



# **Phase Change Material (Phasenwechselmaterial)**

**Gütesicherung  
Quality Assurance**

**RAL-GZ 896**

Ausgabe November 2013  
Edition November 2013



Herausgeber

RAL Deutsches Institut  
für Gütesicherung  
und Kennzeichnung e.V.

Siegburger Str. 39  
D-53757 Sankt Augustin  
Tel.: (02241) 16 05 - 0  
Fax: (02241) 16 05 - 11  
E-Mail: RAL-Institut@RAL.de  
Internet: www.RAL.de

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet

Alle Rechte – auch die der Übersetzung in fremde Sprachen –  
bleiben RAL vorbehalten.

© 2013, RAL, Sankt Augustin

Preisgruppe 8

Zu beziehen durch:

**Beuth-Verlag GmbH**  
**Burggrafenstr. 6 · D-10787 Berlin**  
**Tel.: (030) 26 01-0 · Fax: (030) 26 01-1260**  
**E-Mail: info@beuth.de**  
**Internet: www.mybeuth.de**

Publisher

RAL Deutsches Institut  
für Gütesicherung  
und Kennzeichnung e.V.

Siegburger Str. 39  
53757 Sankt Augustin  
Tel.: +49 (0)2241 16 05 - 0  
Fax: +49 (0)2241 16 05 - 11  
e-mail: RAL-Institut @RAL.de  
Internet: www.RAL.de

Reprinting, even of excerpts, is prohibited

All rights – including translation into foreign languages –  
are retained by RAL.

© 2013 RAL, Sankt Augustin

Price group 8

To be obtained from:

**Beuth-Verlag GmbH**  
**Burggrafenstraße 6 · D-10787 Berlin**  
**Tel.: +49 (0)30 26 01-0 · Fax: +49 (0)30 26 01-1260**  
**E-Mail: info@beuth.de**  
**Internet: www.mybeuth.de**

**Phase Change Material  
(Phasenwechselmaterial)**

**Gütesicherung  
Quality Assurance  
RAL-GZ 896**

**Gütegemeinschaft PCM e. V.  
Quality Association PCM e. V.  
Heinestrasse 169  
70597 Stuttgart  
Tel./Phone: +49 (0)711 97658-0  
Fax: +49 (0)711 97658-30**



Die vorliegenden Güte- und Prüfbestimmungen sind von RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. im Rahmen der Grundsätze für Gütezeichen in einem Anerkennungsverfahren unter Mitwirkung der betroffenen Fach- und Verkehrskreise sowie der zuständigen Behörden gemeinsam erarbeitet worden.

These quality and testing specifications have been prepared by RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. within the scope of the objectives for quality marks in an acceptance procedure involving experts and the relevant public as well as the responsible authorities.

Sankt Augustin, im November 2013  
Sankt Augustin, November 2013

**RAL DEUTSCHES INSTITUT  
FÜR GÜTESICHERUNG  
UND KENNZEICHNUNG E.V.**

**GERMAN INSTITUTE  
FOR QUALITY ASSURANCE  
AND CERTIFICATION, REG. ASSOC.**

# Inhaltsverzeichnis

Seite

## Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Materials – PCM (Phasenwechselmaterial)

