

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
-------------------------	---

Teil I Hintergrund: Die Entwicklung bis ca. 1928

1 Zur Geschichte der Darstellungstheorie	11
1.1 Darstellungstheorie endlicher Gruppen	13
1.1.1 Frobenius	14
1.1.2 Burnside	16
1.1.3 Schur	18
1.2 Darstellungstheorie halbeinfacher Liealgebren und Liegruppen	22
1.2.1 Zur Vorgeschichte: Killing, Study, Cartan	22
1.2.2 Weyl	26
2 Zur Entwicklung der Quantenmechanik	29
2.1 Quanten, Atomstruktur in der alten Quantentheorie	29
2.1.1 Die Quantenhypothese	29
2.1.2 Das Bohr-Sommerfeldsche Atommodell	31
2.1.3 Krisenstimmung	34
2.2 Das Entstehen der neuen Quantenmechanik	36
2.2.1 Matrixmechanik, q-Zahlen, Wellenmechanik, Operator-Kalkül	36
2.2.2 Elektronenspin und relativistische Wellengleichung	39
3 Gruppentheorie und Quantenmechanik bis 1928	43
3.1 Das Auftauchen von Symmetrien bei Heisenberg und Dirac	44
3.2 Das Einbeziehen der Darstellungstheorie und die Eröffnung weiterer Anwendungsmöglichkeiten	45
3.2.1 Wigner	45
3.2.2 Wigner und von Neumann	48
3.2.3 Heitler und London	54
3.2.4 Weyl	56
3.3 Zurückhaltung, Interesse, Skepsis, Ablehnung – zur Rezeption	60

4	Van der Waerdens wissenschaftlicher Werdegang bis 1928	69
4.1	Elternhaus und Jugend	70
4.2	Der Einstieg in die Wissenschaft	73
4.2.1	Studium in Amsterdam (1919–1924)	73
4.2.2	Die erste Publikation: zur Relativitätstheorie (1921)	78
4.3	Promotion und Habilitation (1924–1928)	89
4.3.1	Studium in Göttingen 1924/25 – „a new world opened up“	89
4.3.2	Promotion in Amsterdam	99
4.3.3	Hamburg 1926/7 – „herrlich, mathematisch gesprochen“	100
4.3.4	Habilitation in Göttingen und Assistenz bei Courant 1927/28	103

Teil II Van der Waerdens Einstieg in die Quantenmechanik in Groningen

5	Van der Waerden als Professor in Groningen (1928–1931)	109
5.1	Berufung nach Groningen	109
5.2	Zur Mathematik und Physik in Groningen	112
6	Der Spinorkalkül als Auftragsarbeit für Ehrenfest	117
6.1	Ehrenfests physikalisches Netzwerk in den Niederlanden	117
6.2	Die Leidener Vortragsreihe zur Gruppentheorie in der Quantenmechanik	121
7	Spinorkalkül und Wellengleichung	125
7.1	Der Kontext	126
7.2	Einführung der Spinoren und des Kalküls	129
7.2.1	Entwicklung des Spinorkalküls	130
7.2.2	Darstellungen der Lorentzgruppe in Spinorräumen	131
7.2.3	Objekte der Relativitätstheorie in Spinornotation	133
7.3	Diskussion der relativistischen Wellengleichung	136
7.3.1	Diracs Wellengleichung im Spinorkalkül	136
7.3.2	Alternative Wellengleichungen	138
7.4	Die Bedeutung der Weißschen Arbeit	140
7.5	Erste Reaktionen auf den Spinorkalkül	144
7.5.1	Laporte und Uhlenbeck	144
7.5.2	Ehrenfest	147

Teil III Van der Waerden und seine Leipziger Arbeiten zur Quantenmechanik

8	Van der Waerden als Professor in Leipzig (1931–1945)	153
8.1	Berufung, Kollegen und Lehre	153
8.2	Forschungsbeiträge zur mathematischen Physik – eine Übersicht	155
8.3	Exkurs: Van der Waerden und der Nationalsozialismus	158

