

Inhalt

Vorwort	11
1. Einleitung: Reizvolle physico-chemische Biologie	15
1.1 Interdisziplinäres Forschen als Herausforderung	19
1.1.1 <i>Die hohe Kunst, disziplinenübergreifend zu arbeiten</i>	19
1.1.2 <i>Eine noch wenig verstandene Arbeitsweise</i>	22
1.1.3 <i>Mechanismen: Reduktion und die Notwendigkeit vieler Methoden</i>	23
1.2 Gründe für die Verbreitung der biophysikalischen und biochemischen Forschung in der Zwischenkriegszeit	25
1.2.1 <i>Kontrolle und die soziale Relevanz der Biologie</i>	25
1.2.2 <i>Mechanismus als Weltbild vs. Form der Erklärung</i>	28
1.2.3 <i>Neue Biologie: Experimente und Prestige</i>	30
1.2.4 <i>Kultur der Kooperation</i>	32
1.3 Verständnislücke Forschungspraxis	34
1.3.1 <i>Ziele, Normen, Ressourcen und Fähigkeiten</i>	36
1.3.2 <i>Kapitelübersicht und Thesen</i>	41
2. Physik, Chemie und Physiologie um 1920	45
2.1 Disziplinär geprägte Forschungspraxis	46
2.1.1 <i>Disziplinen charakterisieren sich über Ziele und Methoden</i>	47
2.1.2 <i>Institutionen vermitteln Kompetenzen und sichern Normen</i>	49
2.1.3 <i>Herausforderungen interdisziplinärer Forschung</i>	53
2.2 Disziplinäre Forschungstrends um 1920	53
2.2.1 <i>Physik: Gesetze und Struktur der Materie</i>	54
2.2.2 <i>Chemie: Atombau, Kolloide und Naturstoffe</i>	58
2.2.3 <i>Physiologie: Lebensäußerungen und ihre physico-chemische Basis ...</i>	62
2.3 Disziplinenübergreifende Modelle von Mechanismen	67
2.3.1 <i>Integration von Fächern über interlocking-Modelle</i>	70
2.3.2 <i>Zu klärende intralevel- und interlevel-Beziehungen</i>	72
2.3.3 <i>Experimente als Schema-Tests</i>	74

3. Die Photochemie des Sehens	79
3.1 Mit Stoppuhr und Maßband in der Dunkelkammer	80
3.1.1 Cionas Lichtreaktion bei variierenden Intensitäten	80
3.1.2 Myas Lichtreaktion bei variierenden Temperaturen	84
3.1.3 Zersetzung und Regeneration des Frosch-Sehpurpur	87
3.1.4 Dunkeladaptation des Menschenauges	88
3.2 Hechts Ziele, Normen, Fähigkeiten und Ressourcen	91
3.2.1 Objektive Analyse sensorischer Prozesse	93
3.2.2 Chemische Basis der Lichtwahrnehmung	94
3.2.3 Mathematik und der Hypothesentest	99
3.2.4 Auf der Suche nach einem Mechanismus	102
3.3 Die Kinetik chemischer und biologischer Vorgänge	104
3.3.1 Lichtwahrnehmung und lichtempfindliche Pigmente	104
3.3.2 Ciona und Mya als Modelle der Stäbchen	109
3.3.3 Von Mya über den Frosch zum Menschen	115
3.4 Forschungsstränge 1919 bis 1938	116
3.4.1 Indirekte Photochemie: Schematest mit Fritz Weigert	117
3.4.2 Vereinheitlichung der Phänomene	119
3.4.3 Direkte Photochemie: Sehpurpur und Sehviolett	122
3.4.4 Farbsehen und Farbenblindheit	126
3.5 Evaluierung der Forschung Hechts	128
3.5.1 Chemie als Grundlage der Sinnesphysiologie	130
3.5.2 (Photo-)Chemie in vivo	132
4. Die Hormone des Pflanzenwachstums	137
4.1 Botaniker*innen, Chemiker*innen und Avena-Keimlinge	139
4.1.1 Dekapitieren, Agar aufsetzen, Krümmung messen	139
4.1.2 Parallele Szenen in Kalifornien	142
4.2 Verknüpfte Ziele, Normen und Kapazitäten	144
4.2.1 Vorgesichte: Von Tropismen zum Wachstum	145
4.2.2 Hypothetische Wuchsstoffe und ihre Natur	148
4.2.3 Aufklärung des Mechanismus der Zellstreckung	151
4.2.4 Konstante Bedingungen und präzise Messungen	155
4.2.5 Naturstoffforschung und Hormone	158
4.2.6 Stellenbesetzungsprinzip und General Physiology	162
4.3 Struktur – Aktivität: die Natur des Wuchsstoffes	165
4.3.1 Korrelationsträger und Hormone in Pflanzen	166
4.3.2 Der Avena-Test und die Annahme der Spezifität	168
4.3.3 Krümmung als Maß für die Wuchsstoffmenge	171

