

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                    | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                                                      | V     |
| Bezeichnungen und Abkürzungen .....                                                                                | XV    |
| I. Die Metalle                                                                                                     |       |
| A. Einleitung .....                                                                                                | 1     |
| B. Chemische Eigenschaften der Metalle .....                                                                       | 1     |
| C. Die physikalischen Eigenschaften .....                                                                          | 3     |
| D. Der metallische Zustand .....                                                                                   | 4     |
| E. Die Rolle der Verunreinigungen. Reine Metalle .....                                                             | 5     |
| a) Allgemeines .....                                                                                               | 5     |
| b) Reinheitsgrad .....                                                                                             | 7     |
| II. Das Raumgitter der Metalle und Legierungen                                                                     |       |
| A. Allgemeines .....                                                                                               | 7     |
| Stereographische Projektion .....                                                                                  | 12    |
| B. Inhalt des Elementarkörpers .....                                                                               | 13    |
| C. Dichteste Kugelpackungen .....                                                                                  | 13    |
| D. Koordinationsgitter .....                                                                                       | 16    |
| E. Die Gittertypen der metallischen Elemente .....                                                                 | 19    |
| F. Die Gittertypen der wichtigsten intermetallischen Pha-<br>sen (Metallverbindungen) .....                        | 22    |
| a) AB-Typen (Cäsiumchlorid-, Steinsalz-, Nickelarsenid-, Zink-<br>blende-, Wurtzit-, NaCl-Gitter) .....            | 23    |
| b) AB <sub>2</sub> -Typen .....                                                                                    | 25    |
| α. Flußspat- (Fluorit-) Gitter .....                                                                               | 25    |
| β. Die Raumgitter der Laves-Phasen (MgZn <sub>2</sub> -, MgCu <sub>2</sub> -, MgNi <sub>2</sub> -<br>Gitter) ..... | 25    |
| c) A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> -Typen (Lanthan-, Scandiumoxydgitter) .....                                       | 29    |
| d) AB <sub>3</sub> -Typen (AuCu <sub>3</sub> -Gitter) .....                                                        | 29    |
| e) Kompliziertere Gittertypen der Hume-Rothery-Phasen (γ-Mes-<br>sing-Gitter) .....                                | 29    |
| G. Die Natur der Gitterpartikel .....                                                                              | 30    |
| H. Die Raumerfüllung der Gitterpartikel                                                                            |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                               | 33    |
| b) Die Atomradien .....                                                                                            | 33    |
| c) Gesetzmäßigkeiten in der Abhängigkeit der Atomradien von der<br>O.Z. ....                                       | 42    |
| d) Atom- und Ionenradien .....                                                                                     | 44    |
| e) Atomradius und Ionisationsgrad .....                                                                            | 46    |
| f) Die Radienquotienten .....                                                                                      | 47    |
| g) Volumeninkremente .....                                                                                         | 48    |
| h) Gitterenergie .....                                                                                             | 51    |

| III. Der Metallkristall als Gleichgewichtsform                       | Seite |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| A. Die Kristallisation .....                                         | 53    |
| a) Allgemeines .....                                                 | 53    |
| b) Kristallisation aus dem Gaszustand .....                          | 54    |
| c) Kristallisation aus der Schmelze .....                            | 56    |
| d) Die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit .....                 | 56    |
| e) Weiteres über Kristallisation aus der Schmelze .....              | 57    |
| f) Der Keim .....                                                    | 62    |
| g) Dendriten (Kristallskelette) .....                                | 65    |
| B. Die thermodynamische Stabilität der Kristallformen                |       |
| a) Die Theorie von Kossel und Stranski .....                         | 67    |
| b) Der Netzebenenkeim und seine Bedeutung für das Wachstum .         | 74    |
| c) Oberflächenenergie fester Kristalle .....                         | 74    |
| d) Das Schmelzen .....                                               | 76    |
