

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

853

Nr. 42.

Sonnabend, den 16. Oktober 1920.

Band 64.

Wirkungsgrad.

Von Dipl.-Ing. Wichard v. Moellendorff.

(Vorgetragen in der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure am 20. September 1920 zu Berlin.)

Im Gegensatz zu vielen Wörtern der modernen Spezialisensprachen bedeutet »Wirkungsgrad« etwas allgemein, weil in sich selbst Verständliches, nämlich den Grad einer Wirkung, bezogen auf eine zugehörige Ursache gleicher Art und gleichen Maßes. Philologisch darf man dem »Wirkungsgrad« das Lob erteilen, ohne Gewaltsamkeit gut deutsch gebaut zu sein und trotzdem eine glatte Brücke zur angelsächsischen, international gebräuchlichen efficiency zu bilden, und philosophisch gebührt ihm sogar die Anerkennung einer ganz ungewöhnlichen Genauigkeit, die vorteilhaft von der Begriffsverwirrung in Ausdrücken wie »Arbeits«, »Produktivität«, »Wert« u. a. absticht.

Obleich wir uns in einem Hegel-Gedenkjahr befinden, greife ich auf Schopenhauer zurück, dessen Hauptwerk über »die Welt als Wille und Vorstellung« und dessen Abhandlungen »über die vierfache Wurzel vom zureichenden Grunde« oder »über den Willen in der Natur« nicht nur irgendwelche Fundgruben, sondern schlechthin die Fundamente des wissenschaftlichen Ordnungsinnes sind und bleiben. Wie Schopenhauer von den zeitgenössischen Päpsten der Gelehrsamkeit als dilettantischer Außenseiter verlacht wurde, so wird der Ingenieur vom Hohn zünftig eingessener Professoren verfolgt werden, sobald er sich unterfängt, aus ihrem Gehege in die Wahrheit zu dringen.

Sei es darum: Sofern es nur Wahrheit ist, was wir auf diesem Wege einsammeln, so sei die Initiative unseres Vereines dankbar begrüßt, der uns, entgegen früherer Gepflogenheit, heute hier zusammengerufen hat, damit wir uns über die Sphäre von Fachberichten zu den letzten Fragen unseres Berufes hinaufschwingen. Wir Ingenieure, die wir zwar mit Recht in Nüchternheit verharren wollen, die wir aber heilsam vor der Tatsache erschrecken, daß wir uns mit Unrecht durch Fachsimpelei von der Zugehörigkeit zu einer Weltanschauung bedenklich weit entfernt haben, wir Ingenieure, auch wir, beginnen umzukehren und die uns entfremdeten Gefilde eben der Philosophie wieder aufzusuchen. Wir wollen wieder wissen, wie die Technik innerlich in ihren Teilen und äußerlich mit dem Weltganzen zusammenhängt.

Dieses Thema im Rahmen meines Vortrages zu erschöpfen, kann natürlich nicht meine Absicht sein. Es darf überhaupt bezweifelt werden, ob jemals der eine Mensch für den andern zu Ende antworten soll. Aber den andern zu eigener Antwort anregen, das soll er, und deshalb habe ich mir den »Wirkungsgrad« als Wegweiser ausgewählt. Gerade mit seiner Hilfe vermag ich wenigstens Schneisen im Dickicht schlummernder Probleme abzustecken; denn sein Geleit führt gleichsam immer wieder unmittelbar rückwärts zur philosophischen Lichtung, vorwärts in den philosophisch ungerodeten Urwald unserer Praxis.

Bitte verübeln Sie mir nicht, daß ich wenig voraussetze und in groben Umrissen weit aushole: Nach Schopenhauer gibt es viererlei Reihen von Gründen und Folgen und somit viererlei Notwendigkeiten, nämlich 1) die logische nach dem Satz vom Erkenntnisgrunde, vermöge welcher, wenn man die Prämissen hat gelten lassen, die Konklusion unweigerlich zugeben ist, 2) die mathematische nach dem Satz vom Grunde des Seins, vermöge welcher jedes von einem wahren geometrischen Lehrsatz ausgesagte Verhältnis so ist, wie er es besagt, und jede richtige Rechnung unwiderleglich bleibt, 3) die physische nach dem Gesetz der Kausalität (dem Satz vom Grunde des Werdens), vermöge welcher, sobald die Ursache eingetreten ist, die Wirkung nicht ausbleiben kann, 4) die moralische (nach dem Satz vom Grunde des Handelns), vermöge welcher jeder Mensch, auch jedes Tier, nach eingetretenem Motiv die Handlung vollziehen muß, die seinem angeborenen und unveränderlichen Charakter allein gemäß ist und demnach jetzt so unausbleiblich wie jede andere Wirkung einer Ursache erfolgt.

Diese Orientierung ist nicht so zu benutzen, als ob ihretwegen Trennwände zwischen den Disziplinen menschlicher Forschung und Betätigung lägen. Vielmehr ist beispielsweise Logik unzertrennlich mit jeder, besonders aber mit jeder klassifizierenden Wissenschaft verbunden. Physik und Chemie, in denen die Kausalität vorherrscht, können dennoch die Mathematik nicht entbehren. Ja, alle fruchtbare Wissenschaft beherbergt in sich alle vier Gestalten des Satzes vom zureichenden Grunde, indem sie nach Philosophie strebt; »empirische Wissenschaften, rein ihrer selbst willen und ohne philosophische Tendenz betrieben, gleichen einem Antlitz ohne Augen; sie sind eine passende Beschäftigung für Kapazitäten, von denen, wie von Genfer Arbeitern, einer lauter Räder, der andere lauter Federn, der dritte lauter Ketten macht, während der Philosoph wie ein Uhrmacher aus dem Allen erst ein Ganzes hervorbringt«. So spottet Schopenhauer über sein »überwiegend empirisches und historisches Zeitalter«. Hoffentlich trifft er damit künftig nicht mehr auch uns!

