



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 867.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XVII. 35. 1906.

Atmosphärische Elektrizität.

Von Ingenieur OTTO NAIRZ, Charlottenburg.

(Fortsetzung von Seite 535.)

Dauer.

Bekanntlich ist die Natur nie um neue Formen verlegen und lässt daher nie zwei Dinge genau gleich entstehen. So ist es auch mit den Blitzen, welchen sie äusserst verschiedene Entladungsdauer gegeben hat. Wenn man auf einer schwarzen Scheibe vom Mittelpunkt nach dem Umfang einen weissen Strich anbringt und die Scheibe etwa mittels Uhrwerk 50—60 Umdrehungen in der Secunde ausführen lässt, so kann man, natürlich nur während genügender Dunkelheit, die Blitzdauer beobachten. Hat z. B. der Streifen 2 mm Breite und 10 cm Länge, rotirt er ferner in $\frac{1}{50}$ Secunde einmal, so braucht er am Umfang zu 1 mm Weg nur $\frac{1}{30000}$ Secunde. Die Verbreiterung des Streifens von 2 auf 3 mm ist aber bereits gut bemerkbar.

Mit einer solchen Vorrichtung lässt sich nach Schmidt*) Folgendes beobachten. Bei vielen Blitzen leuchtet der Strich nur einmal hell und scharf auf, die Entladungsdauer beträgt mithin weniger als $\frac{1}{30000}$ Secunde. Zuweilen sieht man den Strich in längerer oder kürzerer Folge zwei-

bis dreimal und noch öfter erscheinen, wobei die Helligkeit ebenso wie die Breite des Striches abnimmt. Diese Blitze können auf zweierlei Weise erklärt werden. Entweder entladet sich nicht die ganze, in der Wolke enthaltene Elektrizitätsmenge auf einmal, da die Wolke ja kein guter Leiter ist, sich die Spannung vielmehr erst nach einer gewissen Zeit wieder ausgleichen kann; oder wir haben es hier mit einem oscillirenden Blitz zu thun, in welchem die Ladung etwa einmal von der Wolke zur Erde schwingt, dann umkehrt, um wieder nach oben zu strömen, und so ein paar Mal hin und her pendelt. Letzteres ist indess sicher nicht der Fall, wenn sich die Entladungen in grösseren Zeitintervallen folgen. Die abnehmende Leuchtdauer rührt daher, dass für die innerhalb eines gewissen Zeitraumes folgende Entladung das Funkenpotential wesentlich kleinere Werthe besitzt, da sie im Entladungscanal des ersten Blitzes einen Weg von geringem Widerstande vorfindet. Verschiedene Male dauert die Entladung so lange, dass der weisse Strich verwaschene Ränder aufweist; sie beträgt dann etwa $\frac{1}{2000}$ Secunde. Ferner giebt es Blitze, welche die Scheibe grau aussehen lassen, ohne dass der Strich besonders hervorträte; hierbei beträgt die Entladungsdauer mindestens $\frac{1}{200}$ Secunde, bei sich wenig ändernder Stromstärke.

*) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26, 1905, S. 903.

Schmidt beobachtete mit seiner Scheibe, auf welche er ein Kreuz gezeichnet hatte, einen Blitz, der für einen Augenblick ein etwa acht-faches Kreuz aufleuchten liess, dessen Arme von einander gleichen Abstand hatten. Er schloss daraus auf einen achtmal wiederholten Entladungsvorgang von gleicher Stärke und regelmässigen Zeitabständen von der Dauer $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ Secunde. Möglicherweise ist dieser Blitz ein oscillatorischer, mit der allerdings schon verhältnissmässig langen Periodenzeit $\frac{2}{1000}$ bis $\frac{1}{1000}$ Secunde.

Es könnte indessen auch sein, dass ein Blitz von $\frac{1}{30000}$ Secunde oscillatorischen Charakter hat, doch ist dies mit einer solchen rotirenden Scheibe nicht mehr nachweisbar.

Spannung.

Wenn man die mittels einer Hochspannungsquelle — sei es, dass sie eine constante oder Gleichspannung liefert, wie die Influenzmaschine oder der Hochspannungs-Accumulator, oder eine Wechselspannung, wie der Transformator und der Funkeninductor — erzeugte Elektrizität zweien Kugeln vom Durchmesser 2 cm im Abstände 1 cm zuführt, so wird bei einem bestimmten Betrage der Spannung ein Ausgleich der positiven und negativen Elektrizität auf den Kugeln in Form eines Funkens vor sich gehen. Der dazu nöthige Spannungsbetrag von 31200 Volt ist indessen kein ganz constanter, sondern ändert sich mit der Temperatur, dem Luftdruck, der Geschwindigkeit der Elektrizitätszuführung, der Umgebung und ganz besonders dem Elektrodenkugeldurchmesser, und zwar derart, dass er mit diesem wächst. Dies gilt in erster Linie für kurze Schlagweiten, denn man hat diesen Spannungsbetrag, das sogenannte Funkenpotential, so aufzufassen, dass ein constanter Theil davon nöthig ist, den Uebergang der Elektrizität zwischen Metall und Luft zu bewerkstelligen, während ein der Länge der Funkenstrecke (Schlagweite) proportionaler Betrag für deren Ueberbrückung aufzuwenden ist. Bei grossen Schlagweiten bedingt derselbe den Hauptantheil des Funkenpotentials. Voege fand bis etwa 40 cm entsprechend 216000 Volt, dass man die Spannung V in Volt, welche einen Funken von der Länge l in Centimetern erzeugt, berechnen kann nach der Formel:

$$V = 4800 l + 24000.$$

Hierbei entfällt der Werth 24000 auf den Uebergangswiderstand. Diese Formel giebt oberhalb $l = 1$ cm bis auf mehrere Procent richtige Werthe. Bei wesentlich grösseren Schlagweiten verschwindet auch der Einfluss der Grösse der Elektrodenkugeln sowie deren Form, und das Funkenpotential ist nur noch der Länge proportional.

Die höchsten bekannten Spannungswerthe hat Trowbridge erzeugt, denn bei den Hoch-

frequenzentladungen Teslas ist man über die Höhe der Spannung ganz im Unklaren. Trowbridge lud 60 Condensatoren (Leydener Flaschen) in Parallelschaltung mittels einer Batterie von 10000 Accumulatoren auf 20000 Volt, schaltete die Condensatoren sodann in Reihe, so dass er an den Klemmen eine Spannungsdifferenz von 1200000 Volt bekam, da sich bei dieser Schaltung die 60 Einzelspannungen von 20000 Volt addiren. Diese Spannung gab 120 cm lange Funken, während man nach der Formel von Voege auf 250 cm hätte rechnen dürfen. Indessen ist es nach dem, was oben über die Entstehungsweise des Funkens gesagt wurde, leicht möglich, dass keine genügende Elektrizitätsmenge zur Verfügung stand, um die Schlagweite nach dem Verlust durch die funkenbahnbildenden Büschel zu überbrücken, da durch die Reihenschaltung der Condensatoren die Capacität des Apparates und damit auch die zur Entladung kommende Elektrizitätsmenge klein geworden ist. Später verdoppelte Trowbridge die Anzahl der Condensatoren, um etwa 3000000 Volt zu erhalten, die aber auch nicht die doppelte Funkenlänge wie vorhin gaben, sondern nur 2 m durchschlugen. Schliesslich erhöhte er auch noch die Anzahl seiner ladenden Accumulatoren, um 8000000 Volt zu erzeugen, wodurch die Schlagweite auf 210 cm gebracht werden konnte.

Bei diesem Apparate traten an den Polen sehr starke Büschelentladungen auf, welche nach Boden und Wänden des Versuchsraumes gerichtet waren und einen Nebenschluss zur Funkenstrecke darstellten. Ein vergrösserter Bodenabstand änderte hieran nicht das Geringste. Der Funke ging auch lieber durch eine 10 cm lange Funkenstrecke als durch einen Flüssigkeitswiderstand von 1000 Ohm. Ferner zeigte sich das Auftreten von elektrischen Schwingungen im Funken infolge eines nur geringen Widerstandes seiner Bahn.*)

Im Gegensatz zu dem von Trowbridge beobachteten schnelleren Anwachsen der Spannung gegenüber der Schlagweite steht die Ansicht von Heydweiller und Toepler, welche glauben, dass mit einer gewissen, nicht übermässig hohen Spannung, welche von der Elektrodenform und -Grösse mässig abhängt, jede beliebige Funkenlänge erreicht werden kann. Heydweiller meint z. B., dass sich bei 500000 Volt sogar

*) Um noch höhere Spannungen zu erzeugen und ausserdem genügende Elektrizitätsmengen zur Verfügung zu haben, würde es sich empfehlen, als ladende Quelle einen Hochspannungs-Transformator von 100000 Volt zu verwenden, dessen Bau der Industrie keine Schwierigkeiten mehr bietet und welcher genügende Stromstärke zur Ladung von 100 grösseren Leydener Flaschen liefert. Die Umschaltung von Parallel auf Reihe, Ladung auf Entladung müsste dann ein synchron laufender Motor 100mal in der Secunde besorgen.

Kugeln von 16 cm Durchmesser in beliebigem Abstand von influirenden Körpern frei in die Luft entladen würden.

Es ist deshalb ganz unmöglich, etwas Bestimmtes über die Spannung zu sagen, welche den kilometerlangen Blitz erzeugt, doch liegt zunächst keine Ursache vor, ein anderes als proportionales Anwachsen der Spannung mit der Funkenlänge anzunehmen, obwohl Lepel meint, der Blitz bediene sich auf seiner Bahn der fallenden Regentropfen, weshalb die Blitzspannung gar nicht so übermässig hoch zu sein brauche. Man kann allerdings mit wenigen tausend Volt lange Funken erzeugen, wenn dieselben sich über eine Blitztafel entladen, das ist eine Glasplatte mit aufgeklebten Staniolschnitzelchen. Doch ist diese Ansicht um so weniger vertrauenerweckend, als doch zuweilen Blitze ohne gleichzeitigen Regen auftreten.

Unter der Annahme, für 1 cm Funkenlänge seien 32000 Volt erforderlich und für die Blitzlänge von 300 m somit 960 Millionen Volt, wurde von Riecke einmal der Versuch gemacht, die zum Ausgleich kommende Elektrizitätsmenge zu berechnen, wenn die Gewitterwolke Kugelgestalt mit einem Radius von 300 m und ebensolchem Abstand von der Erde (Blitzlänge) hat. Er bekam einen Werth für die Elektrizitätsmenge von 100 Coulomb, welcher wirklichen Werthen, wie wir weiter unten sehen werden, entspricht.

Nehmen wir einmal an, dass Voeges Formel auch für 1 km (10⁵ cm) lange Funken zutrifft, und rechnen wir aus, wie gross eine Gewitterwolke sein muss, damit sie bei dieser Spannung eine Elektrizitätsmenge von 100 Coulombs enthalten kann. Die Blitzspannung sei rund 10⁵ · 5000 Volt, und daraus die Capacität des himmlischen Condensators $C = \frac{Q}{V} = 2 \cdot 10^{-7}$ Farad oder 18 · 10⁴ cm, da ein Farad gleich 9 · 10¹¹ cm bedeutet.

Fasst man nun die Wolke mit dem Abstände d über der Erdoberfläche mit dieser als einen Plattencondensator auf, zwischen dessen Belegungen der Blitz überschlägt, für dessen kreisrunde Platten die Formel $C = \frac{r^2}{4d}$ gilt, so bekommt man den Radius r der Wolkenplatte zu 2,7 km. Berücksichtigt man, dass diese Formel zweifellos zu kleine Capacitätswerthe giebt, weil die zweite Belegung, die Erde, eine viel grössere wirksame Oberfläche hat, und andererseits, dass Gewitterwolken ganz erhebliche Dimensionen annehmen können, so wird man sich sagen müssen, dass der angenommene Spannungswerth für den 1 km langen Blitz durchaus nicht ganz unmöglich ist, und mangels besseren Wissens werden wir das nicht Unmögliche für das Unbekannte nehmen

und die Voegesche Formel als auch für Blitze gültig ansehen müssen.

