



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Preis vierteljährlich
4 Mark.

Durch alle Buchhand-
lungen und Postanstalten
zu beziehen.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörnbergstrasse 7.

N^o 852.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XVII. 20. 1906.

Die Cheopspyramide, ein viertausendjähriges Räthsel.

Von Ingenieur OTTO NAIRZ, Charlottenburg.

Mit vier Abbildungen.

Die Weltgeschichte vermag ungefähr 6000 Jahre zurückzudenken, was an und für sich eine lange Spanne Zeit, gegenüber dem Alter der Erde jedoch sehr wenig, vielleicht nur der hunderttausendste Theil ist. Wohl wird die Menschheit lange existirt haben, bevor es einen Chronisten gab, uns von ihren Schicksalen zu berichten, beziehungsweise das Zeugniß ihrer Cultur ist uns verloren gegangen. Denn je weiter wir in die Vergangenheit blicken, desto mehr verliert sich unsere Phantasie in ein nebelhaftes Chaos. Zweifellos gab es schon im grauen Alterthum geistig hoch entwickelte Völker. Und wenn uns aus der Blüthezeit des classischen Alterthums herrliche Beweise einer weit vorgeschrittenen Kunst geblieben sind, so versetzt uns doch kein historisches Denkmal mehr in Erstaunen und Bewunderung, als die gigantischen Bauten der Pharaonen, die Pyramiden.

Als die kolossalsten Grabdenkmäler der Welt sind sie Zeichen nicht nur einer Urcultur, welcher gewaltige Mittel und eine hochentwickelte Technik zur Verfügung standen, sondern auch einer festen Gliederung des Staates, in welchem

einem energischen Willen alle Kräfte gehorchten. Aber nicht alle Pyramiden haben sich bis in unsere Zeit erhalten; doch sind es immerhin gegen 130, von denen uns indessen nur die grösste, die gleichzeitig auch die älteste ist und dem zweiten Pharaon der vierten Dynastie, Cheops oder Chufu, zugeschrieben wird, interessirt. Die Pyramiden trotzten der Zerstörung durch die Perser, Griechen, Römer, Araber und Türken, so dass sich unter den Arabern das Sprüchwort gebildet hat: Alles fürchtet sich vor der Zeit, aber die Zeit fürchtet sich vor den Pyramiden.

Der Brauch, für die Könige als Grabstätten Pyramiden zu errichten, bestand nur bis etwa 2000 v. Chr. Er wurde derart gepflogen, dass der König bei seinem Regierungsantritt mit der Herstellung der unterirdischen Totenkammer, welche seine dereinstige letzte Ruhestätte werden sollte, beginnen liess und darüber eine Pyramide, meist mit quadratischem Grundriss, erbaute, welche zuerst klein war, aber durch neu aufgelegte Schichten wuchs, bis der Tod des Pharaon dem Wachstum Einhalt gebot. Der Nachfolger hatte nur noch die Verschalung der sonst treppenförmigen Aussenseite vorzunehmen. In die Totenkammer kamen dann die königliche Mumie und Urkunden. Für die erste und grösste Pyramide ist es jedoch sehr fraglich, ob sie je diesem Zwecke gedient hat, wie

die späteren, welche wahrscheinlich nur missverstandene Nachahmungen bedeuten. In diesem Sinne ist die Cheopspyramide ein ungeheures, ewiges steinernes Räthsel, dessen sichere Lösung bis heute noch nicht gelungen ist. Es wurde jedoch von zwei scharfsinnigen Männern eine Hypothese aufgestellt, die durch Zahlen so ausserordentlich gestützt ist, dass man es kaum für möglich halten kann, dem blinden Zufall eine solche Rolle zumuthen zu können.*)

Nicht nur die Vortrefflichkeit ihrer Ausführung, das Aneinanderpassen der riesenhaften Steinblöcke, Wände und Decken der Hohlräume, sowie die Auswahl des Materials und dessen Herbeischaffung zum Bau ist wunderbar, sondern ganz besonders der Umstand, der in der ganzen Culturgeschichte einzig dasteht, dass das grossartigste Bauwerk einer Stilgruppe das erste ist und die nachfolgenden bereits den Verfall charakterisiren, während sich sonst die Entwicklung immer schrittweise vollzieht und das Kunstproduct allmählich vervollkommnet.

Unsere älteste Quelle über dieses grossartige Bauwerk ist Herodot, der Vater der Geschichte, der dasselbe vor 2500 Jahren besuchte und die Frage nach seinem Zwecke aufwarf. Er gab wieder, was ihm über die Pyramide erzählt wurde, und ist somit die Veranlassung, dass man sie lange für des Cheops Grabdenkmal hielt. Bei dieser Ansicht, die dadurch gestützt wird, dass die anderen Pyramiden thatsächlich einem solchen Zwecke dienten, blieben auch sämmtliche späteren Schriftsteller. Erst um das Jahr 820 n. Chr. scheint das Bauwerk zum ersten Mal geöffnet worden zu sein, indem der Chalif Al Mamûn, der Sohn Hârûn al-Raschîds, gewaltsam ins Innere eindrang, in ihm eine Schatzkammer vermuthend. Dabei wurden nach dem Berichte die eigentlichen Gänge durch Zufall entdeckt, nicht aber verborgene Schätze, Mumien oder sonstige Aufklärung über den Grundzweck des räthselhaften Riesen gefunden. Der Chalif war vielmehr gezwungen, selbst Schätze in der Pyramide zu verbergen, um das Fehlschlagen der langwierigen Einbruchsarbeit seinem Volke zu verbergen. Bereits damals wurde der sogenannte Sarkophag als eine leere Truhe aus Granit ohne Deckel und Inschrift in einem Hohlraum der Pyramide gefunden. Schon dies lässt vermuthen, dass die Pyramide niemals eine Grabstätte war, da kein Pharao ohne ruhmredige Inschriften zur ewigen Ruhe gebettet wurde.

Von der Mitte des 16. Jahrhunderts ab begann man sich mehr mit der Pyramide zu beschäftigen, konnte aber zu keinem befriedigen-

den Resultate gelangen; doch verlor man den Glauben an ihren Zweck als Grabstätte immer mehr und mehr, da in ihr trotz eifrigen Suchens nie eine Mumie gefunden wurde. Man erklärte sie deshalb als einen Trinkwasserbehälter für Memphis, einen Sonnen- oder Mondtempel, ein Schatzhaus, eine Kornkammer, ein astronomisches Observatorium oder einen Schutzbau gegen den fliegenden Wüstensand. Seit dem französischen Feldzug in Aegypten (1798) kennt man die Ausmaasse der grossen Pyramide genauer, ohne indessen über ihren Zweck ungeachtet aller Bemühungen der Aegyptologen besser unterrichtet zu sein als früher. Doch haben der englische Verlagsbuchhändler Taylor und später der schottische Staatsastronom Smyth die Studien über die Dimensionen mit unermüdlicher Ausdauer fortgesetzt und die oben angedeuteten erstaunlichen Resultate gewonnen.

Die Cheopspyramide steht mit neun anderen, von denen aber gewöhnlich nur noch die zwei grösseren, nämlich die von Chephren und Menkaura, beachtet werden, und der aus dem Felsen gehauenen 20 m hohen Sphinx auf einem horizontalen Höhenzug aus Kalk westlich vom Nil unweit Gizeh, an der südlichsten Spitze seines Deltas unter dem 30. Breitengrad (Abb. 238). Ihre Höhe, welche nur vom Eiffelthurm, dem Kölner Dom und dem Ulmer Münster übertroffen wird, beträgt 147,8 m und die Seite ihrer quadratischen Grundfläche 232,16 m, ihr Inhalt somit über 2½ Millionen cbm. Das Baumaterial, nummulitischer Kalk vom anderen Nilufer, in rechteckigen Blöcken, ist in horizontalen Schichten neben einander gelegt und zu einem treppenförmigen Kern von 210 Stufen aufgethürmt. Die Stufenhöhe von 1 m am Fusse nimmt bis ½ m am Gipfel ab; von letzterem sind etwa 6 Stufen verschwunden, so dass er eine Plattform von 10 m im Quadrat bildet. Von der Mächtigkeit der Stufen giebt Abbildung 239 einen Begriff. Die Stufen an den Seitenflächen waren früher durch Verschalungssteine von härterem weissen Kalkstein ausgefüllt (Abb. 240a). Diese wurden von den Arabern mit Vorliebe zum Bau ihrer Moscheen und Paläste verwendet, an zweien jedoch, welche sich in London befinden, kann man die Genauigkeit bewundern, mit der die Steinmetzen der Pharaonenzeit arbeiteten.

Das Pyramideninnere ist bis auf relativ kleine Hohlräume massiv. Diese Hohlräume heissen von unten nach oben die Grabkammer, die Kammer der Königin und die Königskammer, wie wir wissen, ohne jede Begründung. Einen Vertikalschnitt durch die Pyramide zeigt Abbildung 240b. Das eingezeichnete Quadrat lässt erkennen, dass auch bei der Anordnung der Innenräume eine Gesetzmässigkeit waltet. Es scheint deshalb der Bau einem vorher entworfenen Plane gefolgt und nicht, wie andere Pyramiden, durch um-

*) Ich halte mich im Folgenden bezüglich der Angaben an den Vortrag von Max Eyth, „Mathematik und Naturwissenschaft der Cheopspyramide“, abgedruckt in *Lebendige Kräfte*. Berlin bei J. Springer, 1905.

gelegte Steinmäntel vergrößert worden zu sein. Der gewaltsam geöffnete Eingang liegt auf der Nordseite 26,5 m über der Sohle und 7,5 m östlich von der Mittellinie der Pyramide. Von ihm aus führt ein Gang von 110 cm Höhe und 105,5 cm Breite unter einem Neigungswinkel von $26^{\circ} 18' 10''$ nach Süden und unten. Nach 25 m erreicht er den natürlichen Felsboden und nach weiteren 68,8 m die unfertige Grabkammer von 14 m Länge, 8,3 m Breite mit unebenem und unbearbeitetem Boden, deren unvollendeter

Gallerie, welche auch wieder unter dem Winkel von $26^{\circ} 18' 10''$ nach oben führt, ist 2,08 m breit und 8,64 m hoch, bei einer Länge von 47,85 m. Sie endet mit einer 1 m hohen Stufe an einem nur 83 cm hohen Loch, das in den kleinen Vorraum und durch eine Granittafel in die Königskammer mündet (Abb. 240c). Diese, deren Wände aus genau an einander passenden Granitblöcken bestehen, hat eine Länge von 10,48 m, Breite von 5,24 m und Höhe von 5,86 m. Die Decke wird gebildet aus 12 Riesenquadern und

Abb. 238.



Die Cheopspyramide mit der Sphinx.

