Die Überführung der marinen *Mysis oculata* ins Süßwasser hat also nicht nur überall die gleiche *Relicta*-form hervorgebracht¹⁾, nein, auch eine ganz andere Art, *Mysis mixta* wird beim Übergang ins Süßwasser zu einer Form, die im großen und ganzen der *Relicta*-form der *Mysis oculata* überaus gleicht.

Wie ist diese ganz merkwürdige Konvergenzerscheinung zu verstehen?

G. O. Sars hat zuerst bemerkt, daß die für *Relicta* typischen Merkmale „jugendliche Charaktere“ sind; junge *Oculata* gleichen den erwachsenen *Relicta*, oder u. a. W. die Formeigentümlichkeiten der *Relicta* sind durch Entwicklungshemmung entstanden. Und das gleiche gilt nach *Ekmans* Untersuchungen für *Mysis mixta* und ihre Süßwasserform *mälarensis*. Oder noch besser gesagt, diese Charaktere sind nicht nur „jugendliche“, sondern auch „intermediäre“, die man also „als Merkmale der hypothetischen Stammformen der betreffenden Mysiden annehmen muß“.

Und nun löst sich mit einem Male das Rätsel der Konvergenz unserer Süßwassermysiden:

Die Überführung der ursprünglich marinen Arten ins Süßwasser, also in ein Medium, das für die normale Entwicklung der Individuen solcher Arten ein ungünstiges ist, hat überall die gleichen regressiven Veränderungen hervorgerufen und dadurch sogar zwei ursprünglich recht verschiedene Arten — *Oculata* und *Mixta* — in einander so ähnliche Formen — *Relicta* und *Mälarensis* — verwandelt, daß sich nur ihre Männchen durch ihre sekundären Geschlechtsmerkmale unterscheiden lassen, während die Weibchen beider Formen morphologisch identisch sind!

Hydraulische Kupplungen.

Von A. Wyszomirski, Freiberg i. S.

Wenn in technischen Betrieben Arbeit von einer Welle auf eine andere zu übertragen ist, so erfolgt die Verbindung beider durch besondere Organe. Diese Organe sind außerordentlich einfach, wenn es sich um gleichachsige Wellen handelt, die mehr aus äußeren Gründen (Herstellung und Transport) geteilt worden sind, und die, einmal verbunden, während des Betriebes nicht mehr getrennt zu werden brauchen. Man kommt dann zu den sogenannten unlösbaren, starren Kupplungen, die in ihrer einfachsten Form aus zwei Scheiben bestehen, deren Ebenen senkrecht zur

reliktes Vorkommen von *Mysis mixta* Lilljeborg im Mälaren und über Konvergenzerscheinungen zwischen ihr und *Mysis oculata* f. *relicta* (Lovén). Int. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrographie V, 1913, S. 540 bis 550.

¹⁾ Einige Unterschiede sind übrigens doch nachgewiesen worden zwischen der *Relicta* des Mälarsees und der des Wettersees.

Wellenachse liegen. Die Scheiben sind auf den Wellen fest aufgekeilt und werden miteinander durch Schraubenbolzen verbunden.

Ganz anders sind die Aufgaben, die solche Kupplungen dem Ingenieur stellen, die sowohl ein Lösen wie auch ein Einschalten der Verbindung während des Betriebes ermöglichen sollen. Mit mehr oder weniger Erfolg wird diese Bedingung von den Reibungskupplungen erfüllt. Auch diese können aus zwei Scheiben bestehen, die aber jetzt konische Räder tragen, und zwar die eine einen Hohlkonus und die andere einen Vollkonus. Die eine Scheibe ist mit der Welle fest verbunden, während die andere zwar auch gegen Drehen gesichert ist, aber eine achsiale Verschiebung zuläßt. Auf diese Weise können beide Kegel fest ineinander geschoben werden, so daß sie durch Reibung die Drehung übertragen, und auch wieder auseinander gezogen werden, wenn die Verbindung gelöst werden soll. Allen diesen Kupplungen ist das eine gemeinsam, daß Drehmoment und Geschwindigkeit in beiden Wellen gleich groß sind. In der Praxis tritt aber häufig das Bedürfnis hervor, mit der Kupplung ein Getriebe zu vereinigen, das es gestattet, beiden Wellen verschiedene Drehzahlen zu geben. Dabei liegt der einfachere Fall vor, wenn das Verhältnis der Umdrehungen konstant ist. Bedeutend schwieriger wird die Lösung der Aufgabe, wenn während des Betriebes eine stoßfreie Änderung dieses Verhältnisses möglich sein soll.

