

# Technik und Wirtschaft

Herausgeber: Dr.-Ing. Otto Bredt und Dr. Georg Freitag / VDI-Verlag GmbH, Berlin NW 7

37. Jahrgang

Juni 1944

Heft 6

## Zur Grundeinstellung der Natur- und Geisteswissenschaften

Entgegnung und Schlußwort

Von Dr.-Ing. OTTO BREDT, Berlin

*Die Ausführungen von Dipl.-Volkswirt Otto Martin Hoffmann im Maiheft dieser Zeitschrift (S. 64) schneiden einen für die Wissenschaft als Ganzes sehr bedeutsamen Fragenbereich an. Es geht um nicht mehr und nicht weniger als um die Beantwortung der Frage, wo wir den Quellenbereich unseres Wissens zu suchen haben, insbesondere ob und inwieweit man in diesem Zusammenhang die Naturwissenschaften als Erfahrungswissenschaft und die Geisteswissenschaften als Erkenntniswissenschaft ansprechen kann. Darüber hinaus wird aber auch noch die heute meist übliche Gliederung der Gesamtwissenschaft in Natur- und Geisteswissenschaft zur Erörterung gestellt und damit eine Einteilung, die leider manchmal weniger auf das Bemühen, objektiv zu ordnen, als vielmehr auf die Absicht, subjektiv zu werten, zurückzuführen ist. Die Leser unserer Zeitschrift werden es daher mit den Herausgebern freudig und dankbar begrüßen, daß Hoffmann in so tiefgründiger und überzeugender Weise von hoher Warte aus zu den hier aufgeworfenen Fragen Stellung nimmt.*

*Die Auffassung Hoffmanns liegt in den wichtigsten Punkten nicht allzu fern von der, aus der heraus der Aufsatz „Ingenieur und Verwaltung“ geschrieben wurde. Nur an einigen Stellen kann ich Hoffmanns Gedankengängen nicht folgen. Zweck der nachstehenden Ausführungen soll es sein, zunächst das Gemeinsame herauszustellen und sodann zu zeigen, wo und warum die beiderseitigen Ansichten auseinandergehen.*

### 1. Universitas Wissenschaft —

Zunächst eine Vorbemerkung, um Mißverständnisse zu vermeiden. In meinem Beitrage „Ingenieur und Verwaltung“, Abschnitt 1 „Verwaltung als Aufgabe“ (Techn. u. Wirtschaft. Bd. 37 (1944) S. 17) habe ich zu dem von Hoffmann behandelten Thema selbst keine Stellung genommen. Ich habe lediglich die bekannte Gliederung der Wissenschaften und die dieser Gliederung wiederum zugrunde liegende Ausgangseinstellung als Beispiel herangezogen, um die beiden Grundeinstellungen zu verdeutlichen, mit denen man an „die Verwaltung als Aufgabe“ herantreten kann und darüber hinaus auch tatsächlich herantritt, wenn es gilt, die der Verwaltung gestellten Aufgaben zu lösen.

Mit Hoffmann bin ich der Auffassung, daß

a) die Wissenschaft, wie das Sein und Werden, eine „Universitas“, ein gemeinsames, wenn auch sinnvoll vielgestaltiges großes Ganze ist, d. h. um mit den Worten Hoffmanns zu sprechen, daß es nur „eine große allgemeine Wissenschaft“ gibt. Das schließt jedoch nicht aus, daß sich die zu ihr gehörenden Teilwissenschaften nach bestimmten Leitgesichtspunkten ordnen und zusammenfassen lassen, wie dies z. B. offensichtlich bei den eingangs genannten Gliederungen geschieht.

b) „jede echte Wissenschaft . . . . . Erfahrungs- und Erkenntniswissenschaft“ ist, „weil jede Wissenschaft den Weg von der Erfahrung zur Erkenntnis und von der Erkenntnis . . . . . zu neuer Erfahrung geht.“ Ähnliches habe ich in meinem Februarbeitrag im Anschluß an die von Hoffmann zu Beginn seiner Stellungnahme zitierten Sätze zum Ausdruck gebracht. Nur daß ich in der von Hoffmann gekennzeichneten Folge nicht nur eine Aneinanderreihung wissenschaftlicher Entwicklungsstufen, sondern zwei zueinander zeitlich in einer bestimmten Polarität und wechselseitigen Spannung verlaufende Bahnen der Wissenschaft sehe, die sich bei aller Gegensätzlichkeit im Ansatz doch wechselseitig zur lebendigen Universitas unseres Wissens ergänzen. Dementsprechend heißt es im Februarheft:

„Damit (lies mit der Gegenüberstellung von Geistes- und Naturwissenschaften, Erkenntnis- und Erfahrungswissenschaften) betont man jedoch im Grunde nur den Quellenbereich, in dem die wissenschaftliche Arbeit ihren Ausgang nimmt. Das heißt aber nicht, daß die Einstellung der einen etwa die der andern ausschließen muß. Denn eine jede Erkenntnis wird erst in der Erfahrung ebenso wie jede Erfahrung erst in der Erkenntnis ihre Vollendung finden. Und auch der Geist wird erst als Produkt der Natur ebenso wie die Natur erst durch den sie durchdringenden Geist für den Menschen sinnvolles Leben gewinnen.“

Beide Grundeinstellungen gehören also wie ein Polpaar im Kraftfeld des Lebens zusammen. Sie ergänzen sich wechselseitig und müssen daher durch die harmonische Abstimmung in der andern ihre eigene Bestätigung finden. Der Unterschied ist nur, daß man hier von dieser, dort von jener Grundeinstellung aus den Marsch der Arbeit antritt und daher auch die Stellung und Lösung der Aufgaben aus einem andern Blickfelde sieht.“

Nicht zu bestreiten ist auch, daß man im Bereiche der sogenannten Geisteswissenschaften zahlreiche Vertreter findet, die ihre Aufgabe von der Seite der „Erfahrung“ und nicht von der der „Erkenntnis“ aus anpacken, ebenso wie es im Bereiche der Naturwissenschaften nicht nur „Empiriker“, sondern auch „Theoretiker“ gibt, die mit der „Erkenntnis“ anstatt mit der „Erfahrung“ beginnen (vgl. hierzu Abschnitt 2 und 3).

Dabei mag es dahingestellt bleiben, ob und inwieweit es dem einen oder dem andern gelingt, entweder durch eine bewußte „Integration“ der „Erfahrung“ bis zur „Erkenntnis“ oder bis zu einer erprobten „Verifizierung“ der „Erkenntnis“ durch „Erfahrung“ vorzudringen. Die Frage ist nur, welche der beiden Grundeinstellungen man primär — zu mindesten ausschlaggebend — den Natur- bzw. Geisteswissenschaften zuordnen kann, sowie weiterhin, ob und inwieweit es sinnvoll ist, die Natur- und Geisteswissenschaften einander gegenüberzustellen.

### 2. — und ihre Gliederungen

Fragt man sich, was man unter Natur- und Geisteswissenschaften zu verstehen hat, so wird man eine sinnvolle Antwort nur dann zu geben vermögen, wenn man sich zuvor darüber klar geworden ist, ob man damit die Wissenschaft

- a) nach dem Sinn und Wesen des von ihr behandelten „Gegenstandes“, d. h. also „objektiv“, oder
- b) nach der Einstellung und Reichweite des sie behandelnden „Forschungsträgers“, d. h. also „subjektiv“,

kennzeichnen will.

Objektiv betrachtet, ist eine jede Wissenschaft letzten Endes Naturwissenschaft. Denn der menschliche Geist ist unbestreitbar ein Produkt der Natur und als solches aus dem schöpferischen Urtum aller Naturgebilde und allen Naturgeschehens geboren, befähigt, u. a. von sich aus wiederum aufs neue zu ordnen, zu gestalten und wirksam zu werden.

So betrachtet, grenzt man mit dem Begriff „Geisteswissenschaften“ aus der Wissenschaft von der Natur, ihren Erscheinungen, Zusammenhängen und Wechselwirkungen, wie ein Teil aus dem Ganzen, lediglich die Wissenschaft von der menschlichen Geisteswelt ab, etwa aus dem Grunde, weil man ihren Bereich für den Menschen als besonders bedeutsam betrachtet. Das heißt jedoch noch nicht, daß man damit die Verbindung zum Urquell allen Geistes abbricht bzw. abbrechen muß, ohne die jedes geistige Leben zur Unfruchtbarkeit und schließlich zum Tode verurteilt ist.

Subjektiv betrachtet ist demgegenüber eine jede Wissenschaft Geisteswissenschaft und damit auch die Naturwissenschaften ein Teil derselben. Denn jedes Wissen von und um die Natur hängt letzten Endes von der jeweiligen Einstellung, der Erkenntnistiefe und dem Erfahrungsschatz ab, mit denen der menschliche Geist die Natur in ihrem Sein und Werden zu durchdringen vermag.

So gesehen, baut auch jede Naturwissenschaft auf einer geisteswissenschaftlichen Grundlage als Voraussetzung auf, die ihrerseits wiederum sich in den Tiefen des Philosophischen, dem Wissen um die Zusammenhänge aller Wissensgebiete gründet. Diese geisteswissenschaftlichen Fundamente aller Wissenschaften dürfen ebensowenig übersehen werden wie der gemeinsame Schöpfungs- und Schaffungsbereich der Natur, aus dem alles Wissen um die Natur einschl. der menschlichen Geisteswelt in mühsamer Arbeit von dem menschlichen Geiste zutage gefördert und in den Dienst des Menschen gestellt wird.

Dabei ist es jedoch keineswegs gleichgültig, von welcher Seite aus der menschliche Geist mit der Durchdringung beginnt, d. h. also an welcher Stelle er sich auf Grund der gerade ihm eigentümlichen Anlage und Einstellung in die große Folgenkette Erfahrung—Erkenntnis und Erkenntnis—Erfahrung einschaltet. Wir kennen zur Genüge die Auseinandersetzungen zwischen den historischen und theoretischen Richtungen in der Entwicklung der Geisteswissenschaften, um einzusehen, daß es sehr wesentliche Unterschiede der zuvor geschilderten Art in diesem Wissensbereiche gibt. Unterschiede, die nicht etwa daher rühren, daß der behandelte Gegenstand an sich unterschiedlich ist, sondern lediglich daher, daß das Behandlungsobjekt auf Grund der ihm eigentümlichen Anlage und Grundeinstellung unter einem andersartigen Gesichtswinkel an die Behandlung des Gegenstandes heranzugehen pflegt.

Mit andern Worten, eine Wissenschaft (Teilwissenschaft) wird nun einmal in ihrer Art und Entwicklung von vornherein grundlegend durch den „Ansatz“ und die „Richtung“ bestimmt, die ihre Vertreter infolge ihrer Anlage und Einstellung zu den behandelten Wissensdingen ihrer Forschung zugrunde legen. Wer z. B. seinen Ausgang von der äußeren Wahrnehmung nimmt, um über Beobachtung und Versuch zur Erfahrung vorzustößen, wird notwendigerweise in dem Ansatz und der Richtung seiner wissenschaftlichen Arbeit sich grundlegend von dem unterscheiden, der auf Grund einer ganz anders gearteten Veranlagung und Grundeinstellung — z. B. aus einer inneren

Erleuchtung heraus bzw. infolge des durch diese Erleuchtung erworbenen „scharfen“ Blickes für die tiefen Gründe und großen Zusammenhänge alles Seins und Werdens — seine wissenschaftliche Arbeit auf das so zu Erkennende und die daraus gewonnene Erkenntnis abstellt. Das sind Unterschiede, psychologisch bedingt, an denen man nicht stillschweigend vorbeigehen kann. Denn hier liegen die Wurzeln für so manche Meinungsabweichungen und Gegensätzlichkeiten, die wir anders nicht zu erklären vermögen.

Noch schärfer treten die hier geschilderte Spannung und Polarität auf dem Felde der wissenschaftlichen Arbeit hervor, wenn sich die primär „intuitiv“ bedingte „Erleuchtung“ zu ganz bestimmten Vorstellungen von Sein und Werden verdichtet oder die primär „instinktiv“ bedingte „Wahrnehmung“ sich zur Einfühlung in den Sinn und das Wesen des Wahrgenommenen vertieft. Denn eine Vorstellung wird ihren Schwerpunkt stets in der Ich-Welt des sich etwas Vorstellenden haben, während die Einfühlung stets mit ihrem Schwerpunkt in der Du oder Es-Welt des zu Verstehenden liegt. Gleichzeitig werden hier auch schon die Gefahren ersichtlich, denen jede der beiden Einstellungen unterliegt. Als Zwangsvorstellung kann die erste jede neue Erkenntnismöglichkeit von sich aus blockieren, weil sie dem inneren „Blicke“ die Möglichkeiten, anders zu sehen, von vornherein nimmt. Als Selbstauflösung kann die zweite jede eigene Erfahrung mit der andern unmöglich machen, weil das eigene Ich in dem Du oder Es des andern untergegangen ist.

Es würde sich lohnen, die hier angeschnittenen Fragen einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Denn sie sind nicht nur vom psychologischen Standpunkt aus interessant. Hier liegt auch der Schlüssel für so vieles, womit wir heute in unserm wissenschaftlichen Leben noch nicht fertig werden können, soweit auch der menschliche Geist in die Zusammenhänge des Seins und des Werdens bereits eingedrungen sein mag.

