

Das elektromagnetische Feld ist eine bemerkenswerte Ausnahme. Bevor die spezielle Relativitätstheorie die Erkenntnis brachte, daß es nicht notwendig ist, die Natur mechanisch zu deuten, bemühten sich die Physiker sehr, den Nachweis für die mechanische Natur des Strahlungsfeldes zu führen. Nachdem man erkannt hatte, daß zur Ausbreitung der Lichtwellen kein „Äther“ nötig ist, war es viel leichter, dieselbe Annahme zu machen, als die Welleneigenschaften des Elektrons beobachtet wurden und zur Einführung eines neuen Feldes $\psi(x)$ anregten. Es gibt keinen Beweis für einen Äther, der der Ausbreitung der Elektronenwelle $\psi(x, t)$ zugrunde liegt. Jedoch ist es eine starke und weitreichende Extrapolation unseres gegenwärtigen experimentellen Wissens anzunehmen, daß die Wellenbeschreibung, die für Systeme atomarer Größenordnung ($\approx 10^{-8}$ cm) erfolgreich war, auf unendlich viele Größenordnungen kleinere Systeme (z. B. solche mit Abständen kleiner als dem Kerndurchmesser $\approx 10^{-13}$ cm) verallgemeinert werden darf.

In der relativistischen Quantenmechanik hatten wir gesehen, daß die Annahme, daß eine Feldbeschreibung bis zu beliebig kleinen Raum-Zeit-Intervallen hin möglich ist, bei der Störungstheorie zu divergenten Ausdrücken für die Elektronenselbstenergie und die „nackte Ladung“ führt. Durch die Renormierungstheorie wurden diese Divergenzschwierigkeiten zwar beseitigt, was ein Zeichen für das Versagen der Störungstheorie sein dürfte. Aber im großen und ganzen hat man das Gefühl, daß diese Divergenzen symptomatisch sind für ein chronisches Versagen der Theorie für kleine Abstände.

Wir könnten fragen, warum sind dann lokale Feldtheorien, d. h. Theorien von Feldern, deren Wellenausbreitung durch lineare Differentialgleichungen beschrieben werden können, so ausgiebig benutzt und akzeptiert worden? Es gibt verschiedene Gründe dafür, einschließlich des wichtigen, daß mit ihrer Hilfe auf einem großen Gebiet Übereinstimmung mit den Beobachtungen erreicht wurde, wofür Beispiele schon bei den Diskussionen des ersten Bandes gegeben wurden. Aber der wesentliche Grund ist einfach der: es existiert keine überzeugende Theorie, die ohne Differentialgleichungen für das Feld auskommt.

Eine Theorie für die Wechselwirkung relativistischer Teilchen ist notwendigerweise mathematisch sehr kompliziert. Wegen der Existenz von Teilchenerzeugungs- und -vernichtungsprozessen ist sie von vornherein eine Theorie für ein Vielteilchenproblem. Zur Zeit kann man nur näherungsweise Lösungen dieses Problems angeben, und deswegen sind die Aussagen aller dieser Theorien unvollständig und nicht eindeutig.

Angesichts dieser Situation erscheint es am vernünftigsten, bei der Entwicklung neuer Theorien diejenigen allgemeiner Prinzipien beizubehalten,