

Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.

21. Jg. 2016, Heft 1

ISSN 1433-3910

Inhalt

Zur 62. Ausgabe der „Mitteilungen“	3
Hameier und Wemeier: Vom Nordpol bis zum Indikator-Diagramm <i>Wilhelm Ostwald</i>	4
Technisches und Kulturelles. Anmerkungen zu historischen und aktuellen Interpendenzen <i>Gerhard Banse</i>	9
Zum Wandel der antiatomistischen Position Ostwalds und Anmerkungen zum Erkenntnisfortschritt über die atomare Struktur bis in die heutige Zeit <i>Ulf Messow; Knut Asmis</i>	41
Die Mitwirkung Wilhelm Ostwalds an der Werkbundsiedlung „Wohnung und Werkraum“ (WuWa) in Breslau 1929. Ein Beitrag zur Ausstellung „Werkbundsiedlungen. Der Weg in die Moderne“ in der europäischen Kulturhauptstadt des Jahres 2016 <i>Jan-Peter Domschke</i>	53
Robert Luther: Eine Spurensuche nach chemischen Forschungsbrücken zwischen Sankt Petersburg, Moskau und Dresden <i>Wladimir Reschetilowski; Clemens Milker</i>	56
Bertha von Suttner, Wilhelm Ostwald und der Frieden <i>Jan-Peter Domschke</i>	66
Gesellschaftsnachrichten	73
Ergebnisse der ordentlichen Mitgliederversammlung der Wilhelm-Ostwald- Gesellschaft e.V. 2016 – Zusammenfassung.....	73
Autorenhinweise.....	74

© Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. 2016, 21. 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,

Tel. (03 43 84) 7 12 83

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

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

E-Mail-Adresse: ostwaldenergie@gmx.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 62. Ausgabe der „Mitteilungen“

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

im vorliegenden Heft setzen wir die Veröffentlichung von Arbeiten von Wilhelm Ostwald in Dialogform fort. In diesem Beitrag von 1925/26 „Vom Nordpol bis zum Indikator-Diagramm“ erklärt Wemeier Hameier den Unterschied zwischen einer „Sportleistung“ und einer wissenschaftlichen Entdeckung. Dabei geht es natürlich auch um Energie.

Gerhard Banse, der im 121. Ostwaldgespräch zum Thema „Technisches und Kulturelles. Historisches und Aktuelles“ vorgetragen hat, stellte uns freundlicherweise ein ausführliches Manuskript zum Abdruck zur Verfügung. Dem Autor, Technikphilosoph und Präsident der Leibnitz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e.V., geht es in seinem Beitrag um die wechselseitigen Beziehungen zwischen Technischem und Kulturellen. Er kann zeigen, dass in einer globalisierten Welt die Interdependenzen von Technik und Kultur einen hohen Stellenwert erlangen. Es werden die Breite des Forschungsfeldes und der aktuelle Forschungsstand auch anhand der großen Zahl von Quellen belegt.

In ihrer Arbeit „Zum Wandel der antiatomistischen Position Ostwalds und Anmerkungen zum Erkenntnisfortschritt über die atomare Struktur bis in die heutige Zeit“ beschreiben Ulf Messow und Knut Asmis Atomhypothesen und den Wandel Ostwalds, der erst durch experimentelle Nachweise die atomistische Beschaffenheit der Stoffe anerkannte. Abgerundet wird die Arbeit durch eine chronologische Auflistung wichtiger Erkenntnisse zur atomaren Struktur.

Jan-Peter Domschke, der ständig auf der Suche nach Spuren Ostwalds bis in unsere heutige Zeit ist, ist mal wieder fündig geworden. In seinem Beitrag kann er zeigen, dass die Mitwirkung Ostwalds in der Arbeitsgruppe „Farbe“ der Werkbundsiedlung „Wohnung und Werkraum“ in Breslau 1929 es bis in die Kulturhauptstadt des Jahres 2016, Wrocław, geschafft hat.

In ihrer Arbeit „Robert Luther: Eine Spurensuche nach chemischen Forschungsbrücken zwischen Sankt Petersburg, Moskau und Dresden“ belegen Wladimir Reschetilowski und Clemens Milker die vielfältigen fachlichen und persönlichen Beziehungen zwischen Angehörigen der entsprechenden Einrichtungen.

Nachdem wir in beiden Heften des Jahres 2014 nach 100 Jahren des Ausbruches des Ersten Weltkrieges gezeigt haben, wie Wilhelm Ostwald ein engagierter Kriegsbefürworter wurde, soll der Beitrag von Jan-Peter Domschke an Ostwalds aktiven Einsatz für die bürgerliche Friedensbewegung und die Freundschaft mit Bertha von Suttner erinnern.

In den Gesellschaftsnachrichten finden Sie neben den Geburtstagen die Zusammenfassung der Ergebnisse der ordentlichen Mitgliederversammlung unserer Gesellschaft.

Jürgen Schmelzer

Hameier und Wemeier:

Vom Nordpol bis zum Indikator-Diagramm¹

Wilhelm Ostwald

Hameier. Ha, es ist eine Lust zu leben!

Wemeier. Weshalb?

Ha. Hast du nicht in den Zeitungen gelesen, daß der Nordpol erreicht worden ist?

We. Wenn schon.

Ha. Hassen könnte ich dich, daß du bei den größten und schönsten Dingen so kalt bleibst. Und ich weiß doch, daß auch du edler und großer Gefühle fähig bist. Mein Gefühl treibt mich hier zu grenzenloser Bewunderung.

We. Weniger ist mehr, hat, glaube ich, der alte Hesiod gesagt, und ausnahmsweise ist dieser vollkommene Widerspruch nicht gleich geheimnisvoll für Weise wie für Toren. Wenn du weniger fühlen wolltest, könntest du mehr denken. Und dann würde sich deine Begeisterung stark abkühlen. Was bewunderst du denn hier?



Ha. Hat doch bisher niemals ein Mensch den Nordpol erreicht; keines Sterblichen Auge hat jenen äußersten Punkt unserer Erde je erblickt! Und nun hat die unwiderstehliche Kraft jener kühnen Männer dies von ewigem Eis bedeckte Geheimnis doch entschleiert.

We. Wenn es nur darauf ankommt, so kannst du alle Tage Dinge sehen, die noch nie eines Sterblichen Auge erblickt hat. Ich sehe, daß du in der Fülle dei-

¹ Abschrift aus: Reclams Universum. - Leipzig 42.2 (1925/26), Nr. 35 v. 27.05.1926, S. 905-907. - Kopien der Abb. S. 906 u. 907.

ner Gefühle dein Frühstücksei noch nicht aufgemacht hast. Schneide es auf und gucke hinein: kein Sterblicher hat vor dir in dies Ei hineingeschaut. Und nachdem du es aufgegessen hast, wird kein Sterblicher nach dir es schauen können.

Ha. Das kann man doch nicht vergleichen!

We. Warum nicht? Ich will dir nur zeigen, daß die Erstmaligkeit und Einzigkeit einer Sache nicht ausreicht, um ihr einen Wert zu geben.

Ha. Wenn es so leicht wäre, an den Nordpol zu kommen, wie ein Ei aufzuklopfen, dann wären natürlich schon Tausende da gewesen. Aber die Schwierigkeiten zu überwinden, erfordert einen Heldenmut.

We. Jetzt sind wir an den entscheidenden Punkt gekommen. Mit seinem Luftschiff hätte Eckener den Nordpol hundertmal besuchen können, wenn er darüber die freie Verfügung gehabt hätte. Denn seine Fahrt nach Amerika war nicht leichter. Und hätte irgendein reicher Mann die Mittel hergegeben, so wäre man auch schon da gewesen. Aber es hat sich keiner gefunden, dem es die wenigen Millionen wert war.

Ha. Du sprichst, als handele es sich um eine bloße technische Aufgabe.

We. Ganz recht, es ist eine technische Aufgabe. Wie wurde sie am Südpol gelöst? Dadurch, daß der Mann den nötigen Proviant nicht als Last auf Schlitten mit sich führte, sondern ihn auf vier Beinen selbst mitlaufen ließ.

Ha. Was ist das für ein Unsinn!

We. Es ist der nüchterne Tatbestand, denn Amundsen nährte sich und seine Zughunde von einzelnen Hunden, die er nach Bedarf schlachtete, und ermöglichte auf diese Weise die Fahrt hin und zurück. Hätte er reichliche Mittel gehabt, so hätte er in passenden Etappen Vorratlager errichten können und wäre noch viel sicherer an das Ziel gekommen.

Ha. Wenn es eine bloße technische Aufgabe wäre, warum begeistern sich denn so viele für den Gedanken?

We. Weil es eine Sportleistung ist.

Ha. Das geht zu weit. Wenn ich nicht wüßte, daß du im Grunde ein anständiger Kerl bist, würde ich dir wegen dieses Wortes die Freundschaft kündigen. Wie kann man eine epochemachende Leistung so verkleinern!

We. Also zunächst „epochemachend“. Welche Epoche hat ihrerzeit die Erreichung des Südpols gemacht? Sie war doch offenbar die höhere Leistung, weil er der erste von beiden Polen war, den man gesehen hat.

Ha. Es war doch sicher von höchster Bedeutung für die Wissenschaft.

We. Von welcher?

Ha. Ja, im einzelnen kann ich es natürlich nicht sagen. Da mußst du die Geographen fragen.

We. Ich habe die Fachmänner gefragt. Sie haben gelächelt und gesagt: die Leute legen nun einmal ein besonderes Gewicht darauf. Tatsächlich hat sich in unserer Kenntnis von der Erde nichts geändert, denn es gab keine wissenschaftliche Frage, deren Beantwortung vom Besuch des Pols durch einen Reisenden abhängig war. Ob sich dort z.B. offenes Meer oder Eis befand, war ebenso unwichtig,

wie die Antwort auf dieselbe Frage für irgendeinen der anderen Punkte der arktischen Gebiete, um die sich niemand aufregt.

Ha. Aber der Pol ist doch ein ganz besonderer Punkt, deren es nur zwei auf der ganzen Erde gibt.

We. Was ist denn Besonderes an ihm?

Ha. Wie du komisch fragst! Da geht doch die Erdachse durch. Du lächelst? Natürlich weiß ich, daß die Erdachse nicht aus Stahl besteht oder irgendwie sichtbar wird, sondern nur eine geometrische Linie ist, die die Erdoberfläche in einem ganz bestimmten Punkt schneidet. Es ist doch sehr interessant, diesen Punkt mit Augen zu sehen, wenn er auch nicht anders aussieht, als die anderen Punkte in der Nähe.

We. Was ist denn daran Interessantes?

Ha. Ich begreife deine Frage nicht. Ich würde viel darum geben, wenn ich den Nordpol mit meinen eigenen Augen sehen könnte.

We. Würdest du davon klüger oder besser oder fröhlicher werden?

Ha. Das vielleicht nicht. Aber ich würde doch ganz anders dastehen, wenn ich jedem sagen könnte: diese Augen haben den Nordpol gesehen.

We. Auch dann, wenn die anderen Leute ihn auch gesehen hätten?

Ha. Dann natürlich nicht, dann wäre es ja keine Auszeichnung mehr.

We. Ei, ei.

Ha. Bitte, tu` das niederträchtige Lächeln ab. Es macht mich wild. Was soll nun dies „Ei, ei“ sagen?

We. Es soll dich an die Geschichte mit dem Ei erinnern, von der wir vorher sprachen. Und an die Eitelkeit.

Ha. Aber das ist doch ganz und gar etwas anderes.

We. Nur so lange, als nicht jedermann ebenso leicht an den Nordpol kommen kann, wie ein Ei öffnen. Hernach ist es in der Wirkung dasselbe. - Aber ich bin dir noch eine Aufklärung schuldig, warum ich die ganze Sache einen Sport nannte.

Ha. Ich bin nicht neugierig, was du wieder auskramen wirst.

We. Du weißt doch, daß zwei verschiedene Unternehmer, ein Amerikaner und ein Norweger, um die Wette nach dem Pol geflogen sind. Da hast du ja das Wettrennen in bester Form. Und die Wetten auf den einen oder anderen sind auch massenhaft abgeschlossen worden.

Ha. Aber beide Männer wagten Leib und Leben daran.

We. Das tut jeder Reiter oder Fahrer auf der Rennbahn auch. Und der Forscher tut es gelegentlich auch, z.B. der Mediziner, der eine gefährliche Seuche studiert, um ein Heilmittel gegen sie zu finden.

Ha. Darin unterscheidet sich also Wissenschaft und Sport nicht.

We. Darin nicht, wohl aber im Endzweck. Beim Sport kommt es nur darauf an, wer gewinnt, und die Sache, die ausgefochten wird, ist gleichgültig.

Ha. Gleichgültig?

We. Es ist doch sachlich ganz einerlei, ob das Pferd A oder das Pferd B zuerst ankommt.

Ha. Das schon, aber ...

We. Dagegen ist es durchaus nicht gleichgültig, ob das Heilmittel gegen die Seuche gefunden wird oder nicht, denn es kann Unzähliche retten. Das ist der Unterschied zwischen Sport und Wissenschaft.

Ha. Also der bloße Nutzen macht dir die Sache zur Wissenschaft! Da denke ich doch idealer über sie. Die Wissenschaft muß um ihrer selbst getrieben werden, nicht um des schnöden Nutzen willen.

We. Nennst du es schnöde, viele Menschen vor Krankheiten und Tod zu bewahren?

Ha. In diesem besonderen Falle wird das Wort wohl nicht am Platze sein. Aber sonst!

We. Wir wollen diese Sache zunächst einmal auf sich beruhen lassen und uns später darüber aussprechen. Heute habe ich eine große Freude gehabt, und ich möchte dich daran teilnehmen lassen. Sieh einmal dies Blatt an; weißt du, was es ist?

Ha. Eine ziemlich unsaubere Zeichnung.

We. Man nennt das ein Indikator-Diagramm, auf deutsch ein Werkbild. Die von der Linie eingeschlossene Fläche stellt die Arbeit dar, die eine Antriebsmaschine bei einem Umlauf leistet. Die Maschine zeichnet die Linie selbst auf.

Ha. Und was ist hier Besonderes?

We. Das Werkbild wurde von einer sehr einfachen sogenannten Glühkopfmachine gezeichnet, die von jedem Ackerknecht nach kurzer Anweisung bedient werden kann. Der Kraftstoff, mit dem sie betrieben wurde, besteht aus rohem Brennspritus mit einigen Zusätzen heimischer Erzeugung, die sehr billig sind. Rechnet man den Nutzwert aus, so ergibt sich, daß rund ein Drittel der chemischen Energie des Kraftstoffes in Arbeit verwandelt worden ist. Dies macht mein Herz höher schlagen.

Ha. Ich kann nicht erkennen, warum.

We. Eine gute Dampfmaschine gibt höchstens ein Sechstel Nutzwert, also kaum die Hälfte, und ist dabei viel größer, teurer, schwieriger zu bedienen.

Ha. Nun gut, so bekommt man künftig die Kraft etwas billiger. Über solche materielle Nützlichkeiten kann ich mich nicht aufregen.

We. Was würdest du sagen, wenn plötzlich durch einen großen Staatsmann das Deutsche Reich um die Hälfte seiner Fläche vergrößert würde?

Ha. Das ist eine Tat, würde ich sagen. Und ich würde hinzufügen: nehmt euch ein Beispiel daran, ihr Leute mit eurem Indikator-Diagramm oder Werkbild. Aber da müßt ihr euch verkriechen.

We. Gerade wir haben diese Eroberung eben vollzogen.

Ha. Das mache einem andern weiß

We. Hör` einmal zu. Jedes Land verträgt eine bestimmte Bevölkerungsdichte, die es ernähren kann, teils unmittelbar durch Getreide und Vieh, die es hervorbringt, teils mittelbar durch technische Erzeugnisse, die im Welthandel gegen Nahrungsmittel eingetauscht werden. Bei der gegenwärtigen Art des Landbaus durch Pferde und Ochsen sind vier Zehntel des urbaren Landes nötig, um Heu und

Hafer zur Erhaltung der Zugtiere zu liefern, und nur sechs Zehntel bleiben zur Erhaltung der Menschen übrig. Wenn man die Arbeit dieser Tiere durch den vorher erwähnten Spiritusmotor verrichten läßt, genügen die Kartoffeln von einem Zehntel des urbaren Landes, um den nötigen Spiritus zu erzeugen, und es bleiben nun Zehntel für den Menschen übrig. Das heißt, die Aufnahmefähigkeit unseres Landes hat sich um die Hälfte des gegenwärtigen Betrages, wie 6 zu 9 vermehrt. Das ist so gut, als hätte ein Eroberer die Fläche in gleichem Verhältnis vergrößert.

Ha. Halt, da muß ich erst nachdenken, um zu folgen. Ich weiß, daß man die Zugtiere als Maschinen ansehen kann, die mit Heu und Hafer statt mit Kohlen geheizt werden. Aber wie soll es zugehen, daß der Spiritusmotor um so viel billiger arbeitet?

We. Wegen jenes besonders hohen Güteverhältnisses, das auf neu entdeckten Umständen beruht, über die ich noch nichts sagen darf. Dann aber muß das Vieh auch während des Winters gefüttert werden, wo es fast keine Arbeit zu leisten hat, während der Motor nur dann Spiritus schluckt, wenn er wirklich arbeitet.

Ha. Welche neue Gesichtspunkte hast du mir da aufgetan! Eroberungen im eigenen Lande, ohne andere Menschen zu verdrängen oder zu unterdrücken!

We. Hast du jetzt begriffen, wo du die eigentlichen Helden unserer Zeit suchen mußt und finden kannst? Der Gedanke an ein solches Heldentum läßt mein Herz höher schlagen und solange wir solche Helden haben, ist vom Untergang des Abendlandes keine Rede.

Ha. Wenn ich diese neuen Gedanken zu fassen suche, so habe ich das Gefühl, daß wir die Rollen getauscht haben.

We. Haben wir auch.



Technisches und Kulturelles. Anmerkungen zu historischen und aktuellen Interdependenzen¹

Gerhard Banse

1 Vorbemerkung

Wenn man sich im Rahmen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. zum Zusammenhang von Technischem und Kulturellem äußert, dann kann und darf man diesbezügliche Überlegungen des Namensgebers dieser Gesellschaft nicht außer Acht lassen. Hier sei im Sinne einer Vorbemerkung lediglich auf zwei dieser Überlegungen verwiesen.

- (1) In „Die Pyramide der Wissenschaften“ [1] will OSTWALD „die philosophische ‚Energetik‘ mit Biologie, Psychologie und Kulturwissenschaft verbinden“. Dazu ordnet er die Wissenschaften in einer Stufung an, in der jede höhere Stufe der nächst tieferen etwas voraus hat, die höhere Stufe jedoch alle tieferen voraussetzt und sie beinhaltet [2, S. 205f.]: Die Logik bildet die Basis, während die Spitze von der „Kulturologie“ gebildet wird (siehe Abb. 1).

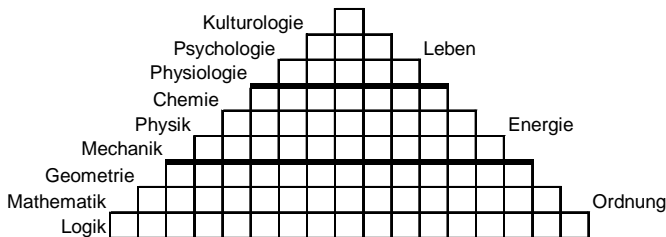


Abb. 1. Pyramide der Wissenschaften (Quelle: [2, S. 206])

- (2) Für OSTWALD umfasst „Kultur“ zwei Aspekte: Einerseits werden handwerkliche Fähigkeiten und Werkzeuge, Verkehrsmittel, Wirtschaft, internationale Normen und Einheiten, Recht, Sprache, Kunst, Staat, Wissenschaft, Ethik, um nur einige zu nennen, unter dem Begriff Kultur subsumiert. Hier ist aber nicht die ästhetische Kultur der Geisteswissenschaften gemeint, sondern umfassend die „Gemeinsamkeit aller geistigen Güter, die aus den Leistungen einzelner in den Zustand des sozialen Besitzes übergegangen sind“ (OSTWALD 1930, S. 1). Andererseits besitze die Kultur einen Entwicklungsaspekt. Auf die Frage, „Was ist Kultur?“, antwortet OSTWALD „die Verbesserung des ökonomischen Koeffizienten der umgewandelten Energie“ (OSTWALD 1908, S. 5) [2, S. 206].²

¹ Vortrag anlässlich des 121. Ostwald-Gesprächs am 31.10.2015 im Haus Werk in Großbothen.

² Die von DOMSCHKE zitierte Literatur ist: OSTWALD, W.: Erfinder und Entdecker. Frankfurt am Main 1908; OSTWALD, W.: Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine am 14. Februar 1930. Berlin.

OSTWALDS Überlegungen werden sich in unterschiedlicher Weise im Nachfolgenden wiederfinden (ohne dass jeweils explizit darauf verwiesen wird).³ Zunächst werden in der „Problemstellung“ (Abschnitt 2) der Hintergrund der Überlegungen deutlich gemacht und im Abschnitt 3 „Differenzierungen“ vorgenommen. Sodann werden im Abschnitt 4 „Konzeptionelles“ die für den hier interessierenden Zusammenhang wesentlichen begrifflichen bzw. theoretisch-konzeptionellen Zugangspunkte charakterisiert: Technik (Abschnitt 4.1) und Kultur (Abschnitt 4.2). Darauf aufbauend werden der Zusammenhang und Interdependenzen von Technik und Kultur dargestellt sowie Beispiele für deren Wechselwirkungen gegeben (Abschnitt 5). Ein kurzes Fazit schließt den Beitrag ab (Abschnitt 6). Zielstellung ist es, den aktuellen Forschungsstand darzustellen.⁴

2 Problemstellung

In einer sich globalisierenden Welt mit einem globalen Techniktransfer und sich zunehmend global auswirkenden Folgen technisch instrumentierten Handelns sowie der zugehörigen globalen (interkulturellen) Kommunikation erlangen die Interdependenzen von Technik und Kultur einen hohen Stellenwert: Technisches wird zunehmend in seiner Kulturalität, Kultur (auch) in ihrer „Technizität“ analysiert und interpretiert.⁵ Generell gilt: „Die *Entwicklung, Vermittlung* und *Rezeption* von Technik werden durch kulturelle Unterschiede beeinflusst.“⁶ Dass zeigt sich bereits phänomenologisch, wenn man unterschiedliche Bewertungen von technischen Lösungen vergleicht, die auf unterschiedlichen (national-)kulturellen Werten und Präferenzen basieren, z.B.:

- Videoüberwachung (öffentlicher Gebäude und Plätze);
- Schutz der Privatsphäre/„Privatheit“ (versus staatlicher Gefahrenabwehr);
- Energieszenarien („Energiepfade in die Zukunft“; z.B. Relationen bezüglich der Nutzung „klassischer“, nuklearer und erneuerbarer Energiequellen);
- Zukunft der Mobilität (z.B. Verhältnis von öffentlichem und privatem Personenverkehr).

Diese genannte generelle Einsicht ist aktuell für mindestens folgende drei Bereiche von zunehmender Bedeutsamkeit:

- Techniktransfer und globalisierte Technikerzeugung (etwa hinsichtlich technischer Dokumentationen);
- (interkulturelle) Technik-Kommunikation (etwa hinsichtlich Gebrauchsanweisungen);

³ Hintergrund des Nachfolgenden ist bereits andernorts Publiziertes (vgl. vor allem [3-8]), das sowohl zusammen- als auch weitergeführt wird.

⁴ Verwiesen sei dazu auch auf die in [9] als Anhang enthaltene „Auswahlbibliografie“ (S. 231-238).

⁵ Um nicht vorgreifen oder bereits eine begriffliche Vorentscheidung fällen zu wollen, ist zunächst nur von „Technischem“ und von „Kulturellem“ die Rede. Diese Wörter werden im Folgenden – um möglichen Missverständnissen vorzubeugen – auch dann verwendet, wenn von keinem spezifischen Verständnis von Technik und/oder von Kultur ausgegangen wird.

⁶ „Kulturelle Diversität und interkulturelle Kommunikation“.
<http://www.mensch-und-technik.kit.edu/169.php> (H.d.V.; G. B.).

- internationale Kollaboration (etwa hinsichtlich gemeinsamer wissenschaftlicher Projekte und technischer Zusammenarbeit).

Techniktransfer, (globalisierte) Technikerzeugung, (interkulturelle) Technik-Kommunikation und internationale Zusammenarbeit können nun gelingend oder nicht-geliegend sein. Spätestens mit deren Misslingen geht es (auch) um die Reflexion der Miss- bzw. Gelingensbedingungen dieser Praxen.

Was für die Gegenwart gilt, gilt in diesem Falle auch für die Vergangenheit, denn die Beziehungen von Technischem und Kulturellem sind so alt wie die Menschheit selbst: die technischen Hervorbringungen haben die Kultur und die kulturellen Muster und Praxen haben die Technik beeinflusst, deren Hervorbringung, Veränderung, Verbreitung wie Verwendung (vgl. z.B. [10]). Spätestens die Nutzung⁷ einfachster Stein„werkzeuge“ vor über zwei Millionen Jahren durch die Gattung Homo muss als erste „kulturelle Leistung“ angesehen werden, veränderte sie doch die Bedingungen des Lebens, des Zusammenlebens und des Überlebens gravierend. In der Folgezeit haben die technischen Hervorbringungen die Kultur und die kulturellen Muster und Praxen die Technik beeinflusst, deren Veränderung, Verbreitung wie Verwendung. Manche frühen Menschheitsperioden werden nach dem technischen oder technisch bedingten Entwicklungsstand benannt (z.B. Bronze- oder Eisenzeit). Ähnliches findet sich bezogen auf die Gegenwart (z.B. Raumfahrt- oder Atomzeitalter, Industriegesellschaft, Postindustrielle Gesellschaft, „All Electrical Society“).

Nicht so alt indes sind die theoretischen Reflexionen über das Verhältnis von oder die Beziehungen zwischen Technischem und Kulturellem. Diese setzen erst zu jener Zeit ein, als die Menschen begannen, ihr Sein zu reflektieren, mythisch (z.B. in der Figur des Prometheus) oder religiös (z.B. 1 Mose 27: „... und machet sie [die Erde] euch untertan ...“), vor allem jedoch wissenschaftlich (dazu unten mehr). Dem kann hier nicht näher nachgegangen werden, zumal m. E. eine systematische Darstellung damit zusammenhängender Ideen, Ansätze und Konzepte, die europäisches wie außereuropäisches Denken berücksichtigt, noch aussteht.

Verweisen kann man indes darauf, dass es etwa in der europäischen Geistesgeschichte Phasen gab, in denen den Beziehungen von Technischem und Kulturellem intensiver nachgespürt wurde, so beispielsweise in der griechisch-römischen Antike (etwa bei ARISTOTELES oder bei CICERO), in der Aufklärung (etwa im Umfeld der französischen Encyclopédie) und in der Technikphilosophie der zweiten Hälfte des 19. Jh.s. (worauf noch zurückgekommen wird).

Generell ist davon auszugehen, dass man sich historisch wie systematisch den Beziehungen von Technischem und Kulturellem auf unterschiedlichen Ebenen zuwenden kann und muss: auf der Ebene realer Bedingungen, Beeinflussungen und Wechselwirkungen ebenso wie auf der Reflexionsebene. Kann das eine etwa zu

⁷ „Nutzung“ ist hier in einem breiten Verständnis unterstellt und reicht von der einfachen und einmaligen Verwendung von Steinen über die bewusste Auswahl von Steinen als Mittel für bestimmte Zwecke bis zum (mehrmaligen) Gebrauch bearbeiteter Steine („tool making“) – womit historisch ein sehr langer Zeitraum erfasst ist.

einer „Kulturgeschichte der Technik“, so das andere zu einer Konzeption der „kulturellen Einbettung von Technik“ führen.

