

Werk

Titel: Technische Naturforschung

Autor: Zschimmer, E.

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log500

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

12. Oktober 1917.

Heft 41.

Technische Naturforschung.

Von Dr. E. Zschimmer, Jena.

Das Ziel des reinen Naturforschers ist erstens: die Vervollständigung des Weltbilds der Erfahrung in Raum und Zeit und zweitens: die Vervollständigung der Welttheorie als Inbegriff der Gesetze, denen die natürliche Anschauungswelt unterworfen ist. Zwar wählen sich die Physiker, Chemiker, Biologen, Mineralogen, Geologen und Astronomen ihre Aufgaben nach Belieben, doch suchen alle nur immer das *naturwissenschaftlich* Interessante zu entdecken, entsprechend dem letzten Zweck aller reinen Naturforschung, das verborgene System der natürlichen Wirklichkeit nach Anschauung und Begriff zu enthüllen.

Mit diesem Zwecke wird das geistige Interesse der Menschheit an der Natur aber nicht erschöpft. Es gibt noch andere geistige Grundzwecke der Kultur, die uns veranlassen, ja zwingen, Naturforschung in ihrem Dienste zu betreiben, und ohne Zweifel steht heute die Technik mit diesem Anspruch an erster Stelle.

Technik ist etwas von der Naturforschung gänzlich Verschiedenes (ebenso verschieden wie Kunst); und doch braucht die Technik die Naturforschung notwendiger als jedes andere Gebiet der schöpferischen Tätigkeit des Menschen. Freilich: die Naturwissenschaft, die der Techniker als Erfinder sucht, wird eine andere sein, als die oben bestimmte reine Naturwissenschaft. *Ein großer Teil der reinen Naturwissenschaft nützt dem Techniker nichts, und ein großer Teil der Naturwissenschaft, welche der Techniker dringend nötig hat, interessiert nicht den Naturforscher.*

Die paradox klingende Behauptung fordert eine nähere Erklärung heraus, welche Aufgabe die besondere Art der Naturforschung denn haben könne, die der Techniker wünscht und die ich hier kurz als „technische Naturwissenschaft“ bezeichne.

Zunächst ist festzustellen, daß die technische Naturwissenschaft in der Ausführung ihrer Aufgabe der reinen Naturwissenschaft nicht das Geringste nachgeben darf. Als Wissenschaft muß sie von derselben Exaktheit und kritischen Zuverlässigkeit sein, wie die reine Naturforschung. Keineswegs darf „zum Zwecke der Technik erforschen“ soviel heißen als: oberflächlich, nebenbei, obenhin beobachten. In der *Methode* des Forschens liegt also kein Unterschied, er liegt allein in der gesetzten Aufgabe.

Wäre die Naturwissenschaft nun unendlich vollendet, so würde gar keine besondere Aufgabe für die technische Naturforschung bestehen.

Die Erfinder würden sich aus dem unendlichen Wissen von der Natur jederzeit den Teil aussuchen, den sie für ihre Zwecke brauchen. Aber dieser Idealzustand besteht, solange die Menschheit nach Erkenntnis strebt, niemals. Wir bleiben weit entfernt vom Endziel und müssen unsere zeitliche Tätigkeit danach einrichten. Weder kann die reine Naturwissenschaft warten, bis die Forschung am Ende ist, noch kann die Technik bis dahin auf die Verfolgung ihres eigenen Forschungszieles verzichten: die Entdeckung und Erkenntnis desjenigen Teiles der Naturwirklichkeit, den sie zum Aufbau der technischen Welt, zum Zwecke der Beherrschung der Natur nötig hat.