Zustand darauf hinweist, dass sie niemals als das Grab eines Pharaos gedacht war. An jener Stelle, wo der geneigte Gang den Felsboden verlässt, um in den Bau einzutreten, mündet ein noch oben gehender Gang vom gleichen Querschnitt, der durch Granitblöcke verschlossen war, welche man aber mittels eines gewaltsam erzwungenen Durchbruchs umgangen hat. Nach 39,2 m erreicht man, immer unter demselben Winkel, eine Gallerie und den 27,5 m langen horizontalen Gang nach der Königskammer. Diese ist 5,75 m lang, 5,25 m breit, mit einem durch Felsblöcke giebelförmig ausgestatteten Dache und der grössten Höhe 6,25 m. Die

fünf über einander liegenden Hohlräumen, deren oberster ein giebelartiges Dach trägt, während die einzelnen durch horizontal liegende Felsblöcke abgedeckt sind; dieselben dienen zur Entlastung der Decke. Ein Schacht, der in die obere Ecke der Gallerie mündet, verbindet diese Hohlräume. In der Königskammer, am westlichen Ende, der Wand entlang steht der sogenannte Sarkophag, eine unverzierte, oben offene Truhe aus edlem schwarzem poliertem Granit aus dem Süden des Reichs, aussen 1,978 m lang, 0,676 m breit und 0,88 hoch. Dies ist der einzige Gegenstand, der laut Urkunden je in der Pyramide gefunden wurde. Von der

Königskammer ebensowohl wie von der Königskammer führen zwei Luftcanäle in nördlicher und südlicher Richtung nach oben und aussen. Dieselben sind zum Durchschlüpfen zu eng, auch nicht geradlinig und noch unerforscht. Als letzter bekannter Hohlraum im Inneren der grossen Pyramide führt ein fast senkrechter Schacht vom untern Ende der Gallerie nach der Grabkammer, offenbar der Ausgang der Arbeiter nach Verschluss des aufsteigenden Ganges mittels der Granitblöcke. Unterhalb des Einganges befindet sich noch der horizontale Einbruchsstollen des Chalifen, welcher auf vom Zufall besonders begünstigte Weise nach dem richtigen Gang führte.

Weitere Hohlräume kennt man nicht und dürfte es aller Wahrscheinlichkeit nach auch gar nicht geben. Abbildung 241 zeigt das Innere der Gallerie.

Infolge des Fehlens der Spitze und der äusseren Verschalung, sowie der Anhäufung von Schutt am Fusse ist die Höhe, die Seitenlänge sowie der Neigungswinkel der Pyramide schwer genau bestimmbar. Doch fand man im gewachsenen Felsen eingehauen die Lage der vier Ecksteine der Grundfläche, so dass die Seitenlänge zu 763,81 engl. Fuss bestimmt werden konnte. Die so exact hergestellten, oben erwähnten Verschalungssteine geben den Neigungswinkel von $50^{\circ} 51' 3''$, durch dessen Bestimmung die Höhe der Pyramide zu 486,2567 Fuss berechnet werden konnte.

Somit steht die doppelte Höhe der Pyramide zu ihrem Umfange in dem interessanten Verhältniss 1:3,14159.

Das heisst nichts anderes, als der Baumeister hat die berühmte Ludolfsche Zahl π bereits bis zur fünften Decimalstelle gekannt und in der Pyramide verwandt. Die Pyramide ist die Lösung der Quadratur des Zirkels, einer Aufgabe, die erst anderthalb Jahrtausende später gestellt wurde. Diese Wahrheit veranlasste Taylor, dem Geheimniss der Pyramide weiter nachzuspüren.

Kann es wirklich möglich sein, dass der Erbauer die Zahl π kannte, oder ist das Ganze nur ein Zufall? Nach Eyth wussten die alten Hebräer, deren Wissen theilweise gerade aus Aegypten stammte, 15 Jahrhunderte nach der Erbauung der grossen Pyramide π nicht genauer als 3 zu setzen, und noch bis zum Jahre 1580 n. Chr. musste man sich mit einer geringeren Genauigkeit begnügen, als der Architekt des Cheops.

Taylor und Smyth bemühten sich weiter, die Maasseinheit zu suchen, welche der Baumeister seinem Werke zu Grunde legte, und sie kamen auf nachfolgende Weise zu einem Maasse, das sie den Pyramidenmeter nannten, und welches in merkwürdiger Weise in Beziehungen

mit den Dimensionen der Gänge und Kammern der Pyramide ist. Der Pyramidenmeter wird erhalten, wenn man die Seitenlänge der Pyramide oder, was dasselbe ist, den halben Umfang jenes Kreises, dessen Durchmesser die Pyramidenhöhe ist, in ebenso viele Theile theilt als das Jahr Tage zählt, nämlich 365,2422. Nach Smyth hat der Pyramidenmeter $5 \times 5 = 25$ Zoll. Die Zahl 5 spielt nämlich für die Pyramide eine grosse Rolle, indem dieselbe 5 Seiten und 5 Ecken hat, ferner die Königskammer auf der 50. Bauschicht liegt, ihre Wände aus 5 Granitblöcken bestehen, sich über ihr 5 Räume befinden, die senkrechte Wand über ihrem Eingang in die Vorhalle 5 Streifen und ausserdem einen merkwürdigen Knauf von der genauen Dicke eines Pyramidenzoll und dem Durchmesser von 5 Zoll enthält. Dieser Knauf stellt den Maassstab der Pyramide dar.

Der Pyramidenmeter aber ergibt sich genau als der zehnmillionste Theil der halben Polarachse der Erde

Hiernach hätten die alten Aegypter bereits um die Kugelgestalt der Erde gewusst, die den Griechen erst um 540 v. Chr. von Pythagoras gelehrt wurde, und sie hätten es schon vor 4000 Jahren verstanden, aus den Dimensionen der Erdkugel ein Maasssystem abzuleiten, so dass man zu dem gleichen Bestreben in der Zeit der grossen französischen Revolution, aus dem vierzigmillionsten Theil des Erdmeridians den Meter zu construiren, mit Ben Akiba sagen könnte: „Alles schon dagewesen!“

Der Umfang der Pyramide an der Grundfläche beträgt also 36524,2 Pyramidenzoll, entsprechend 365,242 Tage im Jahr, und die Höhe 5813,01 Pyramidenzoll.

Multiplicirt man diese Zahl mit einer Milliarde (10^9), so erhält man den Abstand der Erde von der Sonne in 91 840 000 englischen Meilen oder 140 000 000 km, einem guten Mittelwerth, wenn man bedenkt, dass sich die Astronomen heute noch über den genauen Werth nicht ganz einig sind, während die alten Griechen nur 10 Meilen und sogar Kepler bloss 36 000 000 Meilen annahmen. Aber selbst den Hinweis auf 9 und 10 findet Smyth in der Pyramide, denn die vier nach der Sonne weisenden Kanten haben eine Neigung gegen die Grundlinie von 9:10.

Des Weiteren ist die Pyramide in der grossartigsten Weise nach den Himmelsrichtungen orientirt, insbesondere die inneren Gänge; die Aussenseiten liegen zu sehr in Trümmern, um als Richtlinie dienen zu können. Der Fehler beträgt nur $4\frac{1}{2}$ Minuten und würde sich auch mit unseren modernen Instrumenten inmitten der Wüste kaum haben vermeiden lassen. Drängt sich einem da nicht unwillkürlich, angesichts der übrigen Genauigkeit, die Frage auf, ob sich nicht

in den 4000 Jahren des Bestehens der grossen Pyramide der Himmelspol verschoben haben könnte? Es sei übrigens erwähnt, dass sämtliche späteren Pyramiden in Hinsicht ihrer Lage zu den Himmelsrichtungen, trotz des Vorbildes in der Cheopspyramide, grobe Abweichungen aufweisen und mit letzterer in keiner Weise concurriren können.

Ferner ist die Lage der Pyramide im geographischen Sinne

bemerkenswerth. Sie steht an der südlichsten Spitze des Nildeltas, sowohl der durch die Pyramide gezogene Breitengrad als auch der Längengrad durchschneidet ein Maximum an Land.

Auch der Neigungswinkel des ins Innere führenden Ganges hat nach Smyth eine tiefere Bedeutung: er weist heute genau auf die untere Culmination des Sternes δ im kleinen Bären, unseres Polarsternes. Freilich war an seiner Stelle vor 4000 Jahren, zur Zeit, als dies ehrwürdige unübertroffene

Bauwerk noch im Werden war, ein anderer Stern am Himmelspol, und zwar das α im Drachen. Durch die Präcession der Tag- und Nachtgleichen, jener langsamen, scheinbaren Verschiebung der Himmelspunkte, zeigt bekanntlich der Nordpol der Erde nicht immer nach demselben Punkte am Sternenhimmel, sondern beschreibt in 26 000 Jahren einen Kreis. Dieser damalige Polarstern stand in seiner unteren Culmination täglich einmal im steinernem Riesenteleskop der Pyramide. Gleichzeitig aber kreuzte im Jahre 2160 v. Chr. nach Herschels Berechnungen ein anderer Stern, Alcyone (η im

Stier) zur selben Tagesstunde oberhalb des Pols, ein Zusammentreffen, das erst nach 25 827 Jahren wieder zu erwarten ist.

Und wenn sich auch die Aegyptologen nicht darüber klar sind, wann die grosse Pyramide erbaut wurde (Lesueur, Mariette, Renan meinen um 4950 v. Chr., Lepsius, Bunsen, Ferguson um 3125, Wilkinson, Rawlinson um 2440 und Osburn um 2228), so meint

Smyth, sie selbst müsste ihr Geburtsjahr wohl am besten wissen. Ihr uralter Steingang verrieth dem Kundigen: „Ich bin geboren um das Jahr 2160.“

Auch im Innern giebt es Dimensionen, die dem zu denken geben, der weder gleichgültig noch direct ablehnend der Pyramidenhypothese gegenübersteht. Der merkwürdige

Sarkophag z. B., der sich durch ein ganz ungewöhnliches Fehlen von bildlichem Schmuck auszeichnet, ist eine genau rechteckige Truhe und besitzt fünf äussere und

fünf innere Flächen, deren äusserer Cubikinhalt genau das Doppelte des inneren ist. Der Inhalt der Königskammer für die erste Quaderschicht beträgt genau das 50fache des Hohlraumes der Truhe. Sie ist 77,85 Pyramidenzoll lang, 26,7 Zoll breit und 34,31 Zoll tief. Ihr Inhalt beträgt somit 71 317 Cubikpyramidenzoll. Unter der oberen schwerverletzten Kante des Hohlraumes, welche kein genaues Maass zu nehmen gestattet, befindet sich eine Art Eichstrich, mit dessen Berücksichtigung der Cubikinhalt zu 71 258 Zoll erhalten wird.

Abb. 239.



Ansicht des treppenförmigen Kernes der Cheopspyramide.

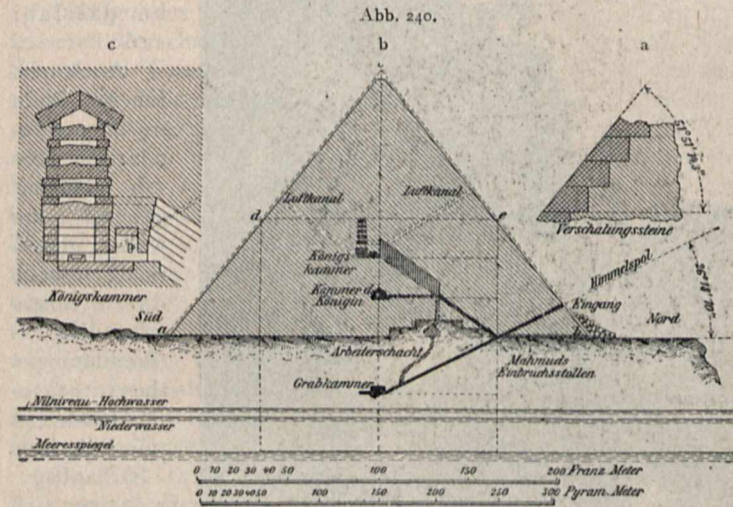
10 Jahre lang wusste Smyth nicht, was er mit dieser Zahl anfangen solle; soviel er auch hin und her probirte, sie wollte sich in keinen Zusammenhang mit anderen bringen lassen. Endlich fand er es: der Cubikgehalt der Truhe, dividirt durch $\frac{1}{10}$ des Cubus von 2 Cubikpyramidenmeter (in Zollen), giebt die Zahl 5,7, das specifische Gewicht der Erde.

