XII. Ueber absolute Maasse; von C. Bohn.

Gauss hat in seiner grundlegenden Arbeit: „*Intensitas vis magneticae ad mensuram absolutam revocata*“, drei Grundeinheiten, der Länge, der Zeit und der Masse gewählt. In allen späteren, absolute Maasse betreffenden Abhandlungen hat man die Gauss'schen Grundgrössen beibehalten. Dass das Raumelement (Länge) und die Zeit, diese „von der Erfahrung unabhängige Formen der sinnlichen Anschauung“ (Kant) Grundeinheiten seien, darüber wird kein Zweifel erhoben. Hingegen ist die dritte Grundgrösse, die Masse keineswegs eine gebotene. Ebenso gut als die Masse könnte man die Kraft (d. h. einen bestimmten Zug oder Druck) als Grundgrösse annehmen. Bezeichnen M , L , T , K die Einheiten der Masse, Länge, Zeit, Kraft, so lässt sich aus der bekannten Dimensionsbestimmung der Kraft: $K \neq ML T^{-2}$ durch Umkehr finden $M \neq KL^{-1} T^2$, und unschwer können nun alle physikalischen Grössen durch Kraft, Länge und Zeit, statt wie bisher durch Masse, Länge und Zeit ausgedrückt werden.

Statt der Masse lässt sich als dritte Grundgrösse auch das Maass oder der Stärkegrad der stofflichen Raumerfüllung, mit anderen Worten die Dichte wählen, und das entspricht eigentlich am besten dem Grundgedanken des metrischen Systems. Hat man die Dichte eines bestimmten Stoffes (Wasser angegebener Beschaffenheit) als Einheit gewählt, so ist die Masseneinheit nicht länger unabhängig, sondern ändert wie die Volumeneinheit oder $M \neq L^3$. Wird die Masseneinheit in astronomischer Art, mit Bezugnahme auf ihre Anziehung (Gravitation) festgestellt, so ergibt sich für die Dimension der Masse $M \neq L^3 T^{-2}$.¹⁾

Durch diese Bemerkungen wurde ich darauf geführt, dass für die Dimensionsbestimmungen und Einheiten der physikalischen Grössen zwei Grundbegriffe ausreichen, nicht deren drei erforderlich sind.

In meinen „*Ergebnissen physikalischer Forschung*“ (1878)

1) Maxwell, A treatise on electricity and magnetism 1. p. 4. 1873.

habe ich (p. 965) die oben angeführten Sätze aus Maxwell's Buch mitgetheilt und ausgesprochen, die Masse könne sowohl als Grundbegriff als auch als abgeleiteter angesehen werden. Ich glaube jetzt, die Wahl nicht mehr frei lassen zu können, sondern behaupte: die Masse ist keine Grundgrösse, sondern eine abgeleitete Grösse.

Der bestimmende Grund ist dieser: Das Newton'sche Gravitationsgesetz $C \cdot M_1 M_2 / L^2 = \text{Kraft} \mp M \cdot L \cdot T^{-2}$ nöthigt, um die Homogenität der Gleichung herzustellen, die Constante $C \mp M^{-1} L^3 T^{-2}$ anzunehmen. Das thun Herwig¹⁾ und P. Volkmann²⁾ auch unbedenklich. Mir hingegen ist es unzweifelhaft, dass der Factor C in dem mathematischen Ausdrucke des Gravitationsgesetzes nur eine unbenannte Zahl sein kann, d. h. von der Dimension Null für jede Grundgrösse sein muss. Hat man beispielsweise erkannt, dass die Schwingungsdauer zweier Pendel den Quadratwurzeln ihrer Längen direct, den Quadratwurzeln der Beschleunigungen verkehrt proportional sind und von sonst nichts abhängen, weder von der Weite der Schwingungen, noch dem Stoffe, noch der Zeit u. s. w., so schliesst man, die Schwingungsdauer T eines Pendels von der Länge l und der Beschleunigung g sei und könne nur sein:

$$T = \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ mal einer unbenannten Zahl,}$$

die noch zu bestimmen bleibt und bekanntlich gleich π gefunden wird. Aehnlich für den mathematischen Ausdruck des Gravitationsgesetzes. Man hat erkannt, die Anziehungen in den verschiedenen Fällen seien proportional dem Producte der Massen (M) der aufeinander wirkenden Punkte und verkehrt proportional dem Quadrate ihres Abstandes (L), hingen aber von sonst nichts ab, weder vom Stoff, noch von der relativen Bewegung, noch von der Zeit u. s. w. Ganz dieselbe Schlussweise, welche oben den Ausdruck für die Schwingungsdauer ergab, führt dahin, zu sagen: die Gravi-

1) Herwig, „Physikalische Begriffe und absolute Maasse“ 1880.