| C. Der Einkristall                                                   |       |
| a) Die Herstellung von Einkristallen .....                           | 81    |
| $\alpha$ . Durch Abkühlen des Schmelzflusses .....                   | 81    |
| $\beta$ . Ziehen von Einkristalldrähten .....                        | 84    |
| $\gamma$ . Durch Rekristallisation nach plastischer Verformung ..... | 84    |
| $\delta$ . Durch Sammelkristallisation .....                         | 85    |
| $\epsilon$ . Weiterwachsen eines Keimes aus einer Gasphase .....     | 85    |
| b) Eigenschaften der Einkristalle .....                              | 86    |
| c) Ätz- und Wachstumskörper .....                                    | 86    |
| d) Der Ätzschimmer .....                                             | 91    |
| e) Die Präexistenz des Einkristalles .....                           | 92    |
| D. Das vielkristalline Haufwerk                                      |       |
| a) Allgemeines .....                                                 | 93    |
| b) Korngröße und Korngestalt .....                                   | 95    |
| c) Korngrenzen und Zwischensubstanz .....                            | 97    |
| IV. Real- und Idealkristalle                                         |       |
| A. Allgemeines .....                                                 | 98    |
| B. Atomare Fehlstellen .....                                         | 99    |
| C. Störungen der weitreichenden Ordnung .....                        | 99    |
| a) Allgemeines .....                                                 | 100   |
| b) Die Lamellenstruktur (Graf) .....                                 | 100   |
| c) Die Mosaikstruktur .....                                          | 105   |
| V. Thermodynamik der Metalle und Legierungen                         |       |
| A. Die Phasenregel .....                                             | 108   |
| B. Das Zustandsdiagramm für eine einzige Komponente                  |       |
| a) Dampfdruck-, Schmelz- und Umwandlungskurven .....                 | 109   |
| b) Schmelzpunkte und Schmelzwärmen .....                             | 112   |
| c) Volumenänderung beim Schmelzen .....                              | 113   |
| d) Die abgeleiteten Größen                                           |       |
| $\alpha$ . Der thermische Ausdehnungskoeffizient .....               | 114   |
| $\beta$ . Kompressibilität .....                                     | 115   |
| $\gamma$ . Die spezifischen Wärmen .....                             | 117   |
| C. Polymorphie                                                       |       |
| a) Allgemeines .....                                                 | 119   |
| b) Allotrope Umwandlungen bei Metallen .....                         | 120   |

|                                                                                                        | Seite      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| c) Polymorphie intermetallischer Phasen .....                                                          | 122        |
| d) Induzierte Umwandlungen .....                                                                       | 123        |
| e) Umwandlungen höherer Ordnung .....                                                                  | 125        |
| <b>D. Zustandsdiagramm für Systeme mit zwei Komponenten</b>                                            |            |
| a) Allgemeines .....                                                                                   | 127        |
| b) Die phasentheoretische Systematik .....                                                             | 129        |
| c) Binäre Systeme mit einer Mischkristallphase .....                                                   | 129        |
| d) Die Substitutionsmischkristalle .....                                                               | 135        |
| α. Die Isomorphie .....                                                                                | 135        |
| β. Löslichkeit und Lösungsvermögen .....                                                               | 138        |
| γ. Konzentrationsabhängigkeit der Gitterkonstanten (Vegard-<br>sche Regel) .....                       | 140        |
| δ. Die Faktoren, welche die Mischkristallbildung bestimmen ..                                          | 143        |
| ε. Der Atomgrößen-Faktor .....                                                                         | 144        |
| ζ. Elektronegativer Valenzeffekt .....                                                                 | 146        |
| η. Relativer Valenzeffekt .....                                                                        | 146        |
| θ. Existenzbereich der Mischkristallphase im Phasendiagramm                                            | 147        |
| ι. Die Stellung der Partner im periodischen System .....                                               | 152        |
| κ. Die Form der Soliduskurve .....                                                                     | 155        |
| λ. Die Löslichkeitskurve der primären Mischkristalle. Rolle der<br>Valenzelektronenkonzentration ..... | 156        |
| μ. Physikalische Eigenschaften der Mischkristalle .....                                                | 160        |
| ν. Chemische Eigenschaften der Mischkristalle .....                                                    | 160        |
| e) Binäre Systeme mit Verbindungen; intermetallische Phasen                                            |            |
| α. Allgemeines .....                                                                                   | 161        |