Dies ist ein sehr merkwürdiges Resultat, denn das Alterthum hat sich überhaupt niemals mit dieser Frage beschäftigt (Smyths Pyramidenbauer selbstverständlich ausgenommen!), selbst Newton noch schätzte die Zahl zwischen 5 und 6, und erst seit kurzer Zeit sind wir wieder so klug, wie angeblich der Weise vor 4000 Jahren!

Aber auch zwischen der Erdkugel und der Pyramide, unter sorgfältiger Berücksichtigung ihrer

selbst, als vielmehr, um über die Zukunft Aufschluss geben zu können oder durch verblüffende Experimente, im angeblichen Vertrautsein mit der Gottheit, dem Volke Sand in die Augen zu streuen. Freilich hüteten die Priester auch ängstlich ihre Geheimnisse, denn sie hatten kein Interesse daran, dieselben dem Volke preiszugeben. Aus obigen Gründen beobachtete man den Gang der Gestirne mit grosser Sorgfalt, unterstützt durch die dort besonders günstige Reinheit der Luft. Den Sternbeobachtungen sowie den alljährlich mit grosser Pünktlichkeit einzusetzen pflegenden Nilschwellungen mag es zuzuschreiben sein, dass die Aegypter die Dauer des Jahres richtig zu bestimmen wussten, wie historisch feststeht. Auch waren sie tatsächlich die ersten, welche die Fixsterne gruppenweise in Sternbilder ordneten. Ausserdem ver-

wischte der Nil durch seine Ueberschwemmungen alljährlich die Grenzen der Ländereien, dadurch einen befruchtenden Einfluss auf die Geometrie ausübend. Mit Bergbau beschäftigten sich die Aegypter nachweislich bereits um 3000, und Eisen kam schon um 2800 aus dem Sudan in ihr Land, während die Indigofärberei in das Jahr 2400 verlegt wird. Bierbrauerei und Gerberei verstanden sie schon um 2000, und Glas bereiteten sie um 1800 v. Chr. Im Besitze einer vollständig ausgebildeten Schrift befanden sie sich indessen schon zur Zeit des Menes, des ersten Phrao, der nach der Sage auf die Halbgötter folgte und nach einigen Gelehrten um 5800 gelebt haben soll.



a zeigt die Anordnung der Verschalungssteine, b einen Verticalschnitt durch die Cheopspyramide, c die sogenannte Königskammer.

Hohlräume und ihres specifischen Gewichts, giebt es ein einfaches Gewichtsverhältniss: Die Erde ist nämlich gerade $10^{15} = (10^3 \times 5)$ mal schwerer.

Der sogenannte Sarkophag ist also nach Taylor und Smyth nichts anderes, als ein Normalhohlmaass und die Pyramide sein Aufbewahrungsort von ebenfalls genau festgelegter Grösse als Symbol der Cultur jener Zeit.

Unter dem milden Himmel jener fruchtbaren Gegenden, in welchen das Menschengeschlecht früher als anderswo auf eine höhere Stufe geistiger Entwicklung kam, wurde es auch dazu geführt, sich mit Dingen zu beschäftigen, die, streng genommen, ausser dem Bereiche materieller Bedürfnisse liegen. Es war jederzeit vorwiegend die Kaste der Priester, die sich damit beschäftigte, in die Geheimnisse der Natur einzudringen, gewiss weniger im Interesse der Wissenschaft

Ferner stand die Baukunst im alten Aegypten in hohem Ansehen, und schon Menes erliess an Edle den Befehl, sich der Bauten und Arbeiten in Stein zu befeissigen. Nach Brugsch waren die Baumeister, ursprünglich aus der Priesterkaste hervorgegangen, nicht selten Prinzen von Geblüt oder mit Töchtern oder Enkelinnen von Pharaonen vermählt. Der Titel „Baumeister des Königs“ brachte schwere Verantwortlichkeit, aber auch hohes Ansehen mit sich.

Bewunderungswürdig bleibt es, dass die alten Aegypter im Stande waren, so kolossale Steinblöcke, wie die zum Bau der Pyramiden verwendeten oder zu Obeliskten bestimmten, zu verarbeiten. In den Steinbrüchen von Syene, dem heutigen Assuan, sind noch jetzt die Meisselhiebe und Spaltungslöcher der alten Werkzeuge zu erkennen. Vielfach haben die Aegypter die natürlichen Spaltungsflächen der Felsenmassen benützt, indem sie sich zum Ab-

sprengen des Aufquellens von befeuchtetem Holze bedienten. Die Quadern wurden dann mittels Meissel und Spitzhammer bearbeitet und mit Steinwerkzeug geschliffen.

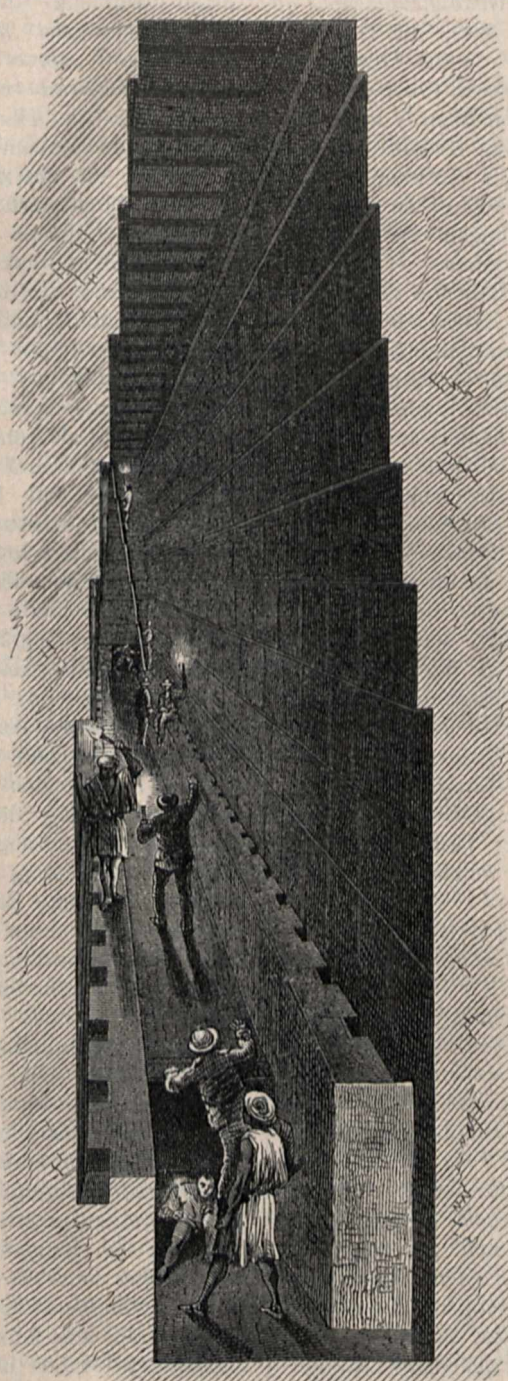
Herodot erzählt über den Bau der Pyramide des Cheops, dass die zum Frohdienst gezwungenen Arbeiter die Steine aus den Brüchen bis zum Nil zogen, wo sie übergesetzt und dann von anderen mittels einer Art Schleife zum 40 m höher gelegenen Bauplatz gezogen wurden. An dem Wege zu ihm, der 1 km lang und ungefähr 20 m breit war, bauten 100 000 Arbeiter allein 10 Jahre, während der ganze Bau 30 Jahre gedauert haben soll. Von Stufe zu Stufe wurde das Baumaterial, wahrscheinlich mittels Rollen und Winden (Herodot sagt kurz Maschinen), gehoben und schliesslich durch die polirten Verschaltungssteine in sorgfältigster Weise verkleidet.

Es ist also zweifellos, dass in jenem von der Natur so ausserordentlich begünstigten Lande, dessen Wohl und Wehe an den göttlichen Nil geknüpft war, zu einer Zeit, wo andere Stämme noch in tiefster Barbarei dämmerten, vor dem für die Weltgeschichte grossen Zeitraum von 4000 Jahren ein Volk auf so hoher Culturstufe lebte, die unser Erstaunen direct herausfordert. Andererseits weiss derjenige, der selbst wissenschaftlich arbeitet, wie häufig man Täuschungen ausgesetzt ist, und wie leicht der Wunsch der Vater des Gedankens werden kann, aber bei den rechnerisch richtigen Resultaten von Taylor und besonders Smyth werden wir uns doch an

den Kopf fassen müssen und uns fragen, sind wir verrückt oder ist es wirklich möglich, dass die Aegypter in ihrem Wissen vor 4000 Jahren uns ebenbürtig waren bezw., dass es solche Zufälle geben kann, wie dieses Zusammentreffen physikalisch bedeutsamer Zahlen?

Eines ist gewiss: die grosse Pyramide ist ein riesiges steinernes Räthsel. — [995²]

Abb. 241.



Die Gallerie in der Cheopspyramide nach dem Bilde von B. Strassberger aus Ebers, *Aegypten in Wort und Bild*.

Bedürfnisse und Ziele der allgemeinen Landeskartographie.

Von Professor Dr. C. KOPPE.
(Schluss von Seite 293.)

Zu Anfang der siebenziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts bearbeitete ich für die damalige „Rheinische Eisenbahn“ zum ersten Male Höhenschichtenpläne für allgemeine Vorarbeiten mit Hilfe von Aneroidbarometern im Maassstabe 1:2500, welche später unter Leitung des Baudirectors Gelbcke in grösserem Umfange fortgesetzt und zwei Jahrzehnte hindurch auf die Gebirge Rheinlands und Westfalens, namentlich Eifel und Hunsrück, ausgedehnt wurden. Zahlreiche Bahnlinien sind nach seinen Plänen zunächst allgemein, dann ausführlicher bearbeitet und schliesslich auch ausgebaut worden. Der Erfolg in Hinsicht auf die nach den Plänen aufgestellten allgemeinen Projecte und Kostenvoranschläge war ein so günstiger, dass Baudirector Gelbcke seine Erfahrungen sowohl zu einer Instruction für die Rheinische Eisenbahn benutzte, wie auch in der *Süddeutschen Bauzeitung* vom Jahre 1894 veröffentlichte. Er berichtet

dasselbst: „Ein in dieser Weise ausgeführter Höhengichtenplan im Maassstabe 1:2500 bildet eine vorzügliche Unterlage für die Bearbeitung eines allgemeinen Entwurfs und für die Berechnung der Baukosten einer Eisenbahnanlage“.

