



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Komponenten und Varianten von Photovoltaikanlagen .....</b>	<b>14</b>
1.1	<b>Komponenten netzgekoppelter Photovoltaikdachanlagen .....</b>	<b>14</b>
1.2	<b>Netzkopplung mit Eigenversorgung und Batteriespeicher .....</b>	<b>15</b>
1.2.1	Netzkopplung mit Eigenversorgung .....	15
1.2.2	Netzkopplung mit Eigenversorgung und Batteriespeicher .....	15
1.2.3	Vorteile von Photovoltaikanlagen mit Batteriespeichern .....	16
1.2.4	Eigenversorgung und Autarkie .....	17
1.2.5	Batteriespeicheranbindung .....	18
1.2.6	Batteriesteuerungen .....	18
1.2.7	Batterietypen .....	18
1.2.8	Wirtschaftlichkeit netzgekoppelte PV-Anlage ohne Batterie .....	19
1.2.9	Wirtschaftlichkeit netzgekoppelte PV-Anlage mit Batterie .....	20
1.2.10	Wirtschaftlichkeit eines Batteriespeichers .....	21
1.3	<b>Messstellen-Zählerkonfigurationen .....</b>	<b>22</b>
1.3.1	PV-Anlage mit Wärmepumpe und Batteriespeicher .....	22
1.3.2	2 PV-Anlagen mit Batteriespeicher .....	23
1.3.3	Zwei PV-Anlagen mit Wärmepumpe und Batteriespeicher .....	24
1.4	<b>Heizen mit Wärmepumpen und PV-Anlagen .....</b>	<b>25</b>
1.4.1	Prinzip .....	25
1.4.2	Energiefluss .....	25
<b>2</b>	<b>Photoeffekt – Funktionsweise von Solarzellen .....</b>	<b>26</b>
2.1	<b>Entdeckung .....</b>	<b>26</b>
2.2	<b>Umwandlung von Wärmestrahlung in elektrische Energie .....</b>	<b>26</b>
2.3	<b>Entstehung von Spannung und freien Ladungsträgern .....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>Modul- und Zelltechnologien .....</b>	<b>30</b>
3.1	<b>Technologieüberblick .....</b>	<b>30</b>
3.2	<b>Kristalline Siliziummodule auf Waferbasis .....</b>	<b>31</b>
3.3	<b>Dünnschichtzellen und -module .....</b>	<b>32</b>
3.3.1	Funktionsweise .....	32
3.3.2	Aufbau .....	34
3.3.3	Herstellungsverfahren .....	34
3.4	<b>Verschaltungsvarianten bei Dünnschicht- und Waferzellen .....</b>	<b>35</b>
3.4.1	Elektrische Werte von Modulspannung und Strom .....	35
3.4.2	Monolithisch verschaltetes Dünnschichtmodul .....	35
3.4.3	Leitfähig gefüllte Löcher als Verschaltung .....	36
3.4.4	Dünnschichtzellen verschaltet wie kristalline Zellen .....	37
3.5	<b>Markteingeführte Dünnschichttechnologien .....</b>	<b>38</b>

3.5.1	Cl[G]S – Kupfer (Cu), Indium (In), [Gallium (Ga)] und Selen (Se) .....	38
3.5.2	CdTe (Cadmium[Cd]-Tellurid[Te]) .....	38
3.5.3	Amorphes Silizium, mikrokristallines Silizium .....	39
<b>3.6</b>	<b>Hybridzellen, Tandemzellen.....</b>	<b>39</b>
<b>3.7</b>	<b>Organische Photovoltaik .....</b>	<b>39</b>
<b>3.8</b>	<b>Vergleich: Dickschichtmodule – Dünnschichtmodule.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>Elektrisches Verhalten von Solarzellen .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Elektrische Größen und Parameter.....</b>	<b>42</b>
4.1.1	Modulnennleistung, Kurzschlussstrom und Leerlaufspannung.....	42
4.1.2	Temperaturkoeffizienten für Leerlaufspannung – Kurzschlussstrom ....	43
4.1.3	Füllfaktor.....	44
4.1.4	Nominal Operating Cell Temperature .....	44
4.1.5	Modulleistung, Modulstrom und Spannung als abhängige Größe .....	45