Das Ziel der technischen Naturforschung wird sofort deutlich, wenn man es an praktischen Fällen aus nächster Nähe betrachtet. Es dürfte bekannt sein, daß z. B. das Gebiet der Gläser für die Technik von hervorragender Bedeutung ist. Die Leistungsfähigkeit der optischen Instrumente, der Thermometer, der chemischen Geräte und anderer Apparate, der Beleuchtungseinrichtungen und wichtiger elektrotechnischer Apparate hängt wesentlich ab von der Natur der benutzten Gläser. Seitdem von *Fraunhofer*, *Abbe* und *Schott* der Gedanke verfolgt wurde, die Eigenschaften des Glases durch Erfindung neuer chemischer Zusammensetzungen den verschiedenartigen Zwecken der Technik anzupassen, gibt es eine ansehnliche Literatur über den Zusammenhang der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gläser mit ihrer chemischen Zusammensetzung.

Glas ist ein besonderes Gebiet der technischen Naturforschung geworden, an dem sich zahlreiche Physiker und Chemiker der Universitäten und der physikalisch-technischen Reichsanstalt neben den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Jenaer Glaswerks beteiligten. Verständlicher Weise hatten sie an demjenigen Teile der Technik besonderes Interesse, von dessen Entwicklung zu höherer Vollkommenheit der Fortschritt in der Beobachtung der Natur abhängig war: der Verbesserung der Wahrnehmung, der Meßkunst und des chemischen Arbeitens. Diese Naturforscher waren also durchaus technisch interessiert, indem sie sich mit den Eigenschaften der neuen Gläser befaßten, und man kann sagen: glücklicherweise. Denn sonst wäre die Erfahrungswissenschaft hinter den heute erreichten Erfolgen, die sie der Wahrnehmungstechnik verdankt, wohl noch weit zurückgeblieben. Namen wie *Kepler*, *Galilei*, *Fraunhofer* und *Abbe* stehen ebenso unauslöschlich in der Geschichte der Erfindungen, wie sie

der Geschichte der Astronomie und Physik angehören.

Stahl und Eisen und das weite Gebiet der Metallegierungen bilden ein weiteres bekanntes Beispiel für den besonderen Gegenstand der technischen Naturforschung. Krupp verdankte seine Erfolge der Pflege dieser Wissenschaft. Die Arbeiten über technische Metalle bilden eine umfangreiche Literatur, von der man nichts wüßte, wenn nicht der technische Fortschritt die Triebfeder gewesen wäre. Und wie unermeßlich viel technische Naturwissenschaft entsteht heute allein aus den Aufgaben, die der Krieg gestellt hat! Man könnte den Scherz machen, Heraklit habe mit seinem berühmten Ausspruch: „Der Krieg ist der Vater der Dinge“ an die Entwicklung der Technik und der technischen Naturforschung im Weltkrieg gedacht.

Wenn es keine Elektrotechnik und keine chemische Technik gäbe, so würde eine große Lücke in den naturwissenschaftlichen Bibliotheken entstehen. Die Erkenntnis der Vorgänge, die sich auf Geheiß der Erfinder im Dienste der Idee der Technik abspielen, hat ein Heer von Physikern und Chemikern angezogen, die sie naturwissenschaftlich erforschten. Aber aus dem Gesichtspunkte der Idee der „reinen Naturforschung“ heraus würde niemand auf den Gedanken verfallen, die Erscheinungen der Wechselstrom-Technik, die Vorgänge im Quecksilberdampfgleichrichter und in den Apparaten der Funkentelegraphie auf das Genaueste zu studieren; der reinen Chemie würden die Tatsachen aus dem Fabrikbetrieb der chemischen Industrie gleichgültig geblieben sein, da es sich hier um ganz besondere und verwickelte Arten von chemischen Vorgängen handelt.