| β. Abweichungen von der Stöchiometrie; Daltoniden und Ber-<br>tholliden .....                          | 162        |
| f) Das eutektische Gemisch .....                                                                       | 165        |
| g) Übersicht über die binären Systeme .....                                                            | 170        |
| <b>E. Ternäre Systeme .....</b>                                                                        | <b>171</b> |
| <b>F. Die thermische Analyse .....</b>                                                                 | <b>171</b> |
| <b>G. Berechnung des Zustandsdiagramms, Wärmeinhalt<br/>    und freie Enthalpie .....</b>              | <b>172</b> |
| <b>VI. Platzwechselfvorgänge in festen Metallen</b>                                                    |            |
| A. Allgemeines .....                                                                                   | 179        |
| B. Das Diffusionsgesetz .....                                                                          | 183        |
| C. Kinetische Theorie der Diffusion nach van Liempt .....                                              | 186        |
| D. Die Selbstdiffusion .....                                                                           | 191        |
| E. Gitterauflockerung .....                                                                            | 191        |
| F. Anisotropieeffekte .....                                                                            | 193        |
| G. Die bei der Diffusion auftretenden Phasen .....                                                     | 194        |
| H. Diffusion in Mischkristallen .....                                                                  | 196        |
| I. Diffusion von Metallen durch Reaktionsschichten ....                                                | 196        |
| J. Anomalien bei der Diffusion .....                                                                   | 197        |
| K. Diffusion an Korngrenzen und Oberflächen .....                                                      | 199        |
| L. Diffusion und Deformation .....                                                                     | 201        |

|                                                                                                             | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| VII. Die Deformation des Metallgitters .....                                                                | 202   |
| A. Allgemeines .....                                                                                        | 203   |
| B. Die elastische Deformation .....                                                                         | 203   |
| C. Die plastische Deformation von Einkristallen                                                             |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                        | 208   |
| b) Kristallographisch orientierte plastische Deformation .....                                              | 210   |
| c) Die einfache Gleitung, Schiebung oder Scherung .....                                                     | 210   |
| d) Mechanische und künstliche Zwillingsbildung .....                                                        | 216   |
| e) Die Translation .....                                                                                    | 218   |
| f) Der Translationsmechanismus. Die Versetzung („dislocation“).                                             | 223   |
| g) Die mechanischen Größen, welche den verformten Zustand charakterisieren                                  |       |
| $\alpha$ . Der zeitliche Einfluß .....                                                                      | 232   |
| $\beta$ . Die Schubspannung .....                                                                           | 233   |
| h) Verhalten der Mischkristalle und intermetallischen Phasen bei der Verformung .....                       | 236   |
| i) Wirkung von Fremdstoffen .....                                                                           | 237   |
| j) Die Normalspannung .....                                                                                 | 238   |
| k) Die Verfestigung des Einkristalls (Atomare Verfestigung, Deformationsverfestigung, work hardening) ..... | 239   |
| l) Theorie der homogenen Verfestigung .....                                                                 | 241   |
| m) Die Energieaufnahme bei der Verformung .....                                                             | 244   |
| n) Die inhomogene Deformation                                                                               |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                | 245   |
| $\beta$ . Biegung und Biegegleitung .....                                                                   | 245   |
| D. Die plastische Verformung von Kristallhaufwerken                                                         |       |
| a) Der Fließvorgang bei vielkristallinem Haufwerk .....                                                     | 249   |
| b) Die Texturen .....                                                                                       | 257   |
| c) Deformationsbänder und ihre Ursachen .....                                                               | 263   |
| d) Einfluß der Geschwindigkeit auf die Deformation polykristalliner Werkstoffe .....                        | 266   |
| e) Theorie der plastischen Verformung vielkristallinen Materials .                                          | 268   |