4.1.6	Beispiel: Angaben eines Moduldatenblatts .....	46
4.1.7	Kennlinienfeld einer Zelle .....	48
4.1.8	Solarzellen-Ersatzschaltbild.....	50
<b>4.2</b>	<b>Elektrische Betriebszustände eines Moduls/einer Solarzelle .....</b>	<b>52</b>
4.2.1	Aktiver und passiver Betriebszustand.....	52
4.2.2	Funktion der Bypassdiode .....	54
4.2.3	Falsch gepoltes Modul.....	55
<b>4.3</b>	<b>Verschaltung von Solarzellen zu Photovoltaikgeneratoren .....</b>	<b>56</b>
4.3.1	Modulspannung und Strom.....	57
4.3.2	Serienschaltung von Solarzellen im Ersatzschaltbild.....	57
<b>4.4</b>	<b>Verschaltung der Module zu einem Generator .....</b>	<b>59</b>
4.4.1	Serienschaltung.....	59
4.4.2	Parallelverschaltung .....	60
4.4.3	Vergleich: Serienschaltung und Parallelverschaltung .....	60
4.4.4	Auswirkung von Modultoleranzen auf die Generatorleistung.....	61
4.4.5	Auswirkung von Modultoleranzen auf die Generatorleistung.....	63
4.4.6	Verschattungen – Serienschaltung mit Bypassdiode – Kennlinien ..	65
4.4.7	Serienschaltung mit Bypassdiode im Ersatzschaltbild.....	67
<b>4.5</b>	<b>Messprotokolle aus der Praxis.....</b>	<b>69</b>
4.5.1	Unverschattetes Modul PMPP = 160 +/- 3 % .....	69
4.5.2	Umrechnung auf STC-Werte .....	70
4.5.3	Diagonale Modulverschattung, Zellenverschattung .....	71
4.5.4	Generator unverschattet.....	73
4.5.5	Generator mit mittlerer Verschattung.....	76
4.5.6	Generator mit stärkerer Verschattung – mehrere MPP-Punkte .....	78
4.5.7	Messung einer Generatorpeakleistung unter realen Bedingungen .....	80
<b>5</b>	<b>Wechselrichter.....</b>	<b>84</b>
<b>5.1</b>	<b>Aufgaben und Varianten .....</b>	<b>84</b>



5.1.1	Aufgaben des Wechselrichters .....	84
5.1.2	Wechselrichtervarianten .....	86
<b>5.2</b>	<b>Wechselrichterkenntgrößen für die Anlagenauslegung .....</b>	<b>88</b>
<b>5.3</b>	<b>Wirkungsgrade.....</b>	<b>90</b>
5.3.1	Statischer Anpassungswirkungsgrad (static MPPT efficiency).....	92
5.3.2	Messung des statischen Anpassungswirkungsgrades .....	93
5.3.3	Beispiele statischer Anpassungswirkungsgrad .....	95
5.3.4	Gewichteter statischer Anpassungswirkungsgrad.....	97
5.3.5	Dynamischer Anpassungswirkungsgrad – Einschaltverhalten .....	99
5.3.6	Statischer Umwandlungswirkungsgrad .....	101
5.3.7	Messung des statischen Umwandlungswirkungsgrades .....	102
5.3.8	Beispiele statischer Umwandlungswirkungsgrad .....	104
5.3.9	Gewichteter statischer Umwandlungswirkungsgrad.....	106
5.3.10	Beispiele gewichteter statischer Umwandlungswirkungsgrad .....	107
5.3.11	Totaler Wirkungsgrad – Gesamtwirkungsgrad .....	107
5.3.12	Berechnung des statischen Gesamtwirkungsgrades .....	108
5.3.13	Europäischer Umwandlungswirkungsgrad .....	111
5.3.14	Fazit und Zusammenfassung.....	112
5.3.15	Typische Werte für Wirkungsgrade handelsüblicher Wechselrichter .	112
<b>5.4</b>	<b>Angaben auf dem Datenblatt eines Wechselrichters.....</b>	<b>113</b>
<b>5.5</b>	<b>Wechselrichter im Vergleich .....</b>	<b>115</b>
<b>6</b>	<b>Anlagenauslegung – Anlagenplanung .....</b>	<b>118</b>
<b>6.1</b>	<b>Elektrische Kenn- und Ausgangsgrößen .....</b>	<b>118</b>
