

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	13
--------------------------	----

## Teil I: Wärmelehre

<b>1</b>	<b>Wärme</b> . . . . .	15
<b>2</b>	<b>Temperatur und Ausdehnung</b> . . . . .	17
2.1	Ein Heißluftballon oder (gasige) Körper dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus . . . . .	18
2.2	Eine theaterpädagogische Umsetzung zum Heißluftballon: ein Gefängnisausbruch . . . . .	21
2.3	Dichte . . . . .	25
2.4	Temperaturempfinden . . . . .	27
2.5	Bau eines Gasthermometers . . . . .	28
2.6	Ausdehnung von Festkörpern . . . . .	30
2.7	Experimente mit flüssigem Stickstoff . . . . .	34
<b>3</b>	<b>Erster Hauptsatz und Modellvorstellung</b> . . . . .	39
3.1	Der erste Hauptsatz der Wärmelehre . . . . .	39
3.2	Brown'sche Molekularbewegung unter dem Mikroskop und im Schülermodell . . . . .	40
3.3	Was ist Wärme? Geordnete und ungeordnete Teilchenbewegung im Schülermodell . . . . .	42
3.4	Thermalisieren und Entwerten von Energie. . . . .	44
<b>4</b>	<b>Wärme unterwegs</b> . . . . .	47
4.1	Verschiedene Wege für die Wärme . . . . .	47
4.2	Die Wege der Wärme mit den Händen . . . . .	48
4.3	Beispiel zur Konvektion: Flug eines Teebeutels . . . . .	49
4.4	Eine Turbine – Konvektion . . . . .	50
4.5	Wasser siedet in einem Papierbecher – Wärmeleitung, Verdampfungswärme . . . . .	53
<b>5</b>	<b>Wärmekapazität</b> . . . . .	56
5.1	Wärmekapazität und ein Eimer für die Wärme . . . . .	56
5.2	Schülerexperiment zur Bestimmung der Wärmekapazität . . . . .	58
5.3	Wärmeleitung und Wärmekapazität . . . . .	58

5.4	Theoretisches: Abstraktion ist die Kunst zu denken, was nicht existiert . . . . .	61
<b>6</b>	<b>Verborgene Energie . . . . .</b>	<b>63</b>
6.1	Warum kühlt ein Eiswürfel? . . . . .	63
6.2	Von Eis zu Dampf im Schülermodell . . . . .	65
6.3	Kältemischung . . . . .	69
6.4	Kühlung durch Alkohol . . . . .	71
6.5	Physik genießen: Vanilleeis mit heißen Himbeeren . . .	71
6.6	Ein Geldschein brennt – Siedepunkt und Verdampfungswärme . . . . .	76
6.7	Abschätzung der Verdampfungswärme . . . . .	77
<b>7</b>	<b>Wärmelehre mit den Händen . . . . .</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Kinetische Gasttheorie und die allgemeine Gasgleichung . . . . .</b>	<b>82</b>
8.1	Modellbildung: Druck und Temperatur im Mikrokosmos der Teilchen. . . . .	83
8.2	Gesetz von Boyle und Mariotte ( $p \cdot V = \text{konstant}$ ) . . . .	85
8.3	Gesetz von Gay-Lussac ( $\frac{V}{T} = \text{konstant}$ ) . . . . .	86
8.4	Gesetz von Amontons ( $\frac{p}{T} = \text{konstant}$ ) . . . . .	87
8.5	Abschließende Betrachtung . . . . .	87
 <b>Teil II: Mechanik</b>		
<b>9</b>	<b>Trägheit und gleichförmige Bewegung . . . . .</b>	<b>89</b>
9.1	Der Trägheitssatz. . . . .	90
9.2	Physik und Science Fiction . . . . .	93
9.3	Experimente zur Trägheit . . . . .	94
9.4	Die einfachste Form der Bewegung . . . . .	98
9.5	Die gleichförmige Bewegung mit der Bahn . . . . .	100
9.6	Geschichten und Diagramme . . . . .	102
9.7	Längenmessung mit der Uhr . . . . .	103
9.8	Nachstellen von t-s Diagrammen . . . . .	109
<b>10</b>	<b>Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung . . . . .</b>	<b>113</b>
10.1	Die Bewegungsgleichungen $s = \frac{1}{2}a \cdot t^2$ und $v = a \cdot t$ . . .	113
10.2	Der freie Fall . . . . .	121
10.3	Die eigene Reaktionszeit . . . . .	125