Ein spezielle(re)s Gebiet stellen die Beziehungen von Technik und Kunst (Literatur, Malerei, Musik, Theater, ...) dar, die von veränderten technischen Voraussetzungen für die Kunstproduktion (z.B. Buchdruck oder Neue Medien) über den Einfluss von Kunststilen auf die Form- und Gestaltgebung technischer Sachsysteme (z.B. Bauwerke oder auch Telefone) bis zur künstlerischen „Auf-“ bzw. „Ver“arbeitung des Technischen (etwa in der Literatur) reichen (vgl. exemplarisch [11]).

Die wechselseitigen Beziehungen zwischen Technik und Kultur sind in diversen wissenschaftlichen Disziplinen (z.B. in der Technikphilosophie und –soziologie, in den Kulturwissenschaften, in der Interkulturellen und Technikkommunikation) in zunehmendem Maße Gegenstand vielfältiger Denkbemühungen. Zu konstatieren ist indes: Je nach zugrunde gelegtem (Vor-)Verständnis von Technik und von Kultur (jeweils etwa von einem weiteren oder engeren) wird von „Technik und Kultur“ bzw. „Kultur und Technik“, von „Technik als Kultur“, von der „Kulturalität des Technischen“ („Kulturförmigkeit der Technik“) bzw. der „Technizität des Kulturellen“ („Technikförmigkeit der Kultur“), von „Kultürlichkeit“ (der Technik) und „Kulturalismus“ (hinsichtlich Technik) gesprochen – oder das Kulturelle wird im Vergleich etwa zum Erklärungspotenzial des Sozialen lediglich als „Residual-Kategorie“ verstanden. Hinter all diesen differenten und differierenden Ansätzen steht als gemeinsames erkenntnisleitendes Interesse, Zusammenhängen nachzuspüren, die etwa durch globalen Techniktransfer oder Kommunikationsprozesse angesichts transnationaler Produkt-Herstellung m. E. mit den bisherigen wissenschaftlichen Ansätzen (etwa seitens der Sozial- und Geisteswissenschaften) nicht oder nicht ausreichend in den Blick gerieten (vgl. auch [12; 13]).

Zur unterschiedlichen Konzeptualisierung der Interdependenzen von Technischem und Kulturellen sei hier angemerkt, dass man diese unterschiedlichen Sichten nicht auf der „Seins-Ebene“, also ontologisch („So ist es!“), sondern auf der epistemischen Ebene behandeln sollte, also nach den interessierenden Problemstellungen oder -situationen fragen muss, für die die unterschiedlichen Konzepte ein (mehr oder weniger) angemessenes Mittel zur Bearbeitung sind. Auf dieser Grundlage ist es dann sinnvoller, nicht von (mehr oder weniger) „richtigen“ oder „falschen“ Konzepten oder Ansätzen, sondern von (mehr oder weniger) „adäquaten“ („angemessenen“) oder „inadäquaten“ Denkeinsätzen zu sprechen

An dieser Stelle eine Anmerkung zur diesbezüglichen technikphilosophischen Reflexion. Technikphilosophie sei hier – zeitlich einschränkend⁸ – als ein Bereich verstanden, der „etwa zu einer Zeit [entstand], da der Ingenieur verstärkt versuchte, als Ingenieur gesellschaftliche Anerkennung zu finden. [...] Aus dem Bestreben heraus, sich und den Gegenstand seiner Tätigkeit philosophisch als gleichberech-

⁸ Technikphilosophische im Sinne techniktheoretischer Reflexionen gibt es dagegen weitaus länger (vgl. dazu z.B. [14]).

tigt und gleichwertig zu reflektieren und so zu einer „Selbstverständigung zu kommen und Selbstvertrauen zu finden, entstand *auch* Technikphilosophie und wird aus diesem Grunde noch heute betrieben“ ([14, S. 30]). Abb. 2 gibt einen Überblick über das Feld technikphilosophischer Überlegungen (vgl. dazu auch [15]).

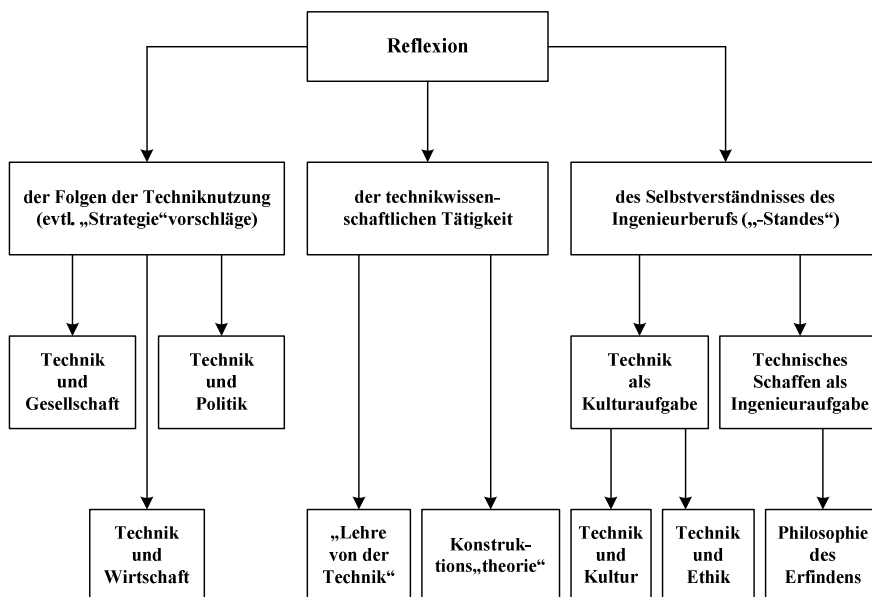


Abb. 2. Technikphilosophie an der Wende vom 19. zum 20. Jh. und danach (eigene Darstellung).

Die in die Technikphilosophie eingeschlossene „Selbstverständigungs-“, „Emanzipations-“ bzw. „Selbstbesinnungsfunktion“ bezog sich in der zweiten Hälfte des 19. und den ersten Dezennien des 20. Jahrhunderts häufig auf den „Kulturwert der Technik“, auf Technik als „Kulturhebel“, auf den technischen „Kulturfaktor“ und auf Technik als „allgemeine Kulturaufgabe“, auch als „Gegenpol“ zur „antitechnischen Kulturkritik“ (vgl. näher [16]). Als Beispiele in dieser Hinsicht seien genannt:⁹

- Josef POPPER: Die technischen Fortschritte nach ihrer ethischen und kulturellen Bedeutung. Leipzig 1888 (Dresden 1901);
- Ulrich WENDT: Die Technik als Kulturmacht in sozialer und geistiger Beziehung. Berlin 1906;

⁹ Hier ordnen sich zwanglos auch OSTWALDS Überlegungen zur „Technik als Grundlage der Kultur“ ein [17].

- Technik und Kultur. Zeitschrift des Verbandes Deutscher Diplom-Ingenieure“ (1910-1941);
- Jindřich FLEISCHNER: Technická kultura. Sociálně-filosofické a kulturně-politické úvahy o dějinách technické práce [Technische Kultur. Sozialphilosophische und kultur-politische Erwägungen zur Geschichte der technischen Arbeit]. Praha 1916 (tschech.);
- Josef POPP: Die Technik als Kulturproblem. München 1934;
- Otto STÜRNER: Die Bedeutung der Technik für die Kultur. Stuttgart 1947;
- Otto STÜRNER: Technik und Kultur. Stuttgart 1947.

Vor allem im deutschen Sprachraum wird traditionell zwischen Technik und Kultur häufig Fremdheit oder gar ein offener Antagonismus gesehen, auf den gelegentlich mit entsprechenden Bewegungen reagiert wurde (vgl. z.B. [18]). Die massive Verbreitung von Technik, so Befürchtungen, gefährde die kulturelle Identität und führe zu einer Verflachung der kulturellen Vielfalt. Vielfach wurden vereinfachende Annahmen gemacht, etwa dergestalt, dass Technik per se nicht zur Kultur gehöre (da diese auf „schöne Künste“ reduziert wurde) oder dass Technik (nur) ein „Kulturfaktor“ sei, der die Kultur befördere und das Leben lebenswerter mache (aber selbst nicht unbedingt zur Kultur gehöre). Das Reden von den „zwei Kulturen“ ist in dieser Hinsicht wohl symptomatisch [19], und Abhandlungen zur Darstellung von Technik durch Literatur (und Sprache) sind Legion (vgl. z.B. [11; 20]).

In jüngeren Ansätzen wird demgegenüber häufig auf die Zusammengehörigkeit beider Bereiche hingewiesen und Fachdisziplin übergreifend vielfältig thematisiert (vgl. z.B. [21-24]). In den Kulturwissenschaften ist ein verstärktes Interesse an Technik als Kulturform und der Wechselwirkung zwischen technischen und kulturellen Faktoren festzustellen – etwa in den cultural studies, der kulturwissenschaftlichen Technikforschung und der interkulturellen Kommunikation (vgl. z.B. [25-27]). Die Technikwissenschaften betrachten Technik zunehmend als der materialen Kultur zugehörig – mit Konsequenzen auch für Studieninhalte [28; 29]. In der Soziologie wird nach der (kulturellen) Alltäglichkeit und der Omnipräsenz von Technik und deren Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft gefragt (vgl. z. B. [30-32]; als frühes Zeugnis soziologischer Behandlung der Thematik [33]). Wie sich Technik und Kultur gegenseitig beeinflussen, durchdringen und bedingen, wird so in verschiedenen Disziplinen in den Blick genommen, auf eine je spezifische Weise. Stichworte sind etwa „technische/technologische Kultur“, „Allgegenwart von Technik“ und „Techno-(Kultur-)Wissenschaften“.

Dass es sich bei all diesen Überlegungen nicht um ein vom internationalen Wissenschaftsdiskurs losgelöstes „Artefakt“ handelt, belegt neben der lebensweltlichen Bedeutung von spezifischen und konkreten Beziehungen zwischen Technik und Kultur (etwa Auswirkungen von Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik auf Kommunikationsweisen und -praxen) auch die (national wie international) registrierbare Zunahme entsprechender universitärer Grund- oder Aufbaustudiengänge. Das bisher in sich kaum systematisch struktu-

rierte, oftmals auf einer sehr allgemeinen Ebene verbliebene Forschungsfeld („die“ Technik und „die“ Kultur) kann durch solche Begriffe wie „Innovationskulturen“, „Technologietransfer“, „Sicherheitskulturen“, „Technikgestaltung“ oder auch in der Forderung nach „Technikbildung“ (technische Allgemeinbildung) und „technologischer Aufklärung“ stichwortartig untersetzt und im Hinblick auf aktuelle Themen konkretisiert werden.

3 Differenzierungen

Um sich den Beziehungen von Technischem und Kulturellem konzeptionell annähern zu können, sind einige „Vor-Überlegungen“ zu berücksichtigen, die zumindest die Schwierigkeit des Unterfangens verdeutlichen bzw. – positiv gewendet – das Erfordernis sichtbar machen, die jeweiligen Ausgangspunkte möglichst präzise zu klären und darzustellen.

- (1) Je nach dem zugrunde gelegten (Vor-)Verständnis von Technik und von Kultur (jeweils etwa von einem „weiteren“ oder „engeren“ – siehe auch Abschnitt 4) wird in den mit der Thematik befassten Wissenschaftsdisziplinen unterschiedlich gesprochen von
 - „Technik und Kultur“ bzw. „Kultur und Technik“,
 - „Technik als Kultur“,
 - der „Kulturalität des Technischen“ („Kulturförmigkeit der Technik“) bzw. der „Technizität des Kulturellen“ („Technikförmigkeit der Kultur“),
 - der „Kultürlichkeit“ (der Technik) und dem „Kulturalismus“ (hinsichtlich Technik),
 - dem Kulturellen als „Residual-Kategorie“ im Vergleich etwa zum Erklärungspotenzial des Sozialen.

Hinter all diesen differenten und differierenden Ansätzen steht m. E. als gemeinsames erkenntnisleitendes Interesse, Zusammenhängen nachzuspüren, die bislang nicht oder nicht ausreichend in den Blick genommen wurden und dafür einen adäquaten konzeptionellen Zugang zu gewinnen.

- (2) Bereits im Jahre 1952 haben Alfred KROEBER und Clyde KLUCKHOHN rund 164 „Definitionen“ von „Kultur“ zusammengestellt [34]. – Das war vor dem sogenannten „cultural turn“ in zahlreichen Wissenschaften, der die Zahl dieser Auffassungen, Konzeptualisierungen usw. ganz wesentlich erhöht hat.¹⁰
- (3) Schwierigkeiten bereiten vor allem vier (scheinbar) widersprüchliche Eigenschaften („Paradoxien“) von Kulturellem wie von Technischem, die hier lediglich für Kulturelles angedeutet werden können (vgl. auch [36, S. 43f.]):
 - (a) *Ergebnis und Bedingung* (menschlicher Aktivität): Während Kulturelles einerseits das Ergebnis menschlicher (praktischer wie theoretischer) Daseins-„bewältigung“ darstellt, ist es andererseits zugleich „konditionie-

¹⁰ In meiner Dissertation aus dem Jahre 1974 [35] hatte ich über 100 „Definitionen“ von „Technik“ zusammengestellt.

rendes Element“ etwa der Art und Weise eben dieser Lebensbewältigung.¹¹

- (b) *Kontinuität und Wandel*: Während Kultur auf der einen Seite durch Traditionen (Festtage, Gedenktage etc.) die Bewahrung des kulturellen Erbes sichert, entstehen, oft durch bestimmte Einflüsse initiiert, immer auch beständige neue Kulturmuster, -techniken und -praxen.
 - (c) *Vereinheitlichung und Differenzierung*: Kultur wird häufig als Orientierung oder Standardisierung von Werten oder Verhalten – und damit als einheitlich – beschrieben, auf der anderen Seite finden sich aber auch individuelle Variationsspielräume, Subkulturen und Kleinstkollektive, die Kulturen divergent erscheinen lassen.
 - (d) *Öffnung und Abgrenzung*: Kulturen – als Nationalkulturen verstanden – sind auf der einen Seite offen für andere Kulturen und kulturelle Strömungen (die auch ihren Wandel bewirken können), gleichzeitig stellen sie aber auch Abgrenzungen einer Gemeinschaft dar: nur wer die gemeinsamen Symbole, z.B. der Sprache, der Geschichte und der Institutionen, kennt und versteht, kann sich orientieren und sich entsprechend verhalten. Durch kulturadäquates Verhalten zeigt sich, wer dazu gehört und wer nicht.
- (4) Zu unterscheiden sind unterschiedliche „Sichtweisen“ auf Technisches wie auf Kulturelles (vor allem im Sinne von Bedeutungszuweisung):
- „*essentialistisch*“ („Technik/Kultur ist ...“);
 - „*funktionalistisch*“ („Technik/Kultur hat die Funktion ...“);
 - „*phänomenologisch*“ („Technik/Kultur zeigt sich in ...“ / „Technik/Kultur wird repräsentiert durch ...“).
- (5) Es gibt verschiedene Untersuchungs- bzw. Reflexionsebenen: Mikro-, Meso- oder Makroebene von Technischem wie von Kulturellem.
- (6) Zugrunde gelegt werden häufig sogenannte „Leitdifferenzen“, etwa „Natur – Technik“, „Natur – Kultur“ oder „Kultur – Zivilisation“ [38].

M. E. sind diese differierenden begrifflichen wie konzeptionellen Verständnisse je nach

- Untersuchungsziel,
- Untersuchungsgegenstand und
- Untersuchungsmethode

alle analytisch nutzbar. Allerdings muss man sich stets sowohl des jeweiligen Zwecks und des Anwendungsbereichs wie der damit verbundenen Implikationen bewusst werden, denn es besteht die Gefahr sowohl von konzeptionellen „Verkürzungen“ und „Engführungen“ als auch eines wissenschaftsdisziplinären „Allan-

¹¹ Diese „Paradoxie“ wurde von Karl MARX wie folgt beschrieben: „Die Menschen machen ihre eigene Geschichte, aber sie machen sie nicht aus freien Stücken, nicht unter selbstgewählten, sondern unter unmittelbar vorgefundenen, gegebenen und überlieferten Umständen“ [37, S. 115].

spruchs“. Diese Beziehung von unterstellten Kulturverständnissen zu einer wissenschaftlichen Frage, Problemsituation oder Zielstellung zeigen folgende Beispiele:

- Im Bereich der „Kultur- bzw. Kreativindustrie“ wird Kultur als „Faktisches“ oder als Resultat (Lieder, Filme, CDs; allgemein: Produkte in unterschiedlicher Form) verstanden;
- hinsichtlich des Zusammenhangs von Kultur und Gesellschaft ist Kultur das Vereinheitlichende (Sprache, Traditionen) der „Kitt“;
- bei der Analyse der Wechselwirkungen von Kultur und Neuen Medien wird Kultur vor allem im Sinne von (Nutzungs-, Handlungs-)Mustern und -Praktiken verstanden.

4 Konzeptionelles

Konzeptualisierungen im Bereich „Technisches – Kulturelles“ sind – wie bereits angedeutet – auch vom jeweils unterstellten Technik- und Kulturverständnis abhängig. Sowohl „Technik“ als auch „Kultur“ werden vielfältig verwendet.

Zur unterschiedlichen Konzeptualisierung der Interdependenzen von Technischem und Kulturellem sei hier vorab angemerkt, dass man diese unterschiedlichen Sichten nicht auf der „Seins-Ebene“, also ontologisch („So *ist* es!“), sondern auf der epistemischen Ebene behandeln sollte, also nach den interessierenden Problemstellungen oder -situationen fragen muss, für die die unterschiedlichen Konzepte ein (mehr oder weniger) angemessenes Mittel zur Bearbeitung sind. Auf dieser Grundlage ist es dann sinnvoller, nicht von (mehr oder weniger) „richtigen“ oder „falschen“ Konzepten oder Ansätzen, sondern von (mehr oder weniger) „adäquaten“ („angemessenen“) oder „inadäquaten“ Denkeinsätzen zu sprechen

4.1 Technisches

Hinsichtlich Technikverständnissen wird von drei Gruppierungen ausgegangen: enge, „mittlere“ bzw. „mittelweite“ und „weite“. In Tabelle 1 sind unterschiedliche Technikverständnisse erfasst (vgl. näher dazu [39, S. 26ff.]; vgl. auch [40]).¹² Diese Technikverständnisse deuten zugleich einen Paradigmenwechsel an, der von Günter ROPOHL als Übergang vom szientifischen zum technologischen Paradigma beschrieben wurde: das szientifische Paradigma reduziert Technik auf angewandte Naturwissenschaft und entfremde sie dadurch der soziokulturellen Totalität, es beschränkt sich auf die Analyse und Synthese sachtechnischer Gebilde. Das technologische Paradigma berücksichtigt überdies die soziokulturellen und sozioökonomischen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge der Sachsysteme [43, S. 2].

¹² Hintergrund dafür sind vor allem die Dimensionen und Erkenntnisperspektiven der Technik, wie sie von Günter ROPOHL vorgeschlagen wurden [41, S. 32; 42, S. 18].

Tab. 1. Technikverständnisse (Quelle: verändert nach [6, S. 22]).

<i>Technik</i>	<i>Verständnisse</i>
<i>enges</i> Technikverständnis	Technik als Realtechnik / technisches Sachsystem / technisches Artefakt
<i>mittelweites</i> (mittleres) Technikverständnis	Technik als Mensch-Maschine-System (MMS) bzw. Mensch-Maschine-Interaktion
	Technik als soziotechnisches System
	Technik als kulturelles „Phänomen“ (kultivierte Technik)
	Technik als Medium
<i>weites</i> Technikverständnis	Technik als Handlungspraxis / gelingende Regel-Reproduzierbarkeit

Nachfolgend wenige Anmerkungen zu einzelnen Technikverständnissen.

- (1) So genannte „enge Technikverständnisse“ rücken das Gegenständliche, das „Arte-Faktische“ von Technik in den Mittelpunkt (Realtechnik, Sachtechnik, technische Sachsysteme). Mit diesem „Technikbild“ geraten vor allem folgende Zusammenhänge in den Blickpunkt:
- Technik ist etwas vom Menschen „Gemachtes“, „Hervorgebrachtes“, „Erzeugtes“ (im Unterschied zum in der Natur „Gegebenen“); sie ist nicht – im ursprünglichen Sinne des Wortes – „naturwüchsig“ und „fällt auch nicht vom Himmel“, sondern sie muss „geschaffen“ werden, womit einsichtig wird, dass Technik nicht „natürlich“, sondern „künstlich“ ist.
 - Technik ist in Zweck-Mittel-Beziehung eingebunden. Das schließt ein, nicht nur über die Mittel, sondern auch über die Zwecke zu reflektieren!
 - Technik ist das Produkt eines zielgerichteten (planenden) Handelns (sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Verwendung).

Berücksichtigung finden so vor allem naturale (vor allem physische, chemische und biotische) und ökologische, aber auch ökonomische und politische Aspekte. Der Rahmen des Technischen ist vor allem das Naturgesetzlich-Mögliche, ergänzt durch das Technologisch-Realisierbare und das Ökonomisch-Machbare.

Damit bleiben jedoch Fragen nach der Entstehung von Technik (Bedingungen, Mechanismen, Phasen, Muster usw.) ebenso ausgeklammert wie die nach den Bedingungen, Voraussetzungen und Effekten der Verwendung.

- (2) Mit dem Konzept des Mensch-Maschine-Systems wird das enge, sich auf das Gegenständliche beschränkende Technikbild erweitert, indem Verwendungs- bzw. Nutzungszusammenhängen auf der Ebene des Individuums einbezogen werden. Auf dieser Grundlage können Vorschläge zur Technikgestaltung (vor

allem aus der Sicht der sog. Arbeitswissenschaften wie Ergonomie, Arbeits- und Ingenieurpsychologie) sowie zur „Qualifikation“ der Techniknutzer (vor allem aus der Sicht der Pädagogik i. w. S.) erarbeitet werden. Technik ist stets in menschliche Handlungsvollzüge eingebunden, für die generell gilt: „Eine Technologie, die nicht eingebettet ist in einen Handlungskontext von Menschen, die ihre Möglichkeiten und Risiken verstehen und besonnen mit ihr umzugehen wissen, hat nicht die geringste Chance, von der Gesellschaft, die diese Menschen insgesamt bilden, auf Dauer akzeptiert zu werden“ [44, S. 160].

- (3) Werden darüber hinaus soziale (vor allem sozio-ökonomische) Zusammenhänge sowohl der Entstehung wie der Verwendung bzw. Nutzung technischer Sachsysteme einbezogen, wird ein in wesentlichen Aspekten verbreitetes Technikbild unterstellt – Technik wird als „sozio-technisches“ System unterstellt,¹³ Technik mithin als soziales „Phänomen“ betrachtet (vgl. auch [45; 46]). So gefasst bezeichnet Technik nicht nur die von Menschen gemachten Gegenstände (technische Sachsysteme, „Artefakte“) selbst, sondern schließt auch deren Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge („Kontexte“) ein (also das „Gemacht-Sein“ und das „Verwendet-Werden“). Damit wird Technik nicht als etwas Statisches angesehen, sondern zu einem Bereich mit Genese, Dynamik und Wandel. Auf diese Weise wird Technisches in seinem Werden, Bestehen und Vergehen als auf das engste mit Individuum und Gesellschaft, mit Politik und Wirtschaft sowie – wie noch gezeigt wird – mit Kultur untrennbar verflochten aufgefasst. Der Rahmen des Technischen wird in diesem Technikverständnis um das Gesellschaftlich-Wünschenswerte bzw. -Durchsetzbare („Akzeptable“), das Ökologisch-Sinnvolle sowie das Human-Vertretbare erweitert. Konstituierende Elemente dieses Technikbildes sind zusätzlich soziale und ethische Aspekte.
- (4) Obwohl mit dem sozio-technischen Verständnis sowohl der Entstehungs- als auch der Verwendungszusammenhang prinzipiell umfassend einbezogen sind, zeigt sich, dass vielfach vorrangig einerseits der Entstehungszusammenhang thematisiert wird, andererseits die sozialen Bedingungen und „Kontexte“ auf sozio-ökonomische reduziert werden. Diese Einschränkungen lassen sich überwinden, wenn einerseits die „alltägliche Technik“ („Technik des Alltags“ – vgl. dazu [47]), d. h. nicht nur die Produktionstechnik, andererseits kulturelle Zusammenhänge sowohl hinsichtlich der Hervorbringung wie der Verwendung technischer Sachsysteme berücksichtigt werden, *Technik als Kulturprodukt* betrachtet wird. Es gilt zu begreifen, dass Technik „ihren Einsatz und ihren alltäglichen Gebrauch [...] in einem sozio-kulturellen Kontext, im Kontext kollektiver Interpretationen und Deutungen“ [30, S. 199] findet. Ausgangspunkt ist die Einsicht, dass technische Objekte keinesfalls notwendigerweise so und nicht anders, wie sie uns allgegenwärtig sind, d. h. aus auto-

¹³ „Ein soziotechnisches System ist [...] ein Handlungs- oder Arbeitssystem, in dem menschliche und sachtechnische Subsysteme eine integrale Einheit bilden“ [41, S. 142].

nomen technischen Bedingungen, in den Alltag gelangen. Technische Sachsysteme sind in ihrer Entstehung wie in ihrer Verwendung Ausdruck sowohl eigener wie fremder („eingebauter“) Absichten und Zwecke. Trotz aller genau eingebauter und eingeschriebener Handlungsanweisungen, deren Befolgung gerade für den Laien die optimale Funktionsnutzung verspricht, bietet auch und gerade die Alltagstechnik oft erhebliche Spielräume der Nutzung: Aufgegriffen von dem einen, schlecht eingesetzt von dem anderen, ignoriert vom dritten – stets jedoch vor dem Hintergrund bestimmter Nutzungserwartungen, beeinflusst durch Wertung und Werbung sowie eingebettet in bestimmte gesellschaftliche und technische „Infrastrukturen“.

Mit diesen unterschiedlichen Konzeptualisierungen mit je unterschiedlich weitem Erklärungsanspruch wird Kulturelles systematisch ausgeblendet bzw. in den Blick genommen. Beispielsweise wird auf der Ebene der Analyse von Struktur und Funktion eines einzelnen technischen Sachsystems – etwa eines Elektromotors – Kulturelles nicht oder nur schwer sichtbar, geht es doch dabei weitgehend um natur- und technikwissenschaftlich behandelbare Aspekte.

Für das hier verfolgte Anliegen wird ein sogenanntes mittelweites („mittleres“) Technikverständnis unterstellt: Technik wird als Sozio-Technisches und Sozio-Kulturelles konzeptioniert. Damit wird Technik weder – eng – auf „künstliche“ *Sachsysteme* („Arte-Fakte“) reduziert noch wird darunter – weit – jeglicher *Regelvollzug* verstanden. Das bedeutet mindestens:

- (1) Technik umfasst
 - technische Sachsysteme („Artefakte“);
 - Entstehungszusammenhänge („Gemacht-Sein“);
 - Verwendungszusammenhänge („Verwendet-Werden“).
- (2) „Die „Nützlichkeit“ von Technik ist immer auch etwas kulturell Interpretiertes“ [30, S. 199f.].
- (3) Kultur (Kulturelles) beeinflusst über die sie „tragenden“ Menschen erheblich die Implementierung und Diffusion technischer Lösungen, indem diese z.B. für die Realisierung von Zwecken genutzt oder nicht genutzt (abgelehnt), Modifizierungen, Nachbesserungen und Anpassungen erzwungen sowie Verhaltens„vorschriften“ für Mensch-Technik-Interaktionen hervorgebracht werden.
- (4) Technische Sachsysteme haben neben ihrem Funktionswert („Mittel“ für ...) einen „symbolischen Wert“.
- (5) Technik ist einbezogen in menschliche Aktionen und Praktiken (Mittel für Ziele/Zwecke, „Realisierung“ von Regeln).
- (6) Sozio-technische Systeme sind „eingebettete“ Systeme (in eine heterogene „Umwelt“).
- (7) Neue technische Lösungen stellen oftmals einen Kultur(um)bruch dar (d. h. einen gravierenden Wandel im menschlichen Handeln), der mit „Irritationen“ bei den Nutzern (z.B. in Form von Handlungsfehlern oder inadäquaten Handlungsroutinen) verbunden sein kann.