Denn darin besteht ja gerade die Eigenart und das Bestimmende unserer Wissenschaft, daß sie — solange es Menschen gibt und geben wird — stets den Wissensgegenstand mit den Augen des Wissenschaffenden sieht. Das heißt, daß sich alles Wissen uns stets nur unter dem Gesichtswinkel und mit der Sehfähigkeit der Forschungsträger darstellt, und zwar selbst dann, wenn es uns als Erbe vergangener Zeiten überkommen ist, in denen die Veranlagungen und Grundeinstellungen ganz andere waren.

Das alles gilt, wie bereits bemerkt, auch dann, wenn man mit *Hoffmann* die zusammenhängende Wechselfolge von Erfahrung—Erkenntnis und Erkenntnis—Erfahrung im wissenschaftlichen Werden bejaht, weil sich eben jede Erfahrung erst in der Erkenntnis vollendet, ebenso wie jede Erkenntnis sich erst durch Erfahrung erfüllt. Nur gehören zur Gliedkette dieses Werdens wie bei der metallenen Kette zwei Bahnen, um die Glieder zu schmieden. Zwei Bahnen, die sich zwar von Glied zu Glied durch zusammenfassende Stege zum Verbande der Gliedkette schließen, nichtsdessenweniger erst durch ihre wechselseitige Spannung und Polarität aus dem Gliede ein Kettenglied machen.

Knüpfen wir an das an, was wir oben über die objektive und subjektive Betrachtung der Wissenschaften gesagt haben.

Objektiv betrachtet pflegt man die Wissenschaft aus Gewohnheit oder Zweckmäßigkeit nach Natur und Geisteswelt zu gliedern und daher von Natur- und Geisteswissenschaften zu sprechen.

Subjektiv betrachtet pflegt man demgegenüber zwischen Erfahrungs- und Erkenntniswissenschaften zu unterscheiden, und zwar je nach der Einstellung, die die betreffende Wissenschaft in ihrer sie

vertretenden Hauptrichtung ihrem Wissensgebiet gegenüber einnimmt.

Je nachdem, wie man die „Grenzen“ um den Bereich der menschlichen Geisteswelt im Rahmen des gesamten Seins und Werdens zieht, wird man damit das Gebiet der Geisteswissenschaft in ihrem „Gegenstände“ verengen oder erweitern. Die Entscheidung hierüber hängt von der jeweiligen Zeit und den in ihr maßgebenden Vertretern der Wissenschaft ab. Hoffmann ist also zweifelsohne im Recht, wenn er in seiner „Zusammenfassung“ sagt: „Die Grenzziehung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften ist eine Sache der Konvention, sie wechselt mit dem jeweiligen Stande der Wissenschaft“. Als Beispiel hierfür sei nur die Psychologie genannt, die man früher eindeutig zu den Geisteswissenschaften zu zählen pflegte, während sie heute bereits weitgehend von den Naturwissenschaften in Anspruch genommen wird.

Die Unterscheidung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften hat man trotz dieser wechselnden Grenzziehung noch keineswegs aufgegeben. Im Gegenteil! Wie gerade das wissenschaftliche Schrifttum auf dem Gebiete der Wirtschaftslehre erweist, hat man geglaubt, ihren Wesensunterschied noch stärker betonen zu müssen, wobei allerdings noch zu klären wäre, ob und inwieweit für die Unterscheidung selbst die „objektiven“ Merkmale in unserm Sinne oder die Abweichungen in der oben geschilderten „subjektiven“ Einstellung entscheidend waren. Wir liegen daher keineswegs abseits von den Wissenschaften selbst gewählten Gliederung, wenn wir sie für unsere Zwecke verwenden. Wir müssen uns nur dabei darüber klar sein, daß wir damit gewissermaßen den Baum und seine Blüte zum Träger einer solchen Gliederung wählen, und nicht übersehen, daß Baum und Blüte zusammengehören.

### 3. Soll oder Ist?

Bereits vor Jahren habe ich in dem Beitrage „Wirtschaft und Wissenschaft“ — Techn. u. Wirtsch. Bd. 26 (1933) S. 226 — darauf hingewiesen, daß es überall in der Wissenschaft zwei grundsätzlich zu unterscheidende, wenn auch sich wechselseitig ergänzende Verfahren gibt. Wir wissen, daß in den Geisteswissenschaften die hier vorherrschende „Theorie“ ihre Ergänzung in der „historischen“ Richtung findet, während im Bereiche der Naturwissenschaften die dort vorherrschende „Empirie“ sich zur Sicherung ihres „theoretischen“ Unterbaues der „Mathematik“ bedient. Deutlich tritt also auch in den wechselseitig sich ergänzenden Wissenschaftsgebilden die Berechtigung der Auffassung Hoffmanns zutage, daß jede echte Wissenschaft als Ganzes sowohl Erfahrungs- als auch Erkenntniswissenschaft ist.

Diese Feststellung darf uns aber nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, daß trotz aller gelegentlichen Umkehrungen der Schwerpunkt der Geisteswissenschaften in der aus der „Erkenntnis“ entwickelten Theorie, der der Naturwissenschaften jedoch in der auf dem Versuche aufbauenden Empirie liegen wird und liegen muß, weil die Eigenart der Geistes- und Naturwissenschaften dieses von vornherein bedingt.

#### a) Gegensatz und Ergänzung

Der hier skizzierte Zusammenhang läßt sich in der in ihm enthaltenen Gegensätzlichkeit und Ergänzung vielleicht am einfachsten aus der im Bilde 1 enthaltenen Gegenüberstellung verdeutlichen.

Hierbei sind die eigentlichen Schwerpunkte in den beiden wissenschaftlichen Bereichen durch die verstärkt hervorgehobenen Umrandungen kenntlich gemacht.

Alle Beispiele, die Hoffmann in seinen vielseitigen und weit ausholenden Ausführungen gibt, lassen sich in streng logischer Weise in das Schema des Bildes 1, insbesondere in den Betrieb der „Geschichtsforschung“, einordnen. Das bedeutet jedoch nicht, daß nun der Geisteswissenschaftler in

Bild 1. Zusammenhänge der Wissenschaften (Schema)  
Gegensatz und Ergänzung

	a) Erfahrungs- wissenschaft	b) Erkenntnis- wissenschaft
	Ausgang: Beobachtung von Merkmalen und Vorgängen am „Ist“	
I. Naturwissenschaften	Empirie	Mathematik
II. Geisteswissenschaften	Geschichtsforschung	Erkenntnistheorie

jedem Falle genau so wie der Naturwissenschaftler arbeitet. Das bedeutet vielmehr nur, daß es im Bereiche der Natur- und Geisteswissenschaften neben den Hauptrichtungen diese ergänzenden Gegenrichtungen gibt, in deren wechselseitiger Polarität die innere Harmonie und Geschlossenheit der Wissenschaften ihren sinnvollen und lebendigen Ausdruck finden.

Nichtsdestoweniger bestehen grundlegende Unterschiede sowohl zwischen der „Empirie“ im Bereiche der Naturwissenschaften und der „Geschichtsforschung“ im Bereiche der Geisteswissenschaften als auch zwischen der „Mathematik“ und der „Erkenntnistheorie“.

Zwar bauen Empirie und Geschichtsforschung ihre Untersuchungen, wie Hoffmann ausführt, auf dem für ihre Wissensgebiete charakteristischen „Material“ auf. Während jedoch die Empirie der Naturwissenschaften ihre „Erfahrung“ auf dem Wege des wiederholbaren Experimentes, der „Versuchsreihe“ zu gewinnen und zu bestätigen vermag, ist die Geschichtsforschung der Geisteswissenschaften gezwungen, sich auf die Spuren und Ausdrucksformen zu stützen, die ein nicht wiederholbarer und noch dazu zeitlich mehr oder weniger weit entfernter Geschichtsakt als „Material“ hinterließ. Man wird kaum behaupten können, daß beide Verfahren in den Voraussetzungen, der Methodik und den Ergebnissen auf das gleiche hinauslaufen werden.

Ähnlich grundlegende Unterschiede sind zwischen der Erkenntnistheorie und der Mathematik festzustellen. Beide bauen zwar auf Voraussetzungen auf, die als gegeben angesehen und daher „geglaubt“ werden müssen. Während jedoch die Erkenntnistheorie der Geisteswissenschaften in diesen Voraussetzungen weitgehend von der Weltanschauung ihrer Vertreter abhängig ist, wurzelt der Glaube der Mathematik in einigen wenigen Grundsätzen, aus denen heraus sich ihre gesamten Schlußfolgerungen entwickeln lassen.

Im Bereich der Naturwissenschaften liegt somit die begrenzte Fixierung in der Mathematik, die Weite der Streuungsmöglichkeit in der Empirie. Im Bereiche der Geisteswissenschaften ist es umgekehrt. Hier stützt sich die Geschichtsforschung auf ein begrenzt fixiertes Material, während der Erkenntnistheorie je nach der Weltanschauung ihrer Vertreter eine Vielzahl von Voraussetzungenmöglichkeiten verbleibt. Es hat also seinen tiefen Grund, warum die naturwissenschaftliche Empirie sich der „Beweiskraft“ der Mathematik als Rüstzeug für ihre Ermittlungen und Überlegungen bedient, wogegen die Erkenntnistheorie ihre Verifizierung auf dem Wege der Geschichtsforschung sucht. Aus der Fülle der praktischen (aus dem Gegenstand der Empirie) bzw. theoretischen (aus der Einstellung der Erkenntnistheorie) Möglichkeiten werden jeweils durch die Fixierung der theoretischen (in der Einstellung der Mathematik) bzw. praktischen (in dem Gegenstand der Geschichtsforschung) Begrenzungen für die Wissenschaft auf diese Weise erst die Voraussetzungen geschaffen, ohne die jede erworbene Erfahrung sich ebenso verflüchtigen würde, wie jede vermeintliche Erkenntnis niemals ihre Berichtigung fände.

Gerade aber weil ihrer Eigenart wegen der Schwerpunkt der Geisteswissenschaften stets in der „Erkenntnis-Theorie“ und der der Naturwissenschaften stets in der „Empirie“ liegen, gerade darum werden die Naturwissenschaften stets ihren Ausgang im „Ist“ des „Erfahrenen“, die Geisteswissenschaften dagegen im „Soll“ der aus dem „Erkannten“ gezogenen Schlußfolgerungen, den Kategorien und Grundsätzen, suchen und finden müssen, mögen Mathematik und Geschichtsforschung auch noch so oft zum Ausgleich ins Gegenteil weisen. Einen „kategorischen Imperativ“ kennt die „Empirie“ der Naturwissenschaft nicht, ebenso wenig wie die „Erkenntnistheorie“ der Geisteswissenschaften von einer „Versuchsreihe“ weiß, und zwar selbst dann, wenn sie ihre zur Verifizierung angestellten Beobachtungen „reihenweise“ am „Gegenstand“ ihres Wissensgebietes vornehmen sollte.

#### b) Die Bedeutung des „Soll“ im Bereiche der Geisteswissenschaften

Auf dem Niederschlag derartiger kategorischer Imperative, Kategorien und Grundsätze, dem „Gesetz“ baut insbesondere der Jurist in seiner Funktion als Gesetzgeber und damit Rechtsleger seine Tätigkeit auf. Hier irrt Hoffmann. Das Gesetz „Du sollst nicht töten“ steht zwar — in dieser allgemein-sittlichen Forderung — nur in der Bibel. Dem Strafgesetzbuch liegt es aber nichtsdestoweniger in einer ganz bestimmten nationalen und sozialen Ausrichtung zugrunde, die besagt, daß Du nicht unter den und den Voraussetzungen töten „sollst“, wobei die Voraussetzungen aus der Anschauungswelt der nationalen und sozialen Gemeinschaft erwachsen. Dem Strafrichter sind also von Gesetzes wegen, d.h. durch die Rechtslegung, die sittlichen Forderungen des „Solls“ durch die Gemeinschaft gegeben. Nach diesem „Soll“ stellt der Strafrichter den Tatbestand fest. Nach ihm bemißt er im Rahmen der „gesetzlichen“ Bestimmungen die Strafe, ganz gleich, ob das „Soll“ primär nun in einer „Verfassung“ oder in einem „Programm“ niedergelegt ist. Ähnlich liegen die Dinge auf allen andern Gebieten des Rechts. Es hieße die wirkliche Bedeutung des Juristen in unserm Volksleben verkennen, wenn man sie ausschließlich in der Rechtswahrung und nicht primär in der Rechtslegung sehen würde. Denn vor jeder Wahrung des Rechts steht als zwingende Forderung die Rechtslegung, weil kein Recht gewahrt werden kann, dessen Fundament nicht klar, eindeutig und rechtskräftig gelegt worden ist. Gewiß, ein „spitzfindiger“ Jurist mag am „gelegten“ Recht in dieser oder jener Weise durch entsprechende „Auslegungen“ herumzudeuten und seine „Soll“-Sätze in zweckrationalen Sinne abzubiegen versuchen. Hier hat, ganz gleich von welcher Seite eine solche abbiegende Auslegung versucht wird, die Rechtswahrung einzugreifen und ohne Ansehen der Person dem „Soll“ zu dienen, das der Rechtsleger von sich aus als Leitsatz aufgestellt hat.