1	Geltungsbereich	7
1.1	Begriffbestimmungen	7
2	Gütebestimmungen	8
2.1	Anforderungen an PCM und PCM-V	8
2.1.1	Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge	8
2.1.2	Wärmeleitfähigkeit	8
2.1.3	Zyklusstabilität	8
2.1.4	Produktdatenblatt	9
2.1.5	Sicherheitsdatenblatt	9
2.2	Anforderungen an PCM-O	10
2.2.1	PCM Inhaltsstoffe	10
2.2.2	Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge	10
2.2.3	Reproduzierbarkeit des Phasenübergangs	10
2.3	Anforderungen an PCM-S	10
2.3.1	PCM Inhaltsstoffe	10
2.3.2	Angaben zum Nutzwert	10
3	Prüfbestimmungen	10
3.1	Reichweite der Prüfungen	10
3.2	Übertragbarkeit der Prüfergebnisse	11
3.3	Anpassung der Prüfungen an den Stand der Technik	11
3.4	Genauigkeit der Messwerte	11
3.5	Anforderung an die Probe	11
3.6	Besondere Prüfbestimmungen für PCM und PCM-V	12
3.6.1	Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge	12
3.6.1.1	Bestimmung der gespeicherten Wärmemenge als Funktion der Temperatur	12
3.6.1.2	Durchführung der Messung	12
3.6.1.3	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	12
3.6.2	Zyklusstabilität	13
3.6.2.1	Prüfung der Qualitätskriterien	13
3.6.2.2	Zyklusklasse	13
3.6.2.3	Durchführung der Messung	14
3.6.2.4	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	14
3.6.3	Wärmeleitfähigkeit	15
3.6.3.1	Die Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Temperatur	15
3.6.3.2	Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit oberhalb und unterhalb des Schmelzpunktes	15
3.6.3.3	Durchführung der Messung	16
3.6.3.4	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	16
3.7	Besondere Prüfbestimmungen für PCM-O	16
3.7.1	PCM Inhaltsstoffe	16
3.7.2	Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge	17
3.7.3	Reproduzierbarkeit des Phasenübergangs	17
3.8	Besondere Prüfbestimmungen für PCM-S	17
3.8.1	PCM-Inhaltsstoffe	17
3.8.2	Produktangaben	17
4	Überwachung	17
4.1	Allgemeines	17
4.2	Erstprüfung	17
4.3	Fremdprüfung	18

# Table of Contents

Page

## Quality and testing specifications for Phase Change Materials – PCM

1	Scope	7
1.1	Definition of Terms	7
2	Quality specifications	8
2.1	Requirements on PCM and PCM composites	8
2.1.1	Phase transition temperature and stored heat	8
2.1.2	Thermal conductivity	8
2.1.3	Cycling stability	8
2.1.4	Product data sheet	9
2.1.5	Safety Data Sheet	9
2.2	Requirements on PCM-O	10
2.2.1	PCM constituent materials	10
2.2.2	Phase transition temperature and stored heat	10
2.2.3	Reproducibility of the phase transition	10
2.3	Requirements on PCM-S	10
2.3.1	PCM constituent materials	10
2.3.2	Utility value specification	10
3	Testing specifications	10
3.1	Scope of the tests	10
3.2	Transferability of the test results	11
3.3	Adaptation of tests to the state of the art technology	11
3.4	Accuracy of the measured values	11
3.5	Sample requirements	11
3.6	Special testing specifications for PCM and PCM composites	12
3.6.1	Phase transition temperature and stored heat	12
3.6.1.1	Determining the stored heat as a function of temperature	12
3.6.1.2	Performance of the measurement	12
3.6.1.3	Contents of the test results and the test report	12
3.6.2	Cycling stability	13
3.6.2.1	Testing the quality criteria	13
3.6.2.2	Cycle category	13
3.6.2.3	Performance of the measurement	14
3.6.2.4	Contents of the test results and the test report	14
3.6.3	Thermal conductivity	15
3.6.3.1	Thermal conductivity as a function of temperature	15
3.6.3.2	Determining the thermal conductivity above and below the melting point	15
3.6.3.3	Performance of the measurement	16
3.6.3.4	Contents of the test results and the test report	16
3.7	Special testing specifications for PCM-O	16
3.7.1	PCM constituent materials	16
3.7.2	Phase transition temperature and stored heat	17
3.7.3	Reproducibility of the phase transition	17
3.8	Special testing specifications for PCM-S	17
3.8.1	PCM constituent materials	17
3.8.2	Utility value specification	17
4	Monitoring	17
4.1	General notes	17
4.2	Initial test	17
4.3	External test	18