Strom.

Goethe lässt Faust in Bezug auf die Natur die Aeusserung thun: „Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag, das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben.“ Fast sollte man meinen, dieser Satz passte nicht mehr auf unsere Zeit des tiefen Eindringens in das geheimnissvolle Dunkel der Natur; denn selten ist dasselbe so undurchdringlich, dass nicht doch eine, wenn auch noch so kleine Ritze es gestattete, an ihr den Hebel anzusetzen.

Der Umstand, dass der Blitz einmal einen Blitzableiter von bekanntem Querschnitt zum Schmelzen brachte, gestattet, auf die in ihm enthaltene Stromstärke bezw. Elektrizitätsmenge, welche gleich dem Producte aus Strom × Zeit ist, Schlüsse zu ziehen; wie dies Kohlrausch gethan hat.

Schmelzungen von Kupferdraht von 5 qmm Querschnitt (entsprechend 2,5 mm Durchmesser) sind mehrmals beobachtet worden; wenn man also weiss, welche Wärmemengen hierzu nöthig sind, so kann man die diesen entsprechenden Elektrizitätsmengen ausrechnen.

Bekanntlich braucht man eine sogenannte Grammcallee, um 1 g Wasser um 1° zu erwärmen; um das gleiche Gewicht Kupfer um 1° zu erwärmen, braucht man wegen der besseren Leitfähigkeit dieses Metalles nur 0,093 Grammcalleen. Diesen Betrag nennt man die spezifische Wärme. Ein Meter dieses Kupferdrahtes wiegt beim spezifischen Gewicht 8,9: $\frac{5 \times 1000 \times 8,9}{1000} = 44,5$ g. Nimmt man den Schmelzpunkt mit 1200° (genauer 1090°) und die spezifische Wärme mit rund 0,1, so erhält man 5340 Grammcalleen, die vom Blitze angewendet wurden, um den besprochenen Ableiter zum Schmelzen zu bringen. Runden wir diese Zahl, um sicherer zu gehen, auf 6000 Grammcalleen ab. Ein elektrischer Strom erwärmt bekanntlich den Leiter, den er durchfliesst, und zwar bringt er in einem Widerstand w und der Zeit t eine Wärmemenge $M = 0,24 i^2 w t$ in Grammcalleen hervor. Der spezifische Widerstand des Kupfers, der bei normaler Temperatur 0,017 beträgt, hat einen höheren Werth für 1200°, im Mittel ist er etwa 0,05. Die Zeitdauer ist, wie wir schon wissen, sehr verschieden und kann leicht zwischen $\frac{1}{1000}$ und $\frac{3}{100}$ Secunden schwanken; diese Zahlen oben eingesetzt, geben Ströme von 50000 bis 9000 Ampère oder Elektrizitätsmengen von 50 bis 270 Coulombs.

Von einem Blitzschlag wurde einmal eine 8 mm dicke Kupferstange (Querschnitt 50 qmm) zwar nicht zum Schmelzen gebracht, wohl aber zur Rothgluth erhitzt. Eine ähnliche Rechnung

wie vorhin lehrt, dass die Stromstärke dieses Blitzes 450000 Ampère nicht überschritten haben wird. Arago erwähnt eine Eisenstange vom Durchmesser 13,54 mm (Querschnitt 144 qmm), welche mehrere heftige Schläge ohne Schaden ausgehalten hat. Hierbei war die Stromstärke im Blitz unter 600000 Ampère. Dieser Betrag scheint demnach die obere Grenze seiner Stromstärke darzustellen. Es genügt deshalb, wenn man Blitzableitern, in so fern sie aus Eisenstangen bestehen, einen Querschnitt von 144 qmm giebt und bei Verwendung von Kupfer die Hälfte nimmt.

Einen anderen Weg hat Pockels eingeschlagen, indem er ein Basaltprisma an einem Blitzableiter anbrachte und nach Blitzschlägen in den Ableiter den remanenten Magnetismus dieses eisenhaltigen Gesteins untersuchte. Er erhielt Werthe von 1100—20000 Ampère, die aber eine untere Grenze bedeuten sollen. Zuweilen war gar kein Magnetismus vorhanden, woraus auf eine oscillirende Entladung geschlossen werden konnte. Es ist klar, dass, wenn der Blitz ein paar Mal hin- und herpendelt und schliesslich, immer schwächer werdend, erlischt, im Basalte ein nennenswerther Magnetismus, welcher den Stromschwankungen folgt, nicht zurückbleiben kann.

Energie.

Hertz sagte einst, man müsste den Blitz in einen Accumulator fahren lassen, um ihn darin aufzuspeichern. Vergewärtigen wir uns einmal den Energiewerth eines einzigen 1 km langen Blitzes mit der Elektrizitätsmenge 100 Coulomb oder 100000 Ampère von $\frac{1}{1000}$ Secunde Dauer, indem wir uns schmeicheln, dass es uns gelungen sei, ihn auf künstlichem Wege der Wolke zu entziehen, um ihn im Dienste der Menschheit zu verwerthen. Die Spannung desselben hatten wir auf 500000000 Volt geschätzt. Wir bekommen also für die Arbeit, welche gleich dem halben Producte aus Spannung und Elektrizitätsmenge ist, den Werth $2,5 \cdot 10^{10}$ Joule oder Wattsecunden.

Ebenso wie ein noch so schwerer Stein erst dann einen Arbeitswerth vorstellt, wenn er sich in einer gewissen Höhe befindet, stellt auch eine Elektrizitätsmenge erst bei einer Spannungsdifferenz einen solchen dar. Die Hälfte ist zu nehmen, weil die Spannung bei der Entladung vom Maximalwerth bis zu Null abnimmt.

Wir haben nun die Wahl, diese himmlische Energie in so kurzer Zeit zu verpuffen wie es im Blitz von $\frac{1}{1000}$ Secunde Dauer geschieht — in diesem Falle hätten wir den enormen Betrag von 25 Milliarden Kilowatt, gleich 34 Milliarden Pferdestärken, zur Verfügung —, oder sie aufzuspeichern, um uns länger an ihr erfreuen zu können — sie entspricht dann 7000 Kilowatt-

stunden. Nach dem Berliner Preis für elektrische Energie zu Beleuchtungszwecken von 40 Pfennigen per Kilowattstunde hätten wir durch die theoretisch so wohl gelungene Ansammlung einen Gewinn von 2800 Mark gemacht. Dieser Energiewerth entspricht während 40 Secunden der gesammten in Deutschland, und während $2\frac{1}{4}$ Minuten der in Berlin allein erzeugten Elektrizität. Wir wären weiter im Stande, $1\frac{1}{2}$ Stunden lang die Energie für die Berliner Hoch- und Untergrundbahn zur Zeit ihres dichtesten Betriebes zu liefern, oder einen Schnellbahnwagen mit einer Geschwindigkeit von 200 km per Stunde für die nur dreistündige Fahrt von Berlin nach Frankfurt a. M. zu speisen, oder endlich eine einzige Glühlampe von 32 Normalkerzen 8 Jahre lang zu erleuchten.

Wohl verstanden, dieser Energiewerth wäre nur dann erhältlich, wenn wir den Blitz aus den Wolken ziehen könnten, ohne dass ein grosser Theil desselben infolge des Luftwiderstandes vernichtet wird. Mit dem Reste eines Blitzes, der zwar noch einen Ableiter schmelzen kann, würden wir nicht mehr so viel anfangen können, da dieser nicht mehr den Spannungswerth von 500 Millionen Volt, sondern nur noch etwa 100 Volt besitzt. Wegen des starken Stromes wäre aber auch diese Leistung noch ganz respectabel.

Da bei einem einzigen Gewitter oft bis zu 1000 Blitze gezählt wurden, wir uns auch gewiss nicht den kräftigsten, sondern vielleicht nur einen ganz normalen ausgesucht haben, giebt diese einfache Rechnung einen Ueberblick über die Leistungsfähigkeit der Natur in elektrischer Hinsicht.

Oscillation.

Es ist eine noch offene Streitfrage, ob der Blitz zuweilen eine oscillatorische Entladung ist oder nicht. Man weiss, dass der Ausgleich der Elektrizität über einen Widerstand mit Selbstinduction und Capacität — denn erstere hat der Weg des Blitzes und letztere die Wolke gegenüber der Erde — auf zweierlei Weise vor sich gehen kann. Wenn der Widerstand der Bahn

relativ gross gegenüber $\frac{L}{C}$ ist, so tritt ein continuirliches Fliessen der Elektrizität ein, wie bei einem langandauernden Blitz. Ist er aber relativ klein, so können jene schnellen elektrischen Schwingungen auftreten, mit deren Fernwirkung sich die Funkentelegraphie beschäftigt, und deren Schwingungsdauer sich aus der Formel $T = 2\pi\sqrt{CL}$ ergibt. In diesem Falle würde also die Elektrizität zwischen der Wolke und der Erde mehrmals hin und her pendeln. Wenn die Schwingungsdauer nicht kürzer wäre als etwa $\frac{1}{20000}$ Secunde, müsste man an der oben beschriebenen rotirenden Scheibe ein mehrmaliges, immer schwächer werdendes Aufleuchten des weissen Striches beobachten können.

Schmidt hat, wie oben mitgetheilt, etwas Aehnliches gesehen. Das achtmalige Aufleuchten in gleichen Zeitintervallen könnte als einem oscillirenden Blitz angehörig gedeutet werden, obwohl ein zweites und drittes Aufblitzen auch als Nachfliessen der Electricität im Entladungscanal des Hauptschlages angesehen werden kann. Die Wolke stellt bekanntlich keinen guten Leiter dar, sie gleicht sich vielmehr durch eine Art Influenzwirkung wieder auf das ihrer Lage entsprechende Potential aus. Auch deshalb mögen oscillirende Blitze, wenn sie überhaupt vorkommen, entsprechend selten sein. Ferner besitzt die kilometerlange Blitzbahn sicherlich einen so hohen Widerstand, dass wahrscheinlich meistens die erste Art des Ausgleiches erfolgt.

Rechnen wir einmal aus, wie gross die Wellenlänge und Schwingungsdauer (T) eines Blitzes von 1 km Länge mit der Capacität von $18 \cdot 10^4$ cm wäre, welche letztere wir früher für eine Wolke von 2,7 km Radius gefunden hatten. Die Selbstinduction hat den ungefähren Werth $15 \cdot 10^5$ cm. Wir erhalten also

$$\lambda = 2\pi \sqrt{CL} = 2\pi \sqrt{15 \cdot 18 \cdot 10^9} = 32,5 \text{ km,}$$

und, da $T = \frac{\lambda}{3 \cdot 10^{10}}$,

wird die Schwingungsdauer 10^{-4} . Schmidts Blitz hatte eine Schwingungsdauer von 10^{-3} bis $2 \cdot 10^{-3}$, unsere Rechnung giebt also durchaus mögliche Werthe. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass es auch Blitze mit kürzerer Schwingungsdauer giebt, es brauchte hierzu nur die Wolke und ihr Erdabstand kleiner zu sein. Damit aber eine oscillatorische Entladung eintritt, darf der Widerstand der Funkenbahn nicht grösser sein als $w = 60 \sqrt{\frac{L}{C}} = 550$ Ohm. Die

Versuche von Trowbridge haben gezeigt, dass bei 2 m langen Funken noch Schwingungen auftreten, andererseits ist die Stromstärke im Blitze ausserordentlich gross, und dieser ist, wie Messungen gezeigt haben, der Funkenwiderstand angenähert umgekehrt proportional, so dass die Möglichkeit des Auftretens von Schwingungen nicht ganz von der Hand zu weisen ist.