Das gilt für jede Art von Recht und somit auch für das Steuerrecht. Ein Finanzminister, der, um z.B. möglichst viel Steuern für den Staat hereinzuholen, sich anstatt auf den Weg klarer „Rechtslegung“ auf den einer zweckrationalen „Rechtsauslegung“ begibt, würde sich seine eigene Stellung und Aufgabe in der Rechtslegung und Rechtswahrung auf dem Gebiete der öffentlichen Finanzen von vornherein unterminieren, da er damit das Vertrauen der Steuerzahler ebenso wie die erforderliche Achtung vor dem gelegten Recht untergräbt. Denn jede Steuererhebung gründet genau so wie jedes andere ein- oder doppelseitige Rechtsgeschäft in erster Linie auf Treu und Glauben. Das aber heißt, daß jeder nicht nur in der Lage sein muß, sich klar und eindeutig über seine Pflichten und Rechte zu unterrichten, sondern auch von vornherein sichergehen kann, daß Recht im Sinne der Rechtslegung Recht bleibt.

Nicht anders steht es mit dem, was Hoffmann über die Erbsünde sagt: „Der Theologe, der von der Erbsünde

spricht, sagt nicht: ‚Der Mensch soll sündigen bzw. nicht sündigen‘, sondern er stellt auf Grund zahlreicher Erfahrungen fest, daß alle Menschen sündigen, und leitet hieraus die Erkenntnis von der Erbsünde ab.“

Auch hier irrt Hoffmann. Denn er übersieht, daß bereits die Beobachtung einer „Sünde“ die Fixierung voraussetzt, was — in dem jeweiligen Fall, d.h. aus der Einstellung der jeweiligen Gemeinschaft heraus — überhaupt Sünde ist. Der Begriff „Sünde“ ist keineswegs ein für allemal eindeutig. Er setzt in jedem Fall eine gemeinschafts-subjektive Wertung, eine Gemeinschafts-Ethik und damit die einer solchen ebenso zugrunde liegende wie daraus abgeleitete „Sollsetzung“ voraus, die sich schließlich im Gebote, dem Gesetze verdichtet. Sünde ist also nicht ein absolut gültiger Begriff, sondern eine sittliche Feststellung, die von den Anschauungen, der Vorstellungswelt der jeweiligen menschlichen Gemeinschaft abhängt und daher in gleicher Weise national und sozial bedingt ist. Was in der einen menschlichen Gemeinschaft als „Sünde“ gilt, muß noch lange nicht in einer anderen auch „Sünde“ sein. Im Gegenteil, es ist durchaus denkbar, daß was hier Sünde ist, dort „Sitte“ sein kann, lediglich darum, weil die Gemeinschaft ihr Gemeinleben auf einer solchen „Anschauung“ aufgebaut hat.

Aber auch selbst wenn man davon ausgeht, daß es für alle menschlichen Gemeinschaften gewisse gemeinsame Gesetze gibt, ohne die sich auf die Dauer ein Gemeinschaftsleben nicht aufrechterhalten und weiterentwickeln läßt, irrt Hoffmann, weil er seine Formulierung nicht auf den Ursprung der Dinge zurückführt, sondern diesen bereits als gegeben vorausgesetzt hat. Das aber ist nicht angängig. Denn auch in einem solchen allgemein gültigen Falle ergibt sich aus der Lebensanschauung der menschlichen Gemeinschaft heraus ein „Sittengesetz“, dessen „Soll“ primär darüber entscheidet, was Sünde ist oder nicht. Der „empirisch“ veranlagte Theologe mag danach ruhig feststellen, daß alle Menschen gegenüber einer solchen Sollsetzung sündigen. Das ist Geschichtsforschung, die gegenüber der Sollsetzung zwar die Abweichungen in den Tatsachen liefert, nicht aber die Tatsache beseitigen kann, daß das „Soll“ bestimmend, zum mindesten für die Beurteilung der menschlichen Handlungen ist, zumeist jedoch auch diese Handlungen selbst von sich aus entscheidend beeinflusst.

Wie der Jurist, geht also auch der Theologe in Hoffmanns Beispielen im Gegensatz zum Naturwissenschaftler primär nicht von einem Ist, sondern stets von einem Soll aus. Sie müssen dies tun, weil es dem Wesen ihres Aufgabenkreises entspricht.

#### c) Die Bedeutung des „Ist“ im Bereiche der Naturwissenschaften

Ganz anders arbeitet der Naturwissenschaftler, der auf dem Wege der Beobachtung und des Versuchs Erfahrungen sammelt und mittels der Mathematik aus ihnen Erkenntnisse zu gewinnen versucht. Greifen wir auch hier ein von Hoffmann angeführtes Beispiel heraus.

Plancks Quantentheorie wirft keineswegs die „Grundlage der gesamten bisherigen Physik über den Haufen“, so revolutionär sie vielleicht auch dem Physiker einstmals zu sein schien. Denn sowohl die ihr zugrunde liegende Feststellung, daß alle Vorgänge „gequantelt“ verlaufen, als auch die von Planck gefundene Konstanz des „elementaren Wirkungsquantums“ bauen auf altem Gedankengut der physikalischen Wissenschaft auf. Die Bedeutung der Quantentheorie für die Weiterentwicklung der Atomforschung und darüber hinaus für den gesamten Wissensbereich der Physik wird durch eine solche Verwurzelung in dem, was da wurde, keineswegs geschmälert, sondern nur noch besonders hervorgehoben.

Wie die Erfahrung lehrt, gehört es zum Wesen der Natur, daß sie „quantelt“. Mögen ihre Einheiten nun niederer oder höherer Ordnung sein, stets grenzen sie sich im Raume nach außen als voneinander klar zu unterscheidende Gebilde und damit „Quanten“ kleineren oder größeren Ausmaßes ab, die der Physiker in der Sprache seines Fachs als „Masse“ der im Raum in Erscheinung tretenden Körper bezeichnet. Masse ist somit in der Physik nichts anderes als das Ausmaß des „materiellen“ Bereichs, den ein Körper, gleich welcher Art und Größe, auf Grund der Dreidimensionalität seines „Stoffs“ im Raume einnimmt. Mit andern Worten, Masse tritt im Raume stets nur „gequantelt“ in Erscheinung, eine Feststellung, die genau so für die kleinsten Bestandteile (Ureinheiten) der Materie wie für ihre Zusammenfassung zu höheren Einheiten gilt.

Man denke nur an die Körper und Moleküle, Atome und Korpuskeln<sup>1)</sup> im Blickfeld unserer Physik, an die Chromosomen und Zellen, Organe und Lebewesen in dem unserer Biologie, und man wird erkennen, daß sowohl der anorganische als auch der organische Aufbau der Natur in allen seinen Stufen und Größenordnungen stets „gequantelt“ erfolgt.

Das gleiche gilt sinngemäß, wenn wir die Vorgänge im Raume betrachten. Da gibt es zunächst keine Bewegung, die nicht von Anfang an untrennbar an einen Körper größerer oder kleinerer Ordnung gebunden ist. Bewegung „an sich“ gibt es im Raume nicht. Es muß immer etwas da sein, was sich bewegt, und das kann in der Welt der Körper stets nur etwas Körperliches sein. Bewegung ist daher notwendigerweise stets „materialisiert“, ebenso wie umgekehrt die Materie immer in, wenn auch wechselnder, Bewegung ist. Daraus folgt, daß jeder Vorgang im Raum ebenfalls notwendigerweise „gequantelt“ sein muß.

„Stetig“, d. h. in einem nach Größe, Lage und Richtung unveränderten Flusse, sind keine der von uns in der „Ist“-Welt der Körper wahrzunehmenden Bewegungen. Der Strom in unsern Flüssen setzt sich aus einer Fülle von einzelnen sich bewegendem Wassertropfen zusammen, die sich wie Perlschnüre an- und nebeneinanderreihen und in der Gesamtheit des Stroms ihre „Strömungen“ haben.

Wir alle können jeden Sommer im August den Fall der Sternschnuppen am nächtlichen Himmel wahrnehmen, die irgendein Himmelskörper einst aus dem Verbanne seines Systems heraus in den Raum geschleudert hat, und die nun beim Durchlauf durch die Erdatmosphäre aufleuchtend sich in unser Blickfeld drängen.

Niemand würde es wagen, den hier von uns immer wieder im Makrokosmos zu beobachtenden Vorgang in seiner Realität zu bestreiten oder zu behaupten, daß er sich mit den Grundsätzen unserer Physik nicht bereits seit langem vereinbaren läßt. Warum soll dann das, was im Makrokosmos verständlich ist, nicht auch im Mikrokosmos Geltung besitzen, wenn sich — wie dort die Sternschnuppen aus den Himmelskörpern — hier Elektronen aus Atomen lösen und damit „stoßweise“ nach außen als sich bewegend Körper (Korpuskel) selbständig in Erscheinung treten?

Darüber hinaus aber gibt es nirgends im Raume eine „gerade“ Bewegung „voraus“. Auch die Bewegung ein und desselben Körpers setzt sich aus „elementaren“ Wegstücken und damit Strecken-Quanten oder Bahnelementen zusammen, aus deren Zusammenfassung erst die Bahn der Bewegung entsteht<sup>2)</sup>. Wie bei einem Lebewesen besteht auch in der anorganischen und organi-

schen Welt der Physik die Bahn eines Körpers stets gewissermaßen aus dem, was wir „Schritte“ nennen. Nur besteht die Einheit der Bewegung nicht etwa in „einem“ Schritte allein, sondern in einem „Doppelschritte“, da erst nach diesem sich der dynamische Ausgleich der Lage nach außen und inner-vollzogen hat. Die Physik hat zur Kennzeichnung eines solchen Bahn- bzw. Bewegungselementes den Begriff der „Welle“ gefunden, deren Einheit ebenfalls die Doppelwelle, d. h. der sich ergänzende Wellenausschlag in zwei gegensätzlichen Richtungen ist. „Alles fließt!“, das erkannten mehr als zwei Jahrtausende vor uns die großen Denker und Forscher der Griechen. Wir haben den „ewigen Fluß“ im All durch die Erkenntnis des „ewigen Wechsels“ vertieft. „Alles wechselt, auch der Wechsel!“ Diese Erkenntnis ist es, die uns auch in der Theorie von der „Geraden“ zur „Welle“ und ihren Auswirkungen, von der „Geschwindigkeit“ zur „Beschleunigung“ u. a. führt.

Die Anerkennung solcher Masse- und Bahnelemente bedeutet nicht, daß man damit den großen Zusammenhang der elementaren Einheiten oder ihrer kausaldynamischen Folgenkette verneint. Es bedeutet nur, daß man sich bei der Erfassung dieser Zusammenhänge und Vorgänge von vornherein darüber klar werden muß, daß jedes Ganze aus Elementen aufgebaut ist, deren Summe allein zwar noch nicht das Ganze ergibt, ohne die aber es niemals ein Ganzes gibt<sup>3)</sup>.

Theoretisch liegt der Quantentheorie ein alter Grundsatz der Mechanik zugrunde, der lautet: Energie ist eine Größe, die einer Arbeit gleichwertig ist. Das will besagen, daß sich die in einen Energieträger, der sich in einem bestimmten Zustand befindet, gebundene Energie an Hand des „Effektes“, der „Wirkung“ messen läßt, die dieser Träger aus diesem Zustand heraus, z. B. auf Grund seiner „Stoßkraft“, seines „Impulses“, in Gestalt von mechanischer Arbeit (In-Bewegungsetzung von Massen) zu leisten „vermag“. Mit andern Worten, die Energie wird — dem „Ausmaße“ nach — dem „in ihr“ vorhandenen Wirk- oder Arbeitsvermögen gleichgesetzt<sup>4)</sup>.

Das sogenannte „elementare Wirkungsquantum“ Plancks ist daher nichts anderes als das Wirk- oder Arbeitsvermögen, das die elementaren, sich stets in Bewegung, und zwar in Wellenbewegung befindlichen physischen Einheiten, die sogenannten Korpuskeln, bezogen auf die korpuskulare Bewegungseinheit, die Welle besitzen. Je Welleneinheit ist dieses elementare Wirk- oder Arbeits-

3) Ganz ähnliche Überlegungen lassen sich auch in der Betriebswirtschaft anstellen. Man vergleiche z. B. das, was in dem Beitrag „Produktion, Beschäftigung, Leistung und Kapazität“, Techn. u. Wirtsch. Bd. 36 (1943) Heft 8 über Produkt als Maßeinheit (S. 108) und den Arbeitstakt als zeitlichen Maßstab der Leistung (S. 112) ausgeführt worden ist, und man wird sofort die Parallelen erkennen, die zwischen dem taktweise aus der Produktionsbahn ausgestoßenen Produktionselement und dem „elementaren Wirkungsquantum“ Plancks besteht. Hier wie dort kennzeichnen Takt und Welle das Bewegungselement, das mit dem eigentlichen Massenelement unabdingbar verbunden ist. Hier wie dort verlaufen die Produktions- und Korpuskularvorgänge „gequantelt“. Ein Beweis dafür, wie wirklichkeitsnah und allgemeingültig die Quantentheorie Plancks ist.

