

---

SONDERHEFT 139 · 1983

Hans-Joachim Ziesing

**Beurteilung der Wirtschaftlichkeitsschwelle  
und Analyse der Produktionskapazitäten  
bei neuen Technologien zur Energieeinsparung  
in mittel- bis längerfristiger Sicht**

**- Dargestellt an Wärmepumpen und Solaranlagen -**

Wile

Technische Hochschule Darmstadt  
Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften  
Fachgebiet Wirtschaftspolitik (VWL VI)

P 964



DUNCKER & HUMBLOT · BERLIN

VB TU Darmstadt



51642651

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>0. Problemstellung und Aufbau der Untersuchung.....</b>	<b>19</b>
<b>1. Die ausgewählten neuen Technologien unter Energieeinsparungs- und Substitutionsaspekten.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1. Die energiewirtschaftliche Ausgangslage .....</b>	<b>23</b>
<b>1.2. Zum Charakter der neuen Technologien zur Energieeinsparung .....</b>	<b>32</b>
<b>1.3. Wärmepumpenanlagen .....</b>	<b>36</b>
<b>1.3.1. Allgemeines.....</b>	<b>36</b>
<b>1.3.2. Wärmequellen.....</b>	<b>39</b>
1.3.2.1. <i>Allgemeines.....</i>	39
1.3.2.2. <i>Wärmequelle Grundwasser.....</i>	39
1.3.2.3. <i>Wärmequelle Erdreich .....</i>	41
1.3.2.4. <i>Wärmequelle Außenluft.....</i>	43
1.3.2.5. <i>Sonstige natürliche Wärmequellen.....</i>	45
<b>1.3.3. Wärmepumpen .....</b>	<b>46</b>
1.3.3.1. <i>Kompressionswärmepumpen.....</i>	46
1.3.3.1.1. <i>Allgemeines .....</i>	46
1.3.3.1.2. <i>Elektromotorisch betriebene Wärmepumpen .....</i>	49
1.3.3.1.3. <i>Verbrennungsmotorisch betriebene Wärmepumpen .....</i>	61
1.3.3.2. <i>Absorptionswärmepumpen.....</i>	71
<b>1.4. Solaranlagen .....</b>	<b>79</b>
<b>1.5. Energieeinsparungs- und Substitutionseffekte von Wärmepumpen und Solaranlagen.....</b>	<b>100</b>
<b>1.5.1. Spezifische Einspar- und Substitutionseffekte .....</b>	<b>100</b>
<b>1.5.2. Energieeinsparungs- und Substitutionseffekte von Wärmepumpen und Solaranlagen in ausgewählten Anwendungsfällen .....</b>	<b>105</b>

<b>2. Überblick über die gegenwärtige Produktions- und Absatzsituation bei Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>122</b>
<b>2.1. Allgemeines .....</b>	<b>122</b>
<b>2.2. Produktions- und Absatzsituation bei Elektrowärmepumpen .....</b>	<b>124</b>
2.2.1. Anbieter von Elektrowärmepumpen .....	124
2.2.2. Produktion und Absatz .....	127
2.2.3. Produktionskapazitäten .....	129
2.2.4. Installation und Bestand .....	131
<b>2.3. Produktions- und Absatzsituation bei gasbetriebenen Wärmepumpen .....</b>	<b>133</b>
2.3.1. Allgemeines .....	133
2.3.2. Anbieter von Gasmotorwärmepumpen .....	133
2.3.3. Installierte Gasmotorwärmepumpen-Anlagen .....	135
<b>2.4. Produktions- und Absatzsituation bei Solaranlagen .....</b>	<b>142</b>
2.4.1. Anbieter von Solaranlagen .....	142
2.4.2. Produktion, Export und Import .....	145
2.4.3. Produktionskapazitäten .....	148
2.4.4. Bestand an Solaranlagen .....	148
<b>2.5. Zusammenfassung .....</b>	<b>149</b>
 <b>3. Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen und Solaranlagen unter heutigen Bedingungen .....</b>	 <b>152</b>
3.1. Vorgehensweise .....	152
3.2. Abschätzung der spezifischen Energiekosteneinsparung beim Einsatz von Wärmepumpen und Solaranlagen .....	153
3.3. Die höchstzulässigen spezifischen Investitionsmehrkosten für Wärmepumpen und Solaranlagen .....	158
3.3.1. Allgemeines .....	158
3.3.2. Die höchstzulässigen spezifischen Investitionsmehrkosten ohne Berücksichtigung von Energiepreissetigerungen .....	159
3.3.3. Die höchstzulässigen spezifischen Investitionsmehrkosten unter Berücksichtigung von Energiepreissetigerungen .....	168
3.3.4. Wirkungen von Annahmenänderungen auf das Niveau der höchstzulässigen spezifischen Investitionsmehrkosten .....	175
3.3.5. Der Einfluß sonstiger verbrauchs- und betriebsgebundener spezifischer Investitionsmehrkosten .....	187

