

Inhalt

1. Geometrie am Himmel 11

(G. R. Klotz)

Unbeeinflussbare Beobachtungen	11
Problemstellung: Bestimmung der Mondbewegung	14
Beobachtungen: Phase 1.	14
Schritte zur Modellbildung.	15
Erkenntnis	16
Beobachtungen: Phase 2.	19
Modellbildung	19
Zusammenfassung	20

2. Wirklichkeit und Modellvorstellungen: der Stoß von Massenpunkten 23

(G. R. Klotz)

Bekannte Stoßvorgänge	24
Problemstellung: Wovon hängt der Ablauf von Stoßvorgängen ab?	26
Entwicklung der Modellvorstellung vom Massenpunkt	27
Auswahl von Parametern	28
Experimente bestätigen die ausgewählten Parameter	30
Begriffliche Klärungen	33
Schritte zur Modellentwicklung.	34
Experimente zur Parametrisierung	34
Vorläufige Zusammenfassung	37

Impulssatz: erstes mathematisches Modell	38
Experimente zur Überprüfung des Impulssatzes	40
Modellerweiterung mit dem Parameter Bewegungsenergie	43
Von der Bewegungsenergie zum Energiesatz	45
Die Lösung des Problems	46
Bestätigung des Modells	47
Wiederholte Überprüfung des Modells	47
Modelleinschränkung auf elastische Stöße	51
Der inelastische Stoß	52
Zusammenfassung	54

3. Die Natur ist vorhersagbar: Bewegungsenergie 57

(G. R. Klotz)

Bekannte Bewegungsvorgänge	59
Problemstellung: Vorausbestimmung des Ortes eines sich bewegenden Körpers	61
Die Momentangeschwindigkeit	62
Das Weg-Zeit-Diagramm	63
Die mittlere Geschwindigkeit	65
Abstraktionsschritt	68
Die Beschleunigung	69
Konstruktion des Parameters Beschleunigung	69
Weshalb brauchen wir den Parameter Beschleunigung?	71
Parallelen zwischen Beschleunigung und Geschwindigkeit	72
Unterscheidungen bei beschleunigten Bewegungen	73
Vorläufige Zusammenfassung	74
Der Fallversuch von Galilei	75
Ein andersartiges Experiment: konstante Beschleunigung eines Propellerwagens	77
Ableitung des Fallgesetzes	78
Zwischenbemerkung	80
Wir überprüfen das Fallgesetz experimentell	81
Problemstellung: Zusammenhang zwischen Bewegungs- und Lageenergie	85
Schritte zur Entwicklung eines allgemeineren Modells	88
Experimente zur Bewegungsgleichung	90
Überprüfung des Modells	94
Erweiterung des Energiesatzes	95
Was bedeutet die Erweiterung des Energiesatzes?	97
Erweiterter Energiesatz: Grundlage für alle Bewegungsvorgänge	98
Veranschaulichung des erweiterten Energiesatzes	99
Warum es kein Perpetuum mobile gibt	101
Zusammenfassung	102

4. Was sind Wellen?

103

(*W. Schmidt*)

Ein gemeinsames Merkmal von Wasserwellen, Wolkenformationen und Sanddünen	103
Was interessiert uns an Wellenvorgängen?	105
Problemstellung: Wir beschreiben Wellen als Bewegungsvorgänge	106
Das Pendel: Beispiel für periodische Bewegungsvorgänge.	107
Wir lösen das Problem für eine Einzelschwingung	107
Vorläufige Zusammenfassung und Folgerung	110
Mathematisches Modell für eine ungedämpfte Schwingung	111
Grundsätzliche Zusammenhänge	113
Wir suchen nach Lösungen für Schwingungsgleichungen	114
Wir suchen weiter nach einem Beschreibungsmodell für Wellenvorgänge	115
Hinführung zum Modell.	117
Eine charakteristische Eigenschaft von Wellen	120

5. Teilchen und Welle – zwei gegensätzliche Modelle

121

(*W. Schmidt*)

Ist eine gemeinsame Beschreibung der Vorgänge möglich?	122
Unsere Vorgehensweise	124
Experimente	124
Schlußfolgerungen aus den Versuchsergebnissen	127
Beschreibung der Testversuche und ihrer Ergebnisse	128
Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	132
Ansätze zur Modellbildung	132

6. Wahrscheinlichkeit und Exaktheit: statistische Modelle

135

(*W. Schmidt*)

Umweltphänomene	135
Vielteilchensysteme	137
Veranschaulichung von Vielteilchensystemen	139
Idealisierung der Wirklichkeit	140
Entwicklung eines Modells.	140
Temperatur und Druck als makroskopische Größen	140
Die mittlere Energie	141

Berechnung der mittleren Energie \bar{E}	142
Das mathematische Modell	144
Qualitative Modelle	144
Diskussion der Modelle	145
Verknüpfung der qualitativen Modelle	145
Die mittlere Energie als Hilfsgröße	146
Überprüfung des Modells	147
Der Gültigkeitsbereich von Modellen	148
Vorhersagbarkeit für Vielteilchensysteme	150
7. Von der Beobachtung zum Modell	157
Parameter, Strukturen, Modelle	158
Die Schritte mathematisch-naturwissenschaftlichen Vorgehens	159
Die Rolle des Experiments	162
Grundbegriffe	165
Was ist Beobachten – was ist ein Parameter?	165
(<i>H. P. Dürr</i>)	
Zum Begriff des Modells	173
(<i>F. J. Zucker</i>)	
Das Erklärungsmodell	174
Das theoretische Modell	175
Das semantische Modell	178
Mathematische Strukturen und physikalische Wirklichkeit	180
(<i>G. Hämmerlin</i>)	
Anhang	
Lösungen zu Kapitel 1	185
Ergänzungen zu Kapitel 1	186
Foucaults Pendelversuch zum Nachweis der Erddrehung	186
Bestimmung des Abstandes Erde—Mond	190
Lösungen zu Kapitel 2	191
Lösungen zu Kapitel 3	194
Lösungen zu Kapitel 4	197
Ergänzungen zu Kapitel 4	198
Funktionen einer und mehrerer Veränderlichen	198
Umkehrbar eindeutige Funktionen	199
Proportionalität zwischen Auslenkhöhe h und dem Quadrat der Auslenkung $b^2(t)$ zur Zeit t	201
Herleitung der Schwingungsgleichung	201
Bedingung an u in Formel (9)	203
Nachweis, daß es sich bei den angegebenen Funktionen um Lösungen der Schwingungsgleichung handelt	203
Lösungen zu Kapitel 5	203
Literaturhinweise	204
Register	205