

## **PROSA**

### **Programmierbare Heizkörperthermostate**

Entwicklung der Vergabekriterien für ein  
klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Studie im Rahmen des Projekts  
„Top 100 – Umweltzeichen für klima-  
relevante Produkte“

Berlin, November 2012

#### **Autor/innen:**

Ran Liu  
Jens Gröger

#### **Öko-Institut e.V.**

##### **Geschäftsstelle Freiburg**

Postfach 17 71  
79017 Freiburg, Deutschland

##### **Hausadresse**

Merzhauser Straße 173  
79100 Freiburg, Deutschland  
**Tel.** +49 (0) 761 – 4 52 95-0  
**Fax** +49 (0) 761 – 4 52 95-288

##### **Büro Darmstadt**

Rheinstraße 95  
64295 Darmstadt, Deutschland  
**Tel.** +49 (0) 6151 – 81 91-0  
**Fax** +49 (0) 6151 – 81 91-133

##### **Büro Berlin**

Schicklerstraße 5-7  
10179 Berlin, Deutschland  
**Tel.** +49 (0) 30 – 40 50 85-0  
**Fax** +49 (0) 30 – 40 50 85-388

*Gefördert durch:*



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



**DIE BMU  
KLIMASCHUTZ-  
INITIATIVE**

Zur Entlastung der Umwelt ist dieses Dokument für den  
**beidseitigen Druck** ausgelegt.

## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>  | <b>V</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>  | <b>VI</b> |
| <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Methodisches Vorgehen</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1 Teil I: Markt- und Umfeldanalyse</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.1 Allgemein</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.2 Marktanalyse</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1.2.1 Markttrends</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1.2.2 Marktsättigung</b>   | <b>8</b>  |
| <b>1.2.3 Marktpreise</b>  | <b>8</b>  |
| <b>1.3 Technologietrends</b>  | <b>8</b>  |
| <b>1.3.1 Fernsteuerung via Internet und Smart-Phone</b>                                       | <b>8</b>  |
| <b>1.3.2 Innovative Produktgestaltung</b>   | <b>9</b>  |
| <b>1.4 Umweltaspekte</b>  | <b>9</b>  |
| <b>1.4.1 Einsparungspotenzial durch die Verwendung programmierbarer Heizkörperthermostate</b> | <b>9</b>  |
| <b>1.4.2 Bedeutung von Heiztemperaturen</b>   | <b>13</b> |
| <b>1.4.3 Bedeutung der Regelabweichung</b>  | <b>13</b> |
| <b>1.4.4 Gerätebatterien</b>  | <b>14</b> |
| <b>1.4.5 Elektromagnetische Strahlung</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.4.6 Bedeutung von Schadstoffen</b>   | <b>15</b> |
| <b>1.4.7 Internationale Umweltzeichen und Produktkennzeichnungen</b>                          | <b>17</b> |
| <b>1.5 Qualitätsaspekte</b>   | <b>20</b> |
| <b>1.5.1 Selbstlernender Regelalgorithmus</b>   | <b>20</b> |
| <b>1.5.2 Fernster-offen-Erkennung</b>   | <b>21</b> |
| <b>1.6 Nutzenanalyse</b>  | <b>22</b> |
| <b>1.6.1 Gebrauchsnutzen</b>  | <b>22</b> |
| <b>1.6.2 Symbolischer Nutzen</b>  | <b>23</b> |
| <b>1.6.3 Gesellschaftlicher Nutzen</b>  | <b>24</b> |
| <b>2 Teil II: Orientierende Ökobilanz und Lebenszykluskostenanalyse</b>                       | <b>25</b> |
| <b>2.1 Untersuchungsrahmenbedingungen</b>   | <b>25</b> |
| <b>2.1.1 Funktionelle Einheit</b>   | <b>25</b> |
| <b>2.1.2 Systemgrenzen</b>  | <b>25</b> |

|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 2.1.3 | <b>Betrachtete Wirkungskategorien</b>  | <b>25</b> |
| 2.2   | <b>Orientierende Ökobilanz</b>   | <b>26</b> |
| 2.2.1 | <b>Modellierung des programmierbaren Heizkörperthermostats</b>                         | <b>26</b> |
| 2.2.2 | <b>Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz</b>   | <b>30</b> |
| 2.2.3 | <b>Umrechnung der Ergebnisse zu Heizöl-Äquivalenten in Liter</b>                       | <b>32</b> |
| 2.2.4 | <b>Amortisationsrechnung</b>   | <b>33</b> |
| 2.3   | <b>Analyse der Lebenszykluskosten</b>  | <b>37</b> |
| 2.3.1 | <b>Investitionskosten</b>  | <b>37</b> |
| 2.3.2 | <b>Batteriekosten</b>  | <b>37</b> |
| 2.3.3 | <b>Reparaturkosten</b>   | <b>38</b> |
| 2.3.4 | <b>Entsorgungskosten</b>   | <b>38</b> |
| 2.3.5 | <b>Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse</b>  | <b>38</b> |
| 2.3.6 | <b>Amortisationsrechnung</b>   | <b>38</b> |
| 3     | <b>Teil III: Ableitung der Anforderungen an ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen</b> | <b>42</b> |
| 3.1   | <b>Allgemeine Überlegungen</b>   | <b>42</b> |
| 3.2   | <b>Definitionen</b>  | <b>42</b> |
| 3.3   | <b>Geltungsbereich</b>   | <b>43</b> |
| 3.4   | <b>Anforderungen an Benutzerfreundlichkeit</b>   | <b>43</b> |
| 3.5   | <b>Anforderungen an technische Spezifikationen</b>                                     | <b>44</b> |
| 3.5.1 | <b>Anforderung an die Genauigkeit der Temperaturregelung</b>                           | <b>44</b> |
| 3.5.2 | <b>Anforderungen an Batterien</b>  | <b>45</b> |
| 3.6   | <b>Verbraucherinformation</b>  | <b>45</b> |
| 3.7   | <b>Ableitung einer Vergabegrundlage</b>  | <b>46</b> |
| 4     | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>46</b> |
| 5     | <b>Anhang</b>  | <b>51</b> |
| 5.1   | <b>Anhang I: die berücksichtigten Wirkungskategorien der vereinfachten Ökobilanz</b>   | <b>51</b> |
| 5.1.1 | <b>Kumulierter Primärenergiebedarf</b>   | <b>51</b> |
| 5.1.2 | <b>Treibhauspotential</b>  | <b>51</b> |
| 5.1.3 | <b>Versauerungspotential</b>   | <b>51</b> |
| 5.1.4 | <b>Eutrophierungspotential</b>   | <b>51</b> |
| 5.1.5 | <b>Photochemische Oxidantienbildung</b>  | <b>52</b> |
| 5.2   | <b>Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel</b>                  | <b>52</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1:  | Screening-PROSA für die Entwicklung von Vergabekriterien für Umweltzeichen  | 2  |
| Abbildung 2:  | Fotos von programmierbaren Heizkörperthermostate (ELV und Honeywell) (Quelle: Praxistest Energiesparclub 2010)                        | 3  |
| Abbildung 3:  | Fotos von programmierbaren Heizkörperthermostaten mit Zubehör, Model ELV FHT 80B (Quelle: Praxistest Energiesparclub 2010)            | 4  |
| Abbildung 4:  | Heizkörper-Regelsystem mit Fernzugriff über Internet (Quelle: ELVjournal 03/2011)   | 5  |
| Abbildung 5:  | Energieverbrauch der privaten Haushalte in Deutschland 2009 (Daten bezogen auf Endenergieverbrauch)                                   | 9  |
| Abbildung 6:  | Kriterien für „gefährliche Substanzen“ in Elektro- und Elektronikgeräten (Groß et al. 2008)   | 16 |
| Abbildung 7:  | Ermittlung des Energieeffizienzindikators nach TELL (2011)  | 18 |
| Abbildung 8:  | Labelgestaltung (TELL 2011)   | 18 |
| Abbildung 9:  | Fiktives Beispiel für die Darstellung des selbstlernenden Regelalgorithmus  | 21 |
| Abbildung 10: | Checkliste Gebrauchsnutzen  | 22 |
| Abbildung 11: | Checkliste Symbolischer Nutzen  | 23 |
| Abbildung 12: | Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen  | 24 |
| Abbildung 13: | Ein geöffneter programmierbarer Heizkörperthermostat, Modell Honeywell  | 26 |
| Abbildung 14: | Einzelne Komponenten eines zerlegten programmierbaren Heizkörperthermostats   | 27 |
| Abbildung 15: | Ökobilanz-Ergebnisse des programmierbaren Heizkörperthermostats   | 32 |
| Abbildung 16: | Die Amortisationszeiten nach den Einsparquoten durch die Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats in einem Einfamilienhaus  | 36 |
| Abbildung 17: | Die Amortisationszeiten nach den Einsparquoten durch die Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats in einem Mehrfamilienhaus | 36 |
| Abbildung 18: | Thermostatventiltypen (EN 215: direkt entnommen aus der Norm)   | 42 |

## Tabellenverzeichnis

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1:  | Marktanteile der Hersteller programmierbarer Thermostate in 1999 (direkt entnommen aus Morose 2003)   | 6  |
| Tabelle 2:  | Marktübersicht der programmierbaren Heizkörperthermostate   | 6  |
| Tabelle 3:  | Preise der Heizkörperthermostate und Zubehör  | 8  |
| Tabelle 4:  | Darstellung der Ergebnisse für das System ETH Comfort 100/200 mit Tür-Fenster-Kontakt aus der Studie Mellwig 2011   | 10 |
| Tabelle 5:  | Zusammenstellung des Heizwärmeverbrauchs vor und nach der Montage der programmierbaren Heizkörperthermostate FHT80 (Daten aus der Studie von Mellwig 2011)              | 12 |
| Tabelle 6:  | Zusammenstellung der Bandbreite des spezifischen Heizwärmeverbrauchs (Daten aus der Studie von Mellwig 2011)  | 12 |
| Tabelle 7:  | Die empfohlenen Raumtemperaturen in Wohnräumen  | 13 |
| Tabelle 8:  | Abweichung der Raumtemperatur von Sollwert (StiWa 2008)   | 14 |
| Tabelle 9:  | Vergleich der Frequenz und Sendeleistung von Geräten  | 15 |
| Tabelle 10: | Beispiele für gefährliche Substanzen hoher Priorität in EEE, die die Kriterien der Richtlinie 67/548/EEC für gefährliche Substanzen erfüllen (Quelle: Groß et al. 2008) | 17 |
| Tabelle 11: | Komponenten-/Materialienzusammensetzung des exemplarischen programmierbaren Heizkörperthermostats   | 27 |
| Tabelle 12: | Emissionsfaktoren der Strombereitstellung in China (Quelle: EcoInvent 2.2)  | 28 |
| Tabelle 13: | End-of-life der in der Bilanz betrachteten Materialien und Komponenten  | 30 |
| Tabelle 14: | Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen des programmierbaren Heizkörperthermostats mit einer Lebensdauer von 10 Jahren   | 31 |
| Tabelle 15: | Prozentuale Ergebnisse der Umweltauswirkungen des programmierbaren Heizkörperthermostats in der Lebensdauer von 10 Jahren   | 31 |
| Tabelle 16: | Umrechnungsfaktoren der Raumwärme aus dem leichten Heizöl (Gemis 4.7 Datensatz: Öl-Heizung-DE-2010 (Endenergie))  | 33 |
| Tabelle 17: | Ermittlung des durchschnittlichen GWP-Werts nach den Anteilen der Energieträger   | 33 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 18: | Berechnung der Ersparung der GWP-Werte pro m <sup>2</sup> in der Nutzung durch einen programmierbaren Heizkörperthermostat      | 34 |
| Tabelle 19: | Die Amortisationszeit von progr. Heizkörperthermostaten in Monaten auf Basis der GWP-Werte                                      | 35 |
| Tabelle 20: | Gesamtkosten der betrachteten programmierbaren Heizkörperthermostate während einer Lebensdauer von 10 Jahren                    | 38 |
| Tabelle 21: | Energiepreise (direkt entnommen aus UBA 2011)   | 39 |
| Tabelle 22: | Ermittlung der durchschnittlichen Energiepreise nach den Anteilen der Energieträger   | 39 |
| Tabelle 23: | Berechnung der Einsparung der Heizwärmekosten pro m <sup>2</sup> durch die Nutzung eines programmierbaren Heizkörperthermostats | 40 |
| Tabelle 24: | Amortisationszeit in Monaten auf Basis der Kosten bei einem einfachen Gerät   | 41 |
| Tabelle 25: | Die Amortisationszeit in Monaten auf Basis der Kosten bei einem Gerät mit Fenster-/Tür-Kontakt                                  | 41 |
| Tabelle 26: | Grenzwerte an der Genauigkeit der Temperaturregelung  | 44 |
| Tabelle 27: | Überblick über die Batterielebensdauer und die Batteriewechseldauer   | 45 |





## Einleitung

Die vorliegende Untersuchung zu programmierbaren Heizkörperthermostaten ist Teil des mehrjährigen Forschungsvorhabens „Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte“, bei dem die aus Klimasicht wichtigsten Haushaltsprodukte im Hinblick auf ökologische Optimierungen und Kosteneinsparungen bei Verbrauchern analysiert werden.

Auf Basis dieser Analysen können Empfehlungen für verschiedene Umsetzungsbereiche gegeben werden:

- für Verbraucherinformationen zum Kauf und Gebrauch klimarelevanter Produkte (einsetzbar bei der Verbraucher- und Umweltberatung von Verbraucherzentralen, Umweltorganisationen und Umweltportalen),
- für die freiwillige Umweltkennzeichnung von Produkten (z.B. das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“, für das europäische Umweltzeichen, für Marktübersichten wie [www.topten.info](http://www.topten.info) und [www.ecotopten.de](http://www.ecotopten.de) oder andere Umwelt-Rankings),
- für Anforderungen an neue Produktgruppen bei der Ökodesign-Richtlinie und für Best-Produkte bei Förderprogrammen für Produkte,
- für Ausschreibungskriterien für die öffentliche und umweltfreundliche Beschaffung,
- für produktbezogene Innovationen bei Unternehmen.

Auf der Basis dieser Untersuchung, Herstellerbefragungen und Diskussionen im Rahmen einer Expertenanhörung am 04.11.2011, an der das Umweltbundesamt, Hersteller, Verbraucherverbände, Prüflabore und andere interessierte Kreise teilnahmen, wurde ein Entwurf für eine Vergabegrundlage für das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ erarbeitet. Dieser Entwurf wurde im Dezember 2011 von der Jury Umweltzeichen als „RAL-UZ 168 Programmierbare Heizkörperthermostate“ mit dem Schutzziel „schützt das Klima“ verabschiedet.

## Methodisches Vorgehen

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung des Produktes relevant sind – neben Energieverbrauch und Treibhauseffekt kommen Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungs-Potenzial, Lärm, Toxizität, etc. in Betracht.

Methodisch wird die Analyse mit der vom Öko-Institut entwickelten Methode PROSA – Product Sustainability Assessment durchgeführt (Abbildung 1). PROSA umfasst mit der Markt- und Umfeld-Analyse, der Ökobilanz, der Lebenszykluskostenberechnung und der Nutzen-Analyse die erforderlichen Teil-Methoden zur integrativen Entwicklung der relevanten Vergabekriterien.

Da soziale Aspekte bislang nicht oder nicht quantifizierbar in Umweltzeichen einbezogen werden, wird im Rahmen dieser Studie keine Sozialbilanz durchgeführt. Grundsätzlich eignet sich die Methode PROSA jedoch auch zur Identifizierung von sozialen Hot-Spots, die entlang des Lebensweges von Produkten auftreten.

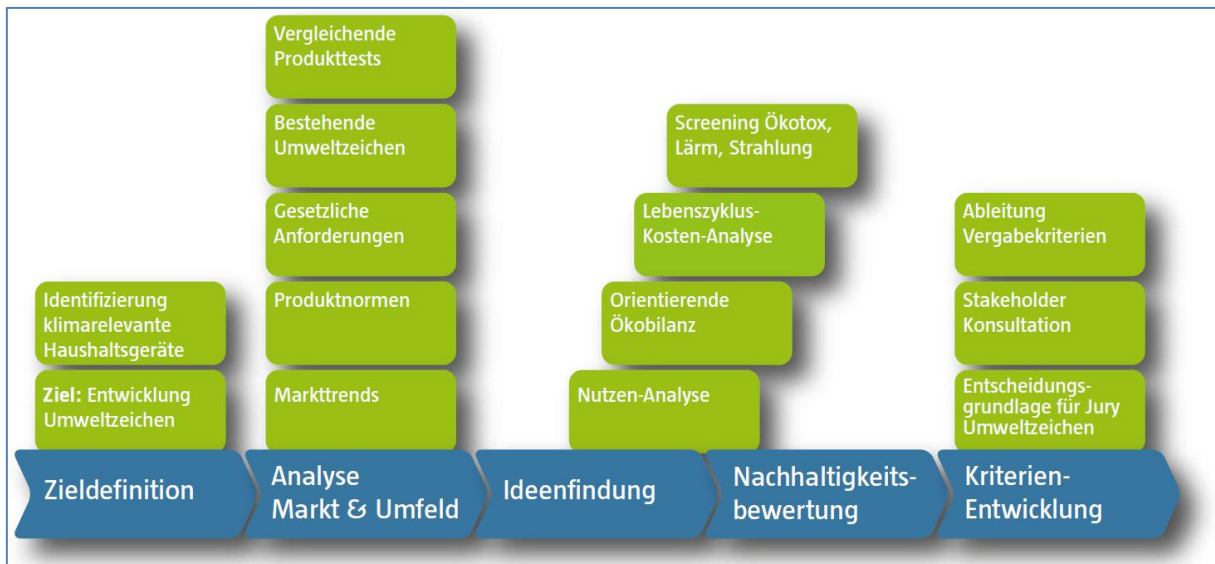


Abbildung 1: Screening-PROSA für die Entwicklung von Vergabekriterien für Umweltzeichen

## 1 Teil I: Markt- und Umfeldanalyse

### 1.1 Allgemein

Programmierbare Heizkörperthermostate oder Thermostatventilregler sind grundsätzlich umweltfreundliche Produkte, wenn sie richtig verwendet werden. Mithilfe von programmierbaren Heizkörperthermostaten können Raumtemperaturen individuell und präzise eingestellt werden und Heizzeiträume individuell gewählt werden. Es lassen sich Absenkungen der Raumtemperaturen beispielsweise nachts oder an Wochenenden realisieren, die durch manuelle Heizkörperthermostate nur durch eine hohe Disziplin der Nutzer möglich wären. Hierdurch wird ein Überheizen oder auch unnötiges Heizen bei Abwesenheit oder beim Vergessen des Abdrehens des Heizkörpers vermieden. Typische Heizsituationen sind: Wenn man an einem kalten Wintertag nach Hause kommt, dreht man die Heizung voll auf, in der Erwartung, dass es schnell warm wird. Allerdings steigt dadurch nicht die Leistung des Heizkörpers, sondern nur die Heizdauer, bevor der Raum die hohe, eingestellte Temperatur erreicht hat (Stiftung Warentest 2008). Ebenfalls kommt es vor, dass man vergisst, den Heizkörper wieder abzustellen, wenn man das Haus verlässt oder sich in einem anderen Raum aufhält. Auch im

Büro werden die Heizkörper am Feierabend in der Regel nicht abgedreht, sondern heizen über Nacht, übers Wochenende oder über die Ferien weiter.

Der programmierbare Heizkörperthermostat funktioniert ähnlich wie der herkömmliche manuelle Heizkörperthermostat. Ausgehend von einem einfachen Heizkörperthermostat mit eingebauten Fühler<sup>1</sup>, sind Antrieb, Regler und Fühler in einer Einheit eingebaut. Das Fühler-element im manuellen Heizkörperthermostat besteht aus einer mit Flüssigkeit gefüllten Metallkapsel. Eine Temperaturänderung führt zu einer Volumenänderung der Flüssigkeit, dadurch wird über ein Stellglied das Ventil geschlossen bzw. geöffnet. Bei den programmierbaren Heizkörperthermostaten wird ein elektronischer Fühler statt eines Flüssigkeitsfühlers eingebaut, der die Temperatur misst und über einen Elektromotor das Ventil steuert. Daher benötigen programmierbare Heizkörperthermostate eine Stromversorgung. In der Regel werden dazu Batterien verwendet.

Die verschiedenen Produkte auf dem Markt können, je nach Komplexität und Funktionalität, in drei Kategorien aufgeteilt werden.

1. Einfaches Heizkörperthermostat ohne Zubehör (mit Ausnahme von mitgelieferten Adaptern), wie Abbildung 2 zeigt. Das Heizkörperthermostat lässt sich sehr einfach montieren. Die herkömmlichen Thermostatköpfe werden abgeschraubt und das neue Heizkörperthermostat evtl. mit einem Adapteranschluss wird aufgeschraubt.



Abbildung 2: Fotos von programmierbaren Heizkörperthermostate (ELV und Honeywell)  
(Quelle: Praxistest Energiesparclub 2010)

<sup>1</sup> Laut Norm EN 215:2004 unterteilen sich die Bauarten von Thermostatköpfen weiter in Thermostatventil mit eingebautem Sollwertesteller und Fernfühler, Thermostatventil mit kombiniertem Fernsollwertesteller und Fernfühler und Thermostatventil mit Fernfühler und separatem Fernsollwertesteller.

2. Heizkörperthermostat mit zusätzlichem Zubehör, wie z.B. Funk-USB-Stick, Funk-Fenster- oder Türkontakt, Fernbedienung etc. wie das untere Foto (Abbildung 3) zeigt. Das Gerät dargestellte besteht aus einem Ventilantrieb, einer Regeleinheit und einem Tür-Fenster-Kontakt. Der Ventilantrieb wird auf das Heizköperventil geschraubt und reguliert den Durchfluss des Heizkörpers. Die Regeleinheit misst die Raumtemperatur und sendet sie per Funk zu dem Ventilantrieb (Mellwig 2011). Der Fenster-Kontakt meldet eine Öffnung von Fenstern oder Balkontüren an die Regeleinheit, die den Ventilantrieb steuert, das Ventil zu schließen. Dadurch wird verhindert, dass die Heizkörper bei geöffnetem Fenster weiter heizen. Nach dem Schließen des Fensters öffnet das Ventil wieder und reguliert wieder auf die eingestellte Temperatur. Es können auch mehrere Ventilantriebe in verschiedenen Räumen montiert und durch eine zentrale Regeleinheit gesteuert werden. Manche Geräte haben optional einen USB-Stick zur Programmierung. Mit diesem werden die gewünschten Zeitprofile und Temperatureinstellungen am Computer vorgenommen. Nach der Programmierung wird der USB-Stick an das Thermostat angeschlossen und das Programm wird auf den Thermostaten übertragen. Ein Testbericht über die Nutzung USB-Sticks für die Programmierung hat gezeigt, dass die Bedienung sehr einfach und übersichtlich ist und sich die Programmierung der Heizkörperthermostaten einfach aktualisieren lässt (Praxistest Energiesparclub 2010).



Abbildung 3: Fotos von programmierbaren Heizkörperthermostaten mit Zubehör, Model ELV FHT 80B (Quelle: Praxistest Energiesparclub 2010)

3. Gerät mit Fernsteuerungsmöglichkeiten, die eine Steuerung der Heizkörper durch ein Mobiltelefon (Smartphone) oder per Internet ermöglichen. Solche Systeme sind derzeit noch nicht weit auf dem Markt verbreitet. Allerdings bietet die Fernsteuermöglichkeit über Mobiltelefon eine Reihe weiterer Steuermöglichkeiten, die sowohl den Komfort der Heizung als auch die möglichen Einsparpotenziale weiter erhöhen. Beispiele sind die Steuermöglichkeiten bei außerplanmäßigen Abwesenheiten (Spontanurlaube, Dienstreisen) oder das Hochfahren der Heizung von unterwegs (auf dem Heimweg im Zug oder Auto),

damit die Wohnung bei Ankunft aufgeheizt ist. Besonders attraktiv ist so ein System für Personen, die viel unterwegs sind oder die sehr technikaffin sind. Eine Kombination oder Verschmelzung solcher Systeme mit Smart-Metern oder Gebäudeautomationsystemen ist möglich.