Derartige Probleme werden dem Ingenieur beispielsweise von zwei modernen Beförderungsmitteln gestellt, nämlich dem Automobil und dem Turbinenschiff.

Bei jedem Automobil muß die Energie von dem vorne angeordneten Motor nach der Hinterachswelle geleitet werden. Dabei wird die letztere in der Regel mit einer kleineren Tourenzahl laufen, wie die Motorwelle. Das Verhältnis beider Drehzahlen ist aber nicht konstant, sondern, damit die Leistung des Motors auch bei Steigungen ausreicht, wird der Unterschied zwischen beiden um so größer gewählt werden müssen, je stärker die Steigung ist. Die Übertragung der Leistung erfolgt durch eine unter dem Wagen laufende Welle. Diese ist unterbrochen und läßt die Energie im allgemeinen durch 3 Organe strömen, wodurch einerseits die erwähnte Änderung des Übersetzungsverhältnisses ermöglicht wird, andererseits noch zwei neuen, für den Automobilbetrieb wichtigen Forderungen genügt wird. Die 3 Organe sind:

1. eine lösbare Reibungskupplung, die ein Andrehen des Motors gestattet, ohne daß sich der Wagen in Bewegung setzt,
2. das sogenannte Wechselgetriebe, eine Anordnung von Zahnrädern, durch welche das Übersetzungsverhältnis geändert werden kann,
3. das Differentialgetriebe, das die Bewegung

der beiden Hinterräder unabhängig von einander macht, eine Eigenschaft, die beim Durchfahren von Kurven wichtig wird.

Von diesen Organen erfüllen die beiden ersten ihren Zweck nur sehr unvollkommen. Die Reibungskupplung läßt beim Anfahren eine allmähliche und ganz stoßfreie Verbindung des bereits laufenden Motors mit den Hinterrädern nicht zu.

Das Wechselgetriebe fällt beim Durchfahren von Steigungen durch seinen unangenehmen Lärm auf und führt außerdem zu für die Fahrenden selbst äußerst störenden Erzitterungen. Es ist daher schon vielfach versucht worden, diese Mängel durch Anwendung besserer Getriebe zu beseitigen. Zu diesen gehört auch die hydraulische Kupplung von *Lentz*, auf deren Prinzip später eingegangen werden soll.

Bei dem zweiten vorher erwähnten Beförderungsmittel, dem Turbinenschiff, liegen die Verhältnisse folgendermaßen: Ein wichtiger Grund zur Einführung der Turbine auf Schiffen war die Konzentration einer großen Leistung auf engem Raum. Die Möglichkeit hierfür liegt bei der Turbine vor allem in der hohen Tourenzahl, mit der diese Maschinen laufen können und vorteilhaft auch laufen müssen.

Es zeigte sich nun leider, daß der Wirkungsgrad der Schiffsschraube bei diesen Tourenzahlen sehr schlecht war. Diesen entgegengesetzten Eigenschaften suchte man zunächst dadurch zu begegnen, daß man die Drehzahl der Turbinen gewaltsam verringerte. Als notwendige Folge mußte man große und ziemlich unwirtschaftlich arbeitende Maschinen in Kauf nehmen. In den letzten Jahren haben sich daher Bestrebungen teilweise durchgesetzt, bei kleinen raschlaufenden Turbinen zu bleiben und die Umsetzung auf die geringe Tourenzahl der Schiffsschraube durch ein besonderes Zwischengetriebe mit konstanter Übersetzung zu erreichen. Als solche sind in England einfache Zahnradvorgelege erprobt worden, während in Deutschland von *Föttinger* eine hydraulische Kupplung konstruiert und erfolgreich angewendet worden ist.