4.4	Kooperations-Konstellationen, 1931–1939	173
4.4.1	Dolk und Thimann: Anreicherung von ‚Rhizopin‘	174
4.4.2	Kögls Entdeckung des ‚Auxins‘	178
4.4.3	Heyn, Bonner, Frey-Wyssling und die Zellwand	182
4.4.4	Ein Stoff, viele Aktivitäten – viele Stoffe, eine Aktivität	187
4.4.5	Hintertür und Schlüsselbart: neue feldübergreifende These	193
4.5	Bewertung der Phytohormonforschung	199
4.5.1	Ein Hoch auf die interdisziplinäre Kooperation	199
4.5.2	Beziehung zwischen Struktur und Aktivität	205
5.	Die Genetik der Anthocyan-Synthese	209
5.1	Pigmentstudien im Gewächshaus und Labor	213
5.1.1	Kreuzungs-Experimente in Merton	213
5.1.2	Blütenpigment-Analysen in Cambridge	215
5.1.3	Pigment-Synthesen in Oxford	218
5.2	Komplementäre Ziele, Normen und Kapazitäten	219
5.2.1	Robinsons Synthesen „natürlicher“ Anthocyane	220
5.2.2	Scott-Moncrieffs Isolierung von Anthocyanaen	222
5.2.3	Lawrences genetische Studien zur Blütenfarbe	226
5.3	Wheldales Vision: zwei Probleme, ein Mechanismus	230
5.3.1	Über Biochemie die Genwirkung erschließen	232
5.3.2	Mittels Genetik die Biosynthese aufklären	236
5.4	Wheldale Onslows Vision wird umgesetzt	239
5.4.1	Ein Schnelltest dank charakteristischem Farbverhalten	240
5.4.2	Die Struktur der natürlichen Anthocyane	242
5.4.3	Chemico-genetische Determinanten der Blütenfarbe	246
5.4.4	Genetik und Chemie der Blütenfarbe von Dahlien	249
5.4.5	Schlüsse über die Biosynthese der Pigmente	253
5.4.6	Gezieltes Kreuzen als Hypothesentests	256
5.4.7	Aufklären der chemischen Wirkung der Gene	257
5.5	Erfolgreiche feldübergreifende Forschung	260
5.5.1	Die Kooperation geht weiter	262
5.5.2	Die Genetik braucht Ressourcen der Chemie	265
5.5.3	Genetische Ressourcen nützen der Chemie	269
6.	Die elektrische Struktur des Lebens	273
6.1	Die Entwicklung elektrobiologischer Methoden	276
6.1.1	Elektive Vitalfärbung von Tieren und Pflanzen	277
6.1.2	Die Messung der physikalischen Eigenschaften von Kolloiden	280
6.1.3	Messung des elektrischen Potenzials biologischer Strukturen	283