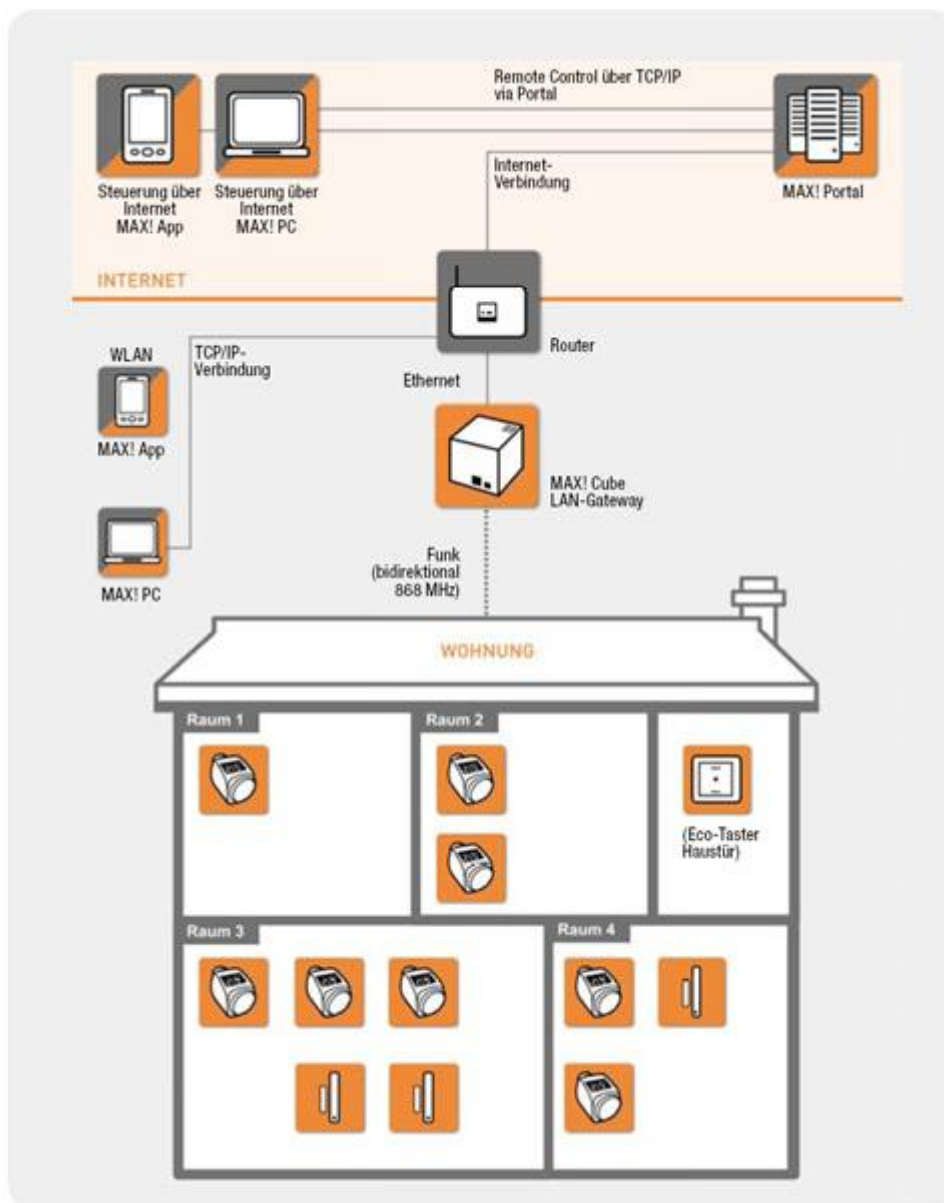


Abbildung 4: Heizkörper-Regelsystem mit Fernzugriff über Internet  
(Quelle: ELVjournal 03/2011)

## 1.2 Marktanalyse

Im Rahmen dieser Studie konnten die Marktanteile verschiedener Hersteller in Deutschland nicht ermittelt werden. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Hersteller programmierbarer Thermostate in den USA. Die Daten sind bereits mehr als 10 Jahre alt und daher nur bedingt aussagekräftig.

Tabelle 1: Marktanteile der Hersteller programmierbarer Thermostate in 1999 (direkt entnommen aus Morose 2003)

| Manufacturer             | 1999 Market share |
|--------------------------|-------------------|
| Honeywell                | 47%               |
| Carrier Corp. (Totaline) | 15%               |
| White-Rodgers            | 11%               |
| Other                    | 27%               |
| Total                    | 100%              |

Source: Frost & Sullivan, 2000

Allerdings spiegelt sich der deutsche Markt programmierbarer Heizkörperthermostate in den Verkaufsportalen im Internet wider. So wurden für die Untersuchung der Modelle und Hersteller bzw. Vertrieber solche Online-Portale recherchiert und ausgewertet.

Tabelle 2: Marktübersicht der programmierbaren Heizkörperthermostate

| Hersteller/Vertrieb | Modell  | Preis (Euro)  | Quelle (Website)  |
|---------------------|---|---------------|-------------------|
| Danfoss             | programmierbarer Heizkörperthermostat RA PLUS Fühler mit Elektronikbox                  | 43,63         | Wolf-Online-Shop  |
| Honeywell           | HR25-Energy programmierbarer Heizkörperthermostat                                       | 29,98 – 38,48 | Preissuchmaschine |
| Technoline          | programmierbarer Heizkörperthermostat; mit LCD - TM 3030 / TN3055                       | 32,08         |                   |
| Technoline          | programmierbarer Heizkörperthermostat; mit LCD - TM 3010                                | 39,50         |                   |
| Honeywell           | HR 20   | 29,95         | Conrad 2011a      |
| Honeywell           | Homexpert HR20 Style  | 24,95         |                   |
| Honeywell           | Homexpert HR25 Chrom  | 34,99         |                   |
| EQ-3                | eQ-3 Energiespar-Regler K   | 14,95         |                   |
| Conrad              | Funk-Energiespar-Regler   | 19,95         |                   |
|                     | Heizkörperregler mit Timer HSA 9001   | 17,95         |                   |
|                     | Eurotronic Energiespar-Regler Sparmatic-Comet Weiß                                      | 19,95         |                   |
|                     | Energiespar-Heizkörperthermostat HEIZLUX  | 12,95         | Pollin            |
| Conrad              | Funk-Heizkörperthermostat-Set FHT80BTF Sparset (Thermostat, Stellantrieb, Fensteralarm) | 69,95         | Conrad 2011b      |
| Conrad              | Spar-Set FHT 80B (Thermostat, Stellantrieb)   | 59,95         |                   |

| Hersteller/<br>Vertrieb | Modell   | Preis (Euro) | Quelle<br>(Website) |
|-------------------------|--|--------------|---------------------|
| Technoline              | Technotrade Funk-Heizkörper-Thermostat-Set TM 3270-RF - Funk-Klimacenter + Raumthermostate | 39,99        | Tradoria 2011       |
| Conrad                  | Funk-Heizkörperthermostat-Set FHT8 (Thermostat, Stellantrieb)                              | 49,95        | Conrad 2011c        |
| Conrad                  | Sparset Energiesparregler + Fensterkontakt   | 39,95        | Conrad 2011d        |
| lekker<br>Energie       | Sparmatic Zero   | 24,90        | dereinsparshop 2011 |
|                         | USB-Sparmatic-Programmierstick PROGmatic   | 27,90        |                     |
| eQ-3                    | Funk-Elektronik-Thermostat ETH comfort100  | 29,99        | Lexpc 2011          |
|                         | Funk-USB-Programmierstick  | 29,99        |                     |
|                         | Fernbedienung  | 19,99        |                     |
|                         | Funk-Tür-Fensterkontakt FHT80TF-2  | 24,99        |                     |
| Heimeier                | E-Pro Sparpaket mit USB-Stick  | 61,30        | Badshop 2011        |

### 1.2.1 Markttrends

Auf dem deutschen Markt werden ca. 1,5 bis 2 Mio. elektronische Heizungsregler pro Jahr verkauft. Davon werden 0,5 bis 0,6 Mio. Stück über Discounter vertrieben. Im Vergleich zum Markt an klassischen Thermostatventilen (in Europa sind davon 4 Mrd. im Einsatz), ist dies noch verschwindend gering<sup>2</sup>. Darüber hinaus waren nach einer Marktstudie aus dem Jahr 2008 im Wohnungsbestand Deutschlands rund 107 Mio. Heizkörperthermostatventilköpfe (38% des Gesamtbestandes) mit einem Alter von mehr als 15 Jahren installiert, die nicht mehr dem aktuellen Technikstand entsprachen (Fachzeitschrift HLK 8/9-2011). Diese Zahlen weisen darauf hin, dass sich der Markt an Heizkörperthermostaten bei gesteigerter Aufmerksamkeit auf energieeffiziente Gebäudetechnik in den nächsten Jahren erheblich ausweiten wird, da die veralteten Heizkörperthermostate ausgetauscht werden.

Zurzeit scheint es so, dass in dem kleinen Marktsegment der programmierbaren Heizkörperthermostate vor allem die einfachen Geräte, entsprechend der oben gemachten Kategorisierung, gekauft werden: So sind beispielsweise bei dem Elektronik-Versandhaus Conrad 4 von 5 Topsellern der programmierbaren Thermostate einfache Geräte. Eines davon ist mit einem Funk-Kontakt ausgestaltet (Conrad 2011a). Die Hemmschwelle zum Einbau von Tür-/Fenster-Kontakten scheint in der Praxis hoch zu sein und ist neben dem hohen Preis auch in dem vergleichsweise hohen Installationsaufwand begründet und der Schwierigkeiten für Mieter, Änderungen an Fenstern vorzunehmen, die nach Auszug wieder rückgängig gemacht werden müssen (Praxistest Energiesparclub 2010).

<sup>2</sup> Persönliche Auskunft eines Herstellers (Herr Hohorst, eQ-3 AG)

### 1.2.2 Marktsättigung

Es ist auf längere Sicht hin keine Marktsättigung für programmierbare Heizkörperthermostate abzusehen, da der Bedarf an Energieeinsparung sowohl aus wirtschaftlichen Gründen als auch durch zunehmende Klimaschutzbemühungen weiter wachsen wird. Die zunehmende Heimautomatisierung durch Konzepte wie „Smart-Home“, die eine Steuerung von Haushaltsgeräten und technischer Gebäudeausstattung über das Internet oder internetfähigen Telefonen vorsehen, bietet einen wachsenden Markt für programmierbare Heizkörperthermostate. Benutzerfreundliche Bedienkonzepte mit programmierbaren Heizkörperthermostaten werden den Wohnkomfort zukünftig erhöhen und ermöglichen ein effizientes Energiemanagement. Ein weiterer Anstieg der Verkaufszahlen von programmierbaren Thermostatventilen ist aufgrund ihres voraussichtlich sinkenden Anschaffungspreises durch erhöhte Produktionsmengen zu erwarten.

### 1.2.3 Marktpreise

Je nach Ausstattung und Leistung unterscheiden sich die Marktpreise der programmierbaren Heizkörperthermostate. Anhand der Preisrecherche bei Online-Portalen lassen sich die durchschnittlichen Preise, wie in Tabelle 2 dargestellt, in zwei Kategorien unterscheiden: einfache Geräte und Geräte mit Zubehör. Tabelle 3 zeigt, dass der mittlere Preis der Geräte mit optionalem Zubehör ungefähr doppelt so hoch ist wie der der einfachen Geräte. Ein Gerät, das mit dem kompletten Zubehör ausgestattet ist, d.h. USB-Stick, Tür-/Fenster-Kontakte und Fernbedienung, kostet rund 113 Euro.

Tabelle 3: Preise der Heizkörperthermostate und Zubehör

|  | Bandbreite in Euro | Mittlere Preise in Euro |
|--|--------------------|-------------------------|
| Einfache Geräte (inkl. Versandkosten)                | 19 – 56            | 33                      |
| Geräte mit Funk/Fensterkontakt (inkl. Versandkosten) | 44 – 113           | 66                      |
| Zubehör: USB-Stick (ohne Versandkosten)              |                    | ca. 28                  |
| Zubehör: Tür-/Fenster-Kontakt (ohne Versandkosten)   |                    | ca. 25                  |
| Zubehör: Fernbedienung                               |                    | ca. 20                  |

## 1.3 Technologietrends

### 1.3.1 Fernsteuerung via Internet und Smart-Phone

Einzelne Produkte bieten bereits heute die Möglichkeit zur Fernsteuerung über einen mit dem Internet verbundenen Computer oder über ein Smart-Phone (ELVjournal 03/2011). Es ist absehbar, dass immer mehr Haushaltsgeräte und technische Gebäudeausstattung über entsprechende Schnittstellen verfügen (z.B. Fernsehgeräte, Waschmaschinen, Alarmanlagen, Heizkessel, Beleuchtung), weshalb auch immer mehr Heizkörperthermostate Fernsteuermöglichkeiten unterstützt werden. Gerade bei Heizkörperthermostaten ist dies auch



besonders sinnvoll und führt zu einer Komfortsteigerung. So ist es möglich, Heizkörper bei ungeplanter Abwesenheit von Ferne abzustellen und mehrere Stunden vor dem Wiederkommen wieder anzuschalten, damit die Raumtemperatur bei Eintreffen das richtige Niveau erreicht hat.

### 1.3.2 Innovative Produktgestaltung

Meier et al. (2010) berichten, dass manche Hersteller in den letzten Jahren Strategien für ihre Produkte entwickelt haben, die sie besonders leicht bedienbar machen sollen, beispielsweise Steuereinheiten mit Touch-screen-Möglichkeit oder sprachgesteuerte Systeme zur Programmierung.

## 1.4 Umweltaspekte

### 1.4.1 Einsparungspotenzial durch die Verwendung programmierbarer Heizkörperthermostate

Laut Statistischem Bundesamt Deutschland machte die Bereitstellung von Raumwärme im Jahr 2009 rund 71% der in privaten Haushalten genutzten Endenergie aus (s. Abbildung 5). Auch wenn sich der energetische Zustand der Gebäude durch die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) in den letzten Jahren verbessert hat, gibt es immer noch ein hohes Einsparpotenzial bei der Heizenergie.

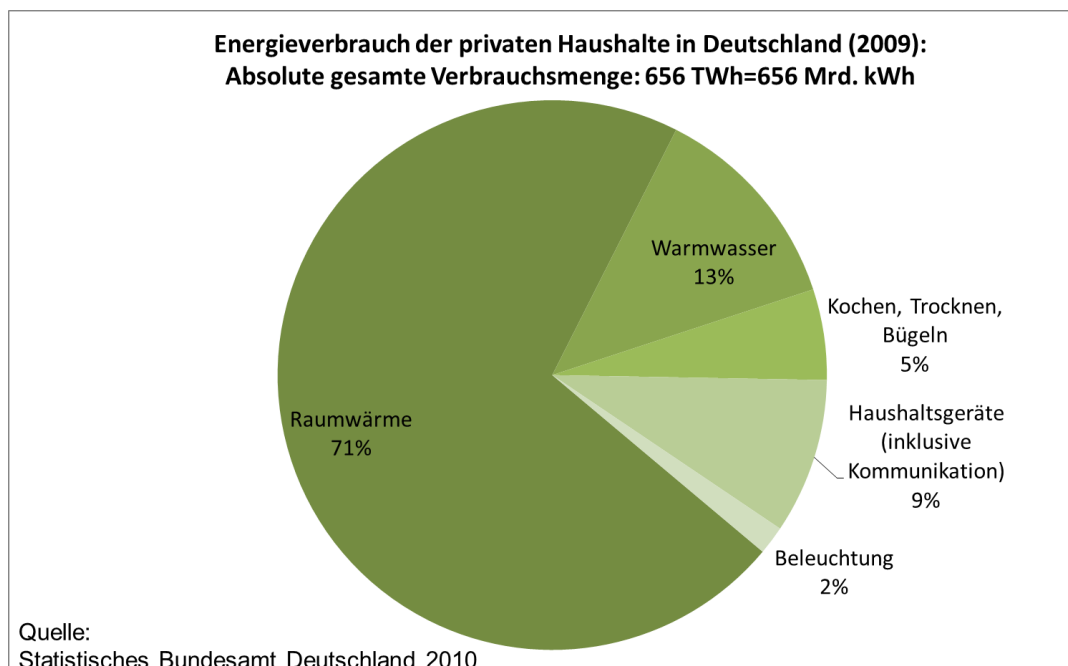


Abbildung 5: Energieverbrauch der privaten Haushalte in Deutschland 2009 (Daten bezogen auf Endenergieverbrauch)

Gerade im Mietwohnungsbereich, in dem Gebäude zentral beheizt werden und in denen die einzelnen Bewohner keinen Einfluss auf die zentrale Steuerung nehmen können, können programmierbare Heizkörperthermostate einen Beitrag zur Einsparung von Heizenergie leisten. Die Einsparungen durch gezielte Temperaturabsenkungen können dabei typischerweise bei etwa 10% (Stiftung Warentest 5/2008) liegen, laut eines Gutachtens des Ingenieurbüros für Energieberatung Peter Mellwig in Einzelfällen sogar bei rund 69% (Mellwig 2011). Das Gutachten hat das Einsparpotenzial durch drei unterschiedliche Heizkörperthermostat-Systeme durch Messung und Berechnung bei unterschiedlichen Gebäudetypen und Nutzungsszenarien untersucht. In den folgenden Tabellen sind die wesentlichen Ergebnisse von zwei Typen der von Mellwig betrachteten Heizkörperthermostaten dargestellt. Der dritte Typ der vom Gutachten untersuchten Heizkörperthermostate wird der Einfachheit halber nicht dargestellt, da die Ergebnisse des Ersparungspotentials ähnlich sind. Die untersuchten Heizkörperthermostate sind programmierbare Heizkörperthermostate zur Einzelmontage an Heizkörperventilen mit Tür-Fenster-Kontakt (ETH Comfort 100/200) und Funk-Heizkörperthermostat-Systeme mit Tür-Fenster-Kontakt (FHT 80TF) mit einer zentralen Regeleinheit.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Messdaten einer realen Wohnung eine Verminderung des Heizwärmeverbrauchs um **69%** ergeben (s. Tabelle 5) und das berechnete Einsparpotenzial für ein typisches Einfamilienhaus je nach Randbedingungen eine Bandbreite von **7%-24%** (siehe Tabelle 4) aufweist. Darüber hinaus ergibt der Einsatz von Tür-Fenster-Kontakten ein zusätzliches Einsparpotenzial von **2%-6%**.

Die Berechnung des Einsparpotenzials von ETH Comfort basiert laut der Studie auf einer rechnerischen Bewertung. Die Ergebnisse des Einsparungspotenzials von FHT beruhen auf empirischen Daten.

Das beheizte Volumen des betrachteten Einfamilienhauses bei der Nutzung von ETH Comfort beträgt 411 m<sup>3</sup> und die Nutzfläche 132 m<sup>2</sup>.

Tabelle 4: Darstellung der Ergebnisse für das System ETH Comfort 100/200 mit Tür-Fenster-Kontakt aus der Studie Mellwig 2011

|                            | Energiebedarf (kWh/a) | Einsparquote ggü. Referenz | Rahmenbedingungen      |            |            |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|------------|------------|
|                            |                       |                            | Referenz               | Variante 1 | Variante 2 |
| Referenz (7h Absenkung)    | 37.500                | --                         |                        |            |            |
| Variante 1: 11 h Absenkung | 33.700                | <b>-10,13%</b>             | EnEV                   | EnEV       | EnEV       |
| Variante 2: 15 h Absenkung | 29.000                | <b>-22,67%</b>             | 7                      | 11         | 15         |
|                            |                       |                            | energetischer Standard | 1935       | 1935       |

|                                 | Energiebedarf (kWh/a) | Einsparquote ggü. Referenz | Rahmenbedingungen   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|---|--|----------|------------|------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|---|----|----|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Referenz (7h Absenkung)         | 10.300                | --                         |   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Variante 1: 11 h Absenkung      | 9.600                 | <b>-6,80%</b>              | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Referenz</th> <th>Variante 1</th> <th>Variante 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Randbedingungen Nutzerverhalten</td> <td>EnEV</td> <td>EnEV</td> <td>EnEV</td> </tr> <tr> <td>Dauer der Absenkung [h/d]</td> <td>7</td> <td>11</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>energetischer Standard</td> <td>EnEV 2009</td> <td>EnEV 2009</td> <td>EnEV 2009</td> </tr> </tbody> </table> |  | Referenz | Variante 1 | Variante 2 | Randbedingungen Nutzerverhalten | EnEV    | EnEV    | EnEV    | Dauer der Absenkung [h/d] | 7 | 11 | 15 | energetischer Standard | EnEV 2009 | EnEV 2009 | EnEV 2009 |
|                                 | Referenz              | Variante 1                 | Variante 2  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Randbedingungen Nutzerverhalten | EnEV                  | EnEV                       | EnEV  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Dauer der Absenkung [h/d]       | 7                     | 11                         | 15  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| energetischer Standard          | EnEV 2009             | EnEV 2009                  | EnEV 2009   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Variante 2: 15 h Absenkung      | 8.900                 | <b>-13,59%</b>             |   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Referenz (7h Absenkung)         | 30.200                | --                         |   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Variante 1: 11 h Absenkung      | 27.400                | <b>-9,27%</b>              | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Referenz</th> <th>Variante 1</th> <th>Variante 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Randbedingungen Nutzerverhalten</td> <td>sparsam</td> <td>sparsam</td> <td>sparsam</td> </tr> <tr> <td>Dauer der Absenkung [h/d]</td> <td>7</td> <td>11</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>energetischer Standard</td> <td>1935</td> <td>1935</td> <td>1935</td> </tr> </tbody> </table>       |  | Referenz | Variante 1 | Variante 2 | Randbedingungen Nutzerverhalten | sparsam | sparsam | sparsam | Dauer der Absenkung [h/d] | 7 | 11 | 15 | energetischer Standard | 1935      | 1935      | 1935      |
|                                 | Referenz              | Variante 1                 | Variante 2  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Randbedingungen Nutzerverhalten | sparsam               | sparsam                    | sparsam   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Dauer der Absenkung [h/d]       | 7                     | 11                         | 15  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| energetischer Standard          | 1935                  | 1935                       | 1935  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Variante 2: 15 h Absenkung      | 23.900                | <b>-20,86%</b>             |   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Referenz (7h Absenkung)         | 46.100                | --                         |   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Variante 1: 11 h Absenkung      | 41.000                | <b>-11,06%</b>             | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Referenz</th> <th>Variante 1</th> <th>Variante 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Randbedingungen Nutzerverhalten</td> <td>Komfort</td> <td>Komfort</td> <td>Komfort</td> </tr> <tr> <td>Dauer der Absenkung [h/d]</td> <td>7</td> <td>11</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>energetischer Standard</td> <td>1935</td> <td>1935</td> <td>1935</td> </tr> </tbody> </table>       |  | Referenz | Variante 1 | Variante 2 | Randbedingungen Nutzerverhalten | Komfort | Komfort | Komfort | Dauer der Absenkung [h/d] | 7 | 11 | 15 | energetischer Standard | 1935      | 1935      | 1935      |
|                                 | Referenz              | Variante 1                 | Variante 2  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Randbedingungen Nutzerverhalten | Komfort               | Komfort                    | Komfort   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Dauer der Absenkung [h/d]       | 7                     | 11                         | 15  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| energetischer Standard          | 1935                  | 1935                       | 1935  |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |
| Variante 2: 15 h Absenkung      | 35.100                | <b>-23,86%</b>             |   |  |          |            |            |                                 |         |         |         |                           |   |    |    |                        |           |           |           |

Bezüglich der Betrachtung der empirischen Daten von FHT 80 wird ein reales Mehrfamilienhaus mit einer Wohnfläche von 141 m<sup>2</sup> betrachtet. Das Baujahr der Wohnung ist 1972. In den Jahren 2003 bis 2005 wurden herkömmliche (d.h. mechanische) Thermostatventile montiert. In den Jahren 2006 bis 2009 war die Wohnung mit FHT 80 ausgestattet (Mellwig 2011). Die um die Witterung bereinigten Verbrauchsdaten der Studie zeigen, dass der durchschnittliche Heizwärmeverbrauch in den Jahren 2006 bis 2008 um 69% unter dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2003 bis 2005 liegt (s. Tabelle 5). Nach Angaben der Studie stammen die Heizwärmeverbräuche aus der Verbrauchsabrechnung. Zu bemerken ist, dass die Gründe der Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs vom Jahr 2006 bis 2008 nicht in der Studie geklärt worden sind.