6.1.1	Ausgangsgrößen von Generator und Strings.....	118
6.1.2	Ausgangsgrößen des Moduls .....	118
6.1.3	Ausgangsgrößen des Wechselrichters .....	118
<b>6.2</b>	<b>Anpassung: Wechselrichter – Photovoltaikgenerator.....</b>	<b>119</b>
6.2.1	Generator und Wechselrichterleistung.....	119
6.2.2	Stringspannungen und Wechselrichter .....	120
<b>6.3</b>	<b>Rechenbeispiel .....</b>	<b>121</b>
6.3.1	Modul Schott Poly TM 170 .....	121
6.3.2	Wechselrichter Sunways NT 6000 .....	121
6.3.3	Ausgangsgrößen des Generators .....	121
6.3.4	Berechnung.....	121
<b>6.4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>122</b>
6.4.1	Grafische Darstellung des Beispiels .....	122
6.4.2	Anmerkungen zur Anlagenauslegung .....	122
<b>7</b>	<b>Baurecht, Konstruktion (Statik und Montage) .....</b>	<b>124</b>
<b>7.1</b>	<b>Baugenehmigung .....</b>	<b>124</b>
<b>7.2</b>	<b>Bauaufsichtliche Genehmigung.....</b>	<b>125</b>
<b>7.3</b>	<b>Anlagenauslegung, Unterkonstruktionen .....</b>	<b>126</b>

7.3.1	Lastverteilung und Statik eines ebenen Aufdachsystems.....	127
7.3.2	Schneelastzonen und Windlastzonen nach DIN 1055 Teil 4/Teil 5 ....	129
7.3.3	Varianten von Unterkonstruktionen .....	131
7.3.4	Montage.....	133
7.3.5	Häufige Fehler bei Planung und Montage .....	133
<b>8</b>	<b>Blitz-, Überspannungsschutz und Potenzialausgleich .....</b>	<b>136</b>
<b>8.1</b>	<b>Vorbemerkung.....</b>	<b>136</b>
<b>8.2</b>	<b>Äußerer und innerer Blitzschutz .....</b>	<b>136</b>
<b>8.3</b>	<b>Überspannungsschutz .....</b>	<b>137</b>
<b>8.4</b>	<b>Potenzialausgleich.....</b>	<b>137</b>
8.4.1	Schutzpotenzialausgleich .....	137
8.4.2	Funktionspotenzialausgleich.....	137
8.4.3	Blitzschutzpotenzialausgleich .....	137
<b>8.5</b>	<b>Zusammenfassung: Schutzmaßnahmen .....</b>	<b>138</b>
<b>8.6</b>	<b>Maßnahmenübersicht – normative Einordnung .....</b>	<b>139</b>
8.6.1	Blitzschutz-Potenzialausgleich nach DIN EN 62305.....	140
8.6.2	Potenzialausgleich nach DIN VDE 0100-712 (Stand Juni 2006) .....	140
<b>8.7</b>	<b>Innerer Blitzschutz, Schutz vor Überspannung.....</b>	<b>141</b>
<b>8.8</b>	<b>Potenzialausgleich.....</b>	<b>141</b>
8.8.1	Blitzschutz-Potenzialausgleich nach DIN EN 62305-3 .....	141
8.8.2	Potenzialausgleich nach DIN VDE 0100-712 (Stand Juni 2016) .....	142
<b>9</b>	<b>Wichtige Normen und Vorschriften.....</b>	<b>144</b>
<b>9.1</b>	<b>Vorbemerkung.....</b>	<b>144</b>
<b>9.2</b>	<b>Normen zu photovoltaischen Anlagen .....</b>	<b>145</b>
<b>9.3</b>	<b>VDE 0100 Reihe.....</b>	<b>146</b>
9.3.1	DIN VDE 0100-400, DIN VDE 0100-520, VDE 0100-540, VDE 0140.	146
9.3.2	DIN VDE 0100 – Teil 712 (Betriebsstätte PV-Anlage) .....	146
9.3.3	Übergabe an das Stromnetz (früher TAE- Bedingungen).....	146
<b>9.4</b>	<b>Spezifische Normen für Wechselrichter .....</b>	<b>147</b>
9.4.1	EN 50524 Datenblatt- und Typenschildangaben .....	147
9.4.2	EN 50530 Wechselrichterwirkungsgrade.....	147
9.4.3	EN 61727 Eigenschaften der Netzschnittstelle.....	147
<b>9.5</b>	<b>Spezifische Normen (Module, Solarzellen, Steckverbinder) .....</b>	<b>148</b>