Das Prinzip solcher hydraulischen Kupplungen ist äußerst einfach. Alle bestehen aus zwei Teilen, einer Pumpe und einem Wassermotor, die beide durchaus ähnlich sind, denn jeder Wassermotor kann umgekehrt ohne weiteres als Pumpe laufen. Die Pumpe wird von dem einen Wellenstrang gedreht und erzeugt Druckwasser, das zum Motor geleitet wird, der mit der anderen Welle verbunden ist. Dabei führt das Betriebswasser einen vollen Kreislauf aus, indem die Pumpe alles Wasser wieder ansaugt, das der Motor ausstößt. Drei Arten von Wassermaschinen sind heute bekannt, die alle dem gedachten Zweck dienen können. Es sind dies 1. Kolbenmaschinen, 2. Kapselmaschinen, 3. Turbinen und Schleuderpumpen.

Die Kolbenmaschinen, deren Wirkungsweise wohl am bekanntesten sein dürfte, haben meines Wissens noch keine Anwendung zu Kupplungszwecken gefunden. Sie können daher in dieser Betrachtung außer acht gelassen werden. Dagegen ist es notwendig, auf die beiden anderen Arten etwas näher einzugehen.

Die Kapselmaschinen sind auch Kolbenmaschinen, nur daß der Kolben keine hin- und hergehende Bewegung macht, sondern eine rotierende. Es gibt eine sehr große Zahl von Ausführungsmöglichkeiten, ich möchte mich daher darauf beschränken, diejenige Form im Prinzip etwas zu erläutern, die tatsächlich eine erfolgreiche Anwendung zu Kupplungszwecken gefunden hat (s. Fig. 1).

Sie besteht aus einer zylindrischen Trommel (a), in der exzentrisch ein zweiter Zylinder (der Kolben (b) drehbar gelagert ist. Dieser ist mit seinen Stirnflächen an den Bodenflächen der Trommel (a) gedichtet und trägt außerdem eine Anzahl radial verschiebbarer Platten (c), die in ständiger, dichtender Berührung mit der Mantelfläche der Trommel (a) sind. Wird die Trommel

Fig. 1.

Fig. 2.

aus der gezeichneten Stellung im Sinne des Pfeiles gedreht, so tritt eine Vergrößerung des gekreuz schraffierten Raumes ein, also ein Ansaugen von Flüssigkeit aus der oberen Leitung. Umgekehrt wird auf der unteren Hälfte der Raum wieder allmählich verkleinert und die Flüssigkeit herausgedrückt. Leitet man das so gewonnene Druckwasser in eine gleiche Maschine, so wird dieselbe in Drehung versetzt. Die Umdrehungszahl dieser zweiten Maschine wird gleich der ersten sein, wenn die Abmessungen beider übereinstimmen. Jede Vergrößerung der zweiten Maschine bedeutet eine Verringerung ihrer Drehzahl, da die in einer Zeit von der Pumpe gelieferte Wassermenge in der gleichen Zeit durch den Motor treten muß, wozu bei großen Abmessungen weniger Umdrehungen erforderlich sind als bei kleinen. Ein konstantes Übersetzungsverhältnis ist also durch geeignete Wahl der Abmessungen ohne weiteres erreichbar. Sehr schön ist der Gedanke, wenn er auch konstruktiv erhebliche Schwierigkeiten bereitet, mit diesem Getriebe eine stetige Änderung des Übersetzungsverhältnisses dadurch zu ermöglichen, daß die von der Pumpe gelieferte Wassermenge bei konstanter Umdrehungszahl verändert wird. Dies kann da-

durch erreicht werden, daß der Kolben (*b*) relativ zur Trommel (*a*) verschiebbar angeordnet wird. Berührt der Kolben die Trommelwand (s. Fig. 1), so ist die gelieferte Wassermenge am größten. Je mehr der Zylinder sich der zentralen Lage (s. Fig. 2) nähert, um so kleiner wird die Lieferung, um beim Zusammenfallen beider Achsen null zu werden, da der gekreuzt schraffierte Raum jetzt konstantes Volumen behält. Geht man über diese Mittelstellung noch weiter hinaus, so liefert die Pumpe trotz gleicher Drehrichtung in entgegengesetzter Richtung, und somit wird auch die Drehrichtung des Motors mit der zweiten Welle umgekehrt. In dieser Form würde also die zweite Welle sowohl in Drehzahl wie in Drehrichtung unabhängig von dem Primärmotor sein, der sich dauernd mit konstanter Drehzahl bewegen könnte. Aber, wie gesagt, führt die Ausführung des verschiebbaren Kolbens zu erheblichen Schwierigkeiten. Man begnügt sich daher häufig damit, durch Anordnung mehrerer Pumpen verschiedener Abmessungen mit festen Kolben, die einzeln oder gemeinsam parallel arbeiten können, eine stufenweise Änderung des Übersetzungsverhältnisses zu erreichen.

