

WIRTSCHAFT ENERGIE UMWELT

Christiane Schmid

Energieeffizienz in Unternehmen

Eine wissensbasierte Analyse
von Einflussfaktoren und Instrumenten

Institut für Wirtschaft und Ökologie



Universität St.Gallen



Hochschulverlag AG
an der ETH Zürich

cepc

Centre for Energy Policy and Economics
Swiss Federal Institutes of Technology

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	15
Abstract	19

TEIL 1

ZUR EINORDNUNG DER ARBEIT

1 Einführung.....	23
1.1 <i>Die Bedeutung der Energieeffizienz bei der Bekämpfung des Klimawandels.....</i>	<i>24</i>
1.2 <i>Zielsetzung, methodisches Vorgehen und Aufbau der Arbeit.....</i>	<i>28</i>
2 Die Hemmnisdebatte – Ursachen und Erklärungen der Energieeffizienz-Lücke	33
2.1 <i>Hemmnisse basierend auf einer unzureichenden Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials</i>	<i>35</i>
2.1.1 Erklärungsansätze	36
2.1.2 Re-Interpretation der Erklärungsansätze als organisatorische Hemmnisse.....	40
2.2 <i>Hemmnisse basierend auf Marktversagen</i>	<i>41</i>
2.2.1 Erklärungsansätze	42
2.2.2 Transaktionskosten zur monetären Bewertung der Erklärungsansätze	45
2.3 <i>Organisatorische Hemmnisse</i>	<i>48</i>
2.3.1 Die begrenzte Rationalität von Individuen.....	49
2.3.2 Hemmnisse.....	50
2.4 <i>Ergebnisse bisheriger Arbeiten zur Relevanz und Erklärung von Hemmnissen in Unternehmen.....</i>	<i>51</i>
2.5 <i>Präzisierung der Fragestellung</i>	<i>54</i>

TEIL II

THEORIE UND FORSCHUNGSRAHMEN

Vorbetrachtung:	Unternehmen als sozio-technische Systeme	57
3	Organisatorische Aspekte und Prozesse als Einflussfaktoren auf die Energieeffizienz kleiner und mittlerer Unternehmen	61
3.1	<i>Determinanten des Handelns in Unternehmen</i>	<i>61</i>
3.1.1	Individuelles Wissen: Faktenwissen und Fertigkeiten	62
3.1.2	Individuelle Werte und Motivation	70
3.1.3	Organisatorisches Wissen: Normen, Regeln und Werte der Organisation	72
3.1.4	Verknüpfung der Ebenen: Aspekte von Macht und Einfluss	77
3.1.5	Zusammenfassung: Der Aufbau der Wissensbasis eines Unternehmens	79
3.2	<i>Energierrelevante Entscheidungsprozesse: Der Einfluss der Wissensbasis</i>	<i>83</i>
3.2.1	Die Situationsdiagnose: Wahrnehmung und Formulierung der Probleme und Chancen	85
3.2.2	Die Lösungssuche: Alternativensuche und Alternativenbewertung	88
3.2.3	Umsetzung & Evaluation	89
3.2.4	Zusammenfassung der Determinanten bei energierelevanten Entscheidungsprozessen	90
3.3	<i>Anpassung der Wissensbasis einer Organisation</i>	<i>91</i>
3.3.1	Veränderung des individuellen Wissens in Organisationen	92
3.3.2	Veränderung des organisatorischen Wissens	95
3.3.3	Konsequenzen hinsichtlich der Anpassung der Wissensbasis und einer energieeffizienten Organisationsentwicklung	98
4	Wissens- und Methodenbedarf bei der betrieblichen Energieanalyse	101
4.1	<i>Energienutzung und Energieeffizienz in Unternehmen</i>	<i>101</i>
4.1.1	Das Unternehmen als technisches System: Energieströme auf Betriebsebene	103
4.1.2	Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz	110

4.2	<i>Die technische Energieanalyse im Rahmen von energierelevanten Entscheidungsprozessen</i>	111
4.2.1	Vorbereitung	113
4.2.2	Abbildung des Energieflusses	114
4.2.3	Datensammlung	114
4.2.4	Darstellung des Ist-Zustands	115
4.2.5	Diagnose des Ist-Zustands.....	116
4.2.6	Sammlung geeigneter Massnahmen.....	118
4.2.7	Bewertung der Massnahmen	118