4) Der vorgenannte Grundsatz ist wichtig. Energie selbst läßt sich nämlich nicht messen (vgl. den im Fußnote 3 zitierten Beitrag, Techn. u. Wirtsch. Bd. 36 (1943) Heft 7 S. 91 ff.). Das „Ausmaß“ der Energie (Kraft) können wir nur an Hand des Ausmaßes ihrer „Wirkung“ (Wirkvermögen, Wirkungsquantum) feststellen. Die aber muß im Bereiche der Körperwelt des Raumes, wenn sie mit Raummaßen selbst erfaßt werden soll, notwendigerweise in einer Massenbewegung bestehen. Denn merkbare Wirkungen im Raum werden sich stets in räumlichen Verlagerungen und diese wiederum in Massenbewegungen äußern. Die Physik vermag daher auf Grund der ihr gegebenen Voraussetzungen stets nur insoweit die Energie zu erfassen, als diese sich wiederum im Raume „auswirken“ kann. Jede anders geartete Auswirkung der Energie steht für die Physik außerhalb ihres Erfassungsvermögens. Zu beachten hierbei ist nur, daß jede Bewegung und darüber hinaus meßbare Wirkung im Raum stets unabdingbar an die „physische“ Masse und damit die Körper und ihre Bestandteile gebunden ist.

1) Korpuskeln sind die nach dem derzeitigen Stande der physikalischen Forschung kleinsten „Masse“-Bestandteile der Atome.

2) Auf dieser Erkenntnis baut letzten Endes die Theorie der Differential- und Integralrechnung auf, die eine Kurvenbahn in ihre Bahnelemente zerlegt und durch ihre Integrierung wiederum zum Ganzen gelangt.

vermögen immer und überall gleich. Die von einem stets in Bewegung befindlichen Korpuskel gleich welcher Art je Welle „leistbare“ Arbeit<sup>5)</sup> ist also in jedem Falle konstant, ganz gleich, ob der Doppelschritt einer Welle nun, metrisch gemessen, länger ist oder nicht. Nicht die Länge, sondern die Anzahl der in der Zeiteinheit „geleisteten Wellen, d. h. also die Frequenz“, bestimmen daher — von der Seite der „leistbaren Arbeit“ gesehen — im Grunde genommen das Ausmaß der jeweils in der Mikrowelt der Atomsysteme vorhandenen Korpuskular-Energie, die damit zu einer ureigenen Funktion der Wellen-Frequenz der Korpuskeln wird<sup>6)</sup>.

Hat man, so fragen wir uns, nicht Ähnliches schon früher aus der Makrowelt der Planetensysteme berichtet? Ist nicht auch hier z. B. das „elementare Wirkungsquantum“ unserer Erde konstant? Oder bedeutet der Satz, daß die Erde auf ihrer heliozentrischen Ellipsenbahn gleiche Flächenwinkel in gleichen Zeitabschnitten durchläuft, etwas anderes? Es ist Aufgabe des Physikers, aus seiner tieferen Einsicht heraus Fragen dieser Art zu beantworten. Hier kam es uns nur darauf an, in knappen Rissen zu zeigen, wie die großen Taten unseres heutigen Forscher- und Denkergeschlechts dem alten Gedankengute unserer Physik, wenn man nur versucht, es in seiner tiefen Sinnhaftigkeit zu deuten, immer wieder aufs neue Leben verleiht.

Alle diese Überlegungen — das ist für die naturwissenschaftliche Betrachtung entscheidend — sind letzten Endes übereinstimmend auf das „Ist“ und seine systematische Beobachtung und Erfahrung zurückzuführen, ganz gleich, welche Hilfsstellung die Mathematik als Denkgerüst dabei zu leisten hat. Das „Gequantelte“

5) Bereits der große griechische Physiker und Philosoph Demokrit (470 bis 360 v. Chr.) vertrat die Auffassung, daß die Materie aus „unteilbaren“, „ungewordenen“ und „unvergänglichen“ Ureinheiten besteht, und, was in diesem Zusammenhange besonders bedeutsam ist, daß diese Ureinheiten sich „seit Ewigkeit her in Bewegung“ befinden. Mag auch Demokrit noch das Atom als Ureinheit angesprochen haben, eine Auffassung, die inzwischen durch die Entdeckungen und Feststellungen unserer Atomforschung in bezug auf die korpuskulare Struktur der Atome vertieft worden ist, so ist doch an der von Demokrit aufgestellten Theorie eines für alle Zeiten von entscheidender Bedeutung: Die elementare Einheit (Ureinheit) der dreidimensionalen stofflichen Ausdehnung im Raum, die wir — physikalisch gesprochen — mit „Masse“ bezeichnen, ist mit der elementaren Einheit der „Bewegung“ zur Ureinheit aller „Massenbewegung“ unabdingbar verbunden.

Demokrit ist daher auch der geistige Urvater der sogenannten „Relativitätstheorie“, die das, was Demokrit erkannt hat, in eine für die mathematische Bestimmung brauchbare, wenn auch vom Standpunkt der „Ist“-Welt aus gesehen, fiktive und damit „unwirkliche“ Form gebracht hat, in dem sie „gedanklich“ die vierdimensionale physikalische Einheit aus den drei Dimensionen der „Masse“ und der Zeit, die jeder „Bewegung“ zugrunde liegt, als vierter Dimension schuf. Planck hat diese Einheit „im Nachhinein“ an Hand der erzielbaren Wirkung „statistisch“ erfaßt und dementsprechend aus Gründen der „Meßbarkeit“ als „elementares Wirkungsquantum“, d. h. also im technisch-wirtschaftlichen Sinne als „elementare Produktionsmenge“, bezeichnet<sup>3)</sup>.

Was jedoch hier mit den „Raum-Zeit“-Maßen unserer Körperwelt festgestellt wird, ist im Grunde genommen nichts anderes, als die Auswirkung der Demokritischen Ureinheit der physischen Welt, das „Wellen-Korpuskel“ oder die „Korpuskular-Welle“, wie wir sie im Sinne der Fachsprache unserer Physik heute kennzeichnen können, das „Massenelement“, das sich „seit Ewigkeit in Bewegung“ befindet, und dessen Urzustand daher sowohl an Hand des eigentlichen Massenelementes, des Korpuskel, als auch an Hand des eigentlichen Bewegungselementes, der Welle, erfaßt werden muß.

6) Für den rein raum-zeitlich und damit — im Sinne der Relativitätstheorie — „vierdimensional“ denkenden Physiker bedeutet die von Planck gefundene „Konstanz des elementaren Wirkungsquantums“ den „naturwissenschaftlich“ geführten Beweis für die Richtigkeit des Gesetzes der Erhaltung der Energie im Anschluß an das weit ältere Gesetz von der Konstanz der materiellen Natursubstanz. Denn wenn die Substanzträger der elementaren „Masse“-Einheiten der Anzahl nach gleichbleiben, so müssen zwangsläufig auch die elementaren „Bewegungs“-Einheiten der Anzahl nach „konstant“ sein, die an diese Substanzträger nun einmal unabdingbar gebunden sind. Mit Plancks Quantentheorie eröffnet sich uns also ein tiefer Einblick in die elementaren Zusammenhänge der Natur, der sicherlich nicht nur für die Naturwissenschaft, sondern darüber hinaus auch für die „Universitas“ Wissenschaft von weittragender Bedeutung sein wird.

muß sich dabei aus der Natur der Dinge ergeben, wenn es einen Anspruch auf Beachtung im Bereiche der Naturwissenschaften erheben will.

Daß dabei die Physik als die Lehre von den Körpern im Raum an die Voraussetzungen und Grenzen gebunden ist, die die „Physis“ und ihre Erfassungsmöglichkeiten aus eben dieser Natur der Dinge ihr setzen, versteht sich von selbst. Auch die Physik ist, um mit Hoffmann zu sprechen, nur eine Teilwissenschaft und daher verpflichtet, ihre Verwurzelung in der Universitas alles Wissens sowie die daraus sich ergebenden Ergänzungsnöwendigkeiten streng zu beobachten.

Das aber bedeutet, daß eine alte Menschenerkenntnis wie das Kausalitätsgesetz noch nicht deshalb falsch sein muß, weil wir diese oder jene Erscheinung, die wir im „Ist“ wahrnehmen, noch nicht mit ihm in Gleichklang bringen können. Es bedeutet zunächst nur, daß wir im vorliegenden Falle noch nicht die einzelnen Kettenglieder in der Kausalfolge von Ursache und Wirkung zu erkennen oder gar zu beherrschen vermögen. Vielleicht lediglich aus dem Grunde, weil uns die rechte Vorstellung von ihren dynamischen Zusammenhängen und Wechselwirkungen noch fehlt. Denn das ist heute für die dynamische Auffassung des Kausalitätsgesetzes gegenüber der rein formal-logischen kennzeichnend, daß sie erst am Anfange klarer und praktisch verwendungsfähiger Vorstellungsbilder steht. Die Quantentheorie will uns als ein bedeutsamer Schritt auf dem Wege zu dem uns hier gesteckten Ziele von der Erfahrung zur Erkenntnis erscheinen. Was wir darüber hinaus jedoch noch brauchen, ist das „Bild“, das als „Ganzes“ nur aus der uns intuitiv geschenkten Erleuchtung quillt und damit dem Erkenntnisquell, der alles Wissen erst zur „Universitas“ Wissenschaft macht.

Unsere „heutige“ physikalische Wissenschaft ist daher in dem, was Hoffmann als ihr Weltbild bezeichnet, an einer Stelle sterblich. Es ist da, wo ihre Wurzel den Mutterboden der Geisteswissenschaften durchdringt, den wir im zweiten Abschnitt dargelegt haben. Verliert sich z. B. unsere Physik einseitig in den rein körperlichen Erscheinungen des Raumes oder überspitzt sie sich in der Analysierung reiner Bewegungsvorgänge, so muß sie den Anschluß an den großen Gesamtzusammenhang der „Universitas“ Wissenschaft, die „Synthese“ aller Teilwissenschaften von sich aus verlieren und damit die Voraussetzung, die sie zur „Wissenschaft“ macht.

#### d) Die Polarität der Universitas Wissenschaft

Wie die Natur und in ihr besonders das menschliche Leben, steht somit auch die Wissenschaft, das Wissen von ihnen, unter dem großen dynamischen Gesetz einer wechselseitigen Polarität. Einer Polarität, in der sich die zweiseitige Gegensätzlichkeit, die wir überall im Sein und Werden beobachten können, harmonisch zur höheren Einheit verbindet, die berufen ist, die Natur in ihren Gebilden und ihrem Geschehen immer wieder neu zu gestalten und weiterzuführen. Einer Polarität, in der es aber auch im Kraftfeld der Pole wechselseitige und der Stärke nach wechselnde Spannungen gibt, geben muß, weil nur aus solchen bipolaren Spannungen heraus, wie in der Tonführung der Musik, das vielgestaltige und vielfältige Werden erwächst, in denen sich die Gegensätzlichkeiten des Seins immer wieder im Zuge der Folgen binden und lösen.

Ohne eine solche wechselseitige und wechselvolle Polarität und Spannung wäre die Wissenschaft tot. Erst durch sie gewinnt sie die Gluten des Lebens, an denen die großen Geister unseres Menschengeschlechtes „stolz auf die Größe ihrer Aufgabe und damit demütig in der Erkenntnis ihrer Grenzen“, um mit Hoffmann zu schließen, seit jeher die Fackel zur Erhellung des Dunkels in und um uns entzündet und immer wieder aufs neue angefacht haben. [5176]

# Das deutsche Eisengießereigewerbe

Von Dr. WALTER FLEMMIG, Düsseldorf

*Der Eisenguß kann auf eine mehr als 500jährige Geschichte zurückblicken. In den Anfängen diente Gußeisen als Ersatz der wertvollen Bronze, vor allem bei der Herstellung von Geschützen. Später drang es in zahlreiche Anwendungsgebiete ein und ist auch heute noch — trotz Entwicklung des Stahlgusses und anderer Werkstoffe — für viele Zwecke geradezu unersetzlich. Zu den besonders geschätzten Eigenschaften des Gußeisens gehört seine Korrosionsbeständigkeit.*

*Entsprechend dieser technischen Entwicklung nahm auch das Gießereigewerbe einen großen Aufschwung. Die Wirtschaftsgruppe Gießereindustrie umfaßt heute rd. 1500 Hauptmitglieder, 700 Fachmitglieder und 800 Listenmitglieder.*

## Geschichtliches

Die Anfänge des Eisengusses gehen auf das Ende des 14. Jahrhunderts zurück, und zwar taucht er in den Eisenerzgebieten des Rheines, im Siegerland und in der Eifel, an Oberrhein, Mosel und Saar auf; fast gleichzeitig auch im östlichen Frankreich. Der erste urkundlich erwähnte Eisengießer ist der Büchsenmacher *Mercklen Gast*, der eine Aufzeichnung hinterließ, worin es über seine Künste hieß, daß er auch eiserne Geschütze gießen könne<sup>1)</sup>. Bis zu dieser Zeit wurden die Eisenerze mittels Holzkohle in einfachen Rennfeuern und in niedrigen Stücköfen ausgeschmolzen, wobei teigige Klumpen, sogenannte Luppen gewonnen wurden, die verschmiedbar waren. Mit der Vergrößerung der Stücköfen und Einführung der Wasserkraft zum Antrieb der Gebläse ergab sich für die damaligen Hüttenleute die überraschende Tatsache, daß statt des Klumpens schmiedbaren Eisens flüssiges Eisen entstand, das sich allerdings nicht schmiedeten ließ. Dieses flüssige Eisen — es war Roheisen — wurde seinerzeit als verdorbenes Produkt betrachtet. Man fand aber bald, daß sich dieses Eisen zur Gußherstellung eignete, und daß beim nochmaligen Schmelzen vor dem Winde — man nannte es Frischen — ein schmiedbares Produkt erzielt wurde.