Tabelle 5: Zusammenstellung des Heizwärmeverbrauchs vor und nach der Montage der programmierbaren Heizkörperthermostate FHT80 (Daten aus der Studie von Mellwig 2011)

| Heizwärmeverbrauch                                   | Einheit                 | Herkömmliche Thermostatventile montiert |        |        | Mit dem FHT 80 ausgestattet |       |       |
|--|-------------------------|---|--------|--------|-----------------------------|-------|-------|
|  |                         | 2003                                    | 2004   | 2005   | 2006                        | 2007  | 2008  |
| Heizwärmeverbrauch des betrachteten Jahres           | kWh/a                   | 18.349                                  | 19.351 | 22.272 | 8.450                       | 4.798 | 3.480 |
| bereinigter Heizwärmeverbrauch                       | kWh/a                   | 17.234                                  | 19.131 | 20.529 | 8.299                       | 5.426 | 3.712 |
| bereinigter spezifischer Heizwärmeverbrauch          | kWh/(m <sup>2</sup> *a) | 122,2                                   | 135,7  | 145,6  | 58,9                        | 38,5  | 26,3  |
| Durchschnitt der gesamten bereinigten Heizwärmewerte | kWh/a                   | 18.965                                  |        |        | 5.812                       |       |       |
| Durchschnitt der spezifischen Werte                  | kWh/(m <sup>2</sup> *a) | 134,5                                   |        |        | 41,2                        |       |       |
| Einsparung   | -                       | -                                       |        |        | <b>-69%</b>                 |       |       |

Das Maximum und das Minimum der spezifischen Heizwärmeverbräuche in der obigen Tabelle aller betrachteten Szenarien werden in der Tabelle 6 zusammengefasst. Es zeigt sich, dass die Werte eine sehr große Bandbreite aufweisen. Die Heizwärme hängt von vielen Faktoren ab. Die große Bandbreite des mit ETH Comfort ausgestatteten Einfamilienhauses ist auf die verschiedenen Annahmen (z.B. Absenkungsstunden, Nutzungsverhalten und Energiezustand der Wohnung) zurückzuführen. Die Werte bei der Betrachtung der herkömmlichen Thermostatventile sind relativ stabil. Dagegen sind die Messwerte der Verbrauchsabrechnung bei Betrachtung des programmierbaren Heizkörperthermostats in den betrachteten Jahren unterschiedlich. Wie schon erwähnt, wurde die Reduktion der Verbrauchsmenge nicht in der Studie erklärt.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Bandbreite des spezifischen Heizwärmeverbrauchs (Daten aus der Studie von Mellwig 2011)

| Heizwärme                       | Einfamilienhaus                                |      | Mehrfamilienhaus               |       |                |      |
|---------------------------------|--|------|--------------------------------|-------|----------------|------|
|                                 | Betrachteter Heizkörperthermostat: ETH Comfort |      | Herkömmliche Thermostatventile |       | mit dem FHT 80 |      |
| Spezifischer Heizwärmeverbrauch | Max.   | Min. | Max.                           | Min.  | Max.           | Min. |
| kWh/(m <sup>2</sup> *a)         | 349,2  | 67,4 | 134,5                          | 122,2 | 58,9           | 26,3 |

Darüber hinaus zeigt eine weitere Studie (GasNetworks 2007) aus den USA, dass ein Haushalt, der mit programmierten Heizkörperthermostaten ausgestattet ist, die mit dem Energy Star zertifiziert sind, ein Einsparpotential von **6,2%** bezogen auf die jährliche Verbrauchsmenge an Erdgas hat.

Meier et al. (2010a) zitieren in ihrer Studie die Abschätzung des Einsparpotenzials vom Department of Energy (DOE) in den USA, dass durch die Nutzung eines programmierbaren Thermostats eine Einsparung zwischen **5% und 20%** erreicht werden kann.

Die hohe Bandbreite an möglichen Einsparpotenzialen weist darauf hin, dass zur Modellierung der Einsparungen eine Reihe von Annahmen und Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen. Diese sind typischerweise:

- Gebäudetyp (z.B. Ein- oder Zweifamilienhaus, Mehrfamilienhaus)
- Baujahr des Gebäudes (z.B. Altbau, Neubau)
- Energetischer Zustand des Gebäudes
- Effizienz der Heizungsanlage und Art der Beheizung (z.B. Zentralheizung, Etagenheizung, Nachtspeicherheizung)
- Absenkestunden
- Nutzungsverhalten (sparsam oder komfortorientiert)
- Klimatische Bedingungen

#### 1.4.2 Bedeutung von Heiztemperaturen

Die Höhe der Raumtemperatur eines geheizten Raumes bestimmt über die Temperaturdifferenz zur Außentemperatur und den Luftwechsel direkt den Energiebedarf zur Beheizung des Raums. So wird vereinfachend davon ausgegangen, dass eine Absenkung der Raumtemperatur um ein Grad ca. 6% an Heizkosten spart (UBA 2008).

Das Umweltbundesamt gibt daher zur Heizenergieeinsparung Empfehlungen für reduzierte Raumtemperaturen je nach Nutzungsart des Raumes. Die nachfolgende Tabelle 7 zeigt diese Temperaturen und stellt ihnen die in der DIN EN 12831 zur Berechnung der Norm-Heizlast von Heizungsanlagen genannten Werte gegenüber.

Tabelle 7: Die empfohlenen Raumtemperaturen in Wohnräumen

| Quelle                             | UBA 2008 | Norm 12831-Innentemperaturen (Tabelle D.2) |
|------------------------------------|----------|--|
| Wohn- und Arbeitsräume             | 20°C     | 20°C                                       |
| Küche                              | 18°C     | 20°C                                       |
| Schlafzimmer                       | 17°C     | 20°C                                       |
| Toilette                           | 16°C     | 20°C                                       |
| Bei ein bis zwei Tagen Abwesenheit | 15°C     | --   |
| Bei längerer Abwesenheit           | 12°C     | --   |
| Flurbereich                        | --       | 15°C                                       |
| Badezimmer                         | --       | 24°C                                       |

#### 1.4.3 Bedeutung der Regelabweichung

Voraussetzung für eine Regelung der Raumtemperaturen auf einen unter Energiespar-Gesichtspunkten sinnvollen Wert ist die Messgenauigkeit und die geringe Regelabweichung des Heizkörperthermostates.

Die Stiftung Warentest (StiWa 2008) hat beim Test von Heizkörperthermostaten die Abweichung der Raumtemperatur vom Sollwert überprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass die Soll-Ist-Abweichungen zwischen  $\pm 0,3$  K und  $\pm 1,7$  K liegen (s. Tabelle 8). Die Prüfung der Gebrauchsanleitung von 8 Modellen hat ergeben, dass die Temperaturtoleranz von den Herstellern nicht aufgeführt werden.

Tabelle 8: Abweichung der Raumtemperatur von Sollwert (StiWa 2008)

| Abweichung der Raumtemperatur vom Sollwert                       | Gerät 1 | Gerät 2 | Gerät 3 | Gerät 4 | Gerät 5 | Gerät 6 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ist-Soll-Abweichung bei mittlerem Sollwert bzw. 20°C-Einstellung | -1,1 K  | -1,7 K  | +0,4 K  | -0,8 K  | -1,7 K  | -0,3 K  |

#### 1.4.4 Gerätebatterien

Ein einfaches programmierbares Heizkörperthermostat benötigt in der Regel 2 LR6-Batterien (AA, Mignon) mit jeweils 1,5 Volt. In manchen Gebrauchsanleitungen werden vorzugsweise Alkali-Mangan-Batterien empfohlen (z.B. Bedienungsanleitung Thermostat-Set 'FHT 8' 2008). Alkali-Mangan-Batterien haben eine hohe Energiedichte, eine sehr geringe Selbstentladung und decken mittlerweile zwei Drittel aller in Deutschland in Verkehr gebrachten Primärzellen ab. Zurzeit ist jede Alkali-Mangan-Batterie im Abfallstrom fünf Jahre alt oder älter (GRS 2007). Zu bemerken ist, dass bei manchen Gebrauchsanweisungen noch explizit darauf hingewiesen wird, dass kein Akku verwendet werden soll (z.B. Gebrauchsanweisung CALEX 2009; Datenblatt DANFOSS 2008). Der Grund dafür ist, nach Aussage der Hersteller<sup>3</sup>, dass die in den Geräten verbauten Chips eine Versorgungsspannung von mindestens 2,5 Volt benötigen. Die in der gleichen Bauform (AA) verfügbaren Nickel-Metallhydrid-Akkus haben jedoch nur eine Nennspannung von 1,2 V, gepaart nur 2,4 V.

Die Anzahl der benötigten Batterien ist je nach Ausstattung unterschiedlich. Ausgehend von einem kompletten System, benötigen Heizungsregler, Ventiltrieb und Funk-Tür-Fensterkontakt jeweils 2 LR6-Batterien und für die Fernbedienung werden zusätzliche noch 2 LR44-Batterien benötigt (Lexpc 2011). Das heißt, für ein komplettes System mit Regler und Funk-Kontakt sowie Fernbedienung werden insgesamt 6 LR6-Batterien und 2 LR 44-Batterien benötigt.

#### 1.4.5 Elektromagnetische Strahlung

Heizkörperthermostate, die eine über eine zentrale Steuerung verfügen und deren Einzelgeräte über Funk miteinander kommunizieren, arbeiten im Frequenzbereich 868 MHz. Sie stellen eine potenzielle weitere Quelle für elektromagnetische Strahlen in Haushalten dar.

<sup>3</sup> Auskunft der Hersteller, Expertenanhörung programmierbare Heizkörperthermostate am 04.11.2011

Folgende Angaben sind beispielhaft der Bedienungsanleitung eines Heizkörperthermostats mit Funkübertragung (Thermostat-Set „FHT 8“ 2008) entnommen:

- Funkfrequenz: 868,35 MHz
- Reichweite zur Funk-Haus-Zentrale (Freifeld) bis 500m
- Reichweite zum Ventiltrieb (Freifeld) bis 100m
- Die Sendeleistung beträgt dabei weniger als 10mW und liegt somit weit unter der eines Handys, dessen Sendeleistung mehr als zweihundert Mal größer sein kann. Beeinträchtigungen für empfindliche Menschen und Tiere sind somit nicht zu erwarten.

Die von Herstellern angegebenen Daten werden mit anderen im Alltag häufig verwendeten Geräten verglichen (s. Tabelle 9). Für Geräte, die in unmittelbarer Nähe zum Körper betrieben werden, z.B. Handys, gelten Empfehlung zur Begrenzung der spezifischen Absorptionsrate (SAR-Wert<sup>4</sup>) (BfS 2011). Das Funk-Heizkörperthermostat-System hat eine niedrigere Sendeleistung und wird im Gegensatz zu Handys nicht körpernah verwendet.

Tabelle 9: Vergleich der Frequenz und Sendeleistung von Geräten

| Geräte                           | Frequenz               | Sendeleistung                             | Quellen  |
|----------------------------------|------------------------|---|--|
| Drahtloses WLAN                  | 2.400 MHz (1)          | 25-30 mW (Milliwatt) (1)<br>Max.100mW (2) | (1) Reiser 2007  |
| Handy (D-Netz)                   | 935 MHz-<br>960MHz (2) | 2000mW (1)                                | (2) BfS 2011   |
| Funk-Heizkörperthermostat-System | 868,35 MHz (3)         | 10mW (3)                                  | (3) Bedienungsanleitung<br>Thermostat-Set 'FHT 8' 2008 |

#### 1.4.6 Bedeutung von Schadstoffen

Am 23. März 2005 wurde das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, ElektroG) verabschiedet. Dieses setzt zwei zugrunde liegende **EU-Richtlinien um: die EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte** (so genannte „WEEE-Richtlinie“) und die **EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten** (so genannte „RoHS-Richtlinie“). Zum einen dürfen besonders schädliche Substanzen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder bestimmte Bromverbindungen ab Juli 2006 in den meisten Geräten nicht mehr verwendet werden (Ausnahmen müssen bei der EU-Kommission beantragt werden). Alte, nicht mehr genutzten Geräte, die entsorgt werden sollen, können Verbraucher seit März 2006 kostenlos bei kommunalen Sammelstellen abgeben. Dies gilt sowohl für „historische Altgeräte“ (die vor dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden) als auch für „neue Altgerä-

<sup>4</sup> SAR-Wert bedeutet die von der emittierten hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung in exponierten Personen hervorgerufene spezifische Absorptionsrate mit einer Einheit von W/kg.

te“ (die nach dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden). Die Hersteller sind verpflichtet, die gesammelten Geräte zurückzunehmen und nach dem Stand der Technik sicher zu entsorgen. Die im ElektroG genannten Entsorgungs- und Recyclingquoten müssen seit dem 31.12.2006 eingehalten werden.

Groß et al. (2008) haben im Rahmen des RoHS-Reviews weitere gefährliche Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten identifiziert und klassifiziert. Die Definition „gefährlicher Substanzen“ wurde nach den folgenden Inventarkriterien festgelegt:

1. Substanzen, die die Kriterien der gefährlichen Substanzen erfüllen, wie sie in der EU-Direktive 67/548/EEC beschrieben sind;
2. Substanzen, die gemäß REACH die Kriterien der „besonders Besorgnis erregenden Substanzen“ (Substances of Very High Concern, SVHC) erfüllen;
3. Substanzen, die in Menschen und Biotopen giftig wirken können.
4. Substanzen, die bei der Sammlung und Verarbeitung von Elektro- und Elektronikgeräten gefährliche Substanzen bilden können.

Die folgende Abbildung zeigt die Definition bzw. den Geltungsbereich von „gefährlichen Substanzen“ in Elektro- und Elektronikgeräten gemäß Groß et al. (2008).

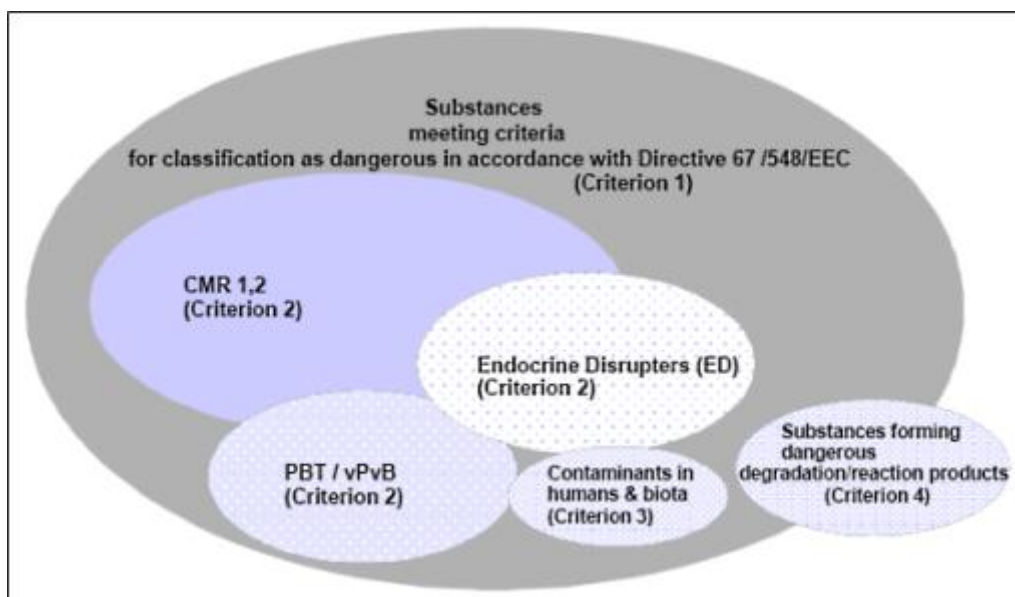


Abbildung 6: Kriterien für „gefährliche Substanzen“ in Elektro- und Elektronikgeräten (Groß et al. 2008)

Die Prüfung der gefährlichen Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten ergab, dass 64 Substanzen und Substanzgruppen (z.B. kurzkettige Chlorparaffine) in Elektro- und Elektronikgeräten die Kriterien für „gefährliche Substanzen“ gemäß EU-Direktive 67/548/EEC erfüllen. Durch die Anwendung der weiteren Inventarkriterien (Punkt 2 und 3) wurden weitere 14 Substanzen identifiziert, die als gefährliche Substanzen hoher Priorität klassifiziert werden



können. Ein paar Beispiele für auf diese Art und Weise identifizierte gefährliche Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten (EEE – Electrical and electronic equipment) sind:

Tabelle 10: Beispiele für gefährliche Substanzen hoher Priorität in EEE, die die Kriterien der Direktive 67/548/EEC für gefährliche Substanzen erfüllen (Quelle: Groß et al. 2008)

| Substanz   | Anwendung in EEE  | Menge in EEE (t/a in EU)   |
|--|---|--|
| Tetrabromobisphenol A (TBBP-A)                                       | Reactive FR in epoxy and polycarbonate resin, Additive FR in ABS      | 40.000   |
| Hexabromocyclodecane (HBCDD)   | Flame retardant in HIPS, e.g. in audio-visual equipment, wire, cables | 210  |
| Medium-chained chlorinated paraffin (MCCP) (Alkanes, C14-17, chloro) | Secondary plasticizers in PVC; flame retardants                       | Total use: up to 160.000, however no data available on share of EEE applications |
| Short-chained chlorinated paraffin (SCCP) (Alkanes, C10-13, chloro)  | Flame retardant   | No reliable data available   |
| ...  | ...   | ...  |

#### 1.4.7 Internationale Umweltzeichen und Produktkennzeichnungen

Im Folgenden wird dargestellt, welche Umweltzeichen oder Produktkennzeichnungen es im internationalen Kontext gibt, die einen Bezug zu programmierbaren Heizkörperthermostaten haben. Der Geltungsbereich, d.h. die Produkte, die mit dem Zeichen gekennzeichnet werden können, und die wesentlichen Merkmale der Kennzeichnung werden kurz dargestellt.

##### *TELL-Thermostatic Efficiency Labelling, Classification scheme for energy efficiency labelling of thermostatic radiator valves (2011)*

TELL ist eine freiwillige Energieeffizienzkenzeichnung der europäischen Heizkörperthermostatventilindustrie, die durch europäische Hersteller entwickelt worden ist. Dieses Klassifizierungsschema gilt für Heizkörperthermostatventile nach EN 215 (Heizkörperthermostatventile – Anforderungen und Prüfung). Die Anforderungen umfassen zwei Aspekte, die Erfüllung der Mindestanforderungen nach EN 215 und die Festlegung einer Energieeffizienzklasse (A-F). Die Ermittlung der Parameter des TELL Energieeffizienzindikators basiert auf EN 215. Die vier wesentlichen Bewertungskriterien sind unten dargestellt.

Die Einstufung in die jeweilige Energieeffizienzklasse (A - F) erfolgt durch Ermittlung des Energy Efficiency Indicator (EEI) nach folgender Gleichung.

$$EEI = (C/1,0 + W/1,5a) + D/1,0 + Z/40) / 4$$

C Hysterese nach EN 215 in K  
 W Wassertemperatureinfluss nach EN 215 in K  
 D Differenzdruckeinfluss nach EN 215 in K  
 Z Schließzeit nach EN 215 in min

Abbildung 7: Ermittlung des Energieeffizienzindikators nach TELL (2011)

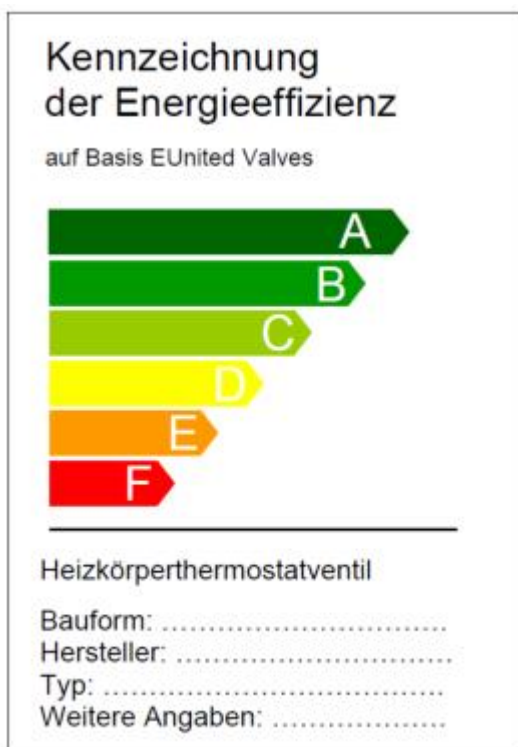


Abbildung 8: Labelgestaltung (TELL 2011)

Seit Ende April 2011 stehen die TELL-Kriterien zur Verfügung. Ein knappes halbes Jahr später wurden manuelle Thermostatventile von Heimeier (4 Modelle), Oventrop (3 Modelle), Honeywell (9 Modelle), Danfoss (6 Modelle), Rossweiner (4 Modelle), MMA (1 Modell) und Juergen Schloesser (1 Modell), also insgesamt 28 Modelle mit dem EEI der Klasse A zertifiziert (TELL Klassifizierungsverzeichnis 2011).

In TELL wird festgelegt, dass die Messung der Thermostatköpfe an einem Eckventil DN 15 (1/2“) durchzuführen ist. Die Prüfgrundlagen müssen auf dieser europäischen Norm EN 215 (Thermostatische Heizkörperventile – Anforderungen und Prüfung) beruhen, die für manuelle

Thermostatventile gilt. In der Norm wird ein Messaufbau zur Prüfung von P-Reglern<sup>5</sup> beschrieben. Da programmierbare Heizkörperthermostate davon abweichend mit PI-Reglern ausgestattet sind, ist die Prüfgrundlage nach EN 215 für programmierbare Heizkörperthermostate nicht geeignet.

*Energy Star® Program Requirements for Programmable Thermostats Partner Commitments DRAFT 1-Version 2.0*

Der Entwurf des Labels Energy Star für programmierbare Thermostate betrachtet **Raumthermostate** (Energy Star® Draft 1-Version 2.0). Diese werden an der Wand anstatt am Heizkörper montiert. Die Thermostate regulieren sowohl die Kühlung im Sommer als auch die Heizung im Winter. Daher ist davon auszugehen, dass die Programme komplizierter sind als die in der vorliegenden Studie betrachteten Heizkörperthermostate. Die betrachteten Kriterien sind

- Einstellmöglichkeiten der Programmierung
- Default-Programme und manuelle Einstellung
- Speicherung und Backupsystem
- Anforderungen an Stromversorgung, z.B. Ladezustands-Anzeige der Batterie
- Genauigkeit der Temperaturen
- Display-Größe
- Hintergrundbeleuchtung

*Zertifizierung: eu.bac*

Eu.bac ist eine Zertifizierung, die von Herstellern auf der Basis der europäischen Norm EN 15500 („Control for heating, ventilating and air-conditioning applications – Electronic individual zone control equipment“) entwickelt wurde. Das neue europäische Zertifizierungs-Verfahren der European Building Automation and Controls Association (eu.bac) ermöglicht es, Qualität und Energieeffizienz von Produkten und Systemen der Gebäudeautomation zu zertifizieren (Eubac Presse 2007). Für die Vergabegrundlage kann die schon vorhandene und vorgeschriebene Messmethode und Prüfungseinrichtung der Eu.bac Anforderungen verwendet werden.

---

<sup>5</sup> P-Regler: Ein proportionalwirkender Regler, der einen Stellwert proportional dem Unterschied der Reglerabweichung abgibt. I-Regler: Ein integralwirkender Regler, der die Regelabweichung über die Zeit integriert. Ein PI-Regler ist die Kombination aus P- und I-Regler.

## 1.5 Qualitätsaspekte

### 1.5.1 Selbstlernender Regelalgorithmus

Als wichtiger Qualitätsaspekt kann der selbstlernende Regelalgorithmus genannt werden. Die derzeit eingesetzten Heizungsregler steuern die Vorlauftemperatur des Heizkreises aufgrund einer Rückführung der Raumtemperatur im Sinne eines Raumheizungsreglers (Krauss & El-Khoury 2007).

Damit die Solltemperaturen der Räume durch die programmierbaren Heizkörperthermostate schnell und ohne Regelabweichung eingestellt werden können, müssen die Geräte über einen selbstlernenden Regelalgorithmus verfügen, der die Regelparameter kontinuierlich verbessert und der Heizleistung des Heizkörpers und der Trägheit des Raumes anpasst. Ein programmierbarer Heizkörperthermostat mit den selbstlernenden Algorithmen kann die Gebäudecharakteristik und das Benutzerverhalten während bei der Anwendung kompensieren und optimieren, wodurch der Energieverbrauch reduziert werden kann (Krauss & El-Khoury 2007).

Zur Prüfung der Qualität eines selbstlernenden Regelalgorithmus müssen zwei Aspekte beachtet werden: die Lerngeschwindigkeit und die Stabilität der Lernergebnisse. Da es keine Standardmessverfahren gibt, wird hier ein Test vor allem zur Identifizierung einer Tendenz eines Regelalgorithmus vorgeschlagen. Abbildung 9 stellt graphisch den selbstlernenden Regelalgorithmus dar. Es wird gemessen, ob die Zeit zum Erreichen der Solltemperatur unter gleichen Bedingungen (z.B. Gebäudetechnik, Temperatureinstellung) kontinuierlich abnimmt oder nach einer gewissen Anzahl an Zyklen konstant bleibt. Es gibt bisher keine Daten für solche Messreihen als Referenz, um eine aussagkräftige Anforderung zu erstellen.

Daher können im Rahmen der zu entwickelnden Vergabegrundlage für ein Umweltzeichen keine Anforderungen an einen selbstlernenden Regelalgorithmus erstellt werden. Bei einer zukünftigen Überarbeitung der Anforderungen, sollte dies jedoch berücksichtigt werden.