2) P. Volkmann, Wied. Ann. 16. p. 484. 1882.

tationsanziehung zwischen zwei Massen ist und kann nur sein gleich:

$$\frac{M_1 M_2}{L^2} \text{ mal einer unbenannten Zahl,}$$

die noch zu bestimmen bleibt; sie hängt nur von der Wahl der Einheiten ab. Wäre der Factor C im Ausdrucke für das Newton'sche Gesetz nicht eine unbenannte Zahl, sondern eine Function von Länge, Masse, Zeit, so würde die Anziehung durch das Product dieser Function mit $M_1 M_2 / L^2$, dargestellt, also eine neue Function dieser Grössen. Unter Benutzung der Function, welche Herwig und Volkmann für die Grösse C aufgestellt haben, findet man:

$$\text{Anziehung} = \frac{l^3}{m^2} \cdot \frac{M_1 M_2}{L^2}$$

und da l/L und m/M als Verhältnisse gleichartiger Grössen, unbenannte Zahlen sind, ergibt sich:

$$\text{Gravitationsanziehung} = \text{Zahl} \cdot \frac{L \cdot M}{T^2},$$

d. h. Proportionalität mit einer Masse (nicht dem Producte beider) und mit dem Abstände der Massen (nicht dem umgekehrten Abstandsquadrate); also offenkundiger Widerspruch mit dem Gravitationsgesetze.

Wird, wie es allein zulässig ist, der Factor C im Ausdrucke für das Gravitationsgesetz als unbenannte Zahl aufgefasst, so folgt, wie Maxwell (ohne das weiter zu benutzen) schloss, $M \propto L^3 T^{-2}$, oder, wie ganz gleichwerthig Helmholtz¹⁾ formulirt, die Dichte $\propto T^{-2}$.

Die Absicht, alle physikalischen Grössen durch Länge und Zeit allein auszudrücken, ist leicht zu erfüllen, und nachfolgend gebe ich eine Zusammenstellung der Dimensionsauswerthungen. Hinsichtlich der Ableitung verweise ich auf F. Kohlrausch²⁾ oder, um grösserer Ausführlichkeit willen, auf Herwig.³⁾ Wenn man will, kann man die nachstehenden Resultate einfach dadurch gewinnen, dass man für M in den bisher üblichen Ausdrücken $L^3 T^{-2}$ einsetzt.

1) Helmholtz, Wied. Ann. 17. p. 44. 1882.

2) Kohlrausch, Leitfaden der praktischen Physik 1880.

3) Herwig, Physikal. Begriffe u. absolute Maasse 1880.

Grundgrößen:

Länge $\neq L$;Zeit $\neq T$.

Abgeleitete Größen:

Fläche $\neq L^2$;Volumen $\neq L^3$,Winkelgeschwindigkeit $\neq T^{-1}$; Winkelbeschleunigung $\neq T^{-2}$,Bahngeschwindigkeit $\neq L T^{-1}$; Bahnbeschleunigung $\neq L T^{-2}$,Dichte $\neq T^{-3}$;Masse $\neq L^3 T^{-2}$,Bewegende Kraft oder Gewicht $\neq L^4 T^{-4}$; d. h. die vierfache Dimension einer Geschwindigkeit.Bewegungsquantität oder Antrieb der Kraft (Impetus) $\neq L^4 T^{-3}$.Energie (actuelle oder potentielle, mechanische Arbeit, lebendige Potenz, Wärmemenge), ferner Drehmoment $\neq L^5 T^{-4}$.Trägheitsmoment $\neq L^5 T^{-2}$.