Die Fülle der auf dem Gebiet der technischen Naturforschung geleisteten Arbeit genügt, um das Urteil abzugeben: einen großen Teil dieser Arbeit hätten die reinen Naturforscher niemals begonnen, und sie werden ihn auch fernerhin als gleichgültig für ihre Ziele betrachten. Dies erklärt sich, wie folgt:

Die *beschreibende* reine Naturwissenschaft will den Aufbau der anschaulichen Welt und ihre Geschichte entdecken. Für sie haben nur solche Dinge und Vorgänge Interesse, die von Natur aus darin sind, also Naturprodukte, nicht die Kulturprodukte. Alles, was die technische Naturforschung an technischen Gegenständen und Vorgängen beschreibt, fällt daher aus dem Weltbild der reinen Naturbeschreibung heraus und ist gleichgültig für diese.

Die *erklärende* oder theoretische reine Naturwissenschaft will das System der Naturgesetzlichkeit als begriffliche Auswertung der Prinzipien der Kausalität, der Kristallbildung und Organismenbildung erkennen. Die von der technischen Naturwissenschaft auf den Gebieten der Gläser, der Metalle, der Elektrotechnik, der chemischen Technik u. a. zutage geförderten Forschungsergebnisse liefern hierzu keinen wesentlich neuen

Beitrag. Bei 1000 verschiedenen Glasarten sind die Gesetze der Lichtbrechung dieselben; die Gesetze der Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung dieser unterkühlten Lösungen von Kieselsäure, Silikaten, Borsäure und Boraten bereichern die Erkenntnis der Naturgesetze nicht um neue Erkenntnisse, wenn der Techniker die Mischung auf tausendfache Weise verändert. Dasselbe gilt für alle technischen Werkstoffe und technischen Vorgänge.

Es bleiben daher bis in ewige Zukunft zwei getrennte, nur teilweise und zufällig sich deckende Aufgaben der Forschung bestehen: *reine* und *technische* Naturwissenschaft. Und hiermit erhebt sich eine praktische Frage von größter Bedeutung für den Kulturfortschritt: *In welchem Maße und auf welche Weise soll das Gebiet der technischen Naturforschung neben reiner Naturforschung betrieben werden?*

Die Technik und das Wirtschaftsleben aller Staaten der Erde fordern immer dringender die ausgiebige Pflege einer auf die technischen und wirtschaftlichen Ziele gerichteten Naturforschung. Es wäre kulturwidrig und nicht zuletzt für die Technik selbst verderblich, wollte man die für den Dienst der reinen Naturforschung bereitgestellten Institute und Arbeitskräfte nach und nach zu den Aufgaben, die die *Industrie* an die Forschung stellt, ablenken. Viel mehr ist die Frage, was *außer* der Fürsorge für den Fortschritt der reinen Naturforschung, den Ansprüchen der Zeit gemäß, für den Fortschritt der technischen Naturforschung von staatswegen getan werden müsse.

Weite Gebiete der Technik entbehren noch heute der naturwissenschaftlichen Grundlagen. Es fehlt die wissenschaftliche Aufklärung über die Natur der Dinge und Vorgänge, mit denen die Industrie im praktischen Betriebe zu tun hat. Für jedes Gebiet sollte es in Deutschland wenigstens ein technisch-naturwissenschaftliches Institut geben, in welchem der systematische Aufbau einer Sonderwissenschaft betrieben wird, die die Industrie dringend nötig hat. Deren Forschungsziel läßt sich in die Forderung zusammenfassen: *Gründliche exakt-wissenschaftliche Aufklärung über die Natur der technischen Dinge und Vorgänge.* Also vor allem: Kenntnis der technisch wichtigen Eigenschaften (physikalischen und physikalisch-chemischen Konstanten) der *Werkstoffe* und ihrer Veränderlichkeit unter verschiedenen Einflüssen; Kenntnis der unbekannteren Vorgänge, Ursachen und Wirkungen, die bei den *technischen Betriebsvorgängen* eine Rolle spielen.