Donner.

Sowie der künstlich erzeugte Funke eines Inductoriums oder einer Influenzmaschine mit einem knatternden Geräusch die Luft durchmisst, so bringt der Blitz den Donner hervor. Auf der Entladungsbahn wird die Luft mit grosser Wucht auseinander gedrängt und verdichtet, welche schon bei kleinen Funken bis zu 30 Atmosphären und Temperaturen bis zu 3000° betragen kann, wohl weniger durch mechanische Einwirkung des Funkens, als vielmehr durch Verdampfung der in der Luft enthaltenen Wassertröpfchen bei dieser Hitze. Die

verdrängte Luft dehnt sich wieder aus und stürzt in den Entladungscanal, wodurch sich Schallwellen bilden, die von Anfang bis zu Ende der Blitzbahn einen verschieden langen Weg zum Ohr des Beobachters haben. Wir hören deshalb den Donner viel länger, als wir den Blitz sehen, denn das Licht pflanzt sich in der Secunde 300000 km fort, der Schall aber nur $\frac{1}{3}$ km. Man benutzt dies bekanntlich zur Bestimmung der Entfernung eines Gewitters, indem man die Zeit in Secunden zwischen Aufleuchten und Eintreffen des Donners mit 330 multiplicirt; das Product giebt dann die Entfernung der Ausgangsstelle des Blitzes in Metern.

Nun sind die Schallwellen wohl an und für sich ungleich stark und werden auch auf ihrem Wege, je nach Dichte und Feuchtigkeit der Luftschichten, sowie durch Interferenz verstärkt und abgeschwächt, wenn z. B. zwei Wellenberge bzw. zwei Wellenthäler zusammentreffen, was der Musiker Schwebungen nennt. Ferner besteht die Blitzbahn aus vielen Verästelungen und Vorentladungen, die den Schall beeinflussen; wir nehmen dies alles als Rollen wahr. Endlich wird das Echo an Wolken und Bodenebenen dazutreten und den Schall verstärken und verlängern, dass er so tönt, wie wir den Donner bisweilen vernehmen.

Blitzt es zwischen zwei Wolken, so vernehmen wir nur ein dumpfes Rollen, vom Echo wiederholt. Fährt der Strahl dagegen von der Wolke zur Erde, so beginnt der Donner mit einem starken Knall, der in ein Rollen übergeht. Wenn aber der Blitz in der Nähe des Beobachters einschlägt, so nimmt dieser nur einen scharfen Knall wahr. Wegen der geringeren Dichte der Luft in höheren Schichten ist der Donner der dort erfolgenden Entladungen weniger kräftig, als jener von Entladungen, die die Erde treffen.

Interessant ist, dass man den Donner nie auf grössere Entfernungen als etwa 30 km hört, während man den Knall schwerer Geschütze wohl auf die 50fache Entfernung noch wahrnimmt; man wird dies aber wohl auf die bessere Leitung durch den Erdboden schieben müssen.

Wirkung.

Die Wirkungen des Blitzes sind oft erstaunliche; sie entsprechen den enormen Stromstärken, die wir oben berechnet haben, sie würden noch toller sein, wenn der Widerstand, den der Blitz zu überwinden hat, um überhaupt zu Stande zu kommen, kleiner wäre. Der grösste Theil der Energie wird indessen auf der langen Bahn aufgezehrt. Der Rest reicht jedoch immerhin noch aus, unter Umständen reichlichen Schaden anzurichten, wie einige besonders markante Beispiele zeigen sollen.

Am 19. April 1827 traf der Blitz den Blitz-

ableiter des Dampfers *New York*, der nach damaliger fehlerhafter Weise aus einem 1,1 cm dicken Eisenstab mit angehängter Kette bestand, deren Glieder aus 0,6 cm dickem Rundeisen verfertigt waren. Das obere Ende des Stabes schmolz in einer Länge von 30 cm und die Kette wurde in feurig flüssige Kugeln verwandelt, die das Schiff trotz dichter Hageldecke in Brand steckten. Seither weiss man, dass ein Blitzableiter aus möglichst gut leitendem Materiale bestehen muss und nicht aus losen Gliedern angeordnet sein darf.

In einem Graspark, in den der Blitz einschlug, hinterliess er ein Loch von 75 cm Durchmesser und 60 cm Tiefe. Rund herum befanden sich 18 kopfgrosse und 36 faustgrosse Löcher.

Fährt der Blitz in sandigen Boden, so erzeugt er infolge Zusammenschmelzens von Quarzkörnern 3—5 m lange, sogenannte Blitzröhren.*)

Auch Felsenspitzen weisen häufig glasige Blitzspuren auf; die Zugspitze zum Beispiel zeigt deren eine ganze Menge.

Nach einer Untersuchung von Toepler an Blitzspuren schwach magnetischer Gesteinarten bildete in 59 Fällen von 92 die Erde den positiven Pol und in nur 33 den negativen. Da aber bei positiver Wolke und negativer Erde der Blitz viel verästelter auf derselben eintrifft, sind solche Spuren minder kräftig und werden seltener gefunden, obgleich diese Blitzrichtung wohl die häufigere ist. Ein derartiger Blitz hat auch unlängst an 15 sich folgenden Telegraphenstangen die charakteristischen spiraligen Spuren hinterlassen.

Von der Mächtigkeit des Feuerstrahles zeugt eine Photographie, welche Blümel aufgenommen hat. In etwa 300 m Entfernung von seiner Camera fuhr in den Boden ein Blitz, bei dessen Licht auch eine viermal nähere Telegraphenstange abgebildet wurde, welche auf der Platte trotzdem schmaler erscheint. Der Durchmesser der Blitzbahn scheint demnach ungefähr $\frac{3}{4}$ m betragen zu haben.

Die stärksten Wirkungen bringt der Blitz allemal beim Uebergang von guten in schlechte Leiter und umgekehrt hervor, sowie er beispielsweise mit besonderer Vorliebe die Spitzen der Blitzableiter zerstört.

Bäume sind in verschiedenem Maasse der Blitzgefahr ausgesetzt. Dieselbe wächst mit der Wurzeltiefe beziehungsweise der Leitfähigkeit des Erdreichs und nimmt ab mit dem Oelgehalte. Am meisten gefährdet sind Eichen, Pappeln, Birnbäume, schon weniger Lärchen, Tannen, Fichten und sehr wenig Birken, Kiefern und Buchen. Die Pappel kann direct als Blitzschutz dienen, wenn man am unverzweigten Theil des

Stammes entlang eine Eisenstange nach dem Erdreich führt.

Die Wirkung des Blitzes auf die Bäume besteht darin, dass sie bisweilen entzündet werden, nämlich wenn der Blitz dazu lang genug dauerte; $\frac{1}{1000}$ Secunde pflegt jedoch nicht zu reichen. Meist zersplittert er sie nur oder bricht sie unterhalb der Krone ab. Des weiteren sucht er sich den saftigen Theil zwischen Holz und Rinde, indem er letztere in einer Spirale abschleudert. Im allgemeinen werden Pappeln und Ulmen entrinnet, Tannen gefällt, während Eichen bersten.

Die Spiralform, die übrigens auch sonst der Blitzbahn zuweilen eigen ist, soll daher rühren, dass die Holzfasern selbst, infolge des Bestrebens, sich dem Lichte zuzukrümmen, schraubenförmig gedreht sind. Es scheint mir indessen hier eher eine Analogie mit folgendem Experimente vorzuliegen. Lässt man neben einem Stabmagneten, der oben seinen Süd- und unten den Nordpol hat, ein leicht bewegliches Metallband, welches oben mit dem + Pol einer starken Stromquelle verbunden ist, herunterhängen, so wickelt es sich spiralförmig, und zwar linksläufig (von oben gesehen im Sinne des Uhrzeigers), um den Magneten. Kommutirt man den Strom, so wickelt es sich rechtsläufig auf. Die Kraftlinien des Erdmagnetismus laufen in unseren Gegenden unter einem Winkel von circa 60° gegen den Boden von Süd nach Nord. Ihre Wirkung ist in sehr schwachem Maasse die nämliche wie oben die des Magneten; dafür ist aber der Blitz ein äusserst bewegliches Band mit enormer Stromstärke. Auch bei ihm wird die Spirale linksläufig sein wenn die Wolke + elektrisch war; der Umstand, dass es indess auch rechtsläufige giebt, erklärt sich hiernach ungezwungen aus der entgegengesetzten Ladung.

Der Verschiedenheit der Blitze in Bezug auf ihre Dauer entspricht auch die Verschiedenheit der Wirkung. Während langsame Schläge zünden, bringen schnelle meist mechanische Zerstörungen hervor, ebenso wie der Funken der Influenzmaschine Schiesspulver nur dann entzündet, wenn er, etwa durch eine feuchte Schnur, verzögert wird.

Menschen und Tiere werden vom Blitz häufig durch Lähmung des Nervensystems getödtet, manchmal aber nur gelähmt oder betäubt. Durch künstliche Athmung, beziehungsweise Behandlung wie bei Ertrunkenen, gelingt es zuweilen, scheinbar Getödtete dem Leben wiederzugeben. Da die Dauer des Blitzes eine so ausserordentlich kurze sein kann, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nerven aber nur 30 m per Secunde beträgt, ferner nach Helmholtz $\frac{1}{10}$ Secunde zur Herstellung des Bewusstseins nöthig ist, empfindet man bei einem Blitzschlag kein Gefühl. Der Tod tritt ein ohne einen Moment des Schmerzes bei plötzlichem Aufhören der Empfindung.

*) S. *Prometheus* Nr. 844, Rundschau.

(Schluss folgt.)

Gleislose elektrische Bahnen.

Von W. BUTZ.

Mit fünf Abbildungen.

Die fast märchenhaft zu nennende Entwicklung des Verkehrswesens seit der Einführung der motorischen Kraft hat auch die Anforderungen, die man an die modernen Verkehrsmittel stellt, in gleicher Weise gesteigert, und die Fortschritte, die besonders hinsichtlich der Schnelligkeit und des Fassungsvermögens gemacht worden sind, müssen selbst dem Fachmann gewaltig erscheinen. Während man nun einerseits auf dem eingeschlagenen Wege mit Riesenschritten vorwärts eilt, macht sich andererseits das Bestreben geltend, den Motor auch dort zu verwenden, wo bisher selbst im Zeitalter der Eisenbahnen das Zugthier noch ohne Concurrenz war, das heisst, wo der Verkehr noch nicht eine solche Höhe erreicht hat, dass eine Gleisbahn mit wirtschaftlichem Nutzen arbeiten kann. Die Kostspieligkeit des Schienengleises, seine Verzinsung, Amortisation und Instandhaltung erfordern eine starke Benutzung der Bahn, wenn nicht die Fahrpreise und Frachtsätze eine zu bedeutende Höhe erreichen sollen, und aus diesem Grunde sind verschiedene Erfinder vor einer Reihe von Jahren auf den glücklichen Gedanken gekommen, eine „Bahn ohne Gleis“ zu bauen.*)

In Deutschland hat sich besonders die Gesellschaft für gleislose Bahnen Max Schiemann & Co., Wurzen i. S., mit Weiterbildung des Systems der gleislosen Bahnen beschäftigt, und es ist ihr gelungen, eine Anzahl Anlagen zu schaffen, die in technischer sowie wirtschaftlicher Hinsicht gute Erfolge aufzuweisen haben.