Spannung oder Flächendruck = $\frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$, wie hydrostatischer und hydrodynamischer, aërostatischer und aërodynamischer Druck, Elasticitätsmodul (Torsions-, Schubmodul), verschiedene Festigkeitsmodule, Compressibilitätscoëfficient, ferner molecularer Oberflächendruck von Flüssigkeiten $\neq L^2 T^{-4}$, d. i. die zweifache Dimension einer Bahnbeschleunigung.

Oberflächenspannung einer Flüssigkeit für die Einheit der Krümmung $\neq L^3 T^{-4}$.Capillaritätscoëfficient = $\frac{\text{Oberflächenspannung}}{\text{Dichte}} \neq L^3 T^{-2}$.Diffusionscoëfficient $\neq L^2 T^{-1}$.Temperatur $\neq L^2 T^{-2}$, gleichwerthig einem Geschwindigkeitsquadrat.Coëfficient der inneren Reibung von Flüssigkeiten und Gasen (η), dann Coëfficient der inneren Wärmeleitung und Erhaltungsgeschwindigkeit $\neq L^2 T^{-3}$.Coëfficient der äusseren Wärmeleitung oder Wärmeabgabecoëfficient, ferner Heizungscoëfficient $\neq L T^{-3}$.Verhältniss der Coëfficienten der äusseren und inneren Wärmeleitung $\neq L^{-1}$.Sogenannte Wärmecapacität oder Wärmebedarf eines Körpers für bestimmte Wirkung ist eine Wärmemenge oder Energie oder Arbeitsgrösse, also $\neq L^5 T^{-4}$.

Auch die Schmelzwärme, Verdampfungswärme, Aus-

dehnungswärme, Spannungswärme u. s. w. sind als Wärmemengen zu fassen und also $\neq L^5 T^{-4}$. Herwig gebraucht in seinem angeführten Buch diese Bezeichnungen relativ, d. h. als Verhältnisse zwischen Wärmemengen und Massen und findet demgemäss die Dimension gleich der einer Temperatur ($L^2 T^{-3}$).

Die spezifische Wärme, d. h. das Verhältniss des Wärmebedarfs eines Körpers für bestimmte Wirkung zum Wärmebedarf der gleichen Masse Wasser für die gleiche Wirkung ist eine unbenannte Zahl oder von der Dimension Null.

Für die electricischen und die magnetischen Grössen hat man bekanntlich zwei verschiedene Maasssysteme angenommen, das electrostatische oder mechanische (soll durch den Index s gekennzeichnet werden) und das electrodynamische (Index d) oder electromagnetische. Die Maasszahlen nach electrodynamischer und electromagnetischer Einheit unterscheiden sich durch einen Factor, der eine Potenz von 2 ist, hinsichtlich der Dimensionen besteht also kein Unterschied zwischen electromagnetischem und electrodynamischem Maasse.

Ersetzt man M durch $L^3 T^{-2}$ in den Dimensionsformeln, wie sie bisher für die electricischen und die magnetischen Grössen aufgestellt wurden, so erzielt man zunächst den Vortheil, alle gebrochenen Exponenten fortzuschaffen, und gerade diese boten der Anschaulichkeit besondere Schwierigkeiten.

Man findet:

Electricitätsmenge:

$$E_s \neq L^3 T^{-2} \text{ (wie Capillaritätscoëfficient),}$$

$$E_d \neq L^2 T^{-1} = E_s \cdot (L/T)^{-1} \text{ (wie Diffusionscoëfficient).}$$

Electricische Dichte nach Volumen:

$$\rho_s \neq T^{-2} \text{ (wie Massendichte),}$$

$$\rho_d \neq L^{-1} T^{-1} = \rho_s \cdot (L/T)^{-1}.$$

Electricische Flächendichte:

$$\sigma_s \neq L T^{-2} \text{ (wie Bahnbeschleunigung),}$$

$$\sigma_d \neq T = \sigma_s \cdot (L/T)^{-1} \text{ (eine Zeit).}$$

Stromstärke:

$$J_s \neq L^3 T^{-3} \text{ (dreifache Geschwindigkeitsdimension, oder wie Quotient aus Masse und Zeit),}$$

$J_d \neq L^2 T^{-2} = J_s \cdot (L/T)^{-1}$ (zweifache Geschwindigkeitsdimension, oder wie Quotient aus Masse und Länge).