Dessenungeachtet erlaubt die Schopenhauerische Verteilung, jeder Disziplin eines der Viertel als Charakteristikum zuzusprechen. In ihrem Verhältnis zur Technik brauchen wir bei den beiden ersten, den Seins- und Erkenntnisgründen, nicht zu verweilen. Eine um so sorgfältigere Betrachtung bedingen die Gründe des Werdens und des Handelns; denn deren Verhältnis zur Technik und ihren Nachbarinnen ist es vornehmlich, was wir uns von neuem zu vergegenwärtigen haben, ehe wir uns, nach einem Jahrhundert allzu blinden Eifers, anschicken, geläutert und sehend in ein Jahrhundert höherer Vernunft zu treten. Nach Schopenhauer fällt in den Kreis der Kausalität der Schwerpunkt von Disziplinen wie der Technologie, Astronomie, Physiologie, Therapie, dagegen in den Kreis der Motivationen der Schwerpunkt von Disziplinen wie der Ethik, Psychologie, Politik, Geschichte. Warum?

Bei tausend Gelegenheiten betont Schopenhauer die Einheitlichkeit seiner Metaphysik, die, anders als die von Plato, Aristoteles, Rousseau u. a., keinen Dualismus eines inneren Antriebes durch Willen und eines äußeren durch Ursachen, sondern immer und überall ein gemeinsames »Prinzip der Bewegung« annehme. Ihm scheidet sich die Welt in den »nur empirisch, nur a posteriori« wahrnehmbaren Willen und in die »a priori bestimmbare« Summe der Vorstellungen (bloßen Erscheinungen). Der Wille, das »Ding an sich«, ist jenes »unbekannte x, das in aller Kausalerklärung übrig bleibt«, jenes »wahre Agens« des Geschehens von der niedrigsten anorganischen bis zur höchsten organischen, der menschlichen Stufe, wo es uns »intim und unmittelbar bekannt« wird: die Naturkräfte sind mit dem Willen in uns identisch. Und ebenso identisch ist im Gesamtverbände der Erscheinungen von oben bis unten das Wesen der Vorstellung, die Kausalität, mag es sich nun zeigen im Gefolge einer »mechanischen, chemischen, physikalischen Ursache, eines Reizes, eines (nur) anschaulichen Motivs (im Tiere), eines abstrakten gedachten Motivs (im Menschen) . . . Der alte Irrtum sagt: wo Wille ist, ist keine Kausalität mehr, und wo Kausalität, kein Wille. Wir aber sagen: überall wo Kausalität ist, ist Wille, und kein Wille agiert ohne Kausalität.«

Wie erklärt sich, daß eine Philosophie, die so kühn wie Schopenhauers das Weltall vom Hebel bis zum homo sapiens nach einem einzigen System integriert, dennoch (um zwei uns angehende Gebiete herauszugreifen: etwa) Politik und Technik scharf nach zwei verschiedenen Seiten des Satzes vom zureichenden Grunde differenziert? Ich zitiere wiederum: »Kausalität wird ganz von außen, ganz mittelbar, ganz durch den Verstand, Wille ganz von innen, ganz unmittelbar erkannt; daher ist je klarer in jedem gegebenen Fall die Erkenntnis des Einen, desto dunkler die des Andern. Wir er-

kennen, wo die Kausalität am faßlichsten ist (also an den ganz außer uns liegenden anorganischen Prozessen), am wenigsten das Wesen des Willens; und wo der Wille unleugbar sich kundgibt (also in uns selbst), wird die Kausalität so verdunkelt, daß der rohe Verstand es wagen konnte, sie wegzuleugnen. . . . Das Motiv gehört (wie der Stoß oder Zug oder Reiz) zu den Ursachen. . . .; aber hier stehen wir gleichsam hinter (wie dort vor) den Kulissen. . . . Die Motivation ist die Kausalität von innen gesehen.