Im Juli 1901 wurde die erste dieser Bahnen im Bielathal eröffnet und war hier drei Jahre lang als Versuchsbahn in Betrieb, wurde dann aber, weil der erwartete Güterverkehr ausblieb, entfernt und nach Wurzen überführt.

Das Wesen eines solchen Transportmittels besteht darin, dass lenkbare Wagen, die auf jeder Fahrstrasse verkehren können, mit Elektromotoren versehen sind und den erforderlichen elektrischen Strom von einer Kraftstation ver-

mittelt einer Oberleitung erhalten. Während aber bei den üblichen Strassenbahnen nur ein Draht erforderlich ist, weil die Fahrschienen zur Rückleitung des Stromes benutzt werden, braucht die gleislose Bahn zwei Drähte, von denen der eine für die Zuleitung, der andere für die Rückleitung dient. Diese Drähte sind in einer Höhe von 5 — 6 m über der Strassenoberfläche parallel zu einander in einem Abstände von 500 mm aufgehängt. Den beiden Drähten entsprechend hat jeder Motorwagen zwei Kontaktstangen, die meistens aus elastischem Holze hergestellt und ausserdem noch gut abgesondert auf dem Wagendach angebracht sind und sich leicht nach allen Seiten drehen können. An Stelle des bei einem lenkbaren Wagen nicht anwend-

Abb. 440.



Zusammenstellen eines Zuges am Kalksteinbruch in Grevenbrück i. W.

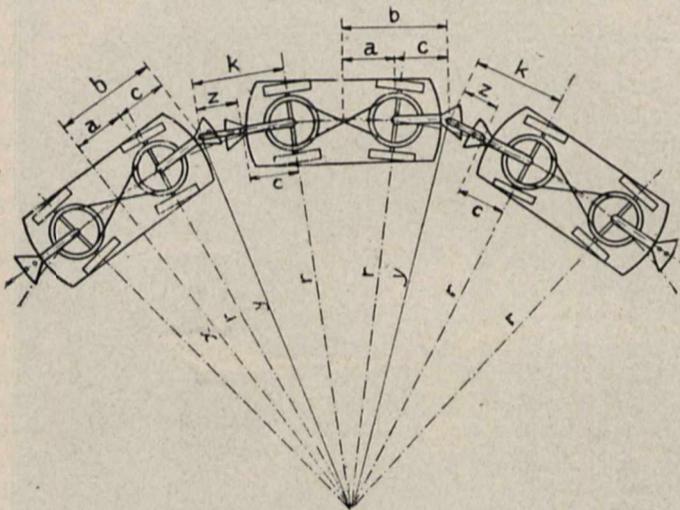
baren Rollen- oder Bügelcontactes ist ein Schleifschuh mit langer Gleitfläche gewählt, der auf dem oberen Ende der Stange ebenfalls leicht drehbar befestigt ist. Der Motorwagen hat durch diese Anordnung so viel Bewegungsfreiheit, dass er etwa 3,5 m nach jeder Seite ausweichen, also begegnenden oder überholten Fuhrwerken leicht Platz machen kann. Begegnen sich zwei Wagen, so werden die Contactstangen des einen so lange von den Drähten abgezogen, bis der andere vorbeigefahren ist, und auf gleiche Weise erfolgt das Ueberholen eines Wagens durch einen anderen. Das Fortfallen aller Luftweichen macht die ganze Anlage billiger und erhöht auch noch die Betriebssicherheit. Weil nun ein solches Ausweichen oder Ueberholen an jeder beliebigen Stelle stattfinden kann, ist auf derselben Strecke eine regelmässige und schnelle Personenbeförderung gleichzeitig mit unregelmässigem und lang-

*) S. *Prometheus* XIII. Jahrg. 1902, S. 171.

samerem Gütertransport möglich, ein Vortheil, auf den man bei einer Gleisbahn selbst dann verzichten muss, wenn durchweg zwei Gleise vorhanden sind.

Für einen solchen gemischten Verkehr war die schon erwähnte Bielathalbahn eingerichtet, während die nächste, im Februar 1903 in Betrieb gesetzte Anlage nur dazu dient, für die Grevenbrücker Kalkwerke die Kalksteine aus den Brüchen nach der 1,5 km entfernten Eisenbahn zu befördern. In Zügen von zwei bis drei Anhängewagen werden täglich etwa 20 Doppelwaggons Rohmaterial transportirt, wobei sich gegenüber Pferdebetrieb eine sehr erhebliche Ersparniss ergeben hat. Die hier benutzten Zugwagen ähneln den auf Gleisbahnen gebräuchlichen elektrischen Locomotiven, sind wie diese

Abb. 441.



Schema für die spurhaltende Kuppelung der Anhängewagen.

symmetrisch gebaut und brauchen beim Wechsel der Fahrtrichtung nicht zu wenden, was besonders das Rangiren erleichtert. Bei einem Eigengewicht von etwa 6000 kg können sie je nach den Steigungsverhältnissen und dem Zustand der Strasse zwei bis vier Anhängewagen mit je 5500 kg Nutzlast mit einer Geschwindigkeit von 6—10 km in der Stunde schleppen und ausserdem noch auf den Plattformen eine Ladung von 1200 kg tragen. Eine sehr gute Ausnutzung des Wagengewichtes für die Leistungsfähigkeit ist dadurch erreicht, dass alle vier Räder angetrieben werden. Jedes der beiden Drehgestelle trägt einen Elektromotor, der bei 500 Volt Gleichstrom 25—40 PS leistet, und der durch Stahl-Grison-Getriebe in einfacher Uebersetzung auf die beiden lose auf den Achselschenkeln sitzenden Wagenräder wirkt. Durch Freilaufkuppelungen ist es ermöglicht, dass die Räder in den Curven verschieden lange Wege zurücklegen, wodurch

eine leichte Lenkung erzielt wird. Die Steuerung arbeitet in der Weise, dass vom Führerstand aus mittels Handrad, Kettenübertragung und Schraubenspindel die beiden Drehgestelle mit den Achsen radial nach dem Mittelpunkte des zu befahrenden Bogens eingestellt werden. Die Achsen sind mit doppelter Federung versehen und die Motoren im Untergestell ebenfalls federnd aufgehängt. Sämmtliche Lager sind als Kugellager ausgebildet, und alle beweglichen Theile sorgfältig gegen Staub und Wasser geschützt.

Die Anhängewagen sind ebenfalls symmetrisch gebaut mit zwei Drehgestellen und doppelter Federung. Die Lenkung der Gestelle erfolgt selbstthätig vom vorausgehenden Wagen aus mittels einer Kuppelstange, die deichselartig am Vordergestell angreift und am Kastenrahmen des vorausgehenden Wagens ihren Kuppelungspunkt hat. Dadurch dass die Längen der einzelnen Kuppelungsglieder in einem ganz bestimmten Verhältniss zu einander stehen, wird ein genaues Spurhalten sämmtlicher zu einem Zuge vereinigten Wagen erreicht; wird jedoch die Deichsel neben der Mitte des Vorderwagens gekuppelt, so laufen die Spuren der auf einander folgenden Wagen neben einander her. Diese letztere Kuppelungsweise wird angewendet, wenn man bei aufgeweichter Strasse ein zu tiefes Eindringen der Räder befürchtet.

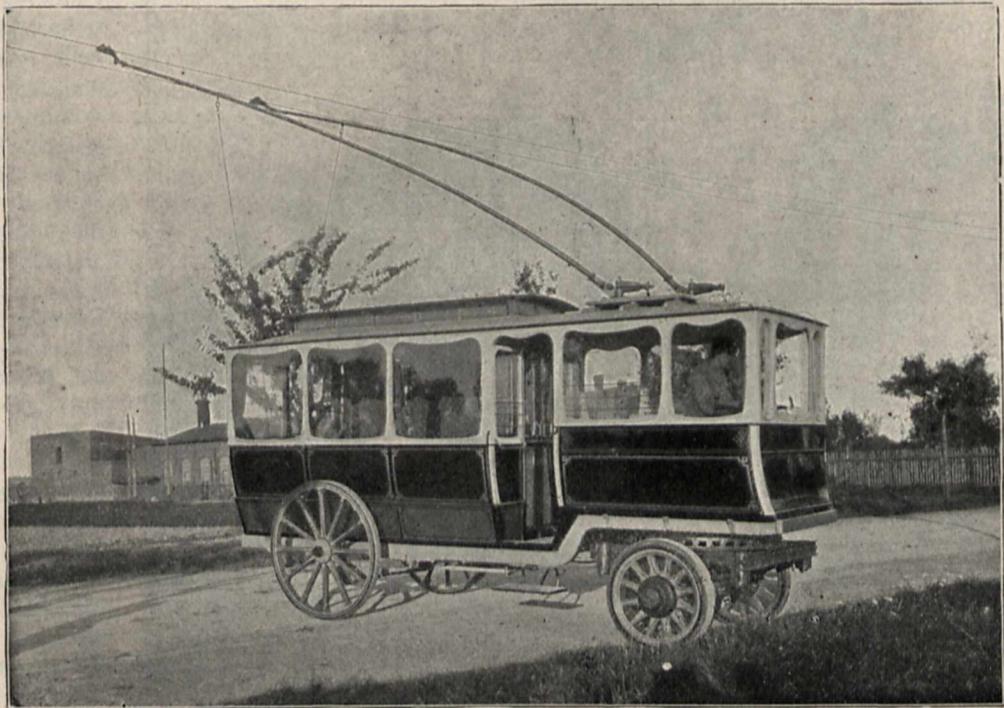
Die im Mai 1904 eröffnete $4\frac{1}{2}$ km lange Strecke zwischen Monheim a. R. und der Eisenbahnstation Langenfeld ist für Personen- und Güterverkehr eingerichtet und hat sich sowohl in technischer Hinsicht bewährt, als auch ein gutes wirthschaftliches Ergebniss geliefert. Die hier verwendeten Omnibusse sind so eingerichtet, dass der Motor und das ganze Vordergestell mit einem Drehgestell des eben beschriebenen Zugwagens genau übereinstimmt, so dass eine geringere Anzahl von Reservetheilen nothwendig ist, da beide Wagentypen auf derselben Strecke im Betriebe sind. Um bei der etwas grösseren Geschwindigkeit des Personenwagens, die bis zu 18 km in der Stunde beträgt, zu starke Erschütterungen zu vermeiden, sind die Vorderäder mit Vollgummireifen versehen, während die Zugwagen eiserne Reifen haben. Die Lenkung erfolgt durch Drehen des ganzen Vordergestelles vom Führersitz auf der vorderen Plattform aus mittels gesperrten Getriebes und Kettentrieb. Die Hinterräder, die beim Personenwagen nicht angetrieben sind, haben nur den Wagenkasten zu tragen und sind so gross, dass sie in sich genügend Elasticität besitzen, also die theuren Gummireifen entbehren können. Bei den älteren

Wagen unterscheidet sich der Wagenkasten nicht wesentlich von den üblichen Pferdeomnibussen, der Einstieg befindet sich an der Rückseite und an beiden Enden sind Plattformen angebracht, die für Stehplätze oder Gepäck Verwendung finden.

Anders ist der neueste Wagen, Modell 1906, gebaut. Hier ist der Einstieg etwas vor der Mitte seitlich angeordnet und theilt den Wagen in zwei Theile, von denen der hintere die eigentlichen Sitzplätze enthält und nach vorn durch eine Querwand mit einer Schiebethür abgeschlossen ist. Der vordere Theil enthält ausser dem Führersitz noch einige Steh- oder Sitzplätze und ziem-

Güter der Wurzener Kunstmühlen und Biscuitfabriken vorm. F. Krietsch A.-G. nach bzw. von dem Staatsbahnhofe auf eine Entfernung von 1,5 km durch die Stadt befördert. Die tägliche Fördermenge beträgt hier etwa 30 Doppelwaggon. Der Zugwagen ist vom gleichen Typ wie der oben beschriebene, zur Aufnahme der Ladung dienen hier die alten Wagen der Mühle, die je 5000 kg laden und früher von vier Pferden gezogen wurden. Diese Wagen werden durch kurze Kuppelungsdeichseln zu Zügen von drei Stück vereinigt, der letzte Wagen wird auch wohl einfach mit seiner langen Deichsel angehängt, aber trotzdem hier von

Abb. 442.