Electrisches Potential:

$V_s \neq L^2 T^{-2}$ (zweifache Geschwindigkeitsdimension),

$V_d \neq L^3 T^{-3} = V_s \cdot (L/T)^{-1}$ (dreifache Geschwindigkeitsdimension).

Electrischer Leitungswiderstand:

$R_s \neq L^{-1} T$ (reciproke Geschwindigkeit),

$R_d \neq L T^{-1} = R_s \cdot (L/T)^2$ (Geschwindigkeit).

Capacität:

$C_s \neq L$ (Länge),

$C_d \neq L^{-1} T^2 = C_s \cdot (L/T)^{-2}$

Magnetismusmenge oder Polstärke¹⁾:

$\omega_s \neq L^2 T^{-1}$ (wie Diffusionscoefficient),

$\omega_d \neq L^3 T^{-2} = \omega_s \cdot (L/T)^{+1} = E_s$ (wie Capillaritätscoefficient).

Magnetisches Moment oder Stabmagnetismus:

$\mu_s \neq L^3 T^{-1}$,

$\mu_d \neq L^4 T^{-2} = \mu_s \cdot (L/T)^{+1}$.

Magnetisches Potential:

$V'_s \neq L^3 T^{-3}$ (dreifache Geschwindigkeitsdimension oder wie Masse durch Zeit),

$V'_d \neq L^2 T^{-2} = V'_s \cdot (L/T)^{-1}$ (zweifache Geschwindigkeitsdimension).

Magnetisches Feld, auch Horizontalcomponente des Erdmagnetismus:

$H_s \neq L^2 T^{-3}$ (wie innerer Wärmeleitungscoefficient oder Reibungscoefficient),

$H_d \neq L T^{-2} = H_s \cdot (L/T)^{-1}$ (wie Bahnbeschleunigung).

In vorstehender Zusammenstellung ist der bekannte Satz hervorgehoben, dass das Verhältniss des electrostatischen und des electrodynamischen Maasses derselben Grösse eine Potenz

1) Clausius findet die Dimension anders (Wied. Ann. 16. p. 539. 1881.) Demgemäss wäre $\omega_s \neq L^4 T^{-3}$ und ω_d wie oben.

einer Geschwindigkeit ist, — welche Clausius die kritische Geschwindigkeit nennt.

Die meisten Autoren begnügen sich, anzugeben, in welchen Fällen es am bequemsten und damit am empfehlenswerthesten sei, das eine oder das andere Maasssystem zu gebrauchen. Fleeming Jenkin¹⁾ aber fügt dem noch zu, diese doppelte Art zu messen, führe keine grössere Misslichkeit oder Unzukömmlichkeit (inconvenience) mit sich, als der Gebrauch von Kette, Ruthe, Faden, Knoten in Feldmessung und Schifffahrt gegenüber den Zollen, Fussen, Metern in Maschinenbeschreibung u. s. w., oder als die Flächengrössenangabe bald nach Acker, Tagwerk, Morgen, Joch u. s. w., bald nach Quadratcentimeter u. a. Dieser Meinung kann ich jedoch nicht beistimmen. Denn Kette, Ruthe, Faden, Knoten, Meile, Zoll, Meter u. s. f. sind lauter Grössen derselben Dimension, nämlich einfach Längen, die Angaben nach einer Einheit werden durch Multiplication mit einer reinen Zahl sofort in Angaben nach der anderen Einheit umgewandelt. Ebenso haben die verschiedenen Flächenmaasse genau die gleiche Dimension, die doppelte einer Länge. Das landwirthschaftliche Flächenmaass Tagwerk ist, wörtlich genommen, eine Arbeitsgrösse im Verhältniss zu einer Zeit, und ähnlich ist Joch zu verstehen; ein Tagwerk oder ein Morgen Fläche kann gerade während eines Arbeitstages oder an einem Morgen in gewöhnlicher Art landwirthschaftlich bearbeitet (z. B. gepflügt) werden, ein Joch gerade von einem Gespanne (Joche) Ochsen binnen eines Arbeitstages bearbeitet werden. Es kommen im täglichen Gebrauche noch manche Maassangaben vor, welche wörtlich genommen Unsinn aussagen. So, wenn man die Entfernung zweier Orte durch eine Zeitangabe, eine Stunde z. B., ausdrückt; das Verständniss ist leicht: gemeint ist, die Entfernung (Länge) könne von einem Fussgänger mit mittlerer Geschwindigkeit in Zeit einer Stunde zurückgelegt werden. Aehnlich liegen stillschweigende Voraussetzungen unter, wenn man die Menge eines Bekleidungsstoffes durch eine Länge ausdrückt. Es genügt die Angabe

