M — F

SS 2002

1. „Klassische“ Feldtheorie

1.1	Einleitung	M+E L–isch, Q H–isch, QFT L–isch : direkter Weg? L–Vorzüge
1.2	Re: Mechanik	Koordinaten–, Eich– und Lorentz–Invarianz, $S_{\text{rel. mechanisch}}$
1.3	Re: Elektrodyn.	S_{em} per Aufleiten. Felder–Bewegungsgleichung
1.4	M ∪ E	$L_{\text{int}}^{\text{em}} = L_{\text{int}}^{\text{mech.}}$ und S der mechanisch–elektromagnetischen Welt
1.5	Re: Quantenm.	Postulate–SB, Prinzip der lokalen Eichinv., „Blinde“ finden Maxwell
1.6	Dirac–Gleichung	Quasi–Herleitung, Clifford, j^μ , $\pm$–Spektrum, Dirac mit Feld, SB
1.7	QED „klassisch“	S_{Dirac} per Aufleiten, Eich– u. Lorentz–Invarianz, $\mathcal{L}_{\text{QED}}$
1.8	QCD „klassisch“	Nicht–abelsche Umeichung, SU(N)–SB, Gluonen, $F^a_{\mu\nu}$, $\mathcal{L}_{\text{QCD}}$
1.9	Mehr $\mathcal{L}$'s	SB, Wechselwirkungen, höchste Feldpotenz, $c \to \infty$ an $(\partial_\mu \phi^*)\partial^\mu \phi$

2. Funktionalintegral

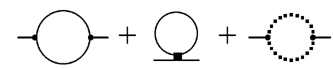
2.1	Quantenfelder	$\psi \to \Psi$ per Darst.wechsel, $\underline{\text{B 1,2}}$, $\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v}$, $\vec{A}(x) \curvearrowleft \int (E^2 + B^2) = \sum_{\text{Oszi}}$
2.2	G_n's wozu ?	f. Streuquerschnitte (grob), in FK, Vorbereitungen z. 1D Oszillator
2.3	Feynman prescr.	G_2^0 (1D Oszi), iG_2^0 ist Green, ε–Einbau, $\widetilde{G}_2^0$, Pole, $\widetilde{G}_2^{0\,\text{kausal}} \sim [x^{H_0}, x]$
2.4	Response funct.	Volles H, Antwort $\langle x \rangle_\bullet$ auf Störung $-mxf(t)$ gibt $\chi = iG_2^{\text{kausal}}$
2.5	Spektraldarst.	$\widetilde{\chi}(\omega) = \int dx \, \frac{\text{A}(x)}{x - \omega - i\varepsilon}$. Unter $\omega + i\varepsilon\omega \to \omega + i\varepsilon$ wird $i\widetilde{G}_2(\omega)$ zu $\widetilde{\chi}(\omega)$
2.6	Feynman-Kac	$G_2 \to$ Kern von $U \to \int \mathcal{D}a$. $\delta_{j(t)}$ und G_2-Störungsreihe in geschlos–sener Form. $\delta_{\widetilde{j}(\omega)}$ und wie funktionalisch G_2^0 wieder herauskommt
2.7	Erzeugendes F.	$G_n = \left[(\frac{1}{i}\delta_{j(x_1)}) \dots (\ _n) W \right]_{j \equiv 0}$, $W = \frac{1}{c} \int \mathcal{D}\phi \, e^{i \int d^4x \, (\mathcal{L} + j\phi)}$, $\underline{\text{F 1}} - \underline{\text{F 9}}$
2.8	$\Re = i \int \mathcal{L}_{\text{int}}(\delta_j)$	$\widetilde{\widetilde{G}}_n = \frac{1}{c'} \left[\mathcal{Q}_1 \dots \mathcal{Q}_n \, e^{\Re} \, W_0[\widetilde{j}] \right]_{\widetilde{j} \equiv 0}$, $c' = \left[e^{\Re} \, W_0[\widetilde{j}] \right]_{\widetilde{j} \equiv 0}$. Das Graphengebirge liegt unter uns.

3. Diagramme

3.1	ϕ^4 und Regeln	— und $\times$, G_2 bis *setting sun*, Selbstenergie, $[\, W_0, \delta_j \,]$, Regeln-SB
3.2	Wolken-Theoreme	c'–Kürzung. Funktional $V = \ln(W^{\text{wolkenlos}})$ der *connected Green's*
3.3	Blick auf QED	Regeln, *covariant gauges*, $W[J^\mu, \eta, \overline{\eta}] = e^{i \int \mathcal{L}_{\text{int}}(\delta)} \, W_0[J^\mu] \cdot W_0[\eta, \overline{\eta}] \cdot ?$
3.4	Grassmann	$\theta\eta = -\eta\theta$, … , $\prod_{j=1}^N \int d\eta_j d\theta_j \; e^{\vec{\theta} M \vec{\eta}} = \det(M)$, why $(-1)^{\#\,\text{F.–loops}}$
3.5	Faddejev–Popov	Die 1 und das *volume* $\int \mathcal{D}U$, Eichfix, FP–Determinante und Geister
3.6	Regeln der QCD	SB mit den diagrammatischen Details der Hoch–Temperatur–QCD

4. Gluon–Hohlraumstrahlung

Um QCD zu verstehen, sucht man verzweifelt nach einem kleinen Parameter ($D \to 0$ ⚡, $1/N_{\text{color}} \to 0$ ⚡), zu dem sie lösbar wird: β !! Zu $T \to \infty$ wird die *running* Kopplung g klein ($g^2 = \frac{16\pi^2}{(11 - \frac{2}{3}N_f) \ln(\frac{Q^2}{\Lambda^2})}$) und diagrammatische Störungsrechnung sinnvoll. Das nicht–abelsche Mysterium bleibt bestehen, wenn man modellhaft die quarks wegläßt (wie die e^+, e^- bei Photon–Hohlr.strahlung). Sooo ein einfaches (!?) System: $\mathcal{L} = -\frac{1}{2}\text{Sp}(F^2)$. Eigenschwingungen ($\omega(\vec{q}\,)$'s) der Gluonensuppe folgen aus $G(i\omega_n \to \omega + i\varepsilon, \vec{q}\,) = \infty$ ($\omega_n = 2\pi n T$ [Matsubara]) und G aus

$G^{\mu\nu} = - + -[\,]- + -[\,]-[\,]- + \dots = \frac{B^{\mu\nu}}{Q^2 - \Pi_\ell(Q)} + \dots$ mit $[\,] =$ 
und so weiter und so weiter und so weiter.

(hschulz@itp.uni-hannover.de)