| E. Nichtkristallographische oder Platzwechselplastizität (amorphe Plastizität)                              |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                        | 269   |
| b) Nichtmechanische Zwillingsbildung .....                                                                  | 270   |
| F. Die Festigkeit                                                                                           |       |
| a) Allgemeines. Kohäsive Festigkeit .....                                                                   | 271   |
| b) Statische Festigkeit                                                                                     |       |
| 1. Die Zerreißfestigkeit .....                                                                              | 272   |
| 2. Druckfestigkeit .....                                                                                    | 272   |
| 3. Kerbschlagfestigkeit .....                                                                               | 272   |
| 4. Zähigkeit .....                                                                                          | 272   |
| 5. Tiefziehprobe .....                                                                                      | 272   |
| c) Dynamische Festigkeit .....                                                                              | 272   |
| 1. Dauerstand- und Kriechfestigkeit .....                                                                   | 273   |
| 2. Ermüdungs- oder Wechselfestigkeit .....                                                                  | 275   |
| d) Auswahl von Konstruktionsmaterial. Spezialstähle .....                                                   | 279   |
| G. Die Eigenspannungen .....                                                                                | 280   |
| H. Härte .....                                                                                              | 282   |
| I. Die Kristallerholung .....                                                                               | 285   |

| VIII. Rekristallisation                                                                 | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| A. Allgemeine Erscheinungen .....                                                       | 288   |
| B. Die Rekristallisationsschwelle .....                                                 | 292   |
| C. Die Geschwindigkeit der Rekristallisation, Kornform und Korngröße .....              | 294   |
| D. Das Rekristallisationsdiagramm für Kaltverformung (Czochralski-Diagramm) .....       | 298   |
| E. Rekristallisation bei Warmverformung .....                                           | 301   |
| F. Abhängigkeit der primären Rekristallisation von der Erhitzungsgeschwindigkeit .....  | 302   |
| G. Einfluß von Zusätzen und Verunreinigungen .....                                      | 303   |
| H. Rekristallisation und Erholung .....                                                 | 304   |
| I. Die Keimstellen („Kerne“) der Rekristallisation                                      |       |
| a) Allgemeines .....                                                                    | 305   |
| b) Die Berechnung der Rekristallisationstemperatur .....                                | 311   |
| J. Orientierte Rekristallisation .....                                                  | 317   |
| K. Rekristallisation durch polymorphe Umwandlung .....                                  | 321   |
| L. Sekundäre und Oberflächenrekristallisation .....                                     | 323   |
| M. Textur der sekundären Rekristallisation .....                                        | 329   |
| N. Weitere Anwendungsbeispiele (Rekristallisation des Wolframs)                         |       |
| a) Kristalliner Wolframdraht .....                                                      | 330   |
| b) Einkristalldrähte .....                                                              | 331   |
| O. Das Sintern .....                                                                    | 332   |
| <br>IX. Die elektrischen Eigenschaften                                                  |       |
| A. Allgemeines .....                                                                    | 333   |
| B. Die elektrische Leitfähigkeit                                                        |       |
| a) Allgemeines .....                                                                    | 334   |
| b) Der Widerstand kubisch kristallisierender Metalle .....                              | 336   |
| c) Anisotropie des Widerstandes .....                                                   | 336   |
| d) Die Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstandes. Matthiesensche Regel ..... | 337   |
| e) Leitfähigkeitsänderung beim Schmelzen .....                                          | 340   |
| f) Druckabhängigkeit des Widerstandes .....                                             | 340   |
| g) Widerstandsänderungen im Magnetfeld .....                                            | 341   |
| h) Änderungen des Widerstandes durch Kaltbearbeitung .....                              | 343   |
| i) Superleitfähigkeit .....                                                             | 344   |
| j) Elektrischer Widerstand dünner Schichten und Drähte .....                            | 347   |
| k) Widerstand von Metallgemengen .....                                                  | 349   |
| l) Leitfähigkeit in intermetallischen Phasen                                            |       |