	Seite
4.4	Wiederholungsprüfung . . . . . 18
4.5	Eigenüberwachung . . . . . 18
4.6	Prüfkosten . . . . . 19
4.7	Prüf- und Überwachungsberichte . . . . . 19
5	Kennzeichnung . . . . . 19
6	Änderungen . . . . . 19
7	Glossar . . . . . 19
<b>Anhang 1</b>	Muster-Produktdatenblatt . . . . . 22
<b>Anhang 2</b>	Apparatur zur Zyklisierung . . . . . 24

**Durchführungsbestimmungen  
für die Verleihung und Führung des Gütezeichens  
Phase Change Material (PCM)**

1	Gütegrundlage. . . . . 27
2	Verleihung . . . . . 27
3	Benutzung . . . . . 27
4	Überwachung . . . . . 28
5	Ahndung von Verstößen . . . . . 28
6	Beschwerde . . . . . 29
7	Wiederverleihung . . . . . 29
8	Änderungen . . . . . 29
<b>Muster 1</b>	Verpflichtungsschein . . . . . 30
<b>Muster 2</b>	Verleihungsurkunde . . . . . 32
	Die Institution RAL . . . . . 34

	Page
4.4	Repeat test . . . . . 18
4.5	In-house monitoring . . . . . 18
4.6	Test costs . . . . . 19
4.7	Test and monitoring reports . . . . . 19
5	Product marking . . . . . 19
6	Amendments . . . . . 19
7	Glossary . . . . . 19
<b>Appendix 1</b>	Sample Product Data Sheet . . . . . 23
<b>Appendix 2</b>	Equipment for cycling . . . . . 25

**Implementation regulations  
for awarding and using the quality mark  
Phase Change Material (PCM)**

1	Quality basis . . . . . 27
2	Awarding . . . . . 27
3	Usage . . . . . 27
4	Monitoring . . . . . 28
5	Penalties for contravention . . . . . 28
6	Complaint . . . . . 28
7	Reinstatement . . . . . 29
8	Amendments . . . . . 29
<b>Pattern 1</b>	Notice of obligations . . . . . 31
<b>Pattern 2</b>	Awarding certificate . . . . . 33
	The RAL Institution . . . . . U3

# Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Materials – PCM (Phasenwechselmaterial)

# Quality and testing specifications for Phase Change Materials – PCM

## 1 Geltungsbereich

Diese Güte- und Prüfbestimmungen legen die allgemeinen Grundsätze für PCM einschließlich PCM-Verbunde, PCM-Objekte und PCM-Systeme, insbesondere für maßgebliche Kenngrößen, Anforderungen, sowie Inhalt und Umfang der Überwachungsmaßnahmen fest. Anzuwenden ist auch die jeweils aktuell gültige Fassung der Durchführungsbestimmungen zu den Güte- und Prüfbestimmungen, die auf der Webseite der Gütegemeinschaft PCM e.V. veröffentlicht werden

([www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de)).

### 1.1 Begriffbestimmungen

#### Phase Change Materials (PCM)

Phase Change Materials werden im Folgenden kurz als PCM bezeichnet. Hierfür sind auch die Begriffe „Phasenwechselmaterialien“ oder „Latentwärmespeichermaterialien“ gebräuchlich.

PCM im Sinne dieser Gütesicherung sind Materialien, die ihren Aggregatzustand von fest zu flüssig oder ihren Kristallisationszustand von fest zu fest in einem definierten Temperaturbereich verändern (Phasenübergang). Dieser Vorgang ist reversibel (reproduzierbarer Phasenübergang) und wärmetechnisch nutzbar.

Der Vorteil von PCM gegenüber anderen Speichermaterialien besteht darin, dass sie bei kleinen Temperaturdifferenzen zwischen Umgebung und Speichermaterial große Energiemengen pro Speichervolumen/Masse aufnehmen können, diese über einen Zeitraum verlustarm speichern und schließlich bei Bedarf wieder abgeben.