- (8) Technik wird gemacht/hergestellt und wird genutzt/verwendet (Einbeziehen von „Kontexten“ der Herstellung und der Nutzung).

4.2 Kulturelles

„Kultur“ bzw. „Kulturelles“ sind einerseits Mode- und Allerweltsbegriffe, die durch diese ubiquitäre Verwendung wissenschaftlich unergiebig zu werden drohen. Andererseits gibt es in den mit ihnen befassten Wissenschaften (vor allem Kommunikations- und Medienwissenschaften, Philosophie, Soziologie und Geschichte sowie Kulturwissenschaften und Cultural Studies) – wie bereits erwähnt – eine Vielzahl von Konzepten, Sichtweisen und Begriffsexplikationen, die jedoch insgesamt nicht „restlos“ ineinander überführbar sind (vgl. näher [48]).

Indes haben alle Kulturverständnisse, so verschieden sie im Detail auch erscheinen oder sein mögen, einen kleinsten gemeinsamen Nenner: Ihr Ziel ist immer die Erfassung von (menschgemachten) Kontexten bzw. Rahmenfaktoren, die diese Kontexte bilden. Verschieden sind sie deshalb, weil der jeweils zu erfassende konkrete Kontext je nach Betrachtungsebene und Betrachtungsgegenstand stark variiert und meist mehrere Rahmenfaktoren umfasst. Aussageschwach im Hinblick auf empirische Untersuchungen bleiben viele Kulturkonzepte, weil sie erkenntnistheoretisch nicht in der Lage sind, die oft „weichen“, nur implizit wirkenden Rahmenfaktoren, die den Kontext bilden, genauer zu definieren und zwischen den verschiedenen Einflüssen auf den verschiedenen Betrachtungsebenen sowie bezogen auf verschiedene Betrachtungsgegenstände zu differenzieren.

In einem breiten Verständnis umfasst Kultur

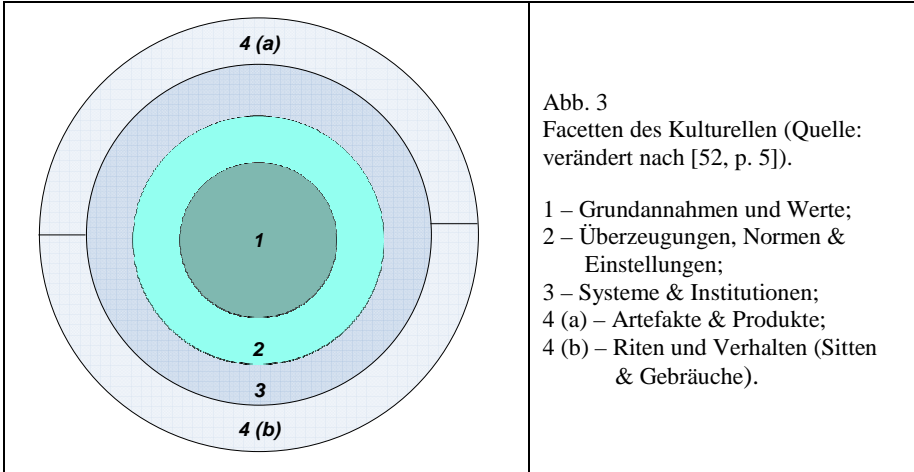
- (a) die Wertvorstellungen, Überzeugungen, Kognitionen und Normen, die von einer Gruppe von Menschen geteilt werden;
- (b) die Verhaltensweisen und Praktiken, die für eine Gruppe von Menschen üblich sind;
- (c) vergegenständlichte Artefakte, mit denen das Leben gestaltet wird;
- (d) „stillschweigend“ vorausgesetzte Handlungs- und Verhaltens„regeln“ (d. h. implizite „Werte“; vgl. näher dazu [49]).¹⁴

Das wird recht anschaulich in Abb. 3 dargestellt.

Dabei sind für die hier interessierende Thematik unterschiedliche „Verkürzungen“ oder „Einengungen“ hinsichtlich „Kultur“ bzw. „Kulturellem“ möglich: Wird etwa auf (c) verzichtet, fällt Technisches aus dem Kulturellen heraus und kann ihm gegenübergestellt (im Extrem entgegengesetzt) werden. Der Einschluss von (c) dagegen subsumiert Technisches unter das Kulturelle, technische Hervorbringungen werden letztendlich (wie etwa in Technikmuseen) als kulturelle Hervorbringungen aufgefasst (das betrifft dann auch die sogenannten „Kulturgeschichten“ von Epochen). Aber (c) selbst kann noch „verengt“ werden, indem – als ein Ext-

¹⁴ Auf das auch kultur-theoretisch und sozio-kulturell interessante (aber auch nicht unumstrittene!), wohl auf den Evolutionsbiologen Richard DAWKINS zurückgehende Mem-Konzept kann hier nicht weiter eingegangen werden. (vgl. auch <http://www.bertramkoehler.de/memetik.htm>; vgl. näher dazu [50; 51]).

rem – etwa nur „künstlerische“ Hervorbringungen (Literatur, Malerei usw.) einbezogen werden („schöne Künste“). Wenn allerdings – als anderes Extrem – Alles unter das Kulturelle subsumiert, alles zu einem „kulturellen Konstrukt“ wird, dann verliert m. E. die Berücksichtigung des Kulturellen (s)eine analytische bzw. unterscheidende, aber auch seine interpretative bzw. erklärende Bedeutung.



Diese Fassung von Kultur impliziert auch eine „tacit presence“ des Technischen (d. h. eine technische bzw. technologische Kultur). – Kulturelle Diversität zeigt sich u.a. in der Sprache, in Lebensformen, in Ausdrucksweisen, in Sitten und Gebräuchen sowie in Produktions-, Nutzungs- und Verhaltensmustern bzw. –praxen.

Kultur bedeutet hier „Muster“ und „Praktiken“

- der Kommunikation (z.B. Face-to-Face, Mobiltelefone, SMS, Emails, ...),
- des Denkens (z.B. rational/emotional, systematisch/intuitiv, analytisch/ heuristisch, ...),
- des Fühlens und Wahrnehmens (z.B. Akzeptanz, Hoffnungen, Ängste, Träume, ...),
- des Verhaltens und Handelns (z.B. Tun / Unterlassen, erfahrungsbasiert, ...)

in Beziehung zu Raum und Zeit (und beeinflusst durch Technik [etwa Medien]). Dies

- wird von einer Gruppe geteilt;
- beeinflusst das Verhalten der Gruppenmitglieder („Enkulturalisierung“);
- hilft, das Verhalten anderer zu interpretieren („Das Eigene und das Fremde“).

Für das hier verfolgte Anliegen hat es sich als geeignet herausgestellt, Überlegungen von Klaus P. HANSEN zu folgen. Nach HANSEN gibt es auf verschiedenen Ebenen von Gemeinschaften sogenannte kulturelle Standardisierungen auch im Umgang mit Technik in den Bereichen Kommunikation, Handeln und Verhalten,

Denken sowie Fühlen und Empfinden [53]. Diese kulturellen Standardisierungen bilden sich im Verlauf der Sozialisation bzw. „Enkulturation“ heraus und sind mehr oder weniger stabil.

Für die Beziehungen von Kulturellem und Technischem sind überdies Kulturdimensionen nach Edward T. und Mildred R. HALL [54] sowie nach Geert HOFSTEDE [55] bedeutsam. Nach HALL und HALL stehen grundlegende Dimensionen menschlichen Zusammenlebens im Zusammenhang mit

- der Zeit (Monochronie versus Polychronie),
- dem Raum (intime, persönliche, soziale, öffentliche Distanz) und
- den Kommunikationsmustern (low-context versus high-context),

deren unterschiedliche „Kombination“ kulturelle Diversität ergibt. Nach HOFSTEDE sind folgende Kulturdimensionen relevant:

- Machtdistanz: Wie wird in einer Kultur mit Macht und mit Ungleichheit umgegangen?
- Kollektivismus versus Individualismus: Wird Individualismus oder Kollektivismus in einer Kultur bevorzugt?
- Maskulinität versus Feminität: Ist die Kultur eher maskulin oder eher feminin geprägt?
- Unsicherheitsvermeidung: Wie wird mit Unsicherheit umgegangen?
- Langzeitorientierung versus Kurzzeitorientierung: Gibt es eine kurzfristige oder eine langfristige Orientierung?

M. E. sind diese „Dimensionen“ jedoch nur im Sinne von Heuristiken zu verstehen: Sie ermöglichen einen „Anfangsverdacht“, ersetzen aber keine konkrete Analyse!

5 Technisches und Kulturelles – Zusammenhang und Interdependenzen

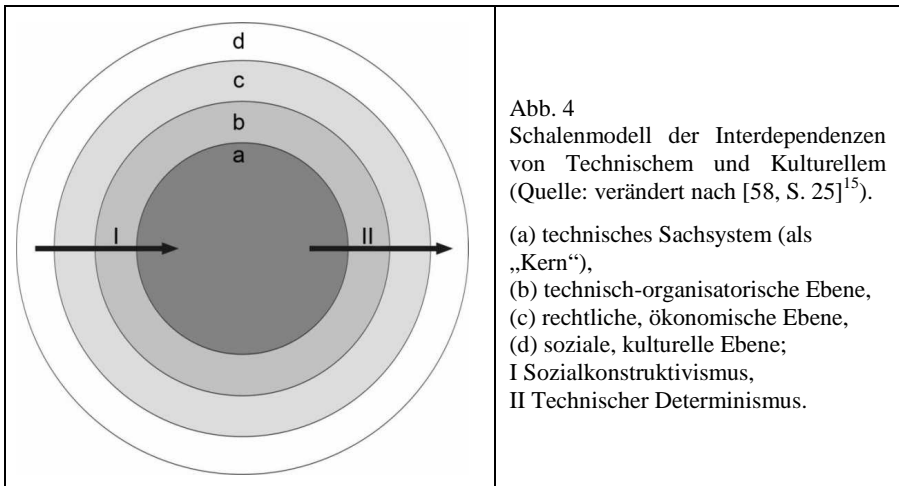
5.1 Generelles

Technik wird nicht nur durch den kulturellen „Kontext“ stark beeinflusst, sondern ist selbst eine kulturelle Hervorbringung, eine Kulturform (vgl. auch [56]). Das Verhältnis zwischen Kultur(ellem) und Technik (Technischem) ist reziprok: Durch Technisches wird Kulturelles ins Werk gesetzt, fortgeschrieben, verdinglicht, und die Umwelt wird kultiviert. Technisches als Kulturform bildet jedoch (ist sie erst einmal in den Alltag integriert) selbst einen Teil dieser Umwelt, sie wird beständig weiter kultiviert. Indem sie aber (durch kulturelle Einflüsse) Veränderung erfährt oder gar aus kulturellen Bedürfnissen heraus neu geschaffen wird, wirkt sie wiederum als Umwelt auf den Kontext zurück und verändert diesen. Im Sinne von „Kultur(elles) als Kontext“ kann deshalb davon ausgegangen werden, dass Technik (Technisches) vor allem in Form technischer Sachsysteme nicht einfach von diesem „kulturellen Umfeld“ nur quasi „eingeschlossen“ ist (vor allem in Form von Wirkungen und Einflüssen des Umfeldes auf Konzipierung, Gestaltung, Bewertung, Auswahl und Nutzung von technischen Lösungen), sondern Technik (Technisches) zeitigt – vor allem durch den zweckbezogenen Einsatz – in unterschiedlichster Weise Wirkungen in diese „Umgebung“ hinein, „korrodiert“, beeinflusst

und verändert sie direkt und indirekt, in vorhersehbarer wie nicht-vorhersehbarer Weise (man denke nur an „Wandlungen“ der Nutzergewohnheiten, Erschließung neuer Einsatzbereiche, „Anpassung“ des Rechtsrahmens oder Initiierung technischer Neuerungen). In diesem Sinne kann neue oder veränderte Technik „angestammte“ Kultur, d. h. in längeren Zeiträumen aufgebaute, bewährte, „eingebaute“, vertraute Muster, Praxen und Verständnisse beeinflussen bzw. Anstöße zu gravierenden und qualitativen Veränderungen in den Wahrnehmungs- und Handlungsmustern und -praxen geben. Sie wirkt damit direkt auf bestehende Standardisierungen, die entweder angepasst oder durch neue ersetzt werden.

Anknüpfend an Darlegungen von Christoph HUBIG und Hans POSER lassen sich die vielfältigen Wechselbeziehungen von Kulturellem und Technischem auf vier Ebenen analysieren (siehe Tabelle 2). Aus dieser Übersicht wird deutlich, dass nicht (nur) die materielle Ebene von Technik (Technischem) wirksam ist, sondern dass Wechselwirkungen mit dem bestehenden Kontext auch von der kognitiven, der normativen und der ökonomischen Ebene von Technik (Technischem) ausgehen.

In Abbildung 4 ist ein einfaches Modell der Beziehungen zwischen Technischem und Kulturellem in Form von vier eng verknüpften (z. T. auch überlappenden) und sich gegenseitig beeinflussenden Ebenen schematisch dargestellt.



Deutlich wird aus diesem (zugegebenermaßen vereinfachten) Schema zweierlei:

- (1) Einerseits ist von einer generellen gegenseitigen Beeinflussung auszugehen, andererseits kann es aber auch Phasen geben, in denen die „Wirkrichtung“

¹⁵ In [6, S. 24, Abb. 1] wurde das Schalenmodell stärker auf das Kultur-Konzept von HANSEN bezogen. Ursprünglich scheint der Ansatz dieser Abbildung auf Gerald KRUMMECK und Rainer KÖNIG zurückzugehen (vgl. [59, S. 33]).

Tab. 2. Ebenen des Technischen in Beziehung zu Kulturellem (Quelle: verändert nach [6, S. 24; 57, S. 19]).

Ebene	Bedeutung
<i>materielle Ebene</i> (betrifft Technik als materielles Artefakt)	Technikgestaltung (Einfluss auf Prozess und Ergebnis); Umgang mit Technik (Nutzungsmuster) und/oder mit Infrastrukturen (im Bereich Verkehr z.B. Straßen, Schienen etc.); verfügbare Ressourcen
<i>kognitive Ebene</i> (betrifft das Wissen bzw. die Wissensordnungen im Zusammenhang mit Technik)	Formen und Umgang mit dem vorhandenen technischen Wissen (etwa explizites und implizites Wissen); Zeichen, Symbole und Wissenssysteme (z.B. Visualisierung von Zusammenhängen, Gefährdungspotenziale, Gefahrenabwehr); „Common sense“; Umgangstechniken (Wissen über den Umgang mit der Technik); Technologien (Wissensproduktion über Sachtechnik)
<i>normative Ebene</i> (betrifft normative Vorstellungen in Bezug zur Technik)	Bewertung des vorhandenen Wissens; Deutungssysteme, Werte und Normen, Weltanschauung, Selbstbilder, Vorannahmen
<i>ökonomische Ebene</i> (betrifft wirtschaftliche Aspekte z.B. der Technikanschaffung, -wartung, -nutzung etc.)	Anschaffungskosten, Betriebskosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Recyclingkosten etc. sowie Gebühren die für technische Abnahmen entrichtet werden müssen (z.B. TÜV)

Kultur

stärker vom Technischen zum Kulturellen bzw. vom Kulturellen zum Technischen geht (wie man beispielsweise einerseits an Veränderungen technischer Hervorbringungen, andererseits an Veränderungen von Nutzergewohnheiten zeigen kann).

- (2) Dementsprechend gibt es auch zwei (konzeptionelle) Analyserichtungen des Zusammenhangs von Kultur und Technik: Einerseits wird die Kultur von der Technik her analysiert und man kommt so zur „Technizität“ bzw. „Technikförmigkeit“ von Kultur;¹⁶ andererseits wird die Technik von der Kultur her analysiert und man kommt zur „Kulturalität“ bzw. „Kulturförmigkeit“ von Technik.¹⁷

Die Wechselwirkungen mit Kulturellem lassen sich sowohl für Prozesse der Technikentstehung wie für Prozesse der Technikverwendung zeigen (vgl. näher dazu [6, S. 29ff.]).

Entsprechend der oben genannten Differenzierungen *erstens* zwischen Entstehungs-Zusammenhängen von Technik einerseits und Verwendungs-/Nutzungs-Zusammenhängen von Technik andererseits, *zweitens* hinsichtlich der Ebenen des Technischen (siehe Tabellen 2 und 3) und *drittens* der Unterscheidung zwischen kulturellem Mikro-, Meso und Makrobereich werden im Folgenden zunächst Beispiele (einschließlich Literaturangaben) genannt, die den Einfluss des Kulturellen in unterschiedlicher Weise deutlich sichtbar werden lassen. Daran anschließend wird sodann aus den zwei Bereichen Technikentstehung und Technikverwendung Exemplarisches etwas näher ausgeführt.

5.2 Technik-Entstehung

Beispiele für den Einfluss des Kulturellen auf den Prozess der Technikentstehung sind u.a.:

- unterschiedliche Konstruktionsstile bzw. -kulturen (vgl. [62; 63]);
- nationale, regionale, lokale und unternehmenstypische Innovationskulturen (vgl. z.B. [64; 65]);
- zeit- und epochenspezifische Form- bzw. Gestaltgebungen (Design) technischer Sachsysteme (vgl. z.B. [66; 67]).

Beispiel: Utopien – Visionen – Leitbilder

Unter *Utopien* versteht man mögliche, d. h. denkbare Gesellschaftsmodelle des Heils oder des Unheils, die auf der Grundlage existierender bzw. entsprechend interpretierter Zustände oder Tendenzen entworfen werden. Sie liefern nicht nur kontrastierende Modelle zur geschichtlichen Wirklichkeit, sie sind auch Konstruktionen des Hypothetisch-Möglichen (vgl. näher dazu [68; 69]).

¹⁶ In diesem Sinne spricht Thomas P. HUGHES vom „technischen Moment“ in der Kultur [60] und Gernot BÖHME von der „Technomorphie der Kultur“: „Es gibt in der Kultur (beinahe) nichts, was nicht technisch verfasst wäre. Die moderne Kultur ist technomorph, das heißt, ihre wesentlichen Erscheinungsformen sind technisch geprägt“ [61, S. 164]).

¹⁷ Das bedeutet dann, dass Formen von Technik (zumeist) kulturell beeinflusst sind, sowohl in den Herstellungs- wie in den Nutzungszusammenhängen.

Visionen waren (im nichtreligiösen Sinne) zunächst subjektive Wahrnehmungen oder Vorstellungen, die „irrtümlich“ für wirklich bzw. verwirklicht gehalten werden. Gegenwärtig umschreibt man mit Vision „einen (fast ausschließlich) intentional hergestellten gedanklichen Inhalt, der durch das menschliche Handeln in der Zukunft verwirklicht werden soll und dadurch Einfluss auf das menschliche Tun und Denken ausübt. Er ist kommunizierbar, drängt darauf, mitgeteilt zu werden und hat eine nicht genauer spezifizierbare Tendenz, sich auszubreiten“ [70, S. 70]. Visionen dienen damit der Kommunikation und können, da sie Informationen speichern und transportieren sowie diese für andere zugänglich werden lassen, als Medien betrachtet werden. Der Inhalt von Visionen (als Medium), so lässt sich nun weiter präzisieren, betrifft im säkularen Verständnis von Vision in erster Linie Wissen über Zukünftiges.¹⁸ Dieses Wissen repräsentiert sich in Form von Zukunftsbildern und wird über das Medium Sprache vermittelt. Nach Armin GRUNWALD kann Zukünftiges – wenn man von bildhaften Darstellungen absieht – nur als sprachlich formulierte Zukunft existieren, denn Zukunft ist – mit der gerade genannten Ausnahme – nicht anders als sprachlich erfassbar, denn „weder lebensweltlich noch wissenschaftlich haben wir einen außersprachlichen Zugriff auf zukünftige Gegenwarten“ [71, S. 56].

Technikvisionen sind in diesem Verständnis gedankliche Konstrukte, die es erlauben, ideelle „Grenzüberschreitungen“ vorzunehmen, Grenzüberschreitungen in den Bereich des noch Unvorstellbaren, des Noch-nie-Gesehenen und -Geschehenen, das der Verbesserung bzw. Erleichterung menschlichen Lebens dienen soll (auch in Form von „Abschreckungen“!).

Mit Blick auf technische Innovationen können Utopien und Visionen Handlungsräume für menschliche Aktivitäten, seien sie politischer, ökonomischer, technischer oder wissenschaftlicher Art, eröffnen, sie können ganz sicherlich helfen, Motivationen für „Seinsveränderungen“ bzw. kritisch-konstruktive Haltungen und Einstellungen zur „Wirklichkeitstranzendenz“ zu befördern. Johanna GREINER und Elisabeth HUBER beschreiben Vision ebenfalls als Motivation für zukünftiges Handeln: „Visionen hingegen lösen Faszination aus, motivieren und geben Kraft für grundlegend Neues, ohne den Blick für die Realität zu verlieren“ [73, S. 33]. Die Motivation kann hierbei jedoch nur aus der normativen Bewertung der Vision abgeleitet werden: nur wenn das Zukunftsbild normativ „aufgeladen“ ist (wünschenswert oder unerwünscht), kann überhaupt daraus eine Motivation entspringen, die wiederum handlungsleitend sein kann.¹⁹ Daraus lässt sich ein weiterer immanenter Wesenszug der Vision ableiten: im praktischen Sinne ist sie weniger handlungsanleitend als vielmehr handlungsmotivierend. Die Funktion von Utopien als auch von Visionen könnte demnach allgemeiner darin gesehen werden, in Form von möglichen Zukunftsentwürfen ein Hinterfragen des eigenen gegenwärtigen

¹⁸ Darüber, wie dieses Wissen zu Stande kommt, ist damit noch nichts ausgesagt, und auch nicht darüber, wie es zu bewerten ist. Das liegt auch nicht im Erkenntnisinteresse dieser Arbeit (vgl. dazu aber z.B. [71; 72]).

¹⁹ Die Bewertung des Zukunftsbildes kann nur auf dem gegenwärtig zur Verfügung stehenden Wissen basieren (vgl. [71, S. 59]).

Handelns (Denkens, Entscheidens usw.) zu motivieren, indem (mögliche) erwünschte oder unerwünschte Folgen (des gegenwärtigen Handelns) in diesen Zukunftsbildern sichtbar werden.

Leitbilder – um eine etwas modernere Terminologie als Karl MANNHEIM zu verwenden – können helfen, neues generierendes Denken und Handeln auszuprägen, sie können deshalb „feldgenerierend“ und „pfadselektierend“ wirken (vgl. [74]).

Neben dem kommunikativen Aspekt wird auch die Orientierungsfunktion vor allem von Leitbildern in der Literatur hervorgehoben (vgl. [74, S. 50; 75, S. 35]). Diese ist dabei wesentlich stärker und direkter als bei Visionen. Während Visionen eher zur Reflexion des Handelns motivieren (s. o.), gibt das Leitbild eine Orientierung vor bzw. vermittelt Orientierungswissen, indem es ein Ideal vorgibt, an das sich die jeweils betreffende Technik so weit wie möglich annähern soll.

Gemeinsam haben Utopien, Visionen und Leitbilder, dass sie eine wertende Bezugnahme auf Zukünftiges darstellen. Sie transportieren als Medien kulturspezifisch normative Vorstellungen von dem, was „gut“ oder „schlecht“ ist und schließen damit anderes aus. Sie sind deshalb in hohem Maße wertend und können als kultureller Kontext die Technikentwicklung beeinflussen. Dass Utopien, Visionen und Leitbilder tatsächlich als Medien genutzt werden, um Wertvorstellungen etwa in Diskursen um so genannte „emerging technologies“ zu transportieren, kann man derzeit sehr gut an der wissenschafts-intern wie öffentlich geführten Debatte um Nanotechnologie, Sensorsysteme und/oder RFID (Radiofrequenz-Identifikation) nachweisen, was hier allerdings nicht erfolgen kann. „Industrie 4.0“ ist ein anderes, ganz aktuelles „visionäres“ Thema.

5.3 Technik-Verwendung

Beispiele für den Einfluss des Kulturellen auf den Prozess der Technikverwendung sind u.a.:

- der intra- und interkultureller Techniktransfer (vgl. auch [76; 77]);
- die Technikbewertung und -auswahl (vgl. [78-80]);
- die Faktoren von Technikakzeptanz bzw. -akzeptabilität (vgl. [81; 82]);
- die Faktoren individueller Risikowahrnehmung (vgl. [83; 84]).

Beispiele sind aber auch:

- die sogenannte „Verletzlichkeit“ der Gesellschaft“ mit ihren „kritischen Infrastrukturen“ (vgl. [85; 86]) – auch als Form der „Kolonialisierung der Lebenswelt durch Technik“ [87, S. 539];
- die „Inkultrierung“ bzw. „Nicht-Inkultrierung technischer Lösungen (z.B. elektrische Energie, ubiquitous computing, digitale Signatur; vgl. zu Letzterem [88]);
- Retrotechnologien und Techniknostalgie sowie „Techniken der Zugehörigkeit“ (vgl. z.B. [89; 90]).

Beispiel 1: Sicherheitskultur

Kulturelles etwa in Form von (tradierten) Werten oder Normen menschlichen Verhaltens beeinflusst den Umgang mit technischen Sachsystemen. Das betrifft auch sicherheitsrelevante Mensch-Technik-Interaktionen (vgl. [91-93]).

Technikerzeugung wie -nutzung erfolgen in einer kulturell verfassten „Umwelt“, die auch relevant für die Gewährleistung bzw. Realisierung von technischer Sicherheit ist. Ein konzeptioneller – und operationalisierbarer – Ansatz in dieser Richtung ist der der Sicherheitskultur. Dieses Konzept ist noch nicht sehr alt und bislang wenig operationalisiert. International wurde es von der International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG) im Jahre 1986 als Reaktion auf das Reaktorunglück in Chernobyl in die Diskussion gebracht. Im so genannten Safety-Culture-Konzept hat sie darauf aufmerksam gemacht, dass neben den technischen Maßnahmen auch die soziokulturellen Aspekte von entscheidender Bedeutung sind. Im Jahre 1991 wurde durch eine internationale Beratergruppe der Begriff „Sicherheitskultur“ wie folgt definiert und in die Praxis geführt: Ein „assembly of characteristics and attitudes in organisations and of individuals which establishes that, as an overriding priority, [nuclear] safety issues receive the attention warranted by their significance“ [94, S. 18], vgl. auch [95]. Erfasst, benannt und beschrieben werden somit auch kulturbedingte Verhaltensmerkmale, die für die Gewährleistung von technischer Sicherheit bedeutsam sind, nicht nur bei den so genannten „Hoch-Risiko-Technologien“, sondern bei jeglichen technischen Sachsystemen, einschließlich etwa der Informations- und Kommunikationstechnologien (IT-Sicherheit).