Die Geburtsstunde des Eisengusses hatte geschlagen; er diente als Ersatz der wertvollen und fremden Bronze. Zu den ersten Erzeugnissen gehörten Geschütze, die anfangs klein und wenig geschmackvoll waren, um die Mitte des 15. Jahrhunderts aber bereits zu Prunkexemplaren gestaltet wurden. Seit dem Jahre 1415 sind gußeiserne Vollkugeln nachweisbar, und 1467 benutzte die burgundische Artillerie gußeiserne Hohlkugeln. 1415 beherbergte die Stadt Freiburg bereits einen Eisengießer, der Kugeln goß. Berühmt sind auch die gußeisernen Ritterrüstungen, die auf den Eisenhütten in Ilsenburg und Blankenburg (Harz) hergestellt wurden.

Erst später griff der Eisenguß auch auf Gegenstände über, die friedlichen Zwecken dienten. Das Siegerland war wohl das erste Gebiet, wo sich hieraus ein wichtiger Erwerbszweig der Eisenhütten entwickelte. Der Absatz von Gußwaren erstreckte sich über weite Teile von Europa. Man goß Röhren, Glocken, Bratrost, Gewichte und vieles mehr. Seit der Mitte des 15. Jahrhunderts entwickelte sich eine Gußeisenherstellung auf künstlerischer Grundlage. Heute noch künden die gußeisernen Ofen- und Kaminplatten, die teils einzeln, teils in vollständigen zusammengebauten Öfen uns erhalten geblieben sind, von dem Kunstgeschmack der früheren Jahrhunderte. Die dargestellten Bilder sind vielfach der Heimatgeschichte, aber auch der Bibel, der Heraldik und der Familiengeschichte entnommen. Die Ofenplatten wurden hauptsächlich als sogenannter Herdguß in

offenen Formen gegossen, indem man das vom Künstler hergestellte Holzmodell in eine ebene lockere Sandfläche neben dem Schmelzofen drückte und die entstandene Vertiefung mit Eisen volllaufen ließ. Infolge dieser Herstellungsweise blieb die Rückseite derart geformter Platten uneben und unscharf. Erst mit fortschreitender Entwicklung lernte man geschlossene, zweiteilige Formen herzustellen und zu gebrauchen, die dann einen allseitig scharfen Abguß ermöglichten. Neben dem schon erwähnten Siegerlande ist die Eifel als besondere Pflegestätte des Eisenkunstgusses, der sich auch auf Grabplatten und Brunnen sowie auf Feuerböcke ausdehnte, zu nennen, weiter Hessen und der Harz, Gebiete, die Anfang des 16. Jahrhunderts folgten.

Das Gießereigewerbe erlebte einen blühenden Aufschwung, zumal da nach der Einführung der Roheisenerzeugung mit Koks im Hochofen der Roheisenanfall bedeutend größer war als der Bedarf, den die Stahlwerke für die Umwandlung des Roheisens in Stahl hatten. Der Anreiz für ein starkes Anwachsen der Verwendung des Roheisens für Gießereizwecke war gegeben. Im Brücken- und Hallenbau fand Gußeisen unmittelbar nach 1800 die vielseitigste Verwendung. Im Jahre 1794 wurde die erste gußeiserne Brücke Preußens über das Striegauer Wasser bei Laasan (Niederschlesien) mit einer Stützweite von 14 m gebaut. Um 1800 entstanden in Berlin zahlreiche Gußeisenbrücken, die zum Teil stark künstlerisches Gepräge aufwiesen. Graf *Detlev Carl von Einsiedel*, der damalige Besitzer des Eisenwerkes Lauchhammer, war ein begeisterter Förderer des Kunstgusses. Im Jahre 1784 gelang es diesem Werk nach vielen Versuchen zum ersten Mal, eine mittels Wachsmodells in Lehm hohlgeformte Statue einer Bacchantin, in einem Stück gegossen, aus der Form zu bringen. Andere Pflegestätten des Eisenkunstgusses wurden die Königlichen Hütten in Gleiwitz und Berlin. Der hohe Stand der Former und Gießer auf diesen Werken erregt noch heute unsere Bewunderung. Lauchhammer brachte seine vollplastischen Güsse, Berlin und Gleiwitz die Plaketten-güsse zu höchster Vollendung. Die Entwicklungsreihe der Gußtechnik wurde abgeschlossen mit dem Stahlguß. *Jakob Mayer* in Bochum gelang es um die Mitte des letzten Jahrhunderts, Stahl direkt in Formen zu gießen. Im Jahre 1855 zeigte *Mayer* auf der Pariser Weltausstellung zum erstenmal Glocken, die er aus Stahl gegossen hatte, womit er das größte Aufsehen erregte.

## Die Formtechnik

Der Laie, der noch nie eine Gießerei gesehen hat, stellt sich wohl in den meisten Fällen einen verqualmten Raum vor, in dem Sand und Staub dominieren. Erst wenn man ihm klar macht, welche gewaltige Kopf- und Handarbeit auf diesem schwierigen Gebiet von der Zeichnung des Konstruktionsbüros bis zum fertigen Gußstück vom Former wie vom Gießer zu leisten ist, bekommt er eine andere und gerechtere Auffassung über die Bedeutung und Leistungsfähigkeit der modernen Eisengießereien, die, abgesehen davon, alles andere als ungesunde und verstaubte Fabrikhallen sind. Man denke an den Maschinenbau, dessen hoher Stand letzten Endes nur möglich war durch die Erfolge der Form- und Schmelztechnik beim Eisenguß. Gerade die Maschinenindustrie hat aus der ständigen Verbesserung der Gußeisenqualität große Vorteile gezogen. Infolge wachsender Beanspruchbarkeit des Gußeisens konnten die Querschnitte vermindert und die Gußstücke erheblich erleichtert werden.

Welche Entwicklung im Laufe der Jahrhunderte auf technischem und wirtschaftlichem Gebiet liegt da hinter uns! Wurden die ersten Ofenplatten offen gegossen und war die Rückseite infolgedessen uneben, so brachte die fortschreitende Erfahrung die geschlossene zweiteilige Form mit einem allseitig scharfen Abguß. Gerade die formgerechte Gestaltung der einzelnen Erzeugnisse, namentlich auch von Hohlkörpern, legte die Grundlage für den Aufschwung der Eisengießereien. Mittels des Gusses war es möglich, das

<sup>1)</sup> *H. Dickmann*: Bilder aus der Geschichte der deutschen Eisen- und Stahlerzeugung. Stahlberatungsstelle.

Eisen in einem einzigen Arbeitsgang zu Gebrauchsgegenständen zu gestalten, die gar keiner oder doch nur einer verhältnismäßig geringen Nacharbeit bedurften. Dieser Vorteil der Gießerei wog in früheren Jahrhunderten um so schwerer, als man noch nicht über so vollendete Metallbearbeitungsmaschinen verfügte wie heute.

In den Anfangszeiten des Eisengusses arbeitete die Formtechnik mit den einfachsten Mitteln. Nach Angabe von Dr.-Ing. C. Pardun waren es einfache Drehkörper, die man mit Schablonen in Lehm formen konnte. Mit den steigenden Ansprüchen an die Formtechnik wird der Former als Beruf eingeführt, der hohe Anforderungen an Geschicklichkeit und Intelligenz stellt. Für den Guß von Bildern und von Glockenornamenten wurde das Walzausschmelzverfahren angewandt. In Wachs wurde das Modell eingeformt, durch Erwärmen schmolz das Wachs heraus und hinterließ einen Hohlraum, der dann mit dem flüssigen Metall ausgegossen wurde. Allerdings konnte die Form nur einmal gebraucht werden.

Die Formerei nach Holz- oder Metallmodellen ist erst später eingeführt worden<sup>2)</sup>. Dabei benutzt man Formkasten, die den Abmessungen des herzustellenden Gußstückes angepaßt und so unterteilt werden, daß das Modell ohne Schwierigkeiten daraus entfernt und die Form nach dem Einlegen der jeweils notwendigen Kerne abgegossen werden kann. Als Formstoff diente dann ein plastischer Sand, der je nach Bedarf mehr oder weniger tonhaltig, also „fett“ sein mußte und je nach den Ansprüchen, die man an die Feinheit der Oberfläche stellte, fein- oder grobkörnig war. Lediglich auf dem Wege der Erfahrung sind viele Formsandmischungen für alle Verwendungszwecke entstanden, die entweder als Naßsand verwendet oder nach Herstellung der Formen und Auftragen eines Schutzüberzuges getrocknet wurden.

Jeder Former bereitet sich von Fall zu Fall durch Sieben und Mischen seinen Formsand selbst. Erst der neuesten Zeit ist es vorbehalten geblieben, die an gute Formstoffe zu stellenden Anforderungen herauszufinden und dementsprechende Mischungen aus neuem und gebrauchtem Sand und andern Zutaten herzustellen.

Von da bis zur systematischen Aufbereitung der Formstoffe in besonders maschinellen Anlagen war nur ein kleiner Schritt. Der größte Fortschritt der neuesten Zeit ist die Erfindung der Formmaschinen. Sie ist zunächst weniger aus dem allgemeinen Bestreben nach Mechanisierung und Förderung der Massenerzeugung als auch aus dem Verlangen nach größerer Genauigkeit der Gußstücke hervorgegangen. Der Bau von Formmaschinen setzte zunächst da ein, wo die größte Fehlerquelle für Gußstücke lag, nämlich bei dem Ausheben der Modelle aus den fertigen Formen. Dann folgte in der Entwicklung der Formmaschine die mechanische Verdichtung des Formsandes, zuerst von Hand, später durch von Wasser- oder Luftdruck angetriebene Pressen, dann ein neues Verdichtungsverfahren durch Rütteln und als letzter Schritt die gleichzeitige Zuführung und Verdichtung des Sandes, z. B. durch Sand-schleuderformmaschinen, die sich allerdings in Deutschland weniger einführen konnten.

Die Verwendung metallischer Formen an Stelle der Sand- und Lehmformen hat sich nur da durchsetzen können, wo durch die schnelle Abschreckung des Gußmetalles Gefügeveränderungen hervorgerufen werden sollen. Eine besondere Art des Gusses in Metallformen sind der Schleuderguß sowie der Preß- und Spritzguß. Der Schleuderguß hat sich in neuester Zeit in erster Linie bei der Herstellung von gußeisernen Röhren durchgesetzt. Metallische Hohlkörper werden unter Ausnutzung der Fliehkraft in zylindrische Hohlformen geschleudert und bedürfen dann nach innen nicht mehr der Abgrenzung durch eingelegte Kerne. Beim Preß- und Spritzguß wird das flüssige Metall in besonderen Maschinen in metallische Formen gefüllt und er-

hält dadurch seine endgültige Form. Damit wird die erste Entwicklung demonstriert, in der sich die Formtechnik befindet, und die sich den neuen Anforderungen stets anpassen wußte.

Obwohl auch in der Formerei die Maschine ihren Einzug gehalten hat, bleibt die geschickte Hand des Formers nach wie vor gesucht. In keinem Industriezweig hängt die Leistung der Betriebe so sehr von der Tüchtigkeit und Gewissenhaftigkeit des Facharbeiters ab wie in der Gießerei. Die körperliche Gestaltung der in der Zeichnung des Konstrukteurs enthaltenen Arbeit, das Aufstampfen der Formen, das richtige Einlagern der Kerne, das Ausheben der Modelle aus den Formen erfordern schon beim einfachen Gußstück besondere, in jahrelanger Arbeit erworbene Geschicklichkeit. Wie groß sind erst die Anforderungen beim schwierigen Modell!

## Trennung zwischen Hochofen und Gießerei

Ursprünglich lehnte sich die Eisengießerei an die Erzeugungsofen an; man goß unmittelbar aus den Holzkohlenöfen. Diese Art des Betriebes währte noch Jahrhunderte hindurch, selbst als man schon die Hochofen mit Koks feuerte. Die so erzeugten Gußstücke waren das, was man heute als „Gußeisen erster Schmelzung“ bezeichnet. Erst als man in diesen Prozeß einen besondern Schmelzofen einschaltete, in dem das in Formen zu gießende Gußeisen aus Roheisen und Anfällen (Gußbruch) nochmals erschmolzen wurde (Gußeisen zweiter Schmelzung), bestand die Möglichkeit der freizügigen Entwicklung des Eisengießereiwesens. Der gegen Ende des 18. Jahrhunderts eingeführte Kupolofen (auch Gießereischachtelofen genannt), anfangs mit Holzkohle, dann mit Koks geheizt, wurde für das gesamte Gießereiwesen entscheidend, nicht nur hinsichtlich der Trennung der Eisengießereibetriebe von den Hochofen, sondern auch bezüglich der Werkstofffrage. Denn mußten damals die Hochofengießereien das Roheisen noch so verarbeiten, wie der Hochofen es lieferte, waren die mit Kupolöfen arbeitenden selbständigen Gießereien in der Lage, durch „Gattierung“, d. h. durch Zusammenmischung verschiedener Roheisensorten, Gußeisen ganz bestimmter Zusammensetzung zu erzeugen.

