1] BORRAS, J. M.; LIEVENS, Y.; BARTON, M. u.a.: How many new cancer patients in Europe will require radiotherapy by 2025? An ESTRO-HERO Analysis. *Radiother. Oncol.* 119 (2016), S. 5-11.
- [2] MUNRO, T. R.: The relative radiosensitivity of the nucleus and cytoplasm of Chinese Hamster Fibroblasts. *Radiat. Res.* 42 (1970), 3, S. 451-470.
- [3] HOEFNAGEL, C. A.: Radionuclide cancer therapy. *Ann. Nucl. Med.* 12 (1998), 2, S. 61-70.
- [4] SPEER, T. W.: Targeted radionuclide therapy. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
- [5] GLASGOW, G. P.; BOURLAND, J. D.; GRIGSBY, P. W. u.a.: Remote after-loading technology. report No. 41, AAPM, 1993.
- [6] PETEREIT, D. G.; FRANK, S. J.; VISWANATHAN, A. N. u.a.: Brachytherapy: where has it gone? *J. Clin. Oncol.* 33 (2015), 9, S. 980-983.
- [7] PODGORSK, E. B.: Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students. Wien: Internationale Atomenergieagentur, 2005.
- [8] BENTZEN, S. M.; HEEREN, G.; COTTIER, B. u.a.: Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: the ESTRO QUARTS Project. *Radiother. Oncol.* 75 (2005), 3, S. 355-365.

- [9] GRAU, C.; DEFOURNY, N.; MALICKI, J. u.a.: Radiotherapy equipment and departments in the European Countries: Final results from the ESTRO-HERO Survey. *Radiother. Oncol.* 112 (2014), 2, S. 165-177.
- [10] GEORG, D.; KNÖÖS, T.; MCCLEAN, B.: Current status and future perspective of flattening filter free Photon beams. *Med. Phys.* 38 (2011), 3, S. 1280-1293.
- [11] VERELLEN, D.; DE RIDDER, M.; LINTHOUT, N. u.a.: Innovations in image-guided radiotherapy. *Nat. Rev. Cancer* 7 (2007), S. 949-960.
- [12] JAFFRAY, D.; SIEWERDSEN, J.: Cone-beam computed tomography with a flat-panel imager: initial performance characterization. *Med. Phys.* 27 (2000), 6, S. 1311-1323.
- [13] CHENG, C. W.; WONG, J.; GRIMM, L. u.a.: Commissioning and clinical implementation of a sliding gantry CT scanner installed in an existing treatment room and early clinical experience for precise tumour localization. *Am. J. Clin. Oncol.* 26 (2003), 3, S. e28–e36.
- [14] WEBB, S.: *Intensity-modulated radiation therapy*. Bristol and Philadelphia: IoP Publishing, 2001.
- [15] EZZELL, G. A.; GALVIN, J. M.; LOW, D. u.a.: Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of IMRT: Report of the IMRT Subcommittee of the AAPM Radiation Therapy Committee. *Med. Phys.* 30 (2003), S. 2089-2115.
- [16] YU, C. X.: Intensity-modulated arc therapy with dynamic multileaf collimation: an alternative to tomotherapy. *Phys. Med. Biol.* 40 (1995), S. 1435-1449.
- [17] OTTO, K.: Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry Arc. *Med. Phys.* 35 (2008), 1, S. 310-317.
- [18] LAGENDIJK, J. J. W.; RAAJMAKERS, B. W.; RAAIJMAKERS, A. J. E. u.a.: MRI/Linac integration. *Radiother. Oncol.* 86 (2008), 1, S. 25-29.
- [19] SAENZ, D. L.; YAN, Y.; CHRISTENSEN, N. u.a.: Characterization of a 0.35 T MR system for phantom image quality stability and in vivo assessment of motion quantification. *J. Appl. Clin. Med. Phys.* 16 (2015), 6, S. 30-40.
- [20] WILSON, R. R.: Radiological use of fast protons. *Radiology* 47 (1946), S. 487-491.
- [21] BOHR, N.: On the theory of the decrease of velocity of moving electrified particles on passing through matter. *Phil. Mag. Series 6.* 25 (1913), 145, S. 10-31.
- [22] BETHE, H.: Zur Theorie des Durchgangs schneller Korpuskularstrahlen durch Materie. *Ann. Phys.* 397 (1930), S. 325-400.
- [23] BLOCH, F.: Zur Bremsung rasch bewegter Teilchen beim Durchgang durch Materie. *Ann. Phys.* 408 (1933), S. 285-320.
- [24] PTCOG: Particle Therapy Co-Operative Group. <https://www.ptcog.ch/>, 22.03.2018.
- [25] FLANZ, J.; KOOY, H.; DELANEY, T. F.: The Francis H. Burr Proton Therapy Center. In: Linz, U. (Hrsg.): *Ion beam therapy*. Heidelberg; Dordrecht; London u.a.: Springer, 2011, S. 597-611.

- [26] JONGEN, Y.: Commercial ion beam therapy systems. In: Linz, U. (Hrsg.): Ion beam therapy. Heidelberg; Dordrecht; London u.a.: Springer, 2011, S. 361-375.
- [27] PEARSON, E.; KLEEVEN, W.; NUTTENS, V. u.a.: Development of cyclotrons for proton and particle therapy. In: RATH, A. K.; SAHOO, N. (Hrsg.): Particle radiotherapy. New Delhi; Heidelberg; Dordrecht u.a., 2016, S. 21-36.
- [28] SCHIPPERS, M.: Proton accelerators. In: PAGANETTI, H. (Hrsg.): Proton therapy physics. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2012, S. 61-102.
- [29] KRISCHEL, D.: Advantages and challenges of superconducting accelerators. In: LINZ, U. (Hrsg.): Ion beam therapy. Heidelberg; Dordrecht; London u.a.: Springer, 2011, S. 377-396.
- [30] EICKHOFF, H.; WEINRICH, U.; ALONSO, J.: Design criteria for medical accelerators. In: LINZ, U. (Hrsg.): Ion beam therapy. Heidelberg, Dordrecht, London, u.a.: Springer, 2011, S. 325-343.
- [31] SLATER, J. M., ARCHAMBEAU, J. O.; MILLER, D.W. u.a.: The Proton Treatment Center at Loma Linda University Medical Center: Rationale for and description of its development. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 22 (1992), 2, S. 383-389.
- [32] SMITH, A.; GILLIN, M.; BUES, M. u.a.: The M. D. Anderson proton therapy system. *Med. Phys.* 36 (2009), 9, S. 4068-4083.
- [33] PAPASH, A. I.; KARAMYSHEVA, G. A.; ONISCHENKO, L. M.: Compact superconducting synchrocyclotrons at magnetic field level of up to 10 T for Proton and Carbon therapy. *Proc. Russian Particle Accelerator Conference*, Protvino, Russia, 2010, S. 394-395.
- [34] FLANZ, J.: Particle beam scanning. In: PAGANETTI, H. (Hrsg.): Proton therapy physics. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2012, S. 157-189.
- [35] SLOPSEMA, R.: Beam delivery using passive scattering. In: PAGANETTI, H. (Hrsg.): Proton therapy physics. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2012, S. 125-156.
- [36] PEDRONI, E.: Concepts for gantry systems. In: LINZ, U. (Hrsg.): Ion beams in tumour therapy. London; Glasgow; Weinheim u.a.: Chapman & Hall, 1995, S. 213-222.
- [37] ALLEN, A. M.; PAWLICKI, T.; DONG, L. u.a.: An evidence based review of Proton beam therapy: The Report of ASTRO's Emerging Technology Committee. *Radiother. Oncol.* 103 (2012), S. 8-11.
- [38] BAUMANN, M.; KRAUSE, M.; OVERGAARD, J. u.a.: Radiation oncology in the era of precision medicine. *Nat. Rev. Cancer* 16 (2016), S. 234-249.
- [39] DE RUYSSCHER, D.; LODGE, M. M.; JONES, B. u.a.: Charged particles in radiotherapy: a 5-year update of a systematic review. *Radiother. Oncol.* 103 (2012), S. 5-7.
- [40] ENGHARDT, W.; CRESPO, P.; FIEDLER, F. u.a.: Charged Hadron tumour therapy monitoring by means of PET. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A* 525 (2004), 1-2, S. 284-288.

- [41] RICHTER, C.; PAUSCH, G.; BARCZYK, S. u.a.: First clinical application of a prompt Gamma based in vivo Proton range verification system. *Radiother. Oncol.* 118 (2016), S. 232-237.

Wolfgang Ostwald – Hochschullehrer und Forscher an der Universität Leipzig

Ulf Messow und Anna-Elisabeth Hansel

Länger als sein Vater, Wilhelm OSTWALD (1853-1932), wirkte Wolfgang OSTWALD (1883-1943) von 1906 bis 1943 an der Universität Leipzig. Wie Wi. OSTWALD hat er als Herausgeber einer neuen Zeitschrift zur Verbreitung seines Spezialgebietes, der Kolloidchemie, beigetragen. 90 Doktoranden wurden bei ihm promoviert. Über 260 Publikationen verfasste er, schrieb neun Monographien bzw. Lehrbücher, hielt zahlreiche Vorträge und wurde mehrmals ausgezeichnet.

Liebenswert charakterisiert die Schwester Grete OSTWALD (1882-1950) ihren vielseitig begabten Bruder Wolfgang in ihrem 1953 erschienenen Buch „Wilhelm Ostwald - mein Vater“ [1, S. 61/62]. Äußerungen von ihr sollen der folgenden biographischen Kurzfassung wichtiger Lebensabschnitte Wo. OSTWALDS vorangestellt werden. Mit diesem Beitrag wollen die Autoren an das Wirken des „Vaters der Kolloidchemie“ erinnern:

„... Mein Bruder Wolf besaß nicht die apollinische Heiterkeit meines Vaters; er war eher eine dionysische Natur mit starker Gefühlsleidenschaft, die wie bei meiner Mutter das Leben oft schwer machte. Kunst und Wissenschaft waren auch bei ihm in Personalunion, nur daß bei ihm das Musikalische das Visuelle deutlich überwog. Er verlor sein Jungensherz an einen vollen Mezzosopran (eine Leipziger Opernsängerin) und sein Jünglingsherz an eine ungewöhnlich weiche, zarte, aber geschulte Sopranstimme, die seiner späteren Frau Pia gehörte. Auch ist er zeitlebens ein guter ausübender Musiker und Komponist gewesen, während meinem Vater da Grenzen gesetzt waren. ... Völlig einig gingen Vater und Sohn in der Liebe für die Wissenschaft und in den höchsten Ansprüchen, die sie dabei an sich und alle ihre Diener und Priester stellten. In günstigerer Umgebung konnte der werdende Forscher nicht aufwachsen. Im Labor bei den Praktikanten war der Junge mit den wissensdurstigen Augen wohl gelitten und schluckte Naturwissenschaft, so viel er nur vertrug. Nebenan im Zoologischen Institut war es nicht anders. Da hatte er sich den Konservator zum dicken Freund gemacht und wünschte sich zu Weihnachten ein Sezierbesteck, das er auch bekam... Der Vater förderte den Sohn, wo und wie er nur konnte, befreite ihn durch Zuschüsse von abwegiger Brotarbeit und baute ihm das Waldhaus in der fernsten Ecke des Energie-Grundstücks, damit er sein Lehrbuch in ländlicher Ungestörtheit schreiben konnte... Das Waldhaus aber konnte nicht romantischer gelegen sein, und hier fanden die Leipziger „Studentensonntage“ eine verjüngte Fortsetzung in gesellschaftlich noch gelöster Form, in Hemdsärmeln und mit Gebirgen von Eßbarkeiten auf der Waldwiese, und doch mit in die Nacht dauernden tiefgründigen Gesprächen um die Erforschung der Kolloide....“ .



Abb. 1

Das 1912 für Wolfgang und Pia OSTWALD (1877-1947) erbaute Waldhaus.

Durch Einbau einer Heizung, neuer Fenster, eines Bades und eines neuen Eingangsbereiches wurde das Haus 1955 ganzjährig nutzbar und von Carl Otto OSTWALD (1890-1958) mit seiner zweiten Frau Gerda (1898-1982), geb. FELD-MANN bezogen.

2007 erfolgte durch den Freistaat der denkmalgerechte Rückbau. Heute, nach hundert Jahren, dient es der Gerda und Klaus Tschira Stiftung als Gästehaus.

Biographisches

In jüngster Zeit sind die Autoren REHER, BEYER und HOYER sowie MESSOW ausführlich auf fachliche Aspekte des Wirkens von Wo. OSTWALD eingegangen [2-4]. Mehr biographische Details finden sich in [5-11].

Kindheit

Am 27.05.1883 erblickte Wo. OSTWALD in Riga, in der Suworow Str. 8, das Licht der Welt. Unweit von seinem Elternhaus befand sich das Polytechnikum, die Arbeitsstätte von Wi. OSTWALD.



Abb. 2

Wolfgang OSTWALD (Wolf genannt) im Alter von fünf Jahren.

An Riga wird wohl Wo. OSTWALD kaum Erinnerungen gehabt haben. Bereits 1887 siedelte die Familie OSTWALD nach Leipzig über.

In Leipzig besuchte Wo. OSTWALD von 1889 bis 1895 die erste Höhere Bürgerschule und bis 1901 das Realgymnasium. Die Unterprima übersprang er. Bereits als Gymnasiast begann er zu publizieren. Neben einem Gedichtband erschien 1898/99 bereits ein fachlich bezogener Beitrag zum Thema „Expe-

rimentelle Untersuchungen über den Köcherbau der Phyganeidenlarven“ in der Zeitschr. f. Naturwiss. [5, S. 191]. OSTWALD war erst 15 Jahre alt.

Studienzeit 1901 bis 1904

Am 22. 04. 1901 lässt sich Wo. OSTWALD an der Universität Leipzig immatrikulieren. Vorrangig interessierten ihn Biologie und Zoologie, er hörte aber auch Vorlesungen des Physikers Otto WIENER (1862-1927), des Organikers Johannes WISCILENUS (1835-1902) und die seines Vaters über Naturphilosophie. In der von Wi. OSTWALD seit 1901 herausgegebenen Zeitschrift „Annalen der Naturphilosophie“ beteiligte er sich mit weiteren Beiträgen. 1903/1904 ist seine Studienzeit durch den Militärdienst als Freiwilliger im 7. Königlichen Infanterieregiment unterbrochen. Am 31. 08. 1904 wird er mit der Arbeit „Experimentelle Untersuchungen über den Saisonpolymorphismus bei Daphniden“ bei dem Zoologen und Tiefseeforscher Carl Chun (1852-1914) promoviert.

1905 – 1906 Post-Doc Student in Berkeley



Abb. 3
Wo. OSTWALD in Berkeley.

Auf Vermittlung seines Vaters nahm Wo. OSTWALD 1904 an dem von Jaques LOEB (1859-1924) geleiteten Physiologischen Institut der „State University of California“ in Berkeley die Stelle als „research assistant“ an. Auf seiner ersten Amerikafahrt 1903 hatte Wi. OSTWALD den aus einer jüdischen Kaufmannsfamilie stammenden LOEB zur Einweihung seines Laboratoriums persönlich kennengelernt [5, S. 305].