Personenwagen, Modell 1906.

lich viel Raum für Gepäck. Durch diese Anordnung erreicht man den Vortheil, dass das Innere des Wagens mehr als bei jeder anderen Bauart zug- und staubfrei bleibt.

Im Juni 1904 wurde die bei Grevenbrück beginnende Anlage des „Elektrischen Kraftwagenbetriebes mit Oberleitung für das Veischedethal, G. m. b. H. zu Bilstein“ eröffnet, die ebenso wie die Monheim-Langfelder Bahn der Personen-, Stückgüter- und Massengüterbeförderung dient. Für die technische Gestaltung, sowie für die erzielten Ergebnisse gilt ganz dasselbe, was über die soeben genannte Strecke angegeben ist.

Am 7. April 1905 fand nach kurzem Probebetrieb die behördliche Abnahme der Wurzener Industriebahn statt, die seit dieser Zeit die

einem Spurhalten keine Rede sein kann, bewegen sich die Schleppzüge doch ohne Schwierigkeit durch die nicht gerade breiten Strassen des Ortes und um ziemlich scharfe Ecken. Die stärkste Steigung dieser Strecke beträgt 6 v. H., und wird mit der fast unverminderten Geschwindigkeit von etwa 5 km in der Stunde genommen, die auch sonst nicht wesentlich überschritten werden darf, weil die Lastwagen nicht gefedert sind.

Die Möglichkeit, jeden beliebigen Wagen anhängen zu können, gewährt den grossen Vortheil, dass man die Güter durch Zugthierbetrieb an die Linie heranbringen oder von dort aus weiter befördern kann, ohne dass eine Umladung erforderlich wird.

Die unvermeidliche Umladung an der Bahn wird dadurch erleichtert, dass die Lastwagen an jeder beliebigen Stelle des Eisenbahngleises, soweit eine Obenleitung vorhanden ist, unmittelbar an die Waggons herangebracht werden können.

Die Wurzener Bahn hat im Laufe des Jahres 1906 eine Erweiterung bis zu einer 2 km entfernten Braunkohlengrube erfahren, deren Erzeugnisse in besonders für diesen Zweck gebauten Specialwagen befördert werden. Ausserdem dient diese Anlage, die mit den Montagewerkstätten in Verbindung steht, zu Versuchszwecken, auf ihr werden alle constructiven

Bei Lyon (Frankreich) ist seit kurzer Zeit eine Vorortbahn von St. Rénard nach Charbonnières in Betrieb, die ausschliesslich dem Personenverkehr dient und bisher in technischer Hinsicht den Anforderungen entsprochen hat; wie der wirtschaftliche Erfolg sich gestalten wird, ist bei der Kürze der Betriebsdauer vorläufig noch nicht zu übersehen.

Eine Anlage ebenfalls für Personenbeförderung, die neben der Eisenbahn her läuft und mit dieser die gleichen Haltestellen hat, wird demnächst im Ahrthal eröffnet werden.

Die verschiedenen Vortheile, die dieses System der gleislosen Bahnen bietet, machen

es wahrscheinlich, dass im Laufe der nächsten Jahre die Zahl derartiger Anlagen nicht unerheblich steigen wird, besonders auf solchen Strecken, für die kein anderes motorisch angetriebenes Verkehrsmittel geeignet ist. Wenn auch die „gleislose Bahn“ einem starken Verkehr, der die gute Ausnutzung einer Gleisbahn ermöglicht, nicht genügen kann, so arbeitet sie doch bei einem mittelstarken, nicht zu unregel-

Abb. 443.



Industriebahn Wurzen. Zug im Gefälle am Crostigall.

Neuerungen, sowie alle Wagen vor ihrer Ablieferung eingehenden Erprobungen unterzogen.

Eine kleinere Mühlenbahn befindet sich in Grossbauchlitz bei Döbeln und dient dem Getreide- und Mehtransport der Güntherschen Mühle. Hier zieht ein kleinerer, symmetrisch gebauter Motorwagen von 3400 kg Eigengewicht einen Lastwagen mit 5000 kg Nutzlast, wobei eine Steigung von 5 v. H. und in Curven von 5 m Halbmesser noch eine Steigung von 3 v. H. überwunden wird. Auch diese Anlage wird noch vergrössert.

Hier in Grossbauchlitz ist mit Erfolg versucht worden, eine kurze Strecke mit einer Spannung von nur 130 Volt zu betreiben, während sich für grössere Entfernungen ein Strom von 500 Volt Spannung als der geeignetste erwiesen hat.

mässigen Verkehr ganz erheblich billiger als Pferde- oder Automobilbetrieb, vorzüglich dann, wenn es sich ausschliesslich oder theilweise um Gütertransport handelt. Da nun bekanntlich der Verkehr schnell und stark anzuwachsen pflegt, sobald ihm die Wege geebnet werden, so kann die gleislose Bahn häufig Pionierdienste leisten und die spätere Verwendung leistungsfähigerer Verkehrsmittel ermöglichen.

Wenn auch der Betrieb einer Gleisbahn im Verhältniss zur Leistungsfähigkeit billiger ist, als der einer gleislosen, so erfordert doch die Anlage ein doppelt bis vierfach so grosses Capital, und um dessen Versinsung und Amortisation, sowie die Kosten für Instandhaltung des Gleises aufzubringen, muss die Benutzung der Bahn sehr stark sein.

Wenn der gleislosen Bahn zum Vorwurf gemacht wird, dass der Stromverbrauch zu stark ist, so ist dies nur dann richtig, wenn sich die benutzte Strasse in sehr schlechtem Zustande befindet. Auf einer gut gebauten und instand gehaltenen Strasse wird etwa doppelt so viel elektrische Energie verbraucht, wie bei einer Strassenbahn, jedoch sind die Kosten hierfür so gering, dass sie gegenüber den Aufwendungen für die Gleisanlagen kaum in Betracht kommen.

Ein Automobilbetrieb ist zwar mit einem geringeren Anlagecapital als eine gleislose Bahn einzurichten, dafür werden aber die eigentlichen Betriebskosten in erster Linie durch die Abnutzung der Gummireifen sehr hoch, und ausserdem muss ein hoher Betrag für Amortisation gerechnet werden, weil der empfindliche und complicirte Mechanismus bei starker Beanspruchung keine lange Lebensdauer hat.

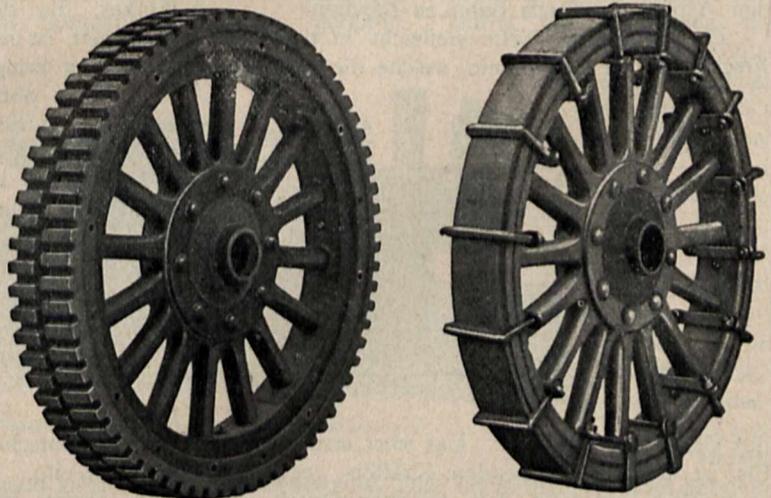
Wenn trotzdem Automobil-Omnibusse und -Lastwagen eine Daseinsberechtigung haben, so liegt das daran, dass bei dem scharfen Concurrenzkampf der heutigen Zeit ein Verkehrsmittel, das wirthschaftlichen Vortheil bringen soll, den örtlichen Verhältnissen sehr genau angepasst sein muss, und bei der Mannigfaltigkeit dieser Verhältnisse können eben die verschiedenartigsten Fahrzeuge mit Erfolg neben einander bestehen.

Verzichtet man auf die Benutzung von Schienen, so ist natürlich die an deren Stelle benutzte Fahrbahn, die Schotterstrasse oder das Pflaster, einer entsprechenden Abnutzung unterworfen, und dass diese durch den Verkehr der schweren Motorwagen sehr stark werden würde, konnte man wohl befürchten. Es zeigte sich jedoch bald, dass einerseits die gefürchtete schädliche Einwirkung sehr gering war oder auch ganz ausblieb, während andererseits durch die Verminderung des Pferdebetriebes die Strassen geschont wurden. Durch den Hufschlag der Pferde nämlich lösen sich einzelne Steine oder abgeschlagene Stücke derselben, und die entstandenen Lücken bieten den mechanischen Einwirkungen sowie den atmosphärischen Einflüssen die besten Angriffspunkte für weitere Zerstörungen, so dass hierin die grösste Gefahr für den guten Zustand der Strassendecke liegt. Die 15—18 cm breiten Räder der Motorwagen dagegen wirken geradezu wie Walzen und können kleinere Beschädigungen beseitigen, bevor Wasser, Frost oder sonstige Kräfte das Zerstörungswerk fort-

gesetzt haben. Voraussetzung ist allerdings hier, wie in allen Fällen, in denen schwere Fuhrwerke zur Verwendung kommen, dass die Strasse gut und tragfähig gebaut ist und dass das Material genügende Härte besitzt, um dem Druck der Räder widerstehen zu können, der übrigens bei einer gleislosen Bahn im Verhältniss zur tragenden Fläche nicht grösser ist als bei anderen Lastfuhrwerken, die wesentlich schmälere Felgen zu haben pflegen.

Ist im Winter die Strasse mit Schnee oder Glatteis bedeckt, so werden die Räder der Motorwagen mit Eisstollen besetzt oder gegen andere mit geriefte Felge ausgewechselt; die Anhängewagen können auf leicht anzubringende Kufen gesetzt werden, damit die Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt wird. Ist frischer Schnee gefallen, so schiebt der Motorwagen eine Walze

Abb. 444.



Winterbewehrung für Triebräder.

vor sich her, die eine genügend glatte und feste Fahrbahn herstellt.

In kleineren und mittleren Städten tritt sehr häufig der Fall ein, dass ein Elektrizitätswerk in den Tagesstunden nur ungenügend ausgenutzt wird, dass man aber für den schwachen Verkehr keine Gleisbahn bauen kann; lässt sich die Anlage einer gleislosen Bahn ermöglichen, so kann man gleichzeitig den Betrieb des Elektrizitätswerkes wirthschaftlicher gestalten und durch Verbesserung der Verkehrsverhältnisse dem allgemeinen Nutzen dienen.

Ist nun auch die gleislose Bahn nicht im Stande, hinsichtlich der Schnelligkeit oder der Fördermenge mit unserem modernsten Verkehrsmittel zu concurriren, so darf sie doch als Culturfactor nicht unterschätzt werden, denn gerade dort, wo bisher der Verkehr mit den primitivsten Mitteln betrieben wurde, wo Niemand eine kostspielige Bahn bauen würde, weil eine

solche nur mit grossen Verlusten arbeiten könnte, und wo daher die wirthschaftliche sowie culturelle Entwicklung nur langsame Fortschritte macht, da kann die gleislose Bahn eine Lücke ausfüllen, vermöge ihrer Anpassungsfähigkeit auch dem Kleinen dienen und es gross machen helfen.