Deutlich wird, dass „Sicherheitskultur“ sowohl eine mehr „theoretische“ Ebene (vor allem in Form von Anweisungen, Regeln, Vorschriften, Statements, Codes usw.) als auch eine mehr „praktische“ Ebene (als gelebte und praktizierte Sicherheitskultur) besitzt. Oder anders ausgedrückt: Auf der praktischen Ebene umfasst Sicherheitskultur die sicherheitsbezogenen Einstellungen, Werte und grundlegenden Überzeugungen der Mitarbeiter bzw. Nutzer (vgl. [96-98]). „Beeinflusst werden die Charakteristika einer Sicherheitskultur durch technische, ökonomische und organisatorische Zwänge, repräsentiert werden sie durch sicherheitstechnische Vorrichtungen, Regelwerke, Vorschriften, Aufsichtsdienste und Praktiken einerseits sowie informelle Praktiken, individuelle und kollektive Sinnvorstellungen der Menschen andererseits. Sicherheitskulturen bieten für den einzelnen Menschen folglich einen Rahmen, der die Ordnung der menschlichen Wahrnehmung erst ermöglicht“ [99, S. 10], vgl. auch [100].

Mit Hans-Jürgen WEIßBACH sind Sicherheitskulturen in Unternehmen zunehmend heterogen, aber auch „hybrid“. So gibt es z.B. an Fertigungsstraßen oder selbst an einzelnen Anlagen eine große Pluralität jener Berufsgruppen, die für die Sicherheit einer Anlage zuständig sind. In einer Fertigungsstraße etwa arbeiten nicht nur Mechaniker und Maschinenbauer, sondern auch Hydrauliker, Elektriker, Elektroniker, Regeltechniker und Programmierer, die – vom Facharbeiter bis zum Ingenieur – auf verschiedenen Kompetenzniveaus arbeiten. Deshalb lässt sich das „Aufeinanderprallen“ einer Vielzahl von Sicherheitsauffassungen sowie sicher-

heitsbezogener Normen und Werte konstatieren, ohne dass sich für diesen Vorgang eindeutige Hierarchien oder Übersetzungen finden lassen (vgl. [101, S. 97f.]; vgl. auch [102]). Das trifft auch auf andere Unternehmensbereiche zu.

Für Sicherheitskulturen ist bedeutsam, dass nicht alle relevanten Akteure innerhalb einer Sprachgemeinschaft (etwa Konstrukteure und Nutzer) die gleichen impliziten Werthaltungen besitzen bzw. ihnen folgen müssen. Das kann schwerwiegende Folgen haben (z.B. sprachliche Missverständnisse oder Übersetzungsfehler als Auslöser von Irrtümern mit Unfallfolgen). Deshalb sind diese impliziten Grundlagen möglichst weitgehend zu explizieren, um sie kommunizieren und in technische Regelwerke u. ä. transformieren zu können.

In Kontext der Intrakulturalität von Sicherheitskultur werden z.B. folgende Themen debattiert:

- Technikeinsatz, Arbeitsorganisation und Sicherheitskultur;
- Sicherheitskultur als Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation;
- menschliche Fehlhandlungen und fehlerfreundliche Technik;
- Differenz zwischen verordneter, formaler und realisierter Sicherheit(skultur);
- Erfassung, Bewertung und Beförderung von Sicherheitskulturen.

Da die Entwicklung von technischen Sachsystemen unterschiedlichster Größenordnung eng in (technische) Kulturen eingebunden ist, ist davon auszugehen, dass die impliziten Werte und Normen, die sich u.a. in Operationsroutinen „vergegenständlichen“ und konstituierende Elemente von Sicherheitskulturen sind, nicht nur prägend für das technische Handeln sind, sondern auch Einfluss auf das technische Sachsystem selbst haben. Daher kann der Import von Technik, die in anderen Technik- und Sicherheitskulturen konstruiert und gefertigt wurden, im aufnehmenden System und seinem kulturellen Kontext dazu führen, dass dessen Sicherheitskultur überfordert wird. Die Einführung kann im Ergebnis scheitern, weil das fremde Element nicht sicher eingefügt werden kann. Wenn eine „Normalisierung“ im Umgang mit importierten Artefakten im Zielsystem nicht möglich ist, kann daraus eine dauerhafte Überforderung der Nutzer bzw. ein subprofessioneller (und damit „suboptimaler“) Umgang mit dieser Technik resultieren (vgl. [101, S. 93]).

Bei Techniktransfer in andere Länder und damit andere Kulturen kommt hinzu, dass einerseits unterschiedliche Sicherheitskulturen (die der Ursprungs- und die der Zielregion) relevant werden, andererseits weitergehende „höherstufige“ sprachliche Verständigungsprozesse erforderlich sind (vgl. [103]). Der Austausch von technischem (einschließlich sicherheitsrelevantem) Wissen (z.B. Dokumentation) zwischen Akteuren (z.B. soziale Gruppen, Organisationen, Unternehmen) unterschiedlicher Kulturen ist dabei ein wichtiger Forschungsgegenstand.

Intrakulturalität von Sicherheitskultur bezieht sich auch auf die Entwicklung, den Einsatz und die Bewertung von Produkten, auf Hierarchieverständnisse sowie auf erforderliche Qualifikation(en), betrifft den generellen sicherheitskulturellen Ansatz (etwa notwendiges bzw. erwartetes Detailwissen) und die Nutzungsmuster (trial-and-error versus „Gebrauchsanweisung“) ebenso wie Lehr-Lern-Situationen

und den Umgang mit Konflikten (etwa Konfliktvermeidung versus Konfliktaustragung).²⁰

Beispiel 2: Kulturell bedingte Auswahlprozesse

Ergänzend sei als weiteres Beispiel auf individuelle Bewertungs-, Entscheidungs- und Auswahl-situationen verwiesen, die in nationalkulturellen Kontexten relevant sind (siehe Tabellen 3 und 4).

Tab. 3. Relevante kulturelle Vergleichsaspekte (Quelle: nach [107, S. 139]).

Aspekt	Beschreibung
Funktional	Größe, Farbe, Form, Gewicht, Material, Struktur, ...
Kognitiv	Geistige Anforderung, Verständnisschwierigkeit, Lerntempo, ...
Emotional/Motivational	Attraktivität, sozialer Wert, Anerkennung, Ruhm
Sozial	Kommunikationsmuster, Versprechen, Planen / Planung

Tab. 4. Unterschiedliche Prioritäten hinsichtlich der Merkmale von Produkt-Qualität einzelner Kulturen (Quelle: nach [108, S. 133]).

	Zuverlässigkeit	Funktionalität	Service	Design	Marke / Image	Preis	Aktualität
Japan	sehr hoch	sehr hoch		hoch	hoch	niedrig	sehr hoch
Deutschland	sehr hoch	sehr hoch	mittel	hoch		mittel	hoch
China	mittel				hoch	sehr hoch	hoch
Frankreich	mittel	hoch		sehr hoch	hoch		hoch
Großbritannien	sehr hoch		sehr hoch	mittel	sehr hoch	sehr hoch	
Italien	mittel			sehr hoch	hoch		sehr hoch
USA	mittel	sehr hoch	sehr hoch		sehr hoch		sehr hoch

²⁰ Mit Sicherheitskultur wird natürlich nur ein Aspekt von Techniksicherheit erfasst, der jedoch bei Vernachlässigung zu spürbaren Folgen wie Unfällen, Krankheit, technischen Störungen usw. führen kann. – Zu verweisen ist in diesem Zusammenhang auch auf die Bedeutung von Vertrauen (bzw. Misstrauen) als eine bestimmte Erwartungshaltung in komplexen Situationen bei unvollständigem (oder gar Nicht-)Wissen (vgl. näher dazu [104; 105]; zum Umgang mit Unbestimmtheit vgl. [106]). Und das trifft auf Sicherheitskulturen zu.

6 Fazit

1. Die wechselseitigen Beziehungen zwischen Technik und Kultur sind so alt wie die Menschheit selbst: die technischen Hervorbringungen haben die Kultur und die kulturellen Muster und Praxen haben die Technik beeinflusst, deren Hervorbringung, Veränderung, Verbreitung wie Verwendung.
2. Technik (Technisches) und Kultur (Kulturelles) sind „phänomenologisch“ – historisch wie aktuell – äußerst vielseitig und vielgestaltig:
 - kulturelle Diversität;
 - technische Vielfalt.
3. In dem „Phänomenhaften“ lässt sich „Invariantes“ herausheben:
 - (kulturelle) Standardisierungen;
 - (technische) Verallgemeinerungen („Allgemeine Technologie“).
4. Es gibt unterschiedliche Muster
 - (a) des Entwurfs und der Gestaltung sowie
 - (b) der Nutzung technischer Produkte, Lösungen usw.
 durch unterschiedliche Individuen und Gruppen (auf der Mikro-, Meso- und Makroebene), d. h., der Entwurf, die Gestaltung und die Nutzung von Technik sind (auch) kulturell beeinflusst.
5. Mit der aktuellen Relevanz der Thematik „Technisches und Kulturelles“ werden Fragen nach der
 - „Inkulturierung“ (sfähigkeit) bzw. der
 - „Nicht-Inkulturierung“ (smöglichkeit)
 technischer Lösungen und deren kultureller „Anschlussfähigkeit“ bedeutsam.
6. Die Planer (Konstrukteure, Projektanten, ...) wie die Nutzer technischer Systeme und Lösungen müssen die Wirkung eigener und fremder kultureller Orientierungen berücksichtigen (d. h. auch: dafür sensibilisiert werden).
7. Generell gilt es, die Probleme und Schwierigkeiten hinsichtlich der Erzeugung wie der Verwendung von technischen Sachsystemen zu erkennen, die durch kulturelle Differenzen verursacht werden und schließlich herauszufinden, wie man mit diesen Verschiedenheiten effektiv und effizient umgehen kann/muss.
8. Damit sind auch Herausforderung (neue Anforderungen?!) an die Technikbildung wie an die Technikbildner verbunden (vgl. näher [109; 110]).

Deutlich wurde: Die Beziehungen von Technischem und Kulturellem sind nicht eindimensional (d. h. weder im Sinne des technologischen Determinismus noch des Sozialkonstruktivismus), sondern vielfältiger Art. Sie eröffnen unterschiedlichste Möglichkeiten für interdisziplinäre (und internationale) historisch wie systematisch angelegte Projekte (z.B. Technikkommunikation, Sicherheitskulturen, Innovationskulturen, „Enkulturation“, Digitalisierung des kulturellen Erbes, Technische Allgemeinbildung im Sinne von „technologische Aufklärung“, ...).

Abschließend sei nochmals auf Wilhelm OSTWALD verwiesen. Er hat in einem Beitrag für die „Neue Freie Presse/Morgenblatt“ vom 19. Mai 1929 den Zusam-

menhang von Technik und Kultur auf sehr generelle Weise so dargestellt: „Nicht das Christentum, das sich gut mit der Sklaverei abfind, hat die Sklaven befreit, sondern die Technik. Und diesen Gang hat die Technik bis heute eingehalten und wird es weiter tun“ [17, S. 4].

Literatur

- [1] OSTWALD, W.: Die Pyramide der Wissenschaften. Stuttgart: Cotta, 1929.
- [2] DOMSCHKE, J.-P.: Das Technikverständnis Wilhelm Ostwalds. In: BANSE, G.; REHER, E.-O. (Hrsg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie. Berlin: Trafo, 2004, S. 203-218 (Sitzungsber. Leibniz-Sozietät 75).
- [3] BANSE, G.: Technisches und Kulturelles. Historisches und Aktuelles. In: BANSE, G.; ROTHKEGEL, A. (Hrsg.): Neue Medien: Interdependenzen von Technik, Kultur und Kommunikation. Berlin: Trafo, 2015, S. 21-41 (e-Culture 19).
- [4] BANSE, G.: Technisches und Kulturelles. Anmerkungen zu Interdependenzen. LIFIS ONLINE [08.03.2010]: Die Internetzeitschrift des Leibniz-Instituts für interdisziplinäre Studien e.V. (LIFIS).
URL: http://www.leibniz-institut.de/archiv/banse_08_03_10.pdf.
- [5] BANSE, G.; HAUSER, R.: Technik als (Intra- und Inter-)Kulturelles. Exemplarisches. In: GRONAU, N.; EVERSHEIM, W. (Hrsg.): Umgang mit Wissen im interkulturellen Vergleich: Beiträge aus Forschung und Unternehmenspraxis. München: acatech, 2008, S. 49-77.
- [6] BANSE, G.; HAUSER, R.: Technik und Kultur – ein Überblick. In: BANSE, G.; GRUNWALD, A. (Hrsg.): Technik und Kultur: Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2010, S. 17-40 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 1).
- [7] BANSE, G.; METZNER-SZIGETH, A.: Veränderungen im Quadrat. Computervermittelte Kommunikation und moderne Gesellschaft. – Überlegungen zum Design des europäischen Forschungs-Netzwerks „Kulturelle Diversität und neue Medien“. In: BANSE, G. (Hrsg.): Neue Kultur(en) durch Neue Medien (?): das Beispiel Internet. Berlin: Trafo, 2005, S. 17-46 (e-Culture 1).
- [8] BANSE, G.; METZNER-SZIGETH, A.: Cultural Diversity and New Media – Their Interaction as an Element of European Integration: Elaborating a European Research Network. In: ROTHKEGEL, A.; RUDA, S. (eds.): Communication on and via Technology. Berlin/Boston: de Gruyter, 2012, pp. 217-257 (Text, Translation, Computational Processing 10).
- [9] BANSE, G.; GRUNWALD, A. (Hrsg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2010, S. 17-40 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 1).
- [10] KLEMM, F.: Zur Kulturgeschichte der Technik: Aufsätze und Vorträge 1954-1978. München: Dt. Museum, 1979.
- [11] SEGEBERG, H. (Hrsg.): Technik in der Literatur. Frankfurt am Main: Suhrkamp-Verlag, 1987.

- [12] GRONAU, N.; EVERSHEIM, W. (Hrsg.): Umgang mit Wissen im interkulturellen Vergleich: Beiträge aus Forschung und Unternehmenspraxis. Acatech-Workshop, Potsdam 2008. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2008.
- [13] HUBIG, Chr.; POSER, H. (Hrsg.): Technik und Interkulturalität: Probleme, Grundbegriffe, Lösungskriterien. Düsseldorf :VDI, 2007.
- [14] WOLLGAST, S.; BANSE, G.: Philosophie und Technik: zur Geschichte und Kritik, zu den Voraussetzungen und Funktionen bürgerlicher „Technikphilosophie“. Berlin: Dt. Verl. der Wiss., 1979.
- [15] HUBIG, Chr.; HUNING, A.; ROPOHL, G. (Hrsg.): Nachdenken über Technik: die Klassiker der Technikphilosophie und neuere Entwicklungen. 3., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Ed. Sigma, 2013.
- [16] DIETZ, B.; FESSNER, M.; MAIER, H. (Hrsg.): Technische Intelligenz und „Kulturfaktor Technik“. Münster u.a.: Waxmann, 1996.
- [17] OSTWALD, W.: Die Technik als Grundlage der Kultur: die soziale Aufgabe der Wissenschaft. In: Neue Freie Presse. Morgenbl. v. 19. Mai 1929. Abschrift. Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. Vorbereitet zum 121. Ostwald-Gespräch am 31.10.2015.
- [18] SPEHR, M.: Maschinensturm: Protest und Widerstand gegen technische Neuerungen am Anfang der Industrialisierung. Münster: Westfälisches Dampfboot, 2000.
- [19] SNOW, Ch. P.: Die zwei Kulturen: literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz [1959]. Stuttgart: Klett, 1967.
- [20] KRAUSE, M. (Hrsg.): Poesie & Maschine: die Technik in der deutschsprachigen Literatur. Köln: Kösler, 1989.
- [21] DETTMERING, W.; HERMANN, A. (Hrsg.): Technik und Kultur. Bd. I – XII. Düsseldorf: VDI-Verl, 1990-1994.
- [22] HUBIG, Chr.: Technologische Kultur. Leipzig: Leipziger Univ.-Verl., 1997.
- [23] KEGLER, K. R.; KERNER, M. (Hrsg.): Technik, Welt, Kultur: Technische Zivilisation und kulturelle Identitäten im Zeitalter der Globalisierung. Köln u.a.: Böhlau, 2003.
- [24] KÖNIG, W.; LANDSCH, M. (Hrsg.): Kultur und Technik: zu ihrer Theorie und Praxis in der modernen Lebenswelt. Frankfurt am Main u.a.: Lang, 1993.
- [25] BECK, St.: Umgang mit Technik: kulturelle Praxen und kulturwissenschaftliche Forschungskonzepte. Berlin: Akad.- Verl., 1997.
- [26] HAUSER, R.: Technische Kulturen oder kultivierte Technik? Das Internet in Deutschland und Russland. Berlin: Trafo, 2010 (e-Culture 14).
- [27] HENGARTNER, Th.; ROLSHOVEN, J. (Hrsg.): Technik – Kultur: Formen der Veralltäglichen von Technik – Technisches als Alltag. Zürich: Chronos, 1998.
- [28] ROPOHL, G.: Arbeits- und Techniklehre: Philosophische Beiträge zur technologischen Bildung. Berlin: Ed. Sigma, 2004.
- [29] SPUR, G.: Technologie und Management: zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft. München/Wien: Hanser, 1998.

- [30] HÖRNING, K. H.: Technik und Symbol: ein Beitrag zur Soziologie alltäglichen Technikumgangs. *Soziale Welt* 36 (1985), Nr. 2, S. 185-207.
- [31] HÖRNING, K. H.: Technik und Kultur: ein verwickeltes Spiel der Praxis. In: HALFMANN, J.; BECHMANN, G.; RAMMERT, W. (Hrsg.): *Theoriebausteine der Techniksoziologie*. Frankfurt am Main/New York: Campus-Verl., 1995, S. 131-151. (Technik und Gesellschaft Jb. 8).
- [32] RAMMERT, W.: *Technik aus soziologischer Perspektive*. Tl. 2. Kultur – Innovation – Virtualität. Opladen: Westdt. Verl., 2000.
- [33] SOMBART, W.: *Technik und Kultur*. In: *Verhandlungen des Ersten Deutschen Soziologentages*. Tübingen: Mohr, 1911, S. 63-110.
- [34] KROEBER, A. L.; KLUCKHOHN, C.: *Culture: a critical review of concepts and definitions*. Cambridge, MA: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, 1952.
- [35] BANSE, G.: *Zur philosophischen Analyse der Herausbildung des wissenschaftlichen Technikverständnisses*. Berlin, Humboldt-Universität, Diss. A., 1974.
- [36] DEMORGON, J.; MOLZ, M.: *Bedingungen und Auswirkungen der Analyse von Kultur(en) und interkulturelle Interaktion*. In: THOMAS, A. (Hrsg.): *Psychologie interkulturellen Handelns*. Göttingen/Bern: Hogrefe, 1996, S. 43-80.
- [37] MARX, K.: *Der achtzehnte Brumaire des Louis Bonaparte [1852]*. In: MARX, K.; ENGELS, F.: *Werke*. Bd. 8. Berlin: Dietz, 1960, S. 111-207.
- [38] HUBIG, Chr.: *Kulturbegriff – Abgrenzungen, Leitdifferenzen, Perspektiven*. In: BANSE, G.; GRUNWALD, A. (Hrsg.): *Technik und Kultur: Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse*. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2010, S. 55-71 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 1).
- [39] BANSE, G.: *Johann Beckmann und die Folgen: allgemeine Technologie in Vergangenheit und Gegenwart*. In: BANSE, G.; REHER, E.-O. (Hrsg.): *Allgemeine Technologie – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft*. Berlin: Trafo, 2002, S. 17-46 (Sitzungsber. Leibniz-Sozietät 2001: 50;7).
- [40] ROPOHL, G.: *Technikbegriffe zwischen Äquivokation und Reflexion*. In: BANSE, G.; GRUNWALD, A. (Hrsg.): *Technik und Kultur: Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse*. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2010, S. 41-54 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 1).
- [41] ROPOHL, G.: *Allgemeine Technologie: eine Systemtheorie der Technik*. München/Wien: Hanser, 1999.
- [42] ROPOHL, G.: *Das neue Technikverständnis*. In: ROPOHL, G. (Hrsg.): *Erträge der interdisziplinären Technikforschung: eine Bilanz nach 20 Jahren*. Berlin: Schmidt, 2001, S. 11-30.
- [43] ROPOHL, G.: *Wie die Technik zur Vernunft kommt: Beiträge zum Paradigmenwechsel in den Technikwissenschaften*. Amsterdam: Verl. Fakultas, 1998 (Technik interdisziplinär 3).
- [44] STETTER, Chr.: *Schreiben und Programm: zum Gebrauchswert der Geisteswissenschaften*. In: KERNER, M.; KEGLER, K. (Hrsg.): *Der vernetzte Mensch: Sprache, Arbeit und Kultur in der Informationsgesellschaft*. Aachen: Mainz, 1999, S. 157-180.

- [45] BANSE, G.; STRIEBING, L.: Technik. In: HÖRZ, H.; LIEBSCHER, H.; LÖTHER, R.; SCHMUTZER, E.; WOLLGAST, S. (Hrsg.): Philosophie und Naturwissenschaften: Wörterbuch zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaften. Bd. 2. 3., vollst. überarb. Aufl., Neuausg. Berlin: Dietz, 1991, S. 871-876.
- [46] ROPOHL, G.: Technik. In: Brockhaus Enzyklopädie. Bd. 21. Mannheim: Brockhaus, 1993, S. 672-674.
- [47] JOERGES, B. (Hrsg.): Technik im Alltag. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1988.
- [48] HAUSER, R.; BANSE, G.: Kultur und Kulturalität: Annäherungen an ein vielschichtiges Konzept. In: PARODI, O.; BANSE, G.; SCHAFFER, A. (Hrsg.): Wechselspiele: Kultur und Nachhaltigkeit: Annäherungen an ein Spannungsfeld. Berlin: Ed. Sigma, 2010, S. 21-41 (Global zukunftsfähige Entwicklung – Nachhaltigkeitsforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft 15).
- [49] HEGMANN, H.: Implizites Wissen und die Grenzen mikroökonomischer Institutionenanalyse. In: BLÜMLE, G.; GOLDSCHMIDT, N.; KLUMP, R. u.a. (Hrsg.): Perspektiven einer kulturellen Ökonomik. Münster u.a.: LIT-Verl., 2004, S. 11-28.
- [50] BLACKMORE, S.: Die Macht der Meme oder die Evolution von Kultur und Geist [1999]. Heidelberg: Spektrum, 2000.
- [51] DAWKINS, R.: Meme, die neuen Replikatoren. In: Das egoistische Gen. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt, 2005, S. 316-334.
- [52] SPENCER-OATEY, H.: Introduction: language, culture and rapport management. In: SPENCER-OATEY, H. (ed.): Culturally speaking: managing rapport through talk across cultures. London: Bloomsbury Acad. Publ., 2000, pp. 3-8.
- [53] HANSEN, K. P.: Kultur und Kulturwissenschaft. 2. Aufl. Tübingen/Basel: UTB, 2003.
- [54] HALL, E. T.; HALL, M. R.: Understanding cultural differences. Yarmouth, ME: Intercultural Press, 1990.
- [55] HOFSTEDE, G.: Cultures consequences: comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations. 2. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2001.
- [56] KÖNIG, W.: Das Kulturelle in der Technik: Kulturbegriffe und ihre Operationalisierung für die Technik. In: BANSE, G.; GRUNWALD, A. (Hrsg.): Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2010, S. 73-87 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 1).
- [57] HUBIG, Chr.; POSER, H.: Einleitung: Technik und Interkulturalität: Probleme, Grundbegriffe, Lösungskriterien. In: HUBIG, Chr.; POSER, H. (Hrsg.): Einleitung: Technik und Interkulturalität: Probleme, Grundbegriffe, Lösungskriterien. Düsseldorf: VDI, 2007, S. 11-56.
- [58] BANSE, G.: Einige Aspekte im Zusammenhang mit IT-Sicherheit und IT-Sicherheitskultur(en). In: GALÁNTAI, Z.; PETSCHKE, H.-J.; VÁRKONYI, L. (Hrsg.): Internet security and risk: Facetten eines Problems. Berlin: Trafo, 2007, S. 19-34 (e-Culture 9).

- [59] KRUMMECK, G.; KÖNIG, R.: Chipkarten im Gesundheitswesen; Abschlußbericht. Bonn: BSI, 1994.
- [60] HUGHES, Th. P.: Technological momentum in history: hydrogenation in Germany 1898-1933. *Past and Present* (1969), No. 44 (Aug.), pp. 106-132.
- [61] BÖHME, H.: Kulturgeschichte der Technik. In: BÖHME, H.; MATUSSEK, P.; MÜLLER, L.: Orientierung Kulturwissenschaft: was sie kann, was sie will. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt, 2000, S. 164-178.
- [62] KÖNIG, W.: Künstler und Strichezieher: Konstruktions- und Technikkulturen im deutschen, britischen, amerikanischen und französischen Maschinenbau zwischen 1850 und 1930. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1999.
- [63] KÖNIG, W.: Technikkulturen im internationalen Vergleich: Beispiele aus dem Maschinenbau um 1900 und dem Automobilbau um 2000. In: KEGLER, K. R.; KERNER, M. (Hrsg.): Technik Welt Kultur: Technische Zivilisation und kulturelle Identitäten im Zeitalter der Globalisierung. Köln u.a.: Böhlau, 2003, S. 163-79.
- [64] GRUPP, H.; DOMINGUEZ-LACASA, I.; FRIEDRICH-NISHIO, M.: Das deutsche Innovationssystem seit der Reichsgründung: Indikatoren einer nationalen Wissenschafts- und Technikgeschichte in unterschiedlichen Regierungs- und Gebietsstrukturen. Heidelberg: Physica-Verl., 2002.
- [65] IRRGANG, B.: Innovationskulturen, Technologietransfer und technische Modernisierung. In: KORNWACHS, K. (Hrsg.): Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen: Beiträge der gemeinsamen Workshops von acatech und der Stiftung Brandenburger Tor in den Jahren 2006 und 2007. München: acatech, 2007, S. 149-166.
- [66] DREHER, J.: Interkulturelle Arbeitswelten: Produktion und Management bei Daimler Chrysler. Frankfurt am Main/New York: Campus-Verl., 2005.
- [67] MUMFORD, L.: Kunst und Technik. Stuttgart: Kohlhammer, 1959.
- [68] BANSE, G.: Zwischen Zukunftsprojektion und Pragmatik: Technische Utopien in der DDR. In: KARAFYLLIS, N. C.; HAAR, T. (Hrsg.): Technikphilosophie im Aufbruch: Festschrift für Günter Ropohl. Berlin: Ed. Sigma, 2004, S. 23-37.
- [69] BANSE, G.: Zukunftsdenken zwischen Entwicklungs- und Risikoszenarien. In: KRAUSE, G. (Hrsg.): Kapitalismus und Krisen heute: Herausforderung für Transformationen. Berlin: Trafo, 2011, S. 153-181 (Abh. Leibniz-Sozietät d. Wiss. 28).
- [70] HEBRIK, R.: Soziologische Untersuchung zum Begriff der Vision. Konstanz, Universität, Magisterarbeit, 2001.
- [71] GRUNWALD, A.: Umstrittene Zukünfte und rationale Abwägung: prospektives Folgenwissen in der Technikfolgenabschätzung. *Technikfolgenabschätzung: Theorie und Praxis* 16 (2007), Nr. 1, S. 54-63.
- [72] GRUNWALD, A.: Technikzukünfte als Medium von Zukunftsdebatten und Technikgestaltung. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2012 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 6).