Die Übertragung der Leistung mit Hilfe eines solchen Getriebes kann natürlich nicht verlustfrei erfolgen, sondern jede der beiden hydraulischen Maschinen hat einen bestimmten Wirkungsgrad, der auf den rein mechanischen Reibungsverlusten und den hydraulischen Verlusten durch Undichtheiten und Reibung beim Überströmen der Flüssigkeit von einer Maschine zur anderen beruht. Diese Verluste müssen möglichst durch exakte Werkstattarbeit und gedrungene Bauart auf ein Minimum beschränkt werden. Der Flüssigkeit müssen möglichst kurze und weite Kanäle mit wenig Richtungsänderungen zur Verfügung stehen.

Diese Gesichtspunkte hat *Lentz* bei seinem hydraulischen Automobilgetriebe angewendet. Möglichst kurze Kanäle erreicht er dadurch, daß er Pumpe und Motor in einem einzigen Gehäuse vereinigt. Um die Dichtung der verschiebbaren Platten an dem Zylindermantel praktisch zu erleichtern, führt er in das geschilderte Prinzip noch eine Änderung ein, die aber hier außer Betracht bleiben kann. Die 3 vorher erwähnten Organe vereinigt *Lentz* in seiner hydraulischen Kupplung. Die lösbare Reibungskupplung ersetzt er dadurch, daß er, solange der Motor des Wagens leer laufen soll, Saug- und Druckleitung der Pumpe kurz verbindet, so daß die geförderte Flüssigkeitsmenge gar nicht in den Hydromotor gelangt. Soll der Wagen anfahren, so wird Saug- und Druckleitung allmählich durch ein Drosselventil getrennt und dadurch der Hydromotor allmählich und vollkommen stoßfrei in Gang gebracht. Ein ähnliches ruhiges Verfahren ist mit der Reibungskupplung nicht zu erreichen. Die Änderung des Übersetzungsverhältnisses bewirkt *Lentz* in der bereits angedeuteten Weise durch

Anordnung mehrerer Pumpen. Der Vorteil liegt auch hier in dem vollkommen ruhigen und erschütterungsfreien Arbeiten. Die Wirkungsweise des Differentialgetriebes, d. h. die Unabhängigkeit der beiden Hinterräder voneinander wird dadurch erreicht, daß jedes Hinterrad einen besonderen Hydromotor erhält, deren Flüssigkeitsströme parallel geschaltet sind. Sämtliche Pumpen und beide Motore sind, wie erwähnt, in einem einzigen Gehäuse untergebracht. Mit einem solchen Getriebe sind bereits 1912¹⁾, vor allem an schweren Wagen, erfolgreiche Versuche durchgeführt und Wirkungsgrade bis zu 84 % erreicht worden. Als Betriebsflüssigkeit wird wohl ausschließlich Öl verwendet.

Die zweite Art von hydraulischen Kupplungen beruht auf der Verwendung von Schleuderpumpen und Turbinen. Das Prinzip derselben kann durch die Skizzen Fig. 3 und 4 erläutert werden. Auf der Welle sitzt ein Laufrad (*a*), das aus zwei Scheiben (*b*) besteht, die untereinander durch Schaufeln (*c*) von der Form der Fig. 3 verbunden sind. Wird das Rad rasch gedreht, so wird eine in demselben befindliche Flüssigkeit durch

Fig. 3.

Fig. 4.

die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert. Sobald sie das Rad verläßt, wird sie von einer ruhenden Schaufelreihe (Leitapparat *d*), die in die Strömungsrichtung der Flüssigkeit gelegt ist, möglichst stoßfrei aufgefangen. Durch allmähliche Erweiterung der Räume zwischen den Schaufeln (*d*) wird die kinetische Energie, die von dem Rad der Flüssigkeit gegeben worden ist, so weit wie möglich in Druck verwandelt. Alle Schaufeln münden in ein Gehäuse (*e*), in dem die gepreßte Flüssigkeit gesammelt und der Druckleitung zugeführt wird. Sind die Schaufeln des Laufrades umgekehrt gekrümmt (etwa von der Form der beiden gestrichelt in der Fig. 3 angegebenen), und leitet man in das Gehäuse Flüssigkeit unter Druck ein, so durchströmt dieselbe den Leitapparat, in welchem die Flüssigkeit dem Druck entsprechend eine bestimmte Geschwindigkeit annimmt, und kommt auf die Schaufeln des Rades. Diese lenken die Strömung von ihrer ursprünglichen Richtung ab. Dadurch wird ein sogenannter Strahldruck auf die Schaufeln ausgeübt und das Rad in Drehung versetzt.