[9789]

Die Kraft eines emporwachsenden Pilzes.

Mit drei Abbildungen.

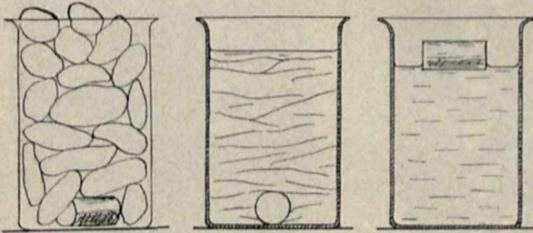
Die Beobachtung, dass sich ein Pilz durch eine überlagerte Asphaltschicht durchgearbeitet hat, hat zu der Berechnung geführt, dass er dabei eine Kraft von 10 kg entwickelt habe. Dieser Schluss kann insofern bedenklich erscheinen, als offenbar die Belastung von 10 kg imstande sein könnte, den Pilz zu zerquetschen. Wenn dies nun aber der Fall ist, wie ist es möglich, dass der Pilz imstande gewesen ist, sich durch den Asphalt hindurch Bahn zu brechen?

Die Erklärung dürfte vielleicht in derselben Erscheinung zu suchen sein, welche die Bewegung

Abb. 445.

Abb. 446.

Abb. 447.



des Gletschers begleitet. Das starr erscheinende Eis ist langsam wirkenden Kräften gegenüber nachgiebig und folgt dem leisesten Druck. Es fliesst wie das Wasser, nur ganz wesentlich langsamer.

Eine ganz ähnliche Erscheinung wurde vor vielen Jahren in einem physikalischen Lehrbuch besprochen und hat mich zu einem Versuch geführt, den ich häufig meinen Schülern vorgeführt habe, und welcher wohl geeignet sein dürfte, das Durchbrechen des Pilzes durch die ihn überlagernde Asphaltschicht auf einfache Weise und ohne Zugrundelegung einer verhältnissmässig so grossen Gewalt verständlich zu machen.

Der sehr überraschende Versuch ist folgender: Ein gewöhnlicher Wein- oder Bierkork wird auf den Boden eines Becherglases gelegt und dieses mit etwa wallnussgrossen Stücken Schusterpech, locker auf einander gelegt, aufgehäuft, gefüllt (Abb. 445). Schon nach einigen Tagen bemerkt man, dass die Stücke ihre Form verändert und sich mehr an einander geschmiegt haben; die Anhäufung ist herabgemindert. Dieser Vorgang setzt sich — eine Bewegung, genau wie beim Gletschereis, — fort und nach einiger Zeit — der

Versuch erfordert einige Geduld — haben sich die Klumpen völlig aneinandergeschmiegt, ja, der Raum unter dem Korken ist mit der klebrigen Masse angefüllt und es hat sich, wie bei einer vollkommenen Flüssigkeit, eine horizontale Oberfläche gebildet (Abb. 446).

Wir stellen das Glas wieder an seinen Ort. Nach wiederum längerer Zeit sehen wir zu unserem Erstaunen, dass der Kork verschwunden ist. Statt seiner befindet sich das Pech auf dem Boden, den es durchaus bedeckt. Aber wieder nach einer längeren Pause erscheint die Kante des Korkes an der Oberfläche und es dauert dann auch gar nicht sehr lange, bis der ganze Kork regelrecht auf dem Pech schwimmt, mit der vorgeschriebenen, seinem Gewicht entsprechenden Eintauchung (Abb. 447).

Also lediglich der Auftrieb, die Differenz zwischen dem Gewicht eines dem Korken genau gleichen Volumens Pech und dem Gewicht des Korkes, das sich doch nur auf wenige Gramm berechnet, ist im Stande gewesen, die Erscheinung zuwege zu bringen.

In dem oben angeführten Falle war es nun nicht der Antrieb des Pilzes im Asphalt, sondern der leise Druck der wachsenden Pflanze, welchem der scheinbar harte, in Wirklichkeit aber sehr leicht, wenn auch sehr langsam nachgiebige Asphalt, wahrscheinlich auch wohl durch die Sonnenwärme unterstützt, den Weg freigab.

Wesentlich härter als Asphalt ist das Blei. Aber auch dies giebt zu ähnlichen Beobachtungen Veranlassung.

In einem Neubau wurden die Wasserleitungsrohre gelegt. Es sollte gespart werden, und der Besitzer entschied sich für Bleirohre von 1 cm lichter Weite. Aus Versehen wurden solche für Gas, anstatt für Wasser, also mit wesentlich dünnerer Wand, geliefert und auch gelegt. Trotz des ungewöhnlich hohen Druckes von 6 Atmosphären hielten die Rohre dicht. Aber nicht lange darauf zeigte sich ein Leck: das Rohr musste wohl eine schwache Stelle gehabt haben, welche sich aufbeulte und schliesslich zu einem Riss führte. Nun, der Schade war bald geheilt. Bald aber zeigte sich eine zweite, eine dritte Stelle, bis man schliesslich zu der Ueberzeugung gelangte, dass es nicht nur zufällig schwache Stellen seien, sondern dass eben das ganze Rohr zu dünnwandig war und überall geneigt, zu denselben Erscheinungen Veranlassung zu geben, die Gletschereis, Schusterpech und Asphalt zeigten. Spricht doch auch der Hüttenmann von dem „Fliesen“ des Eisens bei den Festigkeitsproben. Immer da, wo die Beanspruchung die Festigkeit des Materials überschreitet, die natürliche Kohäsion aber eine plötzliche Trennung nicht gestattet, finden langsame Verschiebungen der Theilchen statt, die zunächst die Erscheinung des Fließens zeigen und dann zur Trennung

führen. Ist der Uebergang schroff, dann nennen wir es „zerreißen“, geht er langsam vor sich, dann kann es auch ein Tropfen sein.

HARDICKE. [10068]

Eine eigenartige Locomotive.

Von ARTHUR BOEDECKER, Ingenieur.

Mit einer Abbildung.

Abbildung 448 stellt eine Locomotive dar, die in den waldreichen Gebirgen Californiens zum Transport des Holzes in die Ebene und zur Küste benutzt wird. Es ist eine 6/6 gekuppelte Gebirgslocomotive, das heisst sämtliche sechs Achsen, auf denen das Locomotivgewicht ruht, sind mit der Treibmaschine verbunden und dienen somit zum Fortbewegen. Das Fehlen jeglicher Laufachsen ist in so fern für den Oberbau der Bahn, als Schienen, Schwellen, Laschen u. s. w., günstig, da dieser keinen allz grossen Raddruck aufzunehmen braucht und somit sehr leicht gehalten werden kann. Die 35 km lange Strecke, welche diese Locomotive befährt, hat daher äusserst leichten Oberbau und weist ganz enorme Steigungen und überraschend enge Curven auf. Dem Cha-

rakter dieser Bahnstrecke entsprechend, ist die Locomotive auch ausgebildet und befähigt, allen an sie gestellten Anforderungen an Geschwindigkeit und Zugkraft zu entsprechen. In der Ebene entwickelt sie 45 km Geschwindigkeit mit normaler Belastung, und in den Steigungen und Curven sinkt diese auf 15 km herab. Das ist eine ausserordentliche Leistung, wenn man bedenkt, dass diese Bahnstrecke von einer normalen Locomotive garnicht befahren werden kann.

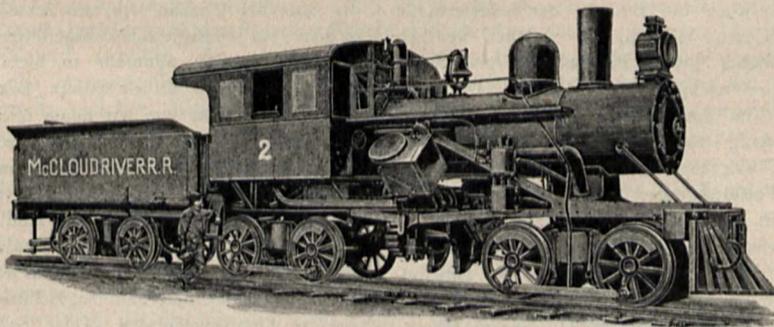
Die Locomotive ist nach dem System Heisler construiert. Betrachten wir sie genauer, so fällt uns sofort die Anordnung der Treibmaschine auf. Wir sind gewohnt, dass die Cylinder in horizontaler Lage sich befinden und die Kolbenstangen direct mit den Treibrädern gekuppelt sind. Bei dieser Locomotivart liegen jedoch die Cylinder zu beiden Seiten des Kessels unter 45° nach unten geneigt. Die Kolbenstangen wirken auf eine Welle, welche sich unterhalb des Kessels längs desselben hinzieht. Die Kraftübertragung geschieht durch Zahnräder. Die sechs Treibräder der Locomotive sind zu je

zweien in einem Drehgestell angeordnet. Die zwei Achsen eines Drehgestells sind durch eine Triebstange mit einander gekuppelt, durch welche Anordnung nur drei Zahnradpaare zur Kraftübertragung erforderlich sind. Durch die Unterbringung der sechs Locomotivachsen in drei Drehgestellen ist die Locomotive befähigt, äusserst kleine Curven leicht und gefahrlos zu durchfahren. Um einen guten Eingriff der Zahnäder auch in Curven zu bewerkstelligen und damit an Kraft zu sparen, ist die unter der Locomotive sich hinziehende Curbelwelle nicht aus einem starren Wellenstrang hergestellt, sondern aus mehreren Stücken, die, der Anzahl der Drehgestelle entsprechend, durch ebenso viel Gelenkkuppelungen untereinander verbunden sind; hierdurch kann sich die Curbelwelle der jeweiligen Stellung des Drehgestelles, resp. der dazugehörigen Zahnäder, leicht anpassen und ist somit ein verhältnissmässig guter Eingriff der Zähne garantirt. Durch die Anordnung der

Triebwelle unter dem Kessel muss letzterer verhältnissmässig hoch gelegt werden; das ist aber kein Uebelstand, da durch diese Construction wieder Raum für die Feuerbüchse, welche das Feuer der Locomotive enthält,

gewonnen wird. Die Locomotive ist ferner mit dem, nur in Amerika heimischen, grossen Schienenräumer ausgerüstet und trägt am Kopfe des Kessels einen elektrischen Scheinwerfer, dessen Betriebsenergie auf der Locomotive selbst erzeugt wird, indem zwischen den Achsen des vorderen Drehgestells eine Dynamomaschine an die Curbelwelle gekuppelt ist. Die 12 Treibräder haben einen Durchmesser von 900 mm, und die ganze Länge der Locomotive beträgt mit Tender 18 m. Das Locomotivgewicht allein ruht auf vier Achsen, während der Tender auf zwei Achsen ruht, die jedoch mit der Treibwelle verbunden sind, also auch zur Fortbewegung dienen. Durch diese Anordnung ist eine grosse Zugkraft erzielt worden, da das Reibungsgewicht der Locomotive ausserordentlich gross ist. [10076]

Abb. 448.



Californische Gebirgslocomotive für den Holztransport.

RUNDSCHAU.

(Schluss von Seite 543.)

So unterscheiden wir beim Weichen der letzten Eiszeit überall drei länger bestehende Rückzugsstadien während welchen ungeheure Wälle von aus dem Hoch-

gebirge durch die Gletscher mitgebrachtem Gesteinsschutt an der länger stabil bleibenden Gletscherstirne abgelagert wurden. Dabei entspricht natürlich der äusserste Moränenwall dem Maximum der Vereisung. Dann hob sich langsam die Schneegrenze um mindestens 500 m, d. h. rückte von 1300 m über Meer, wo sie etwa auf der Höhe der letzten Eiszeit gestanden hatte, auf 1800 m über Meer.