9.5.1	EN IEC 61215:.....	148
9.5.2	Dünnschichtmodule .....	149
9.5.3	EN IEC 62108 Ed. 1.0 .....	149
9.5.4	DIN EN 50513 (VDE 0126-18): Solarscheiben – Datenblattangaben.	150
9.5.5	DIN EN 50380: Datenblatt und Typenschildangaben Module.....	150
9.5.6	DIN EN 50521;VDE 0126-3:2009-10:.....	150
<b>9.6</b>	<b>Spezifische Normen für Dokumentation .....</b>	<b>151</b>
9.6.1	DIN EN 50513: Datenblattangaben für kristalline Siliziumscheiben....	151



9.6.2	DIN VDE 62446 Juli 2010 (VDE 0126-23) .....	151
<b>9.7</b>	<b>Bautechnische Normen – gebäudeintegrierte Photovoltaik .....</b>	<b>153</b>
9.7.1	Bauproduktenrichtlinie (BPR), Bauproduktenverordnung (BauPVO) .	153
9.7.2	Landesbauverordnungen .....	153
9.7.3	Normentwurf DIN VDE 0126-21 – gebäudeintegrierte Photovoltaik...	153
9.7.4	DIN 4102, Teil 1 bis Teil 16, Brandverhalten von Baustoffen .....	154
9.7.5	Dachdeckerfachregeln und dazugehörige Merkblätter und Hinweise	154
9.7.6	VDI 6012 – Befestigung von Solarmodulen auf Gebäuden .....	156
9.7.7	DIN EN 1991-1-1, DIN EN 1991-1-3 (früher DIN 1055) .....	156
<b>9.8</b>	<b>Normen für Messungen und Prüfungen .....</b>	<b>157</b>
9.8.1	DIN EN 60904-1 (VDE 0126-4-1): Messen von U-I-Kennlinien .....	157
9.8.2	DIN EN 60904-1-1 (VDE 0126-4-1-1): Mehrschichtsolarzellen .....	157
9.8.3	DIN EN 60904-1-2 (VDE 0126-4-1-2): Doppelseitige Einrichtungen..	157
9.8.4	DIN EN 60904-3 bis DIN EN 60904-5 u. a. Strahlungsverteilung .....	157
9.8.5	DIN EN 60904-7 (VDE 0126-4-7): Spektrale Fehlanpassung .....	157
9.8.6	DIN EN 60904-8 bis DIN EN 60904-13 u. a. Elektrolumineszenz .....	157
9.8.7	DIN EN 60891 (VDE 0126-6:2010-10) .....	157
<b>9.9</b>	<b>Sicherheitsrelevante Normen .....</b>	<b>158</b>
9.9.1	DIN EN 61730-1 (VDE 0126-30-1) Photovoltaikmodule – Aufbau .....	158
9.9.2	DIN EN 61730-1 Sicherheitsqualifikation – Teil 1 (Aufbau) .....	159
9.9.3	DIN EN 61730-2 Sicherheitsqualifikation – Teil 2 (Prüfung) .....	159
9.9.4	DIN EN 60529 (VDE 0470) .....	159
9.9.5	DIN 62305-1, -2, -3, -4 mit Beiblättern (Blitzschutznormen) .....	160
9.9.6	DIN EN 62305-3 Beiblatt 5, Blitzschutz für PV-Anlagen .....	160
<b>10</b>	<b>Energieeinstrahlung – Ertragsberechnung .....</b>	<b>162</b>
<b>10.1</b>	<b>Allgemeine technische Vorbemerkung .....</b>	<b>162</b>
<b>10.2</b>	<b>Elektrische Arbeit und Energie .....</b>	<b>162</b>
<b>10.3</b>	<b>Energiestrahlungsdichte .....</b>	<b>164</b>
10.3.1	Grundlagen .....	164
10.3.2	Energiestrahlungsdichte auf ebenen und geneigten Flächen .....	166
10.3.3	Dacheffizienzen in Mitteleuropa (51°N, 7°O, Region Köln) .....	167
10.3.4	Energieeinstrahlungsdichte in Deutschland .....	169
<b>10.4</b>	<b>Wirkungsgrad und Performance Ratio .....</b>	<b>171</b>
10.4.1	Vorbemerkung .....	171
10.4.2	Peakleistung (PMPP_STC) und Modulwirkungsgrad STC: $\eta_{stc}$ .....	171
10.4.3	Berechnung des Energieertrags mit dem Jahres-Performance-Ratio	172
10.4.4	Leistungsverluste in Theorie und Praxis .....	174
10.4.5	Matchverluste – Mismatch (Flaschenhalseffekt) .....	179
10.4.6	Verschattungen .....	182
10.4.7	Temperaturverluste/Einstrahlungsverluste .....	184