Es ist wohl selbstverständlich, daß das „naturwissenschaftlich-technische Institut“ zur technischen Hochschule gehört, und nicht zur Universität; aber ebenso selbstverständlich ist, daß es sich bei seiner Tätigkeit um exakt-naturwissenschaftliche Forschungen handelt, keineswegs um Technologie oder die Vorbereitung und Aus-

arbeitung von Erfindungen. Die *Aufgaben* stellt zwar die Industrie, doch ihre Lösung ist Sache der Naturwissenschaft, nämlich der *besonderen Abteilung* der Naturwissenschaft, deren Erkenntnis *technisch wertvoll* ist.

Demnach gliedert sich das Forschungsgebiet der technischen Naturwissenschaft nach den im Laufe der Zeit entstandenen Industriezweigen. Deren Abgrenzung zum Zwecke der wissenschaftlichen Bearbeitung muß den Fachleuten überlassen bleiben. Es handelt sich hierbei nicht um ein naturwissenschaftliches Begriffssystem, in welches die Zwecke der Technik eingefangen werden könnten, sondern um eine der praktischen Wirklichkeit des industriellen Lebens entsprechende Einteilung der Problemkreise. Ich denke, um nur einige Andeutungen zu machen, an: die Gewinnung und Verwertung der Kohle; die Gewinnung des Eisens und dessen Umwandlung in Schmiedeeisen, Stahl und Gießereierzeugnisse; die Gewinnung der übrigen technisch wichtigen Metalle und Herstellung der Legierungen; Gewinnung und Verwertung von Holz, Faserstoffen und Zellstoffen; Verarbeitung der Faserstoffe zu den Erzeugnissen der Textil- und Papierindustrie; Erzeugung der Gläser und keramischen Massen; Erzeugung der anorganischen und organischen Stoffe der chemischen Großindustrie; Gewinnung von Stoffen und ihre Verwertung durch die elektro-chemische Industrie; Kraftmaschinenbau; Bau von Wasser- und Windkraftanlagen; Bahnbau; Bau der Luftfahrzeuge; Elektromaschinenbau; Bau von Apparaten und Anlagen der Beleuchtungstechnik; Bau der Telegraphen und Fernsprecher und andere Gebiete der Technik. Die in die Universitäten eingefügten Institute für „angewandte Mathematik“, „angewandte Mechanik“, „angewandte Elektrizität“ (z. B. in Göttingen), Institute für „technische Physik“, „technische Chemie“ (z. B. in Jena), „technologische“ Institute (z. B. Berlin) können den umfangreichen Wissenschaftsbetrieb nicht übernehmen, den der systematische Aufbau einer technischen Naturwissenschaft als Grundlage für die wichtigsten Industriezweige erfordert. Andererseits erfüllen auch die entsprechenden Institute der technischen Hochschulen („mechanisch-technologische“, „elektrotechnische“, „technisch-chemische“ Institute und Laboratorien usw.) noch nicht den hier gedachten Zweck, da sie in erster Linie für den technischen Unterricht bestimmt sind.

Erst bei den Versuchsanstalten, Prüfungsanstalten und Prüfungsämtern der technischen Hochschulen beginnt mit der Beschränkung auf enge Sondergebiete der Technik der technischnaturwissenschaftliche Forschungsbetrieb, um den es sich handelt. Von überragender Bedeutung ist unsere deutsche, für die Meßtechnik geschaffene Physikalisch Technische Reichsanstalt, die in jeder Beziehung als das Vorbild eines technischnaturwissenschaftlichen Forschungsinstitutes zu

betrachten ist. Das neugeschaffene Institut für Kohlenforschung bildet ein ebenbürtiges Gegenstück.