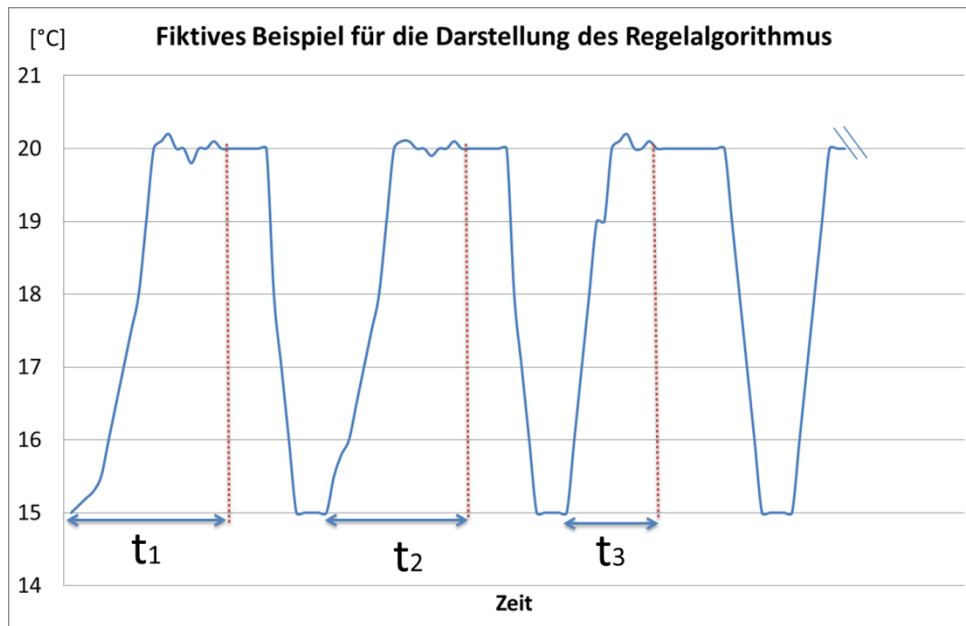


Abbildung 9: Fiktives Beispiel für die Darstellung des selbstlernenden Regelalgorithmus

### 1.5.2 Fenster-offen-Erkennung

Ein anderer Aspekt ist die selbständige Drosselung der Heizung bei Lüftung. Wird ein Fenster geöffnet, soll der Heizkörperthermostat die Heizungswasserzufuhr zum Heizkörper automatisch drosseln. Die Erkennung der Öffnung erfolgt entweder über einen Kontakt am Fenster (bzw. Balkontüre) oder über die Auswertung der Temperaturgradienten. Ein rascher Temperaturabfall deutet auf einen schlagartigen Luftaustausch der Raumluft mit der kühleren Außenluft hin.

In der Praxis erkennen programmierbare Heizkörperthermostate geöffnete Fenster nicht immer zuverlässig (Praxistest Energiesparclub 2010). Die Erkennung hängt davon ab, ob sich das geöffnete Fenster über der Heizung oder in der Nähe des Heizkörpers befindet oder ob die Räume besonders groß sind. Liegen die Fenster oder Türen zu weit entfernt, kann das einfache Gerät ohne Fenster-/Tür-Kontakt dies nicht schnell genug erkennen. Außerdem funktioniert die Erkennung nicht bei gekippten Fenstern, da hier der Luftaustausch zu langsam erfolgt. Zudem ist nicht bei allen Systemen sichergestellt, dass die Fenster-offen-Erkennung auch dann funktioniert, wenn die gewünschte Temperatur noch nicht erreicht ist.

Als Qualitätsmerkmal eines Heizkörperthermostaten ist es daher neben der eigentlichen Funktionalität der Fenster-offen-Erkennung wichtig, dass die richtige Verbraucherinformation geliefert wird, damit die Nutzer die Geräte richtig einstellen und mit der Funktion umgehen können.

## 1.6 Nutzenanalyse

Die Analyse des Nutzens wird nach der Benefit-Analyse von PROSA durchgeführt. Dabei werden die drei Nutzenarten Gebrauchsnutzen, symbolischer Nutzen und gesellschaftlicher Nutzen qualitativ analysiert. Für die Analyse gibt PROSA jeweils Checklisten vor. Aufgrund der Besonderheiten einzelner Produktgruppen können einzelne Checkpunkte aus Relevanzgründen entfallen oder neu hinzugefügt werden. Die drei Checklisten sind am Anfang des jeweiligen Kapitels wiedergegeben.

### 1.6.1 Gebrauchsnutzen



Abbildung 10: Checkliste Gebrauchsnutzen

Bezüglich des Gebrauchsnutzens ergeben sich für die programmierbaren Heizkörperthermostate folgende Vor- und Nachteile:

#### Vorteile:

- Das Produkt bietet den Nutzern die Möglichkeit, Raumtemperaturen präzise einzustellen und hierfür Zeiten festzulegen. Dies führt zu einer Komfortsteigerung bei gleichzeitig reduzierten Heizenergiekosten.
- Durch eine Fenster-offen-Erkennung entfällt für den Nutzer das manuelle Abdrehen der Heizung beim Lüften, was ebenfalls der Bequemlichkeit der Nutzer entgegen kommt.
- Das Produkt ist für die Nutzer bis auf einen in der Regel erforderlichen Batteriewechsel wartungsfrei.
- Es trägt zur Einsparung von Heizenergie und damit zur Kostensenkung und zum Klimaschutz bei.
- Der Gebrauchsnutzen kann in der Praxis durch eine zentrale, leicht zu bedienende Steuerung noch weiter gesteigert werden.

### Nachteile:

- Gegenüber herkömmlichen, manuellen Heizkörperthermostaten sind die Bedienung und insbesondere die Programmierung von programmierbaren Heizkörperthermostaten aufwändiger. Die könnte zu einer geringeren Akzeptanz der Geräte führen.
- In manchen Wohnungen gibt es nicht genügend Platz für Fenster-/Tür-Kontakte. Oder ein Fenster-Kontakt kommt aus ästhetischen Gründen nicht infrage. Auch kann in Mietwohnungen der Restaurierungsaufwand nach Auszug der Mieter ein Grund sein, der die Anwendung von Fenster-/Tür-Kontakten verhindert.
- Leichte Geräusentwicklung durch Motorantrieb der Ventilsteuerung, die in einer ruhigen Umgebung, wie im Schlafzimmer, zu Belästigungen führen kann.
- Zentrale Systeme werden über Funk gesteuert. Dies führt zu einer weiteren Belastung der Haushalte mit elektromagnetischen Wellen.
- Es werden Primärbatterien benötigt, die einen Ressourcen- und Entsorgungsaufwand darstellen.

### 1.6.2 Symbolischer Nutzen



Abbildung 11: Checkliste Symbolischer Nutzen

Als haustechnische Geräte, die nicht im Fokus der Aufmerksamkeit stehen, bieten programmierbare Thermostatventile nur einen geringen symbolischen Nutzen. Der größte symbolische Nutzen besteht darin, dass der Nutzer moderne Technik einsetzt, um sich kosteneffizient und klimafreundlich zu verhalten. Dies kann er beispielsweise in Verbindung mit einer Hausautomation mit Webinterface oder Smartphone-Interface tun und dies auch nach außen hin demonstrieren. In der Familie, im Freundeskreis oder bei Kunden kann durch die Nutzung dieser Technologien auf die Vorreiterrolle beim Klimaschutz hingewiesen werden.

### 1.6.3 Gesellschaftlicher Nutzen



Abbildung 12: Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Programmierbare Heizkörperthermostate sind vor allem aus folgenden Gründen von gesellschaftlichem Nutzen:

- Bei einer richtigen Programmierung und guten Planung tragen programmierbare Heizkörperthermostate zur Energieeinsparung und somit auch zum Klimaschutz bei.
- Durch die Senkung von Energiekosten werden Mittel im Haushalt freigesetzt, die anderweitig zur Verfügung stehen.
- Die programmierbaren Heizkörperthermostate bieten den Nutzern die Möglichkeit, ihre Heizungszeit und -temperatur gemäß ihrem individuellen Bedarf vorab zu planen, was implizit zu einem bewussten Umgang mit der Heizenergie führt.



## 2 Teil II: Orientierende Ökobilanz und Lebenszykluskostenanalyse

Anhand der orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten sollen die Umweltauswirkungen und Lebenszykluskosten von programmierbaren Heizkörperthermostaten ermittelt werden. Die Ergebnisse bieten eine Orientierungshilfe zur Frage, wo die Verbesserungspotentiale in dieser Produktgruppe liegen.

### 2.1 Untersuchungsrahmenbedingungen

#### 2.1.1 Funktionelle Einheit

Als funktionelle Einheit wird für die Lebenszyklusbetrachtung ein einfacher programmierbarer Heizkörperthermostat (ohne Zubehör) mit einer Nutzungszeit von 10 Jahren definiert. Die Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz und der Lebenszykluskostenanalyse werden differenziert nach den Lebensabschnitten dargestellt.

#### 2.1.2 Systemgrenzen

Folgende Teilprozesse werden bei der orientierenden Ökobilanz berücksichtigt:

- Herstellung und Distribution eines programmierbaren Heizkörperthermostats
- Versand als Paket zum Kunden
- Nutzung eines Geräts in einem privaten Haushalt über eine Nutzungsdauer von 10 Jahren. Dies entspricht 10 Batterien. (Die Annahmen zum Batterieverbrauch sind in Abschnitt Nutzung, S. 30 definiert)
- Entsorgung des Heizkörperthermostats und der 10 Batterien

Die Ergebnisse werden differenziert nach den Lebensphasen dargestellt.

#### 2.1.3 Betrachtete Wirkungskategorien

Folgende Wirkungskategorien werden in der orientierenden Ökobilanz betrachtet (Erläuterungen zu den Wirkungskategorien siehe Anhang I, Kapitel 5.1):

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA);
- Treibhauspotential (GWP);
- Versauerungspotential (AP);
- Eutrophierungspotential (EP);
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP).

## 2.2 Orientierende Ökobilanz

### 2.2.1 Modellierung des programmierbaren Heizkörperthermostats

#### Herstellung

Die Modellierung der Herstellung eines Heizkörperthermostats beruht auf der Material- bzw. Komponentenzusammensetzung des Geräts und dem von den Herstellern abgeschätzten Energieaufwand während der Herstellung (Fragebogen eines Herstellers).

Abbildung 13 gibt einen Überblick über einen geöffneten programmierbaren Heizkörperthermostat des Modells Honeywell Rondostat. Abbildung 14 zeigt die Komponenten eines Ventilkopfs. Andere Geräte sind in der Regel ähnlich aufgebaut und enthalten folgende typische Bestandteile:

- Gehäuse mit einem Fach für die Batterien,
- LCD-Display zur Anzeige der Werte und Programme,
- Bedienknöpfe zur Programmierung und Einstellung,
- Intern: Leiterplatte mit Steuerelektronik des Motors,
- Intern: Drehmotor mit Drehrädern zum Betrieb des Ventils,
- ggf. Gerätebatterie, normalerweise 2 AA-Alkali-Batterien (LR6).

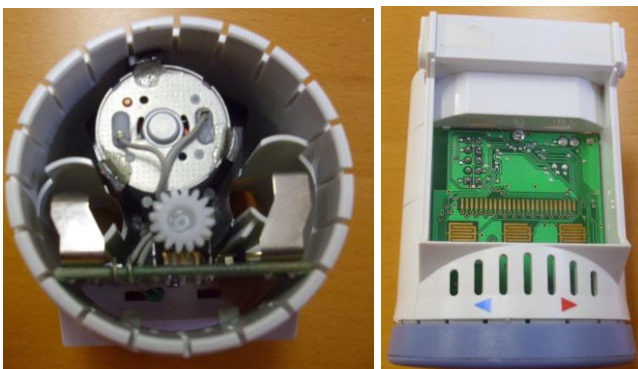


Abbildung 13: Ein geöffneter programmierbarer Heizkörperthermostat, Modell Honeywell

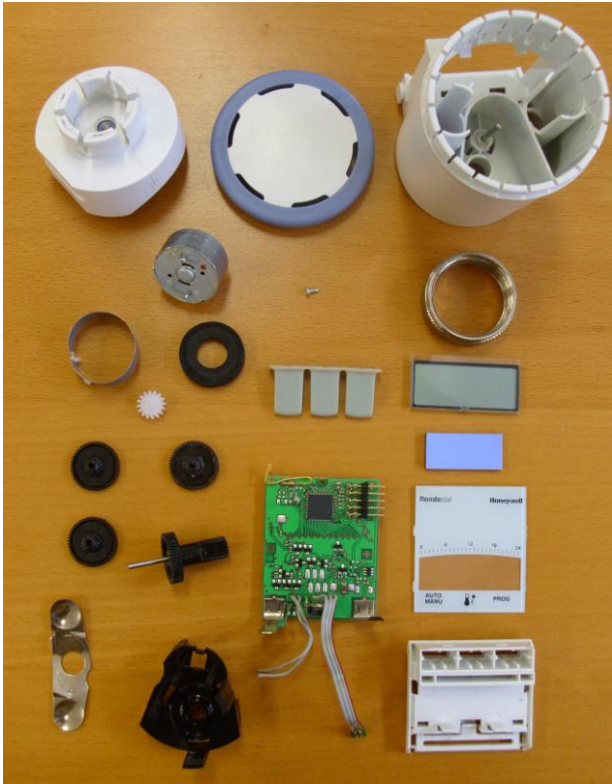


Abbildung 14: Einzelne Komponenten eines zerlegten programmierbaren Heizkörperthermostats

Um eine orientierende Ökobilanz für dieses exemplarische Gerät durchführen zu können, wurden die Komponenten und Materialien gewogen und untersucht. Für die Modellierung der Herstellung der Komponenten wurden die sekundären Datensätze aus EcoInvent 2.2 zugrunde gelegt. Die Tabelle 11 zeigt die Komponenten bzw. die Materialzusammensetzung des Geräts.

Tabelle 11: Komponenten-/Materialienzusammensetzung des exemplarischen programmierbaren Heizkörperthermostats

| Komponenten                                   | Material                             | Menge (g) |
|---|--------------------------------------|-----------|
| Adapter: äußere Ringe                         | Chromstahl                           | 18        |
| Batteriefachdeckel                            | Acrylester-Styryl-Acrylnitril        | 23        |
| Äußeres Drehrad für die Einstellung der Werte | Acrylester-Styryl-Acrylnitril        | 12        |
| Äußeres Gehäuse                               | Acrylester-Styryl-Acrylnitril        | 44        |
| Display-LCD                                   | Glas mit Flüssigkristall             | 5         |
| Display: äußere durchlässige Platte           | PC                                   | 2         |
| Display-Rahmen                                | Acrylester-Styryl-Acrylnitril        | 6         |
| Display-Gummi                                 | Gummi                                | 0,5       |
| Tastatur                                      | Gummi                                | 2         |
| Weißblech für den Anschluss der Batterien     | das mit Zink beschichteten Weißblech | 2,5       |

| Komponenten            | Material                          | Menge (g)  |
|------------------------|-----------------------------------|------------|
| Inneres Stützteil      | PP                                | 4          |
| Getriebezahnräder      | Thermoplastische Elastomere (TPE) | 4,5        |
| Weißes Drehrad         | Thermoplastische Elastomere (TPE) | 0,5        |
| Innerer Eisen-Ring     | Eisen                             | 0,5        |
| Innere Gummi-Ringe     | Gummi                             | 0,5        |
| Bestückte Leiterplatte | FR4, Abmessung: 5cm*4cm*1cm       | 10,5       |
| Motor                  | Magnet                            | 21,5       |
| <b>Summe</b>           |                                   | <b>157</b> |

Zu bemerken ist, dass sowohl die Materialherstellung als auch die Verarbeitungsprozesse für die Komponenten-Herstellung modelliert werden. Für das Gehäuse werden bspw. die Granulat-Herstellung und der Spritzguss-Prozess bilanziert.

Zur Modellierung der Leiterplatte wird sowohl SMT (Surface Mount Technology) als auch THT (Through-Hole Technology) berücksichtigt. Die Leiterplattenfläche beträgt 20 cm<sup>2</sup>. Es wird angenommen, dass die Leiterplatte aus 50% SMT und 50% THT besteht. Die Herstellung der Leiterplatte und der Löttaufwand von SMT und THT werden ebenfalls berücksichtigt. Hinsichtlich der passiven und aktiven Elektronikkomponenten wird ein durchschnittlicher Datensatz aus EcoInvent 2.2 verwendet. Der Datensatz bezieht sich auf das Gewicht der Komponenten. Das spezifische Gewicht der unbestückten Leiterplatte liegt laut Einschätzung bei etwa 0,31 g/cm<sup>2</sup>. Aus diesen Annahmen ergibt sich ein Gesamtgewicht von 4,3 Gramm für die aktiven und passiven Komponenten.

Nach Angaben eines Herstellers liegt der Stromverbrauch für die Herstellung des Geräts bei ca. 0,2 kWh pro Stück. Für die Berechnung der Umweltauswirkungen wurden durchschnittliche Werte für den chinesischen Strommix verwendet. Die Emissionsfaktoren stammen aus der Datenbank EcoInvent Version 2.2 (s. Tabelle 12).

Tabelle 12: Emissionsfaktoren der Strombereitstellung in China (Quelle: EcoInvent 2.2)

| Emissionsfaktor              | KEA   | GWP                  | AP                   | EP                   | POCP     |
|------------------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| pro kWh <sub>el</sub>        | MJ    | kg CO <sub>2</sub> e | kg SO <sub>2</sub> e | kg PO <sub>4</sub> e | kg Eth e |
| Strom, Niederspannung, China | 14,09 | 1,48                 | 0,0147               | 0,00063              | 0,0007   |

Die Verpackung der Endprodukte wird nicht in der Bilanz berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen der Herstellung werden in Kapitel 2.2.2 dargestellt.

### Distribution

Die Daten für die Bilanzierung der Distribution und Verteilung zu den Verkaufsstandorten beruhen auf den folgenden Annahmen:

- Der Produktionsstandort befindet sich in China.
- Das Produkt wird von China Shanghai nach Deutschland Hamburg per Schiff transportiert.

Die gesamte Distributionskette teilt sich in vier Phasen auf:

1. Von den Produktionsstandorten zum Hafen von Shanghai (LKW 16-32 t) → 1.000 km und 80% Auslastung
2. Vom Hafen Shanghai zum Hamburger Hafen → 10.000 km
3. Vom Hamburger Hafen zum Hersteller/Assembler in Deutschland (LKW 16-32 t) → 500 km und 80% Auslastung
4. Feinverteilung von den jeweiligen Herstellern/Assemblierern zu den Händlern (LKW 7,5-16 t) → 500 km und 80% Auslastung.

Die Auslastung und der LKW-Typ wurden in der vorliegenden Studie geschätzt und betreffen die Hin- und Rückfahrt. Aus der Ökobilanzperspektive soll sowohl die Hin- als auch die Rückfahrt eines LKW-Transports berücksichtigt werden. Das heißt, wenn der LKW bei der Hin- fahrt voll beladen ist (100% Auslastung) und bei der Rückfahrt andere Waren mit einer Auslastung von 60% transportiert werden, so beträgt die gesamte Auslastung für die Hin- und Rückfahrt 80%. Die Umweltbelastung durch die Rückfahrt wird nur zu 40% den betrachteten Waren zugeschrieben, die übrigen 60% werden den anderen transportierten Waren zugeschrieben.

Der Transport der Güter wird nach dem jeweiligen Liefergewicht gewichtet. Das heißt, dass der untersuchte programmierbare Heizkörperthermostat aufgrund seines geringen Gewichts nur geringe Umweltbelastungen verursacht, die während der Distributionsphase entstehen. Die zur Modellierung verwendeten Datensätze sind aus EcoInvent 2.2.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen der Distribution werden in Kapitel 2.2.2 dargestellt.

### **Versand durch Paketdienst**

Für die Ökobilanz wird angenommen, dass das Produkt im Internet gekauft wird. Für den Transport vom Versandhändler zum Kunden mit einem Paketdienst wird für die Modellierung der aktuelle GWP-Emissionsfaktor eines Standard-Pakets (DHL) zugrunde gelegt. Es liegen keine Daten bezüglich des kumulierten Energieaufwandes (KEA) für den Paketdienst vor. Dieser wird deshalb aus dem Verhältnis zwischen GWP und KEA, wie er in dem LKW-Datensatz in GEMIS 4.6 zu finden ist, hochgerechnet. Es liegen keine Daten bezüglich der anderen Umweltauswirkungen (AP, EP und POCP) für den Paketdienst vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Umweltauswirkungen nur einen marginalen Einfluss auf die gesamten Ergebnisse haben.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen der Distribution werden in Kapitel 2.2.2 dargestellt.

## Nutzung

Die einzigen Teile, die bei der Nutzung erneuert bzw. getauscht werden müssen, sind die Batterien. Es wird angenommen, dass alle 2 Jahre ein Batteriewechsel mit jeweils 2 Batterien stattfindet. Um die Umweltauswirkungen der Nutzungsphase zu berechnen, wurde die Herstellung der benötigten 10 Batterien (5 x 2) während des Betrachtungszeitraums von 10 Jahren berücksichtigt. Die Emissionsfaktoren von KEA und GWP stammen aus einer aktuellen Studie (Olivetti et al. 2011). In der Studie wurden keine anderen Umweltauswirkungen untersucht.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen in der Nutzungsphase werden in Kapitel 2.2.2 mit einer Lebensdauer von 10 Jahren (s. Kapitel 2.1.1) berechnet und dargestellt.

## Entsorgung

Ausgehend von der in der Herstellung betrachteten Materialzusammensetzung wurde die Entsorgung des Geräts und der Batterien nach den in Tabelle 13 dargestellten Materialien bzw. Komponenten modelliert. Die sekundären Datensätze stammen aus Ecolnvent 2.2.

Tabelle 13: End-of-life der in der Bilanz betrachteten Materialien und Komponenten

| Materialien/Komponenten   | Menge (Gramm) |
|---|---------------|
| Entsorgung der 10 Batterien während des Betrachtungsraums von 10 Jahren | 285           |
| Shreddern der Leiterplatten   | 10,5          |
| Entsorgung des Glases in einer Müllverbrennungsanlage                   | 5             |
| Entsorgung der Kunststoffe in einer Müllverbrennungsanlage              | 101,5         |
| Entsorgung des Stahls in einer Müllverbrennungsanlage                   | 42            |

In der Bilanz werden keine Gutschriften vergeben.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen in der Entsorgungsphase werden in Kapitel 2.2.2 dargestellt.

### 2.2.2 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz

In der folgenden Tabelle 14 sind die Ergebnisse der betrachteten Wirkungskategorien dieser PROSA-Studie dargestellt. Die Herstellung des programmierbaren Heizkörperthermostats dominiert die Ergebnisse in jeder Wirkungskategorie. Der Haupttreiber in der Herstellungsphase ist die bestückte Leiterplatte. Sie macht ca. 60% bis 87% der gesamten Umweltauswirkungen der Herstellungsphase aus, in Abhängigkeit der betrachteten Wirkungskategorie.

Tabelle 14: Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen des programmierbaren Heizkörperthermostats mit einer Lebensdauer von 10 Jahren

| Bezogen auf ein Gerät mit einer Lebensdauer von 10 Jahren | Herstellung | Distribution | Versand-Paketdienst | Nutzung (Herstellung der 10 Batterien) | End-of-life | Summe         |
|---|-------------|--------------|---------------------|--|-------------|---------------|
| KEA [MJ]  | 46,22       | 1,30         | 0,11                | 18,81                                  | 3,22        | <b>69,66</b>  |
| GWP [kg CO <sub>2</sub> e]                                | 2,60        | 0,09         | 0,03                | 1,08                                   | 0,53        | <b>4,33</b>   |
| AP [kg SO <sub>2</sub> e]                                 | 0,0161      | 0,0008       | k.A.                | k.A.                                   | 0,0017      | <b>0,0185</b> |
| EP [kg PO <sub>4</sub> e]                                 | 0,0012      | 0,0001       | k.A.                | k.A.                                   | 0,0001      | <b>0,0014</b> |
| POCP [kg eth e]   | 0,0011      | 0,0001       | k.A.                | k.A.                                   | 0,0001      | <b>0,0012</b> |

Tabelle 15: Prozentuale Ergebnisse der Umweltauswirkungen des programmierbaren Heizkörperthermostats in der Lebensdauer von 10 Jahren

| Bezogen auf ein Gerät mit einer Lebensdauer von 10 Jahren | Herstellung | Distribution | Versand-Paketdienst | Nutzung (Herstellung der 10 Batterien) | End-of-life | Summe |
|---|-------------|--------------|---------------------|--|-------------|-------|
| KEA [MJ]  | 66%         | 2%           | 0,2%                | 27%                                    | 5%          | 100%  |
| GWP [kg CO <sub>2</sub> e]                                | 60%         | 2%           | 0,6%                | 25%                                    | 12%         | 100%  |
| AP [kg SO <sub>2</sub> e]                                 | 87%         | 4%           | --                  | --                                     | 9%          | 100%  |
| EP [kg PO <sub>4</sub> e]                                 | 85%         | 8%           | --                  | --                                     | 7%          | 100%  |
| POCP [kg eth e]   | 86%         | 4%           | --                  | --                                     | 9%          | 100%  |

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, trägt hauptsächlich die Herstellungsphase zu den Umweltauswirkungen bei. Bezieht sich die Nutzungsphase auf 10 Jahre, so machen die prozentualen Anteile der Herstellung der 10 Batterien an den gesamten Umweltauswirkungen von KEA und GWP ca. 27% aus. Für die anderen Umweltauswirkungen kann, in Bezug auf die Batterien, keine Aussage getroffen werden, da keine Daten vorhanden sind. Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse anteilmäßig ähnlich wie die von KEA und GWP sind.