10.4.8	Verschmutzung .....	186
10.4.9	Schnee .....	188



10.4.10	Spektrale Empfindlichkeit .....	190
10.4.11	Zusammenfassung sonstige Verluste – Einflüsse ( $\eta$ sonst) .....	191
10.4.12	Zusammenfassung der typischen Verlustwerte .....	193
10.4.13	Gesamtsystemverluste .....	194
<b>10.5</b>	<b>Ertragsberechnung .....</b>	<b>195</b>
10.5.1	Vorbemerkung .....	195
10.5.2	Zahlenbeispiel 1: Abschätzung von Anlagenerträgen .....	195
10.5.3	Zahlenbeispiel 2: Ertragsberechnung einer netzgekoppelten Anlage .....	197
10.5.4	Reale Anlagenenerträge in Mitteleuropa .....	198
<b>11</b>	<b>Wertermittlung von PV-Anlagen .....</b>	<b>200</b>
<b>11.1</b>	<b>Vorbemerkungen zur Wertermittlung und PV-Anlagen .....</b>	<b>200</b>
<b>11.2</b>	<b>Technische Grundlagen .....</b>	<b>200</b>
<b>11.3</b>	<b>Verschiedene Arten der Wertermittlung .....</b>	<b>201</b>
11.3.1	Ertragswert oder Kapitalwert .....	201
11.3.2	Verkehrswert oder Marktwert .....	201
11.3.3	Substanzwert .....	202
11.3.4	Versicherungswert – Neuwert – Zeitwert .....	202
<b>11.4</b>	<b>Kapitalwertermittlung .....</b>	<b>203</b>
11.4.1	Grundprinzip .....	203
11.4.2	Berechnung mit der Kapitalwertformel .....	203
11.4.3	Kapitalisierungszins .....	204
11.4.4	Bewertungs- und Qualitätsstichtag .....	204
11.4.5	Laufzeitende und Restwert .....	204
<b>11.5</b>	<b>Einnahmen von Photovoltaikanlagen .....</b>	<b>205</b>
11.5.1	Erzielte energetische und finanzielle Erträge .....	205
11.5.2	Besondere Anlagensituationen .....	205
11.5.3	Einnahmen durch Eigenverbrauch .....	205
11.5.4	Entwicklung der Einnahmen – Stromproduktion .....	205
11.5.5	Einnahmen und die steuerliche Situation .....	205
<b>11.6</b>	<b>Betriebskosten photovoltaischer Anlagen .....</b>	<b>206</b>
11.6.1	Betriebskostenarten .....	206
11.6.2	Prognose zukünftiger Betriebskosten .....	206
11.6.3	Ermittlung besonderer Betriebskosten .....	207
11.6.4	Reparatur und Instandhaltungskosten .....	207
11.6.5	Pacht .....	207
11.6.6	Verwaltung und kaufmännische Geschäftsführung .....	207
11.6.7	Büromiete .....	207
11.6.8	Ertrags- Anlagenüberwachung, Wachschatz .....	207
11.6.9	Jahresabschlusskosten/Buchhaltung .....	207
11.6.10	Energie-/Betriebsmittelkosten .....	207
11.6.11	Versicherungen .....	207



<b>11.7</b>	<b>Der Kapitalwert – ein Rechenbeispiel.....</b>	<b>208</b>
11.7.1	Bewertungsstichtage und Einnahmen.....	208
11.7.2	Betriebskosten .....	208
11.7.3	Berechnung des Kapitalwertes .....	208
11.7.4	Zusammenfassung der Auswertung .....	210
<b>12</b>	<b>Steuern sparen mit Photovoltaik .....</b>	<b>212</b>
<b>12.1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>212</b>
<b>12.2</b>	<b>Optimierung Abfindungsbesteuerung (sog. Fünftelregelung) .</b>	<b>213</b>
<b>12.3</b>	<b>Steuern sparen durch Einkommensverlagerungen .....</b>	<b>217</b>
12.3.1	Durch IAB-Bildung und Inanspruchnahme der Sonder-AfA .....	217
12.3.2	Einkommensverlagerung durch umsatzsteuerliche Gestaltungen .....	218
<b>12.4</b>	<b>Steuern sparen bei der Erbschaft-/Schenkungssteuer .....</b>	<b>218</b>