6.2	Kellers Idee, Fürths und Gicklhorns Expertise	284
6.2.1	<i>Kellers Thesen ohne empirische Grundlage</i>	285
6.2.2	<i>Gicklhorns histologische Expertise</i>	288
6.2.3	<i>Fürths Faible für physikalische Messverfahren</i>	291
6.3	Vitalfärbung als histo-physiologische Methode	296
6.3.1	<i>Kolloide als Bausteine biologischer Objekte</i>	297
6.3.2	<i>Kellers gewagte Theorie vom Mechanismus der Färbung</i>	299
6.4	Gemeinsames Erschließen und separates Auswerten der Daten	303
6.4.1	<i>Fürths DEK-Bestimmungen in Kellers Auftrag</i>	303
6.4.2	<i>Die erfolgreiche physikalische Verwertung der DEK-Messungen</i>	305
6.4.3	<i>Die Bedeutung der DEK für physiologische Phänomene</i>	307
6.4.4	<i>Anlass für Gicklhorns Zuversicht: organspezifische Färbung</i>	310
6.4.5	<i>Die physikalische Chemie der Farbstoffe</i>	313
6.4.6	<i>Elektrometrie: das Potenzial der Primel</i>	315
6.5	Evaluierung der biophysikalischen Forschung	315
6.5.1	<i>Limitierte Ressourcen und eine große Aufgabe</i>	317
6.5.2	<i>Zweifel an der Auswertung von Färbungen</i>	318
6.5.3	<i>Potenzielle Relevanz der Messungen</i>	320
6.5.4	<i>Keine Interdependenz, kein Risiko</i>	324
7.	Diskussion: Interdisziplinarität in Aktion	327
7.1	Das Konstruieren fächerübergreifender Mechanismus-Schemata	329
7.1.1	<i>Strategien der Schema-Konstruktion</i>	329
7.1.2	<i>Die Entwicklung einer Methode statt eines Mechanismus-Modells</i>	332
7.1.3	<i>Handlungsleitende feldübergreifende Annahmen</i>	332
7.2	Das Evaluieren der Schemata durch Experimente	333
7.2.1	<i>Experimente als Schema-Tests</i>	334
7.2.2	<i>Ohne Phänomen kein Mechanismus</i>	342
7.2.3	<i>Interlocking-Objekte und ihre Eigenschaften</i>	344
7.3	Planung disziplinenübergreifender Studien	348
7.3.1	<i>Mobilisierte Ressourcen und Fähigkeiten</i>	349
7.3.2	<i>Interdisziplinäre Studien zur Erfüllung disziplinärer Ziele</i>	350
7.3.3	<i>Subziele und Normen mechanistischer Forschung</i>	353
7.4	Die soziale Organisation der disziplinenübergreifenden Projekte	358
7.4.1	<i>Feldverbindende interlocking-Expertise</i>	358
7.4.2	<i>Zielabhängigkeit als Basis der Kooperation</i>	359
7.4.3	<i>Varianten kooperativer Konstellationen</i>	362

8. Die Folgen der interdisziplinären Forschung	367
8.1 Institutionelle Trends: Biochemische Forschung unter vielen Dächern	369
8.1.1 <i>Physikalische Instrumente für die Biologie</i>	369
8.1.2 <i>Zur Biologie hin orientierte Chemie</i>	373
8.1.3 <i>Chemikalisierung und Molekularisierung der Physiologie</i>	377
8.1.4 <i>Von der Chemie in die Biologie und aus Europa in die USA</i>	380
8.2 Inhaltliche Folgen: Molekularstruktur als Schlüsseleigenschaft	382
8.2.1 <i>Biosynthese und strukturspezifische physiologische Aktivität</i>	382
8.2.2 <i>Der Fokus auf Molekülen statt Kolloiden</i>	385
8.3 Fächerübergreifende Erforschung physiologischer Mechanismen	387
8.3.1 <i>Die Genese interdisziplinärer Forschungsprojekte</i>	387
8.3.2 <i>Integration über die Validierung von Mechanismus-Schemata</i>	389
8.3.3 <i>Feldübergreifende Analyse mechanistischer Forschungspraxis</i>	393
Dank	397
Archivquellen	399
Literatur	401
Personenregister	439