¹⁾ Z. d. Ver. D. Ing. 1912, S. 577.

Die Flüssigkeit gibt dabei den größten Teil ihrer kinetischen Energie an das Rad ab. Diese zweite Anwendung desselben Prinzips als Motor nennt man Turbine.

Der Wirkungsgrad solcher Maschinen ist durchaus nicht sehr günstig. Sowohl bei dem Übergang kinetischer Energie vom Rad an die Flüssigkeit treten Verluste durch Wirbelung usw. ein, wie auch vor allem bei der Rückverwandlung dieser kinetischen Energie in Druck. Außerdem sind die Reibungsversuche nicht gering anzusetzen, da ganz beträchtliche Strömungsgeschwindigkeiten auftreten. Bei der Turbine wird ferner die Flüssigkeit nicht alle kinetische Energie an das Rad abgeben können, sondern wird mit einer gewissen Geschwindigkeit das Rad verlassen müssen, wodurch der sogenannte Austrittsverlust hervorgerufen wird.

Alles in allem kann man sagen, daß der Wirkungsgrad einer solchen Pumpe gut ist, wenn er 75 % beträgt. Setzt man den Wirkungsgrad der Turbine ähnlich an, so wäre das Produkt von beiden, also der Wirkungsgrad der hydraulischen Kupplung 56 %. Damit wäre eine solche Anord-

Fig. 5.

nung ohne weiteres als nicht lebensfähig zu bezeichnen.

Es gehörte daher ein ziemlicher Mut dazu, trotzdem Versuche zu wagen, die natürlich nur dann Erfolg versprochen, wenn es gelang, durch eine besonders geschickte Anordnung die hydraulischen Verluste zu beschränken.

Diese erfolgreiche Konstruktion ist unter dem Namen *Föttinger-Transformator* bekannt geworden. Das Prinzip desselben kann an Hand der Fig. 5 erläutert werden. Die Schleuderpumpe (a) saugt direkt aus dem Turbinenrad (b) an, so daß jeder Austrittsverlust der Turbine vermieden wird, denn die dort herrschende Austrittsgeschwindigkeit ist gleichzeitig die notwendige Eintrittsgeschwindigkeit in die Pumpe, und das Rad derselben braucht den entsprechenden Betrag an kinetischer Energie der Flüssigkeit nicht mehr neu zu erteilen. Die Schleuderpumpe stößt die Flüssigkeit in einen Leitapparat (c) aus, der den Strom auf kürzestem Wege mit möglichst geringer Energieumsetzung der Turbine wieder zuführt. Durch diese äußerst gedrängte Anordnung werden auch die Reibungsverluste infolge der Kürze der

Kanäle auf das Mindestmaß gebracht. Bei neueren Konstruktionen hat man das erste Stück des Leitapparates (c) als Laufrad ausgebildet und also starr mit dem Hauptrad (b) verbunden. Dadurch erreicht man, daß das Wasser, das mit großer Geschwindigkeit das Pumpenrad (a) verläßt, einen Teil seiner kinetischen Energie sofort wieder an das Laufrad abgibt und mit verminderter Geschwindigkeit den ruhenden Leitapparat durchströmt. Die Reibungsverluste sind dadurch kleiner geworden. Im großen ausgeführte Versuche¹⁾ haben mit dieser Anordnung bei Leistungen von 10 000 PS Wirkungsgrade bis zu 90 % ergeben. Interessant ist noch der Gedanke, daß man die unvermeidlichen Verluste des Transformators, die in einer Erwärmung des Betriebswassers zum Ausdruck kommen, dadurch teilweise zurückgewinnen will, daß man Kesselspeisewasser als Betriebsstoff nimmt, welches dadurch etwas vorgewärmt wird.

