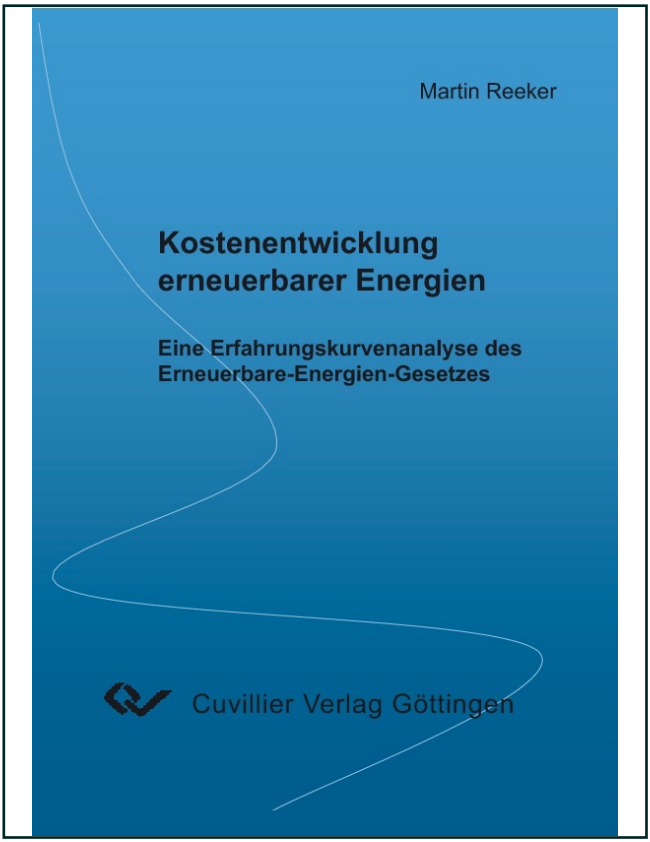
Martin Reeker (Autor)

Kostenentwicklung erneuerbarer Energien

Eine Erfahrungskurvenanalyse des Erneuerbare-Energien-Gesetzes



https://cuvillier.de/de/shop/publications/2784

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Begründung von Energiepolitik **7**

2.1 Das Energiesystem in Deutschland **7**

2.1.1 Energieverbrauch und Energieerzeugung 8

2.1.2 Erneuerbare Energien 12

2.1.3 Zusammenfassung 17

2.2 Nachhaltigkeit des Energiessystems **18**

2.2.1 Auswirkungen auf die Umwelt 20

2.2.1.1 Emission von Treibhausgasen 20

2.2.1.2 Emission von Luftschadstoffen 25

2.2.2 Reichweite fossiler und nuklearer Energieträger 28

2.2.2.1 Reichweite der Mineralölvorkommen 29

2.2.2.2 Reichweite der Kohlevorkommen 30

2.2.2.3 Reichweite der Erdgasvorkommen 31

2.2.2.4 Reichweite der Uranvorkommen 31

2.2.3 Verteilungsgerechtigkeit 32

2.2.4 Zusammenfassung 33

2.3 Marktversagen und externe Effekte **36**

2.3.1 Formen von Marktversagen 37

2.3.1.1 Koordinationsfunktion des Marktes 37

2.3.1.2 Marktversagen bei technologischen externen Effekten 38

2.3.1.3 Internalisierung externer Effekte als Leitbild der Umweltpolitik 40

2.3.2 Externe Kosten im Energiesystem 41

2.3.2.1 Externe Kosten der Stromerzeugung 43

2.3.2.2 Externe Kosten des Verkehrs 46

2.3.2.3 Externe Kosten der Wärmeerzeugung 50

2.3.3 Zusammenfassung 50

2.4 Marktversagen und Technology Lock-In **53**

2.4.1 Marktversagen, Skalenerträge und Technology Lock-In 53

2.4.1.1 Theorie des Technology Lock-In 54

2.4.1.2 Beispiele für Technology Lock-In 58

2.4.2 Technology Lock-In und erneuerbare Energiequellen 61

2.4.2.1 Staatliche Förderung der fossilen und nuklearen Energieerzeugung 61
2.4.2.2 Staatl. Förderung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien 63
2.4.2.3 Bewertung der staatlichen Förderung der Energieerzeugung 64
2.4.2.4 Argumente für Technology Lock-In im Energiesektor 65
2.4.3 Zusammenfassung 67