- [73] GREINER, J.; HUBER, E.: Mit Visionen neue Kräfte mobilisieren. In: NIEDERMAIR, G. (Hrsg.): Zeit für Visionen. Sternenfels: Wissenschaft & Praxis, 2000, S. 19-44.
- [74] DIERKES, M.; HOFFMANN, U.; MARZ, L.: Leitbild und Technik: zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen. Berlin: Ed. Sigma, 1992.
- [75] MAMBREY, P.; PAETAU, M.; TEPPER, A.: Technikentwicklung durch Leitbilder: Neue Steuerungs- und Bewertungsinstrumente. Frankfurt am Main/New York: Campus-Verl., 1995.
- [76] DREHER, J.; STEGMAIER, P. (Hrsg.): Zur Unüberwindbarkeit kultureller Differenz: grundlagentheoretische Reflexionen. Bielefeld: Transcript, 2007.
- [77] HETTLAGE, R.: Technologietransfer und Kulturkonflikt: zur Notwendigkeit einer schöpferischen Selektion. In: SCHEURINGER, B. (Hrsg.): Wertorientierungen und Zweckrationalität: soziologische Gegenwartsbestimmungen; Friedrich Fürstenberg zum 60. Geburtstag. Opladen: Leske u. Budrich, 1990, S. 71-90.
- [78] BUNGARD, W.; LENK, H.: Technikbewertung: philosophische und psychologische Perspektiven. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1988.
- [79] GRUNWALD, A.: Technikfolgenabschätzung: eine Einführung. Berlin: Ed. Sigma, 2002.
- [80] VDI – Verein Deutscher Ingenieure: Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen; Erläuterungen und Hinweise zur VDI-Richtlinie 3780. Düsseldorf: VDI-Verl., 1991.
- [81] PETERMANN, Th.; SCHERZ, C.: TA und (Technik-)Akzeptanz(-forschung). Technikfolgenabschätzung: Theorie und Praxis 14 (2005), Nr. 3, S. 45-53.
- [82] RENN, O.; ZWECK, A.: Risiko und Technikakzeptanz. Berlin u.a.: Springer, 1997.
- [83] HALLER, L. (Hrsg.): Risikowahrnehmung und Risikoeinschätzung. Hamburg: Kovač, 2003.
- [84] JUNGERMANN, H.: Technisches und intuitives Risiko. In: ZIMMERLI, W. Chr.; SINN, H. (Hrsg.): Die Glaubwürdigkeit technisch-wissenschaftlicher Informationen. Düsseldorf: VDI-Verl., 1990, S. 31-37.
- [85] PETERMANN, Th.; BRADKE, H.; LÜLLMANN, A. u.a.: Was bei einem Blackout passiert: Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls. Berlin: Ed. Sigma, 2011 (Studien des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag 33).
- [86] ROßNAGEL, A.; WEDDE, P.; HAMMER, V. u.a.: Die Verletzlichkeit der „Informationsgesellschaft“. Opladen: Westdt. Verl., 1989 (Sozialverträgliche Technikgestaltung 5).
- [87] HABERMAS, J.: Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. 2. Zur Kritik der funktionalistischen Vernunft. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1981.
- [88] LANGENBACH, Chr. J.; ULRICH, O. (Hrsg.): Elektronische Signaturen: kulturelle Rahmenbedingungen einer technischen Entwicklung. Berlin u.a.: Springer, 2002 (Wissenschaftsethik u. Technikfolgenabschätzung 12).

- [89] BÖHN, A.; MÖSER, K. (Hrsg.): Techniknostalgie und Retrotechnologie. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2010 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 2).
- [90] EISEWICHT, P.; GRENZ, T.; PFADENHAUER, M. (Hrsg.): Techniken der Zugehörigkeit. Karlsruhe: KIT Scientific Publ., 2012 (Karlsruher Studien Technik und Kultur 5).
- [91] BANSE, G.: Im Fokus der Sicherheitsforschung: Sicherheitskulturen. In: BANSE, G.; KREBS, I. (Hrsg.): Kulturelle Diversität und Neue Medien: Entwicklungen, Interdependenzen, Resonanzen. Berlin: Trafo, 2011, S. 207-227 (e-Culture 16).
- [92] BELYOVÁ, L.; BANSE, G.: Sicherheit und Sicherheitskultur. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hrsg.): Technik – Sicherheit – Techniksicherheit. 5. Symposium des AK Allgemeine Technologie der Leibniz-Sozietät der Wiss. zu Berlin und des KIT-ITAS am 16. 11. 2012 in Berlin. Berlin: Trafo, 2013, S. 21-31 (Sitzungsber. Leibniz-Sozietät d. Wiss. 116).
- [93] GROTE, G.; KÜNZLER, C.: Sicherheitskultur in soziotechnischen Systemen. In: GROTE, G.; KÜNZLER, C. (Hrsg.): Theorie und Praxis der Sicherheitskultur. Zürich: vdf Hochschulverlag, 1996, S. 37-51.
- [94] MÜLLER, St. u.a.: Safety culture – a reflection of risk awareness. Zürich: Swiss Reinsurance Comp., 1998.
- [95] KSA – Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen: Sicherheitskultur in einer Kernanlage. Erfassung, Bewertung, Förderung. KSA-Report, No. 04-01, Januar 2004.
- [96] BELYOVÁ, L.: Kulturelle Faktoren qualitätsorientierter Unternehmensstrategien unter sicherheitsrelevanten Aspekten. Berlin: Trafo, 2013 (e-Culture 18).
- [97] GROTE, G.; KÜNZLER, C.: Diagnosis of safety culture in safety management audits. Safety Science 34 (2000), pp. 131-150.
- [98] KÜNZLER, C.; GROTE, G.: SAM – ein Leitfaden zur Bewertung von Sicherheitskultur in Unternehmen. In: RÜTTINGER, B.; NOLD, H.; LUDBORZS, B. (Hrsg.): Psychologie der Arbeitssicherheit. 8. Workshop 1995. Heidelberg: Asanger, 1996, S. 78-93.
- [99] HARTMANN, A.: Ganzheitliche IT-Sicherheit: ein neues Konzept als Antwort auf ethische und soziale Fragen im Zuge der Internationalisierung von IT-Sicherheit im 21. Jahrhundert. In: 4. Deutscher Sicherheitskongress. 8. bis 11. Mai 1995. Bonn: BSI, 1995, Sektion 7, S. 1-13 (BSI 7165).
- [100] FRATZSCHER, W.: Über Sicherheitskultur bei Kernkraftwerken. In: BANSE, G.; REHER, E.-O. (Hrsg.): Technik – Sicherheit – Techniksicherheit. Berlin: Trafo, 2013, S. 33-49 (Sitzungsber. Leibniz-Sozietät d. Wiss. 116).
- [101] WEIBBACH, H.-J.: Kommunikative und kulturelle Formen der Risikobewältigung in der informatisierten Produktion. In: WEIBBACH, H.-J.; POY, A. (Hrsg.): Risiken informatisierter Produktion: theoretische und empirische Ansätze; Strategien zur Risikobewältigung. Opladen: Westdt. Verl., 1993, S. 69-102.

- [102] WEIBBACH, H.-J.; FLORIAN, M.; ILLIGEN, E.-M. u.a.: Technikrisiken als Kulturdefizite: die Systemsicherheit in der hochautomatisierten Produktion. Berlin: Ed. Sigma, 1994.
- [103] MOOSMÜLLER, A.: Interkulturelle Kompetenz und interkulturelle Kenntnisse. Überlegungen zu Ziel und Inhalt im auslandsvorbereitenden Training. In: ROTH, K. (Hrsg.): Mit der Differenz leben: europäische Ethnologie und Interkulturelle Kommunikation. Münster u.a.: Waxmann, 1996, S. 8-20.
- [104] DERNBACH, B.; MEYER, M. (Hrsg.): Vertrauen und Glaubwürdigkeit: interdisziplinäre Perspektiven. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss., 2005.
- [105] KLUMPP, D.; KUBICEK, H.; ROßNAGEL, A. u.a. (Hrsg.): Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft. Berlin u.a.: Springer, 2008.
- [106] BANSE, G.: Über den Umgang mit Unbestimmtheit. Leibniz Online: Z. der Leibniz-Sozietät e.V. (2016), Nr. 22, S 1-20.
URL: <http://leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2016/03/Banse.pdf>.
- [107] RÖSE, K.: Mensch-Maschine-Interaktion in Zeiten des globalen Wandels: Gestaltungsaspekte internationaler IT-Produkte. In: RÖSCH, O. (Hrsg.): Technik und Kultur. Berlin: Verl. News & Media, 2008, S. 137-148 (Wildauer Schriftenreihe/Interkulturelle Kommunikation 6).
- [108] SCHOPER, Y.-G.: Kulturelle Unterschiede im Qualitätsverständnis: dargestellt am Beispiel von technischen Produkten. In: RÖSCH, O. (Hrsg.): Technik und Kultur. Berlin: Verl. News & Media, 2008, S. 129-136 (Wildauer Schriftenreihe / Interkulturelle Kommunikation 6).
- [109] MEIER, B. (Hrsg.): Arbeit und Technik in der Bildung: Modelle arbeitsorientierter technischer Bildung im internationalen Kontext. Frankfurt am Main u.a.: Lang, 2012 (Gesellschaft und Erziehung 12).
- [110] MEIER, B.; BANSE, G. (Hrsg.): Allgemeinbildung und Curriculumentwicklung: Herausforderungen an das Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik. Frankfurt am Main u.a.: Lang, 2015 (Gesellschaft und Erziehung 15).

Zum Wandel der antiatomistischen Position Ostwalds und Anmerkungen zum Erkenntnisfortschritt über die atomare Struktur bis in die heutige Zeit.

Ulf Messow und Knut Asmis

Vorstellungen über Atome reichen bis in die Antike zurück. Für den kleinsten nicht mehr teilbaren Baustein eines Stoffes führte der griechische Philosoph DEMOKRIT (ca. 460 v. Chr. – ca. 370 v. Chr.) den Begriff „atomos“ ein. Heute wissen wir, Atome sind teilbar, sie bestehen aus einer Vielzahl sogar ineinander umwandelbarer Teilchen und lassen sich mit der Feldionen-, Rastersonden- oder Elektronenmikroskopie sichtbar machen. Seit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert sind immer wieder neue Erkenntnisse über den Aufbau der Materie und die fundamentalen Wechselwirkungen der Elementarteilchen bekannt geworden. Entscheidend dazu hat in den letzten Jahren die internationale Forschungseinrichtung im Kanton Genf am CERN (European Organisation for Nuclear Research) beigetragen. Auf nahezu Lichtgeschwindigkeit wurden dort Teilchen beschleunigt und zur Kollision gebracht [1]. Spektakulär war jüngst der Nachweis des vor 40 Jahren von Peter HIGGS und Francois ENGLERT vorhergesagten „Higgs-Bosons“ im Jahre 2012. Im Rahmen des Standardmodells der Teilchenphysik fand die Theorie, nach der Elementarteilchen ihre Masse durch die Wechselwirkung mit dem Higgs-Feld erhalten, eine weitere Bestätigung. Das war aber Ende des 19. Jahrhunderts noch nicht bekannt. Vorstellungen über Atome existierten in Form der „Atomhypothesen“, die aus den stöchiometrischen Grundgesetzen oder dem thermischen Verhalten von Gasen angenommen wurden. Diese Hypothesen gehörten auch zum Grundwissen der ersten Lehrbücher von Wilhelm OSTWALD (1853-1932) [2]. In der Zeit als Hochschullehrer an der Universität Leipzig 1887 bis 1906 vertrat OSTWALD jedoch zunehmend eine antiatomistische Position. Er stellte schließlich die Energie über den Materiebegriff. Kleinste, chemisch nicht mehr teilbare Bausteine (Atome) wären überflüssig, und in der Folge begann OSTWALD seine Lehrbücher vom Ballast der „Atomhypothese“ zu befreien. Immer mehr vermied er den Atombegriff [3]. Erst in der 4. Auflage seines Lehrbuches „Grundriß der allgemeinen Chemie“ bekennt er [4, siehe Vorbericht Großbothen 1908]:

„Ich habe mich überzeugt, daß wir seit kurzer Zeit in den Besitz der experimentellen Nachweise für die diskrete oder körnige Natur der Stoffe gelangt sind, welche die Atomhypothese seit Jahrhunderten, ja Jahrtausenden vergeblich gesucht hatte. Die Isolierung und Zählung der Gasionen einerseits, welche die langen und ausgezeichneten Arbeiten von J. J. Thomson mit vollem Erfolge gekrönt haben, und die Übereinstimmung der Brownschen Bewegung mit den Forderungen der kinetischen Hypothese andererseits, welche durch eine Reihe von Forschern, zuletzt am vollständigsten durch J. Perrin erwiesen worden ist, berechtigen jetzt auch den vorsichtigen Wissenschaftler, von einem experimentellen Beweise der atomistischen Beschaffenheit der raumerfüllenden Stoffe zu sprechen.“

Ausgehend von diesem Wandel soll im vorliegenden Beitrag auf weitere Beweise für die Existenz von Atomen eingegangen werden. Das spannende Forschungsgebiet der Elementarteilchen bleibt Physikern vorbehalten, und Entdeckungen dazu können nur erwähnt werden. Im Folgebeitrag interessiert, in welcher Form zunehmende Erkenntnisse über atomare bzw. molekulare Eigenschaften Eingang in physikalisch-chemische Grundlagenversuche in der Ausbildung von Chemikern an dem von OSTWALD gegründeten Institut für Physikalische Chemie an der Universität Leipzig gefunden haben [5].

Anmerkungen zu den Atomhypothesen

Frühzeitig führten analytische Untersuchungen zur Erkenntnis, dass das Gewichtsverhältnis zweier sich zu einer chemischen Verbindung vereinigender Elemente konstant ist – bekannt als Gesetz der konstanten Proportionen des französischen Chemikers Joseph-Louis PROUST (1754-1826). Entstehen mehrere Verbindungen aus zwei Elementen, so stehen diese im Verhältnis einfacher ganzer Zahlen (Gesetz der multiplen Proportionen nach John DALTON (1766-1844)). Weitere Untersuchungen durch den deutschen Chemiker Jeremias Benjamin RICHTER (1762-1807) ergaben die Verallgemeinerung, Elemente vereinigen sich stets im Verhältnis bestimmter Verbindungsgewichte (Äquivalentgewichte) oder ganzzahliger Vielfache (Gesetz der äquivalenten Proportionen). Anhand der stöchiometrischen Gesetzmäßigkeiten stellte DALTON 1807 seine Atomhypothesen auf, die häufig – sprachlich modifiziert – Eingang in den Lehrbüchern der anorganischen und physikalischen Chemie gefunden haben, so z.B. [6, S. 15]. Zu Ehren von DALTON wird heute die atomare Masseneinheit in „Da“ angegeben, $1 \text{ Da} = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. OSTWALD selbst zitiert DALTON wie folgt [7, Bd. 1, S. 133]:

„Dalton schloß also, daß die Atome jedes reinen Stoffes untereinander vollkommen gleich sind. ...Dalton nahm weiter an, daß die chemischen Verbindungen dadurch entstehen, daß sich die Atome der Bestandteile oder Elemente in bestimmter Zahl und auf bestimmte Weise aneinander lagern; jeder zusammengesetzte Stoff enthält also die Atome seiner Elemente auf bestimmte Weise geordnet.“

Zuvor hat er die Zweckmäßigkeit und Vorstellung einer Hypothese hervorgehoben [7, Bd. 1, S. 132]:

„Diese Vorstellung ist für sich der Prüfung nicht zugänglich, sondern nur in ihren Konsequenzen. Da man niemals beweisen kann, daß nicht auch andere Vorstellungen zu den gleichen Konsequenzen führen, so kann man auch die Richtigkeit einer solchen Vorstellung nie beweisen. Wohl aber kommt ihr die Eigenschaft der Zweckmäßigkeit zu, wenn sie gestattet, die fraglichen Konsequenzen leicht und anschaulich zu entwickeln, und so die Erlernung und Anwendung der Gesetze zu erleichtern.“

Gemäß dem DALTON'schen Postulat besteht ein Zusammenhang zwischen dem analytisch bestimmbar Massenverhältnis der Elemente einer Verbindung und den relativen Atommassen. Die absoluten Massen der Atome liegen zwischen 10^{-22} und 10^{-24} g und wurden erstmalig Mitte des 19. Jahrhunderts mittels präziser Gasdichtebestimmung ermittelt. Ihr Gebrauch ist für den Chemiker unpraktisch. Ord-

net man dagegen einem Element den Zahlenwert einer Masse als Bezugswert zu, so ergeben sich für die Atome anderer Elemente relative Atommassen. Sie drücken aus, wievielmals mehr Masse sie bezüglich des ausgewählten Bezugselementes besitzen. Dem Kapitel „Die stöchiometrischen Grundgesetze und die Atomhypothese“ ist dem Band 1 „Stöchiometrie“ in diesem Zusammenhang zu entnehmen [2, S. 19]:

„Von den Atomgewichten können wir gegenwärtig nur die relativen Werte ermitteln; es ist somit zunächst eine Wahl zu treffen, welches man als Einheit der übrigen zu Grunde legen soll. Zwei Elemente haben abwechselnd diesen Rang behauptet: der Wasserstoff und der Sauerstoff. Ersterer wurde von Dalton in der ersten Tabelle der Atomgewichte zum Ausgangspunkt gewählt, weil er den kleinsten Wert besitzt. Wollaston setzt dagegen den Sauerstoff = 10 und Berzelius denselben = 100, weil fast alle Elemente gut charakterisierte Sauerstoffverbindungen bilden, während nur verhältnismässig wenige sich mit Wasserstoff vereinigen. Die Zahlen 10 und 100 statt 1 wurden gewählt, um die Atomgewichte der anderen Stoffe nicht allzu klein werden zu lassen.“

Für eine Bestätigung der DALTON'schen Atomhypothesen trugen die Gasgesetze nach Joseph-Louis GAY-LUSSAC (1778-1850) und Amadeo AVOGADRO (1776-1856) bei. Gemäß AVOGADRO enthalten verschiedene Gase bei gleicher Temperatur und gleichem Druck in gleichen Volumina die gleiche Anzahl von Molekülen (1811, AVOGADRO'sches Gesetz). AVOGADRO verwendete den Begriff des Moleküls (molecula = kleine Masse) für größere Atomverbände.

Als Avogadro-Zahl (im älteren deutschen Schrifttum mitunter auch LOSCHMIDT'sche Zahl genannt) ist in die Literatur die absolute Anzahl der Teilchen in einem Mol eingegangen und wird auf das Mol bezogen Avogadro-Konstante genannt: $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

AVOGADRO hat diesen Zahlenwert selbst nicht bestimmt. Er wurde jedoch in der Folge durch zahlreiche Forscher ermittelt. Erstmals gelang dies dem Wiener Physiker Josef LOSCHMIDT (1821-1895) im Jahre 1865 aus der kinetischen Gastheorie; später auch Max PLANCK (1858-1947) 1900 an Hand seines Strahlungsgesetzes aus der Intensitätsverteilung im Spektrum eines schwarzen Körpers [8, S. 23]. Beide bezogen ihren Wert ($2,687 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$) aber noch auf die Anzahl Teilchen pro Volumen eines Gases. Erst 1909 wurde die Zahl der Teilchen in einem Mol auf Vorschlag des französischen Physik Nobelpreisträgers (1926) Jean-Baptiste PERRIN (1870-1942) als Avogadro-Zahl bezeichnet. Der von ihm aus Sedimentationsversuchen erhaltene Wert stellte einen weiteren wichtigen Beweis für die Anzahl der Teilchen (Atome oder Moleküle) pro Stoffmenge dar. Die absoluten atomaren Massen ergeben sich durch Bezug der (relativen) Molekülmasse auf diese Konstante in g/mol.

Die Originalarbeiten von PROUST, DALTON und AVOGADRO sind in der von OSTWALD 1889 herausgegebenen Reihe „Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften“ im Verlag Wilhelm Engelmann in Leipzig mit eigenen Anmerkungen aufgenommen worden [9, 10].

Im Rahmen der kinetischen Theorie der Gase verstand James C. MAXWELL (1831-1879) 1860 unter den Atomen kleine, harte Kugeln, die vollkommen elastische Stöße durchführen. Derartige atomistische Vorstellungen gingen auch in die Deutung des osmotischen Druckes nach Jacobus Henricus VAN'T HOFF (1852-1911) ein. 1887 erschien von ihm im ersten Heft der von OSTWALD begründeten und von beiden herausgegebenen Zeitschrift für Physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre, die fundamentale Arbeit „Die Rolle des osmotischen Druckes in Analogie zwischen Lösungen und Gasen“.

In der am 23. November 1887 in der Aula der Universität Leipzig gehaltenen Antrittsvorlesung äußert sich OSTWALD wie folgt [11]:

„Die fundamentale Theorie der Chemie, die Atomtheorie, ist beinahe so alt, als die Wissenschaft überhaupt, denn ihre Väter sind, soweit uns bekannt, die Philosophen des griechischen Altertums, und doch hat sie keinen bemerkenswerten Einfluß geübt, bevor Jeremias Benjamin Richters Gesetz der unveränderlichen Verbindungsgewichte und Daltons Gesetz der multiplen Proportionen ihr einen tatsächlichen Inhalt gab. Und eine der wirksamsten Verallgemeinerungen der modernen Chemie, der Satz von Avogadro, daß in gleichen Räumen verschiedener Gase gleichviel Molekeln seien, und daß demgemäß die Molekeln der meisten elementaren Gase nicht einfach sein können, hat dreißig Jahre lang den Chemikern vorgelegen, ...“

Ostwalds Hinwendung zum Antiatomisten

Ausführlich widmeten sich schon RODNYJ und SOLOWJEW der vorübergehenden antiatomistischen Position von OSTWALD [3]. Lesenswert und informativ ist aber auch die Belegarbeit von Dieter BROWARZIK † und Günther HOBERG [12]. In jüngster Zeit gingen Jan-Peter DOMSCHKE und Hansgeorg HOFMANN 2012 auf die energetische Denkweise OSTWALDS ein [13]. Hat OSTWALD zunächst unter Substanz sowohl Energie als auch Materie verstanden, verabsolutiert er im Weiteren den Begriff Energie beginnend mit den Studien zur Energetik 1891/92 [14, 15]: Materie sei lediglich ein Komplex von Energiefaktoren. Zur Einführung der Energie in die physikalische Chemie und zu Arbeiten OSTWALDS auf dem Gebiet der Thermodynamik recherchierten Karl HANSEL (1942-2006) [16] bzw. Konrad KRAUSE und Ulf MESSOW [17]. Im starken Maße hatten OSTWALD die thermodynamischen Arbeiten Josiah Willard GIBBS (1839-1903) beeinflusst [18]. Bereits erschienene Lehrbücher überarbeitete OSTWALD vom Standpunkt seines allgemeinen Verständnisses zur Energie. Der bisherige 2. Band des Lehrbuches der allgemeinen Chemie „Verwandtschaftslehre“ erschien nun unter „Chemische Energie“. In der Einleitung zu diesem überarbeiteten Band heißt es [7, S. VI]:

... Ohnedies drängt die Entwicklung der messenden Naturwissenschaften gegenwärtig unwiderstehlich auf den Gedanken hin, welcher den Mittelpunkt des vorliegenden Werkes bildet: dass alles Geschehen in der Welt nur in Änderungen der Energie im Raume und in der Zeit besteht, und dass somit diese drei Größen die allgemeinsten Grundbegriffe sind, auf welche alle messbaren Dinge zurückzuführen sind.“

Ausführlich ging OSTWALD in seiner Faraday-Vorlesung in London 1904 auf die aus energetischer Sicht abgeleiteten stöchiometrischen Grundgesetze ein und resümiert [19, S. 24]:

„Die chemische Dynamik kann somit dasselbe leisten, was man bisher nur mit dem Bilde der Atomtheorie hat erreichen können. Sie hat in dieser Beziehung die Atomtheorie entbehrlich gemacht.“

Nach Einführung von thermodynamischen Begriffen wie Gleichgewicht, Phase und Phasenregel nach GIBBS, homogener und inhomogener makroskopischer Körper, bezeichnet er im Unterschied zu Lösungen Körper als „hylotrop“, die während einer Phasenumwandlung unverändert bleiben. Mit Hilfe der Definition des chemischen Individuums gelangt er zum ersten stöchiometrischen Gesetz, dem Gesetz der konstanten Proportionen (Joseph Louis PROUST 1799). Ein chemisches Individuum würde vorliegen, wenn ein Körper über ein endliches Gebiet von Temperaturen und Drucken hylotrope Phasen bildet. OSTWALD nutzt in seiner verbalen „Ableitung“ die bekannte Eigenschaft von Dampf- oder Siededruckkurven, dass diese eindeutig von der Zusammensetzung (Mengenverhältnis und Natur der hylotropen Phase) bestimmt werden. Ähnlich stellt OSTWALD das Gesetz der multiplen Proportionen und das der Verbindungsgleichgewichte vor. Mit Recht kommentieren RODNYJ und SOLOWJEW OSTWALDS Bemühungen *„... als mißlungenen Versuch, mit Hilfe der Thermodynamik die stöchiometrischen Gesetze, die sich vernünftig wirklich nur auf dem Boden der Atom- und Molekularhypothese erklären lassen, zu deuten“* [3, S. 221].

So sparsam wie möglich geht OSTWALD nur noch auf die Atomhypothesen ein – vergl. dazu die Ausführungen in [20, S. 155]. Er wollte sich auf experimentelle Befunde beschränken und versuchte auch auf dem Gebiet der Lösungen, die elektrolytische Dissoziation von atomistischen Vorstellungen zu befreien. In der Einführung zu dem Lehrbuch „Grundlinien der anorganischen Chemie“ betont er [20, S. VII]:

„Mit besonderer Sorgfalt bin ich bei der Entwicklung des Ionenbegriffes zu Werke gegangen. Es wird vielleicht nicht genügend beachtet, dass es möglich, ja notwendig ist, diesen Begriff als rein chemischen und nicht als einen elektrischen einzuführen. Wenn er auch geschichtlich auf dem zweiten Weg entstanden ist, so beruht doch seine Bedeutung darauf, dass er die chemische Thatsache der individuellen Reaktionen der Salzbestandteile zum Ausdruck bringt, und in solchem Sinne habe ich ihn auch entwickelt.“

Nach OSTWALD sind Ionen geladene Stoffe, die sich von den Nichtionen in ihrem Energieinhalt unterscheiden [20, S. 197ff]. Ionen wären selbständig existierende Energieportionen, heißt es an anderer Stelle [3, S. 219]. OSTWALDS energetische Vorstellungen sind vor allem in die Arbeiten „Die Thermochemie der Ionen“ und „Über chemische Energie“ eingeflossen. Er stellte sich sogar ein „Chemometer“ als Messgerät zum Kenntlichmachen des Eintretens einer Reaktion vor [21, 22]. Diese Veröffentlichungen entstanden in der Zeit der vollständigen Anerkennung der ARRHENIUS'schen Dissoziationstheorie und der Durchführung zahlreicher experimenteller Arbeiten auf dem Gebiet der Lösungen im Zweiten Chemischen

Laboratorium in der Leipziger Brüderstrasse. 1888 hatte OSTWALD das nach ihm benannte Dissoziationsgesetz an Hand der Leitfähigkeit von Elektrolyten bei einer bestimmten Verdünnung und dem Grenzwert bei unendlicher Verdünnung abgeleitet. Den Bau und die Wirkung einzelner Atomgruppen studierte er im Weiteren eingehend an Hand einzelner Atomgruppen an 240 Säuren [23]. OSTWALDS Hinwendung, beobachtbare Vorgänge konsequent aus energetischer Sicht zu erklären, hatte auch Vorteile und führte zu neuen Erkenntnissen: 1894 Definition der Katalyse, 1895 Erklärung der Unterschiede in der Kristallbildung bei Quecksilberoxid, 1897 Aufstellung der Stufenregel, Annahme von Zwischenprodukten bei einer Reaktion.

Folgenreich war OSTWALDS umstrittener Vortrag „Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus“ 1895. Einem breiten Publikum stellte er auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Lübeck seine energetischen Überlegungen zur Deutung der Naturerscheinungen vor und postulierte u.a.:

„Somit ist die Materie nichts, als eine räumlich zusammengeordnete Gruppe verschiedener Energien, und alles, was wir von ihr aussagen wollen, sagen wir nur von diesen Energien aus“ [24, S. 37].