Es darf nicht unbeachtet bleiben, daß in der deutschen Industrie selbst eine außerordentlich umfangreiche naturwissenschaftlich-technische Geheimwissenschaft betrieben worden ist, in deren Dienste eine große Zahl von Naturforschern arbeitet, die die Universitäten verlassen haben, um sich der Technik zu widmen. Die Überlegenheit der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt beruht auf manchen Gebieten (z. B. der chemischen Industrie, der Glasindustrie, der Stahlindustrie) zum weitaus größten Teil auf der Tätigkeit dieser Forscher. Man kann sich ernstlich fragen, ob es vom nationalen Gesichtspunkt aus nicht das allerbeste wäre, wenn es so bliebe. Denn würden die Fabriken ihre Geheimwissenschaft veröffentlicht haben, so hätte Deutschland im Wettbewerb mit anderen Ländern wahrscheinlich nicht diesen riesigen Vorsprung gewonnen. Was sollte es also nützen, wenn nun öffentliche Institute die „technische Naturforschung“ betreiben und ihre Ergebnisse durch die Zeitschriften der ganzen Welt bekannt gäben?

Bevor ich darauf antworte, möchte ich ein interessantes Gegenstück aus dem feindlichen Ausland zum Vergleich heranziehen. Bei Ausbruch des Krieges befanden sich die Ententestaaten in großer Verlegenheit wegen unentbehrlicher technischer Werkstoffe, die sie früher aus Deutschland bezogen hatten. An erster Stelle standen Anilinfarben und Jenaer Gläser. Im Mai 1915 stellte der Physiker Sir Philip Magnus dem englischen Abgeordnetenhaus die verhängnisvolle Lage vor. Die folgenden Sätze aus seiner Rede¹⁾ über „Die wichtige Frage des optischen Glases“ sind deutlich genug:

„Ich brauche wohl nicht zu sagen, daß sämtliche optischen Instrumente, auf die ich Bezug nehme, sowohl den Offizieren des Landheeres wie auch der Marine dienen. Wir haben sehr bittere Erfahrungen im Gebrauche der Periskope seitens der deutschen U-Boote gemacht, aber solche Instrumente von etwas abweichender Bauart sind ebenfalls erforderlich für die Bedienungsmannschaft unserer Kanonen. Bis zum Kriegsausbruch und selbst noch einige Zeit nachher waren wir bezüglich des optischen Glases, des Ausgangsmaterials für die Linsen, auf zwei oder drei Quellen angewiesen: Wir konnten einiges aus Paris erhalten, von der Firma *Parra-Mantois & Co.*, und von ein oder zwei anderen Pariser Häusern. Ein kleines Quantum wird bei uns im Lande hergestellt, von den Herren *Chance* in Birmingham; aber fast gänzlich abhängig in bezug auf dieses wichtige Material waren wir von der deutschen Firma *Schott & Gen.* in Jena, die uns nahezu ausschließlich mit dem Glas versorgte, das wir seit Jahren gebrauchen

¹⁾ Übersetzt in der deutschen opt. Wochenschrift 1915/16, Nr. 13.

Die andere Frage, worüber ich sprechen möchte, ist die, auf welche Weise diese wichtige Industrie den Deutschen entwunden und nach dem Kriege unserem Lande erhalten werden kann Ich zögere keinen Moment, zu behaupten: Niemals mehr darf in England sich der Fall wiederholen, daß wir in bezug auf Lieferung wichtiger Materialien für unsere Operationen zu Lande oder zur See vom Auslande abhängig sind, nicht im Kriege und nicht im Frieden.“

