

J. MEYER

"Vervollständigung der Maxwellgleichungen"

Die Maxwell'schen Gleichungen sind oberster "Arbeitgeber" der Elektromagnetischen Tiefenforschung. Obwohl sie von uns im allgemeinen nur in beschränktem Umfang (nämlich unter Vernachlässigung der Verschiebungsströme) benutzt werden, ist es einem besseren Selbstverständnis der Tiefenforscher dienlich, einmal die "Scheuklappen" vor einer möglichen Erweiterung der Maxwell'schen Gleichungen abzulegen und nach deren Stellenwert innerhalb der Gesamtphysik (unter Einbeziehung des Gravitationsfeldes) zu fragen.

These: Die Maxwell'schen Gleichungen beschreiben nur eine zweidimensionale Projektion einer in Wirklichkeit stets dreidimensionalen Physik. (Der Begriff "Dimension" ist hierbei im physikalischen Sinne gemeint).

Begründung. Zur Herleitung wird ausgegangen von der Kontinuitätsgleichung der Mechanik:

$$\dot{m} + \operatorname{div} j_m = 0 \quad (1).$$

(m = Massendichte bzw. Materiedichte;
 j_m = Massenstromdichte).

Sie drückt die Erhaltung der Masse aus; d.h. sie besagt, daß die Massen- bzw. Materiedichte an einem Ort sich nur in Verbindung mit einem Massenstrom ändern kann.

Aber: Aufgrund der Äquivalenz von Masse bzw. Materie und Energie kann die Massendichte auch dadurch abnehmen, daß Energie abgestrahlt wird oder auf irgendeine andere Weise abfließt. Daraus folgt eine notwendige Erweiterung der Gl. (1) zur Kontinuitätsgleichung der allgemeinen Dynamik:

$$\dot{m} + \operatorname{div} (j_m + \mathcal{J}) = 0, \quad (2)$$

wobei $\mathcal{J} = \mathcal{E} \times \mathcal{H}$ der Poynting-Vektor der Energiestromdichte bei Strahlung ist und j_m jetzt verallgemeinert die Stromdichte der anderweitig transportierten Substanz (als Oberbegriff für Materie und Energie). Gemeinsame Einheit für beide Substanzformen, Materie und Energie, ist in dieser Schreibweise die Energie-Einheit. (Dabei genügt hier noch die qualitative Äquiva-

lenz von Materie und Energie. Die genaue Form des Äquivalenzgesetzes wird hier zunächst noch gar nicht benötigt).

Drückt man nun - analog zur Elektrodynamik (Ladungsdichte $\rho = \text{div } \mathcal{A}$) - die Massendichte m als Quelle eines Gravitationsfeldes aus durch die Divergenz eines Vektorfeldes \mathcal{P} ,

$$m = - \text{div } \mathcal{P}, \quad (3)$$

so läßt sich die Kontinuitätsgleichung (2) ableiten aus

$$-\dot{\mathcal{P}} + j_m + \mathcal{E} \times \mathcal{H} = 0. \quad (4)$$

Diese Gleichung bildet zusammen mit den unveränderten Maxwell-Gleichungen das Grundgleichungssystem der allgemeinen Dynamik (= Verschmelzung von Elektrodynamik und Mechanik):

$$\left. \begin{aligned} \nabla \times \mathcal{H} &= \dot{\mathcal{A}} + j_e \\ \mathcal{E} \times \mathcal{H} &= \dot{\mathcal{P}} - j_m \\ \nabla \times \mathcal{E} &= -\dot{\mathcal{A}} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Das Gleichungssystem entkoppelt sich (Maxwellsche Gleichungen und Kontinuitätsgleichung der Mechanik sowie Poyntingscher Satz) in dem Maße, wie die wechselseitige Beziehung zwischen Elektrodynamik und Mechanik (Trägheit und Schwere der Energie) vernachlässigt wird. Werden $\dot{\mathcal{P}}$ und der Materiestrom gleich Null gesetzt, verbleibt die klassische Elektrodynamik (ruhender Körper). Andererseits: Verschwindet neben der Energiestrahlung und =strömung auch der Materiestrom ($\mathcal{E} \times \mathcal{H} = 0$ und $j_m = 0$), so läßt sich aus der zweiten der Gl. (5), die sich dann zu $\dot{\mathcal{P}} = 0$ reduziert, die Statik entwickeln (analog wie aus $\dot{\mathcal{A}} = 0$ die Elektrostatik).