Das Post-Doc Studium von Wo. OSTWALD in Berkeley dauerte jedoch nicht lange. Eine gemeinsam mit Martin H. FISCHER (1859-1924) herausgegebene Arbeit über physikalisch -chemische Theorie der Befruchtung erregte Anstoß. Die Befruchtung wurde als das „Koagulationsprodukt eines Kolloids“ bezeichnet. FISCHER verlor die Stelle als Assistent Professor und OSTWALDS Stipendium wurde nicht erneuert. So kehrte Wo. OSTWALD 1906 etwas unfreiwillig an das Zoologische Institut der Universität Leipzig zurück und konnte zu Hause über das schwere Erdbeben in San Franzisko berichten, das er überlebte. Die Rückkehr hatte auch etwas Positives.

Vermählung



Abb. 4

Hochzeitsfoto von Wolfgang und Pia OSTWALD, geb. MÜLLER.

Im Sept. 1906 heiratete Wo. OSTWALD die Pianistin und Sängerin Pia MÜLLER aus Dorpat. Die Ehe blieb kinderlos. Später nahmen sie die Nichte Pias, Ingeborg FELDMANN, als Pflgetochter auf.

Die Familie OSTWALD wohnte zunächst in der Leipziger Brandvorwerkstr., danach in der Thomasiusstr. 2 und nach der Emeritierung von Max LE BLANC (1865-1943) in der Institutswohnung, Linnéstr. 2, des Physikalisch-chemischen Instituts. Seit 1912 nutzten Wolfgang und Pia OSTWALD zur Erholung in den Sommermonaten das Waldhaus in Großbothen. Häufig trafen sich hier auch Freunde zum geselligen Gespräch.



Abb. 5

Wolfgang Ostwald (in weißer Hausjacke) und daneben sein Kater auf dem „Leerstuhl“ auf der Waldhauswiese mit Gästen.

Übrigens, für seinen Kater hatte Wolfgang OSTWALD einen offiziellen Jagdschein erworben.

1906 bis 1914 – Jahre der Herausbildung der Kolloidchemie



Abb. 6
Wolfgang OSTWALD 1907.

Nach der Rückkehr erarbeitete sich Wo. OSTWALD in Leipzig bei seinem ehemaligen Lehrer Carl CHUN als Volontärassistent und späterer Privatdozent die Grundlagen seines neuen Forschungsgebietes Kolloidchemie. 1908 habilitierte er sich zum Thema: „Über die Lichtempfindlichkeit tierischer Oxydasen und über die Beziehung dieser Eigenschaften zu den Erscheinungen des tierischen Phototropismus“. Zu seinen ersten Vorlesungen seit 1908 gehörten „Allgemeine physikalische Chemie der Lebenserscheinungen“ und „Experimentelle Kolloidchemie“. Am 1. Juli 1907 übernahm Wo. OSTWALD die Leitung der 1906 durch Rudolf DITMAR (1878-1914) gegründeten „Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide“, der späteren „Kolloid-Zeitschrift“ (heute „Colloid & Polymer Science“). Ab 1909 gab er zusätzlich die umfangreichen „Kolloidchemischen Beihefte“ heraus. Im selben Jahr erschien sein Buch „Grundriss der Kolloidchemie“. Auf eigenen Wunsch erfolgte seine völlige Hinwendung zur Kolloidchemie 1913 durch die Erweiterung der *venia legendi* auf „Kolloidchemie in ihrer Anwendung auf Biologie“. 1913/14 unternahm OSTWALD eine ausgedehnte Vortragsreise durch die USA und Kanada. Auf der Grundlage der 56 Vorträge entstand noch im August 1914, aufgeschrieben im Waldhaus, vor Beginn des Ersten Weltkrieges sein berühmtes Buch „Die Welt der vernachlässigten Dimensionen“. Es erschien erst 1915 mit dem Zusatz zum Vorwort:

„... Sodann aber ist es notwendig, sich gelegentlich wieder daran zu erinnern, dass trotz allem der Krieg eine vorübergehende und krankhafte Erscheinung an dem Organismus der Menschheit ist, und daß er Mittel zum Zweck ist, und daß es Werte von unerschütterlicher Beständigkeit und Dauerhaftigkeit gibt wie Wissenschaft und Kunst, die nicht nur von keinem Krieg vernichtet werden können, sondern auch die Brücke darstellen, auf der die feindlichen Völker sich zuerst und am schnellsten wieder begegnen und wieder verständigen werden“ [9, S. 7].

Unterbrechung durch die Kriegsjahre 1914 bis 1918

Unmittelbar nach Kriegsausbruch wurde OSTWALD als Kriegsfreiwilliger nach Rethel/Frankreich eingezogen. Während seines Einsatzes erhielt OSTWALD am 10. Januar 1916 Kenntnis von der Ernennung als nichtplanmäßiger außerordentlicher

Professor - sicherlich als Belohnung für den freiwilligen Einsatz. Wi. OSTWALD versichert in dem Brief vom 9. Febr. 1915 seinem Sohn:

„Eben erhielt ich Deinen Brief vom 5. Febr. Vor dem Auszug an die Front. Um zunächst sachliche Ordnung zu machen, verpflichte ich mich für den Fall, dass Du nicht für Pia solltest künftig sorgen können, ihr für Lebenszeit den Betrag von Dreitausend Mark jährlich, entsprechend dem bisherigen, in monatlichen Raten von 250 Mark zuzuwenden, und in meinem Testament zu sorgen, dass sie dies auch nach meinem Tod bekommt.“

In der Folge setzte sich Wi. OSTWALD dafür ein, dass sein Sohn zu „kriegswichtigen“ Arbeiten abkommandiert wurde. So beschäftigte sich Wo. OSTWALD seit 1916 mit Verfahren zur Gewinnung von Stickstoffderivaten aus der Luft und weilte 1918 an der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München.

1919 bis 1943 Hochschullehrer und Forscher auf dem Gebiet der Kolloidchemie

Im April 1919 wurde OSTWALD als Assistent und ab 1921 als Oberassistent an dem Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig angestellt. Am Institut existierten unter Max LE BLANC seit 1914 mit Fritz WEIGERT (1876-1947) die photochemische und die physikalisch-chemische Abteilung und seit 1918/19 die chemische Abteilung mit Wilhelm BÖTTGER (1871-1949). In den Bodenräumen des Physikalisch-chemischen Instituts konnte sich Wo. OSTWALD 1922/23 seine Kolloid-Abteilung einrichten und mit dem Einführungspraktikum für Kolloidchemie nach dem bereits 1920 erschienen Buch „Kleines Praktikum der Kolloidchemie“ beginnen. Das Buch wurde mehrmals aufgelegt und erweitert.



Abb. 7
Wolfgang OSTWALD vor der „Kolloid-Abteilung“
im Physikalisch-chemischen Institut der Universität
Leipzig.

Am 15. September 1922 erfolgte in der Leipziger Linnéstr. 2 im Großen Hörsaal vor über 250 Vertretern und Interessenten der reinen und angewandten Kolloidchemie die Gründung der Kolloidchemischen Gesellschaft. Eine besondere Auszeichnung 1922 war die Aufnahme von Wo. OSTWALD als Mitglied der Akademie

der Naturforscher Leopoldina in Halle/Saale. Am 01. 04. 1923 wurde Wo. OSTWALD zum planmäßigen außerordentlichen Professor berufen. Damit gab es ein erstes „Extraordinariat für Kolloidchemie“ in Deutschland. 1923 war auch das Jahr der Feier des 70. Geburtstages von Wi. OSTWALD und die gesamte Familie OSTWALD traf sich – siehe dazu Fotos in [12].



Abb. 8
Wolfgang OSTWALD im Gespräch
mit Japanischen Studenten in
Großbothen.

Am 11. 01. 1935 erfolgte Wolfgang OSTWALDS Ernennung zum ordentlichen Professor.

In den 30er Jahren unternahm Wo. OSTWALD zahlreiche mit Ehrungen verbundene Vortragsreisen so nach Spanien, Italien, Frankreich, Holland, Russland, in die Schweiz, nach England und in die USA. Er kam zu der Auffassung, dass die Kolloidwissenschaft im Ausland höhere Wertschätzung als in Deutschland selbst genießen würde [13]. Der Kolloid-Gesellschaft stand Wo. OSTWALD als Erster Vorsitzender bis zu seinem Tode 1943 in Dresden vor. Ebenfalls bis 1943 fungierte OSTWALD als Herausgeber der 1889 durch seinen Vater begründeten Reihe „Klassiker der exakten Wissenschaften“. Unter Wo. OSTWALDS Leitung erschienen seit 1920 die Bände 196 bis 247.

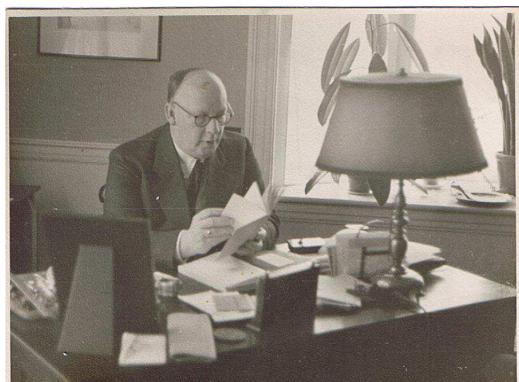


Abb. 9
Wolfgang OSTWALD in seinem
Arbeitszimmer 1941.

1942 wurde Wo. OSTWALD Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Auf Grund der totalen Zerstörung des Instituts am 4. Dezember 1943 und dabei auch seiner Wohnung sind von Wo. OSTWALD keine persönlichen Dinge und Laborutensilien erhalten geblieben.

1959 beschloss die Kolloid-Gesellschaft, alle zwei Jahre den Wolfgang-Ostwald-Preis zu vergeben. Seit 1995 finden spezielle Wolfgang-Ostwald-Kolloquia für Nachwuchswissenschaftler statt.

Literatur

- [1] OSTWALD, G.: Wilhelm Ostwald - mein Vater. Stuttgart: Berliner Union, 1953.
- [2] REHER, O.: Wolfgang Ostwald und die Strukturviskosität – ein Beitrag zur Herausbildung der Rheologie. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 5 (2000), 4, S. 46-53.
- [3] BEYER, L., HOYER, E.: Die Kolloidchemie. In: Chemische Wegzeichen. Passage Verl., 2008, S. 163-183.
- [4] MESSOW, U.: Wolfgang Ostwald – und der „kolloid-disperse“ Zustand. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 12 (2007), 2, S. 9-26.
- [5] OSTWALD, W.: Lebenslinien: eine Selbstbiographie. Nach der Ausgabe von 1926/27 überarb. u. kommentiert von K. Hansel. Leipzig: Hirzel, 2003.
- [6] Archiv der Universität Leipzig, Wo. OSTWALD Personalakte 788.
- [7] SÜHNEL, K.: 80 Jahre Kolloidchemie – Leben und Werk Wolfgang Ostwalds, NTM-Schriftenr. Gesch. Naturwiss., Technik, Med. 26 (1989), S. 31-45.
- [8] DUNSCH, L.: Wolfgang Ostwald – der Sohn als Erbe. In: Einhundert Jahre Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften (1889-1989). Sonderband. Leipzig: Akad. Verl.-Ges., 1989, S. 46-55.
- [9] BENEKE, K.: http://www.uni-kiel.de/8080/anorg/lagaly/group/klaus/d_klaus.htm.
- [10] BENEKE, K.: Über 70 Jahre Kolloid-Gesellschaft Gründung, Geschichte, Tagungen. Mitt. d. Kolloid-Gesellschaft, 1996.
- [11] MESSOW, U.: Wolfgang Ostwald in <http://saebi.isgv.de/biografie/>.
- [12] BRAUER, E.: Unsere Bäume. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 22 (2017), 1, S. 64-70.
- [13] OSTWALD, Wo.: Über die Notlage der Kolloidwissenschaft an deutschen Hochschulen 1934. Wilhelm Ostwald Museum Großbothen.

Bildnachweis:

Archiv der Fakultät für Chemie und Mineralogie der Universität Leipzig und Wilhelm Ostwald Museum Großbothen.

Retrospektive auf die Dissertations- und Habilitationsschrift des Ostwald-Schülers Robert Luther

Wladimir Reschetilowski und Lothar Beyer

Vor 150 Jahren, am 2. Januar 1868^{greg} [21. Dezember 1867^{jul}], wurde Robert Thomas Dietrich LUTHER (1868-1945) als Sohn des Collegien Assessors und Rechtsanwalts Alexander LUTHER (1825-1892) und dessen Frau Caroline (Lina), geb. FRESE (1836-1881) in Moskau in russischer Staatsbürgerschaft geboren (russisch: Роберт Александрович ЛЮТЕР) (Abb. 1).



Abb. 1

Robert LUTHER nach seiner Ernennung zum Subdirektor des OSTWALD'schen Institutes im Jahre 1901.

Quelle: Fotoarchiv der Fakultät für Chemie und Mineralogie, Universität Leipzig.

Als einer der engsten Mitarbeiter des späteren Nobelpreisträgers Wilhelm OSTWALD (1853-1932, Nobelpreis für Chemie, 1909) am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig und sein Subdirektor erwarb Robert LUTHER bereits frühzeitig den Ruf als versierter Theoretiker und Praktiker auf verschiedenen Gebieten der Elektro- und Photochemie. Ein wichtiges Ergebnis seiner elektrochemischen Untersuchungen war der sog. „Luther'sche Satz“. Er promovierte 1896 in Leipzig, wurde im gleichen Jahr Assistent bei OSTWALD und habilitierte sich 1899. Nach seiner Berufung zum Professor für Wissenschaftliche Photographie an der TH Dresden im Jahre 1908 setzte LUTHER die in Leipzig begonnene Erforschung photochemischer Vorgänge fort. In Dresden leistete er bahnbrechende Arbeiten auf dem Gebiet der Theorie des latenten Bildes, der Farbenphotographie sowie der Sensitometrie (Luther-Bedingung, Luthers Bleiprobe, Luther'sche Farbenmetrik, Luther-Nyberg'scher Farbkörper) und legte mit seinen sensitometrischen Studien die Grundlage zur Festlegung der DIN-Normen für photographische Empfindlichkeit [1].

Das Anliegen der Autoren dieses Beitrages ist es, die bisher wenig bekannten Geschehnisse um die Qualifizierungsarbeiten Robert LUTHERS auf seinem Weg in den

Olymp der Wissenschaft darzulegen und diese bewertend sowie im Rückblick abhängig vom historischen Kontext zu untersuchen.

Ein Blick auf die Studien- und Graduiertenzeit von Robert LUTHER lässt die frühzeitige und fürsorgliche Einflussnahme auf den wissenschaftlichen Werdegang LUTHERS erahnen, die ihm als dem späteren dienstältesten Mitarbeiter OSTWALDS durch seinen Lehrer und Förderer zuteil geworden war. Robert LUTHER schrieb am 2. Oktober 1894 an Wilhelm OSTWALD:

„Sehr geehrter Herr Professor. Das Interesse, das Sie stets für die ersten theoretischen Gehversuche Ihrer Schüler zeigen, lässt mich hoffen, dass Sie es nicht als eine Aufdringlichkeit ansehen werden, wenn ich jetzt schon – lange vor Beginn des Semesters – Ihnen das Scelett meiner zukünftigen Doctorarbeit zusende. Ich hoffe, dass Sie jetzt eher Zeit u[nd] Lust zum Durchlesen haben werden, als später in der Hetze des Semesterbeginn's. Andererseits liegt auch mir sehr viel daran, möglichst bald Gewissheit darüber zu haben, ob die Arbeit taugt oder nicht [...]“ [2]. LUTHER arbeitete während seines Studiums sehr zielstrebig an der Doktorarbeit, und es ist bemerkenswert, dass er bereits ein Jahr später die fertige Dissertationsschrift einreichen konnte.