1) Fleeming Jenkin, Textbook of electricity. 4. Ausg. p. 108. 1878.

soviel Meter oder Ellen, wenn es überhaupt nur auf den Flächeninhalt ankommt, die Form als Rechteck vorausgesetzt wird und die Breite bekannt ist. Aber durchaus nicht so einfach ist es zu verstehen, dass und wie eine und dieselbe electricische oder magnetische Grösse durch Multipla artverschiedener Einheiten ausgedrückt werden könne.

Nach meinem Dafürhalten besteht geradezu Widerspruch zwischen dem electrostatischen und dem electrodynamischen Maasssysteme. Eine Stromstärke z. B. kann nicht gleichberechtigt durch das Quadrat einer Geschwindigkeit (electrodynamisch) und durch den Cubus einer Geschwindigkeit (electrostatisch) dargestellt werden.

Beide Maasssysteme nehmen ihren Ausgang von Erscheinungen, welche man die Grundphänomene der Electricitätslehre und des Magnetismus zu nennen pflegt, und für welche man ein dem Newton'schen Gravitationsgesetze ähnliches Gesetz gelten lässt. Man definiert Einheit der Electricitäts-(Magnetismus-)Menge jene, die auf die gleich grosse Menge aus der Entfernungseinheit die Krafteinheit ausübe.

Ist man aber berechtigt, die fraglichen Erscheinungen so zu deuten, als sei die Wirkung zweier Mengen Electricität (oder Magnetismus), die dem Entfernungsquadrat verkehrt proportional ist, eine Kraft, in dem Sinne und von der Dimension, wie in der Mechanik, z. B. wie die Gravitationsanziehung? Ist diese Wirkung einer bewegenden Kraft $\neq L^4 T^{-4}$ oder ist sie einer Beschleunigung $L T^{-2}$ gleichzusetzen? Da man von diesen Auffassungen der sogenannten Grundphänomene ausgehend zu widersprechenden Ergebnissen geführt wird, so können nicht beide Auffassungen zulässig sein (vielleicht keine).

Man kann sich ein Electricitätsquantum in einem unendlich kleinen Raume (Punkt) denken, und zwar entweder positiver oder negativer Art. Es ist aber zu bedenken, dass wenn sich zwei electricische Körper einander nahe treten (ob gross im Volumen oder klein oder unendlich klein, ändert nichts wesentlich), eine Influenz oder Induction eintritt, d. h. nach gewöhnlicher Sprechweise eine andere Vertheilung der Electricität, Aenderung der localen Dichte der

Electricität. Also besteht nicht die ganze Wirkung der zwei Electricitätsmengen auf einander in einer ponderomotorischen Anziehung oder Abstossung. Zu erinnern ist noch, dass bei Festsetzung der Electricitätsmengeneinheit in der gewöhnlichen Art Rücksicht auf das Dielectricum zu nehmen ist; die oben angeführte Definition müsste streng genommen dadurch ergänzt werden, dass man ein bestimmtes Zwischenmittel angibt, z. B. Luft im Normalzustande oder etwa sogenanntes Vacuum.