Wenn es sich erreichen liess, die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Horizontalcurven in den vom Baudirector Gelbcke mit so günstigem Erfolge zu allgemeinen Vorarbeiten benutzten Plänen nachträglich festzustellen, so war hierdurch ein zuverlässiges Resultat in Hinsicht auf eine zweckentsprechende Genauigkeit solcher Geländedarstellungen auf directer praktischer Grundlage gewonnen. Diejenigen seiner Projecte, welche zum Bau von Eisenbahnlinien benutzt worden waren, hatten für die Bauausführung eine weitere Bearbeitung auf der Grundlage von sehr genauen Aufnahmen und Plänen in grossem Maassstabe erfahren. Eine Vergleichung dieser genauen Detailpläne mit den oben genannten nur generell behandelten Höhenplänen konnte dazu führen, die Genauigkeit der letzteren zu ermitteln. Es handelte sich also darum, in den zeitweiligen Besitz von Plänen beider Art für eine oder mehrere der ausgebauten Bahnlinien zu gelangen, um die beabsichtigten Untersuchungen und Vergleichen vornehmen zu können. Durch das freundliche Entgegenkommen des Geh. Oberbauates Jungbecker in Köln gelang mir dies für die zwei Eisenbahnlinien Aachen — St. Vith — Prüm in der Eifel, sowie Langenlonsheim — Simmern im Hunsrück. Ihre Untersuchung ergab einen durchschnittlichen Fehler $\pm m$ der Höhendarstellung durch die Horizontalcurven, welcher nahe dem Ausdrucke entspricht

$$m = \pm [1,0 + 5 N] \text{ Meter,}$$

wo N wieder die jeweilige Geländeneigung bedeutet.

Dieser Betrag des durchschnittlichen Höhenfehlers $\pm m$ der Eisenbahnpläne ist grösser als der Höhenfehler der Horizontalcurven in den Preussischen Messtischblättern und etwa doppelt so gross wie in der neuen Braunschweigischen Landeskarte. Da die Pläne der Rheinischen Eisenbahn nach dem Berichte eines sehr erfahrenen Bauingenieurs und seinen umfangreichen praktischen Anwendungen „eine vorzügliche Unterlage für die Bearbeitung eines allgemeinen Entwurfs und für die Berechnung der Baukosten einer Eisenbahnanlage“ gebildet haben, so muss man folgern, dass ihre Genauigkeit der Geländedarstellung auch für eine allgemeine Landeskarte und speciell die Braunschweigische topographische Landeskarte ausreichend und zweckentsprechend ist, vorausgesetzt, dass die bei der Rheinischen Bahn gemachten Erfahrungen allgemeine Gültigkeit haben. Der obige Höhenfehler der Eisenbahnpläne ist rein empirisch abgeleitet worden. Soll ihm allgemeine Gültigkeit zugeschrieben

werden können, so muss er sachlich begründet werden. Um dies zu erreichen, wandte ich mich nach Oesterreich. In keinem anderen Lande sind in den letzten Jahren so umfangreiche Eisenbahn-Vorarbeiten ausgeführt worden, wie dort für die „zweite Eisenbahnverbindung mit Triest“, deren Bauausführung im Jahre 1901 beschlossen worden war. Es handelt sich bei ihr um die Herstellung von zwei grossen neuen Bahnlinien auf Kosten des Staates, einer nördlichen, die aus dem Salzachthale durch das Tauern-Gebirge nach Spittal im Drauthale führt, und einer südlichen aus dem Thale der Drau durch die Karawanken-Kette in das Savethal, von dort durch die Julischen Alpen in die Ebene von Görz und durch den Karst nach Triest. Seit mehreren Jahren schon waren die umfassendsten Vorstudien und Vorarbeiten für diese rund 300 km lange Neubaulinie vorgenommen und nicht weniger als zehn verschiedene Projecte für ihren nördlichen und südlichen Theil mehr oder weniger eingehend bearbeitet worden. Wenn irgendwo, so musste ich bei den tracirenden und bauleitenden Ingenieuren dieser gewaltigen Arbeiten, welche sich über die verschiedenartigsten gestalteten Gelände erstrecken, eine Beantwortung und Begründung der Eingangs behandelten Genauigkeitsfrage erhalten.

Im August 1904 reiste ich daher nach Wien, um an den damaligen Baudirector der gesammten österreichischen Staatsbahnen, Sectionschef Wurmb, persönlich die Bitte zu richten, mir eine Besichtigung der geodätischen und topographischen Tracirungsgrundlagen für die zweite Eisenbahnverbindung mit Triest gestatten zu wollen, sowie eine Besprechung mit seinen bauleitenden Ingenieuren zur thunlichsten Klarlegung der mehrfach erwähnten Genauigkeitsfrage. Dies wurde mir in der entgegenkommendsten Weise gestattet, und nach eingehender Orientirung in der Tracirungsabtheilung in Wien selbst besuchte ich dann die sechs einzelnen Bauabtheilungen von Schwarzach im Salzachthale, wo die neue Bahn ihren Anfang hat, bis nach Triest, ihrem Endpunkte. Ueberall auf das freundlichste aufgenommen, besichtigte ich mit den Ingenieuren, unter denen zu meiner Freude alte Bekannte vom Gotthard sich befanden, streckenweise die Linie und fragte nach ihren Anforderungen an die Höhengurvenpläne vom einfach gestalteten Gelände durch alle Abstufungen bis in das steile Felsgebirge. Schon in der zweiten Bauabtheilung zu Spittal und bei Besichtigung der in der Tracirung begriffenen Zufahrtlinie aus dem Drauthale durch das Möllthal zur südlichen Mündung des grossen Tauern-Tunnels erhielt ich durch die Besprechung mit meinem Begleiter, Ingenieur Bierbaumer, mehrere Anhaltspunkte, die sich beim Besuche der weiteren Bauabtheilungen erweiterten und immer festere und bestimmtere

Form annahmen, bis ich, nach Wien schliesslich zurückgekehrt, dem Sectionschef Wurmb einen sachgemässen Bericht abstaten konnte, dessen begründender Inhalt von ihm bestätigt und befestigt wurde.

Das schliesslich ganz einmüthig abgefasste Urtheil aller bauleitenden Ingenieure, die sämmtlich eine über mehrere Jahrzehnte ausgedehnte praktische Erfahrung besitzen, lautet dahin, dass für eine topographische Landeskarte im Maassstabe 1:10000 eine Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Horizontalcurven vollständig ausreichend ist, wenn der durchschnittliche Fehler derselben $m = \pm [0,5 + 5 N]$ Meter gesetzt wird. N ist wieder die jeweilige Geländeneigung. Die nähere Begründung besagt:

„Im Flachlande ist naturgemäss die zum Bau nothwendige Erdmassenbewegung nicht sehr gross und für die Kostenberechnung von geringerer Bedeutung als der Grunderwerb u. s. w. Das Durchschneiden und Zerstückeln der Parzellen, das Verlegen und Ueberbrücken der Wege und Wasserläufe, die Anlage der Bahnhöfe und die Linienführung bei sich widersprechenden Interessen von Gemeinden und Privaten u. s. w. bedingen eine weit grössere Unsicherheit des allgemeinen Projectes und Kostenvoranschlages, als eine mittlere Unsicherheit der Höhendurven von $\pm 0,5$ m und mehr bzw. die hieraus hervorgehende Unsicherheit in der Erdmassenbewegung, die sich erfahrungsgemäss unschwer in genügend enge Grenzen einschliessen lässt. Im Gebirge hingegen treten die Grunderwerbskosten sehr zurück gegenüber den Kosten des eigentlichen Bahnbaues, der in erster Linie durch die geologischen Verhältnisse bedingt wird. Es ist aber gar nicht durchführbar, die letzteren für ein generelles Project so genau zu ermitteln, dass nicht eine verhältnissmässig grosse Unsicherheit über die Bauausführung selbst in mehrfacher Hinsicht unvermeidlich bliebe. Die anzuwendenden Böschungen, die Grösse und Stärke der Stütz- und Futtermauern, die Fundirungstiefe der Bauwerke, die Wasserverhältnisse, die oft nothwendige Linienverlegung wegen Rutschungen bei unsicherer Bodenbeschaffenheit, die selbst das speciell bearbeitete Project noch erheblich beeinflussen, und auch die sämtlichen Kunstbauten lassen sich gar nicht so genau im voraus berechnen, dass gegenüber der hierdurch bedingten Unsicherheit eine Abweichung der Höhendurven um einige Meter von einflussreicher Bedeutung sein könnte, und dies um so mehr, je steiler das Gelände ist. Bei steilen Bergwänden bleiben Verschiebungen der Curven um mehrere Meter ohne Belang, wenn nur die Geländeformen richtig topographisch dargestellt sind, sodass namentlich ein Hang nicht gleichmässig erscheint, wenn er in Wirklichkeit wechselnde Neigung hat oder von Gräben,

Wasserrinnen, Schluchten, Mulden u. s. w. durchsetzt ist. Alle solche Terrainwechsel und topographisch wichtigen Objecte müssen in der Karte richtig zum Ausdruck kommen, so dass der tracirende Ingenieur auf sie aufmerksam wird und sie entsprechend berücksichtigen kann bei seiner Besichtigung der Trace in der Natur, ohne welche selbstredend kein Project aufzustellen ist. In steilen felsigen Gebirgspartien, wo die Bodenformen discontinuirlich werden, keine regelmässigen Uebergänge besitzen, sondern schroffe Wechsel zeigen, können auch bei allgemeinen Entwürfen nur speciellere Aufnahmen in grossem Maassstabe und eingehendere Bodenuntersuchungen hinreichende Sicherheit für eine richtige Linienführung gewähren, da nicht selten Verschiebungen der Trace um wenige Meter die Arbeiten, den Kostenvoranschlag u. s. w. schon sehr wesentlich beeinflussen. Dort namentlich müssen in der Karte thunlichst viele Festpunkte nach Lage und Höhe vorhanden sein, damit die Specialuntersuchungen leicht und sicher an diese angeschlossen werden können. Von den Festpunkten ausgehend, kann dann der tracirende Ingenieur in der Natur unschwer entscheiden, welche Geländepartien für die Linienführung überhaupt in Betracht kommen, diese genauer prüfen und nöthigenfalls eine Verlegung der Trace vornehmen. Die Zahl der Festpunkte in der Karte bedingt vornehmlich im steilen und bewaldeten Felsgebirge in erster Linie die ausreichende Brauchbarkeit der Karte für technische Zwecke, und dem gegenüber kommt eine Verschiebung der Horizontalcurven selbst um mehrere Meter nicht in Betracht, wenn im übrigen die Karte topographisch richtig, d. h. naturwahr ist. Die Wichtigkeit einer grossen Zahl von Festpunkten, die angemessen über die ganze Karte vertheilt sind, ist im Interesse ihrer praktischen Brauchbarkeit ganz besonders zu betonen und zu berücksichtigen. Wenn diese Bedingung hinreichend erfüllt ist, wird eine topographische naturwahre Karte im Maassstabe 1:10000 mit dem mittleren Fehler $m = \pm [0,5 + 5 N]$ Meter der Geländedarstellung durch die Horizontalcurven für allgemeine technische Vorarbeiten jedenfalls ausreichend genau sein.“

Was für den Eisenbahnbau Gültigkeit hat, gilt in gleicher Weise auch für alle technischen Vorarbeiten anderer Art, in so fern bei denselben Massenbewegungen, Kunstbauten, geologische Bodenbeschaffenheit u. s. w. wie dort in Betracht kommen. Wasserbautechnische Fragen werden vielfach nur auf Grund genauer geometrischer Nivellements beantwortet werden können, doch wird andererseits bei Anlage von Thalsperren u. s. w. die topographische Karte für allgemeine Voruntersuchungen werthvoll und ausreichend sein, zumal im Anschlusse an einen der zahlreich in der Karte angegebenen

Festpunkte leicht Specialnivelements ausgeführt werden können.