Promotionsverfahren

Am 16. Dezember 1895 stellte Robert LUTHER bei der Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig den Antrag auf Promotion zum Dr. phil. durch Einreichung der Dissertationsschrift [3] und just am selben Tag eröffnete der „*Procancellar*“, Prof. Dr. Friedrich RATZEL (1844-1904), das Promotionsverfahren [4]. Unmittelbar nach der Eröffnung des Verfahrens fertigten die Gutachter, Wilhelm OSTWALD und Gustav WIEDEMANN (1826-1899) (Abb. 2), ihre Gutachten an. Wilhelm OSTWALD als Erstgutachter hatte es bereits am 17. Dezember formuliert [4]:

„Die vorgelegte Arbeit gehört nicht zu den gewöhnlichen Dissertationen, in denen vom Lehrer gegebene Gedanken noch von ihm ausgearbeitete Methoden entwickelt werden, und in denen meist die Persönlichkeit des Verfassers hinter der des Lehrers verschwindet, sondern wir haben es mit einem zu voller wissenschaftlicher Selbständigkeit entwickeltem jungen Forscher zu thun, von dem nach der vorliegenden ersten Leistung noch Bedeutendes zu erwarten ist.

Den Gegenstand der Arbeit bilden einige originelle und bisher nicht bemerkte Anwendungen des zweiten Hauptsatzes der Energetik auf elektrochemische Erscheinungen. An diese sehr eingehende Erörterung der vorhandenen allgemeinen Verhältnisse schließen sich experimentelle Arbeiten, aus denen sich die Bestätigung jener Schlüsse bzw. die Ermittlung der in den Gleichungen auftretenden Größen ergibt.

Ich zögere nicht, für die Dissertation die Note „I“ in Vorschlag zu bringen, und die Zulassung des Cand. zur mündlichen Prüfung zu beantragen.

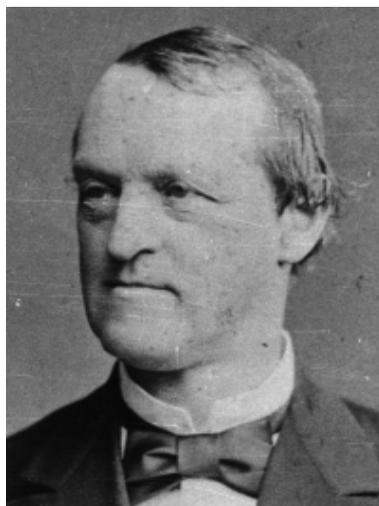


Abb. 2. Die Gutachter der Dissertationsschrift von Robert LUTHER: Wilhelm OSTWALD (links) und Gustav WIEDEMANN (rechts).

Quellen: <https://www.thefamouspeople.com/profiles/wilhelm-ostwald-6520.php>,
<http://www.datuopinion.com/gustav-wiedemann>

Gustav WIEDEMANN bestätigte in seinem kurz darauf folgenden Gutachten das durch OSTWALD gegebene beste Zeugnis und bewertete die Arbeit ebenfalls mit der damals selten vergebenen Note I:

„Wenn auch die allgemeinen Beobachtungen des Cand. zuweilen etwas weit über das speziell von ihm behandelte Gebiet hinausgehen, so ist die Arbeit auch mit selbständigem Urtheil und Verständnis, auch experimentell mit Geschicklichkeit und Fleiß durchgeführt. Ich kann mich also Herrn Coll. Ostwald anschließen. Demnach schlage auch ich für die Dissertation die Note I und Zulassung des Cand. zur mündlichen Prüfung vor.

20. XII. 95

G. Wiedemann“

Die Tinte von Gustav WIEDEMANN'S Zweitgutachten war noch nicht getrocknet, als bereits am selben Tag, dem 20. Dezember 1895, das Rigorosum folgte, das ebenfalls mit der Gesamtnote I bewertet wurde. Das Promotionsverfahren wurde mit dem Gelöbnis am 23. Januar 1896 abgeschlossen [5].

Dissertationsschrift

Die Dissertationsschrift von Robert LUTHER mit dem Titel *„Elektromotorische Kraft und Verteilungsgleichgewicht“* wurde in der *„Zeitschrift für physikal. Che-*

mie“, XIX. Band, 4. Heft, 1896, im Wilhelm Engelmann Verlag (Druck von Pöschel & Trepte) in Leipzig auf 47 Seiten, incl. 23 Figuren, abgedruckt (Abb. 3).

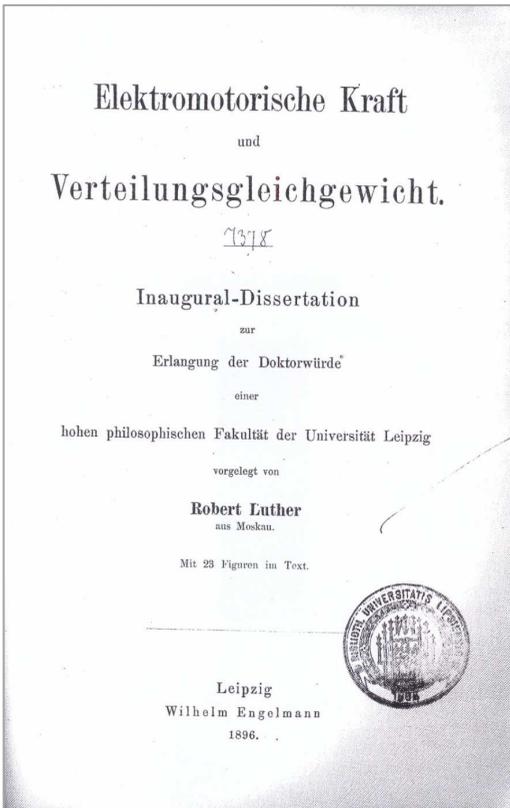


Abb. 3
Titelblatt der Dissertationsschrift
von Robert LUTHER.

Die experimentellen Arbeiten für die in der Schrift dargestellten Untersuchungen führte LUTHER im „II. (physikalisch)-chemischen Laboratorium“ der Universität Leipzig aus. Interessanterweise trägt diese gedruckte Version der Dissertationsschrift einen, entgegen des handschriftlichen Antrages LUTHERS auf die Promotion, abweichenden Titel

„*Elektromotorische Kräfte in alkoholischen Lösungen*“ [3]. Da die experimentelle Untersuchung zu diesem Thema durch Wilhelm OSTWALD angeregt wurde, der sich zu dieser Zeit auch selbst mit Verteilungsgleichgewichten befasste, kann nur spekuliert werden, dass er eine Titeländerung empfohlen hatte. An dieser Stelle muss auch angemerkt werden, dass der damals verwendete Begriff der elektromotorischen Kraft (EMK) keine Kraft im physikalischen Sinn ist und in Wirklichkeit die Bezeichnung für die Quellenspannung einer elektrischen Spannungsquelle darstellt. Daher gilt der Begriff EMK heute als „veraltet“ [6] und ist nicht mehr in der Liste physikalischer Größen [7] bzw. in den entsprechenden Industrie-Normen [8] präsent.

Die Dissertationsschrift beginnt mit einer allgemeinen Einleitung und „*Feststellung des Problems*“, das LUTHER aus einem kurzen geschichtlichen Exkurs in die Welt der „gelegentlichen Äusserungen“ bekannter Physikochemiker der damaligen Zeit bezüglich der Theorie der Verteilungerscheinungen und aus der bis dahin wenig

untersuchten „Darstellung des Verteilungsgebietes unter Zugrundelegung des überaus anschaulichen Begriffes der freien Energie (Funktion ψ bei Gibbs) in der Art, wie es Nernst so meisterhaft [...] gethan hat“, ableitete. In diesem Zusammenhang versäumte er es auch nicht, seinem „hochverehrten Lehrer“ und dem späteren Erstgutachter der Arbeit „Herrn Prof. W. Ostwald für seine unermüdliche Bereitwilligkeit auf jeden theoretischen Zweifel einzugehen und für die mit vollen Händen ausgeteilte Anregung“ seinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Zunächst unternahm LUTHER eine bewertende Betrachtung der existierenden Theorien des Verteilungsgleichgewichtes für Nichtelektrolyte und Elektrolyte sowie deren Konsequenzen, die „sich [...] aus dem Satz von der cyclischen Abhängigkeit der Gleichgewichte [ergeben]“ und in beiden Fällen „ganz ähnlich sind“. Sodann widmete er sich der Frage nach den möglichen Wegen, auf denen eine Überführung des gelösten Stoffes „aus einem Lösungsmittel in das andere isotherm und reversibel vollzogen werden kann“. Bei näherer Betrachtung erwiesen sich „alle Methoden, bei denen das eine Lösungsmittel isotherm und reversibel durch das andere ersetzt wird“, und „die Methoden, bei denen der gelöste Stoff isotherm und reversibel übergeführt wird“ als besonders geeignet, um die experimentelle Durchforschung des Gebietes der Verteilungserscheinungen mit der nötigen Genauigkeit vornehmen zu können.

Im experimentellen Teil der Arbeit werden zunächst der „Gegenstand der Messungen“, die Vorgehensweise und die verwendeten Versuchsbedingungen in aller Kürze und daher zum Teil nicht immer ausschöpfend beschrieben. Sämtliche Untersuchungen beziehen sich auf „die Messung der bei Verteilungsgleichgewichten von Elektrolyten auftretenden Potentialdifferenzen“, die in der eigens dafür entwickelten Schaltung nach der Kompensationsmethode angestellt worden war. Dabei wurden anhand der gemessenen Werte der sog. elektromotorischen Kraft (EMK) in Volt „einerseits theoretische Folgerungen experimentell geprüft, andererseits Werte, über welche die Theorie a priori nichts aussagen kann, gemessen“. In seinen Untersuchungen stützte sich LUTHER auf eine zuvor von Walter NERNST (1864-1941, Nobelpreis für Chemie, 1920) aufgestellte Theorie zur EMK-Bestimmung bei verschiedenen Elektrolytkonzentrationen und Temperaturen, obgleich er betonte, dass seine Darstellung „weicht auch inhaltlich [...] von der Nernstschen in einigen Punkten ab“.

Als Elektrolyte kamen „Lösungen von $ZnSO_4$, $CdSO_4$ und $CuSO_4$ in Wasser und verschiedenen Gemischen von Methylalkohol oder Äthylalkohol mit Wasser“ zum Einsatz. Wie die experimentellen Befunde zeigten, verändert sich die EMK bei der Variation der untersuchten Systeme erwartungsgemäß signifikant. Sie hängt von den gelösten Stoffen, ihren Konzentrationen und von der Temperatur ab. Als einen besonderen Erfolg stellte LUTHER heraus, dass „gleichartige heteronome Elemente mit gesättigten Lösungen [...] die gleiche elektromotorische Kraft unabhängig vom Lösungsmittel [haben]“. Darüber hinaus erwies sich auch „die Unabhängigkeit dieser Beziehung von der Temperatur [...] als vorhanden“. Als „heteronome Elemente“ bezeichnete LUTHER „Elemente mit einer Lösung und je einer anionogenen

und einer kationogenen Elektrode“. Demgegenüber sind „homonome Elemente [...] solche mit zwei Flüssigkeiten und zwei gegeneinander geschalteten entweder kationo- oder anionogenen Elektroden“.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen stellte LUTHER eine Versuchsreihe an, um „die elektromotorische Kraft einer Reihe von heteronomen Elementen mit verschiedenen Lösungsmitteln bei zwei verschiedenen Konzentrationen des gelösten Stoffes“ zu messen. Dabei fand er heraus, „dass bei gleicher Gesamt-Konzentration die rein wässrigen Elemente stets stärker als die alkoholischen sind“. LUTHER folgerte daraus, dass bei einem eingestellten Verteilungsgleichgewicht zwischen wässrigen und alkoholischen Lösungen mit unterschiedlichen Alkoholanteilen im Wasser „die wässrigen stets die konzentrierteren seien“. Wie sich diese „Konzentrationsverschiedenheit“ auf die EMK von Elementen mit 1/20 sowie 1/200 Mol Salz pro Liter und von Elementen mit gesättigten Lösungen auswirkt, demonstrierte LUTHER eindrucksvoll mit sog. „Kurventafeln“. Beispielsweise geht aus der Kurventafel für die CuSO_4 -Lösungen hervor (Abb. 4), „dass die Konzentration einer 25 Vol.-% Alkohol enthaltenden CuSO_4 -Lösung, die mit einer rein wässrigen 1/10-norm. CuSO_4 -Lösung im Verteilungsgleichgewicht steht, nur 1/100-norm. sein wird“. Interessanterweise fallen die Kurven für „methyl-alkoholische und äthyl-alkoholische Elemente“ der benutzten drei Salze jeweils nahezu zusammen, was darauf hindeutete, dass diese „zufälligerweise“ über dieselbe Löslichkeit verfügten, „wenn der Volumengehalt des Alkohols in beiden Fällen derselbe ist“.

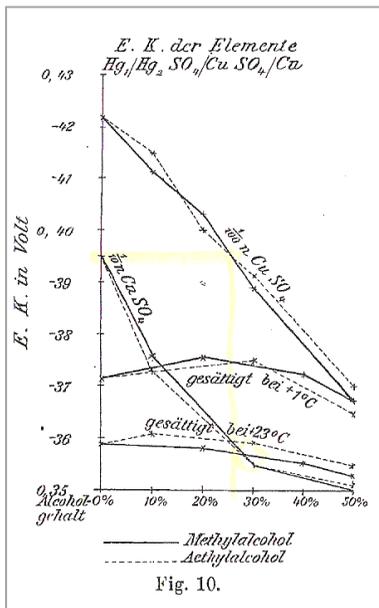


Abb. 4

Elektromotorische Kraft von „heteronomen Elementen“ bei verschiedenen Konzentrationen des gelösten CuSO_4 in alkoholischen Lösungen.

Aus einer mehr oder weniger großen Zunahme der EMK „von heteronomen Elementen mit steigender Verdünnung“ ließe

sich im Idealfall „ein angenäherter Schluss auf die Grösse der Dissociationskonstante“ ziehen. Allerdings konnte aus LUTHERS Untersuchungen

im Gegensatz zu anderen Beobachtern [9] „auf eine bedeutende Änderung der Dissociationskonstante mit steigendem Alkoholgehalt nicht geschlossen werden“. Später berichtete jedoch Svante ARRHENIUS (1859-1927, Nobelpreis für Chemie, 1903) nach vergleichender Analyse der Befunde verschiedener Verfasser [10], dass die in einigen anderen Fällen beschriebene Beobachtung, „dass verschiedene schwache Säuren in Lösungen, die Wasser und Aethylalkohol enthalten, dem Verdünnungsgesetz nicht gehorchen, das Ostwald aufgestellt und für die betreffenden wässrigen Lösungen bestätigt gefunden hat, [...] einer genügenden Grundlage entbehrten“ [11].