Man pflegt sich auch eine Quantität positiven oder negativen Magnetismus in einem unendlich kleinen Raume zu denken, das ist aber wohl eine zu weit gehende Abstraction, da es keine unipolaren Magnete gibt, beide hypothetisch entgegengesetzte Magnetismen stets zusammen vorkommen, während allerdings ein electrischer Körper jeweils nach einer Art electricisirt ist, anders ausgedrückt jeweils nur positiv oder nur negativ electrische Eigenschaft besitzt. Auch Magnete (oder Pole) üben Induction auf einander aus, d. h. bei Nähe der Pole oder Magnete wird der magnetische Zustand oder die magnetische Anordnung geändert, die Wirkung der zwei Magnete oder Pole auf einander ist durch die ponderomotorische Anziehung (oder Abstossung) noch nicht vollständig beschrieben. Dass auch die ponderomotorische Wirkung zweier Magnetpole auf einander von der Zwischensubstanz, davon ob und wie stark diese diamagnetisch ist, bedingt wird, dass in die übliche Definition der Polstärkeneinheit, also die Angaben des Zwischenmittels (des Diamagneticums) eingehen müsste, darf in Erinnerung gebracht werden.

Um in die Maassangaben electrischer und magnetischer Grössen mehr Klarheit zu bringen, scheint es mir zweckmässig, nicht von den für die Auffassung (auch für das Experiment) nicht genügend einfachen sogenannten Grunderscheinungen auszugehen, sondern von unbestrittenen und einfacheren Vorgängen. Ein tauglich scheinender Satz ist jener, der die vollständige Umsetzbarkeit der ganzen Stromarbeit in eine Wärmemenge (Energie oder mechanische Arbeit) ausspricht. Bezeichnet J die Stromstärke, V die electro-

motorische Kraft oder einen Potentialunterschied, t die Stromdauer, Q eine Wärmemenge, so ist bekanntlich $VJt = Q$. Da nun $Q \neq L^5 T^{-4}$, so findet man:

$$VJ \neq L^5 T^{-5}.$$

Könnte man noch die Dimension von V/J angeben, so wäre die Dimensionsermittlung aller electricischer und magnetischer Grössen — der letzteren mit Hülfe des Satzes von der Aequivalenz eines Magnets mit einem zu seiner Axe rechtwinkeligen Kreisstrome leicht. Nun ist nach dem Ohm'schen Gesetze V/J ein Leitungswiderstand R . Gerade in der Dimensionsbestimmung des Leitungswiderstandes nach electrostatischem und electrodynamischem Maass zeigt sich ein auffälliger Widerspruch; nach dem ersten Maasssysteme ist der Widerstand einer umgekehrten Geschwindigkeit gleichwerthig oder proportional, nach dem zweiten aber einer Geschwindigkeit selbst.

Schon vor langer Zeit wurde der Leitungswiderstand als eine Verzögerung der Entladung, als eine umgekehrte Geschwindigkeit aufgefasst. Die schönen Untersuchungen von Riess¹⁾ stellen die Identität von Leitungswiderstand und Verzögerungswerth fest. Mit je kleinerer Geschwindigkeit die electricische Ausgleichung oder die Ausbreitung eines electricischen Zustandes durch einen Körper erfolgt, desto grösser ist dessen Leitungswiderstand (wie das electrostatische System aussagt), nicht desto kleiner (wie wegen directer Proportionalität mit Geschwindigkeit im electrodynamischen Maasssysteme behauptet wird). Nach Analogie des Reibungswiderstandes u. s. w. kann man, wie mir scheint, unbedenklich den Leitungswiderstand einer Geschwindigkeit verkehrt proportional nehmen, oder $R \neq L^{-1} T$. Dieses angenommen oder zugegeben, folgt aus:

$$VJ \neq L^5 T^{-5} \quad \text{und:} \quad \frac{V}{J} \neq L^{-1} T,$$

$$\text{dass:} \quad J \pm L^3 T^{-3} \quad \text{und:} \quad V \neq L^2 T^{-2}.$$

Das steht im Einklange mit den Angaben des electrostatischen Maasssystems. Definirt man die Einheit der

1) Riess, „Lehre von der Reibungselectricität“ 1. p. 26. 1853.

Electricitätsmenge als jene, die während der Zeiteinheit in einem Strome von der Stärke Eins durch den Querschnitt des Leiters geht, so erhält man, unter Zuziehung des Satzes von der Aequivalenz eines Magnets und eines Kreisstromes, für alle electrischen und magnetischen Grössen die Dimension ganz übereinstimmend mit dem electrostatischen Maasssysteme.