Mit dem Bau der Königlichen Eisengießerei in Berlin durch Graf Reden wurde dieser Gedanke in Deutschland zum erstenmal verwirklicht. Bei dem Kupolofen handelt es sich um einen zylindrischen Schachtelofen von 500 bis 1500 mm Durchmesser, in dem an der Gicht das Eisen mit 10 bis 20 % Koks und etwas Kalk aufgegeben wird, während etwa 1 m über dem Boden durch Düsen kalte Luft zur Verbrennung des Kokes eingeblasen wird. Ein Ofen von 500 mm lichter Weite liefert stündlich etwa 1000 kg, ein solcher von 1000 mm Weite etwa 7000 kg Gußeisen. Man findet Öfen mit einer stündlichen Schmelzleistung bis zu 15 000 kg. Obwohl mehr als 150 Jahre alt, ist der Kupolofen im Grund der gleiche geblieben wie im Anfang. In den letzten Jahrzehnten sind selbstverständlich auch die Hochofengießereien dazu übergegangen, große Eisenmischer und Kupolofenanlagen zu errichten, um daraus die gleichen Erzeugnisse herzustellen, die sie vorher unmittelbar aus dem Hochofen gegossen hatten. Seitdem spielt die Herstellung von Gußwaren erster Schmelzung nur noch eine geringe Rolle. Z. B. wurden im Jahre 1928 in Deutschland von insgesamt 3 Mill. t Gußwaren nur 1000 t Gußwaren erster Schmelzung erzeugt.

Bei der Gliederung der Eisengießereien unterscheiden wir heute die Hochofengießereien auf der einen Seite, die einen Teil ihrer Roheisenerzeugung unmittelbar in Formen gießen, auf der andern Seite die Gießereien, welche von den Hochofenwerken losgelöst sind, und zwar Handelsgießereien, Maschinengießereien und reine Kundengießereien. Die Hochofengießereien stellen in erster Linie Gußstücke allergrößten Gewichtes und Massenwaren her,

<sup>2)</sup> Dr.-Ing. Geilenkirchen: Die geschichtliche Entwicklung der Gießerei-Industrie.

wie z. B. Druckrohre, Abflußrohre und Radiatoren. Die **Handelsgießereien** führen ihren Ursprung in der Hauptsache auf alte Holzkohlen-Hochofenwerke zurück; sie stellen aus dem in Kupolöfen erschmolzenen Gußeisen leichte Massenartikel her, wie eiserne Öfen, Gußgeschirre, Badewannen und sogenannten Sanitätsguß. Die **Maschinengießereien** verdanken ihr Entstehen dem Aufblühen der deutschen Maschinenindustrie in den letzten fünf Jahrzehnten. Gerade der Maschinenbau braucht große Mengen Gußeisen, und so war es eine natürliche Entwicklung, daß Maschinenbauanstalten sich Eisengießereien angliederten, die die geforderten Maschinengußstücke lieferten. Die reine **Kundengießerei** liefert Gußstücke jeder Art für eine feste Kundschaft und für jeweils wechselnde Abnehmer. Sie hat meist ein sehr großes Arbeitsprogramm und ist Absatzschwankungen am ehesten ausgesetzt.

Während die Gießereiindustrie im allgemeinen dezentralisiert ist und sich vom Standort der Eisen schaffenden Industrie vollkommen unabhängig machen konnte, haben die Stahlgießereien sich in enger Verbindung mit der Schwerindustrie entwickelt; vielfach dienen zur Schmelzung des Stahlgusses die gleichen Siemens-Martin-Öfen. Die Anzahl der reinen Stahlformgießereien mit Martinöfen, Kleinbessemerie und neuerdings Elektroöfen ist verhältnismäßig gering.

### Arten des Eisengusses

Gußeisen zweiter Schmelzung sind die meisten Gußwaren, sofern nicht ausdrücklich anderes gesagt ist. Die Umschmelzung erfolgt in dem wegen seiner Einfachheit in Bau und Betrieb und seiner Wirtschaftlichkeit nicht zu übertreffenden „Kupolofen“. Der Flammofen hat sich bei uns nicht durchsetzen können. So sind denn auch in den deutschen Eisengießereien weit über 3000 Kupolöfen in Betrieb. Nur für Sonderzwecke werden Flammöfen und in Ausnahmefällen zur Erzeugung von hochwertigem Guß Elektroöfen verwendet.

Gußeisen wird wegen seines grauen Bruchgefüges auch vielfach mit **Grauguß** bezeichnet. Infolge seines hohen Kohlenstoffgehaltes von 2,7 bis 3,7 % hat es den Nachteil, spröde zu sein, d. h. bei Schlagbeanspruchung leicht zu springen und eine verhältnismäßig niedrige Festigkeit zu haben<sup>3)</sup>. Werden besondere Gütevorschriften bezüglich Zugfestigkeit und Biegefestigkeit gefordert, wird man Edelguß, Perlitguß herstellen, Werkstoffe, die auch den gesteigerten Ansprüchen in jeder Weise gerecht werden.

**Hartguß** ist eine besondere Art Gußeisen und findet bei solchen Gußstücken Verwendung, die einem starken Verschleiß ausgesetzt sind. Allerdings sind seine Zerreißfestigkeit und Biegefestigkeit sehr gering. Anfangs stellte man Hartgußwalzen und Eisenbahnräder mit harter Lauffläche her. Die Bedeutung des Hartgusses ist später aber durch die Entwicklung besonders harter, legierter Stahlsorten zurückgedrängt worden; er findet heute Beachtung noch bei der Herstellung von Walzen für die Blech- und Stabeisenwerke, Brech- und Mahlkörpern.

Der **Temperguß**, etwa um den Ausgang des 17. Jahrhunderts wahrscheinlich durch einen Zufall entdeckt, hat den Kohlenstoff aus dem fertigen Gußstück entfernt. Man geht von einem weißen Gußeisen aus. Die Rohgußteile werden in Eisenerz gepackt und mehrere Tage bis zu 1000° gekühlt. Dabei spaltet sich aus dem Eisenerz Sauerstoff ab, der mit dem Kohlenstoff an der Oberfläche des Gußeisens das gasförmige Kohlenoxyd bildet. Das Temperverfahren beruht auf Umsetzungen an der Berührungsfläche zwischen Erz und Gußeisen, kann daher nur auf verhältnismäßig dünnwandige Gußstücke angewendet werden. Temperguß besitzt eine gewisse Schmiedbarkeit und Zähigkeit, weist also dem Stahl ähnliche Eigenschaften auf. Außer dem weißen oder deutschen Temperguß kennt man

noch den schwarzen Temperguß. Bei dem letzten bleibt der Kohlenstoff fast vollständig im Stück enthalten und bildet einen schwarzen Kern; man führt ihn lediglich in eine Form über, die eine leichtere Bearbeitung und größere Zähigkeit des Gusses ermöglicht. Die Erzeugnisse der Tempergießereien gehen hauptsächlich in die Kleisenindustrie (Schlüssel, Beschlagteile usw.).

Der **Stahlformguß** konnte sich erst dann entwickeln, nachdem es durch die Erfindung der Flußstahlerzeugung möglich geworden war, Stahl in flüssigem Zustande herzustellen. Jahrelange, schwierige und kostspielige Versuche gingen dem ersten Stahlguß voraus, und dann war noch eine jahrzehntelange Entwicklung notwendig, bis die Erzeugnisse der Stahlformgießerei ihre jetzige Bedeutung innerhalb der Eisen schaffenden Industrie gewinnen konnten<sup>4)</sup>. Die ersten Güsse waren im Tiegel hergestellt; in neuer Zeit werden zur Schmelzung der Siemens-Martin-Ofen, der kleine Konverter und der Elektroöfen verwendet.

Die größte Schwierigkeit bei der Formung des Stahlgußstückes war die Herstellung einer feuerbeständigen Formmasse, die den erheblich höheren Temperaturen des flüssigen Stahls gewachsen war. Stahlguß kommt insbesondere dann in Frage, wenn das Fertigstück eine sehr verwickelte Gestalt hat, die durch andere Formgebungsarbeiten wie Schmieden und Walzen nicht zu erreichen ist. Obwohl nur ein kleiner Teil des erzeugten Rohstahls zur Stahlformgießerei geht, ist in technischer Hinsicht der Stahlformguß aus dem Gebiet der Verarbeitung des Stahls nicht mehr hinwegzudenken. Der Großmaschinenbau und der Schiffbau benötigen oft Werkstücke von vielgestaltiger Form und besonderer Größe, und dieses Gebiet ist die Domäne des Stahlgusses. Dieser wird auch vor dem Eisenguß bevorzugt bei besonders hoch beanspruchten Konstruktionsteilen, wo es auf besondere Festigkeit ankommt. Vor etwa 90 Jahren konnten Gußstahlblöcke von höchstens einer halben Tonne hergestellt werden, heute Werkstücke von 120 Tonnen und darüber. Selbstverständlich gibt der Guß solcher Werkstücke große technische Probleme auf, die nur in langjähriger Betriebsführung und mit einer hochqualifizierten Facharbeiterschaft zu lösen sind.

### Gußeisen als Werkstoff

Das Gußeisen hat hinsichtlich der technischen Beanspruchbarkeit eine große Entwicklung hinter sich. Von der Zeit, als das Gußeisen lediglich für fertige Handelswaren oder Maschinenteile verwandt wurde, an die man keinerlei oder nur mäßige Druckbeanspruchungen stellte, bis zur Entwicklung des Edelgußeisens verschiedener Herstellungsart mit hohen mechanischen und andern Eigenschaften ist ein weiter Weg, der viel Arbeit verursachte. Daß er aber zu Ende gegangen werden konnte, das ist der Erfolg unserer Eisengießereien, die immer wieder danach strebten, die Eigenschaften des Gußeisens durch Veränderung seiner chemischen Zusammensetzung, insbesondere durch Hinzulegierung verschiedener Metalle sowie durch Beeinflussung seines Grundgefüges in außerordentlich weiten Grenzen zu variieren. Man erhält dadurch aus dem gleichen Grundstoff Eisen, weiches, leicht bearbeitbares Gußeisen, und Hartgußerzeugnisse mit glasharter Oberfläche, weiterhin Gußstücke, deren mechanische Festigkeit zwischen außerordentlich weiten Grenzen schwankt. Große Fortschritte sind bei der Herstellung von Edelgußeisen — auch ohne teure Legierungszuschläge — mit Festigkeiten bis zu 30 kg und darüber gemacht worden, ohne daß dabei die Erzeugungskosten sich wesentlich erhöhen.

Zu den besondern Eigenschaften des Gußeisens, durch die es sich insbesondere gegenüber dem Stahl auszeichnet, gehört seine **Korrosionsbeständigkeit**, die überall da wertvoll ist, wo atmosphärische und andere korrodierende Einflüsse sich geltend machen können. Gußeisen ist z. B. für Fenster in Fabrikhallen, bei denen die Fenster-

3) H. Schmitz: Vom Eisenerz zum Stahl. Stahlberatungsstelle.

4) Das Werk, Jg. 1936, Heft 11.

flächen möglichst wenig durch Sprossen unterbrochen sein sollen, und wo Holz nicht genügend widerstandsfähig ist, weil es ständig Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, wesentlich besser geeignet als Schmiedeeisen. Gußeisen hat sich auch als der bestgeeignete Werkstoff für Schachtauskleidungen im Bergbau erwiesen, die dem Einfluß des daran herunterrieselnden Grundwassers ausgesetzt sind. Die gleichen Vorzüge großer Korrosionsbeständigkeit bietet das Gußeisen auch bei der Verwendung von Heizkörpern und Radiatoren. Bei Gegenständen aus sogenanntem Sanitätsguß steht Gußeisen im Wettbewerb mit Eisenblech und Feuertön. Es liefert, mit Emaille überzogen, nach mehrfacher Glühung ein gegen Frost und Stoß widerstandsfähiges Erzeugnis. Die gußeiserne Badewanne hat vor der Steinzeugwanne den Vorzug größerer Wärmeleitfähigkeit, so daß sie schnell die Temperatur des eingelassenen Wassers annimmt.

Ein besonderes Absatzgebiet, das allerdings zum Teil hart umstritten ist, sind Druckrohre für die Gas- und Wasserversorgung und Abflußrohre zur Entwässerung von Gebäuden. Rohre mit geringerem Durchmesser werden größtenteils im Schleudergußverfahren hergestellt, was die Möglichkeit gibt, die Wandstärken gegenüber den im gewöhnlichen Verfahren erzielten erheblich zu verringern, während die größeren Rohre in Sand gegossen werden. Ein weiteres wichtiges Absatzfeld für den Bauguß ist die Kanalisation mit Abflußrohrleitungen, Sinkkästen, Kanalabdeckplatten, Schlammkästen und Benzinabscheider.