Hiermit sind die von civil-technischer Seite an eine allgemeine Landeskarte im Maassstabe 1:10000 zu stellenden Anforderungen vollständig bestimmt und sachlich begründet.

Der praktische Werth solcher Untersuchungen geht aus Folgendem hervor.

Die an eine allgemeine Landeskarte von civil-topographischer Seite zu stellenden Anforderungen sind:

1. Genaue Grundrissdarstellung in richtiger Verjüngung.
2. Ausreichend viele Höhenfestpunkte, um so mehr, je schwieriger und steiler das Gelände ist.
3. Naturwahre topographische Geländedarstellung durch die Horizontalcurven.
4. Genauigkeit der Höhengurven bis auf einen durchschnittlichen Höhenfehler $m = \pm [0,5 + 5 N]$ Meter, wo N die jeweilige Neigung des Geländes ist.

Die Zahlen 0,5 und 5 sind naturgemäss Mittel- oder Durchschnittswerthe und besagen nur, dass die durch sie bezeichnete Genauigkeitsgrenze jedenfalls ausreichend bemessen ist. Ob man den durchschnittlichen oder den mittleren Fehler als Genauigkeitswerth benutzt, bleibt ohne Belang. Von den vorgenannten vier Forderungen kann eine Karte in 1:25000 die zwei ersten nicht erfüllen, weil der Maassstab 1:25000 hierzu zu klein ist. Eine Fläche wird in dieser Verjüngung 6,25 mal kleiner als im Maassstabe 1:10000, wesshalb letzterer entsprechend weitergehende Anforderungen befriedigt. Die unter 3 und 4 angeführten Forderungen sind weniger vom Maassstabe als von der Geländeneigung abhängig. Beide Bedingungen wurden auch von den neueren Preussischen Messtischaufnahmen in 1:25000 erfüllt, wie unsere Genauigkeitsuntersuchungen ergeben haben. Man kann daher die an sich gute Höhendarstellung der Preussischen Messtischblätter in 1:25000, in denen eine mit grossem Kostenaufwande geleistete umfassende gute Arbeit niedergelegt ist, bei der Anfertigung von Karten grösseren Maassstabes, namentlich solchen in 1:10000, zur Ersparung von Zeit und Kosten mit grossem Nutzen sachgemäss verwerthen, wie wir dies im vergangenen Sommer bei den topographischen Aufnahmen für die neue Braunschweigische Landeskarte mit durchschlagendem Erfolge praktisch erprobt haben. Die kartographische Abtheilung der Preussischen Landesaufnahme hatte das sehr freundliche Entgegenkommen, von den in Betracht kommenden Theilen ihrer Messtischblätter in 1:25000 auf photographischem Wege genaue Vergrösserungen auf 1:10000 herzustellen. Diese Vergrösserungen liefern bereits eine gute und naturwahre Geländedarstellung

durch die Höhengurven in 1:10000, welche in den Grundriss 1:10000 der Braunschweigischen Originalaufnahmen eingepasst und dann im Gelände von unseren Topographen mit der Natur verglichen, ergänzt, ausgefeilt und mit der erforderlichen Anzahl von Höhepunkten versehen wurde. Die so erhaltene Karte ist in allen ihren Theilen dann durchaus exact und naturwahr, und zwar in höherem Maasse, als dies eine völlige Neuaufnahme sein kann, trotzdem die letztere den doppelten Aufwand an Zeit und Geld erfordert. Während wir, wie Eingangs erwähnt wurde, bei Beginn der neuen Braunschweigischen Landesaufnahme die topographische Neuaufnahme durchschnittlich zu 50 qkm pro Topograph und Sommer festsetzen mussten, wurde im vergangenen Sommer eine Leistung von mehr als 100 qkm in der gleichen Zeit durch jeden Topographen nach dem neuen Verfahren erzielt, und zwar mit mehr als ausreichender Genauigkeit. Ein preussischer Topograph kostet im Durchschnitte 6700 Mk., einschliesslich Gehalt, Feldzulage, Reisekosten, Arbeitslöhne u. s. w. Er kann nach den vorliegenden Erfahrungen pro Jahr durchschnittlich 100 qkm mit ausreichender Genauigkeit aufnehmen, überall da, wo neuere Preussische Messtischaufnahmen vorliegen. Das wird in absehbarer Zeit in Preussen selbst, den mit ihm in Militärconvention verbundenen Kleinstaaten und in Elsass-Lothringen der Fall sein. Dieses Gebiet hat eine Gesamtfläche von nahezu 400 000 qkm. Die Aufnahme in 1:10000 kostet bei einer Jahresleistung von 100 qkm pro Topograph 6700×4000 oder rund 25 Millionen Mark, bei einer solchen von nur 50 qkm aber das Doppelte. Die Aufnahme und kartographische Darstellung in 1:10000 kann in Anbetracht des allgemeinen und raschen Fortschreitens auf allen Gebieten der Naturwissenschaften und Technik für die Culturländer nur eine Frage der Zeit sein, denn es ist ja ganz undenkbar, dass die allgemeine Landeskartographie einseitig zurückbleiben könnte. Man wird daher aus unseren Untersuchungen einen Nutzen ziehen können und bei weiteren Landesvermessungen sicherlich auch ziehen, der sich nach vielen Millionen Mark berechnet. Das Gleiche würde bei Eisenbahnvorarbeiten möglich sein. Um so mehr ist zu bedauern, dass bei den höchsten Bau- und Eisenbahn-Behörden noch so wenig Sinn und Verständniss für den Nutzen einer systematischen Weiterbildung auch des technischen Vermessungswesens vorhanden zu sein scheint. Man verfährt dort nach wie vor in althergebrachter Weise, vergiebt „der Einfachheit halber“ die Vorarbeiten an Unternehmer, zahlt mehr als das Doppelte und kümmert sich um eine zweckentsprechende Genauigkeit überhaupt nicht, denn „dazu ist keine Zeit, und eine Eisenbahn wird es ja doch“! So giebt

man schliesslich Millionen unnütz aus, die eine bessere Verwendung im allgemeinen Landesinteresse verdient hätten, ganz abgesehen davon, dass dies veraltete handwerksmässige Vorgehen mit dem Begriffe eines Doctor-Ingenieurs schlechterdings unvereinbar ist.

[9904]

Telephotographie und Teleautographie.

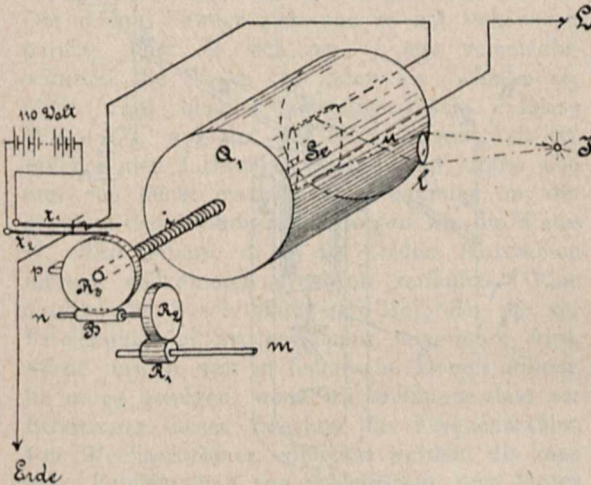
[Von Dr. S. GUGGENHEIMER.

Mit neun Abbildungen.

Das neunzehnte Jahrhundert lehrte die Menschen, Zeit und Raum zu überwinden. Es zeigte ihnen die Art und Weise raschster Beförderung. Es wies ihnen, wie Schriftzeichen, wenn auch noch nicht Schriftzüge, Tausende von Meilen, wie das gesprochene Wort Hunderte von Meilen übertragen werden kann. Warum sollte dem Auge versagt bleiben, was Wissenschaft und Technik dem Ohr bereitwillig gewährten?

Das Problem des elektrischen Fernsehens war es daher auch, in das sich während der letzten Jahrzehnte viele Erfinder verbißen hatten. Der Erfolg blieb aus, und nicht zuletzt aus dem Grunde, weil sie übersehen hatten, dass vorher noch ein anderes Problem zu lösen war, vermittels dessen in weiterer Ausbildung der Methode, und nur auf diesem Wege, das Problem des elektrischen Fernsehens zu lösen ist. Wir meinen die elektrische Uebertragung von Photographien und Schriftzügen. Aber erst diese

Abb. 242.



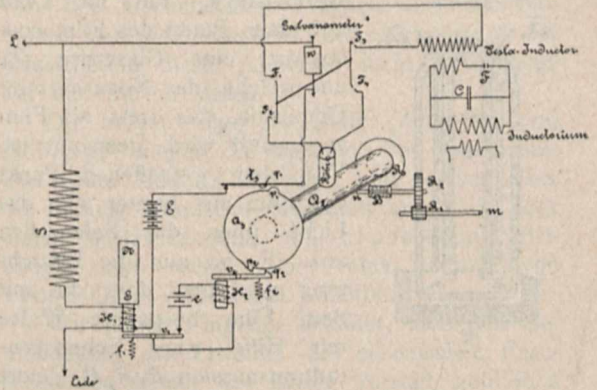
Geber für die Telephotographie.

letztere Aufgabe ist jetzt gelöst worden und wir wollen den Arbeitsmethoden des Münchener Physikers Professor A. Korn, dem diese Lösung gelungen ist, einige Zeilen widmen.

Es ist eine alte Erfahrung der Technik und Wissenschaft, dass sich die Lösung einer solchen

Aufgabe mit allen ihren Hilfsmitteln fast nie als aus einem Guss geworden, als das Product einer einzigen schöpferischen Idee darstellt, sondern dass alle grossen Errungenschaften der modernen

Abb. 243.



Empfänger für die Telephotographie.

Naturwissenschaft und Technik nur möglich waren, indem ihre Gestalter auf bereits vorhandener Erkenntnis logisch weiterbauten und dieselbe geschickt anzuwenden verstanden. Wie die Erfolge Marconis nicht möglich gewesen wären, ohne die Entdeckung der elektrischen Wellen durch Hertz und die des Kohärens durch Branly, so wären auch die Kornschen Arbeiten ohne die Kenntniss der Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes des Selens von der Belichtungsstärke und der Abhängigkeit der Stärke des Aufleuchtens hoch evacuirter Röhren von der Intensität des durchgeschickten Stromes unmöglich gewesen.

Natürlich hat eine Erfindung, wie die vorliegende, stets ihre Vorläufer. So hat z. B. schon 1877 Senlecq d'Ardes die Verwendung von „Selenzellen“ im Geber telephotographischer Apparate vorgeschlagen. Ein dem später zu besprechenden teleautographischen Sender nicht unähnliches Verfahren hat schon Caselli 1856 für seinen Pantelegraphen angewandt. Die Anwendung hochgespannter Ströme im Empfänger war schon eine Idee von Sawyer, der im secundären Kreis eines Inductors eine Funkenstrecke auslösen und photographiren wollte u. a. m.