12.4.1	Maximale Vermögensübertragung, Einbeziehung aller Freibeträge ..	218
12.4.2	Übertragung ohne Einbeziehung des persönlichen Freibetrags .....	220
<b>12.5</b>	<b>Steuern sparen durch Generationensplitting mit Photovoltaik</b>	<b>221</b>
<b>12.6</b>	<b>Weiterführende Gestaltungsmöglichkeiten unter Eheleuten....</b>	<b>222</b>
12.6.1	Doppelte IAB-Bildung durch PV-Verkauf/Kauf unter Ehegatten.....	222
12.6.2	Verdreifachung betriebsbezogene IAB-Obergrenze bei Ehegatten ...	223
<b>12.7</b>	<b>Steuerersparnis im Vergleich mit Investition in Immobilien .....</b>	<b>224</b>
<b>12.8</b>	<b>Einkommensoptimierungen bei Baukindergeld, Elterngeld .....</b>	<b>226</b>
<b>12.9</b>	<b>Flucht in Sachwerte durch Anschaffung von PV-Anlagen.....</b>	<b>227</b>
<b>12.10</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>228</b>
<b>13</b>	<b>Risiken und Haftung .....</b>	<b>230</b>
<b>13.1</b>	<b>Risiken und Gewährleistungs-/Garantiezeiten .....</b>	<b>230</b>
<b>14</b>	<b>Versicherung netzgekoppelter Photovoltaikanlagen .....</b>	<b>232</b>
<b>14.1</b>	<b>Üblicherweise vorhandene private Versicherungen .....</b>	<b>233</b>
<b>14.2</b>	<b>Allgemeine Bedingungen einer Elektronikversicherung.....</b>	<b>233</b>
14.2.1	Versicherte Schäden und Gefahren .....	233
14.2.2	Ausschlüsse, nicht versicherte Schäden.....	234
14.2.3	Entschädigungsberechnung.....	234
14.2.4	Gefahrenerhöhung.....	235
<b>14.3</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>235</b>
<b>14.4</b>	<b>Zusatzbausteine, sonstige Versicherungen .....</b>	<b>236</b>
14.4.1	Ertragsausfall, versicherter Nutzungsausfall .....	236
<b>14.5</b>	<b>Betreiberhaftpflichtversicherung .....</b>	<b>236</b>
<b>14.6</b>	<b>Montageversicherung .....</b>	<b>237</b>
<b>14.7</b>	<b>Gewährleistung BGB § 437 Rechte des Käufers bei Mängeln ..</b>	<b>237</b>
<b>14.8</b>	<b>Herstellergarantie .....</b>	<b>238</b>



<b>14.9 Technische Mängel und Schäden in der Praxis .....</b>	<b>240</b>
14.9.1 Typische Versicherungsfälle .....	240
14.9.2 Mechanische Schäden an Modulen .....	242
14.9.3 Veränderungen im Bereich der Zelloberflächen .....	246
14.9.4 Beschädigungen der Dachhaut, Marderverbiss, Moduldose .....	251
14.9.5 Verkabelung .....	254
14.9.6 Potenzialinduzierte Degradation .....	256
<b>15 Der Photovoltaikmarkt .....</b>	<b>260</b>
<b>15.1 Vertriebsstrukturen – Hersteller und Lieferanten.....</b>	<b>260</b>
<b>15.2 Entwicklung der Preise .....</b>	<b>262</b>
<b>15.3 Qualität des Angebots erkennen.....</b>	<b>263</b>
15.3.1 Checkliste Angebotsbewertung .....	263
<b>16 Schlusswort und Zukunftsperspektive .....</b>	<b>266</b>
<b>17 Anhang.....</b>	<b>268</b>
<b>17.1 Größen, Einheiten und Konstanten .....</b>	<b>268</b>
17.1.1 Solarzellen, Module und Generatoren .....	268
17.1.2 Wechselrichter – elektrische Kenngrößen .....	270
17.1.3 Ertragsberechnung .....	271
17.1.4 Leitungsverluste .....	272
<b>17.2 Batterien .....</b>	<b>273</b>
<b>17.3 Formeln .....</b>	<b>274</b>
<b>17.4 Abbildungen .....</b>	<b>276</b>
<b>17.5 Index .....</b>	<b>280</b>
<b>17.6 Literatur und Quellen .....</b>	<b>285</b>