Auch hier kann man natürlich das Verhältnis der Umdrehungszahlen von Primär- und Sekundärwelle durch die Wahl verschiedener Abmessungen von Pumpe und Turbine beliebig bestimmen. Ausgeführte Konstruktionen haben etwa fünffache Übersetzung ins Langsame gehabt. Dagegen ist eine stetige Änderung der Übersetzung, wie bei der Kapselpumpe, nicht zu erreichen, ebenso wenig

Fig. 6.

Fig. 7.

wie eine Änderung des Drehsinns. Eine Turbine dreht sich derartig, daß der Rücken der Schaufel (die konvexe Seite) vorne liegt. Die Flüssigkeit muß in die hohle Seite einströmen, wobei es ganz gleichgültig bleibt, ob sie von außen zur Achse hinströmt oder umgekehrt. Auf den Drehsinn hat die Strömungsrichtung keinen Einfluß. Außerdem ist diese durch die Zentrifugalpumpe gegeben. Der Drehsinn der Sekundärwelle kann zwar unabhängig von der Primärwelle gewählt werden, ist aber dann beim ausgeführten Transformator unveränderlich.

Wie bereits erwähnt, ist der *Föttinger-Transformator* unter ausdrücklicher Berücksichtigung der Verhältnisse auf Turbinenschiffen konstruiert worden. Wenn nun also bei diesen die Antriebsmaschine nur einen Drehsinn hat, so mußte zunächst für die Rückwärtsfahrt eine besondere Turbine eingebaut werden, die mit der Vorwärtsturbine auf einer Welle sitzt, häufig mit ihr in einem Gehäuse vereinigt ist und also in normalem Fall leer mitlaufen muß. Das bedeutet einerseits

¹⁾ *Spannhake*, Z. d. Ver. D. Ing. 1913, S. 721.

gewisse Verluste, denn die Turbine setzt ihrer gewaltsamen Drehung einen Widerstand entgegen, andererseits wird der Rückwärtsturbine, um an Gewicht zu sparen, eine bedeutend kleinere Leistung gegeben. Das ist insofern als Nachteil anzusehen, als die Rückwärtsturbine eine wichtige Anwendung beim Stoppen und überhaupt Manövrieren der Schiffe findet. Der Stoppweg ist natürlich bedeutend länger, als wenn die Leistung der Vorwärtsmaschine zur Verfügung steht, wie es bei Kolbenmaschinen ohne weiteres der Fall ist.

Hier greift der *Föttinger*-Transformator günstig ein. Es ist nämlich gelungen, zwei Transformatoren mit vollkommen getrenntem Flüssigkeitskreislauf auf einer Welle und in einem Gehäuse sehr geschickt zu vereinigen. Bei gleicher Drehrichtung der Turbinenwelle findet der eine zur Vorwärtsfahrt, der andere zur Rückwärtsfahrt Verwendung. Je nachdem, welche Drehrichtung der Schraube gegeben werden soll, wird der eine oder andere Transformator mit Wasser angefüllt, während der zweite leer mitläuft. Wenn beide Transformatorräder gleiche Abmessungen erhalten, wird die volle Leistung der Vorwärtsturbine für die Rückwärtsfahrt nutzbar gemacht. Bei dem Seebäddampfer „Königin Luise“¹⁾ hat man sich mit 70 % begnügt. Damit ergab sich ein Stoppweg von 220 m. Dieses Resultat bedeutet bereits einen wesentlichen Gewinn gegenüber den 550 m Stoppweg bei dem ungefähr gleich großen Dampfer „Kaiser“, der mit direktem Turbinenantrieb ausgerüstet ist.

Durch Anwendung des *Föttinger*-Transformators hat man nach *Spannhake* eine Gewichtersparnis von 25—30 % erzielt und die Wirtschaftlichkeit um 10—20 % erhöht. Beide Punkte können, wenn notwendig, zu einer beträchtlichen Erweiterung des Aktionsradius ausgenutzt werden. Trotz der kurzen Entwicklungszeit ist es bereits gelungen, 10 000 PS in einem Wellenstrang durch einen Transformator zu übertragen. Bei vier Schrauben und also vier Wellen, die große Schiffe stets haben, käme man damit auf 40 000 PS. Die größten Schiffe haben Gesamtleistungen von 60 bis 70 000 PS. Diese Leistungssteigerung, die von der Weiterentwicklung des Transformators also noch zu fordern ist, dürfte ohne große Mühe zu erreichen sein.