Es ist nun sehr interessant, zu hören, wie der Engländer das Zusammenwirken deutscher Wissenschaft und Technik beurteilt, und was er in Zukunft zu tun gedenkt, um in seinem Lande uns Deutschen den Erfolg auf dem Weltmarkt streitig zu machen. „Es gibt wenige Industrien,“ sagt er, „vielleicht überhaupt keine andere, bei welcher der Erfolg so sehr von der angewandten Wissenschaft abhängt, wie bei der Herstellung optischen Glases. Für die Anilinfarbenfabrikation ist ein erhebliches chemisches Wissen notwendig, aber für die Herstellung optischer Instrumente und des Glases, woraus die Linsen angefertigt werden, ist nicht nur ein gründliches mathematisches Wissen erforderlich, sondern auch umfassende Kenntnis in Physik, Chemie, Metallurgie. In der Anwendung dieser Wissenschaften auf die Spezialindustrien waren wir weit hinter Deutschland zurück. Die Deutschen haben das größte Gewicht diesen Zweigen der technischen Wissenschaften beigemessen, und mit Bedauern muß ich bekennen, daß wir hierin viel zu lange nachlässig waren Viele Fortschritte der deutschen Forscher sind die Ergebnisse bewußter Versuche, denn die mathematische Vorausberechnung der Linsen ist fast zu verwickelt, als daß man solche rein theoretisch herstellen könnte. Ich will auch betonen, daß nahezu die gesamte Literatur der angewandten Optik in deutscher Sprache, in deutschen Büchern und Zeitschriften zu lesen ist. Dieser Zustand darf nicht länger anhalten. Es muß in England etwas geschehen, um den technischen Unterricht in jenen Wissenschaften zu erleichtern, und zwar so, daß alle, die damit zu tun haben, sich die nötige Vorbereitung im Lande verschaffen können.“

Das ist inzwischen geschehen. Die Engländer haben eine „Society of Glass-technology“ gegründet, die kürzlich ihre erste Sitzung im Institute für Chemie abgehalten hat. Der Vorsitzende, Prof. *Herbert Jackson*¹⁾, bezeichnete das Arbeitsgebiet der Gesellschaft wie folgt: 1. Widerstandsfähiges, chemisches Glas; 2. Beleuchtungsglas; 3. Zylinderglas; 4. Glas für Röntgenröhren; 5. optisches Glas; 6. Opalglas für verschiedene Zwecke; 7. Thermometerglas.

Bis jetzt hat die Gesellschaft fünfzig als Formeln gefaßte Leitsätze für die Fabrikanten aufgestellt. Prof. *Jackson* betonte besonders die große Wichtigkeit einer engen Zusammenarbeit

von Wissenschaft und Industrie und teilte ferner mit, daß auch die Universität Sheffield einen besonderen Lehrstuhl für die Technologie des Glases errichtet habe.

Im Frühjahr 1917 berichtete *G. Lippmann* der Pariser Akademie der Wissenschaften über die vom englischen Staate getroffene, wie man sagen muß, großzügige Organisation der technischen Naturforschung in England¹⁾: „Zur Schaffung neuer Forschungsstätten ist durch königliches Dekret der Ausschuß des *Privy Council* in einen Verband zur Förderung der wissenschaftlichen und industriellen Forschung (*Imperial Trust for the Encouragement of scientific and industrial Research*) umgewandelt worden, dem vom Parlament für die nächsten 5 Jahre beträchtliche Summen zur Verfügung gestellt werden sollen. Der *Advisory Council* steht im engen Gedankenaustausch mit der *Royal Society*, dem *National Physical Laboratory* und den großen technischen Vereinen Englands, deren fünf wichtigste — diejenigen der Zivilingenieure, der mechanischen Ingenieure, der Schiffingenieure, der Elektrotechniker und das Eisen- und Stahlinstitut — sich zu einem einzigen Verband zusammengeschlossen haben. Die technischen Vereine haben ihrerseits drei Ausschüsse zur Bearbeitung besonderer Probleme (z. B. der Eisenindustrie, der Brennstoffe, des Bergbaus usw.) eingesetzt, deren Mitglieder zur Hälfte vom *Advisory Council* ernannt werden.

Auch in Amerika versuchte man dasselbe mit der Gründung einer „*Optical Society*“, die sich allerdings hauptsächlich mit der Herstellung der Jenaer Beleuchtungsgläser befassen soll. An ihrer Spitze steht der bekannte Forscher auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik *P. G. Nutting*. Die Franzosen und Russen machen gleiche Anstrengungen.