In früheren Aufsätzen habe ich mitgeteilt, daß ich am Baum der Gesellschaftslehre drei Hauptäste erblicke, die Politik als die Menschen-Menschen-, die Oekonomie als die Menschen-Güter-, die Technik als die Güter-Güter-Beziehung. Lassen Sie mich an dieser Stelle nur das Ergebnis langwieriger Ueberlegungen wiederholen und unter Hinweis auf Schopenhauer dahin verdeutlichen, daß ich mit »Menschen« jeweils echte menschliche »Subjekte«, mit »Gütern« jedoch »Objekte« meine, als welche Teile des Menschen gelegentlich durchaus fungieren können: Wir haben uns zwar die schmalzige Redensart angewöhnt, daß seit Abschaffung der Sklaverei »der Mensch Mensch« sei und als ein echtes Subjekt in der Gesellschaft allein und frei über sich verfüge. Aber irren sich die Arbeiter wirklich, wenn sie sich bisweilen als kapitalistische Ausbeutungsobjekte bezeichnen? Oder täuschen sich die Unternehmer wirklich, wenn sie befürchten, im Zukunftstaat sozialistische Kontrollobjekte werden zu müssen? Ist es fabelhaft, von Physiotechnik — was ich lieber tue als von Psychotechnik — zu sprechen, sobald man den Menschen, wie bei einer Fingersatzübung am Klavier, als Objekt an Objekte anschaltet? Nein. Sondern der Mensch hat in allen Stadien seiner Sittengeschichte sowohl die Last der im Kausalitätsgesetz beruhenden natürlichen Unfreiheit wie auch die Qual der durch gesellschaftliche Zwecke hervorgerufenen künstlichen Bändigung seines Willens getragen und wird dieses Schicksal auch fernerhin tragen müssen. Daher fließen die Grenzen zwischen Politik und Oekonomie sowie zwischen Oekonomie und Technik.

Aber ob sie schon nicht starr sind, sie existieren. Und wenn wir uns nunmehr müheles die Technik als dasjenige Bereich der Gesellschaftslehre und -pflege herauschälen, in welchem die Kausalität zwischen Objekten und Objekten der menschlichen Gesellschaft waltet, für welches rein und streng der Satz vom Grunde des Werdens gilt, auf welchem jede Wirkung mit einer Ursache objektiv gepaart ist, kurzum welches das eigentliche »Reich des Wirkungsgrades« heißen mag, dann wollen wir zugleich geloben, nicht noch einmal, wie manchmal in der Vergangenheit, unzulässige Eroberungszüge ins Nachbargelände zu veranstalten, und sei es auch nur mit unvorsichtigen Vokabeln oder flüchtigen Analogieschlüssen.

Die spezifische Eigenschaft des Nachbargeländes, der Wirtschaft, besteht darin, daß sich dem Objekt der handelnde Mensch (das Subjekt) gesellt, daß die Kausalität durch ihre subjektive Abart (die Motivation) verdrängt wird, und daß statt der Wirkungen die »Werte« als Maßstäbe auftreten. Etwa eine Geld- und Kreditwirtschaft, in der »aller Nutzen die Kosten lohnen« soll, mit unserm Wirkungsgradbegriff zu impfen, das ist, milde geurteilt, kindlich; denn unser »Wirkungsgrad« beträgt höchstens, der »Wertgrad« der Oekonomie mindestens Eins: Dergleichen sollte man auf alle Marktsteine meißeln, um deren Standort sich »Betriebe« und »Geschäfte« prügeln. Teilen wir lieber die Verantwortung, als daß wir uns unverantwortlich um den Ruhm für Erfolge und die Schuld an Mißerfolgen raufen.

Daß die unfähigen und großmühtigen Politikaster und Oekonomikaster, die unser armes Deutschland seit 1890 zum mammonistischen Veitstanz verlockt haben, sich hinterher die Technisierung als Sündenbock vorspannen, dessen wollen wir uns mit Nachdruck erwehren. Walther Rathenau »Mechanisierung« und Werner Sombarts »Kapitalisierung«, Synonyma ein und derselben Entwicklung, haben den Kern der Technisierung zur Genüge enthüllt, als daß wir uns mit den an der Schale herumagierenden Eichhörnchen noch beschäftigen müßten: Die Bevölkerungspolitik des Abendlandes stützte sich auf eine vorgefundene rationalistische Begabung und schuf sich genau so viel Technik, wie sie sie mit der ebenfalls vorgefundenen Romantik glaubte vereinbaren zu können. Zu viel? Dann war jedenfalls die dienende Technik nicht daran schuld. Zu viel »Wirkungsgrad«? Ja für einen philiströsen Schuster, dem ein volltaugliches Telephon weniger gefällt als ein halbtugliches, ein typisierter Vollautomatismus weniger behagt als eine sentimentale Typenvielfalt, eine brauchbare Laderampe weniger einleuchtet als ein eklektischer Prunkstuck am Bahnhofsgelände. Dagegen nein für Jeden, der das drohende Gespenst der endgültigen Ueberflügelung Europas durch Amerika zu würdigen weiß. Von Moskau bis

Washington begreift jedes Kind die Folgerichtigkeit fortschreitender Technisierung. Die erhobenen Zeigefinger und die gesträubten Perrücken sollen uns keine Angst einjagen.

Sauberen Gewissens darf unser Verein sich rühmen, still und zähe den ihm aus dem Zusammenbruch von Politik und Oekonomie hinterlassenen Auftrag einer vollkommeneren Technisierung zu erfüllen, indem er für Normungen sorgt, indem er »wertgradliche« Tarifierhöhungen durch »wirkungsgradliche« Konstruktionsverbesserungen der Eisenbahn zu überwinden hilft, indem er sich der Landeskulturtechnik bemächtigt u. v. a. m. Es naht die Stunde, in der aus solchem sachlichem Streben heraus ein ungeahnt durchsichtiges und friedliches Nebeneinander von Oekonomie und Technik deren trübes und zänkisches Durcheinander ablösen und deren alternierende Ergänzung so wiederherstellen wird, wie sie sich in der ehemaligen Kameralistik für primitive Stadien glücklich vollzog, und wie sie, wohlgemerkt, in der amerikanischen Kompliziertheit nach wie vor prächtig gedeiht.