Nachdem LUTHER „die Änderung des gesamten EMK gleichartiger heteronomer Elemente mit der Änderung des Lösungsmittels“ in notwendiger Weise besprochen hatte, widmete er sich der Frage „nach der Änderung der einzelnen Potential-sprünge Metall/Elektrolyt“, die über die Messung der Potentialdifferenz an der Anode der untersuchten Elemente (hier „Hg/Hg₂SO₄, Sulfatlösung“) unmittelbar zugänglich ist. Dazu eignete sich am besten „die Methode der direkten Messung der Ausschläge in einem Kapillarelektrometer“, aus deren maximalen Werten zugehörige Potentialdifferenzen bestimmbar sind. Das Kapillarelektrometer, das die Änderung der Oberflächenspannung der Quecksilberkuppe an der Berührungsfläche zwischen Quecksilber und verdünnter Schwefelsäure beim Durchgang eines elektrischen Stromes durch die EMK als Messprinzip ausnutzt, wurde bereits 1872 von Gabriel LIPPMANN (1845-1921, Nobelpreis für Physik 1908) entwickelt. Die historische LIPPMANNsche Bauform des verwendeten Kapillarelektrometers wurde von LUTHER leicht modifiziert, indem „auf der Kapillare [...] zwecks Vermeidung störender Refraktionserscheinungen (nach dem Vorschlage von Prof. Ostwald)“ ein Deckgläschen „mittels Canadabalsam aufgeklebt“ wurde (Abb. 5).

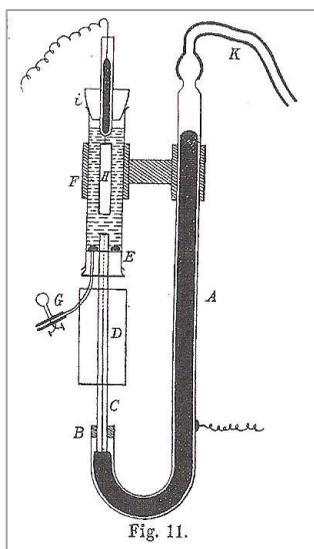


Abb. 5

Kapillarelektrometer nach LUTHER: „A ist ein mit Quecksilber gefülltes U-Rohr, bei B ist mittels Siegelack die Kapillare C eingekittet; auf die Kapillare ist zwecks Vermeidung störender Refraktionserscheinungen (nach dem Vorschlage von Prof. Ostwald) das Deckgläschen D mittels Canadabalsam aufgeklebt. Durch den Gummistopfen E wurde ein zweites Rohr G, mittels dessen die Flüssigkeit entleert werden konnte“.

Nichtsdestotrotz stieß LUTHER bei seinen Versuchen und deren Auswertungen noch auf weitere messmethodische und -technische Schwierigkeiten. Beispielsweise bewirkten „*Partikel des suspendierten Hg_2SO_4 , welche in die Kapillare hineinfließen [...] eine momentane Depolarisation und infolgedessen ein Aufzucken*“ des Quecksilbers, „*falls das kapillare Hg kathodisch polarisiert war*“. Ferner störten bei allen Messungen „*die von Lippmann beschriebenen und erklärten Erscheinungen, welche auf eine schlechte Benetzung der Kapillarwände durch den Elektrolyt zurückzuführen sind*“.

Daher versuchte LUTHER, die gesuchte maximale Oberflächenspannung durch Bestimmung desjenigen Polarisationswertes zu finden, bei dem das besagte Aufzucken eben nicht mehr auftrat („*Zuckmethode*“). Im Ergebnis der angestellten Versuche konnte er konstatieren: „*Die Methode erwies sich als brauchbar und etwa ebenso genau, wie die Kurvenmethode*“. Bei der Letzteren wurden „*die einzelnen Werte der eingeschalteten elektromotorischen Kräfte in der Nähe des Maximums der Oberflächenspannung auf Koordinatenpapier eingetragen, aus freier Hand oder mit Hilfe eines Kurvenlineals zu Kurven vereinigt und die Maxima durch Verbindung der Halbierungspunkte der horizontalen Sehnen [...] aufgesucht*“. Da die Kurven aber sehr flach verliefen, musste LUTHER jeden Versuch „*mehreremale*“ mit jeweils erneuerter Flüssigkeit wiederholen. Aus der Kombination der ermittelten Polarisationswerte und der Ausschläge des Kapillarelektrometers konnte LUTHER mit einer gewissen Sicherheit festhalten, „*dass bei gleichbleibender Gesamtkonzentration die Dissoziationsgrade rascher mit steigendem Alkoholgehalt abnehmen, als die Lösungsdrucke*“. Des Weiteren existierten an der Grenze der im Verteilungsgleichgewicht stehender alkoholischer und wässriger Lösungen „*ziemlich bedeutende Potentialdifferenzen*“, die jedoch „*(innerhalb der Versuchsfehler)*“ weder von der Konzentration, noch vom Kation bei gleichem Alkoholgehalt abhängig sind. Letztlich konnte LUTHER auch nicht den erhofften unmittelbaren „*Zusammenhang zwischen Dielektrizitätskonstante einerseits und Potentialdifferenz Metall/Elektrolyt oder Potentialdifferenz zwischen zwei Lösungen andererseits*“ feststellen.

Summa summarum absolvierte Robert LUTHER während seiner Promotion ein enormes Arbeitspensum und hat das Gebiet der Verteilungsgleichgewichte wesentlich befördert, und zwar sowohl in wissenschaftlicher als auch in apparativer Hinsicht. Am Ende ließ er sich aufgrund der gemachten Erfahrungen zu weiteren Verallgemeinerungen hinreißen, indem er postulierte, dass die Zeit, die zur Einstellung eines Gleichgewichtes notwendig ist, unendlich groß sein muss, sodass „*wir [...] immer nur Zustände unter den Händen haben [würden], die mehr oder weniger weit von einem wirklichen Gleichgewicht entfernt sind, nie den Gleichgewichtszustand selbst*“. Seine Dissertationsschrift schließt LUTHER daher mit den richtungsweisenden Worten: „*In diesem Sinne ist denn auch die Anwendung des zweiten Hauptsatzes statthaft, und die Konsequenzen, die sich aus ihm ergeben, müssen doch als eine wirkliche Erweiterung unseres Naturerkennens bezeichnet werden*“.

Habilitationsverfahren

„Seit October 1896 bin ich Assistent am physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig“, schrieb Robert LUTHER in seiner *vita*, die dem Antrag auf Eröffnung des Habilitationsverfahrens beigelegt war [12]. Ulf MESSOW [13], ein profunder Kenner der Geschichte der Physikalischen Chemie an der Universität Leipzig, präzierte dieses Anstellungsverhältnis durch den Zusatz „*als Privatassistent im II. Chemischen Laboratorium der Universität*“. Die Entlohnung von Privatassistenten erfolgte seinerzeit aus dem Budget des Ordinarius, während andere Assistentenstellen über ein Antragsverfahren an das Sächsische Ministerium des Cultus und öffentlichen Unterrichts über das Universitätsrentamt von der Landeskasse finanziert wurden. Dies zeigt, dass Wilhelm OSTWALD als Ordinarius unbedingt bestrebt war, diesen hoffnungsvollen, jungen Physikochemiker zu fördern. Den Antrag auf Zulassung zur Habilitation mit dem Ziel, die *venia legendi* für physikalische Chemie und anorganische Chemie zu erlangen, stellte Robert LUTHER am 20. Juli 1899 [14]. Daraufhin wurde, nachdem die vorher beantragte Genehmigung beim Sächsischen Ministerium des Cultus und öffentlichen Unterrichts eingegangen war, eine Habilitationskommission an der Philosophischen Fakultät gebildet, der die Professoren OSTWALD, WIENER und BECKMANN angehörten [15]. Das Erstgutachten fertigte Wilhelm OSTWALD an [16]:

„Die von Hrn Dr. Luther vorgelegte Habilitationsschrift muß ich als den Ansprüchen durchaus Genüge leistend bezeichnen. Sie enthält in ihrem experimentellen und theoretischen Theil so viel Neues und wissenschaftlich Beachtenswerthes, dass ich nicht anstehe, sie als die wichtigste Arbeit zu bezeichnen, welche seit längerer Zeit in dem behandelten Gebiete, dem der photochemischen Vorgänge, erschienen ist. Die experimentellen Untersuchungen beziehen sich auf die Verschiebung des Gleichgewichtes zwischen Halogenverbindungen des Silbers und dem freien Halogen durch das Licht und führen zu einer empirischen Beziehung zwischen beiden, die insbesondere durch die Messung des electrischen Potentials der Halogenlösungen festgelegt sind. Hier würde die Formulierung der Ergebnisse voraussichtlich infolge der (im Drucke befindlichen) Arbeiten von Jakowskin über die Hydrolyse des Chlors etwas abgeändert werden müssen.

Der theoretische Theil enthält einen beachtens- // werthen Versuch einer allgemeinen Theorie der photochemischen Erscheinungen auf Grund der Betrachtung der räumlichen Concentration der strahlenden Energie. Wenn auch voraussichtlich noch weitere, vom Verfasser noch nicht herangezogene Momente für die Vervollständigung der Theorie erforderlich sein werden, so hat doch schon der gegenwärtige Ansatz in seiner von allen anderen Hypothesen freien Form seinen erheblichen Werth.

Eine große Anzahl interessanter experimenteller wie theoretischer Einzelheiten zeigt den Verfasser als einen mit der Fähigkeit selbständigen wissenschaftlichen Denkens ausgestatteten Forscher.

Ich beantrage daher, die Habilitationsschrift als den Anforderungen genügend anzunehmen.

Ein weiteres Gutachten erstellte der Ordinarius für Physik am Physikalischen Institut der Universität Leipzig, Professor Otto Heinrich WIENER (1862-1927) (Abb. 6).



Abb. 6. Die Gutachter der Habilitationsschrift von Robert LUTHER (neben Wilhelm OSTWALD als Erstgutachter): Otto WIENER (links), Ernst Otto BECKMANN (rechts).

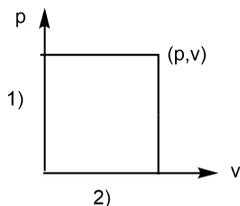
Quellen: Fotosammlung der Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Universität Leipzig, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernst_Beckmann_1908.jpg.

Sein Zweitgutachten war recht ausführlich und wies auf Grundsätzliches hin. Otto WIENER schrieb:

„Dem Urtheil des Herrn Referenten schließe ich mich durchaus an und möchte mir nur erlauben auf zwei, wie mir scheint, unrichtige Stellen des theoretischen Theiles der Arbeit hinzuweisen, welche übrigens auf ihre Hauptergebnisse ohne Einfluß sind und leicht geändert werden können.

Zu der Ableitung des Strahlungsdruckes ist der Verfasser dadurch in Verlegenheit geraten, dass er von einem differentialen Ausdruck ausgeht ohne den bekannten endlichen Wert der Strahlungsenergie zu benutzen. Er kommt dadurch bei der Integration zu einem Glied AT , das er wieder zu beseitigen sucht durch eine besondere Ueberlegung, die aber nicht stichhaltig ist. In den beiden geometrisch identischen Strahlungszyllindern (p. 68) werden zwar die Flächen A und B der Wärmebehälter mit der vierten Potenz der Temperatur (T) proportionale Strahlungsenergien aus senden, solange die Kolben in Ruhe sind. Sowie sie sich aber zu bewegen anfangen und so lange sie sich bewegen, wird die dadurch veranlasste Strahlungsströmung sich mit Lichtgeschwindigkeit nach A und B fortpflanzen. Das Defizit der Wärme zu Strahlung hängt von dem unbekanntem Strahlungsdruck p ab. Nur wenn dieser selbst mit T^4 proportional ist, bleibt die Differenz zwischen Aus- und Einstrahlung bei A und B mit T^4 proportional, andernfalls nicht, ohne dass Druck dem Newtonschen Gesetze, der sich eben nur auf die Ausstrahlung bezieht,

widersprüche. Man kann also durch diese Ueberlegung nichts über den Wert von p erfahren. Man vermeidet die ganze Schwierigkeit, indem man den bekannten Wert für die Strahlungsenergie im Volumen v benutzt: $E = vcT^4$ und die Entropie für einen Zustand (p,v) berechnet, zu dem auf zwei verschiedenen Wegen 1) und 2) gelangt.



Dies führt zu der Gleichung: $1/T(pv + vcT^4) = vc \int_0^T dT^4/T$. Die Integration führt danach ohne Weiteres auf den Wert von $p = 1/3 cT^4$.

Verfasser findet ferner für die von ihm als Lösevermögen für strahlende Energie bezeichnete Größe l auf zwei verschiedenen Wegen die verschiedenen Werte n^3 und n^n . Nur ein Wert kann der richtige sein, und ich bin der Ansicht, dass Verf. sich entweder //

darüber klar werden sollte, welcher Wert der richtige ist, oder so lange er zur Klarheit noch nicht gelangt ist, keine von beiden Ableitungen veröffentlichen sollte. Ich kann bei der ersten Ableitung, die zu $l = n^3$ führt, keinen Fehler finden. Die zweite Ableitung bezieht sich aber gar nicht auf die in Frage stehenden Vorgänge. Der Kreisprozeß wird nicht mit einem elektrischen Wechselfeld, sondern mit einem konstanten elektrischen Feld ausgeführt. Verf. müsste, sofern er diesen Weg zu Ende führen wollte, untersuchen, wie die Bedingung der Gleichheit der Temperatur bei Verschiedenheit der Dielektricitätskonstante für elektromagnetische Strahlung zu formulieren wäre. Verf. hat sich dieser Aufgabe gar nicht unterzogen und darf also auch nicht erwarten für von einander gänzlich verschiedene Kreisprozesse ein gleiches Ergebnis zu erhalten. Es ist aber bei der Identität der Lichtstrahlung und der elektromagnetischen Strahlung von vornherein selbstverständlich, dass beide Wege bei richtiger Durchführung zum selben Ergebnis führen müssen. Ich glaube, Verf. thut am besten, sofern er sich von der Richtigkeit dieser Einwände überzeugt hat, die zweite Ableitung wegzulassen. Diese Dinge finden ja demnächst durch Untersuchungen von Planck ihre Erledigung.

Ich möchte befürworten, dass die beiden bezeichneten Stellen vor Veröffentlichung der Arbeit berichtigt werden. Ihre wichtigen Hauptergebnisse bleiben dabei, wie schon gesagt, unberührt.

O. Wiener, 8.10.1899“

Professor Ernst Otto BECKMANN (1853-1923) (Abb. 6), seit 1897 Ordinarius für Angewandte Chemie an der Universität Leipzig, brachte nur einen Satz zu Papier, in diesem sich jedoch sehr positiv über die Dissertationsschrift LUTHERS äußerte.

Ernst BECKMANN schrieb:

„Die Arbeit erscheint als ein sehr wertvoller Vorstoß zur Aufklärung der photochemischen Erscheinungen und verdient als Habilitationsschrift zugelassen zu werden.

E. Beckmann, 12.10.1899“

Am 20. Oktober war das Kolloquium zur Habilitationsschrift angesetzt, das vergleichsweise lang, insgesamt dreieinhalb Stunden, in Anwesenheit des Dekans und der Professoren OSTWALD, WIENER und BECKMANN durchgeführte wurde [15]:

*„Colloquium des H. Dr. Luther
Montag, d. 20. October 1899 3 ½ h*

*Anwesend die Professoren: Ostwald, Beckmann, Wiener
u.d. Dekan*

Das Colloquium verlief befriedigend.

*A.Mayer d.Z. Dekan,
WOstwald,
E. Beckmann,
O. Wiener“*

Über einen Monat später unterbreitete Robert LUTHER der Fakultät die Themenvorschläge zur Probevorlesung [17]:

„Themata für die Probevorlesung.