Große Mengen Gußwaren braucht die Eisen schaffende Industrie. Zu nennen sind die Hüttenwerksmaschinen aller Art, die Maschinenguß darstellen, die Kokillen (Stahlblockformen), die Walzen zur Herstellung von Schienen, Trägern, Stabeisen, Profileisen usw. Daß der Hauptverbraucher von Gußeisen der Maschinenbau ist, braucht nach den bisherigen Ausführungen wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden. Wenn für hoch beanspruchte Maschinenteile früher der teure Stahlguß angewandt wurde, so kann man neuerdings infolge der fortschreitenden Verbesserung der Eigenschaften des hochwertigen Gußeisens solche Gußstücke auch aus diesem Werkstoff herstellen. Großabnehmer der Gießereien sind die Fahrzeugindustrie (Eisenbahnwesen, Kraftfahrzeugbau) und der Schiffbau. Die mannig-

fachsten Teile, an die der Laie kaum denkt, sind gegossen. Vielseitige Verwendung findet Gußeisen in der chemischen Industrie, und es hat sich als Sondererzeugnis insbesondere dort hervorragend bewährt, wo Säure oder Laugen in Pfannen und Kesseln auf hohe Temperaturen gebracht werden müssen. Gußeisen ist absolut säure-, alkali-, hitze- und feuerbeständig, also der geeignete Werkstoff für alle Arten von Reaktionsgefäßen. Auch das große Gebiet der Luxusindustrie im weitesten Sinne, wie z. B. der Klavierbau, die Spielwarenindustrie, Musikautomaten- und Uhrenindustrie, verbraucht beachtliche Mengen von Gußwaren, und wenn man noch daran denkt, daß vor Jahren sogar gußeiserne Straßenkonstruktionen zur Debatte standen, so darf man wohl das Gießereigewerbe als eine Schlüsselindustrie bezeichnen, von deren Leistung die deutsche Wirtschaft als ganzes gesehen in mehr oder weniger größerem Maße abhängt.

### Die Organisation im Gießereigewerbe

Die Neuorganisation der deutschen Wirtschaft hat selbstverständlich auch die Gießereindustrie erfaßt. Wir haben heute die Wirtschaftsgruppe Gießereindustrie, die sich in Anlehnung an die Fertigung in die Fachgruppen Eisengießereien und Tempergießereien, Stahlgießereien und Metallgießereien gliedert, die teilweise noch in Fachuntergruppen für einzelne Sonderzweige geteilt sind. Auf Grund gesetzlicher Bestimmungen gehört jede deutsche Eisengießerei der Wirtschaftsgruppe, die etwa 1500 Hauptmitglieder, 700 Fachmitglieder und 800 Listenmitglieder umfaßt, an und ist den jeweiligen Fachgruppen zugeteilt. Neben Bearbeitung der wirtschaftspolitischen Fragen werden von der Wirtschaftsgruppe auch die technisch-wirtschaftlichen Belange betreut. Die rein wissenschaftlich-technischen Fragen werden dagegen vom Verein deutscher Gießereifachleute im NSBDT behandelt. Der seit 1919 bestehende technische Hauptausschuß für Gießereien ist seiner früheren Hauptaufgabe der gemeinsamen Behandlung aller technischen Belange entkleidet, so daß ihm nur noch die Aufrechterhaltung der Verbindung mit den entsprechenden Gießereiverbänden des Auslandes geblieben ist. Er hat seitdem die Bezeichnung „Deutscher Ausschuß für internationale Zusammenarbeit im Gießereiwesen“ angenommen.

[5184]

# WIRTSCHAFTSBERICHTE

## Betriebswirtschaft

### Rationalisierung des Arbeitseinsatzes

Mehr denn je ist heute nicht nur in der Verbrauchs- und Anlagegüterindustrie, sondern ganz besonders auch in der Rüstungsindustrie ein sparsamer und leistungsfähiger Arbeitseinsatz das Gebot der Stunde. Um ihn in allen Betrieben zu erreichen, bedarf es in erster Linie eines Maßstabes, an Hand dessen man die diesbezüglichen Verhältnisse in jedem einzelnen Betriebe trotz seiner individuellen Unterschiede feststellen, beurteilen und verbessern kann.

#### 1. Die Zeit als Rechnungsgrundlage

Ein solcher Maßstab ist unschwer aus

1. (a) der Kopffzahl der eingesetzten Gefolgschaft ( $a$ ),  
(b) der Zeitdauer ihres jeweiligen Arbeitseinsatzes ( $t_a$ ),
2. (a) der Menge der erstellten Erzeugnisse ( $m$ ),  
(b) dem Zeitwerte ihrer jeweiligen Erstellung ( $t_p$ )

bzw. den aus ihnen ermittelten

$$1. \text{ Zeitkapazitäten } (T_c = \Sigma a \cdot t_a)$$

$$2. \text{ Erstellzeitwerten (Sollzeit) } (T_s = \Sigma m \cdot t_p)$$

eines Betriebes oder einer Betriebsabteilung zu bilden, wobei die Zeit stets in Personestunden zu messen ist.

Stellt man diesen Zeitmaßen die jeweilige Istzeit ( $T_i$ ) eines Betriebes gegenüber, so erhält man daraus eine Reihe von Meß-

ziffern, die für die Beurteilung und Behandlung des Betriebes von entscheidender Bedeutung sind.

Bei der Ermittlung der Zeiten ist wichtig, daß sie gegliedert nach dem organisatorischen Aufbau des Betriebes erfolgt. Im Vordergrund stehen die Fertigungsabteilungen, bei denen zwischen Haupt- und Nebenzeiten zu unterscheiden ist, um die unmittelbar für die Erzeugung verwandten Zeiten von den mittelbaren Hilfs- usw.-zeiten trennen zu können.

Die Zeitkapazität eines Betriebes oder einer Betriebsabteilung ist die Zeit, die die dort eingesetzte Gefolgschaft bei Ausnutzung der normalen Schichtdauer in einem bestimmten Monat arbeiten würde. Sie wechselt nicht nur mit Kopffzahl und Schichtdauer, sondern auch mit der Anzahl der Arbeitstage, wird also durch die Kalender- und allgemeinen Ruhetage (Sonn- und Feiertage) in einem Monat bestimmt. Hat also z. B. der eine Monat (Fall a) 24, der andere Monat (Fall b) 27 Arbeitstage, an denen je Tag 10 Stunden bei einer eingesetzten Gefolgschaft von 100 Köpfen gearbeitet wird, so ist die Zeitkapazität des betreffenden Betriebes im Falle

$$(a) \quad 24\,000$$

$$(b) \quad 27\,000$$

Gesamtarbeitsstunden (Personenstunden).

Der Erstellzeitwert eines Betriebes oder einer Betriebsabteilung errechnet sich aus den Arbeitszeiten, die für die in einem Monat dort erstellten Erzeugnisse gemäß Kalkulations-

ansatz „vorgegeben“ worden sind. Bei dem Zeitanatz je Mengeneinheit eines Erzeugnisses ( $t_p$ ) handelt es sich also um eine Planzeit, während die erstellten Erzeugnismengen ( $m$ ) Istgrößen des betreffenden Monats sind. Erstellt ein Betrieb in einem Monat (Fall a) vom Erzeugnis A 3000 ME (Mengeneinheiten), B 5000 ME, C 2600 ME und D 12 880 ME bei einer jeweiligen Planzeit von 1,1 (A), 0,92 (B), 2,1 (C), bzw. 0,5 (D) Std. je ME, so wird er folgenden Erstellzeitwert (Sollzeitwert der monatlichen Betriebsleistung, d. h. also der Produktion) aufweisen:

Erzeugnis	Erstellzeitwert insgesamt	Hiervon entfällt auf	
		Hauptzeiten	Nebenzeiten
A	3 300	3 000	300
B	4 600	4 000	600
C	5 460	5 200	260
D	6 440	5 152	1288
Sa.	19 800	17 352	2448

Hierbei ist angenommen, daß sich die Planzeit je ME der Erzeugnisse wie folgt aus einer Hauptzeit und einem Zuschlag für Nebenzeiten zusammensetzt:

Erzeugnis	Hauptzeit	Nebenzeitzuschlag		Planzeit insgesamt
		%	Std.	
A	1,0	10	0,10	1,10
B	0,8	12	0,12	0,92
C	2,0	5	0,10	2,10
D	0,4	25	0,10	0,50

Die Istzeit ( $T_i$ ) eines Betriebes oder einer Betriebsabteilung errechnet sich aus den Arbeitszeiten, die die dort eingesetzte Gefolgschaft, d. h. also in unserem Beispiel 100 Köpfe, tatsächlich in dem betreffenden Monat (Fall a) gearbeitet hat. Urlaub, Fehlen, ganz gleich aus welchen Gründen, usw. verringern also die Dauer der Istzeit gegenüber der Dauer der eingangs erwähnten Zeitkapazität. Mehrarbeit über die normale Schichtdauer, in unserem Beispiel 10 Stunden, hinaus, bewirkt das Gegenteil. Für den Fall a nehmen wir die Istzeit ( $T_i$ ) mit 18 000 Stunden an, von denen 17 000 auf Haupt- und 1000 auf Nebenstunden entfallen.

## 2. Die Bildung von Meßziffern

Aus den drei Zeitarten lassen sich zwei wichtige Meßziffern bilden, und zwar

1. der Nutzungsgrad  $\left(\nu = \frac{T_i}{T_c}\right)$
2. der Leistungsgrad  $\left(\lambda = \frac{1/T_i}{1/T_s} = \frac{T_s}{T_i}\right)$

Der Nutzungsgrad kennzeichnet den Grad, mit dem zeitlich die Arbeitseinsatzkapazität des Betriebes oder der Betriebsabteilung jeweils ausgenutzt worden ist. Er beträgt in unserem Beispiel (Fall a) 0,75, d. h. also 75 %. Mit andern Worten, 25 % der zeitlichen Arbeitseinsatzkapazität gingen durch Fehl- usw. Stunden verloren. Hier ist jedem Betrieb heute eine bedeutsame Aufgabe gestellt, die lautet: Wie lassen sich derartige Fehlstunden auf ein Mindestmaß bringen, ohne daß dadurch die Arbeitskraft des Betriebes geschädigt wird?

Der Leistungsgrad kennzeichnet den Grad, mit dem ein Betrieb oder eine Betriebsabteilung im Rahmen der Arbeitszeit die ihnen gestellte Erzeugeraufgabe erfüllt. Er beträgt in unserem Beispiel (Fall a) 1,1 oder 110 %. Mit andern Worten, die „vorgegebene“ Soll-Leistung ist um 10 % überschritten worden. Fragen wir uns, woher dies kommt, so sehen wir, daß im Bereiche der Hauptarbeitszeit der Leistungsgrad nur 102,1 % beträgt, im Bereiche der Nebenarbeitszeiten jedoch 244,8 %. Der Erfolg wurde also im wesentlichen dadurch erzielt, daß es gelang, die Nebenzeiten ganz erheblich herabzudrücken. Unter entsprechender Aufgliederung der Istzeiten in der Leistungsstatistik läßt sich der Leistungsgrad auch für die Herstellung der einzelnen Erzeugnisse ermitteln, so daß man also un schwer bis in die Einzelheiten eindringen kann.

Nutzungs- und Leistungsgrad grenzen deutlich die beiden Aufgabenbereiche ab, die heute in bezug auf die Verwertung der einem Betriebe anvertrauten Arbeitskräfte einem Betriebsführer gestellt sind. Sie lauten: Möglichst geringe Fehlzeiten und möglichst hohe Leistungen innerhalb der monatlichen Gesamteinsatzdauer! Wir werden in einem der nächsten Hefte einen Bericht aus der Praxis bringen, der sich mit der Ermittlung und Auswertung derartiger Meßziffern befaßt.

Das Produkt aus Nutzungs- und Leistungsgrad eines Betriebes oder einer Betriebsabteilung läßt sich als eine Art von betrieblichem Wirkungsgrad ( $\omega = \nu \cdot \lambda$ ) ansprechen, wobei — was zu beachten ist — die Zeit als Rechnungsgrundlage dient.

## 3. Die Planung und Überprüfung der Gefolgschaftsstärke

Die im Abschnitte 1 erwähnten drei Zeitarten lassen sich umgekehrt auch zu einer Planung und Überprüfung der Gefolgschaftsstärke verwenden.

Zugrunde gelegt wird für die Planung ein bestimmtes Erzeugungsprogramm je Monatsmittel, für die Überprüfung die im Monat bzw. Monatsmittel erzielte Erzeugung. Beide werden mit den „vorgegebenen“ Planzeiten je ME der Erzeugnisse gemäß Kalkulationsansatz bewertet und hieraus der Herstellzeitwert für das Erzeugungsprogramm ( $T_p = m_p \cdot t_p$ ) bzw. die Isterzeugung ( $T_s = m_i \cdot t_p$ ) gebildet.

Nunmehr werden die für den betreffenden Monat bzw. das Monatsmittel zugrunde zu legenden Schichten ( $s$ ), sowie die Schichtdauer ( $d$ ) bestimmt. Aus ihrem Produkt wird die Schichtzeit je Kopf der eingesetzten Gefolgschaft ( $t_a = s \cdot d$ ) je Monat ermittelt. Dividiert man den Herstellzeitwert durch die Schichtzeit je Kopf, so erhält man die Kopffzahl der Gefolgschaft, die für das Erzeugungsprogramm bzw. die Isterzeugung in den eigentlichen Erstellbetrieben benötigt würden, wenn — ja, wenn es keine Fehlstunden und keine Leistungsausfälle innerhalb der angesetzten Normalschichten gäbe. Dabei spielt es für unsere Überlegungen keine entscheidende Rolle, ob derartige Fehlstunden bezahlt oder nicht bezahlt bzw. wie derartige Leistungsausfälle bezahlt werden.