9	Überblick zu van der Waerdens Monographie zur gruppentheoretischen Methode in der Quantenmechanik	179
9.1	Entstehungskontexte	179
9.2	Zu Inhalt, Aufbau und Stil	183
10	Darstellungstheorie mittels Gruppen mit Operatoren	191
10.1	Zur Geschichte des Konzepts	191
10.2	Van der Waerdens Einführung in die Darstellungstheorie	194
10.3	Beispiel: Eindeutigkeitssatz	198
10.4	Ein moderner, struktureller Zugang?	202
11	Konstruktion von Darstellungen	207
11.1	Spezielle lineare und unitäre Gruppe, sowie Drehungsgruppe	207
11.2	Infinitesimale Drehungen	214
11.3	Die Lorentzgruppe	219
11.4	Fazit	223
12	Anwendungen der Gruppentheorie in der Quantenmechanik	227
12.1	Die Basis der gruppentheoretischen Methode	228
12.1.1	Weyls Zugang über den Hilbertraum	228
12.1.2	Wigners Konzept der Symmetriegruppe	230
12.1.3	Van der Waerdens allgemeine und strukturelle Darstellung	232
12.2	Quantenzahlen und Auswahlregeln	234
12.2.1	Wigners gruppentheoretischer Ansatz zur Deduktion von Auswahlregeln	235
12.2.2	Die Herleitung von Auswahlregeln bei van der Waerden	237
12.3	Der Spinorkalkül – revisited	239
12.3.1	Einige kleinere Abweichungen zum Vorgehen von 1929	239
12.3.2	Invarianten und invariante Gleichungssysteme	241
12.3.3	Spinoren und die Darstellungen $\mathcal{D}_{JJ'}$	243
12.3.4	Spinraum und innere Quantenzahl j	245
12.3.5	Die relativistische Wellengleichung	248
12.4	Zur Rezeption der gruppentheoretischen Methode	250
13	Zum Umgang mit Slaters gruppenfreier Methode	257
13.1	Slaters gruppenfreie Methoden für Atome mit mehreren Elektronen (1929)	258
13.2	Behandlung durch Weyl und Wigner (1931)	264
13.3	Van der Waerdens Optimierung	267
13.4	Ergebnis	269
14	Molekülspektren	271
14.1	Von der alten Quantentheorie zur beginnenden Quantenchemie	271
14.1.1	Molekülmodelle in der alten Quantentheorie	271
14.1.2	Gruppentheoretische Methoden in der entstehenden Quantenchemie	273

14.2	Van der Waerdens Zusammenfassung zu zweiatomigen Molekülen	283
14.2.1	Zur Motivation	283
14.2.2	Quantitatives und Qualitatives zu Molekülspektren	285
14.2.3	„A convenient survey ...“ – Zur Rezeption	290
14.3	Jahns Doktorarbeit zum Methanmolekül (1935)	291
15	Allgemein-relativistische Spinoren	297
15.1	Diracsche Wellengleichung und allgemeine Relativitätstheorie	297
15.2	Infelds Zusammenarbeit mit van der Waerden	300
15.3	Der allgemein-relativistische Spinorkalkül von Infeld und van der Waerden (1933)	306
15.3.1	Der γ -Formalismus	307
15.3.2	Der ε -Formalismus	315
15.3.3	Verhältnis zwischen γ - und ε -Formalismus	319
15.3.4	Vergleich mit Infelds Artikel von 1932	320
15.4	Zur Rezeption des Kalküls und der Spinoren im allgemeinen	321
15.4.1	Zu van der Waerdens wechselnden Einschätzungen	321
15.4.2	Spinoren in der Mathematik und Physik in den 1930er Jahren	324
16	Rückwirkung auf die Mathematik: Der Casimiroperator	333
16.1	Die Konstruktion des Casimiroperators (1931)	334
16.2	Casimir unter Paulis Einfluss (1931–1933)	338
16.3	Beweis der vollen Reduzibilität halbeinfacher Liegruppen (1935) ..	342
16.4	Weitere Entwicklungen: Brauer und Racah	346
Teil IV Ausblick: Van der Waerden und die Physik nach 1945		
17	Wende hin zur angewandten Mathematik (1945–1951)	355
17.1	Widerstände gegen die Berufung van der Waerdens	355
17.2	Arbeitsstelle in der Industrie	362
17.3	Wechsel ans Mathematische Centrum in Amsterdam (1946–1950) ..	363
17.4	Professur an der Universität von Amsterdam (1948–1951)	364
18	Van der Waerden als Professor in Zürich (1951–1972)	367
18.1	Berufung und Kollegen	367
18.2	Mathematik und ihre Anwendungen	368
18.3	Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte	371
18.4	Das symbiotische Verhältnis zwischen Mathematik und Physik	373
Verzeichnis der benutzten Archive		375
Literaturverzeichnis		377
Personenverzeichnis		405