Zur Behandlung der freien Ausbreitung der Felder \mathcal{E} , \mathcal{H} , \mathcal{P} werden die Stromdichten j_e und j_m gleich Null gesetzt, und aus dem verbleibenden System folgt (mit $\mathcal{D} = \epsilon_0 \mathcal{E}$ und $\mathcal{G} = \mu_0 \mathcal{H}$) die Wellengleichung für \mathcal{E} , \mathcal{H} , $\dot{\mathcal{P}}$:

$$\Delta X = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 X}{\partial t^2} \quad \text{mit } X = \mathcal{E}, \mathcal{H} \text{ oder } \dot{\mathcal{P}} \quad (6)$$

(c = Lichtgeschwindigkeit).

Dies bedeutet: Jede elektromagnetische Welle, d.h. \mathcal{E} - und \mathcal{H} -Welle, ist untrennbar mit einer $\dot{\mathcal{P}}$ -Welle verbunden, d.h. mit einer wellenförmigen Änderung des Gravitationsfeldes. Der Ver-

schmelzung von Elektrodynamik und Mechanik entspricht die Verschmelzung der elektromagnetischen Welle mit einer Gravitationswelle zur gravito-elektromagnetischen Welle. ξ , ζ und $\dot{\varphi}$ bilden in dieser Reihenfolge an jeder Stelle und zu jeder Zeit ein rechtshändiges Orthogonalsystem, das sich mit Lichtgeschwindigkeit in Richtung von $\dot{\varphi}$ bewegt.

Anschaulich ist das ohne weiteres plausibel, wenn man etwa an das Modell der völligen Zerstrahlung eines Massequantums in eine kugelförmige Lichtwelle denkt. (Jede Lichtkugel entspricht letztlich einem bestimmten Substanzverlust der Lichtquelle im Zentrum). Außerhalb der Lichtkugel herrscht - gemäß der Potentialtheorie - das alte, ungeänderte Gravitationsfeld, so als ob die gesamte Substanz der Lichtwelle weiterhin im Zentrum vereinigt wäre. Innerhalb der Lichtkugel dagegen herrscht - wiederum gemäß der Potentialtheorie - ein konstantes Potential, mithin überhaupt kein Gravitationsfeld mehr. Folglich verschwindet in diesem Modell das Gravitationsfeld jeweils beim Durchgang der Lichtwelle. Bei makroskopischen Lichtquellen verschwindet natürlich nicht das gesamte Gravitationsfeld. Es kommt beim Durchgang der Lichtwelle lediglich zu einer Änderung $\dot{\varphi}$ des Gravitationsfeldes, entsprechend dem Substanzverlust der Quelle bei Aussendung der Welle. Diese Änderung ist zwar nur relativ klein, darf aber im Rahmen der allgemeinen Dynamik keineswegs mehr - wie in der klassischen Elektrodynamik - vernachlässigt werden. Man beachte: Die untrennbare Verbindung der elektromagnetischen Welle mit einer wellenförmigen Änderung des Gravitationsfeldes der Quelle entspricht genau der alten Faradayschen Vorstellung von der Lichtausbreitung als "vibrations in the lines of force of the light source matter".

Wenn die zeitliche Änderung des Gravitationsfeldes hervorgerufen wird durch einen mit der Geschwindigkeit v bewegten Körper, so erhält man eine $\dot{\varphi}$ -Welle (Gravitationswelle), deren Phasengeschwindigkeit u verknüpft ist mit v in der Form

$$u \cdot v = c^2. \quad (7)$$

Es ist dies die gleiche Beziehung, wie sie für die Phasengeschwindigkeit der dem bewegten Körper zugeordneten Materiewelle gilt. Hieraus schließe ich (ähnlich wie seinerzeit Maxwell hinsichtlich der Natur der Lichtwellen), daß Materiewellen physikalisch

identisch sind mit Gravitationswellen: Ein bewegter Körper ist keine (Materie-) Welle, sondern ist mit einer (Gravitations-) Welle verbunden, genauer mit einer wellenförmigen Wechselwirkung des eigenen Gravitationsfeldes mit dem (im allgemeinen stärkeren) Gravitationsfeld, gegen das der Körper sich bewegt.

Der Elektromagnetischen Tiefenforschung soll dieser Ausblick über das engere Arbeitsgebiet hinaus keineswegs eine neue Zielsetzung geben, sondern lediglich eine Erinnerung sein, daß bei allen ein- und zweidimensionalen Problemen die Wirklichkeit letztlich doch dreidimensional ist.