Da sich in keinem Betriebe Fehlstunden und Leistungsausfälle vermeiden lassen, müssen wir also in unsere Rechnung einen „vorgegebenen“ Nutzungs- und Leistungsgrad einführen. Mit andern Worten, wir müssen einem Betriebe oder einer Betriebsabteilung einen Zuschlag für Fehlstunden und Leistungsausfälle zubilligen, um von dem kalkulatorisch vorgegebenen Herstellzeitwerte ( $T_p$  bzw.  $T_s$ ) auf die betrieblich vorzugebende Zeitkapazität ( $T_c$ ) für das Erzeugungsprogramm bzw. die Isterzeugung zu kommen. Bezeichnet man den Zuschlag für Fehlstunden mit  $(\varphi - 1)$ , den Zuschlag für Leistungsausfälle mit  $(\alpha - 1)$ , so ist die betrieblich vorzugebende Zeitkapazität

- (a) für das Erzeugungsprogramm  $T_c = \varphi \cdot \alpha \cdot T_p$ ,
- (b) für die Isterzeugung  $T_c = \varphi \cdot \alpha \cdot T_s$ .

Der Gesamtzeitverbrauchsfaktor ( $\zeta$ ) unter Berücksichtigung der Fehlstunden und Leistungsausfälle errechnet sich demnach aus den obigen Formeln für den Nutzungs- und Leistungsgrad wie folgt:

$$\zeta = \varphi \cdot \alpha = \frac{1}{\nu \cdot \lambda} = \frac{1}{\omega}$$

Mit andern Worten, der Nutzungs- bzw. Leistungsgrad stellt den Kehrwert der Zeitverbrauchsfaktoren auf Grund der Fehlstunden und Leistungsausfälle dar.

An einem Zahlenbeispiel sei das vorstehend Gesagte erläutert. Nehmen wir an, wir hätten dem Betriebe, der die im Abschnitte 1 erwähnte Isterzeugung erstellt hat, einen Zuschlag für Fehlstunden (einschl. Urlaub) von 10 % ( $\varphi = 1,1$ ) und einen Zuschlag für Leistungsausfälle von 5 % ( $\alpha = 1,05$ ) zugebilligt, dann ergibt sich bei einem Herstellzeitwert ( $T_s$ ) von 19 800 Personenstunden im Monat eine benötigte Zeitkapazität des Betriebes von 22 869 Personenstunden. Da die Gefolgschaft in dem betreffenden Monat 24 Schichten je 10 Stunden, d. h. also 240 Monatsstunden je Kopf arbeiten soll, ergibt sich durch Division dieser Monatsstunden je Kopf in die benötigten Gesamtpersonenstunden eine Kopffzahl von rd. 96 Köpfen im Soll, während eine solche von 100 Köpfen tatsächlich vorhanden ist.

Derartige Ermittlungen lassen sich für sämtliche Erstellbetriebe ohne Schwierigkeit durchführen. Erforderlich ist nur, daß man die Ermittlung abteilungsweise aufbaut und von hier dann zu einem Gesamtbedarfe des Betriebes kommt. Wo in Neben- oder Hilfsbetrieben eine unmittelbare oder mittelbare Beziehung zwischen Erzeugung und Arbeitsfunktion der betreffenden Gefolgschaftsbestandteile nicht besteht, kann man die hierfür anzusetzenden Zeiten oder Personen auf Grund von Erfahrungszahlen durch Zuschläge (prozentual zur Haupt-

gefolgschaft oder in festen Zahlen je Betrieb) berücksichtigen, so daß auch hier sich die „angemessene“ Kopffzahl der Gefolgschaft in verhältnismäßig einfacher Weise von Betrieb zu Betrieb feststellen läßt.

In Anbetracht der Bedeutung, die gerade diesen Ermittlungen zukommt, dürfte es sich empfehlen, daß im Rahmen der Wirtschaftsgruppen die zahlenmäßigen Grundlagen für derartige Beurteilungen auf dem Wege des Betriebsvergleiches so bald wie möglich festgestellt werden. *Bredt* [5214]

## Metallwirtschaft

### Rhodesisches Kupfer

Früher stand der Belgische Kongo mit dem Ertrag der Kupferminen des Katangagebietes hinter Chile und den USA an dritter Stelle in der Welt. Er hat diesen Platz längst an die Kupferminen von Nord-Rhodesien abgeben müssen. Diese Lager setzen die des Katangagebietes nach Süden fort. Man hält sie heute für die größten der Erde. Die bisher bekannten Lagerstätten werden auf eine Erzmengende von 366 Mill. t geschätzt mit einem Kupfergehalt von 13,5 Mill. t. Damit dürften die rhodesischen Lager wesentlich länger vorhalten als die belgischen, da diese nur auf 86 Mill. t geschätzt werden. Nur ist dort der Reingehalt mit 6,5% um mehr als das Doppelte größer als der der rhodesischen Erze, die nur auf 3% kommen.

Die Ausbeute der Minen Rhodesiens hat seit 1929 einen gewaltigen Aufschwung genommen. Damals wurden nur 6500 t Kupfer erzeugt, 1939 waren es bereits mehr als 217 000 t. Seitdem wird die Erzeugung noch bedeutend gestiegen sein.

Die Entlegenheit der Minen hat dazu geführt, daß die gesamte Erzförderung in Nordrhodesien selbst verhüttet wird. Das Rohkupfer kann eher die hohe Frachtenbelastung ertragen. Die völlige Raffinierung konnte jedoch nicht im Lande selbst durchgeführt werden. So gingen bis 1939 große Mengen Rohkupfer zur Raffinierung nach England und Deutschland.

Als Bahnverbindung steht zunächst die Südbahn über Bulawayo zur Verfügung, von der aus die Häfen Durban, Port Elizabeth und Kapstadt erreicht werden können. Von Bulawayo aus kann auch der portugiesische Hafen Beira erreicht werden. Endlich besteht die Möglichkeit, über Elisabethville im Katangagebiet die Verkehrswege des Kongogebiets zu erreichen, endlich auch mit der Westbahn nach Lobito an der Küste von Portugiesisch-Angola zu kommen. Auch an den Luftverkehr ist das afrikanische Kupfergebiet gut angeschlossen. Broken Hill in Nord-Rhodesien ist ein Luftknotenpunkt, der nach Nordwesten, Nordosten und Süden vortreffliche Luftanschlüsse besitzt.

*M* [5170]

## Verkehr

### Binnenschifffahrt in Ost- und Nordeuropa

Die verkehrswirtschaftliche Bedeutung von Verbindungen der zur Ostsee fließenden Ströme mit jenen, die ihren Ausgang nach Süden zum Schwarzen Meer haben, ist längst erkannt worden. Ein Schifffahrtskanal vom Dniepr zum Bug und der sogenannte Oginskikanal vom Dniepr zur Memel wurden schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gebaut. Diese bescheidenen Kanäle, die nur für Schiffe von 100 bis 150 t berechnet waren, sind später infolge des Wettbewerbs der Eisenbahnen wieder verkümmert und, soweit sie nach dem ersten Weltkrieg an Polen kamen, gänzlich verfallen. Die polnische Verwaltung ließ auch die Weichsel und alle ihre Nebenflüsse verschlammen.

In Zukunft werden die Wasserstraßen des Weichselraumes nicht nur für dessen Erschließung, sondern ebenso für den Wechselverkehr mit den weiten Räumen des Ostens entscheidende Bedeutung gewinnen. Man denke beispielsweise an den Umschlag von Getreide, Holz, Teer, Öl. Sogar der Transport von Kohle aus dem angrenzenden oberschlesischen Raum nach Danzig, Elbing und Königsberg wird in der Folgezeit nicht nur verbilligt werden, sondern auch eine Entlastung des Schienenstranges bringen. Der Ausbau der Weichsel, die in bezug auf Wassermenge und Gefälle noch vor der Elbe und Oder kommt, die Schiffbarmachung ihrer Nebenflüsse für 1000-t-Kähne, die Verlängerung des Adolf-Hitler-Kanals bis zur Weichsel und seine spätere Fortführung zum Dniepr sind Aufgaben von allgemeiner Bedeutung. Sie werden dem Weichselraum aber gleichzeitig eine bleibende Transitaufgabe zuteilen, deren Tragweite in ihren Auswirkungen auch für den mitteleuropäischen Raum erst später volle Würdigung erfahren wird. Weiter im Norden wäre noch eine Kanalverbindung von der

Düna zum Dniepr möglich und wirtschaftlich zu rechtfertigen. Gegenwärtig ist die Düna nur in ihrem Unterlaufe schiffbar; im mittleren Laufe bilden große Stromschnellen ein Hindernis der durchgehenden Schifffahrt.

Den Anforderungen längst nicht mehr entsprechend ist der Wasserweg, welcher die Ostsee über eine Reihe kleiner Flüsse und Seen mit der oberen Wolga verbindet; auf ihm können nur Schiffe bis 300 t verkehren. Pläne für die Erweiterung und Modernisierung dieser Schifffahrtsstraße waren vor dem Kriegsausbruch bereits ausgearbeitet; nach ihrer Ausführung sollte die Durchlaßfähigkeit der Schleusen von ungefähr 4 auf 25 Mill. t gebracht werden.

Der Weißmeer-Kanal, der an den Wolga-Ostsee-Kanal am Onegasee anschließt, wurde bereits so weit verbreitert und vertieft, daß auf ihm Seeschiffe bis zu 3000 BRT verkehren können.

Der Wolga-Moskau-Kanal, von der Einmündung der Sestra ausgehend, wurde 1937 fertiggestellt; sein Hauptzweck ist die Heranbringung von Donezsteinkohle auf dem Wasserweg. Außerdem bestanden Pläne für einen umfassenden Ausbau der Wolga von Kainin bis zu ihrer Mündung in das Kaspische Meer. U. a. sollte der schon lange beabsichtigte Kanal von der Wolga zum Don gebaut werden, mit welchem die Wolgaschiffe Verbindung zum Schwarzen Meer erhalten würden. Der Dniepr sollte durch Beseitigung der Stromschnellen zwischen Dniepropetrowsk und Saporosche durchgehend schiffbar gemacht werden. Mit der Herstellung eines Schifffahrtsweges von der Kama zur Petschora sollte die Versorgung des Nordens mit Lebensmitteln usw. wesentlich erleichtert werden.

Auf der skandinavischen Halbinsel ist die Binnenschifffahrt wegen des starken Gefälles der Flüsse und der zahlreichen Stromschnellen unbedeutend. In Schweden gibt es Schiffsverkehr auf einigen Seen, der aber wirtschaftlich kaum in Betracht kommt. Von etwas größerem Belang ist die Binnenschifffahrt in Finnland, die vorwiegend dem Transport von Holz dient, daneben auch der Beförderung von Lebensmitteln und sonstigen Waren und dem Reiseverkehr. Die Zahl der Reisenden hat sich 1943 gegenüber 1942 fast verdoppelt. Beeinträchtigt wurde die Binnenschifffahrt durch den Mangel an Schmiermitteln und flüssigen Brennstoffen; der Mangel an Ersatzteilen verzögerte die Ausführung dringender Reparaturen. Motorboote werden auf den finnländischen Binnenwasserwegen erst vereinzelt verwendet.

*H. F.* [5174]

## Energiewirtschaft

### Südamerikanisches Erdöl

Die Erdölréserven Südamerikas werden nach einer Übersicht in der „Deutschen Volkswirtschaft“ (1944 Heft 17) auf 1280 Mill. t geschätzt. Davon entfallen rd. 1050 Mill. t auf Venezuela, 80 Mill. t auf Kolumbien, 60 Mill. t auf Trinidad und der Rest auf Ekuador, Peru, Bolivien, Chile und Argentinien. Die Förderung ist seit 1939 im allgemeinen gleich geblieben; lediglich Venezuela hat eine große Schwankung erlebt. Hier wurden 1939: 30,7 Mill. t gefördert, 1941: 43 Mill. t und 1943: 31,9 Mill. t. Der große kriegsbedingte Aufschwung der Förderung ist durch die umfangreichen Versenkungen von Tankern wieder auf die ursprünglichen Mengen zurückgegangen. Die für die Verschiffung venezolanischen Öls in Frage kommenden Tanker können nicht so einfach ersetzt werden. Sie sind von sehr flachem Tiefgang, da sie sonst nicht in die seichten Gewässer der Lagune von Maracaibo einlaufen können, wo das Öl verschifft wird. Nennenswerte Steigerungen der Förderung konnte man in Bolivien erzielen, wo 1939 nichts, 1941: 200 000 t und 1943: 600 000 t gefördert worden sind. Ein großer Teil dieser Mengen geht nach Argentinien, das die größten Anstrengungen macht, seine Ölversorgung zu steigern und deshalb auch zur Entwicklung der eigenen Förderung alles mögliche tut. Letztere stieg seit 1939 von 2,6 auf 3,5 Mill. t. Im ganzen wurden in Südamerika an Rohöl gefördert 1939: 41,3; 1941: 54,5; 1943: 44,5 Mill. t.

*M.* [5199]

## Inhalt

	Seite
<b>Aufsatzteil</b>	
Zur Grundeinstellung der Natur- und Geisteswissenschaften.	
Von Dr.-Ing. Otto Bredt . . . . .	69
Das deutsche Eisengießereigewerbe. Von Dr. Walter Flemmig . . . . .	75
<b>Wirtschaftsberichte</b>	
Betriebswirtschaft . . . . .	78
Metallwirtschaft . . . . .	80
Verkehr . . . . .	80
Energiewirtschaft . . . . .	80