

# Teilchenmetaphysik

Zur Realitätsauffassung in  
Wissenschaftsphilosophie  
und Mikrophysik

von  
Dr. Dr. Brigitte Falkenburg  
Universität Konstanz



**Wissenschaftsverlag**  
Mannheim · Leipzig · Wien · Zürich

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>1 Zum Inhalt der Realismus-Debatte</b>	<b>9</b>
1.1 Die Abgrenzung der Empirie gegen die Metaphysik . . .	12
1.2 Empiristisch orientierte Grenzziehungen . . . . .	19
1.3 Plädoyer für einen differenzierteren Realitätsbegriff . . .	27
1.4 Realismus-Debatte und Quantentheorie . . . . .	34
1.5 Die Metaphysik in der Physik . . . . .	40
1.6 ‚Ontologie‘ — eine Begriffsklärung . . . . .	44
<b>2 Die experimentelle Erweiterung der Wirklichkeit</b>	<b>47</b>
2.1 Sind die Entitäten der neueren Teilchenphysik Konstrukte?	48
2.2 Experimentieren als Handlung . . . . .	52
2.3 Die experimentelle Erzeugung von Phänomenen . . . . .	59
2.4 Ein generalisierter Beobachtungsbegriff . . . . .	66
2.5 Die empiristische Skepsis gegen theoretische Entitäten . .	70
2.6 Zum empirischen Gehalt von Theorien . . . . .	77
<b>3 Beobachtung und Messung in der Teilchenphysik</b>	<b>92</b>
3.1 Zwei Bedeutungen von ‚Teilchen‘ . . . . .	93
3.2 Bedingungen für den Nachweis von Teilchen, demonstriert am Elektron und am Photon . . . . .	96
3.3 Die Theoretisierung der Beobachtungsbasis: Ortsmessungen, Teilchenspuren, Streueignisse, Resonanzen . . . . .	105
3.4 Die Spur des Positrons . . . . .	119
3.5 Teilchenidentifikation und Quantenelektrodynamik . . . .	126
3.6 Gibt es Teilchen? . . . . .	131
<b>4 Die räumliche Deutung subatomarer Strukturen</b>	<b>140</b>
4.1 Rutherford-Streuung und Skaleninvarianz . . . . .	143
4.2 Strukturlosigkeit und Punktförmigkeit . . . . .	149
4.3 Formfaktoren I: Klassische Definition der Struktur von Streuzentren . . . . .	152
4.4 Formfaktoren II: Relativistische Verallgemeinerungen . .	158
4.5 Die Analogie mit dem optischen Mikroskop . . . . .	167
4.6 Was sieht man mit dem Teilchenbeschleuniger? . . . . .	172

<b>5</b>	<b>Messung und die Einheit von Mikro- und Makrophysik</b>	<b>178</b>
5.1	Eine heterogene Meßtheorie . . . . .	180
5.2	Heterogenität, Redundanz und Kohärenz . . . . .	186
5.3	Quantentheoretische Gesetze in einer klassischen Meßtheorie . . . . .	189
5.4	Einheitsbedingungen der Messung . . . . .	198
5.5	Iteratives Messen und semantische Konsistenz . . . . .	204
5.6	Die konstruktive Funktion metatheoretischer Einheitsannahmen . . . . .	208
<b>6</b>	<b>Die Metamorphosen des Teilchenkonzepts</b>	<b>211</b>
6.1	Klassische Teilchen . . . . .	212
6.2	Der Bedeutungswandel im Teilchenkonzept . . . . .	216
6.3	Theoriespezifische Bedeutungen von ‚Teilchen‘ . . . . .	224
6.4	Ein theorieübergreifender Generalisierungsversuch . . . . .	233
6.5	Schwierigkeiten mit der Nicht-Lokalität . . . . .	241
6.6	Die Ursache von Teilchenspuren . . . . .	253
<b>7</b>	<b>Die Teile der Materie</b>	<b>265</b>
7.1	Zur traditionellen Atomismus-Diskussion . . . . .	266
7.2	Heisenbergs Kritik am Quark-Modell . . . . .	271
7.3	Dynamisch gebundene Systeme . . . . .	276
7.4	Grenzen der Separierbarkeit . . . . .	284
7.5	Das mereologische Argument für die Existenz von Teilchen . . . . .	290
7.6	Ein vorläufiges Fazit: Realismus-Debatte und Quantentheorie . . . . .	293
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>305</b>
A.1	Zur Definition des Wirkungsquerschnitts . . . . .	305
A.2	Das II-Theorem der Dimensionsanalyse . . . . .	307
A.3	Dimensionsanalyse der Rutherford-Streuung . . . . .	309
A.4	Mereologische Axiome . . . . .	310
<b>B</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>315</b>
<b>C</b>	<b>Namensregister</b>	<b>323</b>