| $\alpha$ . Mischkristalle .....                                                         | 349   |
| $\beta$ . Leitfähigkeit von Überstrukturen .....                                        | 351   |
| $\gamma$ . Intermetallische Phasen .....                                                | 352   |
| C. Die Wärmeleitfähigkeit                                                               |       |
| a) Allgemeines .....                                                                    | 354   |
| b) Abhängigkeit der Wärmeleitung von der Temperatur, Druck usw. ....                    | 356   |
| c) Anisotropie des Wärmeleitvermögens .....                                             | 357   |

|                                                                                                |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| D. Die thermoelektrischen Erscheinungen                                                        | Seite |
| a) Allgemeines .....                                                                           | 359   |
| b) Die Thermokraft .....                                                                       | 359   |
| c) Peltier-Effekt .....                                                                        | 361   |
| d) Thomson-Effekt .....                                                                        | 361   |
| E. Die galvanischen und thermomagnetischen Effekte in elektrischen Leitern (Hall-Effekt) ..... | 361   |
| X. Die magnetischen Eigenschaften der Metalle .....                                            | 362   |
| A. Allgemeines .....                                                                           | 363   |
| B. Der Diamagnetismus .....                                                                    | 364   |
| C. Der Paramagnetismus .....                                                                   | 365   |
| D. Der Ferromagnetismus                                                                        |       |
| a) Allgemeines .....                                                                           | 367   |
| b) Magnetostraktion .....                                                                      | 374   |
| E. Antiferromagnetismus .....                                                                  | 376   |
| F. Zusammenfassung .....                                                                       | 377   |
| G. Magnetische Eigenschaften intermetallischer Phasen                                          |       |
| a) Allgemeines .....                                                                           | 377   |
| b) Heusler-Legierungen .....                                                                   | 381   |
| H. Magnetische Spezialmaterialien .....                                                        | 382   |
| XI. Oberflächeneigenschaften                                                                   |       |
| A. Farbe und Glanz der Metalle .....                                                           | 383   |
| B. Elektronenemission                                                                          |       |
| a) Thermoelektronen .....                                                                      | 385   |
| b) Der photoelektrische Effekt .....                                                           | 386   |
| C. Pyrophorität                                                                                |       |
| a) Adsorptionspyrophorität .....                                                               | 387   |
| b) Funkpyrophorität .....                                                                      | 387   |
| XII. Amorphe Metalle                                                                           |       |
| A. Metallschmelzen .....                                                                       | 388   |
| B. Feste amorphe Metalle .....                                                                 | 389   |
| XIII. Korrosion und Oxydation                                                                  |       |
| a) Oberflächenangriff .....                                                                    | 392   |
| b) Resistenz- oder Einwirkungsgrenzen .....                                                    | 398   |
| XIV. Die Kristallchemie                                                                        |       |
| A. Die Arten der chemischen Bindung .....                                                      | 400   |
| a) Die salzartige ,heteropolare oder elektrovalente Bindung .....                              | 400   |
| b) Die homöopolare oder kovalente Bindung .....                                                | 401   |
| c) Die metallische Bindung .....                                                               | 403   |
| d) Die zwischemolekulare oder van der Waalsche Bindung ...                                     | 407   |
| B. Quantenmechanische Deutung des metallischen Zustandes                                       |       |
| a) Allgemeines .....                                                                           | 410   |
| b) Quantenmechanische Gesichtspunkte zur elektrischen Leitfähigkeit .....                      | 424   |
| c) Magnetische Eigenschaften .....                                                             | 429   |
| d) Die Elektronenterme im festen Metall .....                                                  | 434   |

|                                                                                                               |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| C. Die intermetallischen Phasen (Metallverbindungen)                                                          | Seite |
