

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	13
-------------------	----

## Teil I: Wärmelehre

<b>1</b>	<b>Wärme . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Temperatur und Ausdehnung . . . . .</b>	<b>17</b>
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>	<b>39</b>
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>	<b>47</b>
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 . . . . .	51
4.5	Wasser siedet in einem Papierbecher – Wärmeleitung, Verdampfungswärme . . . . .	53
<b>5</b>	<b>Wärmekapazität . . . . .</b>	<b>56</b>
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 Gastheorie 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> . . . . .	127
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> . . . . .	131
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> . . . . .	142
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> . . . . .	147
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> . . . . .	153
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> . . . . .	182
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 Blatt 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>	248
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>	258
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>	269
	<b>Literatur</b>	270