TEIL III

GESTALTUNG VON METHODEN UND INSTRUMENTEN

5	Methoden und Instrumente zur Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz	121
5.1	<i>Betriebliches Energiemanagement als interner Managementprozess</i>	122
5.1.1	Ziele und Ablauf des Energiemanagementprozesses	123
5.1.2	Ablauf der Energieanalyse bei der kontinuierlichen Datenüberwachung.....	128
5.1.3	Förderung von Lernprozessen durch Energiemanagement	131
5.2	<i>Energieberatung als externe Unterstützung der Energieanalyse</i>	134
5.2.1	Ablauf einer Energieberatung	135
5.2.2	Empirische Untersuchung von Energieberatungen für kleine und mittlere Unternehmen	138
5.2.3	Die Einbettung von Energieberatungen in energierelevante Entscheidungen	149
5.2.4	Einfluss von Energieberatungen auf die organisatorische Wissensbasis	152
5.3	<i>Unternehmensnetzwerke zur Förderung der Energieeffizienz</i>	154
5.3.1	Beispiele für Unternehmensnetzwerke.....	154
5.3.2	Motivation, Ausgestaltung und Erfolg der Netzwerke.....	158
5.3.3	Informations- und Wissenstransfer mit Hilfe der Netzwerke.....	160
5.4	<i>Integration der Methoden hinsichtlich der Lern- und Transferprozesse</i>	163

6	Modellierung eines wissensbasierten Systems zur Unterstützung der betrieblichen Energieanalyse	169
6.1	<i>Knowledge Engineering mit CommonKADS.....</i>	<i>172</i>
6.1.1	Ablauf des Knowledge Engineerings.....	172
6.1.2	Die Modellebenen in CommonKADS	175
6.1.3	Konzeptuelle Wissensmodellierung.....	177
6.2	<i>Vorbereitende Überlegungen zur Wissensmodellierung für die Energieeffizienzanalyse.....</i>	<i>182</i>
6.3	<i>Analyse des Druckluftsystems</i>	<i>187</i>
6.3.1	Druckluftnutzung und Energiebedarf.....	188
6.3.2	Thermodynamische Grundlagen	189
6.3.3	Wissensmodellierung	190
6.3.4	Analyse des Drucklufteinsatzes	195
6.3.5	Analyse der Druckluftverteilung.....	197
6.3.6	Analyse der Druckluftaufbereitung.....	200
6.3.7	Analyse der Drucklufterzeugung	203
6.3.8	Weitere Massnahmen und Beratungshinweise.....	209
6.4	<i>Analyse der Kältebereitstellung</i>	<i>211</i>
6.4.1	Kälteeinsatz und Energiebedarf	211
6.4.2	Thermodynamische und technische Grundlagen	214
6.4.3	Wissensmodellierung.....	225
6.4.4	Ersatzmassnahmen.....	228
6.4.5	Optimierungsmassnahmen	231
6.4.6	Wartungsmassnahmen	234
6.4.7	Weitere Massnahmen.....	236
6.5	<i>Analyse der Warm- und Heisswasserbereitstellung.....</i>	<i>237</i>
6.5.1	Warm- und Heisswassernutzung und Energiebedarf	237
6.5.2	Technische und thermodynamische Grundlagen	239
6.5.3	Wissensmodellierung.....	242
6.5.4	Massnahmen zur Verbesserung der Warmwasserbereitstellung	246
6.6	<i>Analyse des BHKW-Einsatzes</i>	<i>251</i>
6.6.1	Nutzung von BHKW-Anlagen.....	251
6.6.2	Ersatz der Wärmebereitstellung durch BHKW-Einsatz.....	254
6.7	<i>Modellierung der Wirtschaftlichkeitsberechnungen</i>	<i>262</i>

7	Fazit und Ausblick	265
7.1	<i>Schlussfolgerungen für Akteure in Unternehmen und in der Energiepolitik und für weitere Forschungsarbeiten</i>	<i>265</i>
7.2	<i>Schlussfolgerungen aus der Konzeption und Modellierung des wissensbasierten Analyseinstruments</i>	<i>271</i>
Anhang A:	Bewertungskriterien bei energieeffizienten Entscheidungen	275
Anhang B:	Marktübersicht über Software für das Energiecontrolling, für die Energieanalyse und die Energieberatung	281
Anhang C:	Gliederung der Fragebögen	288
Literatur	289