- 1) Beiträge zur Theorie der Messinstrumente.*
- 2) Über extreme Ausgleichsgeschwindigkeiten.*
- 3) Die Oxydulverbindungen des Silbers.*

Dr. R. Luther.

*Leipzig, d. 28^{ten} Nov. 1899.
Linnéstr. 2-3“*

Der Dekan reichte diese zur Auswahl an die Kommissionsmitglieder weiter, die sich für das von OSTWALD gewählte Thema 1) „*Beiträge zur Theorie der Messinstrumente*“ entschieden. Die Probevorlesung fand am 13. Dezember 1899 statt und wurde wie folgt protokolliert [15]:

*„Probevorlesung des Dr. Luther
Mittwoch, den 13. Dec. 6 Uhr*

*Anwesend die Professoren Ostwald, Wiener, Beckmann u.d. Dekan
Die Probevorlesung fiel befriedigend aus.*

*R. Sievers d.Z. Decan
WOstwald
O.Wiener
E. Beckmann“*

Den Abschluss des Habilitationsverfahrens am 13. Dezember 1899 bildete eine verpflichtende Erklärung Robert LUTHERS zur erteilten *venia legendi* mit einschränkendem Charakter bezüglich einer Perspektive auf die Hochschullehrer-Laufbahn. Sie hat folgenden Wortlaut [18]:

„Der Unterzeichnete bekennt hiermit, daß ihm vom derzeitigen Decan der philosophischen Facultät unter dem heutigen Datum in Gemässheit der Ministerialverordnung vom 7. April 1861 eröffnet worden ist, dass er durch die ihm zu ertheilende venia legendi weder auf Unterstützung durch Gratifikationen noch auf irgend eine feste Besoldung noch auf künftige Erwerbung einer ausserordentlichen Professur einen Anspruch erhält, dass vielmehr das eine wie das andere nach freiem Ermessen der höchsten Behörde nicht allein von dem Grade seiner Qualifikation zu dem academischen Lehramte und der Beschaffenheit seiner Leistungen, sondern auch davon werde abhängig gemacht werden, ob gerade einem speciellen wissenschaftlichen Bedürfnisse der Universität durch seine Lehrtüchtigkeit entsprochen werde.

Leipzig, den 13.XII. 99

Dr. R. Luther“

Habilitationsschrift

Seine Habilitationsschrift mit dem ursprünglichen Titel *„Die Verschiebung des Gleichgewichts zwischen den Halogenverbindungen des Silbers und dem freien Halogen durch das Licht“* reichte Robert LUTHER wie oben erwähnt am 20. Juli 1899 ein. Die im Wilhelm Engelmann-Verlag Leipzig, im Juli 1899 erschienene Habilitationsschrift umfasst 53 Seiten und trägt den aus unbekanntem Gründen abgeänderten Titel *„Studien über umkehrbare photochemische Prozesse“* (Abb. 7). Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile, wobei eine ausführliche Beschreibung der verwendeten apparativen Techniken, der experimentellen Untersuchungen und deren Diskussion etwa 2/3 und theoretische Betrachtungen ca. 1/3 des Umfanges einnehmen.

Ohne große Umwege kommt LUTHER gleich am Anfang seiner Habilitationsschrift sofort zur Sache und begründet in einem Satz sehr prägnant, warum die *„bisher experimentell wie theoretisch nur wenig untersuchten „umkehrbaren“ photochemischen Vorgänge [...] um so mehr Beachtung [beanspruchen], als sie und nur sie den Schlüssel zu geben im stande sind zur Erkenntnis der Beziehungen, welche bei der Umwandlung von strahlender Energie in chemische obwalten“*. Für seine Untersuchungen wählte LUTHER einen umkehrbaren photochemischen Vorgang, bestehend *„im Dunkelwerden von Silberchlorid und Silberbromid im Lichte unter Ausscheidung von Chlor, resp. Brom: je nach der Lichtstärke und der Konzentration der Halogene geht der Vorgang entweder in dem einen oder dem anderen Sinn vor sich“*.

Die anvisierten Versuche bestanden zunächst darin, Beziehungen zwischen Lichtstärke und Gleichgewichtsdruck des Halogens aufzuzeigen, indem *„die Silberha-*

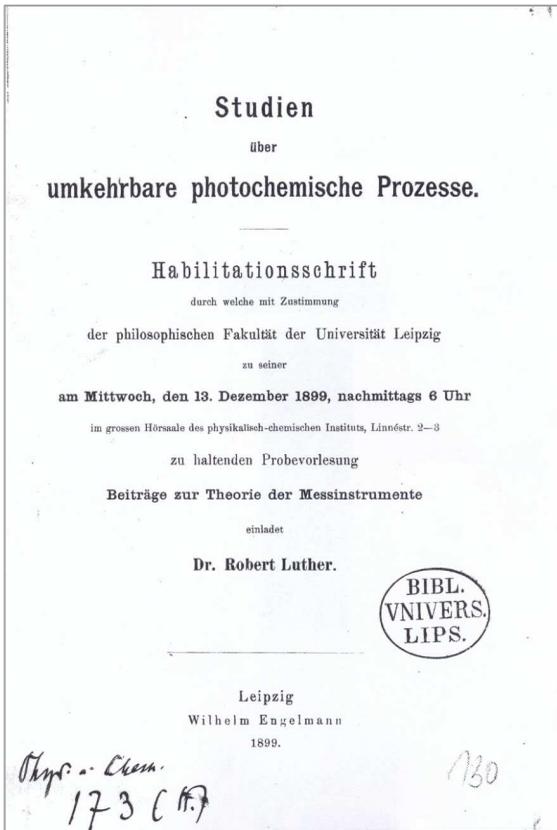


Abb. 7
Titelblatt der Habilitationsschrift von Robert LUTHER.

loide in Berührung mit dem betreffenden Halogen verschieden starkem Licht ausgesetzt wurden und zu jeder Lichtstärke diejenige Konzentration des Halogens gesucht wurde, welche die Schwärzung eben verhinderte“. Die Präparation der zu diesem Zweck benötigten „mit Silberhaloid bedeckten Glasplatten“ gelang LUTHER erst „nach äusserst langwierigen Vorversuchen und steten Abänderungen der Methode“. Die Belichtung der präparierten und an der Luft getrockneten Glasplatten, die auf einem Glasrichter mit der Schichtseite nach innen wasserdicht verbunden waren, erfolgte stets „von 10 Uhr vormittags bis $\frac{1}{2}$ 3 Uhr nachmittags unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont durch diffuses Himmelslicht“ mit Hilfe eines eigens hierfür entwickelten Röhrenphotometers (Abb. 8). Zuvor wurden die Glasrichter mit verschiedenen konzentrierten Halogenlösungen von unten befüllt. Nach der Exposition wurden die Platten in einem, durch einen „Auerbrenner“ [nach dem Erfinder des Auerlichtes Carl Auer VON WELSBACH (1858-1929) genannt] beleuchteten Zimmer „von der Glasseite im auffallenden Lichte untersucht“ und die Anzahl der sichtbaren Flecke notiert sowie „die Konzentration des Halogens in den einzelnen Lösungen titrimetrisch bestimmt“. Man gab dem Auerlicht

im chemischen Laboratorium der damaligen Zeit häufig den Vorzug gegenüber dem elektrischen Glühlicht, da das Auerlicht „ausser seiner grossen Wohlfeilheit“ noch den Vorteil besaß, „dass die Farbreaktionen mit grösserer Schärfe wahrgenommen werden können“ [19].

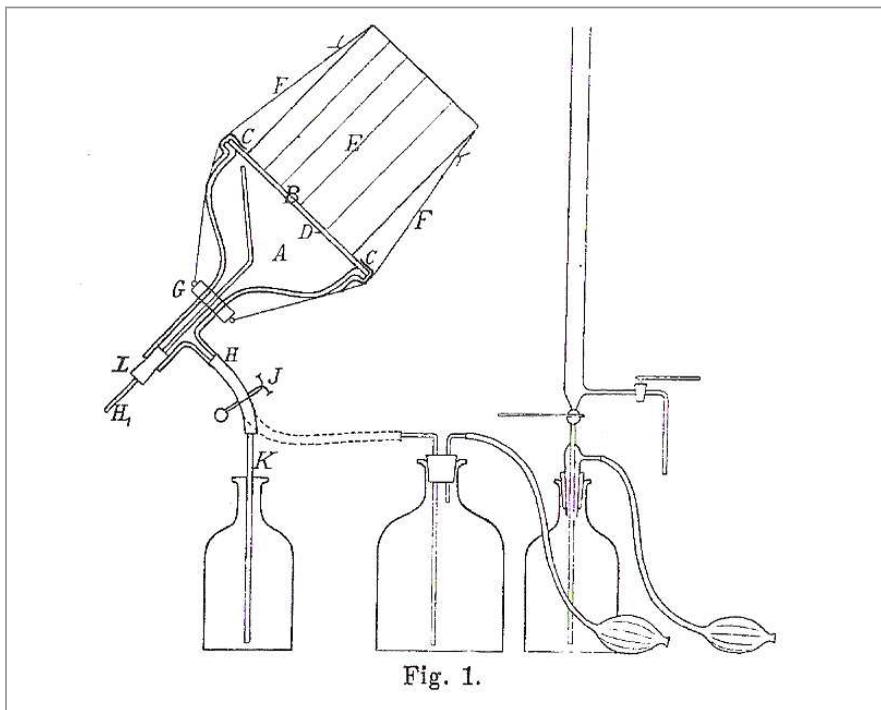


Fig. 1.

Abb. 8. Belichtungsapparatur nach LUTHER: „A ist ein Glasrichter von ca. 250 ccm Inhalt; der Rand der ca. 10 cm weiten Öffnung ist plangeschliffen. Auf diesen Rand ist die dünne Spiegelglasplatte B aufgedrückt, welche mit dem Trichter durch den übergeschobenen Gummiring C wasserdicht verbunden ist. Die Glasplatte trägt auf der inneren Seite die Silberhalogenschicht D. Die Belichtung geschah durch ein Röhrenphotometer E, welches mit Hilfe der Gummischnürre FF, die am Ring G befestigt waren, gehalten wurde. Die Röhren HH₁ dienten zum Füllen und Entleeren des Apparates“.

Die eigentlichen Versuche führte LUTHER mit höchster Akribie und Sorgfalt aus, dennoch begegnete er einer Reihe von experimentellen Schwierigkeiten im Detail, die zum Teil beträchtliche Fehler nach sich zogen. Dazu gehörten u.a. die zuweilen auftretende unregelmäßige Bedeckung der Glasplatten „mit Chlor-, resp. Bromsilberschicht“, ein mögliches „Zusammenballen gröbere(r) – wenn auch für das Auge unsichtbare(r) – Körner“, analytisch-methodisch bedingte Fehler bei der Bestimmung der Halogenkonzentration, die „grösser, als die wirkliche Konzentration ausfallen“, das im Eigenbau aus „Pappröhren“ mit unterschiedlichen Öffnungen, zu einem Bündel in geometrischer Reihe vereint, gefertigte „Röhrenphotome-

ter“ und schließlich die subjektive Suche nach der günstigsten Betrachtungslage „durch Drehen, Wenden, Verschieben der Platten [...], in der die Flecken am deutlichsten erscheinen“. Da die Lichtstärke von Tag zu Tag verschieden sein kann, schätzte LUTHER „den Fehler auf 1-2 Photometergrad, d.h. auf 40-100% in der Lichtstärke“, was ihn jedoch nicht davon abbrachte, die Versuche in vorgedachter Weise weiter zu betreiben. Er resümierte: „Mit dieser Genauigkeit habe ich mich indes begnügen zu dürfen geglaubt, da die ganze Arbeit hauptsächlich eine erste Orientierung über die Grössenordnung der in Frage kommenden Faktoren und keineswegs eine Präzisionsmessung bezweckt“.

Obwohl „die Verwendung des diffusen Himmelslichtes als Lichtquelle [...] verschiedene Übelstände im Gefolge [hat]“ und „die an den einzelnen Versuchstagen erhaltenen Zahlen nicht ohne weiteres vergleichbar sind“, konnte LUTHER aus den Versuchsergebnissen mit einiger Sicherheit schlussfolgern, „dass der Gleichgewichtszustand nach ca. fünfständigem Belichten, wenn auch nicht vollständig, so doch innerhalb der Fehlergrenzen erreicht ist, und zwar um so vollständiger, je konzentrierter das Halogen, und je stärker das Licht ist“. Zur besseren Vergleichbarkeit „der Resultate eines Tages mit denen eines anderen“ stellte LUTHER ein Koordinatennetz auf, in dem er die jeweiligen Lichtstärken und Halogenkonzentrationen in logarithmischer Form gegeneinander eintrug und die erhaltenen Kurven einer eigenwilligen Bewertung unterzogen hatte. Der Versuch, die im theoretischen Teil der Arbeit „vermutete Beziehung $A = aI + b$ [...] ($A =$ Affinität oder freie Energie der Reaktion, I Lichtstärke, a und b Konstanten)“ zu überprüfen und die postulierten Abhängigkeiten der Affinität einer Reaktion von der Konzentration der Halogene durch Messung der „elektromotorischen Kraft“ (EMK) von Halogenkonzentrationsketten experimentell zu bestätigen, misslang erneut, wobei unklar geblieben ist, ob „die Unrichtigkeit oder Unvollkommenheit der Theorie“ oder „das Vorhandensein eines konstanten Versuchsfehlers“ die Ursache dieser „Nichtübereinstimmung“ war. Auf einen möglichen Grund verwies OSTWALD in seinem Erstgutachten, indem er vorsichtig andeutete: „Hier würde die Formulierung der Ergebnisse voraussichtlich infolge der (im Drucke befindlichen) Arbeiten von Jakowskin ([20], d.A.) über die Hydrolyse des Chlors etwas abgeändert werden müssen“.

Ebenso erfolglos sind die Versuche LUTHERS geblieben, „durch Umkehrung der photochemischen Schwärzung der Silberhaloide, also beim Chlorieren, resp. Bromieren der geschwärzten Silberhaloide, Lichterscheinungen zu erhalten“. Hierzu stellte er unter Einbeziehung der älteren und jüngeren Arbeiten anderer Forscher nichts weiter als einige hypothetische Vermutungen an, „bei denen eine wechselseitige Umwandlung von strahlender und chemischer Energie eine Rolle spielt“.

Mehr verwertbare Informationen erhoffte LUTHER aus den Versuchen zu erhalten, die darauf zielten, die „Änderung der freien Energie bei der photochemischen Schwärzung der Silberhaloide“ erfassen zu können, indem „man [...] dazu Oxydationsmittel von bekanntem „Oxydationspotential“ mit Chlor-, resp. Bromionen

[versetzt]“. Als besonders geeignet erschien die Bestimmung der Änderung der freien Energie bzw. des Potentialsprungs „beim Übergang des Chromions in das Chromion“, der von der Konzentration der gleichzeitig anwesenden Wasserstoffionen abhängig ist. Doch auch bei der EMK-Messung „stellten sich erhebliche Schwierigkeiten in den Weg, insofern, als das Gleichgewicht sich nur sehr langsam“ einstellte „und ausserdem von Nebenreaktionen begleitet zu sein“ schien. Dennoch konnte LUTHER „mit Hilfe dieser Stufenleiter von bekannten Oxydations-, resp. Halogenpotentialen [...] das Gebiet abtasten, innerhalb dessen das Oxydations-, resp. Halogenpotential eines Gemenges von ursprünglichem und im Licht geschwärztem Silberhaloid liegt“.