<b>11</b>	<b>Die Grundgleichung der Mechanik im Schülerexperiment . . . . .</b>	<b>127</b>
11.1	Fragestellung und Vermutung . . . . .	128
11.2	Durchführung . . . . .	129
11.3	Fehlerquellen . . . . .	129
11.4	Alternative: Skateboard statt Auto. . . . .	130
<b>12</b>	<b>Kräfte . . . . .</b>	<b>131</b>
12.1	Addition von Kräften . . . . .	132
12.2	Vektoren . . . . .	136
12.3	Zurück zu den Kräften: Skalare und Vektoren. . . . .	139
12.4	Kräftezerlegung . . . . .	139
<b>13</b>	<b>Reibungskräfte. . . . .</b>	<b>142</b>
13.1	Experimentelles Forschen: eine Formel für die Reibung	142
13.2	Einführung des Reibungskoeffizienten . . . . .	143
13.3	Rutschender Schuh – Haftreibungskoeffizient . . . . .	146
<b>14</b>	<b>Kräfte an der geneigten Ebene . . . . .</b>	<b>147</b>
14.1	Eine Talfahrt – experimentelle Befunde . . . . .	148
14.2	Hangabtriebskraft an der geneigten Ebene . . . . .	150
14.3	Theoretische Begründung der Massenunabhängigkeit bei der Talfahrt. . . . .	151
<b>15</b>	<b>Kreisbewegung . . . . .</b>	<b>153</b>
15.1	Einführung . . . . .	153
15.2	Beschreibung von Drehbewegungen . . . . .	156
15.3	Zentripetalkraft . . . . .	161
15.4	Versteckte Daten oder die Mindestgeschwindigkeit im Looping. . . . .	166
15.5	Ein Kreisel im Weltraum: künstliche Schwerkraft. . . . .	168
15.6	Ein Kreisel auf der Erde . . . . .	170
15.7	Muss man sich als Radfahrer in die Kurve legen? . . . . .	176
15.8	Karussell (Drehfrequenzregler) . . . . .	180
<b>16</b>	<b>Energie. . . . .</b>	<b>182</b>
16.1	Galileisches Hemmungspendel im Diskurs . . . . .	182
16.2	Richard P. Feynman und der Glaube an den Energieerhaltungssatz . . . . .	184
16.3	Bezugssysteme . . . . .	186

16.4	Lage- und Bewegungsenergie . . . . .	188
16.5	Rechnen mit Energie – Zeitfragen bleiben ohne Antwort . . . . .	190
16.6	Emmy Noether: Zeit, Symmetrie und der Energieerhaltungssatz . . . . .	193
16.7	Die Masse kürzt sich heraus . . . . .	194
16.8	Ein Exkurs über die schnellste Bahn. . . . .	197
16.9	Bungee-Sprung und Spannenergie . . . . .	198
16.10	Leistung . . . . .	205
<b>17</b>	<b>Impulserhaltung oder der Traum vom Fliegen . . . . .</b>	<b>207</b>
17.1	actio = reactio . . . . .	208
17.2	Die Eroberung des Luftraums . . . . .	209
17.3	Rückkehr zur Raumstation oder die Einführung des Impulses . . . . .	211
17.4	Raketenantrieb. . . . .	214
17.5	Streichholzrakete . . . . .	215
17.6	Fragen an die Streichholzrakete – von einfachen Übungen bis zu komplexen Schülerarbeiten . . . . .	220
17.7	Elastischer Stoß und größere Herleitungen . . . . .	226
<b>18</b>	<b>Ein Kapitel, das eigentlich an den Anfang der Mechanik gehört . . . . .</b>	<b>228</b>
18.1	Materialausgabe und Organisation . . . . .	230
18.2	Erinnerung an die Kindheit – Materialerkundung . . . . .	232
18.3	Fragen statt Antworten . . . . .	234
 <b>Teil III: Umsetzung von Großprojekten – Physik am Rande des Bildungsplanes</b>		
<b>19</b>	<b>Eine Kettenreaktion verbindet die Klassen 7a und 7c . . . . .</b>	<b>239</b>
19.1	Das Faltblatt oder Aufgaben, Regeln und Gründe für die Kettenreaktion . . . . .	240
19.2	Hintergrund und didaktische Ziele . . . . .	242
19.3	Die Bedeutung der Presse . . . . .	243
19.4	Planung . . . . .	244
19.5	Der Aufbau. . . . .	245
19.6	Das Ereignis . . . . .	247

<b>20</b>	<b>Techno-Quenstedt – ein Experiment aus Experimenten . . . . .</b>	<b>248</b>
20.1	Hintergrund . . . . .	248
20.2	Werbung und Faltblatt. . . . .	248
20.3	Einrichtung der Themenräume . . . . .	252
20.4	Die Anleitungen . . . . .	253
20.5	Organisation . . . . .	253
20.6	Beispiele der Umsetzung einiger Experimente . . . . .	254
20.7	Presse und Öffentlichkeitsarbeit. . . . .	256
<b>21</b>	<b>23 Stunden und 56 Minuten – Naturphänomene für die Oberstufe . . . . .</b>	<b>258</b>
21.1	Das Faltblatt . . . . .	259
21.2	Planung . . . . .	261
21.3	Einige Experimente . . . . .	261
21.4	Bericht eines Schülers im NEON Magazin . . . . .	266
21.5	Landesschau und Presse . . . . .	267
	<b>Ein Paradigmenwechsel – Abenteuer einer neuen Didaktik . . . . .</b>	<b>269</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>270</b>