Nach dem Lippmannschen Bericht hat der Präsident *Wilson* die Akademie der Wissenschaften in den Vereinigten Staaten von Nordamerika beauftragt, einen „*National Research Council*“ zu ernennen, „der die wissenschaftliche Forschung organisieren soll, damit die technischen Probleme des Krieges und des Friedens wirksamer in Bearbeitung genommen werden können. Die Vereinigten Staaten besitzen seit längerer Zeit schon hervorragend dotierte Forschungsinstitute, so daß die Wilsonsche Anregung weniger die Schaffung neuer wissenschaftlicher Arbeitsstätten bezweckt, als vielmehr die einheitliche Zusammenfassung der schon bestehenden Institute und die zweckmäßige Abgrenzung ihrer Arbeitsgebiete. Wie in England, haben sich auch in Amerika die technischen Verbände in den Dienst des *National Research Council* gestellt. Insbesondere sind in New York die beträchtlichen Mittel der „*Engineering Foundation*“ dem *National Research Council* zur Verfügung gestellt worden.

¹⁾ Bericht aus der Zeitschrift für angewandte Chemie, wirtschaftlich-gewerblicher Teil, Bd. 3, S. 333 (1917).

¹⁾ Nach Bericht in der Zeitschr. Licht und Lampe 1917, Nr. 18.

Das praktische Ergebnis der bisherigen Tätigkeit dieser Neuschöpfungen ist die Ausarbeitung von Glasformeln (sogenannten „Glassätzen“), welche den Glashütten der Ententeländer zur Verfügung gestellt werden, um die Jenaer Gläser nachzuahmen. In Amerika wurden solche, von wissenschaftlichen Forschern ausgearbeitete Glaszusammensetzungen in Zeitschriften veröffentlicht.

Es bedarf wohl keiner langen Auseinandersetzung, um zu sagen, daß diese Art von „technischer Naturforschung“ nichts zu tun hat mit den Aufgaben der technisch-naturwissenschaftlichen Institute, deren Vermehrung in Deutschland in Frage steht. Die Institute sind nicht dazu da, um der Industrie das Erfinden vorwegzunehmen, oder selbst technische Fortschritte irgendwelcher Art zu machen, — sie treiben *Naturforschung*. Versuche, wie sie die Engländer und Amerikaner in ihren neuen „Glasgesellschaften“ anstellen, gehören in das Fabriklaboratorium. Um die Industrien der Ententestaaten wird es nach wie vor faul bestellt bleiben, wenn die weise Regierung dieser Länder glaubt, durch Professoren und Staatsbetriebe einen Ersatz bieten zu können für den mangelnden wissenschaftlichen Geist der englischen und amerikanischen Fabrikbesitzer und ihrer Angestellten.

Auf dem Glasgebiet liegt die Sache im wesentlichen genau so wie bei jedem anderen Industriezweig. Um die besondere Aufgabe der technischen Naturforschung näher zu erklären, genügt ein Beispiel, und das Gebiet der Gläser ist hierzu vorzüglich geeignet. Mit Leichtigkeit läßt sich eine Fülle physikalisch-chemischer Probleme aufdecken, von denen ich einige anführe, deren Lösung wohl manchen „reinen Naturforscher“ reizen könnte, sich als „technischer Naturforscher“ zu betätigen. Ich will sie nur kurz andeuten: 1. Welche Verbindungen der Elemente sind im Schmelzflusse vorhanden bzw. in der unterkühlten Lösung, die das Glas im kalten Zustand darstellt? 2. In welchem Gleichgewichtsverhältnis befinden sich die ineinandergelösten Glasstoffe (Silikate, Borate, freie Kieselsäure usw.)? 3. In welcher gesetzmäßigen Beziehung stehen die physikalischen Konstanten der Gläser und ihre chemischen Bestandteile? 4. Welche Arten von kristallisierten Verbindungen scheiden sich bei der Entglasung in den verschiedenen Temperaturgebieten ab? 5. Wie geht die Glasbildung während des Verschmelzens der Gemengestoffe (Kieselsäure, Karbonate, Nitrate usw.) vor sich? 6. Wie wirken die bekannten Oxydations-, Reduktions-, Läuterungs- und Entfärbungsmittel (z. B. Salpeter, Kohle, Arsenik, Braunstein, selenigsaure Salze usw.)? 7. Welche Verbindungen treten in den Gläsern als Farbstoffe auf (Metalle, Metalloide, Oxyde, Sulfide, Silikate, Aluminate usw.)? 8. Worauf beruht die Verfärbung der Gläser durch Licht (namentlich U. V.-Licht und Röntgenstrahlen)? 9. Welche Reaktionen spielen