Ein Vergleich mit den in England üblichen Zahnradvorgelegen fällt im wesentlichen zugunsten der deutschen Konstruktion aus. Zunächst muß allerdings hervorgehoben werden, daß in England die Zahnradvorgelege für außerordentlich große Leistungen erfolgreich angewandt worden sind. Dabei ist es als Vorteil anzusehen, daß man leichter als beim *Föttinger*-Transformator beliebig große Übersetzungsverhältnisse erreicht. Aber mit allen Zahnradern sind unangenehmer Lärm und störende Erschütterungen untrennbar verbunden,

zumal wenn sie, entsprechend dem Turbinenantrieb, mit großen Geschwindigkeiten laufen müssen. Die Gesamtanordnung ist beim Transformatorantrieb bedeutend einfacher als bei Verwendung eines Zahnradvorgeleges, wie aus den beiden schematischen Skizzen (Fig. 6 und 7), die in vereinfachter Form dem erwähnten Aufsatz von *Spannhake* entnommen sind, zu erkennen ist. Die große Zahl von Lagern bedeutet eine große Zahl von Wartungsstellen und größere mechanische Verluste, was vor allem bei geringer Belastung bemerkbar sein muß. Außerdem bleibt der Nachteil der geringen Leistung der Rückwärtsturbine in verstärktem Maße bestehen, da hier eine Vorwärtsturbine durch das Vorgelege hindurch mit einer Übersetzung ins Schnelle mitgeschleppt werden muß.

Besprechungen.

Study, E., Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1914. IX, 145 S. Preis' geh. M. 4,50, geb. M. 5,20.

Es gibt heute gewiß nur wenige Naturforscher oder Mathematiker, die den philosophischen Fragen nach den Grundlagen ihrer Wissenschaft ganz teilnahmslos gegenüberstehen. Bei den widerstreitenden Systemen der Fachphilosophen, bei der oft ungläublichen Sachkenntnis und anspruchsvollen Geste, mit der bis in die heutige Zeit namhafte und einflußreiche Vertreter der Fachphilosophie über die exakten Wissenschaften schreiben, ist es verständlich, wenn im Lager aller, die auch nur einen Tropfen dieser Wissenschaften gekostet haben, die Tendenz dazu erstarkt, die philosophische Fundamentierung ihrer Wissenschaft auf eigene Faust vorzunehmen, häufig ohne Berücksichtigung der positiven und wertvollen Arbeit, die von philosophischer Seite geleistet worden ist. Leider hat nur allzuoft diese Tendenz in einer bedenklichen Weise oberflächlichen und dilettantischen Betrachtungsweisen Vorschub geleistet, die durch eine ausgebreitete naturphilosophische Literatur weite Kreise der naturwissenschaftlich Gebildeten in den Bann ihrer Schlagworte ziehen.

Das vorliegende Buch des bekannten Mathematikers, das ebenfalls auf naturwissenschaftlichem Boden steht, gehört nicht zu diesen heute herrschenden Richtungen; es behandelt die Probleme in eindringenderer Weise, als die Erzeugnisse jener Literatur es zu tun pflegen, und ist der Ausdruck einer Anschauung, die auf breiteren Fundamenten ruht und der auch die bekanntesten Erscheinungen der neueren philosophischen Literatur nicht fremd sind.

Der Standpunkt, den *Study* vertritt, und der schon früher unter anderen von *Helmholtz* vertreten worden ist, ist der Standpunkt des *Realismus*. Im ersten Kapitel des Buches schildert der Verfasser das „realistische Weltbild“. Dieses beruht auf der „Annahme der Existenz einer vom erkennenden Subjekt unabhängigen Außenwelt“, einer Annahme, die in Zweifel zu ziehen, einem „unbefangenen, d. h. nicht durch dialektischen Sport aus dem Geleise geratenen Verstand“ niemals einfallen würde. Hinter den Erscheinungen suchen wir das Ding; und es ist im Fortgange der Erfahrung Sache des Hypothesen bildenden Verstandes, aus dem Wechsel der Sinneserscheinungen mit wachsender

¹⁾ *Spannhake*, Transformatoranlage des Seebäddampfers „Königin Luise“, Z. d. Ver. D. Ing. 1914, S. 481.