Korn geht bei seinem telephotographischen Gebeapparat von folgenden Gedanken aus: Schliesst man eine Selenzelle, die in geeigneter Weise mit Stromab- und zuleitungen versehen ist, in einem Stromkreis ein und setzt zwischen diese Selenzelle und eine starke Lichtquelle ein photographisches Negativ oder ein Diapositiv, so muss der Strom in dem Stromkreis, der die Selenzelle enthält, verstärkt oder geschwächt werden, je nachdem sich eine dunklere oder hellere Stelle des Negativs oder Diapositivs zwischen Lichtquelle und Selenzelle befindet.

Treten wir nun sofort in die Besprechung der originellen Apparate ein, und beginnen wir mit dem Gebeapparat für die Telephotographie.

In der Praxis befindet sich zwischen Selenzelle Se (Abb. 242) und Lichtquelle J eine gewöhnlich 50 — 100 kerzige Nernstlampe, die ihr Licht auf einen Punkt des Film concentrirt, eine Glaswalze Q_1 , um welche das Negativ oder Diapositiv, das stets als Film angewandt wird, gespannt ist. Von dem getroffenen Punkt des Film aus breitet sich das Licht über die Selenzellen aus. Es ist nun die Einrichtung getroffen, dass die mit dem Film bespannte Walze mit Hilfe einer Schneckenradtransmission $R_1 R_2 R_3$ derart

schraubenförmig vor der Selenzelle vorüberrotirt, dass sich jeder Punkt der Photographie einmal zwischen Lichtquelle und Selenzelle befindet. Eine Umdrehung erfolgt in 20 Sekunden, wobei sich der Cylinder um einen Millimeter längs seiner Achse verschiebt, bis schliesslich auf diese Weise sich sämtliche Punkte des Film einmal zwischen Lichtquelle und Selenzelle befunden haben. Es werden also im Stromkreise Intensitätsschwankungen auftreten, die genau den Intensitätsschwankungen entsprechen, die das Licht bei seinem Durchgang durch den Film erfahren hat. Diese Ströme hat jetzt der Empfangsapparat, der sie über die Linie L empfängt, in entsprechender Weise aufzunehmen.

Der wesentliche Bestandtheil des Empfangsapparates (Abb. 243) nun ist eine, mit zwei eingeschmolzenen Elektroden versehene, luftleer gemachte Röhre.

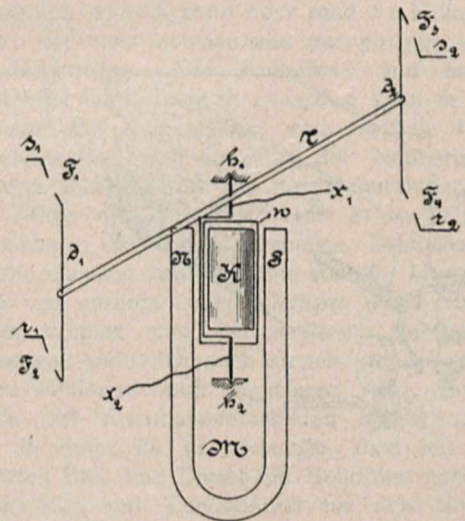
Wie bereits oben erwähnt, ist die Stärke des Aufleuchtens dieser Röhre abhängig von der Stärke der elektrischen Strömung, die durch die Röhre geschickt wird. Diesem Aufleuchten der Röhre geht nun genau parallel die Wirkung dieses Lichtes auf ein photographisches Präparat, Platte oder Film. Leuchtet die Röhre stärker auf, dann ist der photographische Eindruck ein stärkerer, leuchtet sie schwächer auf, dann ist der photographische Eindruck ein entsprechend schwächerer. Gelingt es, die Stromschwankungen, die der Primärkreis erfährt, auf den Stromkreis zu übertragen, der die Röhre einschliesst, so wird die Röhre genau in derselben Weise und in demselben Verhältniss heller oder dunkler aufleuchten, je nachdem der Lichtstrahl des Sendeapparates eine hellere oder dunklere Stelle des Film passirt. In der Ausführung dieser Uebertragung liegt nun das Ingenieure der Methode.

Es handelt sich, wie gesagt, darum, die Strom-

schwankungen im Primärkreis genau in dem gleichen Verhältniss auf den Strom zu übertragen, der die Röhre bethätigt. Abbildung 244 zeigt ein Bild der Röhre in natürlicher Grösse, wobei zu bemerken ist, dass die Röhre mit Ausnahme der kleinen Oeffnung c von $\frac{1}{16}$ qmm Grösse vollständig mit einem Hartgummimantel oder einem Mantel aus ähnlicher lichtdichter Substanz eingehüllt ist.

Die Röhre wird, wie aus Abbildung 243, einer schematischen Zeichnung des Empfangsapparates, ersichtlich, mit Tesla-Strömen betrieben, die von der Secundärspule des Tesla-Apparates über die Funkenstrecken $F_1 F_2$ und $F_3 F_4$ zugeführt werden. Sind die Funkenstrecken lang, dann sind die Ströme entsprechend schwächer, und auch das Aufleuchten der Röhre wird ein schwächeres, und umgekehrt. Indem nun die Funkenstrecke variabel gemacht wird, und zwar derart variabel, dass ihre Aenderung quantitativ der Aenderung der Stärke des Primärstromes im Geber proportional wird, gelingt es, in der Röhre Stromschwankungen hervorzurufen, in denen des Primärstromes genau parallel gehen. Diese Regulierung der Funkenstrecken erfolgt nun durch ein Desprezgalvanometer w , das mit einem beweglichen, aus nichtleitendem Material gebildeten Zeiger versehen ist, und durch welches die Linienströme, die von der Leitung L kommen, gehen. Natürlich entspricht die Grösse der Ablenkung des Galvanometers aus seiner Ruhelage der Stärke der

Abb. 245.

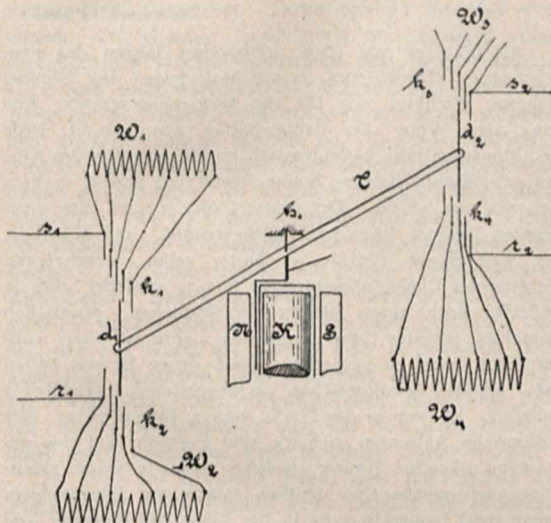


durchgesandten Ströme. Abbildung 245 gibt ein etwas deutlicheres Bild dieser Anordnung.

Mit dieser Anordnung wurde lange Zeit ausschliesslich gearbeitet. Jetzt wird die Funkenstrecke durch veränderliche Widerstände $W_1 W_2 W_3 W_4$ regulirt (Abb. 246), die der Reihe nach in die Leitung der Tesla-Ströme eingeschaltet werden

können. Dies geschieht ebenfalls durch das Galvanometer, wobei als verbindendes Glied die Funkenstrecken d_1 und d_2 dienen (Abb. 246). Je nach der Grösse der Ablenkung wird, wie

Abb. 246.



leicht ersichtlich, mehr oder weniger Widerstand in die Leitung eingeschaltet.

Die Röhre ist nun mit der Walze Q_2 des Empfängers in ähnlicher Weise verbunden, wie eine Phonographenmembran mit der Achse der Phonographenwalze. Die Walze Q_2 wird durch ein von einem $\frac{1}{2}$ pferdigen Elektromotor betriebenes Schneckenradgetriebe in gleicher Weise in Umlauf versetzt, wie die Walze des Gebers. Die Röhre bewegt sich nun so mit sich selbst parallel, dass sie sich um $\frac{1}{4}$ mm verschiebt, während die Walze Q_2 oder die Scheibe Q_3 (Abb. 243) eine Umdrehung macht. Diese Walze Q_2 , auf der der Film aufgewickelt ist, welcher den Lichteindruck empfängt, muss sich nun aus leicht einzusehenden Gründen mit der gleichen Geschwindigkeit bewegen wie die Walze Q_1 des Gebers, d. h. die beiden Rotationen müssen vollkommen synchron verlaufen. Eine ausführliche Beschreibung der Methode, die zur Erreichung des Synchronismus angewandt wird, würde uns zu weit in technische Details führen. Es möge genügen, wenn wir anführen, dass zur Erreichung dieses Zweckes die Frequenzzahlen von Wechselströmen controlirt werden, die man unter Zuhilfenahme von Schleifringen vom Motor der Gebe- und vom Motor der Empfangsstation abnimmt.

Zu praktischen Versuchen hat die bayrische Telegraphenverwaltung schon wiederholt die Linie München—Nürnberg zur Verfügung gestellt, und es wurden sehr gute Bilder über sehr grosse Entfernungen erzielt, indem über Leitungen gearbeitet wurde, die ausser einer doppelten

Schleife München—Nürnberg noch Widerstände enthielten, wie sie in der Praxis beim Telegraphiren über eine Entfernung von ungefähr 2000 km vorkommen. Allerdings ist die Dauer einer einzelnen Aufnahme noch etwas lang, 10 bis 20 Minuten, und rührt dies hauptsächlich von der mechanischen Trägheit des Galvanometers her, doch dürften Verbesserungen in der Construction dieser Apparate nicht mehr lange auf sich warten lassen.

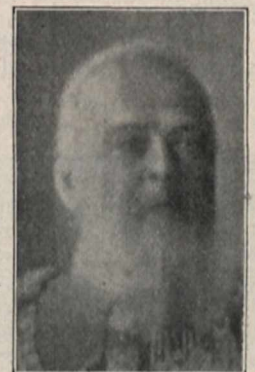
Die beiden folgenden Bilder (Abb. 247 und Abb. 248) zeigen die Resultate des Verfahrens. Das eine Bild (Abb. 247) ging 4 mal über die Leitung München—Nürnberg und noch über einen Zusatzwiderstand von 12000 Ohm. Abbildung 248 wurde über eine Leitung von 12000 Ohm Widerstand erhalten.

Wir haben Eingangs erwähnt, dass den Bemühungen, das Problem des elektrischen Fernsehens zu lösen, der Erfolg versagt geblieben ist. Wir können jetzt sehen, warum. Damit der Eindruck, den unser Auge von einem Gegenstand erhält, ein einheitlicher ist, ist es nöthig, dass die Zeit, die der Gegenstand braucht, um sich aus Einzeltheilen zusammenzusetzen, eine ausserordentlich kurze ist. Sie dürfte nicht über $\frac{1}{5}$ Secunde betragen. Um die telephotographische Uebertragung eines Bildes in dieser kurzen Zeit zu erreichen, müsste man also entweder die Uebertragung beschleunigen im Verhältniss von ungefähr 120000:1, oder eine enorme Anzahl von Selenzellen und Leitungen neben einander legen. Denn im letzteren Falle müssten wir z. B. die Photographie in der Weise in lauter Einzeltheile, Bausteine, zerlegen, dass ein jedes z. B. 1 qm Grösse besässe. Wir müssten dann im Geber für jeden solchen Bau-

Abb. 247.