Dieses verdient meines Erachtens auch noch aus anderen Gründen den Vorzug vor dem electromagnetischen. Nach ihm wird nämlich die Volumendichte der Electricität $\neq T^{-2}$, gerade wie die Massendichte oder das Maass der stofflichen Raumerfüllung, während das electrodynamische System zu dem unvorstellbaren Ausdrucke $\rho_d \neq L^{-1} T^{-1}$ führt, der keine Analogie mit jenem unbezweifelten für die Stoffdichte bietet.

Ferner kann man sich eine Capacität wohl vorstellen als eine Flächenausdehnung im Verhältniss zu einem Abstände, d. h. also $\neq (L^2:L)$ oder $\neq L$. So wird die Capacitätsdimension auch im electrostatischen Maasssysteme gefunden; unter $C_d \neq L^{-1} T^{-2}$ kann ich mir hingegen nichts vorstellen.

Die Dimension einer Electricitätsmenge $L^3 T^{-2}$, wie sie gefunden wird, wenn man ausgeht von der Aequivalenz von $J V t$ mit einer Arbeit und der Gleichwerthigkeit eines Leitungswiderstandes mit einer umgekehrten Geschwindigkeit, gibt $(E_1 E_2)/l^2 \neq L^4 T^{-4}$, führt also zur Dimension einer bewegenden Kraft oder eines Gewichts für die Wirkung zweier Electricitätsmengen auf einander. In dem hier vertretenen, mit dem electrostatischen zusammenfallenden Maasssysteme ist die Dimension einer Polstärke oder Magnetismenge $w \neq L^2 T^{-1}$, und das gibt $(w_1 w_2)/l^2 \neq L^2 T^{-2}$, führt also zur Dimension eines Geschwindigkeitsquadrats oder einer Temperatur.¹⁾ Was man sich darunter etwa vorstellen könnte, will ich hier nicht ausführen, sondern nur daran erinnern, dass der Begriff einer Magnetismusmenge, d. h. eines

1) Nimmt man das electrostatische Maass der Magnetismusmenge in Uebereinstimmung mit Clausius, so liefert $(w_1 w_2)/l^2 \neq L^3 T^{-6}$, das ist die sechsfache Dimension einer Geschwindigkeit.

unipolaren Magnets von verschwindend kleinen Abmessungen hinsichtlich der Zulässigkeit Bedenken erregt.

Nach Vorstehendem, dem sich noch manches in gleicher Richtung gehende anfügen lässt, halte ich dafür, das sogenannte electrostatische Maass sei das allein zulässige, das sogenannte electrodynamische oder electromagnetische aber sei zu verlassen.

P. Volkmann verallgemeinert den Begriff der Masse als Maass für die Quantität des Trägers der Wirkung und fasst ponderable, electriche und magnetische Mengen, ebenso Stromintensitäten einfach als Massen.¹⁾ Dadurch kommt er natürlich zu Dimensionsangaben, die wesentlich verschieden von den bisherigen sind. Man kann dieses System prüfen an der Homogenität der Gleichung $VJt = Q$. Da aber nach Volkmann:

$$(\dim V) = [m l^2 t^{-2}], \quad (\dim J) = [m], \quad (\dim t) = [t],$$

so ergibt sich $(\dim VJt) = [m^2 l^2 t^{-1}]$. Hingegen ist auch bei Volkmann: $(\dim Q) = [m l^2 t^{-2}]$, also entschiedener Widerspruch vorhanden.

Aschaffenburg, 20. September 1882.

XIII. Zur Rechtfertigung der von R. Kohlrausch bei seinen Untersuchungen über Contactelectricität angewandten Methode; von E. Gerland.

Bei den mannigfachen Arbeiten, welche der vor kurzem neu entfachte Streit über die grössere Berechtigung der Contact- oder chemischen Theorie hervorgerufen hat, sind namentlich von Exner²⁾ und von Zahn³⁾ die Untersuchungen R. Kohlrausch's und meine eigenen über diesen Gegen-

1) Volkmann, Wied. Ann. 16. p. 481. 1882.

2) Exner, Wien. Ber. 82. II. Abth. p. 376 und 80. II. Abth. Dec.-Heft 1879.

3) Dr. W. v. Zahn, Untersuchungen über die Contactelectricität. Leipzig 1882.