| a) Allgemeines. Die intermetallischen Phasen der Alkalimetalle untereinander .....                            | 435   |
| b) Das Raumgitter intermetallischer Phasen .....                                                              | 441   |
| c) Die intermetallischen Phasen des II. Typs (Hume-Rothery-sche Phasen, Bronzen)                              |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                  | 442   |
| $\beta$ . Die Beobachtungen .....                                                                             | 442   |
| $\gamma$ . Die Hume-Rotherysche Regel .....                                                                   | 445   |
| $\delta$ . Quantenmechanische Deutung der Hume-Rothery-Phasen .....                                           | 450   |
| d) Die intermetallischen Phasen des III. Typs (Zintl'schen Phase)                                             |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                  | 455   |
| $\beta$ . Gittertypen .....                                                                                   | 455   |
| $\gamma$ . Eigenschaften der Zintl'schen Phasen .....                                                         | 456   |
| e) Die intermetallischen Phasen des IV. Typs (Valenzverbindungen)                                             |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                  | 457   |
| $\beta$ . Die Gittertypen .....                                                                               | 459   |
| f) Die Phasen des V. oder Mischtyps (Laves-Phasen)                                                            |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                  | 461   |
| $\beta$ . Gittertypen .....                                                                                   | 461   |
| $\gamma$ . Geometrische Beziehungen der Atomradien .....                                                      | 462   |
| $\delta$ . Verhältnissverhältnisse bei den Laves-Phasen .....                                                 | 464   |
| g) Der metallischen Bindung überlagerte Bindungskomponenten                                                   |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                  | 467   |
| $\beta$ . Heteropolare Bindungskomponenten                                                                    |       |
| 1. Allgemeines .....                                                                                          | 468   |
| 2. Unvollständige Ionisation .....                                                                            | 470   |
| 3. Heteropolare Komponenten bei den einzelnen Gittertypen                                                     |       |
| a) NaTl-Gitter .....                                                                                          | 472   |
| b) CsCl-Gitter .....                                                                                          | 472   |
| c) NiAs-Gitter .....                                                                                          | 474   |
| d) Fluorit- bzw. Antifluoritgitter .....                                                                      | 477   |
| $\gamma$ . Homöopolare Bindungskomponenten .....                                                              | 480   |
| $\delta$ . Besprechung einiger weiterer Gittertypen                                                           |       |
| 1. Disilizide und Digermanide .....                                                                           | 481   |
| 2. $AB_3$ - und $A_3B$ -Typen .....                                                                           | 481   |
| 3. $AB_5$ -Typen .....                                                                                        | 482   |
| 4. $AB_x$ -Typen .....                                                                                        | 482   |
| $\epsilon$ . Weitere Einflüsse des VEK und der Bänderverteilung auf den Aufbau intermetallischer Phasen ..... | 483   |
| D. Ternäre Phasen                                                                                             |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                          | 484   |
| b) Einfluß der Valenzelektronenkonzentration bei ternären Phasen .....                                        | 487   |
| c) Liquidus- und Soliduskurven .....                                                                          | 489   |
| E. Defekt- oder Fehlgitter                                                                                    |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                          | 491   |
| b) Systematik der Fehlgitter nach Laves .....                                                                 | 496   |
| $\alpha$ . Substitution .....                                                                                 | 496   |
| $\beta$ . Unvollständig besetzte gleichwertige Gitterplätze .....                                             | 496   |
| c) Die Einlagerungsverbindungen .....                                                                         | 498   |
| d) Gase in Metallen                                                                                           |       |
| $\alpha$ . Auflösung .....                                                                                    | 510   |
| $\beta$ . Die Diffusion .....                                                                                 | 514   |