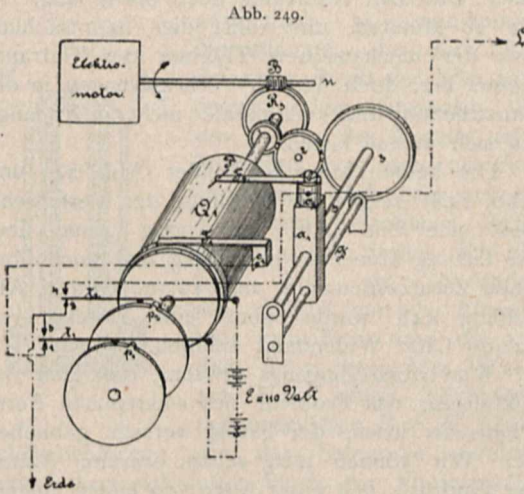
Abb. 248.



stein eine eigene Selenzelle, eine eigene Leitung und ein eigenes Empfängerröhrchen haben, und das Aufleuchten der letzteren auf einem Schirm sichtbar machen. Es ist einleuchtend, dass erstere Methode technisch und finanziell nicht gut möglich ist.

Die Teleautographie benutzt im wesentlichen den gleichen Empfangsapparat wie die Telephotographie, nur der Gebeapparat ist anders. Er sendet dem Empfänger keine Stromschwän-

experimenteller Kleinarbeit, an deren befriedigendem Ausgang wir keinen Zweifel zu hegen brauchen. [9924]



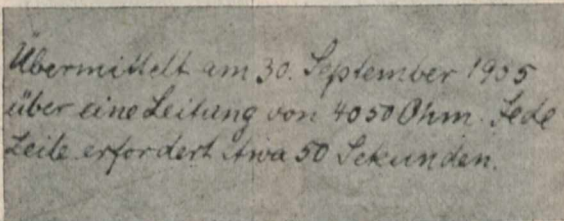
Geber für die Teleautographie.

kungen, sondern nur Stromstöße zu. Auf der Walze des Gebers (Abb. 249) ist ein Metallfilm befestigt, auf der die zu übertragende Schrift oder Zeichnung mit nichtleitender Tinte geschrieben ist. Die Schaltung ist derart, dass der Empfänger einen Stromstoß erhält, wenn der Metallstift *P* über die Metallfolie gleitet, und dass die Linie *L* stromlos ist, wenn der Metallstift über die Schrift gleitet. Die Anordnung dieses Stiftes ergibt sich deutlich aus der Abbildung. Im übrigen erfolgt die Bewegung der Walze durch eine gleiche Schneckenradtransmission, wie im Gebeapparat der Telephotographie. Auch für die gleiche Rotationsgeschwindigkeit der Apparate ist in derselben Weise gesorgt.

Abbildung 250 zeigt eine derartige Schriftübertragung.

Man darf wohl sagen, dass durch diese Versuche das Problem der elektrischen Fernphoto-

Abb. 250.



graphie und elektrischen Fernübertragung von Handschriften, Zeichnungen und Halbtongravüren, für die es auch anwendbar ist, in befriedigender Weise gelöst ist. Was noch zu verbessern ist, Herbeiführung grösserer Schärfe in den Details und Beschleunigung der Uebertragung, ist Sache

RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

Als Galilei vor etwa dreihundert Jahren das neu-erfundene Fernrohr zum ersten Male gegen den Himmel richtete, erschloss sich für das Menschengeschlecht eine ganz neue Welt. Bis dahin hatten wir geglaubt, Erde und Menschenthum befänden sich im Mittelpunkte des Alls, und alle Himmelskörper, Sonne, Mond und Sterne, drehten sich um uns herum. Der grosse Copernicus hatte zwar unseren Irrthum haarscharf nachgewiesen, und Kepler, der Zeitgenosse Galileis, hatte seine wunderbaren Gesetze der Planetenbewegungen bereits entdeckt, aber es bedurfte noch eines leichter verständlichen, physischen Beweises, um der Copernicanischen Lehre zu einem vollständigen Siege zu verhelfen. Und diesen Beweis haben die ersten teleskopischen Beobachtungen Galilei's geliefert. Es war in der Nacht vom 7. Januar 1610. Der italienische Astronom richtete sein Fernrohr auf den gewaltigen Planeten Jupiter, welcher schon in jenem primitiven Instrumente eine deutlich erkennbare Scheibenform zeigte, und bemerkte ganz in der Nähe des Planeten drei helle, winzige Sternchen. Zwei dieser Sterne waren östlich, der dritte westlich von der Planetenscheibe zu sehen. Am folgenden Abend waren alle drei westlich und nach zwei Tagen konnte Galilei nur mehr zwei Sternchen erblicken, beide westlich vom Jupiter. Augenscheinlich fand hier eine Ortsveränderung statt. Am 13. Januar 1610 wuchs die Zahl dieser merkwürdigen Sterne — Galilei nannte sie die „Mediceischen Sterne“ — auf vier. Nun konnte weiter kein Zweifel obwalten: die Mediceischen Sterne waren in Wirklichkeit Satelliten des Jupiter, die ihn umkreisten. Das ganze System stellte eigentlich das Sonnensystem *en miniature* dar. Damit war das Eis gebrochen; denn jedermann konnte sich nun mittels eines Fernrohres persönlich überzeugen, dass es thatsächlich Gestirne geben kann, die nicht um die Erde schwingen. In jener Zeit nämlich, als man noch allgemein auf den Aristoteles schwor, hat man dies für unmöglich gehalten. Die gelehrte Akademie zu Cortone versuchte sogar, Galileis Entdeckung für optische Täuschung zu erklären, aber es half nichts mehr. Man begann langsam, sich mit der Idee des kreisenden Erdballs zu befreunden, und heute zweifelt an der Richtigkeit der heliocentrischen Lehre Copernicus' kein vernünftig denkender Mensch mehr. Die früteleskopischen Beobachtungen haben aber noch eine andere Erkenntniss zu Tage gefördert, eine Erkenntniss, die schon von den Culturvölkern des Alterthums so zu sagen vorausgeahnt wurde. Es konnte nämlich nun mit Sicherheit festgestellt werden, dass es ausserhalb unserer Erdscholle auch andere Welten giebt. Was unseren nächsten Himmelsnachbar, den Mond, anbelangt, so konnte schon Galilei wahrnehmen, dass es dort, gerade so wie bei uns, Berge und Thäler, Inseln und Meere giebt. Allerdings wissen wir heute, dass die Mondmeere keine Wasserflächen sind; aber im XVII. und XVIII. Jahrhundert war man noch vom Gegentheil überzeugt.

Die Erforschung der Planetenoberflächen hat mit der Erforschung der Mondoberfläche nicht gleichen Schritt gehalten. Das mächtigste Riesenfernrohr der Gegenwart ist nicht stark genug, um eine Planetenscheibe so ver-

grössert zu zeigen, wie der alte Galilei den Mond sah. Immerhin haben wir seitdem Fortschritte gemacht. Während Galilei die Bewegungen der Jupitermonde leicht verfolgen konnte, war er eigenthümlicherweise nicht im Stande, auf der Scheibe des Planeten selbst das geringste Detail wahrzunehmen, auch die zwei dunklen Parallelstreifen nicht, die Pater Zucchi schon einige Jahre später (1630) bemerkte. Diese dunklen Streifen sind, obwohl ihre Gestalt, Ausdehnung und Färbung einem continuirlichen Wechsel unterworfen sind, in unveränderter Lage auch heute noch sichtbar. Sie verlaufen parallel zum Aequator des Planeten und wechseln mit mehreren hellen und anderen dunklen Streifen ab. Der Aequator selbst wird von einem hellweissen (nach anderen gelblichweissen) Gürtel eingenommen, die beiden Polarkappen sind dunkel. Ausserdem sind auf der Jupiterscheibe mehrere Flecke von verschiedener Ausdehnung und Nüancirung beobachtet worden. All' diese Gebilde sind jedoch höchst unbeständiger Natur. Eine geographische Karte des Jupiter weist auch bei weitem keine so unveränderlichen Configurationen auf, wie eine Karte des Mondes oder in gewissem Sinne auch eine Marskarte. Das Aussehen der Jupiterscheibe im XVII. Jahrhundert entspricht nicht mehr dem Bilde von heute; oft verändert sich das Bild auch innerhalb eines Jahres, manchmal sogar innerhalb zweier Nächte.

Es liegt die Annahme nahe, dass die Streifen und Flecken der Jupiterscheibe keine Gebilde der wirklichen Oberfläche des Planeten sind. Schon früh tauchte die Vermuthung auf, dass wir es mit Wolkenbildungen zu thun haben, die in einer ewig unruhigen Atmosphäre umherschweben. Noch ein anderer Umstand kam hinzu, diese Vermuthung zu bekräftigen.

Aus der Bewegung der Flecke lässt sich nämlich auch die Dauer der Rotation des Planeten berechnen. Diese Arbeit wurde zuerst von dem berühmten Astronomen Dominique Cassini, als er noch in Italien weilte, ausgeführt. Er fand, dass die Länge eines Jupitertages nur 9 Stunden 56 Minuten beträgt. Wenn es dort Menschen gäbe, so müssten die Einrichtungen ihres Lebens grundverschieden von den unsrigen sein. Doch kann von Jupiterbewohnern, wie wir später sehen werden — nach unserer Auffassung wenigstens — keine Rede sein. Cassini hat nach der Entdeckung der Jupiterrotation im Jahre 1665 die Dauer derselben noch wiederholt bestimmt. Die gefundenen Werthe wichen anfänglich von den zuerst gegebenen von 9 Stunden 56 Minuten kaum merklich ab. Später, im Jahre 1690, als Cassini die Dauer der Jupiterrotation neuerlich berechnete, fand er zu seinem nicht geringen Erstaunen, dass sie nur 9 Stunden 51 Minuten beträgt. Eine weitere Messung im Jahre 1692 ergab 9 Stunden 50 Minuten. Die Erklärung für dieses eigenthümliche Resultat liess nicht lange auf sich warten. Der Fleck, aus dessen Bewegung Cassini das Ergebniss von 1692 ableitete, war viel näher zum Mittelpunkte der Planetenscheibe gelegen als der Fleck vom Jahre 1665. Hieraus folgt, dass die Flecke am Aequator des Jupiter sich viel rascher bewegen als die Flecke der höheren Breiten. Auch diese seither unzählige Male bestätigte Thatsache spricht dafür, dass die Gebilde, die wir auf der Jupiterscheibe wahrnehmen können, atmosphärischen Ursprungs sind.