Kritisch äußerten sich zur Energetik damals vor allem Ludwig BOLTZMANN (1844-1906) und Max PLANCK (1858-1947) [25, 26]. Überarbeitung, Ermüddungserscheinungen und natürlich auch kontroverse Diskussionen veranlassten OSTWALD ein Jahr später, das Sommersemester 1896 ohne wissenschaftliche Arbeit zu einer längeren Erholungsphase zu nutzen. Ein entsprechender Urlaub wurde ihm genehmigt. Trotz der wissenschaftlichen Meinungsdivergenzen setzte sich OSTWALD 1898 erfolgreich für BOLTZMANNs Berufung nach Leipzig ein. Seit dem WS 1900 bis 1902 lehrte BOLTZMANN als Professor für theoretische Physik an der Universität Leipzig. In dieser Zeit entstand zwischen den Familien OSTWALD und BOLTZMANN ein freundschaftliches Verhältnis [27, S. 55].



Abb. 1

Unter dem Motto „Nicht nehmen giebt's nicht“ fand 1900 die Weihnachtsfeier im Physikalisch-chemischen Institut mit dem Gastredner Henricus VAN'T HOFF (1852-1911) statt. Neben OSTWALD in der Mitte des Bildes steht BOLTZMANN. Weiter links ist VAN'T HOFF zu sehen. Links unten im Bild sitzen nebeneinander Max BODENSTEIN (1871-1942) und Kikunae IKEDA (1864-1936).

Über die gemeinsame Aufnahme des Fotos mit Harry Wheeler MORSE (1873-1936) und die Feier berichtete OSTWALDS ehemaliger Schüler von 1899 bis 1901 Charles William FOULK (1869-1958) in [28].

Zum Wirken von Ostwald in der Atomgewichtskommission

Der Vorstand der Deutschen Chemischen Gesellschaft berief am 1. Dezember 1897 eine Kommission unter dem Vorsitz von Hans LANDOLT (1831-1910) sowie Wilhelm OSTWALD und Karl SEUBERT (1851-1942) mit der Aufgabe der zweckmäßigsten Festlegung der Atomgewichte. 1900 wurde dann eine internationale Kommission gegründet, der OSTWALD jedoch erst ab 1906 angehörte. Auf das Wirken OSTWALDS in diesen Kommissionen ging RESCHETILOWSKI in den Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft ein [29]. Obwohl OSTWALD zunächst der internationalen Kommission nicht angehörte, verfolgte er trotzdem mit großem Interesse die Diskussionen, Wasserstoff oder Sauerstoff als Bezugseinheit für die relativen Atomgewichte zu wählen. Vehement setzte er sich für die Einführung der „Sauerstoffbasis“ ein. 1906 wurde schließlich Sauerstoff dem Wasserstoff vorgezogen. Bis 1921 war OSTWALD mit Unterbrechung während des ersten Weltkrieges in der internationalen Atomgewichtskommission tätig. 1961 wählte die IUPAC-Atommassenkommission als Basis das Kohlenstoffisotop $^{12}\text{C} = 12$ zur Berechnung der Atommassen der chemischen Elemente. Ging OSTWALD in seinem Lehrbuch der Stöchiometrie noch von 67 sicher bestimmten Elementen aus, so sind heute 118 Elemente bekannt, und hochentwickelte Massenspektrometer gestatten das genaueste Messen der Massen von Atomen oder Molekülen.

Zur Existenz von Atomen und ihren Eigenschaften

Als ausschlaggebenden Beweis für die Existenz von Atomen führt OSTWALD in seinen in den 1920er Jahren abgefassten Lebenslinien die Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Wilhelm Conrad RÖNTGEN (1845-1923) an und verweist *auf eine Fülle neuer Tatsachen*. Er schreibt [30, S. 233]:

„Hierbei wurde die bis dahin hypothetische Beschaffenheit der Atomlehre beseitigt und diese zu einem Zweig der experimentellen Physik und Chemie gemacht. Ich habe, nachdem die Entwicklung eingetreten war, nicht unterlassen, öffentlich zu erklären, dass damit meine früheren Bedenken gegen die Zweckmäßigkeit der Atomlehre beseitigt waren ...“

Zur „Fülle neuer Tatsachen“ gehörten neben der Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1896 die der Elementarteilchen der Elektrizität und der Radioaktivität. George J. STONEY (1826-1911) gab 1874 den elektrischen beobachtbaren Ladungsträgern den Namen Elektron. John THOMSON (1856-1937) untersuchte 1897 diese eingehend in einer Entladungsröhre in Form der negativ geladenen Kathodenstrahlen. Damit war widerlegt, dass Atome unteilbar sind. Gestützt wurde dies weiter durch die Beobachtung der natürlichen Radioaktivität durch Henry BECQUEREL (1852-1908). Von Marie CURIE (1867-1934) stammt die Bezeichnung Radioaktivität. Für die Arbeiten zur radioaktiven Strahlung erhielt sie gemeinsam mit ihrem Ehemann Pierre CURIE (1859-1906) 1903 den Nobelpreis für Physik, 1911 einen

zweiten auf dem Gebiet der Chemie für die Entdeckung der radioaktiven Elemente Radium und Polonium. Ein ganz anderes charakteristisches Indiz für die Unterscheidung von Atomen war längst durch die seit 1859 gemeinsam von Robert W. E. BUNSEN (1811-1899) und Gustav R. KIRCHHOFF (1824-1887) durchgeführten Spektraluntersuchungen in Form der charakteristischen Spektrallinien bekannt. 1892 stellte OSTWALD fest, dass die Absorptionsspektren von Salzen gleich sind, wenn sie dasselbe gefärbte Ion enthalten [31].

Stichpunktartig seien ausgewählte Erkenntnisse zum Bau des Atoms und der Mikrowelt der Atome aufgeführt – siehe dazu auch [32]:

1900: Max PLANCK postulierte bei der Aufstellung seines Strahlungsgesetzes, dass der Energieaustausch (Aufnahme und Abgabe) eines schwarzen Körpers mit seiner Umgebung in Form elektromagnetischer Strahlung nicht kontinuierlich, sondern nur in Vielfachen kleinster Energiepakete $E = h \cdot \nu$ erfolgt (Quantenhypothese). Hierbei entspricht ν der Frequenz eines (abstrahlenden) Oszillators und die Konstante h , ursprünglich als Hilfskonstante eingeführt, dem elementaren Wirkungsquantum ($h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js), welches später zu Ehren PLANCKS in PLANCKSches Wirkungsquantum umbenannt wurde. h ist u.a. aus spektroskopischen Messungen, Ionisationsspannungen und dem photoelektrischen Effekt zugänglich.

1905: Albert EINSTEIN (1879-1955) schlug nach seiner Dissertation über die Bestimmung von Moleküldimensionen ein Experiment zum Nachweis der Existenz der Atome an Hand der Zitterbewegung kleiner Partikel vor (dies entsprach der 1827 beobachteten BROWN'schen Bewegung von Pollen). Im selben Jahr beendete er die Arbeit zum photoelektrischen Effekt und veröffentlichte in dem Nachtrag der Publikation „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ seine berühmte Formel $E = m \cdot c^2$ (Äquivalenz von Masse und Energie). Es war aber seine Deutung des photoelektrischen Effekts, die auf der Annahme basierte, dass auch das Strahlungsfeld selber gequantelt ist (Lichtquantenhypothese), Licht also aus Lichtquanten (Photonen) besteht, für die er 1921 den Nobelpreis in Physik erhielt.

1908: THOMSONS Praktikant am Cavendish-Laboratorium, Ernest RUTHERFORD (1871-1937), konnte zusammen mit Frederick SODDY (1877-1956) den Nachweis erbringen, dass die radioaktiven Strahlen aus den negativen Elektronen (β -Partikel) und den positiv geladenen α -Teilchen (Kerne der Helium-Atome) bestehen.

1912: Peter DEBYE (1884-1966) entwickelte für die Verschiebung der Schwerpunkte der negativen Ladung der Elektronen (Elektronenpolarisation) und der positiven der Atomkerne (Atompolarisation) die nach ihm benannte Gleichung für die Molekularpolarisation.

1912: Max VON LAUE (1879-1960) stellte fest, dass Röntgenstrahlen mit der Wellenlänge der Abstände der Gitterpunkte von Kristallen an diesen gebeugt werden.

1913: Nach Niels BOHR (1885-1962) kreisen die Elektronen ohne Energie abzustrahlen um den positiv geladenen und massebestimmenden Atomkern. Es existieren zahlreiche weitere Atommodelle [33].

1922: Francis William ASTON (1877-1945), Nobelpreis für Chemie, verbesserte das von seinem Lehrer THOMSON entwickelte Massenspektrometer bestehend aus

einer Ionenquelle, einem Analysator und einem Detektor und fand an Hand der ermittelten Isotopengemische eine Erklärung für nicht ganzzahlige Atomgewichte. 1923: Louis DE BROGLIE (1892-1987) schrieb den Elektronen analog zur dualen Theorie des Lichtes ebenfalls Wellen- und Teilchencharakter zu. 1909 hatte EINSTEIN im Rahmen seiner Arbeiten zur Wärmestrahlung die These der Dualität des Lichts aufgestellt.

1925/26: Zuerst Werner HEISENBERG (1901-1976) und danach Erwin SCHRÖDINGER (1887-1961) leiteten unabhängig voneinander die Quantenmechanik, welche den Aufbau von Materie und insbesondere den Aufbau der aus Elektronen bestehenden Atomhüllen beschreibt, ab; HEISENBERG mit Hilfe der fundamentaleren Matrizenmechanik, SCHRÖDINGER mittels der zugänglicheren Wellenmechanik. Die HEISENBERG'sche Unschärferelation (1927), welche zusammen mit der BORN'schen Wahrscheinlichkeitsinterpretation der Wellenfunktion als Grundlage der Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik gilt, besagt, dass zwei komplementäre Eigenschaften eines quantenmechanischen Objektes, z.B. Ort und Impuls eines Elektrons, nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden können.

1927/28: Paul A. M. DIRAC (1907-1984) entwickelte ausgehend von der Wechselwirkung der Atome mit elektromagnetischen Feldern eine relativistische Quantengleichung für das Elektron und postulierte die Existenz eines Antielektrons (Positron).

1930: Wolfgang PAULI (1900-1955) sagte die Existenz elektrisch neutraler Teilchen von Neutrinos vorher. Viele Jahre galten sie als masselos. 1956 gelang ihr experimenteller Nachweis.

1932: Carl David ANDERSON (1905-1991) entdeckte das Positron aus der Höhenstrahlung in der so genannten WILSON'schen Nebelkammer.

1932: James CHADWICK (1891-1974) wies das Neutron als neutralen Kernbaustein des Atoms nach. Elemente gleicher Protonen- und Elektronenzahl können eine unterschiedliche Anzahl von Neutronen besitzen. Sie werden Isotope genannt und unterscheiden sich in ihrer Gesamtmasse. Die etwa massegleichen Neutronen und Protonen sind teilbar und aus sogenannten Quarks zusammengesetzt.

1951: Erstmals konnte Erwin MÜLLER (1911-1977) durch die Weiterentwicklung des Feldionenmikroskops (1936) Atome als verschwommene Flecken sichtbar machen. Mit dem Abfahren einer Nadelspitze über eine Oberfläche und Ausnutzen des Tunneleffekts verbesserte sich im Rahmen der Rastertunnelmikroskopie in den 1980er Jahren die Auflösung in den atomaren Bereich.

1960: Theodore MAIMAN (1927-2007) entwickelt den Rubin-Laser. Heute dienen verschiedenste laserspektroskopische Verfahren der Erforschung von Atomen und Molekülen. Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) wirken wie ein Lichtverstärker.

1981: Dem schwedischen Physiker Kai SIEGBAHN (1918-2007) wird für die Entwicklung der Photoelektronenspektroskopie als analytische Untersuchungsmethode der Nobelpreis verliehen.

1983: Entdeckung der W- und Z-Bosonen am CERN.

1986: Ernst RUSKA (1906-1988), Gerd BINNIG und Heinrich ROHRER (1933-2013) erhalten den Nobelpreis für Physik für die Entwicklung des Elektronenmikroskops (RUSKA) und des Rastertunnelmikroskops (BINNIG und ROHRER). BINNIG hatte ein Jahr zuvor schon zur Entwicklung des Rasterkraftmikroskops beigetragen. Eine atomare Auflösung wurde erreicht und erlaubte, Atome eines Materials, genauer deren Atomhüllen, abzubilden.

1989: Wolfgang PAUL (1913-1993) und Hans Georg DEHMELT erhalten den Nobelpreis für Physik für die Entwicklung hochpräziser Ionenfallen (Paul-Falle bzw. Penning-Falle) in den 50er (PAUL) bzw. 70er Jahren (DEHMELT). Mit diesen Geräten können die Eigenschaften einzelner Elektronen oder Ionen mit außerordentlich hoher Präzision untersucht werden.

2007: Gerhard ERTL erhält den Nobelpreis für sein Lebenswerk der „Chemischen Reaktionen an Festkörperoberflächen“. Entscheidend trug er mit seiner Arbeitsgruppe u.a. zur Klärung der von OSTWALD beobachteten heterogen katalysierten Ammoniaksynthese durch die atomare Identifizierung der adsorptiven Dissoziation der Stickstoffmoleküle an der Oberfläche bei. Neueste Methoden wie die UV-Photoelektronenspektroskopie, die Kombination der Laserspektroskopie mit dem Molekularstrahlexperiment oder die UHV-Rastertunnelmikroskopie kamen zur Erforschung der Oberflächenprozesse zum Einsatz.

2015: Neutrinos wechseln periodisch ihre Identität. Die Oszillation der Myon-Neutrinos zu Tau- oder Elektron-Neutrinos ist gemäß der Teilchenphysik und den Gesetzen der Quantenmechanik nur möglich, wenn zwei der drei Neutrinos eine Masse besitzen. Für diese Erkenntnisse wurden den Teilchenphysikern Takaaki KAJITA und Arthur MCDONALD der Nobelpreis verliehen.

Bezüglich der energetischen Betrachtungen OSTWALDS und der Reduzierung der Materie auf die Energie bleibt die Frage nach der Masse/Energie - Umwandlung innerhalb der Elementarteilchen eine spannende Frage. Ihre Klärung gehört zu den offenen Forschungsaufgaben am CERN: z.B., Woher kommt die Masse? Warum gibt es überhaupt (noch) Masse? Was ist „Dunkle Energie“? [34].

Literatur:

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/CERN>.
- [2] OSTWALD, W.: Lehrbuch der allgemeinen Chemie: in zwei Bänden. Leipzig: Engelmann, 1885-1887. Bd. 1. Stöchiometrie, 1885; Bd. 2. Verwandtschaftslehre, 1887.
- [3] RODNYI, N. I.; SOLOWJEW, JU. I.: Der Antiatomismus Ostwalds. In: Wilhelm Ostwald. Leipzig: Teubner, 1977, S. 216ff.
- [4] OSTWALD, W.: Grundriß der allgemeinen Chemie. 4., völlig umgearb. Aufl.. Leipzig: Engelmann, 1909.
- [5] MESSOW, U.; ASMIS, K.: Physikalisch-chemische Grundlagenversuche am Physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 21 (2016) 2, S... [Erscheinungstermin Dez. 2016].
- [6] HOLLEMANN, A. F.; WIBERG, E.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Berlin: de Gruyter, 1960.

- [7] OSTWALD, W.: Lehrbuch der allgemeinen Chemie: in zwei Bänden. Bd. 1. Stöchiometrie; Bd. 2., T. 1. Chemische Energie. 2., umgearb. Aufl. Leipzig: Engelmann, 1893.
- [8] EUCKEN, A.; WICKE, E.: Grundriss der physikalischen Chemie. Leipzig: Akad. Verl.- Ges. 1959.
- [9] DALTON, J.; WOLLASTON, W. H.: Die Grundlagen der Atomtheorie. Abhandlungen. 1803-1808. Leipzig: Engelmann, 1889 (Ostwalds Klassiker 3, Hrsg. W. OSTWALD).
- [10] AVOGADRO, A.; AMPÈRE, A.-M.: Die Grundlagen der Molekulartheorie. Abhandlungen (1811 u. 1814). Leipzig: Engelmann, 1889 (Ostwalds Klassiker 8, Hrsg. W. OSTWALD).
- [11] OSTWALD, W.: Die Energie und ihre Wandlungen. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 2 (1997), 1, S. 19-32.
- [12] BROWARZIK, D.; HOBERG, G.: Ostwalds Verhältnis zur Atomistik. Merseburg, Sektion Chemie, Belegarbeit, 1978. - 74 S.
- [13] DOMSCHKE, J.-P.; HOFMANN, H.: Der Physikochemiker und Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald (1853-1932): ein Lebensbild. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 17 (2012), Sonderheft 23.
- [14] OSTWALD, W.: Studien zur Energetik. Ber. Verh. Kgl. Sächs. Ges. Wiss., Math.-phys. Cl. 43 (1891), 3, S. 271-288.
- [15] OSTWALD, W.: Studien zur Energetik. 2. Grundlinien der allgemeinen Energetik. Ber. Verh. Kgl. Sächs. Ges. Wiss., Math.-phys. Cl. 44 (1892), 3, S. 211-237.
- [16] HANSEL, K.: Zur Einführung der Energie in die physikalische Chemie. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 5 (2000), 3, S. 27-35.
- [17] KRAUSE, K.; MESSOW, U.: Anmerkungen zu Arbeiten von Wilhelm Ostwald auf dem Gebiet der Thermodynamik. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 3 (1998), 1, S. 49-72.
- [18] GIBBS, J. W.; OSTWALD, W. (Übers.): Thermodynamische Studien. Leipzig: Engelmann, 1892.
- [19] OSTWALD, W.: Elemente und Verbindungen. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 5 (2000), 1, S. 22-37.
- [20] OSTWALD, W.: Grundlinien der anorganischen Chemie. Leipzig: Engelmann, 1900.
- [21] OSTWALD, W.: Zur Thermochemie der Ionen. Ber. Verh. Kgl. Sächs. Ges. Wiss., Math.-phys. Cl. 45 (1893), 1, S. 54-68.
- [22] OSTWALD, W.: Das Chemometer. Z. phys. Chem. 15 (1894), 3, S. 399-408.
- [23] OSTWALD, W.: Über die Affinitätsgrößen organischer Säuren und ihre Beziehungen zur Zusammensetzung und Konstitution derselben. Z. phys. Chem. 3 (1889), S. 170-197, 241-288, 369-422.
- [24] OSTWALD, W.: Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Verh. Ges. Dt. Naturforscher u. Ärzte: Vorträge in den allgem. Sitzungen (1895), S. 155-168; Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 3 (1998), 1, S. 29-40.

- [25] BOLTZMANN, L.: Ueber Hr. Ostwald's Vortrag über den wissenschaftlichen Materialismus. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 3 (1998), 2, S. 16-21.
- [26] PLANCK, M.: Gegen die neuere Energetik. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 3 (1998), 2, S. 22-27.
- [27] HÖFLECHNER, W.: Wilhelm Ostwald und Ludwig Boltzmann. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 3 (1998), 2, S. 50-59.
- [28] FOULK, C. W.: The Ostwald-van't Hoff photograph and other memories of Ostwald's laboratory. J. Chem. Educ. (1934), S. 355-359.
- [29] RESCHETIŁOWSKI, W.: Winklers Glanz und Ostwalds Gloria im Spiegel der Atomgewichtsfrage. Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges. 15 (2010), 2, S. 61-68.
- [30] OSTWALD, W.: Lebenslinien: eine Selbstbiographie. Nach der Ausg. von 1926/27 überarb. u. kommentiert von K. HANSEL. Leipzig: Hirzel, 2003.
- [31] OSTWALD, W.: Über die Farbe der Ionen. Z. phys. Chem. 9 (1892), 5, S. 579-602.
- [32] Harrenberg Lexikon der Nobelpreisträger. Dortmund, 1998.
- [33] http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Atommodelle.
- [34] [www.weltmaschine.de>news](http://www.weltmaschine.de/news).

Die Mitwirkung Wilhelm Ostwalds an der Werkbundsiedlung „Wohnung und Werkraum“ (WuWa) in Breslau 1929 - Ein Beitrag zur Ausstellung „Werkbundsiedlungen. Der Weg in die Moderne“ in der europäischen Kulturhauptstadt des Jahres 2016

Jan-Peter Domschke

In diesem Jahr sind Wrocław (Breslau) und San Sebastian die Kulturhauptstädte Europas. Sie tragen mit diesem Titel dazu bei, den Reichtum, die Vielfalt und die Gemeinsamkeiten des kulturellen Erbes einer Stadt, der Region und ihres Landes zu demonstrieren. Die Kuratoren in Wrocław würdigen auch die von dem Architekten Heinrich LAUTERBACH organisierte Werkbundaussstellung „*Wohnung und Werkraum*“ (WuWa) von 1929. Damals errichteten namhafte deutsche Architekten im Stadtteil Grüneiche mit der Versuchssiedlung des „*Deutschen Werkbundes*“ e. V. 37 Einfamilienhäuser, Doppel- und Reihenhäuser und verschiedene Typen von Mehrfamilienhäusern. Außerdem entstanden eine größere Freizeitgrünanlage, ein Ledigenwohnheim und ein Kindergarten. Die Arbeitsgruppe „*Farbe*“ für die „*WuWa*“ leitete der Maler und Kunsttheoretiker Johannes MOLZAHN, der von 1928 bis 1933 Lehrer an der Staatlichen Akademie für Kunst und Kunstgewerbe in Breslau war. Wilhelm OSTWALD arbeitete in dieser Gruppe mit [1].

Dass sich Wilhelm OSTWALD ab 1914 mit großem Einsatz Farbforschungen zuwandte, ist in der Literatur wiederholt diskutiert worden. Die Motive dafür waren mit Sicherheit der Ausbruch des Ersten Weltkrieges, der die internationalen Kontakte unterbrach, seine eigene künstlerische Betätigung und seine philosophischen Neigungen. Wilhelm OSTWALD wollte ein wissenschaftlich fundiertes Farb-System schaffen, das als Richtlinie für den Einsatz von Farben in Industrie und Handwerk geeignet sein sollte [2 - 5]. In den bisherigen Darstellungen bleibt leider meist unerwähnt, dass sich mit den farbpraktischen Aktivitäten Wilhelm OSTWALDS im 1907 gegründeten „*Deutschen Werkbund*“ auch soziales Engagement verband, denn diese Organisation rief Produzenten, Architekten, Gestalter und die Industrie zur künstlerischen, sittlichen und sozialen Erneuerung auf, die als „*neue Sachlichkeit*“ den Bedingungen der maschinellen Produktion entsprechen sollte und sich durch Ornamentlosigkeit und Schlichtheit auszeichnete. In den 1920er Jahren beeinflussten vor allem die Ideen des Bauhauses den „*Deutschen Werkbund*“. Bereits vor dem 1. Weltkrieg und sehr viel dringlicher nach dessen Ende stellte der Mangel an Wohnungen und auch deren geringe Qualität ein wesentliches Problem dar. Im Jahre 1925 fehlten in Deutschland mehr als 900.000 Wohnungen. Vor allem in den sozialdemokratisch regierten Kommunen entwickelte sich deshalb der soziale Wohnungsbau in größerem Umfang. Die Novellierung der Bauordnung beugte einer weiteren Vermehrung der sogenannten „*Mietskasernen*“ vor, und schloss das Verbot ein, Keller als Wohnräume zu vermieten. Die neue Bauordnung schrieb auch Standards für Wohnfläche, Qualität der Sanitäranlagen, Belüftung und Besonnung vor. Gemeinnützige Organisationen, Gesellschaften und Genossenschaften, unterstützt von den städtischen Selbstverwaltungsorganen, widmeten sich

verstärkt der Verbesserung der Wohnbedingungen. Neben dem „*Deutschen Werkbund*“ und dem „*Bauhaus*“ besaßen der 1923/24 von Mies VAN DER ROHE gegründete „*Zehner-Ring*“ und die 1928 gegründete Organisation „*CIAM*“ (Les Congrès Internationaux d'Architecture Moderne) großen Einfluss auf die zeitgenössische Wohnkultur. Für die Praxis des sozialen Wohnungsbaus war seit 1926 die „*Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen*“ (RFG) die wichtigste Instanz. Sie publizierte Studien und Richtlinien zur Innenaufteilung der Wohnungen, dem Flächenbedarf der verschiedenen Räume, zu neuen Materialien und Technologien und zur Orientierung von Gebäuden.

Am 19. Mai 1914 traf Wilhelm OSTWALD zum ersten Male Paul KRAIS (1866-1939). Der Chemiker und Experte für Textilfärbung unterstützte die Forschungen von Wilhelm OSTWALD und dessen Programmatik. Bereits im Juli 1914 nahm Wilhelm OSTWALD an der Jahresversammlung des „*Deutschen Werkbundes*“ in Köln teil. Im März 1915 bemängelte er, dass die bisher propagierte zweidimensionale Farbenordnung von einer dreidimensionalen mit den Koordinaten Weiß, Schwarz und Vollfarbe ersetzt werden müsse und regte einen Farbenatlas an. Im Juni 1916 berichtete OSTWALD auf der Jahresversammlung des „*Deutschen Werkbundes*“ in Bamberg über die „*wissenschaftlichen Grundlagen des rationellen Farbatlasses*“ und warb gemeinsam mit KRAIS für seine Farbenlehre. Im Oktober 1916 bestimmte eine Vorstandstagung des „*Deutschen Werkbundes*“ die vorläufige Auflagenhöhe für den Farbenatlas mit 100 Exemplaren. Der Farbenatlas musste allerdings in Handarbeit angefertigt werden, weil mit der damaligen Drucktechnik die Abstufungen nicht in der geforderten Qualität erreicht werden konnten. Entsprachen die Papiere nicht den Anforderungen, war die Herstellung neuer Chargen erforderlich. Im Herbst 1917 erschien der erste Teil des „*Farbenatlas*“ von Wilhelm OSTWALD mit 2500 Farben. Um die Fertigstellung zu beschleunigen, verwandte der Autor allerdings auch lichtunechte Teerfarbstoffe. Diese Entscheidung sollte sich bald als schwerwiegender Fehler erweisen. Die letzte Lieferung des Farbatlasses erfolgte im Januar und Februar 1919. Allerdings blieb das Verhältnis von Wilhelm OSTWALD zum „*Deutschen Werkbund*“ nicht ungetrübt. Bereits 1918 hatte sich eine „*Freie Gruppe für Farbkunst*“ zusammengefunden, die gegen Wilhelm OSTWALD auftrat [6]. Diese Repräsentanten der akademischen Kunstmaler und Kunsttheoretiker behaupteten, dass die Farbenlehre von Wilhelm OSTWALD die Künstler „*bevormunde*“. Die Kritiker lehnten auch Wilhelm OSTWALDS Auffassung zum Verhältnis von Kunst und Wissenschaft und seine Behauptung, dass die Kunst Vorläufer jeder Wissenschaft sei, ab. Die nicht lichtechten Farben im Farbenatlas dienten ebenfalls als Argument gegen Wilhelm OSTWALD. Zum offenen Streit kam es im September 1919 während der Jahrestagung des „*Deutschen Werkbundes*“. 1921 initiierten die Gegner OSTWALDS [7, 8] auf der Jahresversammlung des „*Deutschen Werkbundes*“ in München eine EntschlieÙung gegen die Farbharmonien. In den Folgejahren nahm offensichtlich der Einfluss der Kritiker an Bedeutung zu, denn der preußische Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung verbot 1925 die Benutzung von „*Ostwaldschen Farben*“ im Zeichenunterricht der Schulen. Wilhelm OSTWALD ließ sich von den Rückschlägen nicht entmutigen und bemühte sich weiter um die Schaffung von Strukturen zur praktischen Nutzung

seiner Forschungsergebnisse. Eine Denkschrift und weitere Vorträge von Wilhelm OSTWALD und Paul KRAIS förderten das Interesse der Industrie- und Handelskreise in Sachsen. Ein gerechtes Urteil über Wilhelm OSTWALDS Anliegen fällt Isa GROPIUS nach einer Vorlesungsreihe von Wilhelm OSTWALD am Bauhaus im Juni 1926:

„OSTWALD hielt seinen letzten Vortrag in dem er auf die Harmonielehre einging. so groß der Eindruck seiner Ordnungslehre war, so viele Widerstände erheben sich gegen seine Harmonielehre. nur glaube ich, dass falsch ist, von seiner Farbenlehre immer in Bezug auf den Maler zu reden. Die 2 % Maler helfen sich ganz gut allein, aber die 98 % anderer Menschen ließen sich mit Hilfe seiner Methoden vielleicht zu einer geordneteren Anwendung von Farben erziehen und vor allem ist die Farbenlehre ein wundervolles Hilfsmittel zur Verständigung im praktischen Leben“ [9].