3 Erfahrungskurven 68
3.1 Theorie der Erfahrungskurven 68
3.1.1 Ökonomische Theorie 69
3.1.2 Das Konzept der Erfahrungskurve 72
3.1.2.1 Grundlagen und Begriffe 72
3.1.2.2 Formale Darstellung der Erfahrungskurve 74
3.1.2.3 Bestimmung der Parameter 76
3.1.2.4 Beispiele für Erfahrungskurven 77
3.1.3 Zusammenfassung 79
3.2 Erfahrungskurven in der Energiepolitik 80
3.2.1 Konsequenzen aus Erfahrungseffekten für die Energiepolitik 81
3.2.1.1 Break-Even Punkt und Lerninvestitionen 83
3.2.1.2 Erzeugung eines Virtuous Cycle 86
3.2.1.3 Beeinflussung des Break-Even Punktes 88
3.2.1.4 Effizienz von Marktanreizprogrammen 90
3.2.2 Anwendungsfragen des Erfahrungskurvenkonzeptes 91
3.2.3 Zusammenfassung 94

4 Anwendungsfeld Windenergie 96
4.1 Technik und Umwelteigenschaften von Windenergieanlagen 96
4.1.1 Technik der Windenergie 96
4.1.1.1 Aufbau und physikalische Grundlagen 96
4.1.1.2 Rotor 99
4.1.1.3 Getriebe, Generator und Umrichter 100
4.1.1.4 Turmkonstruktionen 102
4.1.1.5 Sicherheit 103
4.1.1.6 Windparks 103
4.1.2 Umwelteigenschaften 104
4.1.3 Zusammenfassung 106

4.2 Marktentwicklung und Förderung der Windenergie 107
4.2.1 Weltweite Marktentwicklung der Windenergie 107
4.2.2 Marktentwicklung der Windenergie in der EU 108
4.2.3 Förderung der Windenergie in der EU 111
4.2.4 Marktentwicklung der Windenergie in Deutschland 112
4.2.5 Förderung der Windenergie in Deutschland 115
4.2.6 Zusammenfassung 119
4.3 Die Erfahrungskurve der Windenergie 120
4.3.1 Die Ermittlung der spezifischen Kosten 120
4.3.1.1 Die Kosten von Windenergieanlagen 121
4.3.1.2 Die Erträge von Windenergieanlagen 124
4.3.1.3 Beispiel für die Kostenberechnung 127
4.3.2 Bestimmung der Erfahrungskurve 129
4.3.3 Bewertung der Windenergie-Förderung 134
4.3.3.1 Analyse der DEWI-Prognose 134
4.3.3.2 Marktentwicklung gemäß dem Verlauf der EEG-Vergütung 136
4.3.3.3 Bestimmung von Break-Even Punkt und Lerninvestitionen 137
4.3.3.4 Die Effizienz des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 140
4.3.4 Bewertung der Ergebnisse 141
4.3.4.1 Entwicklungspotential der Windenergie 141
4.3.4.2 Die Güte der Datenbasis 143
4.3.5 Zusammenfassung 145

5 Anwendungsfeld Photovoltaik 148
5.1 Technik und Umwelteigenschaften der Photovoltaik 148
5.1.1 Technik der Photovoltaik 148
5.1.1.1 Funktionsweise von Solarzellen 149
5.1.1.2 Mono- und polykristalline Siliziumzellen 150
5.1.1.3 Amorphe Siliziumzellen 151
5.1.1.4 Weitere Dünnschichttechnologien 152
5.1.1.5 Modulaufbau und Systemtechnik 152
5.1.2 Umwelteigenschaften 154
5.1.3 Zusammenfassung 156
5.2 Marktentwicklung und Förderung der Photovoltaik 158
5.2.1 Weltweite Marktentwicklung der Photovoltaik 158

5.2.2 Weltweite Förderung der Photovoltaik 160
5.2.3 Marktentwicklung der Photovoltaik in Deutschland 162
5.2.4 Förderung der Photovoltaik in Deutschland 164
5.2.5 Zusammenfassung 167
5.3 Die Erfahrungskurve der Photovoltaik 168
5.3.1 Die Ermittlung der spezifischen Kosten 168
5.3.1.1 Die Kosten der Komponenten 169
5.3.1.2 Die Kosten von Photovoltaikanlagen 172
5.3.1.3 Die Erträge von Photovoltaikanlagen 172
5.3.1.4 Berechnung der Stromerzeugungskosten 174
5.3.2 Bestimmung der Erfahrungskurve 175
5.3.3 Bestimmung der Erfahrungskurve für Photovoltaikmodule 178
5.3.4 Bewertung der PV-Förderung 179
5.3.4.1 Analyse der Greenpeace-Prognose 180
5.3.4.2 Marktentwicklung gemäß dem Verlauf der EEG-Vergütung 181
5.3.4.3 Bestimmung von Break-Even Punkt und Lerninvestitionen 183
5.3.4.4 Die Effizienz des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 186
5.3.5 Bewertung der Ergebnisse 187
5.3.5.1 Entwicklungspotential der Photovoltaik 187
5.3.5.2 Die Güte der Datenbasis 189
5.3.6 Zusammenfassung 190

6 Zusammenfassung und Ausblick 193

7 Literaturverzeichnis 201

8 Abbildungsverzeichnis 208

9 Tabellenverzeichnis 211

10 Anhang 213