Dementsprechend schrumpften die Eisströme der Alpen und das grosse Inlandeis, das die Berge Skandi-naviens über die Ostsee bis tief nach Deutschland hinein aussandte, bedeutend zusammen. So verkürzte sich beispielsweise der Inngletscher um 180 km und der Isargletscher um 120 km.

Diese Zeit eines wärmeren Klimas muss sehr lange gedauert haben. Nach Albrecht Penck, der sie Achenschwankung genannt hat, ist das Inngbiet während derselben von den Atmosphärlilien um drei bis vier Denudationsmeter, was nach demselben Autor einer Zeitdauer von 10—12000 Jahren entspricht, erniedrigt worden.

Damals war das Mittelland der Schweiz, wie der grösste Theil Deutschlands, wieder überall nicht nur mit Zwergbirken und Legföhren, wie zur Tundrenzeit, sondern sogar mit stämmigem Hochwald bedeckt. In diese Zeit fällt unter anderem auch die Bildung der Schieferkohle von Uznach im Canton Zürich, in welcher deutlich Fichte, Lärche, Buche, Birke, Preisselbeere und Schilf von Oswald Heer nachgewiesen wurden. Da diese Pflanzen zu jener Zeit dort sehr gut gediehen, so kann das Klima nur wenig rauher als heute gewesen sein. Damals muss die Waldgrenze mindestens in 800—1000 m Seehöhe, d. h. die Schneegrenze in 1600—1800 m über Meer, gelegen haben.

Dass im schweizerischen Mittelland während der Achenschwankung der Wald nicht nur kurze Zeit bestand, sondern dort lange Zeit eingebürgert war, beweist schon die Mächtigkeit der Schieferkohle, die im Hauptflöz von Uznach 2,5 m beträgt. Zur Bildung einer solchen Schicht von Braunkohle waren nach Penck mindestens 5000—6000 Jahre erforderlich. Auch im Innthale wurden während der Achenschwankung 2—3 m mächtige Kohlenflöze, worin Kiefer und Fichte nachweisbar sind, gebildet.

Nach der also lange dauernden Achenschwankung senkte sich die Schneegrenze wiederum, und zwar in den Alpen um 300 m, so dass sie schliesslich von 1800 m über Meer auf 1500 m Höhe zu stehen kam. Diesen auch wieder von fortwährenden Oscillationen der Gletscher begleiteten Kälterückschlag bezeichnet Penck als Bühlstadium.

Auf seiner Höhe war die Schneegrenze nur 300 m höher als während der grössten Ausdehnung der letzten Eiszeit. Die Gletscher stiessen dementsprechend wieder vor, verliessen jedoch das Gebirge wenig mehr. So war damals der Linthgletscher wesentlich auf das Linththal beschränkt und warf im oberen Züricher See, 28 km oberhalb Zürich, die Moräne von Hurden bei Rapperswil auf. Die dortigen Schotter weisen bis 11 m über dem See Deltaschichtung auf als sprechenden Beweis dafür, dass bei der Bildung dieser fluvio-glacialen Ablagerung der See um so viel höher stand als heute.

Während des Bühlstadiums war der Reussgletscher mit seinen Tributären wesentlich auf das Becken des Vierwaldstätter Sees beschränkt. Seine Stirn moräne hat er damals etwas ausserhalb von Luzern aufgebaut, die zu überwinden uns bei unseren Radfahrten schon manchen

Schweistropfen gekostet hat. Zu jener Zeit wurden in der anstehenden Molasse durch hoch herabstürzende Schmelzwässer die Riesentöpfe des überaus sehenswerthen und deshalb auch von den meisten Reisenden aufgesuchten Gletschergarten in Luzern erzeugt. Der Rheingletscher erreichte damals wieder den Bodensee. Der Inngletscher drang bis Kufstein vor.

Hierauf wurde es langsam wieder wärmer; die Gletscher gingen um ein gutes Stück zurück, und es folgte ihnen wieder tief in die Alpenthäler hinein der Wald in einem Abstand von rund 800 m unter der Schneegrenze, wie heute. Wie lange diese wärmere Zeit gedauert hat, wissen wir nicht. Jedoch dürfen wir mit Sicherheit annehmen, dass es etliche tausend Jahre waren.

Dann wurde es wieder ziemlich viel kälter, und die obere Schneegrenze senkte sich bedeutend, nämlich bis zu 1800 m über Meer, das heisst nur 300 m weniger als beim Bühlvorstoss. Diesen Kälterückschlag nennt Penck das Gschnitzstadium. Während desselben drang der Inngletscher, der sich nach dem Bühlstadium aus dem Innthal bis oberhalb Imst zurückgezogen hatte, wieder bedeutend vor; der Rheingletscher erstreckte sich damals wieder bis nach Flims, wo dann der Flimserberg auf ihn abstürzte. Der Reussgletscher endlich drang zu jener Zeit bis zu den Nasen, der bekannten Verengung des Sees bei Vitznau, vor, wo er seine hohe Stirn moräne in dem vom Reussgletscher ausgetieften Seebecken ablagerte, so dass dasselbe nunmehr in zwei gesonderte Becken zerfiel, was auf seine spätere Besiedelung durch die Flora und Fauna, wie wir heute noch feststellen können, einen ganz wesentlichen Einfluss ausübte.

Nach Ablauf des Gschnitzstadiums bildete sich im Innthal von Motz bis Jenbach, von welchem letzterem Orte bekanntlich die Bergbahn zum wundervollen, durch einen Moränenquerriegel abgedämmten Achensee abgeht, ein Stausee von mindestens 60 km Länge. Dieser wurde in der folgenden Zeit halb zugeschüttet, und das Volumen der in ihm abgelagerten Kies-, Sand- und Thonmassen beträgt rund 30 cbkm, was, wie leicht einzusehen ist, eine ungeheure Zeit erforderte.

Nach dieser wärmeren Zeit haben wir keine bedeutenden Kälterückschläge mehr zu verzeichnen. Im Daunstadium Pencks war die Schneegrenze wiederum, 300 m höher als im Gschnitzstadium, stand also bei 2100 m Höhe über Meer. Damals waren nur die höchsten Berge vergletschert, und der Wald wagte sich wieder tief in die so lange mit vielhundertmetermächtigen eisbedeckten Alpenthäler hinein. In jener Zeit mögen die höchsten, verkrüppelten Bäume etwa da gestanden haben, wo heute der kräftige, hochstämmige Wald endet.

Seit dem Daunstadium ist die Schneegrenze und mit ihr die Vegetation wieder um 300 m hinaufgerückt. Heute liegt sie, wie schon erwähnt, in den Alpen in 2500 m über Meer und geht der Wald bis 800 m darunter, das heisst also bis zu 1700 m Seehöhe.

Mit dem Schwinden der letzten Eiszeit ist, der langsamen Zunahme der Temperatur entsprechend, auf die noch vor 20—25000 Jahren in der norddeutschen Ebene herrschende kälteliebende Tundravegetation die höhere Pflanzenwelt Schritt für Schritt gefolgt. Die treue Geschichte dieses Vegetationswechsels lesen wir in den Niederschlägen und Ablagerungen der in den fetten, blauen, sandigen Glacialthor der letzten Eiszeit gebetteten Waldmoore Norddeutschlands und Dänemarks. In ihnen finden wir, von der fäulnisswidrigen Humussäure vollkommen imprägnirt und so aufs Beste erhalten, deutlich geschichtet, zu unterst Torf- und andere Wasser-

moose mit zahlreichen Ueberresten einer arktisch-alpinen Kälteflora, wie nordische Weiden (*Salix polaris, herbacea* und *reticulata*), Zwergbirke, Silberwurz (*Dryas*) und Steinbrech, deren Blätter und Blüthen noch vollkommen sicher bestimmt werden konnten. Aeussert selten lagen noch Knochen vom kälteliebenden Mammut und Rennthier dazwischen.

Auf diese ersten Vorläufer der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung, welche zunächst die Wassertümpel zu verschlucken und auszutrocknen strebte, folgten Rohrsümpfe mit Seggen und Wollgräsern, dann lichte Haine von Silberpappeln, später immer dichter werdende Wälder von Fichten mit Ueberresten des sich hauptsächlich von jungen Fichtentrieben ernährenden Urhahns.

Auf die Fichtenwälder folgten Eichenwälder, und der Urhahn verschwand, um dem Eichelhäher und anderen den Eichenwald liebenden Thieren Platz zu machen. Zu den Eichen gesellten sich später an trockenen Stellen die besonders sandige Gebiete besiedelnden Föhren und an feuchten Orten die Erlen.

Neuerdings ist aber in den früher hauptsächlich von Eichen und Buchen besiedelten Gegenden der Laubwald in seiner Existenz bedroht. Er verliert immer mehr an Gebiet an den unaufhaltsam an seine Stelle tretenden düsteren Fichten- und Tannenwald, der wahrlich nicht zur Verschönerung des Landschaftsbildes beiträgt.

Der Däne Vaupell berichtet von dem in seiner Heimat unverkennbaren Kampf zwischen der alteingesessenen Eiche und der neu eindringenden Buche. Von einem ähnlichen Widerstreit zwischen Eiche und Heidekraut weiss man aus ganz Norddeutschland zu berichten. Ueberall constatirt man dort ein Vordringen der Heide auf Kosten der Wälder, welches nicht sowohl auf übermässiges Abforsten, als vielmehr auf Verschlechterung des Klimas in jenen Gegenden hindeutet.

In vielen Gegenden, in denen früher Weinbau getrieben werden konnte, ist derselbe inzwischen schon längst aufgegeben worden, da die Trauben nicht mehr reif wurden und sich deshalb der Anbau der Reben nicht mehr lohnte. Verschiedene Alpenpässe, die im Mittelalter sogar für Pferde gangbar waren, sind es heute kaum mehr für unternehmende Fussgänger. Eine ganze Anzahl von Hochthälern, die im 15. und sogar noch während der drei ersten Viertel des 16. Jahrhunderts gute Alpenmatten trugen, in denen wenigstens im Sommer Viehwirtschaft getrieben werden konnte, sind jetzt nackte Steinwüsten, die jeden Ertrag verweigern, oder sind unter Schnee und Eis begraben. Da und dort finden sich im Hochgebirge vereinzelte Baumstümpfe an Orten, die heute ziemlich über der dermaligen Waldgrenze liegen. Die Bäume, von denen sie herrühren, müssen einen wärmeren Sommer gehabt haben, als er heute in gleicher Höhenlage herrscht, könnten also nicht mehr dort wachsen.

Vor etwa 5000 Jahren, zur Zeit der Pfahlbauern der neolithischen Zeit, waren die Samen der Wassernuss, *Tropha natans*, in allen Schweizer Seen verbreitet und wurden damals von jenen anspruchslosen Menschen gerne verspeist. Heute ist diese Pflanze nördlich der Alpen verschwunden, gedeiht aber noch reichlich am Südufer des Langen Sees, wo ihre Früchte, die zum besseren Verankern im Schlamm drei mit Widerhaken versehene Fortsätze tragen, zu Rosenkränzen verarbeitet, jedem Besucher der Isola bella zum Kaufe angeboten werden. Nach den eingehenden Versuchen der Samencontrolstation des eidgenössischen Polytechnicums in Zürich ist die interessante Pflanze nur deshalb aus der Schweiz ver-

schwunden, weil sie nördlich der Alpen nicht mehr zur Fruchtbildung gelangt.