Dort heißt es freilich niemals »Technik und Landwirtschaft«, wenn »Industrie- und Landeskulturtechnik« gemeint ist, und niemals »Wärmewirtschaft« statt »Wärmetechnik«. Dort wird vom Kleinsten bis zum Größten die Sache verantwortlich empfunden, also weder einem ererbten Schlendrian noch einer vorgefaßten Arroganz überliefert. Dort würde aus dem »Tempel des Wirkungsgrades« jeder Technikaster herausgeworfen, der Ständedünkel gegen Ständedünkel predigte. Die preußische Devise vom Suum cuique wandert, fürchte ich, vollends aus, wenn wir fortfahren zu dulden, daß falsche Propheten unter uns um Anhang für ihr Geschwätz werben, wonach durch Technik die Religion, die Kunst, das Recht und der Markt umzugestalten und die Erde in ein rechenhaftes Paradies zwangläufiger Energetik zu verwandeln sei. Seien wir »Priester des Wirkungsgrades«, der angewandten objektiven Kausalität, bescheidene, treue, stolze Empfänger derjenigen Pflichten, welche uns die wachsende Ratio allmählich zuschanzt, aber keine Räuber oder Nachäffer. Beanspruchen wir kein der Technik nicht adäquates Recht. Sonst ergeht es uns in seinem Besitz wie dem Goetheschen Zauberehring. (Ob und inwieweit wir uns als »Bürger« oder »Beamte« der internationalen oder nationalen Gesellschaft um Politik und Oekonomie zu kümmern haben, ob und inwieweit uns dabei unsere »wirkungsgradliche Gesinnung« fördert oder hemmt, das möchte ich erst am Schlusse streifen. Vorläufig ist von Technik als Beruf die Rede.)

Nachdem wir die Technik einigermaßen isoliert haben, und während wir uns nunmehr anschicken, ihre Struktur zu beobachten, narrt uns gleich wieder ein Zweifel an dem bisher gewonnenen Resultat. Der uns vertraute »Wirkungsgrad« dividiert Leistungen ineinander, maschinelle kW-Erträge durch Aufwände, tierische effektive durch indizierte PS: Also auch menschliche Muskelanstrengungen durch Nahrungskalorien? Oder wo steckt der Trugschluß? Nicht darin, daß man gelegentlich die objektivierten mechanischen oder thermischen Leistungsgrößen organischer Herkunft miteinander und mit solchen anorganischer Herkunft vergleicht. Das Paradoxon, daß wir die Mehrzahl unserer »anorganischen Arbeiten« durch einen »organischen Stoff«, die Kohle, verrichten lassen, enthebt uns breiter Erörterungen einer etwaigen technischen Antithese von »Organon« und »Anorganon«. Die Technik entleert erst dann auf dem Glatteis der unpräzisen Termini »Arbeit« und »Leistung«, wenn sie, weil das menschliche Meterkilogramm mit dem maschinellen kommensurabel ist, auch das »arbeitende und leistende« Subjekt Mensch mit der »arbeitenden und leistenden« Maschine für kommensurabel hält.

Erstaunlich genug, vergessen allzu viele Techniker aus der technischen Historie eine Quintessenz zu entnehmen, die geradezu die Probe auf alle ähnlichen Exempel bringt: Technisierung verabstandet den Menschen Schritt für Schritt von den objektiv kontrollierbaren Energiebilanzen, schiebt seine Energiebeiträge immer mehr von der Seite der Kausalität auf die Seite der Motivation, »vergeistigt« ihn — nach einer populären Wendung — immer mehr und gipfelt sicherlich in einer gesellschaftlichen Organisation, die ihn als Substituten einer Maschine überhaupt eliminiert. Schon vor dem Kriege kostete in einem Berliner Metallwerk die billigste Kilowattstunde eines ungewöhnlich schwer arbeitenden Mannes mehr als das Tausendfache des Preises einer elektrischen Kilowattstunde. Die deutschen Erwerbstätigen des Jahres 1907 repräsentieren schätzungsweise einen 2500 Stunden lang laufenden Halbmillion-Kilowattmotor. Der deutsche Kohlenverbrauch desselben Jahres, in motorische Leistung gleicher Dauer transformiert, würde bei vorzüglicher Ausnutzung des Heizwertes immerhin einen Siebenzigmillionen-Kilowattmotor zu speisen vermögen. Selbst wenn man die andern moto-

rischen Quellen (Wasser, Oel, Vieh) vernachlässigt und die nur thermisch oder chemisch arbeitende Kohle abzieht, spielt der Mensch in der Mechanik kaum noch die Rolle von einigen Prozenten, wie das auch die leider mangelhafte Statistik der ortfest oder fahrbar investierten Kilowatt bestätigt.

Kein sozialistisches Argument ist so schwach wie das vom proletarischen Schweiß. Aber auch kein antisozialistisches Technikerargument ist so schwach wie das von der beglückenden Muskulaturlastung. Der durchschnittliche Bauer überragt den durchschnittlichen Dreher an Muskelleistung, Schweißabsonderung und gleichermaßen an Glückseligkeit um ein Beträchtliches. Vielleicht mußte es nicht so sein, aber es war so, daß durch die Maschinisierung eine bis dahin unerhörte Arbeitsteilung heraufbeschworen wurde. Als das Subjekt sich als solches anreichte, indem es seinen technischen Mechanismus an Objekte übertrug, büßte es zugleich, wennschon vielleicht vermeidbar, so große Bruchteile seiner Selbstbestimmung ein, daß man eines Tages auf je einen dispositiven etwa je zehn exekutive Industriearbeiter zählen konnte.