Aber im Zusammenhange hiermit drängt sich unmittelbar noch eine andere Folgerung auf. Ist die grössere Geschwindigkeit der Aequatoralflecken nicht auf heftige Luftbewegungen zurückzuführen? In diesem Falle müssten auf jener fernen Welt solche Stürme herrschen, die bei uns ihresgleichen sicherlich nicht haben. Stürme, die fast

unaufhörlich durch einander toben und die dichten Wolkenmassen der Aequatorialzone mit rasender Geschwindigkeit vor sich treiben. Von der Gewalt dieser Jupiter-Cyklone lässt sich schwer eine Vorstellung machen. Ein französischer Astronom hat aus der verschiedenen Bewegungsgeschwindigkeit der Flecke ihre Geschwindigkeit zu 400 km in der Stunde berechnet. Der grösste Sturm, der auf der Erde jemals beobachtet wurde, erreichte keine 150 km in der Stunde. Dazu ist die Schwerkraft auf der Jupiteroberfläche eine bedeutend grössere als bei uns. Ein Mensch, der hier 75 kg schwer ist, würde auf dem Jupiter 170 kg wiegen. Welche geheimnissvollen Kräfte sind im Stande, auf dem Jupiter atmosphärische Vorgänge von so grosser Gewalt zu erzeugen? Bei uns auf Erden werden die Luftbewegungen durch Einwirkungen der Sonnenwärme verursacht. Die Jupiter-Cyklone können diese Ursache sicherlich nicht haben. Nachdem dieser Planet $5\frac{1}{5}$ mal weiter von der Sonne entfernt ist als die Erde, ist die Sonnenwärme und das Sonnenlicht dort 27 mal ($5\frac{1}{5} \times 5\frac{1}{5}$) schwächer als bei uns.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass die Jupiterwolken ihre Entstehung und Bewegung in erster Reihe der inneren Wärme des Planeten verdanken. Es sprechen viele Anzeichen dafür, dass der gewaltige Planet sich noch in Gluthitze befindet und vielleicht mehr Aehnlichkeit mit der Sonne als mit unserer Erde aufzuweisen vermag. Nach der Ansicht vieler Forscher ist der Planet Jupiter so eine Art Mittelding zwischen dem Feuerocean, den überhitzten Dämpfen und Gasen des Sonnenballs und der ausgekühlten bewohnbaren Erde, auf welcher sich schon in längst vergangenen geologischen Epochen eine feste Kruste bilden konnte.

Wohl hat es Astronomen gegeben, die, wie der kürzlich verstorbene ausgezeichnete Beobachter N. E. Green, sich den Planeten in einem bereits fortgeschrittenen Entwicklungsstadium gedacht haben. Nach dieser Anschauung kann von einer Gluthitze auf der Planetenoberfläche keine Rede mehr sein. Der jetzige Zustand des Planeten Jupiter wäre am ehesten noch mit dem der Erde in der Steinkohlenperiode vergleichbar. Nachdem auf dem Jupiter die vier Jahreszeiten infolge der geringen Neigung (etwa 3 Grad) der Rotationsachse ganz unbekannt sind, würde auf der ganzen Oberfläche des Planeten eine ziemlich gleichmässige Treibhauswärme vorherrschen, mit gewaltigen, sündfluthartigen Regengüssen, die fast unaufhörlich niedergehen. Nach Green ist es auch nicht unwahrscheinlich, dass weite Strecken der Jupiteroberfläche von grossen Wasserflächen bedeckt sind, gegen deren Ausdehnung unsere Weltmeere sich wie kleine Wassertümpel ausnehmen würden. Die häufigen Veränderungen des Jupiterbildes erklärt Green mit zeitweiligen Ueberfluthungen des festen Landes.

So verlockend schön diese Hypothese auch sein mag — man hat ja bereits die Tropenlandschaften des Jupiter, die kolossalen, haushohen Pflanzen, die scheusslichen Drachen der dortigen Welt mit verblüffender Naturtreue geschildert — jene auffallenden Erscheinungen, die auf der Jupiterscheibe seit Jahrhunderten genau beobachtet und verfolgt werden, lassen sich am ungezwungensten doch nur mit der Annahme eines noch glühenden Gaskerns erklären, welcher von einer dichten Lufthülle umgeben ist.

Wenn der Jupiter eine feste Oberfläche besässe, dann könnten grosse Wärmequantitäten aus dem Innern des Planeten in kurzer Zeit unmöglich emporgesandt werden. Wodurch geräth dann aber die Atmosphäre in so heftige Bewegung, dass die Wolken in der Aequatorgegend mit

rasender Geschwindigkeit tausende von Meilen weit dahineilen? Logischerweise bleibt daher nur der Schluss übrig, dass der Jupiter aus glühend heissen Gasen besteht, ohne irgend eine feste Begrenzung aufzuweisen. Allerdings steht dieser Schluss in scheinbarem Widerspruch mit den meisten kosmogonischen Theorien, welche den Planeten Jupiter als eine um viele Millionen Jahre ältere Welt ansehen als die Erde. Wir müssen jedoch bedenken, dass der Abkühlungsprocess auf einem vielfach grösseren Weltkörper bedeutend langsamer vor sich gehen muss.

(Schluss folgt.)

* * *

Zaunpfähle aus Eisenbeton. Das modernste unserer Baumaterialien, der Eisenbeton, der schon für unendlich viele Anwendungsformen seine Brauchbarkeit nachgewiesen hat, wird seit einiger Zeit in Amerika auch zur Herstellung von Zaunpfählen benutzt. Die Eiseneinlagen bestehen aus verzinktem Rundeisen oder besser noch aus gerippten Stäben. Die Pfähle werden je nach der Art des zur Verwendung kommenden Sandes aus einer Betonmischung im Verhältniss 1:3 bis 1:5 in die meist hölzernen Formen gestampft, die nach 24—48 Stunden abgenommen werden. Die vorzügliche Haltbarkeit der Pfähle soll durch mehrere Jahre hindurch erprobt sein, besonders sollen sie durch Frost und nachheriges Auftauen nicht leiden. Schwierigkeiten bereitet lediglich die Befestigung der Zäune an den Betonpfählen. Die Herstellungskosten eines Pfahles sollen 45—50 Pfg. betragen, wenn ein Fass Cement von 171 kg 6,30 M., 1 cbm Kies 2,10 M., 1 kg verzinktes Eisen 0,25 M. kostet und ein Arbeiter, von denen zwei zusammen täglich 100 Pfähle herstellen können, mit 6,30 M. pro Tag bezahlt wird.

(Engineering News.) O. B. [9963]

* * *

„Instinct“. Es giebt wohl kaum ein so häufig angewandtes Wort, mit dem so unklare Begriffe verbunden sind, wie mit dem Ausdruck „Instinct“. (Die lateinische Ubedeutung von *instinctus* ist Anreizung, Eingebung, Antrieb, von *instinguere*, anstacheln.) Der berühmte Psychiater und Entomologe A. Forel definirt den Begriff „Instinct“ so: „Es giebt zwei Arten Nerventhätigkeit im Thierreich. Die eine erscheint maschinenmässig, zwingend und gesetzlich sich wiederholend. Man nennt sie automatisch. Sie bildet das, was man „Instinct“ nennt, wiederholt sich unabwendlich bei jedem Individuum einer gleichen Art, zu bestimmten Zeiten seines Daseins, und wird somit vollständig vererbt in allen Einzelheiten. Das Individuum kann nicht anders handeln.“ Genau dasselbe nennt der Physiolog A. Bethe „Reflex“; er sagt: „Getreu der bisherigen Bedeutung dieses Wortes (Reflex) wende auch ich es an und rechne alle angeborenen und unter gleichen äusseren Bedingungen wiederkehrenden Reactionen dazu u. s. w.“ Forel erweitert den Begriff „Instinct“ und Bethe den Begriff „Reflex“, denn offenbar nennt der eine „Instinct“ und der andere „Reflex“, was man gewöhnlich unter „Reflex + Instinct“ versteht. Jedenfalls geschah das, weil jeder der beiden Autoren einen einheitlichen *terminus technicus* für „Reflex + Instinct“ für nöthig hielt, denn eine scharfe Grenze zwischen beiden Begriffen ist unmöglich zu ziehen. So sagt der Jenaer Professor der Zoologie H. E. Ziegler: „Die Grenze zwischen Instinct und Reflex habe ich als verschwimmend hingestellt und möchte nur einen relativen Unterschied insofern festhalten, als

der Instinct gemäss dem herkömmlichen Sprachgebrauche das Complicirtere ist; so haben manche Autoren nicht unpassend gesagt, dass der Reflex gewöhnlich nur auf die Bewegung einzelner Organe, der Instinct aber auf die Thätigkeit des ganzen Individuums sich erstreckt.“ Ein weiterer berühmter Autor, der Jesuit E. Wasmann, der — eine bemerkenswerthe Thatsache — mit seinen Ameisenforschungen ganz auf dem Boden der Abstammungslehre steht, sieht sich gezwungen, den Begriff „Instinct“ weiter zu modificiren; er spricht den Ameisen und somit den Thieren überhaupt jede Intelligenz ab, protestirt aber energisch dagegen, dass sie „Reflexautomaten“ seien, er schreibt ihnen ein sinnliches Wahrnehmungs-, Strebe- und Mittheilungsvermögen zu, sie können nach seiner Ansicht sinnliche Erfahrungen machen und nach diesen ihre Handlungen modificiren, d. h. also „lernen“. Alles das nennt Wasmann „Instinct im weiteren Sinne“. Ganz genau dasselbe nennt man gewöhnlich „Intelligenz“, so z. B. Forel, Emery und Lubbock. Bethe nennt das — wohl am passendsten — Modificationserscheinung. Resumé:

- I. Reflex (Bethe) = Instinct (Forel) = Reflex + Instinct (nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche);
- II. Instinct im weiteren Sinne (Wasmann) = Intelligenz (Forel, Emery, Lubbock u. s. w.) = Modificationserscheinung (Bethe).

Wie leicht durch eine solche Nomenclatur Verwirrung, zumal bei dem Laien, entstehen kann, ist klar. Man sollte deshalb dieses ominöse Wort „Instinct“ — ebenso „Reflex“ — möglichst vorsichtig anwenden. Es kommt nämlich noch ein Zweites hinzu. Es wird damit gewöhnlich der Begriff des „Unbewussten“ verbunden; „wer aber — sagt mit Recht H. E. Ziegler — kann wissen, wann ein Hund, eine Eidechse, ein Fisch, ein Käfer oder ein Regenwurm eine Handlung mit Bewusstsein oder unbewusst begeht?“ Auch aus diesem Grunde sollte man das ominöse Wort eliminiren. Es hat deshalb auch H. E. Ziegler ganz einfache Kunstausrücke eingeführt, bei deren Anwendung jeder Irrthum ausgeschlossen ist; er sagt: „Die Hauptsache ist die Unterscheidung zwischen dem Ererbten und dem im individuellen Leben Modificirten oder Gelernten.“ . . . Es heisst *κληρονομία* die Erbschaft, und man kann alles Ererbte als Kleronomie, die ererbten Eigenschaften als kleronom bezeichnen.“ Auf der anderen Seite bezeichnet H. E. Ziegler als „enbiontische“ Eigenschaften das im individuellen Leben Modificirte oder Gelernte. Es entspricht also seine Kleronomie dem oben unter I. Genannten, und seine „enbiontischen Qualitäten“ entsprechen dem unter II. So ist jeder Irrthum vermieden, der Begriff „unbewusst“ resp. „bewusst“ ausgeschaltet und das Wort „Instinct“ leicht zu umgehen.

A. H. KRAUSSE. [9909]

* * *

Ein Unterseeboot mit grosser Geschwindigkeit. Bekanntlich ist einer der grössten Fehler der Unterseeboote ihre geringe Geschwindigkeit bei der Fahrt unter Wasser, die ihre Brauchbarkeit für den Ernstfall noch sehr problematisch erscheinen lässt. Vor einigen Monaten hat nun Holland, der Constructeur der Unterseeboote der amerikanischen Marine, dem Marindepartement in Washington die Pläne für ein Boot von 25,92 m Länge, 2,59 m Breite und 95,5 Tonnen Gewicht eingereicht, das nach des Erfinders Rechnung 39 Knoten, in der Praxis aber mindestens 20—22 Knoten unter Wasser fahren soll.

(Cosmos.) O. B. [9959]