Das heutige Grönland und ein grosser Theil Islands, das vor bald 1000 Jahren noch norwegische Wikinger zur Besiedelung anlockte, musste inzwischen wieder von diesen aufgegeben werden, weil sich seither das Klima verschlechtert hat und die Lebensbedingungen für die Bewohner europäischer Herkunft zu ungünstig wurden, als dass sie sich dort hätten halten können. Jedenfalls war Grönland damals noch nicht die von Eis starrende Landschaft wie heute und wies im Sommer grössere Weidegebiete für Rennthier und Moschusochsen auf, sonst hätten die ersten Besiedler es sicher nicht „Grönland“ genannt.

Der schwedische Naturforscher Gunnar Andersson hat neuerdings sämmtliche ihm bekannt gewordene Fundorte des fossilen Haselstrauches in den Torfmooren des nördlichen Schweden untersucht, und er fand hierbei, dass die Hasel früher viel weiter nördlich gedieh als heute. Nach der letzten Eiszeit war sie auf einem Gebiet von 220 000 km² in Schweden verbreitet, während sie jetzt nur mehr auf einem Territorium von 136 000 km² fortkommen kann. Sie hat 84 000 km², also mehr als ein Drittel ihres alten Verbreitungsgebietes, eingebüsst.

Es gab also eine Periode nach der letzten Eiszeit, in der es wärmer war als heute, nicht sowohl nur in Schweden, sondern in ganz Europa. Ja, es liess sich sogar berechnen, wie gross dieser Rückgang der durchschnittlichen Jahrestemperatur seit jener Zeit gewesen ist. Die ehemalige Verbreitungsgrenze der Hasel fällt mit der August-September-Isotherme von 9,5° C. zusammen, die gegenwärtige jedoch mit der von 12° C. Man ersieht einerseits daraus, dass 12° Sommerwärme für den Haselstrauch das Minimum bedeutet, bei dem er noch seine Früchte reifen kann. So warm musste es also auch einst an seinen früheren nördlichsten Standorten gewesen sein. Da es nun dort jetzt im besten Falle nur noch bis zu 9,5° Wärme kommt, beträgt mithin der Temperaturrückgang des Sommers 2,5° C., was sehr beträchtlich ist. Ginge die Jahrestemperatur noch um den gleichen Betrag herunter, so ständen wir wieder am Beginne einer Eiszeit.

Diese Thatsachen zeigen mit aller Deutlichkeit, dass wir der Möglichkeit einer neuen Eiszeit durchaus nicht entronnen sind. Vielmehr spricht alles dafür, dass wir uns nur in einer Zwischeneiszeit befinden, die allerdings noch viele tausend Jahre dauern mag. Dabei können wir sagen, dass sie um so länger andauern wird, je mehr vulcanische Eruptionen sich ereignen werden, d. h. je mehr Kohlensäure durch solche Naturereignisse aus der Erdrinde, in der sie in heissen Magmen aufgelöst der Befreiung harret, in die umgebende Atmosphäre ausgehaucht wird, welche die zu Eingang betonte Wärmeerreichung begünstigt. Also müssen wir, so entsetzliche Katastrophen und Verluste an Menschenleben auch mit solchen vulcanischen Ausbrüchen verbunden sind (hat doch der letzte Ausbruch des Mont Pelée auf Martinique, der noch in unser aller Erinnerung ist, nicht weniger als 30 000 Menschen das Leben gekostet und auch eine kleine Vogelart gänzlich ausgerottet), jede vulcanische Aeusserung an der Erdoberfläche als wohlthätig und lebenspendend für alle übrigen, vom Unglücke nicht gerade betroffenen Lebewesen begrüssen. Ein Versiegen derselben auf die Dauer würde uns in absehbarer Zeit eine neue Eiszeit bringen, was wir lieber nicht wünschen wollen, da eine solche trotz aller Culturfortschritte die Lebensbedingungen für alle Bewohner Europas ausserordentlich erschweren und einschränken würde. Dr. LUDWIG REINHARDT. [10082]

Eisenerzeugung der Hochöfen und „amerikanische Gefahr“. Vor kurzem (*Prometheus*, XVII. Jahrg., S. 224) wurde anhand der jährlichen Eisenerzeugung der Hochöfen aus dem Jahre 1870 und jetzt die Frage der „amerikanischen Gefahr“ aufgeworfen. Hierzu sind einige Vergleichszahlen über den Brennstoffverbrauch der Hochöfen bemerkenswert, da sie die für die Frage des Wettbewerbs massgebenden Selbstkosten der Roheisenerzeugung wesentlich beeinflussen. Die amerikanischen Eisenerze vom Lake Superior hatten früher einen Gehalt an metallischem Eisen von rund 65 v. H., und in den achtziger und neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts kamen daher auf die Tonne erzeugtes Roheisen nur 800 kg Koks. Heute ist das anders geworden. Die reichen Eisenerze sind abgebaut, der durchschnittliche Eisengehalt ist auf etwa 58 v. H. zurückgegangen, und auch der Koks ist schlechter geworden. Die grossen amerikanischen Hochöfen, die bei ihren Tagesleistungen von bis zu 600 Tonnen zu ihrer Bedienung mechanische Beschickungsvorrichtungen erfordern, leiden ausserdem sehr stark an Unregelmässigkeiten im Betriebe, hängende Gichten und Explosionen, sogenannte „slips“, sind an der Tagesordnung und haben sich trotz aller Verbesserungen an den Gichteinrichtungen noch nicht beseitigen lassen, sie nehmen eher zu, da die Erze fortwährend mulmiger werden und auch der Koks nicht mehr so stückig und fest geliefert wird. Alle diese Umstände haben den Brennstoffverbrauch der Oefen erhöht, und heute müssen in der Regel schon 1100 bis 1150 kg Koks für eine Tonne Roheisen aufgewendet werden. Alle neueren Versuche, unter denen das Gayleysche Windtrocknungsverfahren an erster Stelle steht, haben verhältnismässig wenig Erfolg gehabt, und es ist zu erwarten, dass die angegebene Zahl schon bald noch weiter erhöht werden wird. Damit sind aber die Amerikaner in Bezug auf den Brennstoffverbrauch mit unseren Werken, speciell den lothringisch-luxemburgischen, auf die gleiche Stufe gelangt. Allerdings arbeiten unsere lothringischen Eisenhütten heute mit höheren Koks-kosten, sind dafür aber in anderen Betriebszweigen billiger, sodass sie trotz des geringen Eisengehaltes ihrer Minette-Erze von nur 38 v. H. mindestens ebenso sparsam arbeiten. Bei gut geleiteten Hüttenwerken dürften somit die reinen Selbstkosten des Roheisens hier wie drüben bald ziemlich gleich sein und beiderseits wenig unter 40 Mark für die Tonne heruntergehen.

F. F. [10093]

* * *

Die Ausführung der Hamburger Stadt- und Vorortsbahnen, über die wir auf Seite 385 u. f. eingehend berichtet haben, ist nunmehr endgültig gesichert. In ihrer Sitzung vom 2. Mai d. J. hat die Bürgerschaft den inzwischen vom Senat eingebrachten Antrag, betreffend die auf Seite 389 bereits erwähnte, von der Bürgerschaft selbst gewünschte Tracenverschiebung zwischen den Stationen Güntherstrasse und Wagnerstrasse angenommen und ebenso die durch diese veränderte Linienführung, welche in Hinsicht auf Betrieb und Verkehr eine zweifellose Verbesserung des Projectes von 1905 darstellt, entstehenden Mehrausgaben bewilligt. Die letzteren betragen an reinen Baukosten 389900 Mark und an solchen für Strassenveränderungen und Nebenanlagen 68 700 Mark, während der Grunderwerb einen Mehraufwand von 565 000 Mark erfordert. Die Bahnbausumme steigt durch diese Projectänderung also von 53,5 auf rund 54,5 Millionen Mark, trotzdem mit ihr keinerlei Vergrösserung der Linienlänge verbunden ist.

* * *

[10132]

Motorboot mit Torpedo-Armirung. Die englische Marine ist zur Zeit damit beschäftigt, ein neues, auf der Werft von Thornycroft erbautes Torpedoboot mit Gasolin-Motor zu erproben. Dieser neueste Typ eines Kriegsfahrzeuges hat bei einer Länge von 12,16 m, einer Breite von 1,85 m und einem Tiefgang von 0,8 m ein Displacement von 4,5 Tonnen. Zum Antrieb des Bootes dient ein Gasolin-Motor, dessen vier Cylinder einen Durchmesser von 205 mm besitzen. Der Hub beträgt gleichfalls 205 mm. Dieser Motor entwickelt bei 900 Umdrehungen in der Minute 120 PS und verleiht dem Boote eine Geschwindigkeit von 18 Knoten. Die ganze Maschine wiegt nur 1250 kg, sodass auf die Pferdestärke ein Gewicht von 10,4 kg entfällt. Der Brennstoffverbrauch ist äusserst gering; er beträgt $\frac{1}{2}$ kg pro Pferdekraft-Stunde, sodass der Gasolin-Vorrath von 460 Litern für eine Fahrt von zehn Stunden ausreicht. Die Zündung erfolgt elektrisch. Das Anlassen des Motors geschieht mit Hilfe von comprimierter Luft, die in einem besonderen Behälter vorrätig gehalten wird, dessen Füllung nach Bedarf durch einen kleinen Compressor ergänzt wird. Das Boot ist offen, und nur die im Vordertheil untergebrachte Maschine ist durch ein gewölbtes Dach geschützt. Im hinteren Theile des Schiffes ist ein 14 zölliges Whitehead-Torpedo gelagert. Das neue Torpedoboot ist als Beiboot eines grösseren Kriegsschiffes gedacht, wozu es sich infolge seiner kleinen Dimensionen und seines geringen Gewichtes gut eignen dürfte.

O. B. [10113]

BÜCHERSCHAU.

Schmidt, Hans. *Photographisches Hilfsbuch für ernste Arbeit*. I. Teil: Die Aufnahme. Mit 81 Figuren und einer farbigen Tafel. 8^o. (VIII, 192 S.) Berlin, Gustav Schmidt. Preis geh. 3,60 M., geb. 4,50 M.

Dies gute Buch ist für den — allerdings sehr selten vorkommenden — denkenden Photographen geschrieben.

Der Verfasser hat sich gründlich mit der wissenschaftlichen Photographie beschäftigt, und es ist für den Psychologen interessant und erfreulich, zu sehen, wie Schmidt mit klarem Verstand und folgerichtigem Denken sich und Anderen allerhand Fragen klar gemacht hat. Die Eigenart seiner Wege ist anregend, man hat das angenehme Gefühl, mit einem Mann zu thun zu haben, der nicht bei jeder Kleinigkeit nach dem Hand- oder Lehrbuch greift, sondern sich auf seine eigenen Beobachtungen und seinen gesunden Verstand verlässt.

Die Capitel über Formate, Neigen der Mattscheibe oder der ganzen Camera, Vergrösserung, Perspective, Abstufung und Farbenempfindlichkeit sind vorzüglich und zeugen von der Tüchtigkeit des Verfassers.

Leider hat Verfasser die Stereoskopie nicht ebenso gut behandelt, doch liegt diese eigentlich ausserhalb seines Themas.

Die Versinnlichung der Abstufung (Gradation) der Platten ist mustergültig, einfach und klar.

Bedauerlicherweise behandelt Schmidt unsere liebe Muttersprache nicht so gut, wie sein Sondergebiet. Die Inversion nach und dürfte eigentlich in diesem Buch nicht vorkommen. Man steht auch nicht „am Kopf“, sondern „auf dem Kopf“.

Hoffentlich erscheint bald eine neue Auflage, die auch sprachlich auf der gleichen Höhe steht, wie der Inhalt.

Dr. W. SCHEFFER. [10064]