Seit Taylor — erst seit Taylor! — überschauen wir das ganz. Sein Management ist die erste konsequente Analyse des Zins-Lohn- und des Körper-Geist-Streites in seine wichtigsten Elemente, nämlich in »Arbeitgeberschaft« und »Arbeitnehmerschaft«. Seitdem dämmert es in uns, daß wir es gar so herrlich weit, wie der Liberalismus es von sich träumt, denn doch nicht gebracht haben: In den Kolonien trotz toleranter Rechtsparagrafen die mittelalterliche Fron, in der Heimat trotz aller Brusttöne eine Anhäufung würdelosen Dienstes, das mußte so enden, wie es geendet hat. Ich habe, als Taylor auftauchte, prophezeit, seine Entdeckung werde gescheite Kapitalisten teils zur Vollendung des Automatismus, teils zur Abspaltung neuer Handwerke zwingen, also teils den »Maschinenwärter«, »Einrichter«, usw. teils den »Feinmechaniker«, »Hochspannungsmonteur« usw. züchten und den »Handlanger«, »Schlepper« usw. beseitigen. Faktisch zielt Amerika darauf neuerdings mit einer unheimlichen Instinktsicherheit ab. Wir Europäer hinken vielleicht noch rechtzeitig nach. Verfehlen wir die Richtung oder bleiben wir unterwegs aus Gründen der Armut oder des Vorurteils stecken, so werden wir uns entweder, aus Abscheu vor dem »Taylorismus«, der nichts anderes als ein Produktionsmilitarismus ist, zur Entvölkerung und zur Rückkehr in einen Vorkapitalismus entschließen oder aber zum »Taylorismus« als einem Instrument des Sozialismus bequemen, also uns um der Arbeitsteilung willen sozialisieren müssen, weil der Mensch den privaten Gehorsam verweigert.

Hans Sachs —, der Göpelknecht —, die Seidendrahtspulerin —, die Dampftrabine —, ihr Maschinist: so viel Namen, so viel Arten »Arbeit« und »Leistung«, so viel verschiedenartige Mischungen kausal begründbarer »Wirkungsgrade« und motivisch zu ergründender »Wertgrade«. Ich hoffe, Sie werden hiernach in Ihren Werkstätten durch konkrete Beispiele, wie Schopenhauer fordert, Ihre Abstrakta selbst revidieren. Mit oder ohne Anführungsstriche dürfen »Arbeiten« und »Leistungen« nicht durcheinandergewürfelt und zu willkürlichen »Wirkungsgraden« kombiniert werden. Mit allem Vorbehalt kann man der jüngeren Betriebskunde eine »wirkungsgradliche« Methodik zubilligen, sofern sie dadurch die »wertgradliche« Entscheidung korrigiert. Ohne allen Vorbehalt ist die ältere Tradition statthaft, als Dividendus und Divisor eines »Wirkungsgrades« nur subjektiv ungefärbte

kW, PS, $\frac{\text{mkg}}{\text{sk}}$ bzw. kWh, mkg, kcal zuzulassen.

Augenscheinlich hat die Technik primär das Verhältnis zweier mechanischer Leistungen (PS : PS) als »Wirkungsgrad« bezeichnet und erst sekundär diese Bezeichnung auch auf das Verhältnis zweier mechanischer oder ihnen äquivalenter thermischer oder elektrischer Arbeiten (kcal : kcal, kWh : kWh, mkg : mkg) ausgedehnt. Dazu hat schließlich tertiär die Elektrotechnik eine beherzigenswerte Variation hinzugefügt, indem sie die »Wirkungsgradziffern« durch »Wirkungsgradgleichungen« (beispielsweise kW : kW = f[kW]) ersetzte und so von dem oft trügerischen »Wirkungsgradpunkt« zur schlüssigen »Wirkungsgradkurve« gelangte. Eine ebendaher stammende andere Variation, auch das Verhältnis von Arbeit zu Arbeitsvermögen (Energie) einer Anlage einen »Wirkungsgrad« zu nennen, rate ich abzulehnen, da Arbeitsvermögen nicht die Ursache von Arbeit ist: »Ausnutzungsgrad« oder »Belastungsgrad« spiegeln den Sinn des Koeffizienten aufs Haar. Es verrät keine Philosophie, sondern müßige Spiegelstecherei, wenn man alle möglichen Quotienten und Koeffizienten hin und her jongliert, bis sie sich »Wirkungsgraden« anähneln: Unter der Lupe entpuppen sie sich meistens als »Wertgrade« oder in noch größeren Fällen als benannte Zahlen, die prinzipiell keine »Wirkungsgrade« sein können. Nur

ausnahmsweise werden Zähler und Nenner eines »Wirkungsgrades« aus Stoff- statt Arbeits- oder Leistungsmengen bestehen dürfen, wenn nämlich der Stoff — z. B. der Stickstoff in der Landeskulturtechnik — abkürzungshalber eine Arbeit oder Leistung symbolisiert. Als Regel dagegen bleibt es beim η mit seinen eingebürgerten Merkmalen.