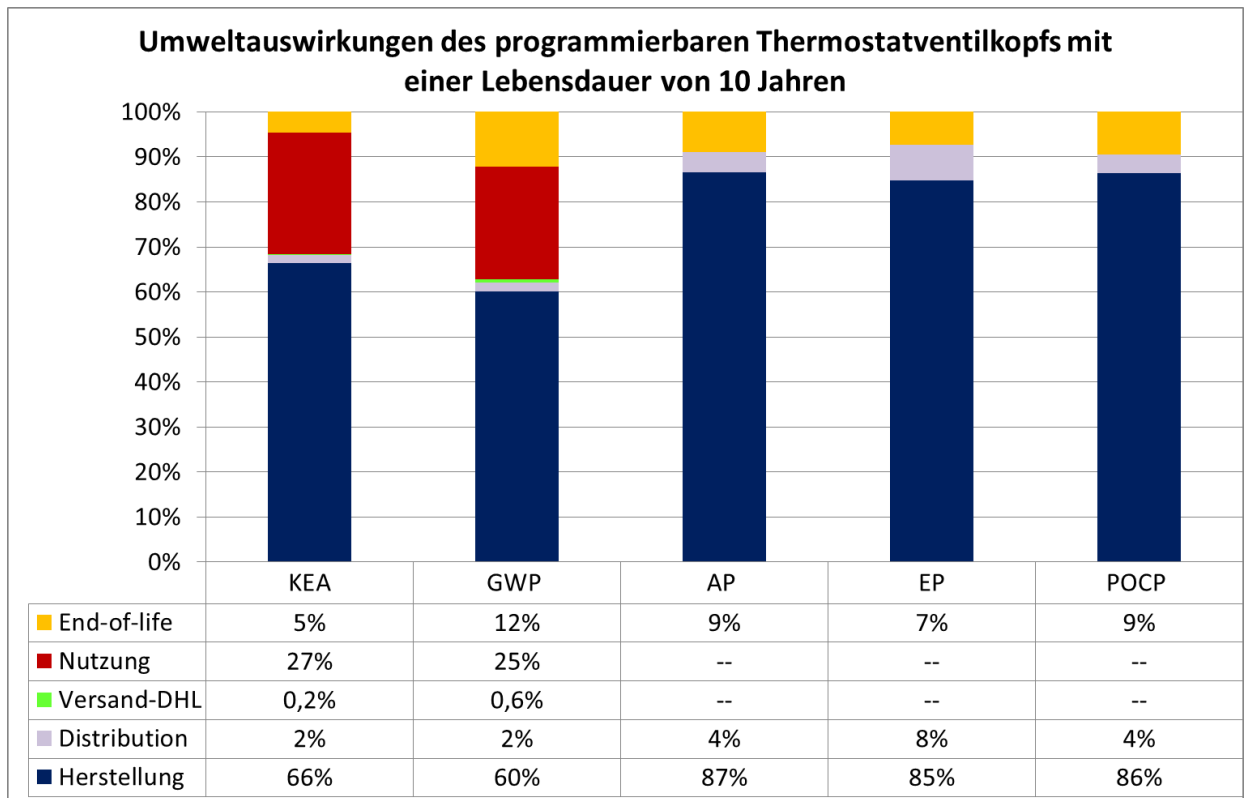


Abbildung 15: Ökobilanz-Ergebnisse des programmierbaren Heizkörperthermostats

### 2.2.3 Umrechnung der Ergebnisse zu Heizöl-Äquivalenten in Liter

Die KEA- und GWP-Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz werden in Heizöl-Äquivalente umgerechnet. Die zugrunde gelegten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 16 aufgelistet. Die Emissionsfaktoren umfassen die Rohöl-Entnahme bis zur Raumwärmebereitstellung. Der kumulierte Primärenergiebedarf (KEA) macht für die gesamte Lebenszyklusbetrachtung des betrachteten programmierbaren Heizkörperthermostats 67,1 MJ aus (s. Tabelle 14). Dies entspricht dem KEA-Wert von 1,6 Litern leichtem Heizöl. Darauf basiert die Umrechnung des GWP-Ergebnisses, welches für den betrachteten programmierbaren Heizkörperthermostat etwa 1,4 Litern leichtem Heizöl entspricht. Die Herstellung eines programmierbaren Heizkörperthermostaten und der benötigten Batterien während der Nutzungsphase von 10 Jahren erzeugt so viele Treibhausgasemissionen, wie die Verbrennung von 1,4 Liter leichtem Heizöl. Oder anders herum gesprochen: sobald die Nutzung des Heizkörperthermostaten zu einer Einsparung von mehr als 1,4 Liter leichtem Heizöl führt, hat er sich unter Klimaschutz-Gesichtspunkten amortisiert.



Tabelle 16: Umrechnungsfaktoren der Raumwärme aus dem leichten Heizöl (Gemis 4.7 Datensatz: Öl-Heizung-DE-2010 (Endenergie))

| Umweltauswirkung | Einheit                           | Emissionsfaktoren |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|
| KEA              | MJ/Liter Heizöl                   | 42,4              |
| GWP              | kg CO <sub>2</sub> e/Liter Heizöl | 3,15              |

## 2.2.4 Amortisationsrechnung

In diesem Abschnitt wird die folgende Frage beantwortet:

Nach welcher Zeit amortisieren sich die Umweltauswirkungen (in dieser Betrachtung nur GWP als Beispielberechnung), die durch die Herstellung, Distribution, Nutzung und Entsorgung des betrachteten programmierbaren Heizkörperthermostats verursacht werden, durch die Einsparungen der Heizwärme bei Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats?

Für die Berechnung der Amortisationszeit benötigt man den Emissionsfaktor der Heizwärme. Die Anteile des Heizwärmeverbrauchs in den privaten Haushalten werden auf Basis der statistischen Daten des BMWi (2011) nach Energieträger berechnet (s. Tabelle 17). Die GWP-Emissionsfaktoren nach den jeweiligen Energieträgern stammen vom IFEU-Institut (zitiert in WWF CO<sub>2</sub>-Rechner 2011). Die Anteile werden dann mit den entsprechenden GWP-Emissionsfaktoren multipliziert und es wird zudem die Summe eines durchschnittlichen GWP-Werts für die Heizwärme in Deutschland gebildet. Daraus ergeben sich 247 Gramm CO<sub>2</sub>e pro kWh.

Tabelle 17: Ermittlung des durchschnittlichen GWP-Werts nach den Anteilen der Energieträger

| Endenergieverbrauch nach Energieträgern in den privaten Haushalten | 2008 in Petajoule | Anteil am Endenergieverbrauch | GWP-Emissionsfaktor <sup>6</sup> : g CO <sub>2</sub> e/kWh | Berechnung des Durchschnittsemissionsfaktors vom Heizungs-Verbrauch nach den Anteilen der Energieträger [g CO <sub>2</sub> e/kWh] |
|--|-------------------|-------------------------------|--|---|
| Quelle   | BMW i 2011        |                               | WWF CO <sub>2</sub> -Rechner 2011                          | Eigene Berechnung   |
| Raumwärme  |                   |                               |  |   |
| - davon Öl   | 559,8             | 30,6%                         | 302  | 92,26   |
| - davon Gas  | 801,5             | 43,7%                         | 254  | 111,09  |
| - davon Strom  | 60,4              | 3,3%                          | 605  | 19,94   |
| - davon Fernwärme  | 151,3             | 8,3%                          | 130  | 10,73   |
| - davon Kohle  | 40,9              | 2,2%                          | 420,5  | 9,38  |
| - davon Erneuerbare  | 218,7             | 11,9%                         | 31   | 3,70  |
| Summe  | 1.832,5           | 100,0%                        | --   | <b>247,10</b>   |

<sup>6</sup> Die Werte enthalten auch die Emissionen, die durch die Bereitstellung und Verteilung der Energie entstehen.

Des Weiteren wird die Amortisationsberechnung für ein Einfamilienhaus (EFH) und ein Mehrfamilienhaus (MFH) bzw. die Baustandards (Altbau unsaniert, EnEV09 Neubau, KfW-Effizienzbau 70 Neubau und Passivhaus Neubau) getrennt durchgeführt, da die Energiebedarfe davon abhängig sind (s. Abschnitt 1.4.1). Die durchschnittlichen Werte des Energieverbrauchs differenziert nach Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus sowie jeweiligen Baustandards wurde auf Basis einer Studie von Bettgenhäuser & Boermans (2011) berechnet. Die gebildeten Durchschnittswerte sind in der Tabelle 18 dargestellt. Dabei werden die Ersparungspotenziale durch die Nutzung eines programmierbaren Heizkörperthermostats mit jeweils 5%, 10%, 15% und 30% angenommen.

Tabelle 18: Berechnung der Ersparung der GWP-Werte pro m<sup>2</sup> in der Nutzung durch einen programmierbaren Heizkörperthermostat

| Gebäudetyp            | Spezifische Endenergiebedarfe Heizwärme (kWh/m <sup>2</sup> *a)<br>Berechnet auf Basis Bettgenhäuser & Boermans 2011 | GWP (kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> *a) | Ersparung der GWP-Werte pro m <sup>2</sup> durch einen programmierbaren Heizkörperthermostat (kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> *a) |      |       |       |
|-----------------------|--|--|---|------|-------|-------|
|                       |  |  | 5%  | 10%  | 15%   | 30%   |
| EFH-Altbau unsaniert  | 270,6  | 66,86  | 3,34  | 6,69 | 10,03 | 20,06 |
| EFH-Neubau EnEV09     | 67,9   | 16,78  | 0,84  | 1,68 | 2,52  | 5,03  |
| EFH-Neubau KfW70      | 53,2   | 13,15  | 0,66  | 1,31 | 1,97  | 3,94  |
| EFH-Neubau Passivhaus | 15,0   | 3,71   | 0,19  | 0,37 | 0,56  | 1,11  |
| MFH-Altbau unsaniert  | 256,5  | 63,37  | 3,17  | 6,34 | 9,51  | 19,01 |
| MFH-Neubau EnEV09     | 50,0   | 12,35  | 0,62  | 1,24 | 1,85  | 3,71  |
| MFH-Neubau KfW70      | 34,0   | 8,40   | 0,42  | 0,84 | 1,26  | 2,52  |
| MFH-Neubau Passivhaus | 8,3  | 2,06   | 0,10  | 0,21 | 0,31  | 0,62  |

Die entsprechenden Amortisationszeiten (Monate) lassen sich wie folgt berechnen: der GWP-Wert eines programmierbaren Heizkörperthermostats während des gesamten Lebenszyklus wird durch die aufgrund der Nutzung des Heizkörperthermostats eingesparten GWP-Werte (Einsparung der Heizwärme durch die Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats) dividiert.

$$Amortisationszeit_{Treibhausgas} \text{ (Monate)} = \frac{GWP_{\text{des Heizkörperthermostats während des Lebenszyklus}} \left( \frac{kgCO_2e}{m^2} \right)}{GWP_{\text{Einsparung an Heizwärme durch die Nutzung des Heizkörperthermostats}} \left( \frac{kgCO_2e}{a * m^2} \right)} * 12$$

In Abschnitt 2.2.2 wurde der GWP-Wert des programmierbaren Heizkörperthermostats mit einer Lebensdauer von 10 Jahren berechnet, welcher 4,33 kg CO<sub>2</sub>e beträgt. Da sich die Einsparung der Heizwärme auf die Fläche (m<sup>2</sup>) bezieht, muss noch eine Umrechnung hinsichtlich der Anzahl der benötigten Heizkörperthermostate pro Flächeneinheit durchgeführt werden. Mellwig geht von 10 Heizkörpern für 140 m<sup>2</sup> beheizte Fläche aus (Mellwig 2011). Dies entspricht 0,07 Heizkörperthermostaten pro Quadratmeter Wohnfläche. Dementsprechend werden die Amortisationszeiten ermittelt (s. Tabelle 19). Wie der Tabelle 19 entnommen werden kann, beträgt die Amortisationszeit in Abhängigkeit des Gebäudezustands und der Einsparquoten, die zwischen 5% und 30% liegen, zwischen 0,2 und 36 Monate. Dies bedeutet, dass der programmierbare Heizkörperthermostat zwischen 0,2 und 36 Monate genutzt werden muss, damit sich das Treibhauspotenzial der Herstellung, Distribution, Nutzung der Batterien und Entsorgung amortisiert. Nach Ablauf dieser Amortisationszeit trägt der programmierbare Heizkörperthermostat zur Nettoeinsparung von Treibhausgasen bei.

Tabelle 19: Die Amortisationszeit von progr. Heizkörperthermostaten in Monaten auf Basis der GWP-Werte

| Gebäudezustand        | Amortisationszeit in Monaten |      |      |     |
|-----------------------|------------------------------|------|------|-----|
|                       | 5%                           | 10%  | 15%  | 30% |
| EFH-Altbau unsaniert  | 1,1                          | 0,6  | 0,4  | 0,2 |
| EFH-Neubau EnEV09     | 4,4                          | 2,2  | 1,5  | 0,7 |
| EFH-Neubau KfW70      | 5,7                          | 2,8  | 1,9  | 0,9 |
| EFH-Neubau Passivhaus | 20,0                         | 10,0 | 6,7  | 3,3 |
| MFH-Altbau unsaniert  | 1,2                          | 0,6  | 0,4  | 0,2 |
| MFH-Neubau EnEV09     | 6,0                          | 3,0  | 2,0  | 1,0 |
| MFH-Neubau KfW70      | 8,8                          | 4,4  | 2,9  | 1,5 |
| MFH-Neubau Passivhaus | 36,1                         | 18,0 | 12,0 | 6,0 |

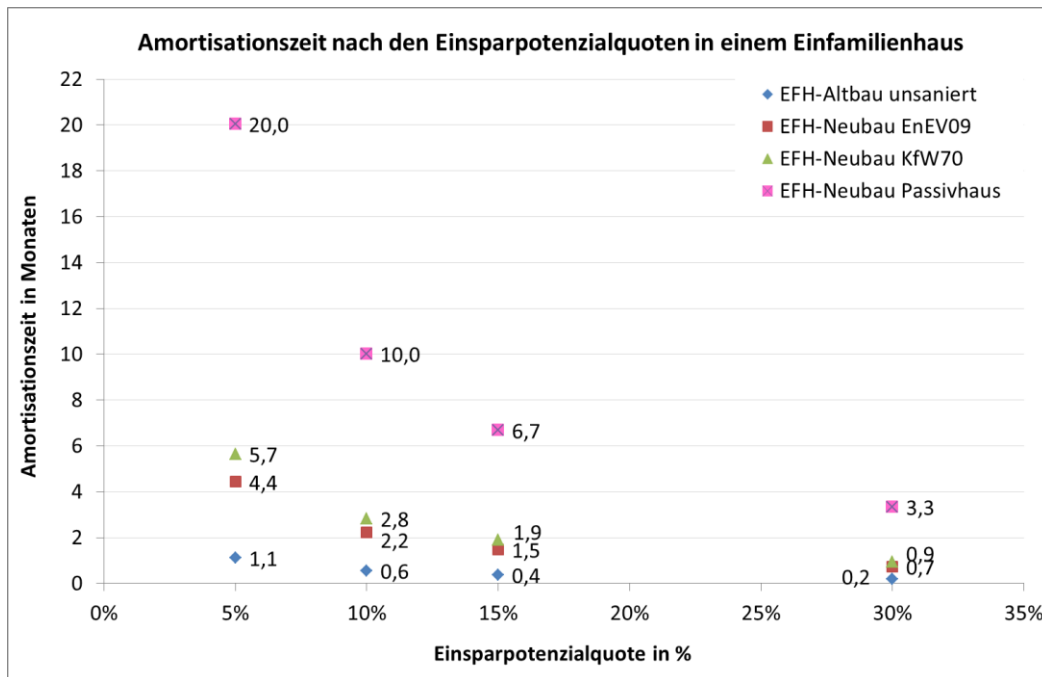


Abbildung 16: Die Amortisationszeiten nach den Einsparquoten durch die Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats in einem Einfamilienhaus

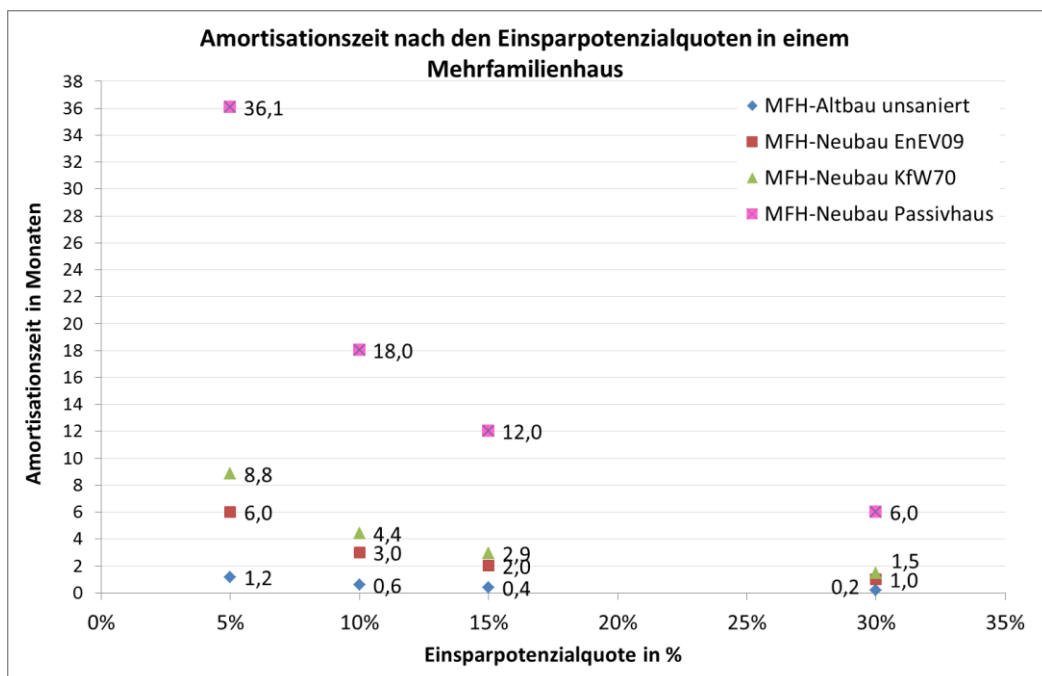


Abbildung 17: Die Amortisationszeiten nach den Einsparquoten durch die Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats in einem Mehrfamilienhaus

## 2.3 Analyse der Lebenszykluskosten

In der vorliegenden Studie werden die Kosten aus Sicht der Nutzung eines programmierbaren Heizkörperthermostats berechnet. Für die funktionelle Einheit wird wie in der orientierenden Ökobilanz (s. Kapitel 2.1.1) eine Lebensdauer von 10 Jahren angenommen.

Berücksichtigt wurden folgende Kostenarten:

- Investitionskosten (Kosten für die Anschaffung eines programmierbaren Heizkörperthermostats),
- Betriebskosten
  - Batteriekosten,
  - Reparaturkosten,
- Entsorgungskosten.

### 2.3.1 Investitionskosten

Der Preis für die Anschaffung eines programmierbaren Heizkörperthermostats hängt stark von der Ausstattung des jeweiligen Geräts ab. Es werden die mittleren Preise eines einfachen Geräts (vgl. Kapitel 1.2.3) und die eines Geräts mit dem Tür-/Fensterkontakt für die Berechnung der Investitionskosten zugrunde gelegt. Der Kaufpreis eines einfachen Geräts inklusive Versandkosten beträgt 33 Euro, der Kaufpreis eines Geräts mit Zubehör inklusive Versandkosten 66 Euro (s. Tabelle 3). Für die Amortisationsrechnung wird das teuerste Gerät mit dem kompletten System noch als zusätzliche Variante untersucht, um die Bandbreite abzudecken (s. Kapitel 2.3.6).

### 2.3.2 Batteriekosten

Das in der Ökobilanz untersuchte Gerät verfügt über zwei AA (LR6) Alkali-Batterien. Die Batterien dienen der Stromversorgung des programmierbaren Heizkörperthermostaten. Ein externes Netzteil, das mit einer Steckdose verbunden werden muss, ist nicht nötig. Deshalb entstehen in der Nutzungsphase nur die Batteriekosten innerhalb der betrachteten Nutzungsdauer von 10 Jahren.

Es ist davon auszugehen, dass die ersten zwei Batterien bei der Anschaffung des Geräts enthalten sind. Das heißt, es werden noch weitere 8 Alkali-Batterien benötigt, unter der Annahme, dass die Lebensdauer 10 Jahre beträgt und alle 2 Jahre ein Batteriewechsel stattfindet. Der Preis der Alkali-Mangan-AA-Batterien bei 2,49 Euro für 4 Stück. D.h. während der technischen Lebensdauer des Geräts fallen Kosten für den Wechsel der beiden Batterien von insgesamt 4,58 Euro an. Für die Geräte mit einem Fester-/Tür-Kontakt werden noch weitere 8 Batterien benötigt (s. Kapitel Nutzung, S. 30).

### 2.3.3 Reparaturkosten

In dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, dass die programmierbaren Heizkörperthermostate wartungsfrei sind. Es müssen lediglich nach einem gewissen Nutzungszeitraum die Batterien gewechselt werden. Eine Reparatur findet während der angenommenen Nutzungsdauer nicht statt.

### 2.3.4 Entsorgungskosten

Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller nach der WEEE Richtlinie für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanz-)verantwortlich. Insofern ist davon auszugehen, dass die Entsorgungskosten im Verkaufspreis einkalkuliert sind. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

### 2.3.5 Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse

Die Gesamtkosten setzen sich aus den Anschaffungskosten einschließlich der Versandkosten und den Kosten für Batterien während der Nutzung mit einer Lebensdauer von 10 Jahren zusammen. Sie sind in der folgenden Tabelle 20 dargestellt.

Die Berechnung der Gesamtkosten zeigt, dass für ein einfaches Gerät Gesamtkosten in Höhe von rund 38 Euro entstehen. Die Gesamtkosten eines Geräts mit Fenster-/Tür-Kontakt liegen mit gut 75 Euro um etwa den Faktor 2 höher. Für beide Betrachtungen machen die Anschaffungskosten 88% der gesamten Lebenszykluskosten aus, gefolgt von den Batterie-kosten mit 12%.

Tabelle 20: Gesamtkosten der betrachteten programmierbaren Heizkörperthermostate während einer Lebensdauer von 10 Jahren

| Lebensdauer: 10 Jahre              | einfaches Gerät (€) | Anteil (%) | Gerät mit Fenster-/Tür-Kontakt (€) | Anteil (%) |
|------------------------------------|---------------------|------------|------------------------------------|------------|
| Beschaffungskosten (inkl. Versand) | 33                  | 88%        | 66                                 | 88%        |
| Ersatzbatterien                    | 4,58 (8 Stück)      | 12%        | 9,16 (16 Stück)                    | 12%        |
| Summe                              | 37,6                | 100%       | 75,2                               | 100%       |

### 2.3.6 Amortisationsrechnung

In diesem Abschnitt wird die folgende Frage beantwortet:

Wann amortisieren sich die gesamten Lebenszykluskosten, die durch die Anschaffung und Nutzung des betrachteten programmierbaren Heizkörperthermostats verursacht werden, durch die Einsparungen an Heizwärme bei Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats?

Es wird zuerst der Energiepreis in den Haushalten ermittelt. Die Energiepreise nach Energieträgern gemäß UBA 2011 sind in Tabelle 21 wiedergegeben. Für die Preise von Kohle und

Strom wurden statistische Daten zugrunde gelegt. Eine Zusammenfassung der Preise befindet sich in Tabelle 22. Desweiteren werden durchschnittliche Preise für Heizenergie nach den Anteilen der Energieträger für Raumwärme in Deutschland gebildet.

