

GRUNDLAGEN DER THERMODYNAMIK IRREVERSIBLER PROZESSE

VON

S. R. DE GROOT

PROFESSOR OF THEORETICAL PHYSICS
IN THE UNIVERSITY OF AMSTERDAM

UND

P. MAZUR

PROFESSOR OF THEORETICAL PHYSICS
IN THE UNIVERSITY OF LEYDEN



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/ZÜRICH

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL I: Einleitung

§ 1 Historischer Überblick der Thermodynamik der Nicht-Gleichgewichte	9
§ 2 Die systematische Entwicklung der Theorie	11

Teil A. Allgemeine Theorie

KAPITEL II: Erhaltungssätze

§ 1 Einleitung	16
§ 2 Erhaltung der Masse	16
§ 3 Die Bewegungsgleichung	19
§ 4 Erhaltung der Energie	21

KAPITEL III: Das Entropiegesetz und die Entropiebilanz

§ 1 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	24
§ 2 Die Entropiebilanzgleichung	26
§ 3 Andere Ausdrücke für die Entropieerzeugung; über verschiedene Definitionen des Wärmeflusses	29
§ 4 Die kinetische Energie der Diffusion	31

KAPITEL IV: Die phänomenologischen Gleichungen

§ 1 Die linearen Beziehungen	34
§ 2 Der Einfluß der Symmetrieeigenschaften der Materie auf die linearen Gesetze; das Prinzip von Curie	35
§ 3 Die Onsagerschen Reziprozitätsbeziehungen	39
§ 4 Die Differentialgleichungen	44

KAPITEL V: Die stationären Zustände

§ 1 Einleitung	47
§ 2 Mechanisches Gleichgewicht	47
§ 3 Stationäre Zustände mit Minimum der Entropieerzeugung	49
§ 4 Stationäre Zustände ohne Minimum der Entropieerzeugung	57

KAPITEL VI: Eigenschaften der phänomenologischen Gleichungen und der Onsagerbeziehungen

§ 1 Einleitung	60
§ 2 Das Prinzip von Curie	60
§ 3 Abhängige Flüsse und thermodynamische Kräfte	66

§ 4	Onsagerbeziehungen für vektorielle (und tensorielle) Phänomene	71
§ 5	Transformationseigenschaften der Onsagerbeziehungen.	79
KAPITEL VII: Diskussion der statistischen Grundlagen		
§ 1	Einleitung	84
§ 2	Zustandsvariable und Fluktuationen	85
§ 3	Mikroskopische Reversibilität	94
§ 4	Ableitung der Onsagerschen Reziprozitätsbeziehungen	100
§ 5	Weitere Eigenschaften der Matrix der phänomenologischen Koeffizienten.	105
§ 6	Gauß-Markoff-Prozesse.	110
§ 7	Gauß-Markoff-Prozesse: Langevingleichung	118
§ 8	Entropie und zufällige Schwankungen	121
KAPITEL VIII: Das Schwankungs-Dissipations-Theorem		
§ 1	Einleitung	128
§ 2	Die Korrelationsfunktion stationärer Prozesse; das Wiener-Chintsehin-Theorem.	128
§ 3	Das Prinzip der Kausalität; die Kramers-Kronig- Beziehungen.	140
§ 4	Die Ableitung des Schwankungs-Dissipations-Theorems	147
§ 5	Die Entropieerzeugung in einem System mit äußeren Trieb- kräften.	152
KAPITEL IX: Die Diskussion der Grundlagen mit Hilfe der kinetischen Theorie		
§ 1	Einleitung	159
§ 2	Die Boltzmann-Gleichung.	160
§ 3	Die hydrodynamischen Gleichungen.	163
§ 4	Die Entropie-Bilanzgleichung; das Boltzmannsche H-Theorem.	165
§ 5	Die Enskog-Methode zur Lösung der Boltzmann-Gleichung	170
§ 6	Die Entropiebilanzgleichung in der ersten Enskogschen Näherung.	173
§ 7	Die Onsager-Beziehungen.	179
§ 8	Brownsche Bewegung.	182
Anhang I: Über Matrix- und Tensorschreibweise		190
Anhang II: Über die thermodynamischen Beziehungen		194
Anhang III: Die Gaußsche Verteilung für makroskopische Variable		199
Aufgaben		207