|                                                                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| XV. Die Reaktionen in festen Metallphasen                                                                          | Seite |
| A. Allgemeines .....                                                                                               | 520   |
| B. Die inhomogenen Umwandlungen                                                                                    |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                               | 523   |
| b) Die Überstrukturumwandlung                                                                                      |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                       | 525   |
| $\beta$ . Der Ordnungsgrad .....                                                                                   | 527   |
| $\gamma$ . Symmetrie der Überstruktur .....                                                                        | 529   |
| $\delta$ . Bezeichnungsweise von Mischkristallen und Überstruktur ..                                               | 530   |
| $\epsilon$ . Phänomenologie der Überstrukturen .....                                                               | 530   |
| $\zeta$ . Das Raumgitter der Überstrukturen .....                                                                  | 531   |
| $\eta$ . Kernwachstum und Kerngröße. Die elektrische Leitfähigkeit                                                 | 537   |
| $\vartheta$ . Die Thermodynamik der Überstrukturumwandlungen .....                                                 | 541   |
| $\iota$ . Existenzbereich der Überstrukturphasen .....                                                             | 547   |
| $\kappa$ . Übersicht über die Überstrukturphasen .....                                                             | 548   |
| $\lambda$ . Die Umwandlungen im Einzelkristall und im vielkristallinen<br>Material .....                           | 548   |
| $\mu$ . Die Rolle der Elektronen bei der Umwandlung .....                                                          | 551   |
| c) Allotrope Umwandlungen vom inhomogenen Typ .....                                                                | 551   |
| d) Der Zerfall des Mischkristalls                                                                                  |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                       | 553   |
| $\beta$ . Thermodynamik des Zerfalls .....                                                                         | 553   |
| $\gamma$ . Die Entmischung (Ausscheidung, Segregation) .....                                                       | 556   |
| $\delta$ . Die Rolle der Keime bei der Ausscheidung .....                                                          | 559   |
| $\epsilon$ . Die Rolle der Diffusion .....                                                                         | 561   |
| e) Vergütung, Aushärtung                                                                                           |       |
| $\alpha$ . Allgemeines .....                                                                                       | 563   |
| $\beta$ . Röntgenographische Analyse der Zustände .....                                                            | 565   |
| $\gamma$ . Die Zwischenzustände .....                                                                              | 570   |
| $\delta$ . Rückbildung .....                                                                                       | 573   |
| $\epsilon$ . Warmaushärtung .....                                                                                  | 574   |
| $\zeta$ . Ausscheidung in Ein- und Vielkristall .....                                                              | 574   |
| $\eta$ . Die Kinetik der Ausscheidung .....                                                                        | 579   |
| $\vartheta$ . Vergütung und innere Spannungen .....                                                                | 587   |
| C. Die homogenen Umwandlungen oder Umklappvorgänge<br>(Martensitumwandlungen)                                      |       |
| a) Allgemeines .....                                                                                               | 588   |
| b) Der Mechanismus der Umklappvorgänge                                                                             |       |
| $\alpha$ . Die Umwandlungen der beiden dichtesten Packungen inein-<br>ander .....                                  | 591   |
| $\beta$ . Die Zwillingsbildung .....                                                                               | 591   |
| $\gamma$ . Die $\gamma \rightarrow \alpha$ -Umwandlung des reinen Eisens .....                                     | 591   |
| $\delta$ . Die $\gamma \rightarrow \alpha$ -Umwandlung beim Abschrecken (eigentliche<br>Martensitumwandlung) ..... | 594   |
| $\epsilon$ . Die Umwandlung von Austenit in Ferrit und Zementit ..                                                 | 597   |
| c) Die Geschwindigkeit der Umwandlung .....                                                                        | 598   |
| d) Hysterese .....                                                                                                 | 600   |
| Schrifttums- und Namensverzeichnis .....                                                                           | 602   |
| Sachverzeichnis .....                                                                                              | 624   |