Tabelle 21: Energiepreise (direkt entnommen aus UBA 2011)

| Energiepreise [€/ kWh]  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                         | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            |
|                         | Erdgas       | Heizöl       | Pellets      | Hackschn     | Scheitholz   | EI konv      | EI WP        | FW konv      | FW reg       |
| 2010                    | 0,070        | 0,052        | 0,046        | 0,027        | 0,027        | 0,224        | 0,174        | 0,087        | 0,087        |
| 2020                    | 0,080        | 0,058        | 0,052        | 0,030        | 0,030        | 0,226        | 0,175        | 0,098        | 0,098        |
| 2030                    | 0,091        | 0,066        | 0,058        | 0,034        | 0,034        | 0,227        | 0,176        | 0,111        | 0,111        |
| <b>Durchschnitt</b>     | <b>0,080</b> | <b>0,059</b> | <b>0,052</b> | <b>0,030</b> | <b>0,030</b> | <b>0,226</b> | <b>0,175</b> | <b>0,098</b> | <b>0,098</b> |
| Preissteigerung<br>p.a. | 1,35%        | 1,23%        | 1,23%        | 1,23%        | 1,23%        | 0,07%        | 0,07%        | 1,23%        | 1,23%        |

Tabelle 22: Ermittlung der durchschnittlichen Energiepreise nach den Anteilen der Energieträger

| Endenergieverbrauch nach Energieträgern in privaten Haushalten | 2008 in Petajoule | Anteil am Endenergieverbrauch | Energiepreise in 2010 (€/kWh) | Berechnung der durchschnittlichen Preise von Heizenergie (€/kWh) |
|--|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| Quelle   | BMW i 2011        |                               | UBA 2011 (Euro/kWh)           | Eigene Berechnung  |
| Raumwärme  |                   |                               |                               |  |
| - davon Öl   | 559,8             | 30,6%                         | 0,052                         | 0,02   |
| - davon Gas  | 801,5             | 43,7%                         | 0,07                          | 0,03   |
| - davon Strom  | 60,4              | 3,3%                          | 0,264 <sup>7</sup>            | 0,01   |
| - davon Fernwärme  | 151,3             | 8,3%                          | 0,087                         | 0,01   |
| - davon Kohle  | 40,9              | 2,2%                          | 0,036 <sup>8</sup>            | 0,001  |
| - davon Erneuerbare  | 218,7             | 11,9%                         | 0,0365                        | 0,004  |
| Summe  | 1.832,5           | 100,0%                        | --                            | <b>0,068</b>   |

<sup>7</sup> Eigene Recherche, Stand: Februar 2009. Die Größe eines durchschnittlichen Haushalts liegt bei 2,08 Personen (Statistisches Bundesamt 2007, [www.destatis.de](http://www.destatis.de)).

<sup>8</sup> Eigene Berechnung aus den Energiedaten des BMW i (2011). Die Daten beziehen sich auf 2009.

Tabelle 23: Berechnung der Einsparung der Heizwärmekosten pro m<sup>2</sup> durch die Nutzung eines programmierbaren Heizkörperthermostats

| Gebäudetyp            | Spezifische Endenergiebedarfe Heizwärme | Energiekosten         | Einsparung der Heizwärmekosten (€/m <sup>2</sup> ) durch die Nutzung eines programmierbaren Heizkörperthermostats |      |      |      |
|-----------------------|---|-----------------------|---|------|------|------|
|                       | kWh/(m <sup>2</sup> *a)                 | €/(m <sup>2</sup> *a) | 5%  | 10%  | 15%  | 30%  |
| EFH-Altbau unsaniert  | 270,6                                   | 18,28                 | 0,91  | 1,83 | 2,74 | 5,48 |
| EFH-Neubau EnEV09     | 67,9                                    | 4,59                  | 0,23  | 0,46 | 0,69 | 1,38 |
| EFH-Neubau KfW70      | 53,2                                    | 3,59                  | 0,18  | 0,36 | 0,54 | 1,08 |
| EFH-Neubau Passivhaus | 15,0                                    | 1,01                  | 0,05  | 0,10 | 0,15 | 0,30 |
| MFH-Altbau unsaniert  | 256,5                                   | 17,32                 | 0,87  | 1,73 | 2,60 | 5,20 |
| MFH-Neubau EnEV09     | 50,0                                    | 3,38                  | 0,17  | 0,34 | 0,51 | 1,01 |
| MFH-Neubau KfW70      | 34,0                                    | 2,30                  | 0,11  | 0,23 | 0,34 | 0,69 |
| MFH-Neubau Passivhaus | 8,3                                     | 0,56                  | 0,03  | 0,06 | 0,08 | 0,17 |

Die entsprechenden Amortisationszeiten (Monate) lassen sich wie folgt berechnen: die Kosten eines programmierbaren Heizkörperthermostats während des gesamten Lebenszyklus (d.h. Anschaffung und Nutzung) wird durch die aufgrund der Nutzung des Heizkörperthermostats eingesparten Heizwärmekosten (Einsparung der Heizwärme durch die Nutzung des programmierbaren Heizkörperthermostats) dividiert.

$$Amortisationszeit_{Kosten} \text{ (Monate)} = \frac{Kosten_{\text{des Heizkörperthermostats während des Lebenszyklus}} \left(\frac{\text{€}}{m^2}\right)}{Kosten_{\text{Einsparung an Heizwärme durch die Nutzung des Heizkörperthermostats}} \left(\frac{\text{€}}{a * m^2}\right)} * 12$$

In Abschnitt 2.3.5 wurden die Kosten des programmierbaren Heizkörperthermostats mit einer Lebensdauer von 10 Jahren berechnet, welche bei dem einfachen Gerät und dem Gerät mit dem Fenster-/Tür-Kontakt jeweils 37,60 € und 75,20 € betragen. Da sich die Einsparung der Heizwärme auf m<sup>2</sup> bezieht, muss noch eine Umrechnung hinsichtlich der Anzahl der benötigten Heizkörperthermostate pro m<sup>2</sup> durchgeführt werden. Mellwig geht von 10 Heizkörpern für 140 m<sup>2</sup> beheizte Fläche aus (Mellwig 2011). Dies entspricht 0,07 Heizkörperthermostaten pro Quadratmeter Wohnfläche. Dementsprechend werden die Amortisationszeiten ermittelt (s. Tabelle 24 und Tabelle 25). Wie den Tabellen entnommen werden kann, beträgt die Amortisationszeit in Abhängigkeit der Zustände der Gebäude und der Einsparquote, die zwischen



5% und 30% liegt, zwischen 6 und 1144 Monaten ( $\approx 95$  Jahre) bei der Betrachtung eines einfachen Gerätes. Werden die Kosten eines Geräts mit Fensterkontakt betrachtet, ergibt sich eine Amortisationszeit zwischen 12 und 2289 Monaten ( $\approx 190$  Jahre). Die extrem lange Amortisationszeit ist auf den guten Energiezustand eines Passivhauses und die Einsparquote von 5% zurückzuführen.

Tabelle 24: Amortisationszeit in Monaten auf Basis der Kosten bei einem einfachen Gerät

| Gebäudetyp            | Amortisationszeit in Monaten |     |     |     |
|-----------------------|------------------------------|-----|-----|-----|
|                       | 5%                           | 10% | 15% | 30% |
| EFH-Altbau unsaniert  | 35                           | 18  | 12  | 6   |
| EFH-Neubau EnEV09     | 140                          | 70  | 47  | 23  |
| EFH-Neubau KfW70      | 179                          | 90  | 60  | 30  |
| EFH-Neubau Passivhaus | 636                          | 318 | 212 | 106 |
|                       |                              |     |     |     |
| MFH-Altbau unsaniert  | 37                           | 19  | 12  | 6   |
| MFH-Neubau EnEV09     | 191                          | 95  | 64  | 32  |
| MFH-Neubau KfW70      | 280                          | 140 | 93  | 47  |
| MFH-Neubau Passivhaus | 1144                         | 572 | 381 | 191 |

Tabelle 25: Die Amortisationszeit in Monaten auf Basis der Kosten bei einem Gerät mit Fenster-/Tür-Kontakt

| Gebäudetyp            | Amortisationszeit in Monaten |      |     |     |
|-----------------------|------------------------------|------|-----|-----|
|                       | 5%                           | 10%  | 15% | 30% |
| EFH-Altbau unsaniert  | 70                           | 35   | 23  | 12  |
| EFH-Neubau EnEV09     | 281                          | 140  | 94  | 47  |
| EFH-Neubau KfW70      | 359                          | 179  | 120 | 60  |
| EFH-Neubau Passivhaus | 1272                         | 636  | 424 | 212 |
|                       |                              |      |     |     |
| MFH-Altbau unsaniert  | 74                           | 37   | 25  | 12  |
| MFH-Neubau EnEV09     | 381                          | 191  | 127 | 64  |
| MFH-Neubau KfW70      | 561                          | 280  | 187 | 93  |
| MFH-Neubau Passivhaus | 2289                         | 1144 | 763 | 381 |

### 3 Teil III: Ableitung der Anforderungen an ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

#### 3.1 Allgemeine Überlegungen

Zur Entwicklung eines klimaschutzbezogenen Umweltzeichens für programmierbare Heizkörperthermostate wird zunächst noch einmal auf den vorrangigen Nutzen des Geräts im Hinblick auf die Energieeinsparung eingegangen. Die Amortisationsrechnung auf Basis der GWP-Werte zeigt (s. Kapitel 2.2.4), dass sich das Treibhauspotenzial in der Lebenszyklusbetrachtung für ein programmierbaren Thermostat zwischen 0,1 und 3,4 Monaten durch die Einsparung der Heizwärme amortisieren kann.

#### 3.2 Definitionen

Manuelle Thermostatköpfe sind in EN 215 im Sinne ihrer Bauarten definiert, wie der folgende Auszug der Norm zeigt.

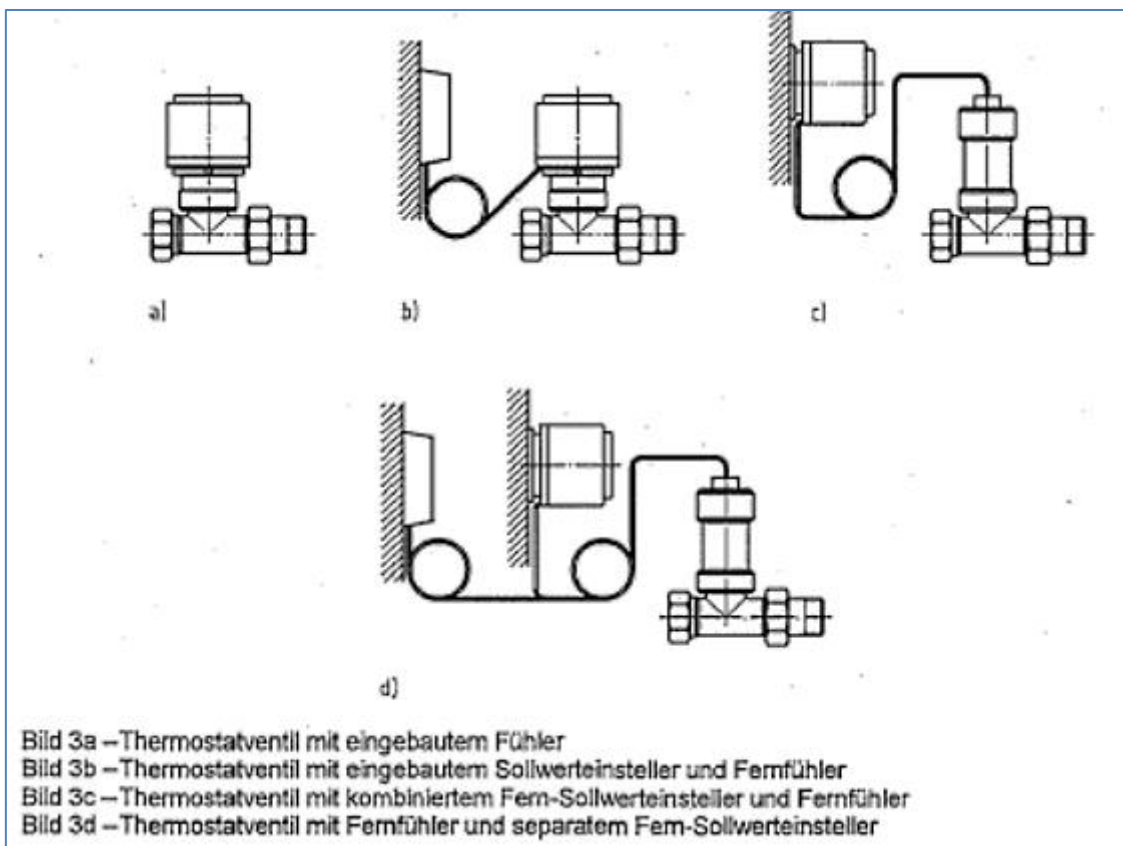


Abbildung 18: Thermostatventiltypen (EN 215: direkt entnommen aus der Norm)

Hinsichtlich der Bauart bestehen programmierbare Thermostatköpfe gemäß dem jetzigen Stand der Technik aus einem Thermostatventil mit eingebautem Fühler, und zwar einem elektronischen Fühler. Im Sinne dieser Vergabegrundlage wird ein Heizkörperthermostat nach seiner Funktion definiert: Er ist ein Temperaturregler, der abhängig von der Raumtemperatur mithilfe eines Ventils den Durchfluss des Heizungswassers durch den Heizkörper regelt und die Raumtemperatur bei der eingestellten Solltemperatur konstant hält.

Daraus leitet sich die Definition für einen programmierbaren Heizkörperthermostat ab.

Ein programmierbarer Heizkörperthermostat ermöglicht die Ansteuerung mehrerer Sollwerte für die Raumtemperatur innerhalb eines festlegbaren Zeitplans. So kann beispielsweise eine Temperaturabsenkung in der Nacht oder am Wochenende programmiert werden.

### **3.3 Geltungsbereich**

Der untersuchte programmierbare Heizkörperthermostat ist zum Anschluss an einen Heizkörper vorgesehen, damit die Raumtemperatur in einzelnen Räumen gesteuert werden kann. Wie im Kapitel Marktanalyse untersucht wurde, unterscheidet sich das Produkt nach seiner Funktion zwischen einem einfachen Gerät und einem Gerät mit verschiedenem Zubehör, wie z.B. einem Fenster-/Tür-Kontakt für die schnelle Erkennung des Temperaturgefälles, einer zentralen Steuereinheit für die Regelung mehrerer Ventilbetriebe, einem USB-Stick als Datenschnittstelle für die Programmierung. Für den Geltungsbereich sollen sie zu dieser Vergabegrundlage gehören, da sie zusammen als Verkaufseinheit des Produkts auf den Markt gebracht werden und mit den programmierbaren Heizkörperthermostaten vertrieben werden, um die entsprechenden beschriebenen Funktionen zu erfüllen.

Nicht in den Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage fallen die Peripheriegeräte, die außerhalb der Verkaufseinheit und als externe Hilfsgeräte dienen, z.B. Computer, die benötigt werden, um die Daten auf USB-Stick zu schreiben.

Außerdem nicht im Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage enthalten, sind Heizkörperthermostate mit thermischen Stellantrieben. Im thermischen Stellantrieb wird ein Dehnstoffelement durch eine elektrische Widerstandsheizung aufgeheizt, wodurch es sich ausdehnt und einen Stößel bewegt. Im Vergleich zu Motorantrieb benötigt dieser Antrieb vergleichsweise viel Energie, weshalb dazu eine externe Stromversorgung notwendig ist.

### **3.4 Anforderungen an Benutzerfreundlichkeit**

Meier et al. (2010b) weisen darauf hin, dass fast die Hälfte der Haushalte in den USA den programmierbaren Thermostat auf „Hold“ einstellen, sodass die Einsparungen des Energieverbrauchs nicht wie erwartet erreicht werden können. „Hold“ Mode bedeutet, dass der programmierbare Thermostat wie ein manueller Thermostat eingestellt wird. Das Hauptproblem

der Anwender: der Thermostat ist zu kompliziert zu programmieren. Alle geschätzten Einsparungspotenziale (s. Kapitel 1.4.1) basieren auf einer richtigen Anwendung. Die Umfragen an 400 Teilnehmer der Studie (Lopes & Agnew 2010) zeigt, dass die Anwender von programmierbaren Thermostaten sogar 12% mehr Energie verbraucht haben, als die ohne programmierbare Thermostate. Dies lässt sich damit begründen, dass die Kühlungstemperatur von den Anwendern generell tiefer programmiert worden ist. Obwohl die in der vorliegenden Studie betrachteten Heizkörperthermostate anders sind, weist die Erfahrung aus den USA darauf hin, dass die Benutzerfreundlichkeit für eine richtige Anwendung und schlussendlich eine Energieeinsparung sehr wichtig ist.

### 3.5 Anforderungen an technische Spezifikationen

#### 3.5.1 Anforderung an die Genauigkeit der Temperaturregelung

Die eu.bac-Zertifizierung legt eine Anforderung an die Genauigkeit der Temperaturregelung fest, die nach der europäischen Norm EN 15500 Abschnitt 5.6 (Genauigkeit der Temperaturregelung – RG/Temperature control accuracy – CA) bestimmt werden muss. Die Genauigkeit der Temperaturregelung (RG) ist von der RV (Regelungsvariation) und der ARSW<sup>9</sup> (Abweichung vom Regelungssollwert) abhängig (EN 15500). In der Norm EN 15500 werden 2 Kelvin als Grenzwert festgelegt, während in der eu.bac-Zertifizierung 1,4 Kelvin gelten. Um unnötigen Aufwand beim Nachweis zu vermeiden, wird hier die Anforderung mit der eu.bac-Zertifizierung übereinstimmend abgeleitet.

In Anlehnung an der Grenzwerte der eu.bac-Zertifizierung dürfen folgende Werte nicht überschritten werden:

Tabelle 26: Grenzwerte an der Genauigkeit der Temperaturregelung

| Englische Bezeichnung                        | Deutsche Bezeichnung  | Grenzwerte nach eu.bac |
|--|---|------------------------|
| CAh:<br>Control Accuracy for heating         | RGh: Regelungsgenauigkeit für den Heizvorgang               | ≤ 1,4 K                |
| CSDh: Control Setpoint Deviation for heating | ARSWh: Abweichung vom Regelungssollwert für den Heizvorgang | ≤ 1,4 K                |

<sup>9</sup> Die Regelungsvariation charakterisiert die Fähigkeit, eine konstante Zonentemperatur bei einem gegebenen Sollwert und unter verschiedenen Lastbedingungen aufrechtzuerhalten (A.2.4.5 EN15500). Die Abweichung vom Regelungssollwert ist als Differenz zwischen der mittleren Zonentemperatur und dem Sollwert definiert (A.2.4.6 EN15500).

### 3.5.2 Anforderungen an Batterien

Als zu verwendende Alkali-Batterien werden von Herstellern normalerweise zwei Stück jeweils 1,5V mit Bauform LR6 angegeben. Wie in Kapitel 1.4.3 dargestellt, sind Akkus nicht geeignet für das Gerät, da der Akku eine zu niedrige Spannung hat. Ein Hersteller weist in seiner Bedienungsanleitung darauf hin, dass der Betrieb des Geräts mit Akkus oder herkömmlichen Zink-Kohle-Batterien zwar möglich ist, dabei aber sowohl die Betriebsdauer als auch die Funkreichweite geringer sind (Bedienungsanleitung Thermostat-Set „FHT 8“ 2008).

Zur Ableitung der Lebensdauer der Batterien wird vor allem eine Untersuchung der von den Herstellern angegebenen Lebensdauern zugrunde gelegt. Für die Nutzer ist sehr wichtig, zu wissen, wie lange der Batteriewechsel dauern darf, damit die Programme gespeichert bleiben und man nicht neu programmieren muss. Tabelle 27 zeigt einen Überblick über die Batterielebensdauer und die Batteriewechseldauer nach unterschiedlichen Gebrauchsanweisungen. Die Lebensdauer der Batterie ist in den meisten geprüften Gebrauchsanweisungen angegeben, wobei nur wenige Hersteller auf die Wechseldauer der Batterien hinweisen.

Tabelle 27: Überblick über die Batterielebensdauer und die Batteriewechseldauer

| Produkte  | Lebensdauer | Wechseldauer   | Quelle  |
|---|-------------|----------------|---|
| Danfoss RA PLUS                                     | 4 Jahre     | k.A.           | (Datenblatt DANFOSS 2008)                         |
| Heimeier E-pro                                      | 5 Jahre     | ca. 10 Minuten | (E-Pro 2008)                                      |
| Conrad Thermostat-Set FHT 8                         | 1 Jahre     | k.A.           | (Bedienungsanleitung Thermostat-Set „FHT 8“ 2008) |
| AGT Funk-Energiespar-Thermostat (Energiesparregler) | 3 Jahre     | k.A.           | (PEARL Online-Shop 2011)                          |
| Honeywell HR20                                      | 2 Jahre     | k.A.           | (Honeywell HR20 2011)                             |
| ELV FHT 8V  | 2 Jahre     | k.A.           | (Funk-Ventilantrieb FHT 8V 2008)                  |
| Eurotronic Sparmatic Premium                        | k.A.        | k.A.           | (Eurotronic thermotronic 2008)                    |
| CALEX   | k.A.        | k.A.           | (Gebrauchsanweisung CALEX 2009)                   |
| Allgemeine Information im Fragebogen                | --          | ca. 15 Minuten | (Fragebogen von einem Hersteller)                 |

### 3.6 Verbraucherinformation

Die zu den Geräten mitgelieferte Dokumentation muss neben den technischen Beschreibungen auch die umwelt- und gesundheitsrelevanten Nutzerinformationen enthalten. Umweltrelevante Nutzerinformationen umfassen auch Hinweise auf die Wahl von geeigneten Raumtemperaturen. Wie in Kapitel 1.4.2 dargestellt gibt es verschiedene Temperaturempfehlungen. Durch die Absenkung der Raumtemperatur um ein Grad, können rund 6% der Heizkosten (und dementsprechend auch des Energieverbrauchs) eingespart werden. Als Beitrag zur Energieeinsparung sind die Temperaturempfehlungen des UBA als Verbraucherinformation sehr hilfreich.

Die umwelt- und gesundheitsrelevanten Nutzerinformationen umfassen noch eine sachgerechte Entsorgung der Geräte und der Batterien. Das Gerät enthält elektronische Komponenten wie Leiterplatten und passive und aktive Komponenten. Wenn die Teile im Hausmüll entsorgt werden, gelangen die Geräte in Müllverbrennungsanlagen, wodurch zusätzliche Schadstoffe emittiert werden.

Weitere wichtige Nutzerinformationen sind die richtigen Hinweise auf richtiges Lüften der Räume. Wie in Kapitel 1.5.2 beschrieben, ist die Erkennung eines Temperaturgefälles von vielen Faktoren abhängig. Es sollte daher in der Nutzerinformation klar formuliert werden, dass das Gerät die Temperaturabsenkung nur dann erkennt, wenn die geöffneten Fenster sich über oder nah am Temperaturfühler des Heizkörperthermostaten befinden. Falls ein Nutzer die Fenster oder Balkontüren öffnet, die sich weit entfernt vom Heizkörperthermostaten befinden, kann es zu einer Verzögerung oder Fehlfunktion der Fenstererkennung kommen. Daher ist es empfehlenswert, dass die Nutzer bei der Lüftung das Gerät manuell abschalten können, um Energie zu sparen.

### 3.7 Ableitung einer Vergabegrundlage

Die Vergabegrundlage enthält die Produktdefinition (Geltungsbereich), die verschiedenen Anforderungen an das Produkt mit den zu erbringenden Nachweisen, die formalen Bedingungen zur Zeichennutzung und einen Mustervertrag, den interessierte Zeichennehmer mit der Zeichenvergabestelle abschließen müssen, bevor sie das Umweltzeichen benutzen dürfen.