Auf das η haben sich Legionen von Technikern Jahrzehnte hindurch an Milliarden von Objekten rechnend, zeichnend, messend, ordnend konzentriert. Und was erreicht? Noch wird Ihre Majorität geneigt sein, mir zuzurufen: Vieles oder doch alles Erreichbare. Aber ich versichere Sie, Ihre Minorität, die den Kopf schüttelt, behält Recht. Als akademischen Füchsen wird uns eingetrichtert, daß die η einer energetischen Kette nicht zu addieren, sondern zu multiplizieren seien, so daß, wenn man ein einziges Kettenglied zu betreten versäume, das η der ganzen Kette gestört, zerstört werde. Hat sich nicht trotzdem die Gesamtheit der Techniker öfter auf die Addition hervorragender, partieller η gestürzt, statt sich an die Multiplikation eines möglichst hohen, totalen η zu klammern? Ich freue mich, diese herbe Kritik nicht an Einzelnen, sondern, trotz der Hochachtung vor jedem Einzelnen, an uns allen, mich eingeschlossen, üben zu müssen. Ich räume auch keinem Außenseiter das Vergnügen der Schadenfreude ein; denn draußen am »Wertgrad« wurde noch mehr gesündigt als drinnen am »Wirkungsgrad«, und Anlaß dazu, daß wir Schaden nahmen, boten mehr die äußeren als die inneren Umstände: In einer Gemeinschaft ohne Gemeinsinn verkümmerte der »Gesamtwirkungsgrad« entschuldbarer als anderswo. Aber daß auch er unter unserer Konsortialverantwortung verkümmert ist, dieses beschämende Geständnis können wir uns nicht ersparen.

Der technische Arbeitstrom etwa von der Kohlengrube bis zum letzten Verbrauch mochte dem steinigsten, reibungsvollsten, widerspenstigsten ökonomischen und politischen Terrain eingebettet sein: wir hatten ihn »wirkungsgradlich« strömen zu lassen. Die Kohlenkilowattstunde mochte — ein Märchen für unsere Kinder — kaum noch einen Pfennig kosten: wir durften sie nicht vergeuden. »Wertgradmoden« mochten sich einnisten — die gestrige befaßt sich mit Energiezentralen, die heutige mit Oefen, die morgige mit Aschenaufbereiten —: wir hatten quer durch die Konjunkturwellen hindurch den »Wirkungsgrad« zu steuern. Nach dem »Wertgrad« mochte für oder wider Intensität oder Extensität optiert werden: wir hatten das zugehörige Optimum des »Wirkungsgrades« aufzuspüren.

Versagten wir dabei aus Unkenntnis oder Unverstand, so ist Klage, aber nicht Anklage am Platze. Versagten wir jedoch trotz Kenntnis und Verstand, so erteile uns unser Gericht, jeden das seinige, mich das meinige. Ich geriet frühzeitig in die Metallographie und Metalltechnik. Das größte deutsche Metallwerk stellte sich von der Empirie zur Systematik um. Mir fiel das schöne Los des Patrouillenreiters zu. Es hagelte Meldungen und darunter gewiß auch wertvolle Meldungen. Das dicke Buch chemischer und physikalischer Geheim- und Zufallsrezepturen schrumpfte zu einem schmalen Heft zusammen, das eine planmäßige, stetige Fabrikation gewährleisten sollte. Der Ballast des Abfall- und Ausschubmaterials verkleinerte sich. Die Firma marschierte alsbald an der Spitze der Solidität, Rentabilität und Initiative. Relativ konnte ich zufrieden sein und war es. Im Nebel der »Wertgrade« hatte ich mich tapfer für die Technik gegen Atavismen, für die Kalkulation gegen blinde Akquisitionen, für die Organisation gegen wilde Akkumulation eingeschoren und biß mich durch. Eine Reihe von »Teilwirkungsgraden« hob sich zusehends. Aber war das das absolut Richtige? Hätte ich nicht den Nebel auch dann und noch gründlicher zerstreut, wenn ich, getrost ein bisschen weniger heroisch, erst einmal im Sonnenschein des »Gesamtwirkungsgrades« meinen Mann gestanden hätte?

Das Metallwerk war von guten und leidlichen »Wirkungsgraden« eingesäumt. Die Energiezentrale verdaute ihre Kohle musterhaft. Die Elektrizitätsverteilung bis zu den Arbeitsmaschinen galt als nachahmenswürdig. Tüchtige Einkäufer und Konstrukteure verbannten aus der Arbeitsmaschinerie die Undichtigkeiten, die Schlupfe, die Reibungen, die Strahlungen. Schmelzen und Glühen, Pressen und Walzen, Ziehen und Drücken konnten so »wirkungsgradlich« von stattem gehen, wie sie nur mochten. Aber hier gerade fehlte es an einem Taylor, an einem Revolutionär des »Wirkungsgrades«, an einem Ausleger »wirkungsgradlicher« Spinnengewebe, an Einem, der, wie Taylor die »schneidende«, so die knetende Metallarbeit a priori, kausaliter, »wirkungsgradlich« anpackte und bezwang. Während ringsum Zehntel- und Einerprozente aus der Teilwirkungsgraden von Gasgeneratoren, Muffeln, Tiegeln, Walzenstraßen, Ziehbänken, Strangpressen hervor-

