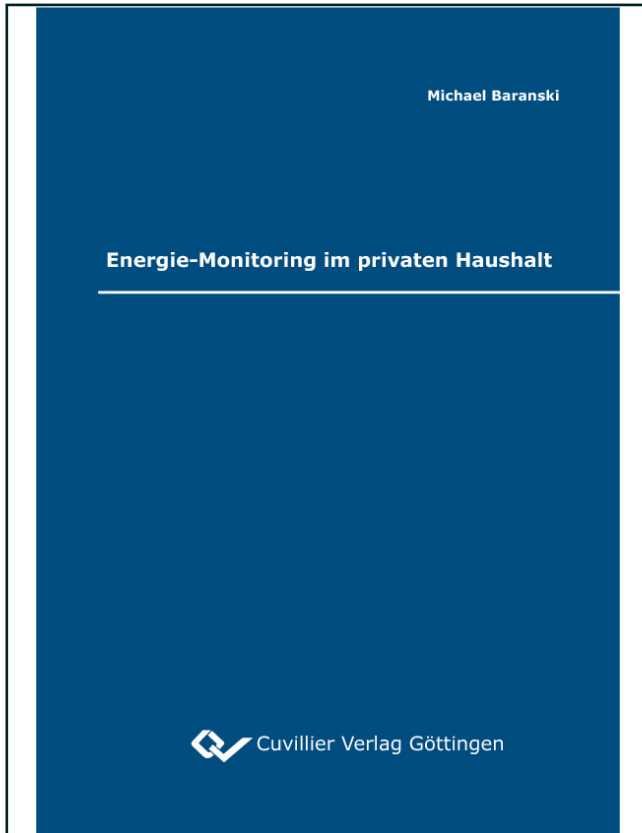




Michael Baranski (Autor)  
**Energie-Monitoring im privaten Haushalt**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2034>

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

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Energie–Monitoring und Lastüberwachung</b>	<b>3</b>
2.1	Stand der Technik, Energie–Monitoring im privaten Haushalt	3
2.2	Streifzug durch verschiedene NIALM–Ansätze	6
<b>3</b>	<b>Anforderungen an ein stationäres Energie–Monitoring–System im privaten Haushalt</b>	<b>11</b>
3.1	Eigenschaften eines optimalen Energie–Monitoring–System	11
3.2	Motivation der Versorgungsnetzbetreiber	12
3.2.1	Notwendigkeit für diesen Dienst (Kundenbindung)	13
3.2.2	Auslesung der Zähler	14
3.2.3	Ist–Zustand Zählertechnik privater Haushalte in Deutschland	15
3.2.4	Eichgesetz, Eichgültigkeit und Stichprobenverfahren	16
3.2.5	Einfluss des EMV–Gesetz	17
3.3	Motivation aus Sicht der Haushalte	18
3.3.1	Einsparpotenzial kontra Systemkosten	19
3.4	Zusammenfassung der Anforderungen	21
<b>4</b>	<b>Anforderungen an die Messtechnik</b>	<b>22</b>
4.1	Datenauflösung und Zählerkonstante	22
4.2	Optischer Sensor zur Erfassung der Wirkleistung am Ferrariszähler	24
4.2.1	Bereinigung von Störeinflüssen	29
4.3	Auswirkung der Mittelwertbildung auf Einschaltvorgänge elektrischer Verbraucher	30
4.4	Methode zur Detektion der Schaltereignisse basierend auf der Energie der Schaltereignisse	34
4.5	Detektion von Schaltereignissen	36
<b>5</b>	<b>Eigenschaften elektrischer Endverbraucher im Haushalt</b>	<b>42</b>
5.1	Klassifizierung von Haushaltsverbrauchern	42
5.2	Erkennbarkeit der Geräteklassen	45
5.3	Bewertung elektrischer Verbraucher in Bezug auf das Einsparpotenzial	47
5.4	Modellierung elektrischer Verbraucher	49
5.4.1	Charakteristische Eigenschaften	49
<b>6</b>	<b>Neuer selbsterkennender NIALM Algorithmus</b>	<b>55</b>
6.1	Neuer Ansatz Gesamtansatz zur Analyse von Laständerungen	57
6.1.1	Ansatz zur Bewertung der Verbrauchermodelle	60
6.2	Clustern der Schaltereignisse	62
6.2.1	ISODATA– Clusterverfahren nach Ball u. Hall	62
6.2.2	Fuzzy–Clusterverfahren	65
6.2.3	Clustern mit Self Organizing Maps	68
6.2.4	Zusammenfassung Clusterverfahren	74
6.2.5	Funktionen zur Bewertung der Verbrauchermodelle	74
6.3	Genetischer Algorithmus zur Selektion der Verbrauchermodelle	77
6.3.1	Festlegung der Parameter des Genetischen Algorithmus	78
6.3.2	Bewertung und Zielfunktion, Ersetzungsschema	79
6.3.3	Rekombination, Crossover	79
6.3.4	Mutation	80
6.4	Zeitreihenoptimierung der generierten Zustandsautomaten	84
6.4.1	Erzeugung von Schaltsequenzen	84
6.4.2	Bewertung der Schaltsequenzen	89
6.5	Auflösung von Multireferenzen auf Schaltereignisse	93
6.5.1	Praktische Umsetzung der Auflösung von Mehrfachreferenzen	93
<b>7</b>	<b>Testläufe und Ergebnisse</b>	<b>98</b>
7.1	Datenbasis	98