## 4 Literaturverzeichnis

- Badshop 2011 Heimeier E-Pro Sparpaket, Zugriff am 28.09.2011, [http://www.badshop-web.de/gx2/product\\_info.php?info=p4072\\_heimeier-e-pro-sparpaket.html](http://www.badshop-web.de/gx2/product_info.php?info=p4072_heimeier-e-pro-sparpaket.html)
- Bedienungsanleitung Thermostat-Set „FHT 8“ 2008 Conrad Electronic, Version 02/08, Zugriff am 10.10.2011, [http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/550000-574999/560606-an-01-de-FUNK\\_HEIZKOERPER\\_THERMOSTAT\\_FHT8\\_SET.pdf](http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/550000-574999/560606-an-01-de-FUNK_HEIZKOERPER_THERMOSTAT_FHT8_SET.pdf)
- Bettgenhäuser & Boermans 2011 Bettgenhäuser, K.; Boermans, T.; Umweltwirkung von Heizungssystemen in Deutschland, Ecofys Germany GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2011
- BfS 2011 Grundlagen, Bundesamt für Strahlenschutz, 2011, <http://www.bfs.de/de/elektro/hff/grundlagen.html>

- BMW 2011 Zahlen und Fakten, Energiedaten, 2011, Zugriff am 10.10.2011, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/energiedaten.html>
- CML 2010 Institute of Environmental Sciences, Leiden University (CML). CML-IA is a database that contains characterisation factors for life cycle impact assessment (LCIA) <http://cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html>
- Conrad 2011a Heizkörper-Thermostate, Zugriff am 28.09.2011, <http://www.conrad.de/ce/de/overview/0812040/Heizkoerper-Thermostate>
- Conrad 2011b FS20 Heizungsregelung, Zugriff am 28.09.2011, <http://www.conrad.de/ce/de/overview/2806070/FS20-Heizungsregelung>
- Conrad 2011c Conrad Funk-Heizkörperthermostat-Set FHT8, Zugriff am 28.09.2011, <http://www.conrad.de/ce/de/product/570055>
- Conrad 2011d Energiesparregler-Fensterkontakt, Zugriff am 28.09.2011, <http://www.conrad.de/ce/de/product/616103/ENERGIESPAR-REGLER-FENSTERKONTAKT>
- Datenblatt DANFOSS 2008 Datenblatt, Programmierbarer Heizkörperthermostat RA PLUS für Danfoss Ventilgehäuse und Fremdfabrikate [http://ch.he.de.danfoss.com/PresentationFiles/3000\\_Raplus\\_d.pdf](http://ch.he.de.danfoss.com/PresentationFiles/3000_Raplus_d.pdf)
- dereinsparshop 2011 Sparmatic zero, Zugriff am 28.09.2011, <http://www.dereinsparshop.de/sparmatic-zero-energiesparregler.html>
- ELVjournal 03/2011 MAX! – Die intelligente Heizungssteuerung, ELVjournal 03/2011, Zugriff am 6.10.2012, [http://www.elv.de/MAX!-%E2%80%93-Die-intelligente-Heizungssteuerung/x.aspx/cid\\_726/detail\\_32747](http://www.elv.de/MAX!-%E2%80%93-Die-intelligente-Heizungssteuerung/x.aspx/cid_726/detail_32747)
- Energy Star® Draft 1-Version2.0 Program Requirements for Programmable Thermostats Partner Commitments DRAFT 1, Zugriff am 24.08.2011, [http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find\\_a\\_product.showProductGroup&pgw\\_code=TH](http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductGroup&pgw_code=TH)
- E-Pro 2008 Heimeier E-Pro, Zeitadapter mit E-Pro Stick für Thermostatventile, 2008, <http://www.produkte24.com/cy/heimeier-3767/e-pro-18594.html>
- Eubac Presse 2007 Presse Information Zugriff am 10.09.2011, [http://www.eubac-cert.org/press/Agenda+Press%20releases/PI-Start\\_der\\_Zertifizierung.pdf](http://www.eubac-cert.org/press/Agenda+Press%20releases/PI-Start_der_Zertifizierung.pdf)
- Eurotronic thermotronic 2008 Bedienungsanleitung, Sparmatic Premium, 2008, Zugriff am 27.10.2011, [http://www.elv-downloads.de/service/manuals\\_hw/82495\\_sparmatic\\_premium\\_UM.pdf](http://www.elv-downloads.de/service/manuals_hw/82495_sparmatic_premium_UM.pdf)
- Fachzeitschrift HLK 8/9-2011 Zugriff am 28.09.2011, <http://www.energiweb.at/epapers/823394/index.html#/20/zoomed>

- Funk-Ventilantrieb FHT 8V 2008  
 ELV Funk-Heizkörperthermostat-System, FHT 8V, Bau- und Bedienungsanleitung, 2008, Zugriff am 24.08.2011, [http://www.techome.de/manuals/62522\\_FHT8V\\_2\\_km\\_um.pdf](http://www.techome.de/manuals/62522_FHT8V_2_km_um.pdf)
- GasNetworks 2007  
 Validating the Impact of Programmable Thermostats, Final Report, prepared by RLW Analytics, Zugriff am 10.10.2011, [http://www.cee1.org/eval/db\\_pdf/933.pdf](http://www.cee1.org/eval/db_pdf/933.pdf)
- Gebrauchsanweisung CALEX 2009  
 Calex Energiesparteknik GmbH; Gebrauchsanweisung Calex Energiesparregler, [http://www.calex.de/fileadmin/datenblaetter/Gebrauchsanweisung\\_energiesparregler\\_d.pdf](http://www.calex.de/fileadmin/datenblaetter/Gebrauchsanweisung_energiesparregler_d.pdf)
- GRS 2007  
 Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien 2007, Die Welt der Batterien, Funktion, Systeme, Entsorgung, [http://www.grs-batterie.de/fileadmin/user\\_upload/Download/Wissenswertes/Infomaterial\\_2010/GRS\\_welt\\_der\\_batterien.pdf](http://www.grs-batterie.de/fileadmin/user_upload/Download/Wissenswertes/Infomaterial_2010/GRS_welt_der_batterien.pdf)
- Honeywell HR20 2011  
 Honeywell Heizkörperregler Rondostat HR20 – HR40, Zugriff am 24.08.2011, <http://heizkoerperthermostat-heizkoerperregler.de/honeywell-heizkoerperregler-rondostat-hr20-hr40/>; [http://www.conrad.de/ce/de/overview/0812040/?page=0&Spage=0&filter\\_selection\\_1=&filter\\_selection\\_2=ATT\\_TYPE\\_OF\\_THERMOSTAT%3Belektronisch&filter\\_selection\\_3=CUST\\_SPECIALS%3B%7Etop500%7E&pricerange=&feature=&orderBy=&orderSequence=](http://www.conrad.de/ce/de/overview/0812040/?page=0&Spage=0&filter_selection_1=&filter_selection_2=ATT_TYPE_OF_THERMOSTAT%3Belektronisch&filter_selection_3=CUST_SPECIALS%3B%7Etop500%7E&pricerange=&feature=&orderBy=&orderSequence=)
- Krauss & El-Khoury 2007  
 Krauss, J.; El-Khoury, M.; Selbsteinstellender, bedarfsgeregelter Heizungsregler, Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA, 2007, unter [http://www.opticontrol.ethz.ch/Lit/Krau\\_02\\_Bull-SGA\\_34\\_12.pdf](http://www.opticontrol.ethz.ch/Lit/Krau_02_Bull-SGA_34_12.pdf)
- Lexpc 2011  
 Produktinformation Funk-Elektronik-Thermostat ETH comfort100, Zugriff am 28.09.2011, unter [http://www.lexpc.de/html/funk-thermostat\\_eth\\_comfort100.html](http://www.lexpc.de/html/funk-thermostat_eth_comfort100.html)
- Lopes & Agnew 2010  
 Lopes, J.S.; Agnew, P.; FPL Residential Thermostat Load Control Pilot Project Evaluation, <http://eec.ucdavis.edu/ACEEE/2010/data/papers/1953.pdf>
- Meier et al. 2010a  
 Meier, A.; Aragon, C.; Peffer, T.; Pritoni, M.; Thermostat Interfact and Usability: A Survey, Environmental Energy Technologies Division, 09/2010
- Meier et al. 2010b  
 Meier, A.; Aragon, C.; Hurwitz, B.; Peffer, T.; Pritoni, M.; How People acutally use Thermostats, ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 2010



- Mellwig 2011 Ingenieurbüro für Energieberatung Peter Mellwig, Bewertung der Einsparpotenziale von elektronisch gesteuerten Heizkörperventilen anhand von drei verschiedenen Systemen, Zugriff am 08.09.2011, <http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/750000-774999/750407-in-01-de-Energiespargutachten.pdf>
- Morose 2003 Morose, G.; A review of Thermostat Energy Efficiency and Pricing, prepared for the Maine Department of Environmental Protection, 2003, Zugriff am 10.10.2011, <http://www.maine.gov/dep/rwm/mercury/pdf/lcspthermostatfinalreport051203.pdf>
- Olivetti et al. 2011 Olivetti, E.; Gregory, J.; Kirchain, R.; Life cycle impacts of alkaline batteries with a focus on end-of-life; Massachusetts Institute of Technology, Feb. 2011, Zugriff am 18.09.2011, [http://www.calpsc.org/assets/products/2011/batteries\\_MIT%20Battery%20LCA%20by%20NEMA%20Final.pdf](http://www.calpsc.org/assets/products/2011/batteries_MIT%20Battery%20LCA%20by%20NEMA%20Final.pdf)
- PEARL Online-Shop 2011 PEARL Online-Shop 2011, "Heizkörper, Heizkörperthermostat: AGT Funk Energiespar Thermostat (Energiesparregler) – Heizungsregler / Thermostat", <http://www.pearl.de/a-NC5172-5452.shtml>
- Pollin 2011 Pollin Electronic, Energiespar-Heizkörperthermostat HEIZLUX, Zugriff am 28.09.2011, [http://www.pollin.de/shop/dt/MDc0NzMxOTk-/Haustechnik/Heizung\\_Sanitaer/Energiespar\\_Heizkoerperthermostat\\_HEIZLUX.html](http://www.pollin.de/shop/dt/MDc0NzMxOTk-/Haustechnik/Heizung_Sanitaer/Energiespar_Heizkoerperthermostat_HEIZLUX.html)
- Praxistest Energiesparclub 2010 Energiesparclub, Praxistest: Programmierbare Thermostate, Zugriff am 15.08.2011, <http://www.energiesparclub.de/themenspezial/richtig-heizen/praxistest-programmierbare-thermostate/kay-lied-testet-fht-80b-von-elv/index.html>
- Preissuchmaschine 2011 Preissuchmaschine Suchergebnis 'Programmierbarer Heizkörperthermostat', Zugriff am 17.10.2011, <http://www.preissuchmaschine.de/trend/PROG/Programmierbarer-heizkoerperthermostat.html>
- Reiser 2007 Reiser, O.; Gefährliches W-LAN? Chemie im Alltag, 2007; <http://www.chemie-im-alltag.de/articles/0107/>
- SMARTHOME Smarthome.com, Control your Proliphix IP Thermostats from your iPhone or iPod touch, Zugriff am 14.09.2011 [http://www.smarthome.com/iphone\\_thermostat\\_control.html](http://www.smarthome.com/iphone_thermostat_control.html)
- StiWa 2008 Wohl temperiert, Heizkörperthermostate, Stiftung Warentest 05/2008
- Synco Living 2009 Synco living – das energieeffiziente Home Automation System, Zugriff am 28.10.2011, [http://w1.siemens.ch/ch/de/cc/Ineltec/Documents/Synco%20living%20-%20Einfach%20sch%C3%B6n%20und%20ganz%20sch%C3%B6n%20einfach\\_de.pdf](http://w1.siemens.ch/ch/de/cc/Ineltec/Documents/Synco%20living%20-%20Einfach%20sch%C3%B6n%20und%20ganz%20sch%C3%B6n%20einfach_de.pdf)

- TELL 2011 EUnited Valves, European Valve Manufacturers Association, TELL – Thermostatic Efficiency Label, Classification scheme for energy efficiency labelling of thermostatic radiator valves, 26 April 2011, [http://www.tell-online.eu/config/media/files/173\\_Energy-Labeling-Scheme-for-TRVs.pdf](http://www.tell-online.eu/config/media/files/173_Energy-Labeling-Scheme-for-TRVs.pdf) und [http://www.tell-online.eu/config/media/files/172\\_Energy-Labeling-Schema-for-TRVs.pdf](http://www.tell-online.eu/config/media/files/172_Energy-Labeling-Schema-for-TRVs.pdf)
- TELL Klassifizierungsverzeichnis 2011 Thermostatic Efficiency Label – TELL, Klassifizierungsverzeichnis, Zugriff am 27.10.2011, <http://www.tell-online.eu/de/klassifizierungsverzeichnis/default.aspx>
- Tradoria 2011 Zugriff am 28.09.2011, [http://www.tradoria.de/raumthermostate/technotrade-funk-heizkoerper-thermostat-set-tm-3270-rf-funk-klimacenter-und-raumthermostate-335994261.html?utm\\_source=preisvergleich&utm\\_medium=cpc&cid=preisroboter&utm\\_campaign=preisroboter-2010-07](http://www.tradoria.de/raumthermostate/technotrade-funk-heizkoerper-thermostat-set-tm-3270-rf-funk-klimacenter-und-raumthermostate-335994261.html?utm_source=preisvergleich&utm_medium=cpc&cid=preisroboter&utm_campaign=preisroboter-2010-07)
- UBA 2006 Umweltbundesamt (Hrsg.); Ratgeber Batterien und Akkus, das wollten Sie wissen! Fragen und Antworten zu Batterien, Akkus und Umwelt, 2006, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3057.pdf>
- UBA 2008 Umweltbundesamt (Hrsg.); Ratgeber Energiesparen im Haushalt, Tipps und Information zum richtigen Umgang mit Energie, 2008, <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/188.html> “
- Wolf-Online-Shop 2011 Produktinformation Danfoss Thermostat, Zugriff am 17.10.2011, [http://wolf-online-shop.de/product\\_info.php/info/p10053\\_Heizkoerperthermostat-Danfoss-RAK-Plus-programmierbar-013G2730.html?refID=2](http://wolf-online-shop.de/product_info.php/info/p10053_Heizkoerperthermostat-Danfoss-RAK-Plus-programmierbar-013G2730.html?refID=2)
- WWF CO2-Rechner 2011 WWF CO2-Rechner Website, 2011, Zugriff am 10.09.2011, <http://www.wwf.de/themen/klima-energie/jeder-kann-handeln/co2-rechner/glossar/heizung/>

## 5 Anhang

### 5.1 Anhang I: die berücksichtigten Wirkungskategorien der vereinfachten Ökobilanz

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA)
- Treibhauspotential (GWP)
- Versauerungspotential (AP)
- Eutrophierungspotential (EP)
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

#### 5.1.1 Kumulierter Primärenergiebedarf

Die energetischen Rohstoffe werden anhand des Primärenergieverbrauchs bewertet. Als Wirkungsindikatorwert wird der nicht-regenerative (d.h. fossile und nukleare) Primärenergieverbrauch als kumulierter Energieaufwand (KEA) angegeben.

#### 5.1.2 Treibhauspotential

Schadstoffe, die zur zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen, werden unter Berücksichtigung ihres Treibhauspotenzials bilanziert, welches das Treibhauspotential des Einzelstoffs relativ zu Kohlenstoffdioxid kennzeichnet. Als Indikator wird das Gesamtreibhauspotential in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach IPCC 2007 berücksichtigt.

#### 5.1.3 Versauerungspotential

Schadstoffe, die als Säuren oder aufgrund ihrer Fähigkeit zur Säurefreisetzung zur Versauerung von Ökosystemen beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Versauerungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Versauerungspotenzial kennzeichnet die Schadwirkung eines Stoffes als Säurebildner relativ zu Schwefeldioxid. Als Indikatoren für die Gesamtbelastung wird das Gesamtversauerungspotenzial in SO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2010 berücksichtigt.

#### 5.1.4 Eutrophierungspotential

Nährstoffe, die zur Überdüngung (Eutrophierung) aquatischer und terrestrischer Ökosysteme beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Eutrophierungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Eutrophierungspotenzial kennzeichnet die Nährstoffwirkung eines Stoffes relativ zu Phosphat. Als Indikator für die Gesamtbelastung werden das aquatische und das

terrestrische Eutrophierungspotenzial in Phosphat-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2010 berücksichtigt.

#### **5.1.5 Photochemische Oxidantienbildung**

Zu den Photooxidantien gehören Luftschadstoffe, die zum einen zu gesundheitlichen Schädigungen beim Menschen, zum anderen zu Schädigungen von Pflanzen und Ökosystemen führen können. Den leichtflüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds, VOC) kommt eine zentrale Rolle zu, da sie Vorläufersubstanzen sind, aus denen Photooxidantien entstehen können. Als Indikator für die Gesamtbelastung wird das Photooxidantienbildungspotenzial in Ethylen-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2010 berücksichtigt.

## **5.2 Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel**

## Vergabegrundlage für Umweltzeichen

# Programmierbare Heizkörperthermostate RAL-UZ 168



**Ausgabe Januar 2012**

RAL gGmbH

Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin, Germany, Telefon: +49 (0) 22 41-2 55 16-0

Telefax: +49 (0) 22 41-2 55 16-11

Internet: [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de), e-mail: [umweltzeichen@RAL-gGmbH.de](mailto:umweltzeichen@RAL-gGmbH.de)

## Inhaltsverzeichnis

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Einleitung  | 2  |
| 1.1 | Vorbemerkung  | 2  |
| 1.2 | Hintergrund   | 2  |
| 1.3 | Ziel des Umweltzeichens   | 2  |
| 1.4 | Gesetzliche Grundlagen  | 3  |
| 1.5 | Begriffsbestimmungen  | 3  |
| 2   | Geltungsbereich   | 4  |
| 3   | Anforderungen   | 4  |
| 3.1 | Mindestfunktionalitäten   | 4  |
| 3.2 | Benutzerfreundlichkeit  | 6  |
| 3.3 | Technische Spezifikationen  | 8  |
| 3.4 | Umwelteigenschaften   | 9  |
| 3.5 | Bedienungsanleitung   | 12 |
| 4   | Zeichennehmer und Beteiligte  | 13 |
| 5   | Zeichenbenutzung  | 13 |
|     | Anhang 1: Messanleitung zur Messung der Drosselung bei Fensteröffnung | 1  |

Mustervertrag

## **1 Einleitung**

### **1.1 Vorbemerkung**

Die Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und unter Einbeziehung der Ergebnisse der von der RAL gGmbH einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde die RAL gGmbH beauftragt. Für alle Erzeugnisse, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung bei der RAL gGmbH auf der Grundlage eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt werden.

### **1.2 Hintergrund**

Laut Statistischem Bundesamt Deutschland machte die Bereitstellung von Raumwärme im Jahr 2009 rund 71% der in privaten Haushalten genutzten Endenergie aus. Auch wenn sich der energetische Zustand der Gebäude durch die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) in den letzten Jahren verbessert hat, gibt es immer noch ein hohes Einsparpotenzial bei der Heizenergie.

Gerade im Mietwohnungsbereich, in dem Gebäude zentral beheizt werden und in denen die einzelnen Bewohner keinen Einfluss auf die zentrale Steuerung nehmen können, können programmierbare Heizkörperthermostate einen Beitrag zur Einsparung von Heizenergie leisten. Die Einsparungen durch gezielte Temperaturabsenkungen können dabei typischerweise bei etwa 10 % liegen, in Einzelfällen (wie z.B. Altbauten) auch höher. In unsanierten Gebäuden mit einem hohen spezifischen Heizenergieverbrauch sind die absoluten Einsparpotenziale durch den Einsatz von programmierbaren Heizkörperthermostaten besonders hoch.

### **1.3 Ziel des Umweltzeichens**

Der Klimaschutz und die Verminderung des Energieverbrauchs sind wichtige Ziele des Umweltschutzes.

Mit dem Umweltzeichen für programmierbare Heizkörperthermostate können Produkte gekennzeichnet werden, die sich durch folgende Gebrauchs- und Umwelteigenschaften auszeichnen:

- Präzise und schnelle Temperatursteuerung,

- geringer Stromverbrauch,
- Benutzerfreundlichkeit,
- recyclinggerechte Konstruktion,
- Vermeidung umweltbelastender Materialien,
- Geringe elektromagnetische Strahlung.

## 1.4 Gesetzliche Grundlagen

Die Einhaltung bestehender Gesetze und Verordnungen wird für die mit dem Umweltzeichen gekennzeichneten Produkte vorausgesetzt. Diese sind insbesondere die nachfolgend genannten:

- Die durch das Elektro- und Elektronikgesetz (ElektroG)<sup>1</sup> in deutsches Recht umgesetzten EU-Richtlinien 2002/96/EG<sup>2</sup> und 2002/95/EG<sup>3</sup>, die die Entsorgung regeln, sind beachtet. Unter Vorsorgeaspekten darüber hinaus gehende Anforderungen an Materialien werden eingehalten.
- Die durch die Chemikalienverordnung REACH (1907/2006/EG)<sup>4</sup> und die EG-Verordnung 1272/2008<sup>5</sup> (oder die Richtlinie 67/548/EWG) definierten stofflichen Anforderungen werden berücksichtigt.

## 1.5 Begriffsbestimmungen

### 1.5.1 Heizkörperthermostat

Ein Heizkörperthermostat im Sinne dieser Vergabegrundlage ist ein Temperaturregler, der direkt an einem Heizkörperventil angebracht ist, der abhängig von der Raumtemperatur mithilfe des Heizkörperventils den Durchfluss des Heizungswassers

---

<sup>1</sup> Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, BGBl, 2005, Teil I, Nr. 17 (23.05.2005)

<sup>2</sup> Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment, RL 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte vom 27.01.2003

<sup>3</sup> Directive on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, ABI Nr. L 37, 13.02.2003

<sup>4</sup> Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur [Registrierung](#), Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

<sup>5</sup> Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



durch den Heizkörper regelt und die Raumtemperatur bei der eingestellten Solltemperatur konstant hält.

### **1.5.2 Programmierbarer Heizkörperthermostat**

Ein programmierbarer Heizkörperthermostat ermöglicht die Ansteuerung mehrerer Sollwerte für die Raumtemperatur innerhalb eines festlegbaren Zeitplans. So kann beispielsweise eine Temperaturabsenkung in der Nacht oder am Wochenende programmiert werden.

### **1.5.3 Programm**

Ein Programm bezeichnet bei einem programmierbaren Heizkörperthermostat die gespeicherten Schaltzeiten, Zeitabschnitte oder periodische Zyklen in Tagen oder Wochen in Verbindung mit den gewünschten Temperaturen.

### **1.5.4 Auslieferungszustand**

Als Auslieferungszustand wird der Zustand bezeichnet, in dem der programmierbare Heizkörperthermostat ausgeliefert wird.

## **2 Geltungsbereich**

Diese Vergabegrundlage gilt für programmierbare Heizkörperthermostate, die zum Anschluss an Heizkörper zur Raumheizung (Warmwasserheizungen) vorgesehen sind. Die programmierbaren Heizkörperthermostate müssen dabei einzelne Heizkörper individuell ansteuern können. Steuergeräte, die programmierbare Heizkörperthermostate innerhalb eines Raumes über Kommunikationsleitungen oder über Funk steuern können, fallen ebenfalls in den Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage, sofern sie im System kompatibel sind.

Nicht im Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage enthalten sind Heizkörperthermostate mit thermischen Stellantrieben.

## **3 Anforderungen**

### **3.1 Mindestfunktionalitäten**

#### **3.1.1 Einstellmöglichkeiten**

Die programmierbaren Heizkörperthermostate müssen mindestens über folgende programmierbare Einstellmöglichkeiten verfügen:

- Uhrzeit,
- Datum,

- Wochentag,
- 4 Schaltzeiten und 2 Solltemperaturen pro Wochentag.

### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Funktionen erläutert werden.*

### **3.1.2 Selbständige Drosselung bei Fensteröffnung**

Die programmierbaren Heizkörperthermostate müssen über eine Funktion verfügen, bei der sie automatisch erkennen, dass ein Fenster oder eine Tür geöffnet wurde und als Reaktion darauf die Wärmezufuhr zum Heizkörper drosseln. Diese Erkennung kann beispielsweise über einen schnellen Abfall der Lufttemperatur oder über einen Fensterkontakt erfolgen. Diese Funktion muss auch dann verfügbar sein, wenn die programmierte oder eingestellte Solltemperatur noch nicht erreicht wurde.

Die Erkennungszeit  $t_{\text{Lüftung}}$  in Minuten, die der Heizkörperthermostat nach der Lüftung benötigt, die Wärmezufuhr zu reduzieren, darf folgenden Wert nicht überschreiten:

$$t_{\text{Lüftung}} \leq 5 \text{ min}$$

Der Nachweis der Funktion und der Erkennungszeit muss entsprechend den im Anhang 1 festgelegten Messbedingungen erfolgen.

Bei Geräten mit Display soll der Zustand der Drosselung bei Fensteröffnung im Display signalisiert werden.

### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und legt ein Messprotokoll eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors oder eines als SMT-Labor<sup>6</sup> anerkannten Prüflabors vor. Das Prüflabor nutzt dazu die im Anhang 1 beigefügte Messanleitung und verwendet für das Messprotokoll die beigefügte Anlage 2. Der Antragsteller beschreibt darüber hinaus die Funktionsweise der Drosselung bei Fensteröffnung und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Funktionen erläutert werden.*

### **3.1.3 Sperrfunktion**

Programmierbare Heizkörperthermostate müssen über eine Sperrfunktion verfügen, die ungewollte Veränderungen der Programmierung verhindert.

---

<sup>6</sup> SMT-Labor: supervised manufacturers test laboratory

Bei Geräten mit Display muss der Sperrzustand im Display signalisiert werden.

#### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Funktion erläutert wird.*

### **3.1.4 Frostschutzfunktion**

Die Geräte müssen über eine Frostschutzfunktion verfügen.

Bei Geräten mit Display soll diese Funktion im Display signalisiert werden.

#### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Funktion erläutert wird. Die Prüfung der Frostschutzfunktion muss nach der Norm EN 15500 Abschnitt 6.2.2 (Frostschutz/Frost protection) erfolgen. Der Antragsteller legt als Anlage 3.1 ein Messprotokoll eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors oder eines als SMT-Labor anerkannten Prüflabors vor oder legt alternativ als Anlage 3.2 ein Zertifikat entsprechend dem „eu.bac Certification Program“<sup>7</sup> vor, das diese Anforderung bestätigt.*

## **3.2 Benutzerfreundlichkeit**

### **3.2.1 Direkte Bedienbarkeit**

Die Solltemperatur des Raumes und die Möglichkeit, das Heizungsventil komplett zu schließen, müssen direkt an den programmierbaren Heizkörperthermostaten selbst oder an abgesetzten Bedieneinheiten, die zur Aufstellung im selben Raum vorgesehen sind, ohne Zuhilfenahme von Hilfsmitteln (z.B. Werkzeug oder Computer) einstellbar sein.

Sofern die programmierbaren Heizkörperthermostate nicht zusammen mit einer Fernsteuerung oder einem zentralen Steuergerät vertrieben werden, müssen außerdem mindestens die in 3.1.1 genannten Einstellungen an den Geräten selbst vorgenommen werden können. Die programmierbaren Heizkörperthermostate müssen dazu über ein Display verfügen.

#### **Nachweis**

---

<sup>7</sup> eu.bac Certification Program for Home and Building Automation Products and Systems, Part 2 -1: Specific Rules for Electronic Individual Zone Control Equipment,  
<http://www.eubac.org/fileadmin/eu.bac/Downloads/eubacCertApplDocs01-2010.zip>

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Funktionen erläutert werden.*

### **3.2.2 Vereinfachte Programmierung**

Damit die Anwender der programmierbaren Heizkörperthermostate diese einfach programmieren können, müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- a) Programmierbare Heizkörperthermostate müssen im Auslieferungszustand so programmiert sein, dass sie sich nach der Eingabe von Datum und Uhrzeit in einem voreingestellten Zeitprogramm (Standardprogramm) befinden.
- b) Das Gerät muss über eine RESET-Funktion (Tastendruck oder Menü-Punkt) verfügen, die es in diesen Auslieferungszustand zurück versetzt.
- c) Die Programmierung von Schaltzeiten und Solltemperaturen des Geräts muss für jeden der folgenden Zeiträume möglich sein:
  - jeden Wochentag einzeln,
  - kombiniert für alle Wochentage,
  - für alle Werktage sowie alle Wochenenden.
- d) Die Geräte müssen über Standardprogramme verfügen, die typische Nutzungssituationen beschreiben, mindestens jedoch folgende Programme:
  - a. Nachtabsenkung: nächtliche Absenkung der Raumtemperatur auf ein niedriges Niveau über mehrere Stunden und
  - b. Absenkung für einige Tage: wöchentliche Absenkung der Raumtemperatur auf ein niedriges Niveau für einige Tage.

Bei Geräten mit Display muss das jeweils gewählte Programm im Display signalisiert werden. Der Anwender muss die Möglichkeit haben, diese Standardprogramme entsprechend seinem individuellen Heizverhalten durch Programmierung anzupassen.

#### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag, nennt die Standardprogramme und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Funktionen erläutert werden.*

### 3.3 Technische Spezifikationen

#### 3.3.1 Genauigkeit der Temperaturregelung

Die Genauigkeit der Temperaturregelung der programmierbaren Heizkörperthermostate muss nach der Norm DIN EN 15500 Abschnitt 5.6 (Genauigkeit der Temperaturregelung - RG) bestimmt werden und darf folgende Werte nicht überschreiten:

$$RGh \leq 1,4 \text{ K und } |ARSW_h| \leq 1,4 \text{ K}$$

Mit folgender Bezeichnung:

- RGh: Regelungsgenauigkeit für den Heizvorgang
- ARSW<sub>h</sub>: Abweichung vom Regelungssollwert für den Heizvorgang

#### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und nennt die Werte für RGh und |ARSW<sub>h</sub>|. Zusätzlich legt er als Anlage 4 ein Messprotokoll gemäß DIN EN 15500 eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors oder eines als SMT-Labor anerkannten Prüflabors vor oder legt alternativ als Anlage 3.2 ein Zertifikat entsprechend dem „eu.bac Certification Program“ vor, das diese Anforderung bestätigt.*

#### 3.3.2 Stromversorgung

Die Geräte müssen bei typischer Nutzung mit dem vom Hersteller empfohlenen Batterietyp und Batteriekapazität eine Laufzeit ohne Batteriewechsel von mindestens 2 Jahren aufweisen. Alternativ ist eine autarke Stromversorgung ohne Batterien, zum Beispiel mit integrierten Photovoltaikzellen, zulässig.

Bei niedrigem Batteriestand muss eine Anzeige am Gerät (z.B. auf dem Display oder LED) auf den erforderlichen Batteriewechsel aufmerksam machen.

Die eingespeicherten Programme sowie die aktuelle Uhrzeit und Datum müssen für mindestens 2 Minuten gespeichert bleiben, wenn die Batterie gewechselt wird. Auf die maximale Zeit, die zum Batteriewechsel zur Verfügung steht, muss in der Bedienungsanleitung hingewiesen werden.

#### **Nachweis**

*Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag, nennt den empfohlenen Batterietyp und Batteriekapazität, die Speicherzeit der Programme bei Batteriewechsel und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen diese Anforderungen dokumentiert werden.*

### 3.4 Umwelteigenschaften

#### 3.4.1 Elektromagnetische Strahlung

Programmierbare Heizkörperthermostate, die per Funk gesteuert werden, und weitere Geräte gemäß Abschnitt 2 (Geltungsbereich) müssen „Geräte kleiner Leistung“ entsprechend den Bedingungen in EN 50371 oder EN 62479 sein. Zusätzlich muss folgende Anforderung erfüllt sein:

1. abgestrahlte Spitzensendeleistung darf nicht größer als 2,5 mW (entspricht +4 dBm) sein

oder

2. abgestrahlte, über einen Zeitraum von 6 Minuten gemittelte Sendeleistung darf nicht größer als 0,025 mW (entspricht -16 dBm) sein.

#### **Nachweis:**

*Der Antragsteller weist als Anlage 5 die Einhaltung der Anforderungen mit einem Prüfbericht gemäß EN 50371 oder mit einem EMF-Bewertungsbericht gemäß EN 62479 eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors nach, der den in der jeweils angewandten Norm definierten Kriterien genügt (z.B. hinsichtlich der Angabe aller Informationen, die zur Durchführung von wiederholbaren Bewertungen, Prüfungen, Berechnungen oder Messungen benötigt werden) und aus dem neben den verwendeten Sendefrequenzen die folgenden für das jeweilige Gerät bestimmten Werte hervorgehen:*

*1. Höchste abgestrahlte Spitzensendeleistung*

*2. Höchste abgestrahlte, über einen Zeitraum von 6 Minuten gemittelte Sendeleistung*

*Hinweis: Wenn im Prüfbericht eine höchste abgestrahlte Spitzensendeleistung und ein maximaler Duty cycle (Arbeitszyklus) bezogen auf 6 Minuten genannt sind, kann die höchste abgestrahlte, über einen Zeitraum von 6 Minuten gemittelte Sendeleistung durch Multiplikation der beiden Werte bestimmt werden.*

#### 3.4.2 Materialanforderungen an die Kunststoffe

Den Kunststoffen dürfen als konstitutionelle Bestandteile keine Stoffe zugesetzt sein, die eingestuft sind als

- a) krebserzeugend der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 bzw. Kategorien 1A und 1B nach Tabelle 3.1 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der

- b) erbgutverändernd der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 bzw. Kategorien 1A und 1B nach Tabelle 3.1 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008
- c) fortpflanzungsgefährdend der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 bzw. Kategorien 1A und 1B nach Tabelle 3.1 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008
- d) persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT-Stoffe) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB-Stoffe) nach den Kriterien des Anhang XIII der REACH-Verordnung oder besonders besorgniserregend aus anderen Gründen und die in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sog. Kandidatenliste<sup>9</sup>) aufgenommen wurden.

Halogenhaltige Polymere sind nicht zulässig. Ebenso dürfen halogenorganische Verbindungen nicht als Flammschutzmittel zugesetzt werden. Zudem dürfen keine Flammschutzmittel zugesetzt werden, die gemäß Teil 3 des Anhang VI der EG-Verordnung 1272/2008 mit dem R Satz R 50/53 bzw. dem Gefahrenhinweis H410 gekennzeichnet sind.

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- prozessbedingte, technisch unvermeidbare Verunreinigungen;
- fluororganische Additive (wie z.B. Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einen Gehalt von 0,5 Gew.-% nicht überschreiten;
- Kunststoffteile, die weniger als 25 g wiegen.

### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen und legt eine schriftliche Erklärung der Kunststoffhersteller oder -lieferanten gemäß Anlage 6 vor oder veranlasst die Vorlage derselben gegenüber der RAL gGmbH. Diese Erklärung*

Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Anhang VI Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung für bestimmte gefährliche Stoffe, Teil 3: Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung – Tabellen, Tabelle 3.2 Die Liste der harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe aus Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG,

kurz: GHS-Verordnung [http://www.reach-info.de/ghs\\_verordnung.htm](http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm), in der jeweils gültigen Fassung.

Die GHS-Verordnung (Global Harmonization System), die am 20.01.2009 in Kraft getreten ist, ersetzt die alten Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG. Danach erfolgt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe bis zum 1. Dezember 2010 gemäß der RL 67/548/EWG (Stoff-RL) und für Gemische bis zum 1. Juni 2015 gemäß der RL 1999/45/EG (Zubereitungs-RL). Abweichend von dieser Bestimmung kann die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe und Zubereitung bereits vor dem 1. Dezember 2010 bzw. 1. Juni 2015 nach den Vorschriften der GHS-Verordnung erfolgen, die Bestimmungen der Stoff-RL und Zubereitungs-RL finden in diesem Fall keine Anwendung.

<sup>9</sup> Link zur Kandidatenliste der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH):  
[http://echa.europa.eu/consultations/authorisation/svhc/svhc\\_cons\\_en.asp](http://echa.europa.eu/consultations/authorisation/svhc/svhc_cons_en.asp)

*bestätigt, dass die auszuschließenden Substanzen den Kunststoffen nicht zugesetzt sind und gibt die chemische Bezeichnung der eingesetzten Flammschutzmittel inklusive der CAS-Nummer an.*

### **3.4.3 Werkstoffwahl und Kennzeichnung**

- Kunststoffteile, die schwerer als 25 Gramm sind, dürfen nur aus einem einzelnen oder aus zwei voneinander trennbaren Polymeren oder Polymerblends bestehen.
- Kunststoffbauteile die schwerer als 25 Gramm sind, müssen entsprechend der Norm ISO 11469 gekennzeichnet sein.

#### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag. Der Antragsteller nennt die verwendeten Polymere für Kunststoffteile über 25 Gramm und legt eine Kunststoffliste gemäß Anlage 7 vor.*

### **3.4.4 Garantiezeit**

Der Antragsteller verpflichtet sich, eine Garantie auf die Geräte von mindestens 2 Jahren zu gewähren.

Die Bedienungsanleitung muss Informationen zur Garantie enthalten.

#### **Nachweis:**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag und nennt die Seiten der Bedienungsanleitung, in denen der Anwender über die Garantiezeit informiert wird.*

### **3.4.5 Recyclinggerechte Konstruktion**

Programmierbare Heizkörperthermostate müssen so konstruiert und entworfen sein, dass eine Demontage im Hinblick auf einen möglichst hohen Recyclinganteil möglich ist.

- Das heißt, dass entsprechende Verbindungen mit handelsüblichen Werkzeugen leicht lösbar und die Verbindungsstellen leicht zugänglich sein müssen, damit Gehäuseteile und Elektrobaugruppen (inkl. Leiterplatten) von Materialien anderer funktioneller Einheiten getrennt und nach Möglichkeit werkstofflich verwertet werden können.
- Elektrobaugruppen müssen leicht vom Gehäuse demontiert werden können.

#### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag.*



### 3.5 Bedienungsanleitung

Die zu den Geräten mitgelieferte Bedienungsanleitung muss neben den technischen Beschreibungen auch die umweltrelevanten Nutzerinformationen enthalten. Diese müssen in gedruckter Form dem Gerät beigelegt werden. Folgende wesentliche Nutzerinformationen müssen in der Bedienungsanleitung enthalten sowie auf den Internetseiten des Herstellers abrufbar sein:

1. Hinweise auf die Wahl von geeigneten Raumtemperaturen und Einsparmöglichkeiten durch die Absenkung der Raumtemperaturen, beispielsweise in nachfolgender Form:

| Raum                   | Empfohlene Heiztemperatur <sup>10</sup> |
|------------------------|---|
| Küche                  | 18°C                                    |
| Toilette               | 16°C                                    |
| Schlafzimmer           | 17°C                                    |
| Wohn- und Arbeitsräume | 20°C                                    |
| Bad                    | 22°C                                    |

2. Hinweise auf die Einstellmöglichkeiten gemäß Abschnitt 3.1.1.
3. Hinweise auf ein Video zur Montage und Programmierung im Internetauftritt des Herstellers und Hinweise auf eine Telefonnummer für Fragen zu Montage, Betrieb und Bedienung müssen zur Verfügung stehen.
4. Hinweise auf die Funktionen:
  - Selbständige Drosselung bei Fensteröffnung gemäß Abschnitt 3.1.2, mit einem ergänzenden Hinweis darauf, dass ein Gerät ohne Fensterkontakt die Fensteröffnung in ungünstigen Fällen (z.B. bei großer Entfernung von Fenster und Heizkörperthermostat) nicht erkennen kann und daher eine manuelle Abschaltung des Heizkörpers empfohlen wird.
  - Sperrfunktion gemäß Abschnitt 3.1.3.
  - Frostschutzfunktion gemäß Abschnitt 3.1.4.
  - Direkte Bedienbarkeit gemäß Abschnitt 3.2.1.
  - Vereinfachte Programmierung gemäß Abschnitt 3.2.2.
  - Empfohlener Batterietyp und Batteriekapazität und die Lebensdauer der Batterie nach 3.3.2.

<sup>10</sup> Quelle: Umweltbundesamt (Hrsg.): Energiesparen im Haushalt, Tipps und Informationen zum richtigen Umgang mit Energie, Dessau 2008, [http:// www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/188.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/188.pdf)

- Hinweis darauf, dass der Batteriewechsel innerhalb der vom Hersteller vorgegebenen Zeit (gemäß 3.3.2 mindestens 2 Minuten) erfolgen soll, da anderenfalls die gespeicherten Daten verloren gehen.
5. Hinweis darauf, dass verbrauchte Batterien nicht in den Hausmüll gehören sondern an Batteriesammelstellen abgegeben werden sollen.
  6. Hinweis darauf, dass die programmierbaren Heizkörperthermostate einschließlich ihres Zubehör nicht als Haushaltsmüll zu behandeln und an Sammelstellen abzugeben sind.
  7. Hinweis auf die Garantiezeit auf die Geräte (gemäß Abschnitt 3.4.4 mindestens 2 Jahren).

### **Nachweis**

*Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 und legt die entsprechenden Produktunterlagen mit entsprechend markierten Stellen in Anlage 8 vor.*

## **4 Zeichennehmer und Beteiligte**

**4.1** Zeichennehmer sind Hersteller oder Vertreiber von Produkten gemäß Abschnitt 2.

**4.2** Beteiligte am Vergabeverfahren:

- RAL gGmbH für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel,
- das Bundesland, in dem sich die Produktionsstätte des Antragstellers befindet,
- das Umweltbundesamt, das nach Vertragsschluss alle Daten und Unterlagen erhält, die zur Beantragung des Blauen Engel vorgelegt wurden, um die Weiterentwicklung der Vergabegrundlagen fortführen zu können.

## **5 Zeichenbenutzung**

**5.1** Die Benutzung des Umweltzeichens durch den Zeichennehmer erfolgt aufgrund eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages.

**5.2** Im Rahmen dieses Vertrages übernimmt der Zeichennehmer die Verpflichtung, die Anforderungen gemäß Abschnitt 3 für die Dauer der Benutzung des Umweltzeichens einzuhalten.

**5.3** Für die Kennzeichnung von Produkten gemäß Abschnitt 2 werden Zeichenbenutzungsverträge abgeschlossen. Die Geltungsdauer dieser Verträge läuft bis zum 31.12.2014. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2014 bzw. 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird.

Eine Weiterverwendung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.

- 5.4** Der Zeichennehmer (Hersteller) kann die Erweiterung des Benutzungsrechtes für das Kennzeichnungsberechtigte Produkt bei der RAL gGmbH beantragen, wenn es unter einem anderen Marken-/Handelsnamen und/oder anderen Vertriebsorganisationen in den Verkehr gebracht werden soll.
- 5.5** In dem Zeichenbenutzungsvertrag ist festzulegen:
  - 5.5.1** Zeichennehmer (Hersteller/Vertreiber)
  - 5.5.2** Marken-/Handelsname, Produktbezeichnung
  - 5.5.3** Inverkehrbringer (Zeichenanwender), d.h. die Vertriebsorganisation gemäß Abschnitt 5.4

## **Anhang 1: Messanleitung zur Messung der Drosselung bei Fensteröffnung**

### **A1.1 Messaufbau**

Die Prüfung wird mit einem Messaufbau nach EN 15500 Anhang A.3 (Beschreibung der Prüfeinrichtung) durchgeführt und entspricht weitgehend der Prüfanordnung für die Überprüfung des Frostschutzes.

Der unten dargestellte Messzyklus beschreibt gemäß Abschnitt 3.1.2 der Vergabegrundlage die Drosselung der Heizenergiezufuhr durch ein programmierbares Heizkörperthermostat bei Fensteröffnung noch vor der Erreichung der programmierten oder eingestellten Solltemperatur (z.B. weil der Raum noch nicht vollständig aufgeheizt ist).

Die Messung läuft folgendermaßen ab:

1. Die Solltemperatur des Heizkörperthermostats wird auf eine Temperatur oberhalb der geregelten Raumtemperatur eingestellt, so dass ein Ausgabesignal zum Einschalten der Heizung aktiviert wird.
2. Die geregelte Raumtemperatur wird zum Zeitpunkt  $t_0$  schlagartig abgesenkt, um mindestens 10 K in einem Zeitraum von unter 1 Minute. Das Absenken der Raumtemperatur kann entsprechend der EN 15500 durch Simulation des Sensorwiderstands (Anhang A.3.2.2.1) oder durch einen Klimaschrank (Anhang A.3.2.2.2) erfolgen. Bei Geräten mit Fensterkontakt wird statt der Absenkung der geregelten Raumtemperatur der Fensterkontakt auf den Zustand des geöffneten Fensters gesetzt.
3. Das Ausgabesignal des programmierbaren Heizkörperthermostat wird bis zum Zeitpunkt  $t_1$  beobachtet, bis das Ausgabesignal zum Einschalten der Heizung deaktiviert wird, bzw. bis ein Signal zum Ausschalten oder Drosseln der Heizung gegeben wird. Die benötigte Zeit ( $t_{\text{Lüftung}} = t_1 - t_0$ ) wird gemessen.

Die unten beschriebenen Messungen müssen an demselben programmierbaren Heizkörperthermostat dreimal durchgeführt und die Einzelmesswerte dokumentiert werden. Der ermittelte Wert wird in Minuten mit einer Nachkommastelle angegeben. Die Einhaltung der Anforderung gemäß Abschnitt 3.1.2 der Vergabegrundlage gilt dann als gegeben, wenn der arithmetische Mittelwert der benötigten Zeiten  $t_{\text{Lüftung}}$  den Wert von 5,0 Minuten nicht überschreitet.

## A1.2 Messprotokoll

### Drosselung der Heizenergiezufuhr bei Fensteröffnung

Typenbezeichnung des Prüflings:

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

#### Ausgangszustand

|  | 1.<br>Messung | 2.<br>Messung | 3.<br>Messung |
|--|---------------|---------------|---------------|
|--|---------------|---------------|---------------|

Geregelte Raumtemperatur: 20°C

Solltemperatur: 25°C

Ausgabesignal zum Einschalten der Heizung: aktiviert

#### Simulation der Fensteröffnung

Geregelte Raumtemperatur: Temperaturabfall  $\geq |-10\text{K}/1\text{min}|$  oder Simulation

alternativ: Fensterkontakt Kontakt signalisiert geöffnetes Fenster

Start der Zeitmessung  $t_0$

#### Bestätigung der Lüftungsfunktion

Geregelte Raumtemperatur:  $< 20^\circ\text{C}$

Ausgabesignal zum Einschalten der Heizung: deaktiviert

Ende der Zeitmessung  $t_1$

Lüftungszeit:  $t_{\text{Lüftung}} = t_1 - t_0$

Arithmetischer Mittelwert:

$\bar{t}_{\text{Lüftung}}$

Messung durchgeführt von:

Anschrift des Prüflabors:

Ort:

Datum:

(Unterschrift und  
Firmenstempel des Prüflabors)

# VERTRAG

Nr.

über die Vergabe des Umweltzeichens

RAL gGmbH als Zeichengeber und die Firma

## (Inverkehrbringer)

als Zeichennehmer – nachfolgend kurz ZN genannt –  
schließen folgenden Zeichenbenutzungsvertrag:

M U S T E R

1. Der ZN erhält das Recht, unter folgenden Bedingungen das dem Vertrag zugrunde liegende Umweltzeichen zur Kennzeichnung des Produkts/der Produktgruppe/Aktion **„Programmierbare Heizkörperthermostate“** für

## "(Marken-/Handelsname)"

zu benutzen. Dieses Recht erstreckt sich nicht darauf, das Umweltzeichen als Bestandteil einer Marke zu benutzen. Das Umweltzeichen darf nur in der abgebildeten Form und Farbe mit der unteren Umschrift "Jury Umweltzeichen" benutzt werden, soweit nichts anderes vereinbart wird. Die Abbildung der gesamten inneren Umschrift des Umweltzeichens muss immer in gleicher Größe, Buchstabenart und -dicke sowie -farbe erfolgen und leicht lesbar sein.

2. Das Umweltzeichen gemäß Abschnitt 1 darf nur für o. g. Produkt/Produktgruppe/Aktion benutzt werden.
3. Für die Benutzung des Umweltzeichens in der Werbung oder sonstigen Maßnahmen des ZN hat dieser sicherzustellen, dass das Umweltzeichen nur in Verbindung zu o.g. Produkt/Produktgruppe/Aktion gebracht wird, für die die Benutzung des Umweltzeichens mit diesem Vertrag geregelt wird. Für die Art der Benutzung des Zeichens, insbesondere im Rahmen der Werbung, ist der Zeichennehmer allein verantwortlich.
4. Das/die zu kennzeichnende Produkt/Produktgruppe/Aktion muss während der Dauer der Zeichenbenutzung allen in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ 168" in der jeweils gültigen Fassung enthaltenen Anforderungen und Zeichenbenutzungsbedingungen entsprechen. Dies gilt auch für die Wiedergabe des Umweltzeichens (einschließlich Umschrift). Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH, insbesondere aufgrund von Beanstandungen der Zeichenbenutzung oder der sie begleitenden Werbung des ZN durch Dritte, sind ausgeschlossen.
5. Sind in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen" Kontrollen durch Dritte vorgesehen, so übernimmt der ZN die dafür entstehenden Kosten.
6. Wird vom ZN selbst oder durch Dritte festgestellt, dass der ZN die unter Abschnitt 2 bis 5 enthaltenen

Bedingungen nicht erfüllt, verpflichtet er sich, dies der RAL gGmbH anzuzeigen und das Umweltzeichen solange nicht zu benutzen, bis die Voraussetzungen wieder erfüllt sind. Gelingt es dem ZN nicht, den die Zeichenbenutzung voraussetzenden Zustand unverzüglich wiederherzustellen oder hat er in schwerwiegender Weise gegen diesen Vertrag verstoßen, so entzieht die RAL gGmbH gegebenenfalls dem ZN das Umweltzeichen und untersagt ihm die weitere Benutzung. Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH wegen der Entziehung des Umweltzeichens sind ausgeschlossen.

7. Der Zeichenbenutzungsvertrag kann aus wichtigen Gründen gekündigt werden.  
Als solche gelten z. Beispiel:
  - nicht gezahlte Entgelte
  - nachgewiesene Gefahr für Leib und Leben.Eine weitere Benutzung des Umweltzeichens ist in diesem Fall verboten. Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH sind ausgeschlossen (vgl. Ziffer 6 Satz 3).
8. Der ZN verpflichtet sich, für die Nutzungsdauer des Umweltzeichens der RAL gGmbH ein Entgelt gemäß "Entgeltordnung für das Umweltzeichen" in ihrer jeweils gültigen Ausgabe zu entrichten.
9. Die Geltungsdauer dieses Vertrages läuft gemäß "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ 168" bis zum 31.12.2014. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2014 bzw. bis zum 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine Benutzung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.
10. Mit dem Umweltzeichen gekennzeichnete Produkte/Aktionen und die Werbung dafür dürfen nur bei Nennung der Firma des

## (ZN/Inverkehrbringers)

an den Verbraucher gelangen.

Sankt Augustin, den

Ort, Datum

RAL gGmbH  
Geschäftsleitung

(rechtsverbindliche Unterschrift  
und Firmenstempel)