geholt, herausgequetscht wurden, verschlang ich Tor Zehnerprozente über meine Sättigung hinaus: Ich erweichte das verfestigte Arbeitsgut mit fünf-, mit zehnmal so viel keal, wie ihm genügt, und heizte ganze Höfe — Höfe! — mit dem Ueberschuß! Ich reckte die Drähte wie ein Berserker, »was das Zeug hielt«, »was das Werkzeug hergab«, Tempo, Tempo, Umsatz, Umsatz, und allenfalls noch etwas Rücksicht auf die bezweckten Eigenschaften der abzuliefernden Ware! Ich weiß noch heute nicht, und Niemand weiß es, bei welcher Geschwindigkeit und bei welcher Temperatur die Knetarbeit im Zieh-eisen ein Minimum wird. Wahrscheinlich beschert uns einmal, wie Kolumbus das stehende Ei oder Taylor den Wolframstahl, so jemand einen ganz unwahrscheinlich »wirkungsgradlichen« Ziehprozeß, indem er etwa vor die Düse ein heißes, hinter sie ein kaltes Oelbad lagert und den Draht langsam, aber mit gewaltiger Querschnittabnahme verjüngt. Aber wie auch immer: Ich, meine Generation, die Technik meiner Generation weiß von alledem nicht viel mehr, als womit man frei nach Jules Verne phantasiert. Ich bin nicht mehr mit mir zufrieden.

Sind Sie es mit sich, als partes pro toto der Technik mit sich zufrieden? Es scheint nicht so. Sonst würde es nicht in der Wärmetechnik, in der Verkehrstechnik, in der Landeskulturtechnik u. a. seit einiger Zeit so fieberhaft emsig zugehen wie in Wochenstuben. Dort wird gleichsam der Knabe »Wirkungsgrad« jetzt erst geboren. Nach einem rohen Alterschema darf man behaupten, daß er in der Familie der Arbeitslieferer beinahe erwachsen, in der Familie der Arbeitsverteiler halbwegs, in der Familie der Arbeitsbezieher ein Säugling ist. Wer diese Phasenverschiebung mit mir konstatiert, der stimmt auch meiner Kritik am technischen »Gesamtwirkungsgrad« zu. Es ist erklärlich, aber nicht verzeihlich, daß wir die »Teilwirkungsgrade« auseinanderreifen ließen, daß ganze Scharen von »Wirkungsgraden« als Embryonen vegetierten — Häuserbautechnik, Kleidungstechnik usw. —, daß andere vergreisten, ohne jemals von der Technik als Vetter begrüßt zu sein: Wollen wir wetten, daß sich kaum ein Drittel unter uns jemals das agrarische »Gesetz vom Minimum« dahin verallgemeinert hat, von mehreren parallelen Ursachen gebe die kleinste in der Wirkung den Ausschlag, und daß sich ebenfalls kaum ein Drittel unter uns jemals das agrarische »Gesetz vom sinkenden Bodenenertrag« dahin kommentiert hat, die »agrarische Wirkungsgradkurve« entspreche der »Wirkungsgradkurve« gewisser elektrischer Maschinen, ja daß sogar die wenigen derartigen verdienstlichen Synthesen, die u. a. der Oekonomik Julius Wolf in Charlottenburg gewagt hat, von seinen Schülern wie Spreu fortgeblasen worden sind?

Der Einwand, nicht die Technik, sondern manches Objekt sei zu unreif gewesen, als daß sie es »wirkungsgradlich« habe behandeln können, ist nicht stichhaltig. Seit wann verkriechen wir Techniker uns unter dem Schirm der Exaktheit? Ist es nicht just unser Stolz, mit »funktioneller Vision«, wie etwa Riedler sagen würde, das Rätsel zu wälzen, ehe die exakte Akribie es in seinen letzten Feinheiten abzirkelt, ehe es seinen letzten Dezimalbruchteil entlarvt, ehe die energetischen Ursachen und Wirkungen bis in die letzten Winkel hinein vom Echo logischer Prämissen und Konklusionen widerhallen? Sind wir Epigonen geworden, daß wir mit unsern Entwürfen und Versuchen, Berechnungen und Gestaltungen nicht mehr auf Annäherung an die Kausalität vertrauen, sondern auf restlose Entschleierungen der Kausalität warten? Schlimm genug, wenn wir keinen Taylor mehr in uns produzieren. Aber schlimmer, wenn wir ihn nicht mehr in uns produzieren wollten. Der gerade war ein typischer Ingenieur, weil ihn leere Flecken in der »Wirkungsgradkarte« mehr beunruhigten als die Dürftigkeit seines ge-

lehrten Rüstzeuges. Den stachelte das Gewissen des »Wirkungsgrades« bis zur Erfindung auf, und den lähmte kein Umstand.