Die gemessenen Werte für Oxidationspotentiale der untersuchten Systeme „geschwärztes | helles Silberhaloid“ waren insofern von tiefgreifender Bedeutung, da sie es LUTHER ermöglichten, „auf indirektem Wege einige Wahrscheinlichkeitschlüsse auf die chemische Natur des geschwärzten Produktes und mithin auch des latenten Bildes zu ziehen“. Durch den Vergleich der Oxydationspotentiale „der Chromatgemenge, welche mit geschwärztem Silberhaloid im Gleichgewicht sind [...] mit den Potentialen $Pt | AgX | Ag_2X$ kam LUTHER zu dem Schluss, „dass sowohl das sichtbar geschwärzte Produkt, welches bei der Einwirkung von Licht auf Halogensilber entsteht, als auch das latente Bild aus Ag_2Cl , resp. Ag_2Br bestehen“ (Abb. 9). Das Vorhandensein von sog. „Silbersubsalzen Ag_2X “, deren Existenz lange Zeit umstritten war und letztlich doch nicht sichergestellt werden konnte, wurde seinerzeit gerne zur Erklärung einer Reihe von Reaktionen angenommen, die bei photographischen Prozessen ablaufen [21].

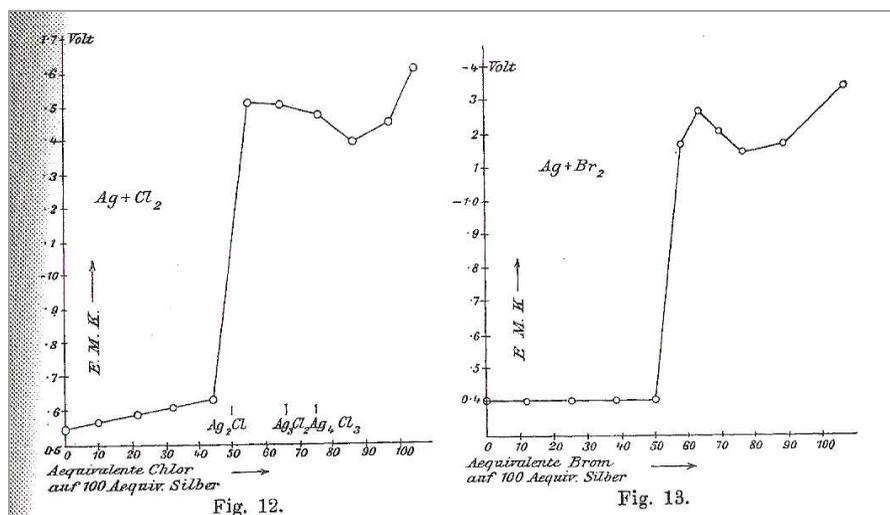


Abb. 9. Elektromotorische Kraft der Systeme $(Ag + Cl_2)$ und $(Ag + Br_2)$ in Abhängigkeit von zugesetzten Äquivalenten des Halogens.

Heute wissen wir, dass bei der Belichtung lichtempfindlicher Silberhalogenide, meistens von Silberbromid, das in der Regel in einer Gelatineschicht in Form von gleichmäßig verteilten Mikrokristallen auf einem Trägermaterial aus Kunststoff oder Glas aufgebracht wird, zunächst ein Latentbildkeim bzw. ein Silber-Cluster, bestehend aus wenigen Ag-Atomen entsteht. Seine Ausbildung beruht auf der Umwandlung der Ionen des Silberbromidgitters in die entsprechenden Atome unter dem Einfluss elektromagnetischer Strahlung, z.B. von sichtbarem Licht, Elektronen-, Röntgen-, UV-Strahlen usw. Dabei wird von einem Br⁻-Ion des Kristallgitters ein Elektron abgespalten, das sich frei im Kristall bewegen und von Ag⁺-Ionen auf Zwischengitterplätzen aufgenommen werden kann. Aus dem entstandenen Silberatom und einem benachbarten Zwischengitter-Silberion bildet sich in der Folge ein Reifungskeim (Ag₂). Da er geladen ist, zieht er ein weiteres abgespaltenes Elektron an und wird so neutral. Wiederholt sich dieser Vorgang ein weiteres Mal, so entsteht ein langzeitstabiler und entwickelbarer Ag₄-Cluster. Alle ausreichend belichteten Kristalle werden somit zu metallischem Silber. Die nicht belichteten Kristalle werden später beim Fixieren aus der Schicht herausgelöst, welche somit stabilisiert wird. Man erhält so das Negativ [22, 23].

Trotz der immer wieder auftretenden Unstimmigkeiten zwischen der mitgeteilten Experimentaluntersuchung und der Theorie unternahm LUTHER im letzten Drittel der Habilitationsschrift den Versuch, *„hypothesenfrei den Zusammenhang zwischen strahlender und chemischer Energie quantitativ zu beschreiben“*, was ihm m.E. ganz gut gelang. Er selbst betrachtete *„die gegebene Theorie der Verwandlung strahlender Energie in chemische [...] selbstverständlich nur als ein erster Versuch, in dieses Gebiet einzudringen“*. Dementsprechend wurde dieser Teil der Arbeit auch von den Gutachtern in unterschiedlichem Licht gesehen. Während Wilhelm OSTWALD den theoretischen Teil als *„einen beachtenswerthen Versuch einer allgemeinen Theorie der photochemischen Erscheinung auf Grund der Betrachtung der räumlichen Concentration der strahlenden Energie“* hervorgehoben hatte, schloss sich Otto WIENER zwar *„dem Urtheil des Herrn Referenten“* durchaus an, erlaubte sich jedoch *„auf zwei [...] unrichtige Stellen des theoretischen Theiles der Arbeit hinzuweisen, welche übrigens auf ihre Hauptergebnisse ohne Einfluß sind und leicht geändert werden können“*. Der Mehrwert der aufgezeigten theoretischen Überlegungen LUTHERS bestand letztlich darin, dass er der bis dahin vorherrschenden qualitativen Theorie der umkehrbaren Verwandlung von strahlender Energie in chemische erstmals einen quantitativen Inhalt zu geben versuchte.

Danksagung

Für die wertvollen fachdienlichen Hinweise im Zusammenhang mit der Transkription zahlreicher handschriftlicher Texte gilt unser herzlichster Dank Herrn Prof. Dr. Hartmut BÄRNIGHAUSEN, Ettlingen. Herrn Prof. Dr. Dieter MICHEL, Leipzig, sei für die Bereitstellung der Fotografie von Prof. Otto WIENER sehr herzlich gedankt.

Literatur

- [1] BEYER, L.; RESCHETILOWSKI, W.: Vom Doktoranden in Leipzig zum Chemieprofessor in Dresden - Chemische Wissenschaftsbrücken. Bd. 3. Leipzig: Passage-Verl., 2017, S. 127.
- [2] HANSEL, K.; MESSOW, U.; QUITZSCH, K. (Hrsg.): Robert Luther und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. Sonderheft 5. Großbothen, 1999, S. 26.
- [3] Universitätsarchiv Leipzig, UAL, Phil. Fac. Prom. 1057 (Robert Luther), Bl. 3.
- [4] ebenda, Bl. 1.
- [5] ebenda, Bl. 6.
- [6] IEC 60050, DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE. In: Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch, Suchwort Elektromotorische Kraft.
- [7] EN 80000-6:2008 Größen und Einheiten. Teil 6: Elektromagnetismus; Eintrag 6-11.3.
- [8] DIN 1304-1:1994 Formelzeichen – Allgemeine Formelzeichen; Kap. 3.4.
- [9] WAKEMAN, A. J.: Das Verhalten einiger Elektrolyten in nichthomogenem Lösungsmittel. Z. f. physik. Chemie 11 (1893) 49.
- [10] ARRHENIUS, S.: Theorien der Chemie. 1. Aufl. Paderborn: Salzwasser-Verl., 1906, S. 167.
- [11] OSTWALD, W.: Elektrochemische Studien. Das Verdünnungsgesetz. Zweite Abh. J. prakt. Chemie 31 (1885), 1, 433-462.
- [12] Universitätsarchiv Leipzig, UAL, PA 712 (Personalakte Robert Luther), Bl. 2.
- [13] MESSOW, U.: Luther, Robert Thomas Dietrich. In: Sächs. Biografie, hrsg. vom Institut für Sächsische Geschichte und Volkskunde e.V., bearb. von Martina SCHATTKOWSKY, On-line Ausgabe <http://www.isgv.de/saebi/> (12.01.2016).
- [14] siehe [12], Bl. 1.
- [15] ebenda, Bl. 3.
- [16] ebenda, Bl. 4,5.
- [17] ebenda, Bl. 7.
- [18] ebenda, Bl. 8.
- [19] BECKMANN, E.; PAUL, Th.: Das neubegründete Laboratorium für angewandte Chemie an der Universität Leipzig. Berlin, Heidelberg: Springer, 1899, S. 28.
- [20] JAKOWSKIN, A. A.: Ueber die Hydrolyse des Chlors. Z. physik. Chemie 29 (1899), 613-657.
- [21] VALENTA, E.: Photographische Chemie und Chemikalienkunde. 1. Aufl. Paderborn: Salzwasser-Verl., 2012, Nachdruck des Originals 1899.
- [22] RÖMPP Chemie-Lexikon. Hrsg.: FALBE, J.; REGITZ, M. 9. Aufl. Bd. 4. Stuttgart-New York: Thieme, 1995, S. 3407.
- [23] EPPERLEIN, H.; BÖTTCHER, J.: Moderne photographische Systeme. Wirkprinzipien - Prozesse - Materialien. 2. Aufl. Leipzig: Dt. Verl. f. Grundstoffind., 1988.

Thesen zur philosophischen Energetik von Friedrich Reinhard Schmidt

Friedrich Reinhard Schmidt, mit einem Vorwort von Jan-Peter Domschke

Mit den vorliegenden Thesen unternimmt Friedrich Reinhard SCHMIDT den Versuch, den Menschen nicht nur als Naturwesen zu verstehen, dass den in den Naturwissenschaften geltenden Gesetzen unterliegt, sondern als soziales Wesen, dass mit seiner Existenz und seinem praktischen Wirken in den Verlauf und die Wirkungen zahlreicher Naturprozesse eingreift. Friedrich Reinhard SCHMIDT möchte mit diesen Thesen die Diskussion um die soziale Energetik, die in den 90er Jahren in unserer Gesellschaft geführt worden ist, wiederbeleben. Die Grundlage seiner Überlegungen ist die naturwissenschaftliche Erkenntnis: „**Energie wird bei keinem physikalischen Vorgang vernichtet, sondern lediglich von einer Form in eine andere umgewandelt.**“ Unser Ehrenmitglied und ehemaliger Vorsitzender Friedrich Reinhard SCHMIDT gehört ohne Zweifel zu den Autoren, die seit fast 30 Jahren das philosophische Erbe von Wilhelm OSTWALD (1853-1932) bewahren und weiterentwickeln. Er folgt dessen philosophischer Grundüberzeugung: „**Vergeude keine Energie, verwerte sie!**“ und Mahnung „**Betreib den Energiewandel sorgsam und bedenke stets dessen Folgen!**“

Friedrich Reinhard SCHMIDT betont in den vorliegenden Thesen, dass bisher meist nur die außerhalb des menschlichen Körpers gewandelte Energie im Blickpunkt stand, aber der „*energetische Imperativ*“ betreffe zugleich den Energiewandel, der mit Hand und Hirn als Leistungsumsatz erbracht wird, denn allein der Mensch könne außerhalb seines Körpers Energie von einer Form in eine andere nach seinem Willen wandeln. Um seine Position zu verdeutlichen spricht er vom „*technischen Energiewandel*“. In diesem Sinne ist nach der Überzeugung von Friedrich Reinhard SCHMIDT die Geschichte der Menschheit eine Geschichte der Energieaneignung durch den Menschen.

Friedrich Reinhard SCHMIDT ist sich bewusst, dass die zahlreichen kritischen Einwendungen gegen die philosophische „*Energetik*“ Wilhelm OSTWALDS vor allem darauf beruhten, dass vor allem ontologische Fragen vor dem Hintergrund ideologischer Vorurteile diskutiert wurden. Für ihn ist dagegen die Zukunft der Menschheit untrennbar mit ihrer Fähigkeit zum Verständnis aller energetischen Prozesse und den sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen verbunden. Die vorgetragenen Positionen und Begriffsbildungen entziehen sich vor allem den üblichen Schematisierungen. Sowohl dem fortschrittsgläubigen als auch dem Technikfeindschaft predigenden Ideologen dürften die Thesen wenig gefallen, ganz zu schweigen von jenen, für die Philosophie ein Steinbruch für ihre politischen Intentionen ist.

Die Thesen sind in zwei Abschnitte gegliedert. Die naturwissenschaftliche und naturphilosophische Grundlage seiner Überlegungen ist unter der Überschrift „*Der Mensch als Energiewandler*“ in den Thesen 1 bis 18 niedergelegt. In der naturwissenschaftlichen Begründung vergangener, gegenwärtiger und zukünftiger Entwick-

lungen sind sie weitgehend unanfechtbar. Im zweiten Abschnitt widmet sich der Autor unter der Überschrift „*Gesellschafts- und Wirtschaftsfragen in der Sozialen Energetik*“ gesellschafts- und sozialpolitischen Fragen.

Jan-Peter Domschke

Der Mensch als Energiewandler

1. Alle Lebewesen sind Energiewandler. Sie können weder Energie erzeugen noch verbrauchen, denn das widerspräche dem Energieerhaltungssatz.
2. Pflanzen, Tiere und Menschen wirken in der Biosphäre in einem komplizierten Geflecht als Energiewandler zusammen.
3. Die großen Energiewandler wandeln in der Biosphäre letzten Endes Solarenergie in chemische Bindungsenergie um.
4. Die von den Lebewesen gewandelte Energie bildet den Grundumsatz und den Leistungsumsatz, beide bilden den Gesamtumsatz.
5. Der Grundumsatz dient der Aufrechterhaltung der Körperfunktionen. Die mit der Nahrung aufgenommenen Stoffe werden in körpereigene Stoffe umgewandelt.
6. Für den Leistungsumsatz wird die im Körper aus chemischer Bindungsenergie gewonnene Energie sowohl zur mechanischen Arbeit als auch für die Aufnahme von Nahrung als Energie- und Stoffträger genutzt.
7. Nur der Mensch kann außerhalb seines Körpers Energie nach seinem Willen von einer Form in eine andere umwandeln. Darin besteht die Ausnahmestellung des Menschen.
8. Durch diese Fähigkeit kann der Mensch Teile seines Leistungsumsatzes nach seinem Willen einsetzen. Diese Möglichkeit bezeichne ich als „*technischen Energiewandel*“, weil er die von der Natur gesetzten Grenzen überschreitet.
9. Dennoch kann sich der Mensch nicht schadlos vom Leistungsumsatz befreien.
10. Der nicht vom „*technischen Energiewandel*“ benötigte Teil des Leistungsumsatzes wird durch körperliche Belastungen, zum Beispiel durch Sport, durch die Reizverarbeitung im Zentralnervensystem, zum Beispiel den Medienkonsum oder durch kreative Hirntätigkeit in einer vom Menschen selbst geschaffenen Kulturwelt erzielt.
11. Der Aufbau der Kulturwelt begann mit der Beherrschung des Feuers als einer der ersten Formen der Verwandlung chemischer Bindungsenergie in Wärme und Licht. Sie setzt den „*technischen Energiewandel*“ voraus.
12. Der „*technische Energiewandel*“ erreichte mit der Industrialisierung einen ersten Höhepunkt. Der Mensch überschritt die ihm von der Natur vorgegebenen Grenzen für seinen auf körperlicher Arbeit basierenden Leistungsumsatz in einem Maße wie nie zuvor.