Die Einladung in die Arbeitsgruppe „Farbe“ für die „WuWa“ war für den greisen Gelehrten jedenfalls eine späte Anerkennung seines Wirkens.

Literatur

- [1] OSTWALD, W.: Briefwechsel mit Johannes MOLZAHN 1929, insbesondere Briefe v. 7. 5. und 19. 8. 1929. Archiv der Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Nachlass Ostwald (WOA 2059).
- [2] OSTWALD, W.: Das absolute System der Farben. 1. Abh. Z. physik. Chem. 91 (1916), 2, S. 129-142.
- [3] OSTWALD, W.: Die Harmonie der Farben. Leipzig: Unesma, 1918.
- [4] OSTWALD, W.: Die Farbenfibel. Leipzig: Unesma, 1917.
- [5] OSTWALD, W.: Die Harmonie der Formen. Leipzig: Unesma, 1922.
- [6] OSTWALD, W.: Eine freie Gruppe für Farbkunst. Mitt. Dt. Werkbund. (1918), H. 2, S. 29-30.
- [7] TRILLICH, H.: Ostwalds Farbenlehre und die Farben-Industrie. Farbenzeitung 26 (1920/21), S. 2336-2338. Universitätsarchiv Leipzig. Personalakte Ostwald (PA 787).
- [8] HILDEBRANDT, H.: Ostwalds Diktaturtraum. Dt. Buch- u. Steindruckerverband 29 (1923), S. 740-741.
- [9] GROPIUS, I.: Tagebuch, S. 182. (13. Juni 1926) Bauhaus-Archiv Berlin.

Robert Luther: Eine Spurensuche nach chemischen Forschungsbrücken zwischen Sankt Petersburg, Moskau und Dresden

Wladimir Reschetilowski und Clemens Milker

Vorgeschichte

Robert Thomas Dietrich LUTHER (1868-1945), von 1908 bis 1935 ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Dresden und Inhaber des deutschlandweit ersten Lehrstuhls für Photographie, dessen Einrichtung mit Unterstützung der noch jungen Dresdner photographischen Industrie möglich wurde, ist durch Arbeiten weltweit bekannt geworden, in denen er sich mit der physikalisch-chemischen Grundlagenforschung von photochemischen und photographischen Problemen befasste (Abb. 1, Mitte).

Vor seiner Berufung nach Dresden laut königlichem Dekret vom 1. April 1908 arbeitete Robert LUTHER seit dem Frühjahr 1894 zunächst am II. chemischen Laboratorium an der Universität Leipzig und nach seiner Promotion im Jahre 1896 am Physikalisch-chemischen Institut als Assistent bei Wilhelm OSTWALD (1853-1932). Nachdem er im Jahre 1899 habilitierte, wurde er 1901 zur Entlastung OSTWALDs zum Subdirektor des Institutes ernannt und übernahm 1906 bereits als a.o. Professor für physikalische Chemie die Leitung der photochemischen Abteilung. Über die Stationen seines wissenschaftlichen Werdeganges in der Leipziger und Dresdner Zeit bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1935 und darüber hinaus legen zahlreiche Beiträge, Originaldokumente, Briefe und Erinnerungen von Weggefährten beredtes Zeugnis ab [1].

Wenig bekannt ist hingegen die Vorgeschichte des Photochemikers Robert LUTHER, der am 2. Januar 1868 in Moskau als Sohn des in Russland arbeitenden deutschen Rechtsanwalts Alexander Eduard Dietrich LUTHER (1825-1892) und seiner aus Estland stammenden Frau Caroline (Lina) Luise Friederike FRESE (1836-1881) geboren wurde. Seine Reifeprüfung legte er nach erfolgreicher Absolvierung des deutschen St.-Petri-Pauli-Gymnasiums in Moskau und der russischen Gymnasien in Twer und Moskau im Jahre 1885 ab. Danach studierte er von 1885 bis 1889 Chemie an der Universität Dorpat (estn. Tartu) und gehörte somit wie Henri HESS (1802-1850), Wilhelm OSTWALD, Gustav TAMMANN (1861-1938) oder Jakob v. UEXKÜLL (1864-1944) zu berühmten Absolventen dieser Universität. Anschließend wirkte LUTHER etwa zwei Jahre als Assistent bei Friedrich Konrad BEILSTEIN (1838-1906) am Technologischen Institut in St.-Petersburg bis zu seinem krankheitsbedingten Pausieren von 1891 bis 1894, um ein Lungenleiden (u.a. in Bad Reiboldsgrün bei Auerbach/Vogtland im Westerzgebirge) auszuheilen und letztendlich einen Standortwechsel nach Leipzig in den Arbeitskreis von OSTWALD vorzubereiten.



Abb. 1. Links: Friedrich BEILSTEIN – Professor für Chemie am Technologischen Institut und an der Universität in St.-Petersburg von 1865 bis 1896 (*Copyright Wikimedia Foundation 2010*); Mitte: Robert LUTHER – Professor für Wissenschaftliche Photographie an der Technischen Hochschule Dresden von 1908 bis 1935 (*Medienarchiv der TU Dresden*); Rechts: Wilhelm OSTWALD – Professor für physikalische Chemie an der Universität Leipzig von 1887 bis 1906 (*MLA style: "Wilhelm Ostwald - Biographical". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 7 Mar 2016.<http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1909/ostwald-bio.html>*).

Der Versuch, mehr über die Assistententätigkeit von LUTHER bei BEILSTEIN, dem Nachfolger von Dmitri Iwanowitsch MENDELEJEW (1834-1907), über die sich das heutige St.-Petersburger Staatliche Technologische Institut (Technische Universität) – СПбГТИ(ТУ) – nach wie vor maßgeblich definiert und identifiziert, herauszufinden, blieb jedoch erfolglos. Dies allein ist schon in Anbetracht der späteren Profession LUTHERS als unerwartet zu betrachten – ferner entgegen der Erwartungen ließen sich auch keinerlei Briefkontakte mit LUTHER in den Archiven finden, was angesichts der russischen Sprachkenntnisse und akademisch-biografischen Vorgesichte LUTHERS überrascht. Dabei richtete sich die Forschungsfrage primär auf die Archivarbeit in Sankt Petersburg aus. Es wurden Briefwechsel von chemischen Instituten akribisch hinsichtlich ihrer Destination oder des Ursprungs (Dresden) untersucht und inhaltlich geprüft. Außerdem wurden sämtliche Namenskartei- und Absolventenberichte nach Robert LUTHER untersucht.

Da LUTHER in der universitären Geschichtsschreibung keine Erwähnung fand, wurde im weiteren Verlauf der Untersuchungen der Fokus des Forschungsgegenstandes erweitert, um episodisch nach den ersten hochschulbezogenen Kooperationen zwischen den Städten Sankt Petersburg, Moskau und Dresden im Bereich der Chemie zu suchen. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden folgende Quellenorte – nach den obigen Maßgaben – vollständig durchforstet: Museum und Bibliothek (inkl. Altfundus) des СПбГТИ(ТУ), das Archiv der Russischen Akademie der Wissenschaften Sankt Petersburg (РАН СПб), Zentrales Staatliches Historisches Archiv Sankt Petersburg (ЦГИА СПб).

Historischer Brückenschlag zwischen Sankt Petersburg und Dresden

Dabei eröffnete ein Blick in die Vergangenheit eine historisch interessante und einzigartige Perspektive auf die anfänglichen chemischen und chemisch-technologischen Forschungsbrücken zwischen Sankt Petersburg und Dresden. Denn die Vorgängereinrichtungen der Technischen Universität Dresden und des St.-Petersburger Staatlichen Technologischen Institutes (Technische Universität) wurden im gleichen Jahr 1828 gegründet.

„Die Wissenschaften, und insbesondere die Technologie, haben in der neueren Zeit so große Fortschritte gemacht, und die Bedürfnisse des Lebens haben sich so erweitert, dass es geeignet erscheint, durch Erziehung für die nötige Ausbreitung gründlicher Kenntnisse und Fertigkeiten zu sorgen und eine solche Bildungsanstalt unter die Landesbehörden zu stellen“ [2] – stellte damals seine Exzellenz Cabinetsminister Sachsens, Detlev Graf v. EINSIEDEL (1773-1861), anlässlich der Gründungsfeier der Technischen Bildungsanstalt zu Dresden am 01. Mai 1828 fest. Damit wurde der Bedeutung der chemischen Technologie mit ihrer lebenswichtigen Funktion für die Wirtschaft im sächsischen Raum und darüber hinaus Rechnung getragen.

Ein halbes Jahr später, am 28. November 1828, hieß es per Ukas des Zaren NIKOLAI I. (1796-1855): *„Die Verbreitung und die dauerhafte Einrichtung der Gewerbeindustrie in unserem Imperium wünschend, haben wir die Güte zu verordnen, in Sankt Petersburg das Praktische technologische Institut zu gründen“* [3]. Mit dieser Entscheidung sollte auch im russischen Imperium der Bedarf an hoch qualifizierten Fachkräften für das sich stürmisch entwickelnde chemische Gewerbe solide und fortwirkend gedeckt werden.

Heute muss man den Gründungsvätern der beiden Bildungsanstalten ein hohes Maß an Klugheit und Weitsicht zu der damaligen Zeit attestieren, denn auch nach fast 190 Jahren genießen die aus Vorgängereinrichtungen hervorgegangene Technische Universität Dresden und das St.-Petersburger Staatliche Technologische Institut (Technische Universität) oder die *„Technolozhka“*, wie sie liebevoll genannt wird, ein hohes nationales und internationales Ansehen. Die Erstere, weil ihr in jüngster Zeit der Titel *„Exzellenzuniversität“* zuerkannt wurde und sie dem Prinzip der *Universitas litterarum* folgend, ihre Leistungsfähigkeit auf verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, Technik und Gesellschaft eindrucksvoll unter Beweis stellte. Die Letztere, weil sie es verstanden hat, trotz vielerlei gesellschaftlicher und sozialer Umbrüche, an den Traditionen der chemisch-technologischen Ausbildung des Nachwuchses für das eigene Land, mit den neuesten Entwicklungen der Wissenschaft und Wirtschaft Hand in Hand gehend, festzuhalten. Beide Einrichtungen können auf eine Vielzahl von herausragenden Gelehrten und Pädagogen stolz sein, die neben den bahnbrechenden Entdeckungen auch die Fähigkeit besaßen, die künftigen Absolventen für ihren späteren Beruf zu begeistern und sie darauf zielführend vorzubereiten. Wer kennt heute nicht die Dresdener Forscher und Hochschullehrer wie den Ingenieur Andreas SCHUBERT (1808-1870), Kon-

strukteur der Dampfschiffe und der ersten Dampflokomotive „Saxonia“, den Gasanalytiker Walther HEMPEL (1851-1916), der mit den von ihm entwickelten gasanalytischen Messgeräten die technische Gasanalyse revolutionierte, den Physiker Richard MOLLIER (1863-1935), Pionier der technischen Wärmelehre, den Photochemiker Robert LUTHER, Begründer der Photographischen Chemie, oder den technischen Chemiker Richard MÜLLER (1903-1999), Entdecker der Silicone. Auf der anderen Seite gehören die Namen der bereits erwähnten St.-Petersburger Chemiker und Technologen wie Henri HESS, Begründer der Thermochemie, Dmitri Iwanowitsch MENDELEJEW, der russische Entdecker des Periodensystems der chemischen Elemente, Friedrich BEILSTEIN, Urheber und erster Herausgeber des „Handbuchs der Organischen Chemie“ oder Sergei Wassiljewitsch LEBEDEW (1874-1934), Erfinder der technischen Synthese von Elastomeren, zum allerersten Rang der Wissenschaftler- und Technikereliten.

Im Verlaufe vieler Jahrzehnte seit der Gründung beider Universitäten bis in die Gegenwart gab es vielfältige, häufig wechselnde fachliche und persönliche Beziehungen zwischen den Naturwissenschaftlern, Ingenieuren sowie Geistes- und Sozialwissenschaftlern auf verschiedenen Ebenen. Auf der Grundlage lebhafter wissenschaftlicher Kontakte unterzeichneten schließlich die TU Dresden und das СПбГТИ(ТУ) im 175. Jahr ihres Bestehens einen Vertrag über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit (Abb. 2), der in den vergangenen Jahren wesentlich zur weiteren Vertiefung der Kooperation in Forschung und Lehre beitrug.

Bei der Unterzeichnung des Vertrages waren sich die damalige Rektoren, Prof. Hermann KOKENGE (1949-2014) und Prof. Anatoli Sergejewitsch DUDYREW (geb. 1945), darin einig, dass es gilt, weitere stabile Brückenpfeiler zu errichten, um insbesondere die technologischen Herausforderungen der Zukunft im Zusammenhang mit dem fortschreitenden Rohstoff- und Energiewandel gemeinsam meistern zu können.



Abb. 2
Magnifizenzen Prof. H. KOKENGE (TU Dresden) und Prof. A. S. DUDYREW (СПбГТИ(ТУ)) nach der Unterzeichnung des Hochschulvertrages an der TU Dresden am 21.05.2004 (Foto: W. Reschetilowski).

Kontakte mit russischen Wissenschaftlern hinterließen die ersten Spuren

Dass Dresden die Wiege der Farbenphotographie war, könnte wohl ein nicht allzu offensichtliches aber dafür nicht minder erstaunendes Detail der Wissenschaftsgeschichte Sachsens sein. Dabei gilt Robert LUTHER zu Recht als einer der Begründer der Photographischen Chemie, da er mit sensationellen Arbeiten hervortrat, die Patentierung erfuhren und weltweit in Anwendung gelangten. Das wissenschaftliche Können LUTHERS auf photochemischem und photographischem Gebiet, schon zu seiner Leipziger Zeit, aber insbesondere nach der Gründung des Wissenschaftlich-Photographischen Institutes (WPI) in Dresden im Jahre 1908, erreichte in den Folgejahren sowohl national als auch international außerordentlich hohe Anerkennung und ist auch den russischen Wissenschaftlern nicht verborgen geblieben.

Zu den bekanntesten Schülern LUTHERS aus seiner Leipziger Zeit gehört Emanuel (Grigorjewitsch) GOLDBERG (1881-1970), ein russisch-jüdischer Chemiker, Techniker und Erfinder in vielfältigen Bereichen der Farbenphotographie (Abb. 3). Zu seinen Erfindungen und Errungenschaften auf den Gebieten der Photographie gehören der Mikropunkt als ein Mittel der technischen Steganographie, die legendären Aufnahmegeräte wie die Filmkamera Kinamo und die Contax-Kleinbildkamera, eine frühe Suchmaschine und sensitometrische Geräte für eine optimale Wiedergabe der Graustufen in der photographischen Reproduktion (Goldberg-Bedingung) [4]. Nach seinem Chemiestudium an der Moskauer Universität und Promotion 1906 an der Universität Leipzig bei LUTHER am Physikalisch-Chemischen Institut über die Kinetik photochemischer Reaktionen kehrte er wegen der judenfeindlichen Stimmung in Russland nicht in seine Heimatstadt zurück, und wurde ein Jahr später Professor an der Königlichen Akademie für graphische Künste und Buchgewerbe in Leipzig. Hier unterrichtete er in Reproduktionsphotographie, baute eine eigene Abteilung aus und beförderte die technisch-wissenschaftliche Basis durch Herausgabe von Monographien (Abb. 3).

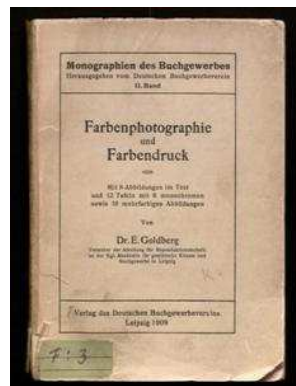
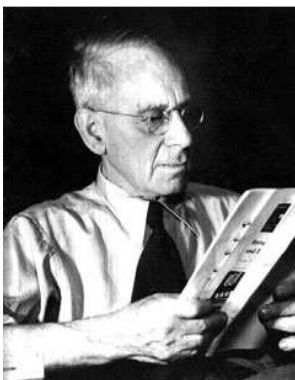


Abb. 3. Emanuel GOLDBERG (*Copyright Life magazine, 1943*) und Titel der Publikation „Farbdruck und Farbenphotographie“ von Dr. E. GOLDBERG. Erschienen 1908 im Verlag des Deutschen Buchgewerbevereins in Leipzig (*Foto: Joachim-Maria Arndt*).

1917 wurde GOLDBERG Direktor der Internationalen Camera AG in Dresden und seit 1921 nicht nur Honorarprofessor für Photographie, Kinematographie und Reproduktionstechnik, sondern jetzt auch Kollege seines früheren Lehrers LUTHER am WPI, sowie ab 1924 auch Direktor der Zeiss Ikon AG Dresden. In dieser Zeit verhalf er zusammen mit LUTHER auf dem „VIII. Internationalen Kongress für wissenschaftliche und angewandte Photographie“ 1931 dem DIN 4512 für Filmempfindlichkeit zur Anerkennung, welche in dessen Folge 1934 zur Verabschiedung gelangte. Bei der Agfa AG Wolfen konnten viele diesbezügliche Erkenntnisse dank der technisch-chemischen Fertigkeiten LUTHERS und seiner Schüler ohne großen Aufwand in die Praxis überführt werden.

Als einer der aufmerksamen Leser und Kenner der Forschungsarbeiten von LUTHER und GOLDBERG im photochemischen und photographischen Bereich gilt ein weiterer russischer Wissenschaftler, Jakob Matwejewitsch KATUSCHEW (1885-1958), der mit zu den Wegbereitern und Begründern der photographischen Ausbildung an den Hochschulen und Universitäten der UdSSR gehörte (Abb. 4, Mitte). Sein Name ist unmittelbar verbunden mit der Entwicklung der einheimischen photochemischen Industrie und Vorbereitung der dafür benötigten Spezialisten. KATUSCHEW studierte Chemie an der Moskauer Technischen Universität. Nach Abschluss des Studiums im Jahre 1912 arbeitete er zunächst als Ingenieur im technischen Büro „Expert“ in Moskau. Zugleich übernahm er Lehrverpflichtungen in der eigenen *Alma Mater* und wurde Anfang der 20er Jahre mit dem Aufbau des Lehrstuhls für photochemische Technologie an der chemischen Fakultät der Universität beauftragt. Um Erfahrungen in den auf diesem Gebiet zu dieser Zeit weltweit führenden Arbeitsgruppen zu sammeln, arbeitete er an verschiedenen Orten in Deutschland. Zu diesem Zweck besuchte er in den Jahren 1927-1928 auch LUTHER und das WPI und partizipierte an einer Veranstaltung der „chemisch-physikalischen Gesellschaft“.

Über seine Erlebnisse und Erkenntnisse berichtete er in privatbrieflicher Korrespondenz seinem Lehrer Alexei Jewgenjewitsch TSCHITSCHIBABIN (1871-1945), russischer Chemiker, Professor für organische Chemie an der Moskauer Technischen Universität von 1909 bis 1930 (Abb. 4, links). Von TSCHITSCHIBABIN wurde erstmals 1914 die auch nach ihm genannte *Tschitschibabin-Reaktion* beschrieben. Ab 1930 bis zu seinem Ableben arbeitete TSCHITSCHIBABIN am Collège de France in Paris, ohne wieder in seine Heimat zurückkehren zu wollen, was zu seiner Ausbürgerung im Jahre 1937 führte [5].

KATUSCHEW schrieb in seinen Briefen von Maschinen und Verfahren, die es in Russland („bei uns“) noch nicht gebe. Die Beschäftigung mit Photochemie und Photographie sei „sehr erschöpfend (Tag und Nacht)“ gewesen und „liefere viele Ergebnisse, die er bald veröffentlichen werde“. KATUSCHEW hörte den Kurs „Grundlagen der Farbenlehre“ bei einem gewissen Prof. KOLBERG (?), der seiner Aussage nach ein Schüler LUTHERS aus seinen Zeiten in Leipzig war. Gerne wäre er auch „länger dageblieben“, doch ihn zog es weiter zur Zeiss Ikon AG nach

Dresden, wo er das Glück hatte, im größten Fotolabor Europas unter dem „*Laborchef*“, Prof. GOLDBERG, eines ehemaligen Schülers von LUTHER, zu arbeiten und sich hier nur „*dank Goldberg*“ mit Messverfahren, mit denen die Lichtempfindlichkeit photographischer Materialien bestimmt werden, zu beschäftigen. Denn für „*gewöhnlich dürfen Ausländer [dort] nicht arbeiten*“ [6]. Die während seiner Forschungs- und Lehrtätigkeit gesammelten Erfahrungen fasste er in Co-Autorenschaft mit seinem Schüler Walentin Iossifowitsch SCHEBERSTOW im ersten sowjetischen Lehrbuch „Grundlagen der Theorie photographischer Prozesse“ 1944 zusammen.

TSCHITSCHIBABIN selbst pflegte im Zusammenhang mit seiner wissenschaftlich-publizistischen Tätigkeit einen intensiven Kontakt zu einem Dresdner Kollegen LUTHERS, Ernst v. MEYER (1847-1916), Professor für Organische und Organisch-technische Chemie von 1893 bis 1916 an der Technischen Hochschule Dresden und 1897 bis 1899 sowie 1912/1913 Rektor ebd., in seiner seit 1870 in Nachfolge von Hermann KOLBE (1818-1884) ausgeübten Funktion als Herausgeber des *Journal für praktische Chemie*. TSCHITSCHIBABIN gehörte mit zu den aktiven und renommierten Autoren dieser Zeitschrift und besuchte Dresden, in der Hoffnung, seinen „*Kollegen*“ Ernst v. MEYER einmal persönlich kennenzulernen, der ihm für die zugesandte Abhandlung, „*als sie ein Irrtum gründlich aufklärt*“, dankt. Doch die Professoren verpassten sich. Dies wurde, wie die Assistenten berichteten, „*lebhafte bedauert*“ [7].



Abb. 4. Links: Alexei TSCHITSCHIBABIN – Professor für organische Chemie an der Moskauer Technischen Universität von 1909 bis 1930 und am Collège de France in Paris von 1930 bis 1945 (*Von Unbekannt -<http://www.findagrave.com/cgi-in/fg.cgi?page=gr&Grid=77617915>, Gemeinfrei*); Mitte: Jakob KATUSCHEW – Professor für photochemische Technologie am Chemisch-Technologischen Institut in Moskau ab 1930 (*Copyright FotoReffit.ru*); Rechts: Max BERGMANN – Honorarprofessor für organische Chemie der Technischen Hochschule Dresden von 1922 bis 1933 und zugleich Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Lederforschung in Dresden, nach der Emigration 1934 in die USA von 1936 bis 1944 Associate Member des Rockefeller-Instituts für Medical Research in New York (*Copyright BIOSpektrum 6/05, 11. Jahrgang*).

Später stand TSCHITSCHIBABIN mit einem weiteren Kollegen von der TH Dresden ebenso in privatbrieflichem Kontakt, und zwar mit Max BERGMANN (1886-1944), der 1921 die Leitung eines neu gegründeten Kaiser-Wilhelm-Instituts für Lederforschung in Dresden übernahm und zugleich zum „*beamteten ordentlichen Honorarprofessor*“ der Sächsischen Technischen Hochschule ernannt wurde (Abb. 4, rechts). Er gilt als Pionier der Entschlüsselung von Protein- und Peptid-Strukturen sowie als Entdecker der *Bergmann-Azlacton-Synthese* zur Herstellung von Dipeptiden. In seinem Antwortbrief bedankt sich BERGMANN bei TSCHITSCHIBABIN für die Zusendung von in *Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft* gemeinsam mit seinem Schüler Alexandr Wassiljewitsch KIRSSANOW (1902-1992) publizierten Abhandlungen über die *Tschitschibabin-Amin-Reaktionen*.

Da TSCHITSCHIBABIN bei seinem Besuch in Dresden im Juli 1929 BERGMANN nicht angetroffen hatte, richtete er an Letzteren eine schriftliche Anfrage, ob sein Schüler KIRSSANOW bei BERGMANN arbeiten könne. Daraufhin kam von BERGMANN eine Zusage, dass der besagte Kollege TSCHITSCHIBABINS gerne am Lederinstitut forschen könne, solange er von der russischen Regierung genügend Zeit für seinen Aufenthalt bekäme, „*denn bisher habe er immer die Erfahrung gemacht, dass die aus Russland zu mir kommenden Herren nur 1-2 Monate Genehmigung von ihrer Regierung bekommen*“ [6]. Ob KIRSSANOW tatsächlich einen Forschungsaufenthalt am Bergmann'schen Institut verbrachte, wurde nicht überliefert. Bekannt ist hingegen, dass KIRSSANOW nach Beendigung seiner Assistententätigkeit und Promotion bei TSCHITSCHIBABIN mehrere Stationen seines wissenschaftlichen Werdeganges durchlaufen hat (Uraler Forschungsinstitut für mechanische Bearbeitung der Bodenschätze in Swerdlowski, heute Ekaterinburg (1932-1939), Swerdlowsker medizinische Hochschule (1940-1944) und Dnepropetrowsker metallurgische Hochschule (1940-1956)), bevor er 1956 zum Institut für organische Chemie der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften nach Kiew wechselte und diesem von 1960 bis 1983 als Direktor vorstand. Während seiner Dnepropetrowsker Zeit entdeckte er eine übersichtliche Synthese zur Herstellung von Phosphazoverbindungen, die als *Kirssanow-Reaktion* in die Annalen der Chemie einging.

Resümee und Ausblick

Ausgangspunkt der Spurensuche nach Forschungsbrücken zwischen Sankt Petersburg, Moskau und Dresden war die deutsch-russische Herkunft von Robert LUTHER sowie seine fast zweijährige Assistententätigkeit im Arbeitskreis von Friedrich BEILSTEIN am St.-Petersburger Technologischen Institut. Die eigenen Zielstellungen des Forschungsvorhabens konnten jedoch nur bedingt erreicht werden. Da die Quellenlage in Sankt Petersburg adäquat ist und die Arbeit in den Archiven frei und ungehindert erfolgen konnte, ist zu vermuten, dass gewisse Quellen offenbar nicht aufgearbeitet wurden. Eine Bilanzierung der frühen Kooperation der betrachteten Standorte charakterisiert jedoch lediglich anfangs sehr „*provinzielle*“ und eigenorientierte Hochschulen.

Zukünftig sollten die Nachlässe der Chemiker LUTHER und BEILSTEIN hinsichtlich möglicher privater und professioneller Briefkontakte noch einmal akribisch geprüft werden. Außerdem wäre eine Nachverfolgung der deutschen Wege KATUSCHEWS denkbar, dessen Nachlass sich aber in Sankt Petersburg nicht auffinden ließ. Die gleichen Studien bieten sich mit umgekehrter Destinationsuche auch im Universitätsarchiv der TU Dresden an.