sich bei der Zersetzung der Gläser ab unter dem Einfluß von Wasser, Säuren, Gasen und anderen Berührungstoffen? 10. Welche Gesetze gelten für die Spannung der Gläser durch Härtung und Kühlung, bzw. für die dabei auftretende Doppelbrechung? 11. Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Vorgang des Zerspringens der Gläser beim Erhitzen und Abkühlen und den physikalischen Eigenschaften? 12. Wie ändern sich die physikalischen Eigenschaften mit der Temperatur, und in welchem Zusammenhange stehen verschiedene Eigenschaften miteinander (z. B. Dispersion und Absorption, Dielektrizitätskonstante und Brechungsindex, Schmelzbarkeit und Ausdehnungskoeffizient usw.)?

Das sind nur ein Dutzend naturwissenschaftlicher Probleme, die mir eben einfallen, sie ließen sich beliebig vermehren. Ich glaube aber, daß diese Fragen schon genügen würden, eine ganze Generation von Physikern, Chemikern und Mineralogen zu beschäftigen! Käme außer Glas noch das interessante Gebiet der Emaille-Technik und der umfangreiche Problemkreis der keramischen Industrie (Porzellan, Steingut, Schamotte usw.) hinzu, so dürfte an wissenschaftlicher Arbeit für ein besonderes Forschungs-Institut der Glastechnik und Keramik kein Mangel sein.

Was die Art der gestellten Aufgaben betrifft, so dürfte fernerhin klar sein, daß es sich hierbei nicht um technische Fragen, sondern wirklich um Probleme für einen exakten Naturforscher handelt. Ihre vollständige Beantwortung würde ein Sondergebiet der „technischen Naturforschung“ darstellen, dessen Kenntnis für das betreffende Gebiet der Industrie und für die Erfinder, die sich dabei beteiligen, von größtem Werte sein würde. Und auch das wird man sich bei der Aufzählung dieser „glaswissenschaftlichen Probleme“ leicht klar machen: der schaffenden Technik, dem erfinderischen Geist würde auch durch die angestrengteste Tätigkeit des Naturforschers nichts vorweg genommen; die Aufgaben der Technik und Industrie sind eben ganz andere als die Aufgaben der Forschung. Das „Glasforschungsinstitut“ liefert keine Anweisung zur Erzeugung von Gläsern oder zur Erfindung neuer technisch wertvoller Glasarten, der Industrie und den Erfindern bleibt es nach wie vor überlassen, die Ergebnisse der Naturforschung, die sich auf ihren Gegenstand beziehen, *praktisch zu verwerten*. Wissenschaft und Praxis verhalten sich hier ähnlich wie im Kriege der Aufklärungsdienst der Beobachter und Kundschafter zur Kunst des Feldherrn, der die Schlacht schlagen muß; auf dem Felde, das die Naturforscher aufgeklärt haben, müssen die Erfinder und Betriebsleiter der Industrie „die Schlacht schlagen“.

Hiernach muß nun wohl die Frage des nationalen Interesses an der Gründung öffentlicher Institute für technische Naturforschung in *bejahendem* Sinne beantwortet werden.

Die neueste in Deutschland beabsichtigte