3.3.6. Der Verlauf von höchstzulässigen und tatsächlichen spezifischen Investitionsmehrkosten .....	192
<b>3.4. Zur Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen und Solaranlagen unter heutigen Bedingungen in ausgewählten Anwendungsfällen .....</b>	<b>195</b>
3.4.1. Vorgehen .....	195
3.4.2. Die tatsächlichen gegenwärtigen Investitionsmehrkosten von Wärmepumpen und Solaranlagen .....	196
3.4.2.1. Investitionsmehrkosten und Entscheidungssituation des potentiellen Investors .....	196
3.4.2.2. Investitionskosten von Elektrowärmepumpenanlagen .....	199
3.4.2.3. Investitionskosten von verbrennungsmotorisch betriebenen Wärmepumpen sowie von Absorptionswärmepumpen .....	216
3.4.2.4. Investitionskosten von Solaranlagen .....	224
3.4.3. Die höchstzulässigen Investitionsmehrkosten für Wärmepumpen und Solaranlagen unter Berücksichtigung von Wartungs- und Instandhaltungskosten .....	239
3.4.4. Die höchstzulässigen und die tatsächlichen Investitionsmehrkosten von Wärmepumpen und Solaranlagen im Vergleich .....	246
3.4.4.1. Allgemeines .....	246
3.4.4.2. Vergleich der höchstzulässigen mit den tatsächlichen Investitionsmehrkosten ohne Berücksichtigung staatlicher Fördermaßnahmen .....	247
3.4.4.3. Vergleich der höchstzulässigen mit den tatsächlichen Investitionsmehrkosten unter Berücksichtigung der geltenden staatlichen Fördermaßnahmen .....	263
3.4.4.3.1. Die geltenden Förderregelungen .....	263
3.4.4.3.2. Wirkung der Zuschußförderung .....	267
3.4.4.3.3. Wirkung der steuerlichen Förderung .....	283
3.4.4.4. Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse .....	286
<b>3.5. Die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen und Solaranlagen aus der Sicht der anbietenden Unternehmen .....</b>	<b>293</b>
<b>3.6. Exkurs 1: Der Einsatz von Wärmepumpen und Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung unter Wirtschaftlichkeitsaspekten .....</b>	<b>295</b>
3.6.1. Allgemeines .....	295
3.6.2. Elektrowärmepumpen zur Brauchwassererwärmung .....	296
3.6.3. Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung .....	299
3.6.4. Fazit .....	302
<b>3.7. Exkurs 2: Wirtschaftlichkeitsaspekte im Mietwohnungsbereich .....</b>	<b>303</b>

<b>4. Künftige Entwicklungstendenzen des Einsatzes von Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>312</b>
<b>4.1. Allgemeines .....</b>	<b>312</b>
<b>4.2. Voraussichtliche Entwicklung der Energienachfrage und des Beitrags neuer Technologien zur Energiebedarfsdeckung in mittel- bis längerfristiger Sicht – Ergebnisse der Gemeinschaftsprognose der Institute aus dem Jahre 1981 .....</b>	<b>313</b>
<b>4.3. Exkurs: Überblick über die Ergebnisse verschiedener Studien zur voraussichtlichen Entwicklung des Einsatzes von Wärmepumpen und Solaranlagen.....</b>	<b>321</b>
<b>4.4. Voraussetzungen für einen zunehmenden Einsatz von Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>332</b>
<b>4.4.1. Allgemeines.....</b>	<b>332</b>
<b>4.4.2. Die Entwicklung der Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen und Solaranlagen in mittel- bis längerfristiger Sicht.....</b>	<b>334</b>
<i>4.4.2.1. Entwicklung der wirtschaftlichkeitsbestimmenden Faktoren .....</i>	<i>334</i>
4.4.2.1.1. Allgemeines .....	334
4.4.2.1.2. Erhöhung der Energiepreise.....	334
4.4.2.1.3. Verminderung der Investitions- und Installationskosten.....	335
4.4.2.1.4. Verbesserung der technischen Effizienz.....	339
<i>4.4.2.2. Annahmen und Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen für künftige Investitionszeitpunkte .....</i>	<i>340</i>
<b>4.4.3. Kapazitätsplanungen und Kapazitätsanpassungsgeschwindigkeit der Hersteller von Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>354</b>
<b>4.4.4. Installationsgewerbe und neue Technologien.....</b>	<b>359</b>
<b>4.4.5. Versorgungsseitige Aspekte des Einsatzes von Wärmepumpen und Solaranlagen.....</b>	<b>369</b>
<b>4.5. Überlegungen zu den künftigen Einsatzchancen von Wärmepumpen und Solaranlagen.....</b>	<b>380</b>
<b>5. Ansatzpunkte für eine forcierte staatliche Förderung des Einsatzes von Wärmepumpen und Solaranlagen.....</b>	<b>389</b>
<b>5.1. Allgemeines .....</b>	<b>389</b>
<b>5.2. Maßnahmen zugunsten der Anbieter von Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>393</b>
<b>5.3. Maßnahmen zugunsten der Anwender von Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>396</b>
<b>5.3.1. Allgemeines.....</b>	<b>396</b>
<b>5.3.2. Zuschußförderung .....</b>	<b>397</b>

5.3.3. Steuerliche Förderung .....	401
5.3.4. Förderung durch Beeinflussung der Energiepreise .....	402
5.3.5. Förderung durch Finanzierungserleichterungen .....	403
5.3.6. Fördermaßnahmen für den Mietwohnungsbereich .....	404
5.3.7. Zusammenfassende Schlußfolgerung .....	405
<b>6. Förderung von Wärmepumpen und Solaranlagen in ihrem Verhältnis zur Förderung anderer Wege zur rationellen Energienutzung .....</b>	<b>408</b>
<b>7. Volkswirtschaftliche Effekte einer forcierten Förderung von Wärmepumpen und Solaranlagen .....</b>	<b>418</b>
7.1. Allgemeines – Volkswirtschaftliche Randbedingungen und Problemfelder .....	418
7.2. Wirkungen einer forcierten Förderung von Wärmepumpen und Solaranlagen auf Produktion und Beschäftigung .....	420
7.3. Wirkungen einer forcierten Förderung von Wärmepumpen und Solaranlagen auf die Außenwirtschaft .....	428
7.3.1. Einfluß auf die Energieträgerimporte .....	428
7.3.2. Wärmepumpen und Solaranlagen als Exportprodukte .....	431
<b>8. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse .....</b>	<b>434</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>450</b>