Dank

Für die maßgebliche Unterstützung der Forschungsarbeiten gilt der Dank mehreren Einrichtungen und Personen. Dem St.-Petersburger Staatlichen Technologischen Institut, insbesondere der Abteilung für Internationale Beziehungen, sei für die große logistische und fachliche Unterstützung gedankt. Die Professur für Geschichte unterstützte durch wertvolle Hilfe und Hinweise, hier gilt der Dank besonders Alexandr Borisowitsch GURKIN und Konstantin Nikolajewitsch SKWORZOW. Schließlich waren noch die zahlreichen MitarbeiterInnen des Archivs der Russischen Akademie der Wissenschaften und des Zentralen Staatlichen Historischen Archivs in Sankt Petersburg sowie der Institutsbibliothek essentiell für die Durchführung des Projekts.

Literaturverzeichnis

- [1] a) BENEKE, K.: Robert (Thomas Dietrich) Luther (02.01.1868 [21.12.1867] Moskau - 17.04.1945 Dresden) und seine photochemischen Arbeiten. Biographien und wissenschaftliche Lebensläufe von Kolloidwissenschaftlern, deren Lebensdaten mit 1995 in Verbindung stehen. Nehnten: Knof, 2005. - Auszug (Beiträge zur Geschichte der Kolloidwissenschaften, VII).
 b) Rektor der TU Dresden (Hrsg.): Innovation hat Tradition – Exzellente Wissenschaft in der Geschichte der TU Dresden (1828-1990). Robert Luther. Dresden (Possendorf): addprint AG (Druck), 2011, S. 136-140.
 c) MESSOW, U.: Luther, Robert Thomas Dietrich. In: Institut für Sächsische Geschichte und Volkskunde e.V. (Hrsg.): Sächsische Biografie. Online-Ausgabe: <http://www.isgv.de/saebi> (04.03.2016).
 d) BODENSTEIN, M.: Robert Luther zum 70. Geburtstag. Z. Elektrochem. u. angew. physik. Chem. 44 (1938), S. 1-2.
 e) EGGERT, J.: In Memoriam: Robert Luther. Z. f. Naturforschung 1 (1946), S. 357-359.
 f) HANSEL, K.; MESSOW, U.; QUITZSCH, K.: Robert Luther und Wilhelm Ostwald in ihren Briefen. In: Mitt. Wilhelm-Ostwald-Ges., Sonderh. 5. Großbothen, 1998, S. 1-54.
 g) KRASE, A.: Ein Lichtbild – der Photochemiker Robert Luther. Wiss. Z. TU Dresden 49 (2000), 4-5, S. 45-48.
- [2] Rektor der TU Dresden (Hrsg.): Geschichte der Technischen Universität Dresden in Dokumenten und Bildern. Bd. 1. Altenburg: Maxim Gorki-Druck, 1992, S. 8.

- [3] Rektor der СПбГТИ(ТУ) (Hrsg.): St.-Petersburger Staatliches Technologisches Institut (Technische Universität) – 175 Jahre. St.-Petersburg: СПбГТИ(ТУ)-Verl., 2003, S. 4.
- [4] Rektor der TU Dresden (Hrsg.): Innovation hat Tradition – Exzellente Wissenschaft in der Geschichte der TU Dresden (1828-1990). Emanuel Goldberg. Dresden (Possendorf): addprint AG (Druck), 2011, S. 191-194.
- [5] WOLKOW, W. A.: A. E. Tschitschibabin und W. N. Ipatjew – tragische Schicksale//Russische Wissenschaftler und Ingenieure in der Emigration. Moskau: Verlagsges. „Perspektive“, 1993, S. 40-71.
- [6] Archiv der Akademie der Wissenschaften Russlands: Filiale Sankt Petersburg, Fond 288, Inventur 2, Nr. 115.
- [7] Archiv der Akademie der Wissenschaften Russlands: Filiale Sankt Petersburg, Fond 288, Inventur 2, Nr. 182.
- [8] Galerie bekannter Chemiker – Kirssanow Alexandr Wassiljewitsch. Chimija 2 (1999), S. 70.

Berta von Suttner, Wilhelm Ostwald und der Frieden

Jan-Peter Domschke

Vor dem Hintergrund, dass Wilhelm OSTWALD nach dem Ausbruch des Ersten Weltkrieges als sein deutschnationaler Befürworter auftrat und Positionen einnahm, die mit seinen bisherigen Anschauungen und Prinzipien nicht übereinstimmen, scheint eine Erinnerung an seinen aktiven Einsatz für die bürgerliche Friedensbewegung und die Freundschaft mit Bertha von SUTTNER schon deshalb nicht ganz überflüssig, weil in manchen Medien einseitige und moralistische Wertungen inzwischen Konjunktur haben. Einen Anstoß gab mir auch der 140. Jahrestag der ersten Begegnung von Bertha von SUTTNER mit Alfred NOBEL. Wilhelm OSTWALD ist zwar Alfred NOBEL nie persönlich begegnet, schätzte aber dessen Stiftung der Nobelpreise: *„Als höchste wissenschaftliche Auszeichnung, die ich erhalten habe, muss ich den Nobelpreis nennen. Er ist wohl auch die höchste überhaupt, da die Anzahl der Ernennungen in jedem Fache auf jährlich eine beschränkte ist. ... Mir war der Preis im Jahre 1909 für meine Forschungen über Katalyse zuerkannt worden“* [1a].

Die Bekanntschaft zwischen dem damals 43-jährigen Alfred NOBEL und der um zehn Jahre jüngeren Gräfin Bertha Sofia Felicita KINSKY VON CHINIC begann 1876 recht ungewöhnlich, denn sie antwortete auf eine anonyme Anzeige und bewarb sich: *„Ein sehr reicher, hochgebildeter, älterer Herr, der in Paris lebt, sucht eine sprachkundige Dame, gleichfalls gesetzten Alters, als Sekretärin und zur Oberaufsicht des Haushalts“* [2a]. Nach einem kurzen Briefwechsel war Alfred NOBEL davon überzeugt, dass Bertha KINSKYS Qualifikationen seinen Erwartungen entsprachen. Sie reiste bald darauf nach Paris und wurde vom „Dynamitkönig“ freundlich empfangen. Sie hörte dem unverheirateten und gebildeten Mann aufmerksam zu, als er ihr seine Ansichten über die Herstellung von Kriegsmaterial darlegte und beklagte, dass moralische Erwägungen immer den nationalen Interessen untergeordnet seien. Den „Ausweg“ beschrieb NOBEL mit den Worten: *„Ich würde gern ein Mittel oder eine Maschine von so schrecklicher massenvernichtender Wirkung erfinden, dass Kriege dadurch für immer unmöglich gemacht würden“* [2b]. Die Gespräche über Fragen der zeitgenössischen Politik, Kultur und Weltanschauung verbanden sich nach einigen Tagen mit dem Werben Alfred NOBELS um die Gräfin KINSKY. Sie gestand ihm jetzt, dass sie bereits mit Arthur VON SUTTNER in Wien verlobt sei. Seit 1873 hatte sie im Hause des Industriellen Karl VON SUTTNER in Wien als Gouvernante den vier Töchtern der Familie Unterricht in Musik und Sprachen gegeben. Sie verliebte sich bald in den jüngsten Sohn der SUTTNERs, Arthur Gundaccar VON SUTTNER, der sieben Jahre jünger als sie war. Die Familie missbilligte diese nicht standesgemäße „Liaison“ zwischen der verarmten, als „alte Jungfer“ geltenden Bertha KINSKY und dem Baron Arthur VON SUTTNER. Eine Ehe schlossen die Eltern aus, denn nach ihrem Willen sollte ihr Sohn ein junges wohlhabendes Mädchen heiraten. Deshalb erhielt Bertha KINSKY

von ihrem bisherigen Arbeitgeber die Kündigung, die Mutter ihres Geliebten ermutigte sie aber, auf die Anzeige von NOBEL zu antworten. Die Bewerbung der Gräfin Bertha KINSKY entsprang also eher ihrer Zwangslage als ihrem Interesse.

Sie reiste nach wenigen Tagen von Paris nach Wien zurück und heiratete am 12. Juni 1876 gegen den Willen seiner Eltern Arthur Gundaccar VON SUTTNER in einer kleinen Vorstadtkirche in Wien. Seine Familie blieb unerbittlich und enterbte ihn. Das Ehepaar floh aus Österreich nach Georgien zur Fürstin Ekatarina DADIANI VON MINGRELIEN. Bertha VON SUTTNER erteilte Sprachunterricht und schrieb Essays, ihr Ehemann veröffentlichte Berichte über den Russisch-Türkischen Krieg in deutschen Magazinen. Im Jahre 1885 kehrte das Ehepaar nach Wien zurück, söhnte sich mit der Familie aus und wohnte im Familienschloss in Harmannsdorf in Niederösterreich.

Im Winter 1886/87 sahen sich Alfred NOBEL und Bertha VON SUTTNER in Paris wieder. Bertha VON SUTTNER, inzwischen 46 Jahre alt, beschäftigte sich hier erstmals mit der bürgerlichen Friedensbewegung. Obwohl ihr Freund Alfred NOBEL nur wenig Vertrauen in die Friedensliebe der Menschen besaß und zurückhaltend blieb, unterstützte er Bertha VON SUTTNER bei der Organisation der Kriegsgegner und finanzierte ihr trotz ihrer Meinungsverschiedenheiten die zahlreichen Reisen. Der Erfinder und Wegbereiter moderner Kriegstechnik hoffte, anders als sie, dass neue Waffen den Krieg verhindern könnten, weil sie die Gefahr der eigenen Vernichtung in sich trügen.

Im Herbst des Jahres 1889 veröffentlichte Bertha VON SUTTNER den Roman *„Die Waffen nieder!“* Im Mittelpunkt steht das Schicksal der Baronin Martha von Tilling, die in den Kriegen von 1859, 1864, 1866 und 1870 und 1871 zwei Ehemänner und ihren Sohn verliert. Die Autorin entlarvte nicht nur die Menschenverachtung der Politiker und des Militärs, sondern der Roman schockierte und ergriff das Lesepublikum durch die realistische Schilderung des Kriegsgemetzels und der Kriegsgräuelt. Leo TOLSTOI schrieb ihr am 22. Oktober 1891: *„Ich schätze Ihr Werk sehr und denke, dass die Publikation Ihres Romans ein glückliches Vorzeichen ist. Die Abschaffung der Sklaverei wurde durch das berühmte Buch einer Frau, Madame Beecher-Stowe, vorbereitet; Gott gebe es, dass die Abschaffung des Krieges durch das Ihre bewirkt wird!“* [11]. Mit dem Buch *„Die Waffen nieder!“* wurde Bertha VON SUTTNER zum Symbol der bürgerlichen Friedensbewegung. Sie hielt unzählige Vorträge, versuchte Politiker zu gewinnen, ließ Broschüren und Flugblätter drucken, um zu internationaler Solidarität aufzurufen und Feindbilder abzubauen. In den national-konservativen Kreisen verhöhnte man die *„Friedensbertha“* als *„rote Bertha“* wegen ihrer Sympathien für die Sozialdemokratie und wegen ihres Engagements gegen den Antisemitismus als *„Judenbertha“*. Aber auch die Frauenbewegung der Sozialdemokratie lehnte es ab, mit der *„Baronin“* und ihrem bürgerlichen Anhang zusammenzuarbeiten. Nicht selten bezeichnete man die Friedensbewegung auch als *„weibisch“*, *„feige“* und *„ängstlich“*.

Felix DAHN dichtete gegen sie:

*„Die Waffen hoch! Das Schwert ist Mannes eigen
Wo Männer fechten, hat das Weib zu schweigen.
Doch freilich, Männer gibt's in diesen Tagen,
Die sollten lieber Unterröcke tragen“ [2c].*

Auch Rainer Maria RILKE gefiel sich in männlich-markigen Sprüchen:

*„Es galt den edlen Männern aller Zeiten
Als ihres Strebens schönster, höchster Lohn,
Fürs Vaterland zu kämpfen und zu streiten
Als ganzer Mann und als getreuer Sohn.*

(...)

*Doch heute sind verhallt die Kampfeslieder
Herein bricht eine neue feige Zeit
Erbärmlich murmeln sie, Die Waffen nieder'
genug, genug, wir wollen keinen Streit“ [10].*

Im Jahre 1892 trafen sich Bertha VON SUTTNER und Alfred NOBEL in Bern und in Zürich erneut. Am 7. Januar 1893 schrieb Alfred NOBEL der „lieben Freundin“ dass er einen Preis stiften wolle für „denjenigen oder diejenige, welcher oder welche am meisten für die Befriedung Europas getan hat“ [12]. Im Testament heißt es zum Friedenspreis, dass er bestimmt sei: „... für denjenigen oder diejenige, welcher oder welche am meisten oder besten für die Verbrüderung der Völker, für die Abschaffung oder Verminderung der stehenden Heere sowie für die Bildung und Verbreitung von Friedenskongressen gewirkt hat.“ Mit dieser Formulierung legte NOBEL die zukünftige Preisverleihung an jene Frau nahe, die er verehrte, mit der er jahrzehntelang über den besten Weg zum Weltfrieden stritt und deren Anliegen er förderte. In seinem letzten Brief an Bertha VON SUTTNER am 21. November 1896, wenige Tage vor seinem Tod am 10. Dezember, teilt ihr Alfred NOBEL mit: „Ich bin entzückt zu sehen, dass die Friedensbewegung an Boden gewinnt, dank der Bildung der Massen und dank besonders der Kämpfer gegen Vorurteil und Finsternis, unter denen Sie einen hohen Rang einnehmen. Das sind Ihre Adelstitel“ [12]. Der Tod Alfred NOBELS im Jahre 1896 traf Bertha SUTTNER schwer. Ein weiterer Schicksalsschlag für sie war der Tod ihres Ehegatten 1902. Das Anwesen in Harmannsdorf musste wegen Überschuldung versteigert werden, und Bertha von SUTTNER zog nach Wien um. Trotzdem nahm sie zwischen 1892 und 1912 an allen internationalen Friedenskongressen teil und hielt unzählige Vorträge. Im Jahre 1899 war sie die einzige Frau und Nichtregierungsvertreterin bei der 1. Haager Friedenskonferenz, im April 1902 folgte sie einer Einladung zum Internationalen Friedenskongress in Monaco, 1904 empfing sie der Präsident der USA, Theodore ROOSEVELT. Der Höhepunkt ihres öffentlichen Wirkens war die Verleihung des Friedensnobelpreises am 10. Dezember 1905. Im April 1906 nahm Bertha VON

SUTTNER den Preis entgegen und die Könige von Norwegen und Dänemark gewährten ihr Audienzen. In ihrer Rede legte sie dar, wie durch Schiedsgerichte, eine „Friedensunion“ und ein internationales Gericht Konflikte zwischen den Staaten ohne Gewalt gelöst werden könnten.

Wilhelm OSTWALD lernte die Nobelpreisträgerin und inzwischen weltbekannte Repräsentantin der bürgerlichen Friedensbewegung am 18. Januar 1910 in Wien kennen. *„Der Weg, welche mich zu unmittelbarer Mitarbeit führte, ging bemerkenswerterweise über die Technik“* [1b], schreibt er in den *„Lebenslinien“*. Die *„Neue Freie Presse“* in Wien hatte am 25. Dezember 1909 den Aufsatz *„Der fliegende Mensch“* von Wilhelm OSTWALD veröffentlicht. Er wies dort darauf hin, dass mit dem aufkommenden Luftverkehr eine dritte Dimension des Raumes *„erobert“* werde und damit die flächenhaften Grenzen nicht mehr ihre Funktion erfüllten, *„... so muss diese Entwicklung letzten Endes dahin führen, dass auf den Begriff der politischen und wirtschaftlichen Grenzen (die auch eine große Energievergeudung verursachen) ganz verzichtet wird“* [3]. Bertha VON SUTTNER las diesen Beitrag, in dem naturwissenschaftlich-technische Entwicklungen mit politischen Konsequenzen verknüpft sind, denn ihr Interesse für naturwissenschaftlich-technische Neuerungen war immer auch mit dem möglichen Einsatz *„modernerer“* Vernichtungstechniken im Krieg verbunden. Die Österreichische Friedensgesellschaft lud Wilhelm OSTWALD wenig später, sicher auf Anregung Bertha VON SUTTNERs, in den Saal des Gewerbevereins in Wien ein. Über sein Interesse an der Friedensbewegung gibt Wilhelm OSTWALD in den *„Lebenslinien“* Auskunft: *„Als eine Energievergeudung allerschwerster Art musste ich dagegen den Krieg beurteilen, und so versagte ich mich nicht der Aufforderung, an dem öffentlichen Widerstande gegen ihn teilzunehmen“* [1c]. In seinem Vortrag *„Das allgemeinste Problem der Kultur“* vertrat er die Meinung, dass Frankreich mit der Abrüstung vorangehen sollte. Wiederholt nimmt er auch später Vortragseinladungen von regionalen Friedensgesellschaften an und schreibt Beiträge für die Zeitschriften dieser Vereinigungen. Wilhelm OSTWALD hielt am 2. August 1910 zum Thema *„Kultur und Friede“* [4] während des 18. Weltfriedenskongresses in Stockholm einen Vortrag. In (den wahrscheinlich nicht vollständigen) Kalendernotizen vermerkt Wilhelm OSTWALD, dass er Bertha VON SUTTNER am 31. März, am 9. Mai und am 31. Juli 1912 in ihrer Wohnung besucht habe. Er schreibt über sie: *„Der restlose Idealismus, welcher sie erfüllte, machte den Verkehr mit ihr sehr angenehm und ich habe in der Folge nie versäumt, in dem alten Hause in der Zedlitzgasse vorzusprechen, wenn ich wieder nach Wien kam. Frau von Suttner war damals schon fast 70 Jahre alt, aber bei mäßiger Körperfülle und mittelgroßer Gestalt lebhaft lebenswürdig in ihrem Wesen. Die Wohnung war mit schönem altem Hausrat gefüllt. In der Mitte des Empfangszimmers stand ein Tisch, auf dem unter einer geschliffenen Glasplatte die Urkunde des Nobelpreises lag, den sie für ihre Verdienste um die Sache des Friedens erhalten hatte und auf den sie mit Recht stolz war“* [1d].

Auf Wilhelm OSTWALDS Artikel zur Luftfahrt reagierte BERTHA VON SUTTNER im Jahre 1912 mit der 32-seitigen Publikation *„Die Barbarisierung der Luft“*. Sie ging direkt auf den Inhalt des Beitrages von Wilhelm OSTWALD mit den Worten ein: *„Die trennenden Grenzen wären verwischt, denn in der Luft lassen sich weder Barrieren, noch Zollschränken, noch Grenzfestungen aufrichten; der erleichterte und zehnfach beschleunigte Verkehr würde die Völker einander noch näher bringen, als dies schon jetzt durch Eisenbahn und Dampfschiffe geschieht, und durch diese Annäherung würden die Feindschaften schwinden, und durch den Jubel überhaupt, den eine solche herrliche Errungenschaft in den Gemütern erweckte, würden die Menschen über ihre kleinlichen Hass- und Neidgefühle hinausgehoben werden“* [5 a]. Diese optimistische Vision war aber leider eine Fehleinschätzung, die bereits zur 1. Haager Friedenskonferenz im Jahre 1899 entstand. Sowohl die damals als kriegsuntauglich bezeichneten Luftschiffe als auch die später folgenden Flugzeuge seien inzwischen Waffen und der Luftkrieg eine reale Gefahr. Die Autorin entwirft die Schreckensszenarien eines Luftkrieges und appelliert an die menschliche Vernunft. Ihr Beitrag endete mit dem Aufruf: *„Angesichts der ruinierenden Kosten, der die kulturbedrohenden Gefahren und der das Kulturgewissen verletzenden Gräueltaten, protestieren wir gegen die jetzt so allgemein einsetzende Agitation zugunsten armer Luftflotten; ... wobei sogar Lazarette getroffen werden können; und richten an die Vertreter und Lenker der Völker die eindringliche Bitte, so bald als tunlich, womöglich noch vor der nächsten Haager Konferenz, eine Vereinbarung zwischen den Mächten herbeizuführen zwecks Erneuerung des auf der ersten Haager Konferenz auf die Dauer von fünf Jahren eingeführten Verbotes, von Luftschiffen Sprengstoffe herab zu schleudern“* [5b].

In ihrem Roman *„Der Menschheit Hochgedanken“* warnte Bertha VON SUTTNER bereits vor den Folgen eines Atomkrieges: *„Mit von Wolkenhöhen herab gesandten Radiumstrahlenbündeln in ein paar Minuten feindliche Flotten und Heere zu vernichten, feindliche Städte zu zertrümmern, ist Kinderspiel. Achtundvierzig Stunden nach der sogenannten ‚Eröffnung der Feindseligkeiten‘ könnten beide kriegsführende Parteien einander besiegen und im feindlichen Lande kein Gebäude und kein Lebewesen zurückgelassen haben“* [6].

Wilhelm OSTWALD und Bertha VON SUTTNER glaubten an die mit dem Fortschritt verbundene Höherentwicklung der Menschheit und waren sich in ihrer Gegnerschaft zum Militarismus, dem Nationalismus und dem Krieg einig. Sie argumentierten aber nicht von gleichen weltanschaulichen Positionen aus. Wilhelm OSTWALD verurteilte den Krieg, weil er *„die Verbesserung des ökonomischen Koeffizienten der umgewandelten Energie“* und die *„Verbesserung des Umsatzverhältnisses der rohen Energien, wie sie die Natur darbietet, für menschliche Zwecke“* verhindert [7]. Jeder Krieg war für ihn kulturwidrig, denn *„als Kultur wird sachgemäß alles bezeichnet, was dem menschlich-sozialen Fortschritt dient“* [8]. Für Wilhelm OSTWALD ließen sich nur mit Hilfe des energetischen Imperativs *„Vergeude keine Energie, veredle sie!“* Fortschritte in allen Bereichen der Kultur erzielen. Bertha

VON SUTTNER sah dagegen den Frieden als naturrechtlich verbürgten Normalzustand an. Das Recht auf Frieden konnte aus ihrer Sicht politisch und völkerrechtlich eingefordert werden, Krieg wäre dagegen eine Folge menschlichen „Irrwahns“ und schon deswegen unmoralisch. Den Zusammenbruch ihrer Vorstellungswelt und den Sieg des „Irrwahns“ und auch Wilhelm OSTWALDS Abkehr von ihrem gemeinsamen Eintreten für den Frieden erlebte Bertha VON SUTTNER nicht mehr. Sie starb noch vor dem Ausbruch des Ersten Großen Krieges am 21. Juni 1914. Wilhelm OSTWALD widmete ihr einen Nachruf [9].

Literatur

- [1] OSTWALD, W.: Lebenslinien: eine Selbstbiographie. Bd. 3. Berlin: Klasing, 1927, a) S. 192f., b) S. 329f., c) S. 328f. d) S. 330f.
- [2] SUTTNER, B. v. Memoiren. Stuttgart und Leipzig: Dt. Verlags-Anstalt, 1909, a) S. 130, b) S. 132, c) S.182.
- [3] OSTWALD, W.: Der fliegende Mensch. Neue Freie Presse. Morgenblatt 46 (1909), 16288 vom 25. 12 (S. 6); vgl auch: Pester Lloyd (1909) vom 25. 12.1909, Lese 1 (1910), 20, S. 393-395, Techn. Monatshefte 3 (1912), S. 103-105, Die Forderung des Tages. Leipzig: Akad. Verlagsges., 1910, S. 406-413.
- [4] OSTWALD, W.: Kultur und Friede. In: Der energetische Imperativ: Erste Reihe, Leipzig: Akad. Verlagsges., 1912, S. 271-287.
- [5] SUTTNER, B. v.: Die Barbarisierung der Luft. Berlin, Leipzig: Friedens-Warte 1912. a) S. 1, b) S. 31].
- [6] SUTTNER, B. v.: Der Menschheit Hochgedanken. Berlin, Wien, Leipzig: Verlag der Friedens-Warte, 1911, S. 395.
- [7] OSTWALD, W.: Erfinder und Entdecker. Frankfurt am Main: Rütten & Loening, 1908, S. 5.
- [8] OSTWALD, W.: Grundriss der Naturphilosophie. Bd. 1. Leipzig: Reclam, 1908, S. 193.
- [9] OSTWALD, W.: Bertha von Suttner. Friedens-Warte 16 (1914) Juli, S. 256f.
- [10] RILKE, R. M.: Antwort auf den Ruf „Die Waffen nieder!“. In: Sämtliche Werke Bd. 3 Jugendgedichte. Frankfurt am Main: Insel-Verl., 1926, S. 415f.
- [11] Brief von Leo TOLSTOI an Bertha VON SUTTNER am 22. Oktober 1891. In: HAMANN, B.; HAMANN, G.: Bertha von Suttner: Kämpferin für den Frieden. Wien: Brandstätter, 2013, S. 139.
- [12] HENNIG, R.: Alfred Nobel: der Erfinder des Dynamits und Gründer der Nobelstiftung. Biografie. Kap. 14. Nobel der Friedensfreund. Hamburg: Severus, 2014.

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. sc. Prof. e.h. Gerhard Banse
Berliner Zentrum Technik & Kultur
Theodorstraße 13
12623 Berlin
gerhard.banse@partner.kit.ed.

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

Prof. Dr. Knut Asmis
Univ. Leipzig, Physikalische Chemie
Linnéstr. 2
04103 Leipzig
knut.asmis@uni-leipzig.de

Prof. Dr. Jan-Peter Domschke
Am Finkenrain 12
09130 Chemnitz
domschke@htwm.de

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

Clemens Milker
Technische Universität Dresden
Philos. Fakultät, Inst. für Geschichte
01062 Dresden
clemens.milker@tu-dresden.de

Gesellschaftsnachrichten

Wir gratulieren

- zum **75. Geburtstag**
 - Herrn Dr. Sühnel, 04.06.
 - Herrn Prof. Dr. Ulf Messow, 04.10.
 - Herrn Dr. Robert Ostwald, 07.11.
 - Herrn Dr. Arne Fuchs, 19.11.
 - Herrn Prof. Dr. Helmut Papp, 14.12.
- zum **70. Geburtstag**
 - Herrn Prof. Dr. Wolfgang Oehme, 12.10.

Ergebnisse der ordentlichen Mitgliederversammlung der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V. 2016 - Zusammenfassung

Am 18. März 2016 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 2015) wurde die Tagesordnung abgearbeitet, die neben dem Tätigkeits- und Finanzbericht des Vorstandes auch die Tätigkeits- und Finanzplanung des laufenden Jahres sowie die Mittelfristplanung (2017 bis 2018) umfasste.

Nach den von der Versammlung diskutierten und angenommenen Berichten des Vorstandes, beschloss die Versammlung, den Vorstand für das Jahr 2015 Entlastung zu erteilen.

In der Diskussion wurde das Thema Finanzlage besonders tiefgründig behandelt und im Ergebnis dessen der Vorstand beauftragt, Lösungsvorschläge für das auf die Gesellschaft in den nächsten Jahren zukommende Finanzproblem zu erarbeiten und den Mitgliedern zu unterbreiten, um einen erfolgreichen Fortbestand der Gesellschaft und deren Aktivitäten, wie die Ostwaldgespräche, Herausgabe der Grünen Hefte, Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis usw. auch über das Jahr 2018 hinaus zu gewährleisten.

Der Vorsitzende des Vorstandes erklärte 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 €
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. Hönl. Berlin: VWB, 2010 (Preis f. Mitgl. d. WOG: 15,00 €)	25,00 € 15,00 €
Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft: Quartalshefte ab 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 €