Auch nicht die von den Kraftmaschinen her stammende Gewohnheit, »Wirkungsgrade« auf Sekundenleistungen zu basieren, eine Gewohnheit, die manchen Techniker so sehr gebremst hat, daß er zeitlich distanzierte Arbeiten überhaupt nicht als »wirkungsgradlich« gekuppelt empfand. Die schon erwähnten elektrotechnischen »Arbeitswirkungsgradkurven« sind bisher selten nachgeahmt worden. Sie verdienen es. Durch sie läßt sich jede Technik »wirkungsgradlich« ermessen. Uebrigens auch die in eine Anlage eingebaute Arbeit, die wir fälschlich nur »wertgradlich«, nur nach Rente und pekuniärer Amortisation, zu bedenken pflegen. Zwischen die liegende Dampfkolbenmaschine und die Dampfturbine schob sich, um städtische Grundfläche zu sparen, für ein Weilchen die stehende Dampfkolbenmaschine ein. Wohl uns, daß die Nachfrage nach Kilowattstunden damals rasch genug anschwellen um diese Alteisenmassen zu schlucken. Aber zieren diese Wahrzeichen eines unermüden technischen Fortschrittes das Wappen des »Wirkungsgrades«? Wieviele Kilowattjahre sind in ihnen eingesargt? Die Angelsachsen lächeln über unsere Hast, wir über ihr Phlegma. Im Kriege haben zumal die technischen Mitarbeiter das Lächeln frühzeitig gelernt. Wir haben uns »wertgradlich« zu Tode gesiegt. Die Ruinen des Hindenburgprogramms sind trotz ihrer »wertgradlichen« Abschreibung ein »wirkungsgradliches« Menetekel.

Seitdem ich die Schrecken vor und nach dem November 1918 miterlebt habe, billige ich das Verlangen des Technikers nach öffentlichem Einfluß doppelt und dreifach. Aber nachdrücklich betone ich, daß wir genau so viel Einfluß, wie uns ziemt, erwerben können, wenn wir uns »wirkungsgradlich« reformieren, sowohl zu einer reinen Isolation des Begriffes, wie auch zu einer strengen Gewissenhaftigkeit seiner Anwendung. Die Banalität, daß jedermanns Macht so groß sei wie seine Bereitschaft zu Verantwortung, ist auf die Dauer unwiderleglich. Auch den Technikern gegenüber. Daß Rombergs Massenfabrikation von Maschinengewehren über den technischen Augenblickserfolg hinaus eine »wertgradliche« Resonanz erzeugte, die kräftiger als alle guten Lehren unsere Oekonomik umstülpen wird, das dankt er zuvörderst seinem »wirkungsgradlichen« Pflichtgefühl. Allen Technikern, die ihrem »wirkungsgradlichen« Pflichtgefühl wie dem kategorischen Imperativ gefolgt sind, hat eine Palme gewinkt, und die soll unter dem Pesthauch des Schiebertums nicht verwelken. Das Andenken unserer großen Toten, deren »wirkungsgradliche« Schöpfungen Keimzellen einer organischen Wirtschaft intern längst waren, extern bald werden mögen, soll uns weder durch befangene Lobhudeleien, noch durch unwählerisches Haßgeschrei verunglimpft werden. Die Technik bedrohe die Menschenseele, untergrabe die Persönlichkeit, verderbe das Genus humanum, so munkeln die Gegner. Wir aber besinnen uns, daß die Technik, ökonomisch und politisch indifferent, auch in dem Konflikt zwischen Genus humanum und Societas humana parteilos, dem Chinesen und Russen mit ihren generalistischen »Wertgraden« ebenso befreundet, wie dem Germanen und Romanen mit ihren sozialistischen »Wertgraden«, Eines werden kann: vermöge ihres »Wirkungsgrades« ein Barometer der »Wertgrade«, ein Zünglein an der Wage der »Wertgrade«, der neutrale Punkt im Getriebe der gesellschaftlichen Motive. Das meinen wir Techniker, wenn wir Oekonomik und Politik in einer neuen Fakultät, der Organik, zu Genossen begehren. Nicht aber gelüftet uns nach der Teilnahme an ihrem derzeitigen Luderleben. ^[350]

¹⁾ Bestellzettel auf Sonderabdrücke im Beiblatt des Textteiles.

Die Gesetze der Typenbildung.¹⁾

Nach der von Dr.-Ing. Buxbaum aufgestellten Systematik ist zwischen der Herausbildung des Idealtyps, die organisch und ohne gewaltsame willkürliche Beeinflussung vor sich geht, und der Festlegung auf bestimmte wenige Arten und Modelle zu unterscheiden. Diese, die eigentliche Typisierung, kann man auf Grund von Gesetzmäßigkeiten logischer, physikalischer und biologischer Art oder auch ohne Gesetzmäßigkeiten vornehmen, wobei eine vereinbarte Gesetzmäßigkeit, z. B. die Periodenzahl für Wechselstrom, den Zwang bewirken kann. Das eigentliche Arbeitsgebiet der Typisierung

ist dort, wo Gesetzmäßigkeiten fehlen; hier können Art und Form, Abmessungen und Leistungen nach Menge und Beschaffenheit sowie nach wirtschaftlich-technischen und kulturellen Gesichtspunkten getypert werden. In das Gebiet der Typen greift das der Normen. Eine Trennung der beiden läßt sich so durchführen, daß man von den menschlichen Bedürfnissen ausgeht und danach die diese Bedürfnisse befriedigenden Dinge nach ihrer Stufung in Naturstoffe, Rohstoffe, Zwischenerzeugnisse, Teilerzeugnisse und Gebrauchgegenstände einteilt. Gewöhnlich bezieht sich die Typung auf Gebrauchgegenstände, aber auch auf solche, die wohl für sich ein Ganzes sind, jedoch erst mit andern der gleichen Stufe menschliche Bedürfnisse befriedigen können.

¹⁾ »Der Betrieb« September 1920.