

Analyse der Einflussfaktoren auf die Effizienz von Wärmepumpen und Brennwertkesseln im Hinblick auf die europäischen Ökodesign- und Labellingrichtlinien (Master thesis)

Autor: Lars Friedrich Nolting
Erstprüfer: Dr.-Ing., Professor als Juniorprofessor Aaron Praktiknjo
Betreuung: Simone Steiger, Dipl.-Ing. (Univ.)

Kurzfassung

Die Europäische Union hat die Ökodesign- und Labellingrichtlinien und ihre umsetzenden Verordnungen als Maßnahmen zur Verbreitung effizienter, „energieverbrauchsrelevanter“ (Europäisches Parlament und Europäischer Rat, 2010) Produkte im Markt implementiert. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, ist eine hinreichend genaue Information der Endkunden über die tatsächliche Energieeffizienz der Geräte ausschlaggebend. Bei Betrachtung von Raumheizgeräten ergibt sich hier ein Spannungsfeld zwischen der möglichst einfachen Berechenbarkeit der Label auf der einen und dem Bedarf nach Genauigkeit auf der anderen Seite. Aus diesem Grund wird innerhalb der vorliegenden Arbeit untersucht, welche Unterschiede zwischen realen Gegebenheiten und verordnungsgemäßen Berechnungsverfahren zu den größten Verzerrungen bei der Effizienzbewertung von Raumheizgeräten führen. Hierzu werden zunächst die wesentlichen Abweichungen des Prüfverfahrens vom Stand der Forschung herausgearbeitet, um daraufhin ihre Auswirkungen auf die Korrektheit von Wärmepumpenlabeln mittels Tabellenkalkulationen sowie eines *Modelica* Simulationsmodells zu analysieren. Die vorliegende Analyse zeigt, dass nicht erfasste, mikroklimatische Einflüsse, die Heizgrenz- sowie Bivalenztemperatur, der Vorlauf temperaturverlauf geothermischer und Grundwasser- Wärmepumpen sowie insbesondere die Betriebsweise zu ausgeprägten Differenzen zwischen realem Betrieb und Labelangabe führen. Vor allem die Untersuchung von Steuerungsalgorithmen zur flexiblen Lastanpassung sowie die Betrachtung von Marktentwicklungsszenarien für das Jahr 2030 offenbaren die erheblichen Auswirkungen marktorientierter Betriebsweisen auf die Effizienz von WP. Das festgestellte Unsicherheitsband um die Effizienz nach Prüfbedingungen beinhaltet dabei Abweichungen von +50 bis -70 Prozentpunkten. Es werden daher einige Verbesserungsvorschläge vorgestellt, deren Umsetzung die erfassten Abweichungen verringern und somit den Informationsgehalt der Label erhöhen sollen.

Abstract

The European Union has implemented the Ecodesign and Labeling Directives and their implementing regulations as measures for the dissemination of efficient, "energy consumption-relevant" (European Parliament and European Council, 2010) products in the market. In order to achieve this goal, it is crucial to provide end customers with sufficiently accurate information on the actual energy efficiency of the appliances. In the case of space heaters, there is a conflict between the ease of calculating the label on the one hand and the need for accuracy on the other. For this reason, the present study investigates which differences between real conditions and calculation methods in accordance with the regulations lead to the most significant distortions in the efficiency assessment of space heaters. For this purpose, first the main

deviations of the test procedure from the state of the art are worked out, and then their effects on the correctness of heat pump loads are analyzed by means of spreadsheets and a *Modelica* simulation model. The present analysis shows that unrecognized microclimatic influences, the heating limit and bivalence temperature, the flow temperature curve of geothermal and ground-water heat pumps and especially the mode of operation lead to pronounced differences between real operation and label data. Especially the investigation of control algorithms for flexible load adaptation as well as the consideration of market development scenarios for the year 2030 reveal the considerable effects of market-oriented modes of operation on the efficiency of HPs. The identified uncertainty band around the efficiency after test conditions includes deviations from +50 to -70 percentage points. Therefore, some suggestions for improvement are presented, the implementation of which should reduce the recorded deviations and thus increase the information content of the labels.