7.2	Auswertung simulierter Lastverläufe .....	102
7.2.1	Clustern der Schaltereignisse des Testparks .....	102
7.2.2	Erzeugen der Verbrauchermodelle – Ergebnisse des Genetischen Algorithmus .....	107
7.2.3	Optimierung der Zeitreihen .....	109
7.2.4	Fazit zur Analyse simulierter Daten .....	114
7.3	Auswertung realer Lastverläufe .....	115
7.4	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	122
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>123</b>
<b>A.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>126</b>
A.1.	Potenziale eines Energie–Monitoring Systems im Haushalt .....	126
A.1.1.	Transparenz im “Strombedarf” .....	127
A.1.2.	Kontrolle von Haushaltsgeräten .....	128
A.1.3.	Fernüberwachung des Haushalts .....	129
A.1.4.	Lastmanagement .....	130
A.2.	Topologiebetrachtungen zum Energie Monitoring im privaten Haushalt .....	132
A.2.1.	Abschätzungen zur Datenerfassungseinheit .....	137
A.2.2.	Datenarchivierung, Datenvolumen .....	139
A.2.3.	Datenübertragung aus dem Zählerkasten .....	142
A.2.4.	Betrachtungen zur Visualisierung .....	144
A.2.5.	Externe Vernetzung .....	145
A.2.6.	Der elektronische Haushaltszähler (eHZ) .....	146
A.3.	Technische Komponenten des Energie–Monitorings .....	147
<b>B.</b>	<b>Zählertechnik im Haushalt .....</b>	<b>154</b>
B.1.	Eigenschaften der elektromechanischen Drehstromzähler (Ferrariszähler) .....	154
B.1.1.	Elektronische Drehstromzähler und Multifunktionszähler .....	155
B.1.2.	Optische Tastköpfe für Drehstromzähler .....	157
<b>C.</b>	<b>Anhang – Statistische Daten privater Haushalte .....</b>	<b>158</b>
<b>D.</b>	<b>Zur Datenauflösung der Erfassungseinheit .....</b>	<b>160</b>
D.1.	Grundsätzliche Annahmen .....	160
D.1.1.	Datenvolumen ohne Komprimierung .....	160
D.1.2.	Komprimierung der Daten .....	161
D.1.3.	Datenvolumen bei Komprimierung von Events .....	161
D.2.	Datenvolumen des optimalen Systems .....	163
D.2.1.	Berechnung der Dimension des Lösungsraumes aller Kombinationen .....	164
<b>E.</b>	<b>Anhang Modellierung von Verbrauchermodellen .....</b>	<b>166</b>
E.1.	Endliche Zustandsautomaten .....	166
E.1.1.	Permutationen .....	167
E.1.2.	Variationen .....	167
E.1.3.	Kombinationen .....	167
<b>F.</b>	<b>Grundlagen Genetischer Algorithmen .....</b>	<b>168</b>
F.1.	Entstehungsabriss zu den Genetischen Algorithmen .....	168
F.2.	Grundgerüst eines Genetischen Algorithmus .....	169
F.2.1.	Codierung .....	169
F.2.2.	Fitness– und Bewertungsfunktion .....	170
F.2.3.	Crossover und Rekombination .....	172
<b>G.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>174</b>