13. Die Digitalisierung führt zur zweiten Blütezeit des „*technischen Energiewandels*“. Der Mensch überwindet mit ihm die von der Natur vorgegebenen Grenzen des Leistungsumsatzes im Zentralnervensystem. Informationsspeicherung und -verarbeitung im Hirn werden in hohem Maße beansprucht.
14. Der Mensch veränderte mit dem Gebrauch des „*technischen Energiewandels*“ nicht nur seinen Umgang mit dem Leistungsumsatz, sondern zugleich sein Wettbewerbsverhalten.
15. In der Natur dient der Wettbewerb innerhalb einer Art und zwischen den Arten der Arterhaltung. Wettbewerbskriterium ist die Befähigung zum Leistungsumsatz.
16. Der Mensch führt den Wettbewerb nicht nur zur Arterhaltung, sondern er dient auch zur Differenzierung zu seinem Nächsten.
17. Der Mensch setzt den „*technischen Energiewandel*“ im Wettbewerb ein. Dieser entscheidet oft mehr den Wettbewerbsausgang als die mit Hirn und Hand erbrachte Leistung.
18. Mit den zunehmenden Möglichkeiten der Nutzung des „*technischen Energiewandels*“ tritt das naturbestimmte Ziel der Arterhaltung hinter dem bloßen Streben nach Differenzierung zurück. Der Wettbewerb wird unabhängig vom Alter und der Familienplanung weitergeführt.

Gesellschafts- und Wirtschaftsfragen in der Sozialen Energetik

19. Die Art und Weise von Erzeugung, Aneignung und dem Gebrauch der durch Leistungsumsatz, „*technischem Energiewandel*“ und Arbeitsteilung entstandenen Produkte, insbesondere das durch den technischen Energiewandel entstandene Mehrprodukt, prägen auf vielfältige Weise das Leben in einer Gesellschaft.
20. Im Tierreich gibt es kein Mehrprodukt. Sind die Reproduktionsverhältnisse für eine Tierart günstig, breitet sich diese innerhalb der bestehenden Möglichkeiten ohne unmittelbare Veränderung ihrer Lebensweise aus.
21. Das in einer Gesellschaft entstehende Mehrprodukt setzt vor allem den gesellschaftlichen Gebrauch „*technischen Energiewandels*“ voraus. Der erste Schritt in diese Richtung erfolgte mit dem Gebrauch des Feuers.
22. Der „*technische Energiewandel*“ hat in vielen Tätigkeitsfeldern zu einer Abwertung des mit Hirn und Hand erbrachten Leistungsumsatzes geführt. Da jeder Mensch seinen Leistungsumsatz biologisch bedingt zu tätigen hat, musste eine von „*technischem Energiewandel*“ getragene, zur Klimaerwärmung beitragende Kulturindustrie, entstehen. Der im hochentwickelten Industrieland lebende Mensch sucht in dieser, und immer weniger in der Erwerbstätigkeit, ein erfülltes Leben für sich.
23. Der Wert eines Produktes ergibt sich aus dem zu seiner Erzeugung aufgewendeten Leistungsumsatz und „*technischem Energiewandel*“. Er ist unabhängig davon, ob er sich aus gegenständlichen Objekten oder aus Sinnesreizen (z. B.: Musik) ergibt.

24. Mit dem Leistungsumsatz allein ist kein oder nur ein geringes Mehrprodukt zu erzielen.
25. Wenn der Leistungsumsatz in der unmittelbaren körperlichen und geistigen Arbeit als wertbildend betrachtet wird, dieser jedoch durch „*technischen Energiewandel*“ ersetzt werden kann, dann muss auch der mit der Erzeugung eines Produktes verbundene „*technische Energiewandel*“ als ein wertbildender Faktor betrachtet werden. Die Betrachtung der Beschaffungskosten für die Energieträger in der Wirtschaft berücksichtigt die durch „*technischen Energiewandel*“ entstehenden Mehrproduktanteile für die Preisbildung nicht.
26. Die marxistische Wertbildungstheorie beschreibt als Ursache für einen an das Mehrprodukt gebundenen Wert nur den Leistungsumsatz der Arbeiter (als variables Kapital bezeichnet) und nicht den anteilmäßig eingesetzten „*technischen Energiewandel*“.
27. Die damit verbundene Klassenkampftheorie ist deshalb von der Realität überholt.
28. Die Industrialisierung führt zur Entwertung des mit körperlicher Arbeit verbundenen Leistungsumsatzes, wobei der Mensch mit seiner ebenfalls den Leistungsumsatz verursachenden Hirntätigkeit bis zu Beginn der Digitalisierung prozessverbunden bleiben musste.
29. Die Digitalisierung entwertet den mit Hirntätigkeit verbundenen Leistungsumsatz, weil dieser für die Prozessdurchführung in produzierenden und administrativen Bereichen nicht mehr oder in viel geringerem Maße als bisher von der Gesellschaft in Anspruch genommen werden muss.
30. Eine weitgehend vom „*technischen Energiewandel*“ geprägte Gesellschaft ist eine Verteilungsgesellschaft, weil jeder Mensch mit seinem Leistungsumsatz direkt oder indirekt am Mehrprodukt beteiligt ist.
31. Der Krieg ist ein Wettbewerb zwischen konkurrierenden Parteien, bei dem die Unterwerfung bis hin zur Vernichtung des Gegners angestrebt wird. Der mögliche eigene Untergang wird in Kauf genommen. Mit jedem Fortschritt beim technischen Energiewandel verändern sich Kriegsziel und Kriegsführung.
32. Vor der Industrialisierung und Digitalisierung entschied, von Ausnahmen abgesehen, der zum Einsatz gelangende Leistungsumsatz der Kämpfer über Sieg oder Niederlage. Die Kriegsziele bestanden in der Aneignung des im Besitz des Gegners befindlichen Sonnenkollektors Land. Die darauf lebende Bevölkerung sollte ausgemerzt oder tributpflichtig werden.
33. Das Kriegsziel verlor mit zunehmender Vervollkommnung des „*technischen Energiewandels*“ an Bedeutung. Es geht nicht mehr um den Sonnenkollektor Land sondern um den Zugriff auf die darunter befindlichen Energieträgerlagerstätten in Form von Erdöl und Gas und um Absatzmärkte für die weitgehend mit technischem Energiewandel erzeugten Produkte. Der Sieger strebt deshalb die Bildung von Vasallenstaaten an.

34. Das den Leistungsumsatz vieler Kämpfer vereinende Heer ist für die Erreichung von Kriegszielen eines hochentwickelten Industriestaates nicht mehr geeignet. Die demografische Entwicklung verhindert die Aufstellung von Massenheeren. Die Waffen werden nach den Befehlen der Feldherren aus weiter Entfernung digital zum Zielort gelenkt. Der Leistungsumsatz tausender Gefangener würde dem Staat heute keinen Nutzen mehr erbringen.
35. Die von produktiver und / oder administrativer Arbeit befreiten Menschen leben in einer Verteilungsgesellschaft. Sie müssen jedoch ihren mit Hand und Hirn zu erbringenden Leistungsumsatz auf ihre „*bioenergetischen Waagen*“ legen. Das bedarf einer durch die Gesellschaft zugewiesene Teilhabe (z. B. Grundeinkommen) an der von technischen Energiewandel getragenen Kulturwelt.
36. Eine große, von der produktiven Verwertung ihres Leistungsumsatzes ausgeschlossen und auf Zuteilung von Mehrproduktanteilen angewiesene Gruppe von Menschen, umgibt einen wesentlich kleineren „*Kern*“. Das ist vergleichbar mit dem „*Kern*“ und dem Fruchtfleisch von Pfirsichen.
37. Im „*Kern*“ verbinden die Menschen ihren Leistungsumsatz noch weitgehend mit Erwerbsarbeit. Zugleich herrscht darin ein ausgeprägtes Wettbewerbsklima. Die Arbeitsziele lauten: Erkenntnisgewinn über Natur und Gesellschaft, Verbesserung und Verbreitung des „*technischen Energiewandels*“ sowie Ausbau und Unterhaltung einer Kulturwelt.
38. Weder der totale Verzicht auf den technischen Energiewandel, noch die verschiedensten Energiewandelprojekte halten die gegenwärtig bereits erkennbaren Klimaveränderungen auf. Ein erfolgreiches Projekt kann weder „*Zurück zur Natur*“ noch „*Vorwärts zu neuen Energiewandelformen*“ lauten. Es sollte „*Zurück zur Arbeit*“ heißen.
39. „*Zurück zur Arbeit*“ kann nicht die Wiederbelebung einer vorindustriellen Arbeitswelt bedeuten, als die Lebenserwartung der stark und einseitig körperlich belasteten Arbeitnehmer geringer war als heute. Die Naturwissenschaften, die Ingenieurkünste und die Wirtschaft müssen zusammenwirkend eine zukünftige Arbeitswelt gestalten, in welcher der Mensch mit Hand und Hirn seinen Leistungsumsatz im naturgegebenen Sinne erbringen und ein erfülltes Leben führen kann.
40. Im „*Kern*“ einer Gesellschaft setzen die Menschen den größten Teil ihres Leistungsumsatzes zu ihrem Broterwerb ein.
41. Den „*Kern*“ umgeben in einer vom technischen Energiewandel beherrschten Gesellschaft zukünftig Millionen von Menschen, die teilweise oder gänzlich ihren Leistungsumsatz nicht mehr zum Zwecke des Erwerbs einsetzen können.
42. Die den Gesellschaftskern umgebenden Menschen sind auf die Umverteilung des durch technischen Energiewandel entstandenen Mehrproduktes angewiesen. Bereits jetzt wird in hochindustrialisierten Ländern deshalb über die Einführung eines bedingungslosen Grundeinkommens diskutiert.

43. Die Verteilung des durch „*technischen Energiewandel*“ entstandenen Mehrproduktes an die nicht mehr an dessen Erwirtschaftung beteiligten Menschen zieht mehr staatliche Eingriffe nach sich. Deshalb ist der von den Befürwortern einer absolut freien Marktwirtschaft geforderte Rückzug des Staates falsch.
44. In einer vom „*technischen Energiewandel*“ getragenen Gesellschaft besteht eine Oberschicht, die zu ihren Gunsten die Mehrproduktaneignung beherrscht oder zu ihrem Vorteil in diese eingreift.
45. Die Behauptung, dass mit dem Fortschritt des „*technischen Energiewandels*“ Arbeitsplätze entstehen, die als Erwerbsarbeit mit einem Leistungsumsatz verbunden seien, ist nicht gerechtfertigt. Das geschieht lediglich lokal und zeitlich begrenzt.

Autorenverzeichnis

Dr. Albrecht Pohlmann
Kleiststr. 3
06114 Halle/Sa.
al.pohlmann@web.de

Prof. Dr. Wolfgang Enghardt
TU Dresden, Mediz. Fak. u. Universitätsklinikum Carl Gustav Carus,
Fetscherstr. 74, PF 41
01307 Dresden sowie
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf,
Institut für Radioonkologie – OncoRay
Bautzner Landstraße 400
01328 Dresden

Prof. Dr. Ulf Messow
Waldstr. 41
04668 Grimma, OT Waldbardau
ulf.messow@freenet.de

Anna-Elisabeth Hansel
Grimmaer Str. 21
04668 Grimma OT Großbothen

Prof. Dr. Wladimir Reschetilowski
Karl-Kröner-Straße 1
01445 Radebeul
wladimir.reschetilowski@tu-dresden.de

Prof. Dr. Lothar Beyer
Wilhelm-Raabe-Str. 20
04416 Markkleeberg
beyinorg@chemie.uni-leipzig.de

Prof. Dr.-Ing. Friedrich Reinhard Schmidt
Talblick 11
01723 Kesselsdorf

Gesellschaftsnachrichten

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.
trauert um ihr langjähriges Mitglied

Herrn Dr. Klaus Sühnel

Gründungsmitglied
und ehemaliges Mitglied des Vorstandes

Er verstarb am 14. April 2018.

Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Wir gratulieren

zum 90. Geburtstag

Herrn Dr. rer. nat. Heinrich Röck, 15.07.2018

zum 85. Geburtstag

Herrn Prof. Dr. Janis Stradins, 10.12.2018

zum 80. Geburtstag

Herrn Prof. Dr. Heiner Kaden, 20.09.2018

zum 75. Geburtstag

Herrn Prof. Dr. Victor Katsnelson, 03.09.2018

Herrn Dr. Rolf Haink, 8.11.2018

Frau Gerda Tschira, 16.11.2018

zum 65. Geburtstag

Herrn Prof. Dr. Bernd Kirstein, 09.07.2018

Spenden

Wir bedanken uns recht herzlich für die Spenden (Stand vom 31.05.2018) von Herrn Prof. Dr. Abel; Frau Prof. Dr. Dunken; Herrn Prof. Dr. Fratzscher; Herrn Prof. Dr. Funke; Frau Dr. Gorski; Herrn Dr.-Ing. Gutsche; Herrn Prof. Dr. Heiker; Frau Dr. Huth, Herrn Huth; Herrn Prof. Dr. Klenk; Herrn Prof. Dr. Oehme; Herrn Dr. M. Ostwald; Herrn Prof. Dr. Ruck; Herrn Prof. Dr. Schramm; Herrn Dr. Spilcke-Liss; Frau G. Tschira; Herrn Prof. Dr. Winnewisser und der Raiffeisenbank Grimma eG.

Pressemitteilung

Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.

Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V., die Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie e. V. und die Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. vergeben den Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017 an Herrn Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko für seine ausgezeichnete Dissertation zum Thema

„Shapeable microelectronics“.

Herr Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko ist 30 Jahre alt, geboren in Novokuznetsk, Russland. Er hat an der Staatlichen Technischen Universität Novosibirsk studiert und einen BA und MSC in Engineering, Electronics and Microelectronics erhalten. Beides hat er mit „excellent“ abgeschlossen. Nach einer Postgraduate-Ausbildung mit dem Thema „Organische Halbleiter“ an der Technischen Universität Chemnitz promovierte er 2016 mit „summa cum laude“ am Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IWF) in Dresden unter der Betreuung von Prof. Dr. Oliver G. Schmidt, TU Chemnitz.

Herr Daniil Karnaushenko hatte in seiner Dissertation die Aufgabe, mindestens ein neues Konzept für eine leistungsfähige formbare Mikroelektronik zu erforschen und zu entwickeln. „Die Ergebnisse seiner Arbeit zeigen auf sehr beeindruckende Art und Weise, dass ihm dies nicht nur gelungen, sondern dass er weit über jede an ihn gestellte Erwartung hinausgegangen ist. Insgesamt konnte Herr Dr.-Ing. Karnaushenko drei völlig neue Anwendungskonzepte von der Materialentwicklung bis zur Integration verwirklichen, die jeweils eine aussichtsreiche Basis grundverschiedener Technologieplattformen darstellen. Teile seines Ideenreichtums sind bereits in die Entwicklung von Massenprodukten aufgenommen worden“, so sein Betreuer, Prof. Schmidt.

Seine Forschungsergebnisse hat Herr Dr.-Ing. Karnaushenko in einer Reihe von herausragenden Veröffentlichungen als Erstautor und mit Kooperationspartnern als Ko-Autor in renommierten Fachzeitschriften publiziert und auf internationalen Tagungen präsentiert. Anfang 2017 wurde er für seine Arbeiten mit dem Doktorandenpreis des Leibniz-Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden ausgezeichnet.

Der Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis, der gemeinsam von der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie und der Gesellschaft Deutscher Chemiker vergeben wird, ist mit 2.500 Euro dotiert und wird am 14. Februar 2018 im Rahmen einer feierlichen Veranstaltung in der Sächsischen Akademie der Wissenschaften in Leipzig verliehen. Beginn der Veranstaltung ist 14:00 Uhr.

Wilhelm Ostwald-Gesellschaft e.V., Grimmaer Str. 25, 04668 Grimma, 0T Großbothen, Tel.: 034384-71283, e-mail: info@wilhelm-ostwald.de, Internet: www.wilhelm-ostwald.de



Am 14. Februar 2018 wurde Herrn Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko der Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017 verliehen.

Dies ist die 5. Verleihung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreises.

Nach der Begrüßung durch den Vorsitzenden der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft, Herrn Prof. Dr. Löschke, gab es Grußworte von:

Prof. Dr. Hans Wiesmeth, Präsident der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig

Prof. Dr. Evamarie Hey-Hawkins, Mitglied des Vorstandes der Gesellschaft Deutscher Chemiker

Prof. Dr. Rudolf Holze, Vertreter der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie

Die Laudatio für Herrn Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko hielt Prof. Dr. Oliver G. Schmidt, Technische Universität Chemnitz.



Die Verleihung des Preises erfolgte durch Herrn Prof. Dr. H. Papp in der Sächsischen Akademie der Wissenschaften in Leipzig.

Einige Worte zur Entstehung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis:

In der konstituierenden Kuratoriumssitzung im Jahre 2005 wurde unter anderem von Nobelpreisträger Prof. Ertl vorgeschlagen, einen Wilhelm-Ostwald-Preis an Personen zu vergeben, die als „Brückenschläger“ im Sinne Wilhelm Ostwalds Brücken zwischen verschiedenen Disziplinen bauen. 2007 wurde der Preis das erste Mal verliehen.

1911 wurde die Institution „Die Brücke – Internationales Institut zur Organisierung der geistigen Arbeit“ gegründet, mit Wilhelm Ostwald als ersten Vorsitzenden.

Daher kommt das auf der Preisurkunde und auf der Einladung als Hintergrund verwendete Brückenlogo. In der Ausschreibung für den Preis steht, dass der Preis für eine herausragende Dissertation von jungen Wissenschaftlern verliehen werden soll, in der, im Sinne Ostwalds, wie oben gesagt, Brücken zwischen verschiedenen Disziplinen geschlagen werden. Es sollen dabei fachliche Grenzen überwunden, neue Forschungsrichtungen und Zusammenhänge aufgezeigt sowie das interdisziplinäre Wissen vernetzt werden.

Für den Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017 wurden insgesamt 10 ausgezeichnete Dissertationen, mit sehr hohem wissenschaftlichen Niveau, eingereicht, die Ende des Jahres begutachtet und gereiht wurden.

Der Gutachterkreis bestand aus Frau Prof. von Klitzing und den Herren Professoren Funke, Buchholz, Rühl und Papp. Leider konnten die auswärtigen Gutachter aus Termingründen nicht an der Preisverleihung teilnehmen.

Die Gutachter entschieden sich nach eingehender Sichtung und Beratung einstimmig dafür, Herrn Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko für seine exzellente Dissertation, mit dem Titel “Shapeable microelectronics”, die alle Kriterien der Ausschreibung auf das Beste erfüllt, den Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017 zu verleihen.



v. l.n.r.: Prof. Löschke, Prof. Papp, Prof. Wiesmeth, Dr. Karnaushenko,
Prof. Schmidt, Prof. Hey-Hawkins, Prof. Holze.

Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis

Der Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2017 wird verliehen an

Herrn Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko

Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden

für seine herausragende Dissertation mit dem Titel

“Shapeable microelectronics”

Daniil Karnaushenko entwickelte und verwirklichte in seiner Dissertation neue Anwendungskonzepte auf dem Gebiet der Mikroelektronik von der Materialentwicklung bis zur Integration, die eine aussichtsreiche Basis grundverschiedener Technologieplattformen darstellen.

Deutsche
Bunsen-Gesellschaft


.....
Der Erste Vorsitzende

Wilhelm-Ostwald-
Gesellschaft


.....
Der Vorstand

Gesellschaft Deutscher
Chemiker


.....
Der Präsident

Leipzig, 14. Februar 2018



Grußwort zur Verleihung des Wilhelm-Ostwald-Nachwuchs-Preises 2017 an Dr.-Ing. Daniil Karnaushenko für die Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie

R. Holze

Institut für Chemie, Technische Universität Chemnitz, AG Elektrochemie, D-09107 Chemnitz

Mit ihrem Nachwuchspreis zeichnet die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft gemeinsam mit der Gesellschaft Deutscher Chemiker und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie Daniil Karnaushenko für seine in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte Dissertation mit dem Titel „*Shapeable microelectronics*“ aus. Die Vielseitigkeit der Arbeit spiegelt sich in der inhaltlichen Vielfalt der zu einem Grußwort hier zu Ehren des Ausgezeichneten Erschienenen an. Sie reicht von der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig vertreten durch ihren Präsidenten über die Gesellschaft Deutscher Chemiker bis eben zur Bunsen-Gesellschaft. Diese Vielseitigkeit spiegelt sich auch in der inhaltlichen Breite der Grußworte und Laudationes wieder. Sie reicht von einem Blick „von außen“ über den Blick des Chemikers und Materialwissenschaftler und den des Physikochemikers bis zu dem des Doktorvaters. Und so nähern wir uns dem Gegenstand der Arbeit des Ausgezeichneten schrittweise an.

Dabei mag ein Wort der Erklärung vorangestellt sein, an dem ich mich beim Lesen der Dissertationsschrift ebenso wie beim Formulieren meiner Anmerkungen orientiert habe. Mit dem Begriff „Elektronik“ wird in etwas ungenauer Weise die Wissenschaft von der Steuerung des elektrischen Stroms durch elektronische Bauteile in entsprechenden Schaltungen bezeichnet. Von elektrischen Schaltungen unterscheiden sich diese vor allem durch Verwendung eben dieser elektronischer Bauteile, die vor allem Halbleiterbauelemente wie Dioden, Transistoren, Triacs und viele weitere aktive Bauelemente sind. In einem mehr oder weniger großen Halbleiterkristall zusammengebaut arbeiten Tausende von Transistoren und andere Halbleiterbauelemente in Prozessoren in einer Vielzahl von Geräten, von der kleinen Schaltung in einem Hörgerät oder einem durch den Verdauungstrakt geschickten Gerät zur Messung lokaler pH-Werte bis zu Wechselspannungsgleichspannungswandlern der Hochleistungselektronik, die man an den Endpunkten der elektrischen Leistungsübertragung durch die Ostsee bestaunen kann. Gleichzeitig meint man mit dem Begriff „Organische Elektronik“ die Familie von Halbleiterbauelementen, die aus organischen, molekularen wie oligo- und polymeren Stoffen bestehen können. Und mit „shapeable“ meint man schlicht formbar, weg also von der starren planaren Anordnung. Wo finden wir in dieser Vielfalt unseren Preisträger wieder oder: Welcher Aspekt stand und steht weiterhin bei seiner Arbeit im Mittelpunkt? Wir finden ihn mit Ausnahme der Hochleistungshalbleiter überall wieder, und zahlreiche Aspekte hat er bei seiner Arbeit gleichermaßen berücksichtigt. Dies wird bereits bei einem Blick in das reichhaltige Stichwortverzeichnis zu Beginn seiner Arbeit deutlich: Flexibel, druckbar, biomime-

tisch, selbstorganisierend, Manschettenimplantat, GMR Multilagen usw. Verarbeitungsmöglichkeiten, Materialien (die z.B. den Giant Magnetoresistive Effect GMR zeigen), Anwendungen in der Medizin ebenso wie Eigenschaften des „Produktes“. Also einer in ihrer Gestaltung an den Verwendungszweck in Formgebung wie Funktionalität weitgehend angepaßten („shaped“) Elektronik. Nicht mehr das kleine Kästchen des implantierten Herzschrittmachers, dem man seine Herkunft aus der Massenfertigung elektronischer Meß- und Steuergeräte noch überaus deutlich ansieht (und das in dieser Form sicher seinen Zweck erfüllen kann) oder dem an einer Halskette getragenen Hörgerät, sondern dem im-Ohr-Hörgerät oder eben dem implantierbaren medizinischen Gerät für z.B. die Nervstimulation oder –reizung bei entsprechenden medizinischen Indikationen. Statt also traditionell Einzelkomponenten zu einer Schaltung zu verbinden, ihre Verknüpfung mit der Umgebung z.B. im Gehirn oder am Ohr mit Sensoren und Aktoren zu ermöglichen und zudem der stets leidigen Frage nach einer elektrischen Energieversorgung zu einer möglichst befriedigenden Antwort zu verhelfen hat unser Preisträger von Beginn das Ganze im Auge. Und wo kommt da der Physikochemiker ins Spiel? Weniger bei der Herstellung der Materialien: Die Multilayer-Metallsysteme werden eher bei den Materialwissenschaftlern zu finden sein, die photolithographisch strukturierbaren organischen Polymere eher bei den Polymerchemikern. Und die metallorganischen Polymere? Für diese Zuordnung muß man die Dissertation *en detail* studieren – um festzustellen, daß das hochkoordinierende Lanthanion eine besondere Rolle spielt. Und damit ist man mitten in der Physikalischen Chemie, und auch bei dem Namensgeber dieser Auszeichnung. Es geht um die besonderen Eigenschaften von Ionen, hier in Abhängigkeit von Größe, Ladungsdichte und Koordinationsfähigkeit, und ihre besonderen Beiträge zu Strukturen und Prozessen an Phasengrenzen und Oberflächen. Darüber hinaus spielt bei einer Vielzahl der zur Herstellung der Schichtsysteme, ihrer Bearbeitung und ihrer Charakterisierung eingesetzter Methoden die Physikalische Chemie eine Rolle. AFM – die Atomkraftmikroskopie – wird immer wieder zum Studium der Oberflächentopographie und von mechanischen Phänomenen an eben diesen Oberflächen eingesetzt, und MOKE – der magnetooptische Kerr-Effekt – findet ebenso Verwendung.

Betrachtet man die modellhaften Resultate: eine Manschette, die sich ganz vorsichtig um einen Nerv oder ein Nervenbündel legt, besser gesagt, die deren Wachstum in eben die Manschette hinein wirkungsvoll dirigiert und ein druckbares Array von magnetischen Sensoren, die mit höchster Empfindlichkeit zur Registrierung von Nervenaktivitäten auch und insbesondere im Gehirn eingesetzt werden können, so verblaßt die Frage nach der formalen Zuordnung ohnehin.

Dem Autor ist in beispielhafter und gewiß auszeichnungswürdiger Weise die Kombination von Kenntnis und Know-how aus einer Vielzahl von Disziplinen der Chemie, Physik und Ingenieurwissenschaft gelungen.

Ergebnisse der ordentlichen Mitgliederversammlung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. 2018

Zusammenfassung

Am 17. März 2018 fand im Wilhelm-Ostwald-Park Großbothen die jährliche, ordentliche Mitgliederversammlung statt. Nach Abarbeitung der Formalia (Richtigkeit der Einladung, Bestätigung der Tagesordnung, Feststellung der Beschlussfähigkeit und Annahme des Protokolls der Mitgliederversammlung 2017) wurde die Tagesordnung abgearbeitet. Zunächst legte der Vorstand Rechenschaft über die Arbeit der Gesellschaft im Jahr 2017 ab und stellte den Finanzbericht des Jahres 2017 vor.

Nach den von der Versammlung diskutierten und angenommenen Berichten des Vorstandes, beschloss die Versammlung, den Vorstand für das Jahr 2017 Entlastung zu erteilen und dankte den Mitgliedern des Vorstandes und des Beirates für ihre engagierte, ehrenamtliche Arbeit.

Der Vorstand stellte daraufhin die Tätigkeits- und Finanzplanung des laufenden Jahres 2018 sowie die Mittelfristplanung bis 2020 vor, die von den anwesenden Mitgliedern zustimmend zur Kenntnis genommen wurden.

In der Diskussion wurde begrüßt, dass die Finanzlage der Gesellschaft nun ausgeglichen ist. Das Spenden- und Beitragsaufkommen ist jedoch gegenüber dem Vorjahr leicht gesunken.

Die Mitgliederversammlung beriet in der Versammlung ausführlich über wesentliche, vom Vorstand eingebrachte Anträge.

Zum einen wurde dem Vorschlag des Vorstandes gefolgt, aus logistischen und technischen Gründen, das Büro von Großbothen nach Leipzig in das Gebäude des Wilhelm-Ostwald-Institutes der Fakultät Chemie der Universität Leipzig zu verlegen, während der Sitz der Gesellschaft weiterhin Großbothen bleibt. Zum anderen befindet sich die Gesellschaft in einem Streit mit der Gerda-und-Klaus-Tschira-Stiftung um deren Anmeldung des sogenannten Energie-Logos, welches die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft im Jahr 1993 für ihre Nutzung modernisierte und seither in allen Veröffentlichungen nutzt. Die Mitgliederversammlung beauftragte den Vorstand, gegen die Eintragung dieser Bildmarke beim Deutschen Patentamt durch die Gerda-und-Klaus-Tschira-Stiftung auch mit anwaltlicher Hilfe Widerspruch geltend zu machen. Der Vorstand möge jedoch parallel den Versuch unternehmen, eine gütliche Einigung mit der Stiftung zu erreichen.

Der Vorsitzende des Vorstandes erklärte abschließend auch im Namen der anderen Vorstandsmitglieder, dass die zukünftigen Herausforderungen in Zusammenarbeit mit dem Beirat und mit den Mitgliedern der Gesellschaft mit Elan und Entschlossenheit angegangen werden.

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.

Wörtliche Zitate müssen formal und inhaltlich völlig mit dem Original übereinstimmen.

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“ (vor 2009)	0,50 €
Domschke, J.-P.; Lewandrowski, P.: Wilhelm Ostwald. Urania-Verl., 1982	5,00 €
Domschke, J.-P.; Hofmann, H.: Der Physikochemiker und Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald: Ein Lebensbild. Sonderheft 23 der Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges., 2012	10,00 €
Bendin, E.: Zur Farbenlehre. Studien, Modelle, Texte Dresden 2010	34,00 €
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). Berlin: VWB, 2006 (Preis f. Mitgl. d. WOG: 15,00 €)	25,00 € 15,00 €
Edition Ostwald 2: „On Catalysis“ /hrsg. v. W. Reschetilowski; W. Hönle. Berlin: VWB, 2010 (Preis f. Mitgl. d. WOG: 15,00 €)	25,00 € 15,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft: Heft 1/1996-1/2008 je ab Heft 2/2008 je	5,00 € 6,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft (Sonderhefte 1-23), 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 €