#### Phase Change Verbund-Material (PCM-V)

bestehen aus Materialverbunden, die immer PCM-Bestandteile enthalten. Durch den Verbund aus PCM mit mindestens einem weiteren Material wird dem PCM eine neue oder veränderte Eigenschaft hinzugefügt, z.B.

- Graphit               => hohe Wärmeleitfähigkeit
- Holzfaserplatte   => mechanische Stabilität
- Granulat             => Rieselfähigkeit

Beispiele: PCM-Graphit-Matrix, Granulate, Putz, Holzfasern, PCM-Schaumstoffmatrix, PCM-Folie, PCM-Textilien (als Stoff, nicht als fertiges Bekleidungsstück etc.), alle schüttfähigen Materialien. Weitere Beispiele werden vom Güteausschuss vorgegeben und unter [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de) veröffentlicht.

Die Eigenschaften der oben genannten PCM und PCM-V können auch an Proben (kleinen Mengen) bestimmt werden. Pulver und speziell Granulate sind in der Regel PCM-V.

## 1 Scope

These quality and testing specifications set out the general principles for PCM including PCM composites, PCM objects and PCM systems, in particular for authoritative parameters, requirements, as well as content and scope of monitoring measures. The respective applicable version of the implementation regulations for the quality and testing specifications which is published on the web page of the Quality Association PCM e.V. is also to be applied.

([www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de)).

### 1.1 Definition of Terms

#### Phase Change Materials (PCM)

Phase Change Materials are referred to in the following as PCM. The term "latent heat storage materials" is also commonly used.

PCM in the context of these quality control regulations are materials which change their state from solid to liquid or change between two different solid crystallization states over a defined temperature range (phase transition). This process is reversible (reproducible phase transition) and can be used for thermotechnical purposes.

The advantage of PCM compared to other storage materials is that they can absorb large amounts of energy per storage volume / mass with a small temperature difference between the storage medium and its surroundings, can store the energy over a period of time with minimal losses and finally, they can release the energy again when needed.

#### Phase Change Material Composites (PCM composites)

are composite materials which always include PCM constituents. By combining the PCM with at least one further material, the PCM gains a new or modified property, e.g.

- graphite             => high thermal conductivity
- wood fiberboard   => mechanical stability
- granulate           => free-flowing properties

Examples: PCM graphite matrix, granulates, plaster, wood fibers, PCM foam matrix, PCM foil, PCM textiles (as fabric, not as complete clothing articles), all free flowing granulate materials. Further examples will be identified by the Quality Committee and publicized under [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de).

The properties of the PCM and PCM composites listed above can also be determined from samples (small quantities). Powders and in particular granulates are usually PCM composites.

### **Phase Change Material-Objekte (PCM-O)**

PCM-Objekte haben spezifische Eigenschaften, d.h. Eigenschaften, die nicht an Teile eines Objektes, sondern nur am gesamten Objekt bestimmt werden können. Die Wärmeleitfähigkeit z.B. ist keine Eigenschaft eines Objektes.

Beispiele: Makrokapseln (Paneele, Beutel, Kugeln).

### **Phase Change Material-Systeme (PCM-S)**

PCM-Systeme sind Produkte, die in einer wesentlichen Funktion positiv durch PCM beeinflusst werden, z.B. Skistiefel, Handschuhe, Steppdecken, Heiz- und Klimasysteme.

### **Materialeigenschaften, Objekteigenschaften und Systemeigenschaften**

**Eigenschaften von PCM und PCM-V** sind solche Eigenschaften, die nur von der inneren Zusammensetzung abhängen. Ein Beispiel ist die Wärmeleitfähigkeit eines Materials. Sie ist unabhängig von der Form und Menge des Materials. Die Eigenschaften können daher auch an Proben (kleinen Mengen) bestimmt werden.

**Eigenschaften von PCM-O** sind solche Eigenschaften, die nicht alleine von der inneren Zusammensetzung abhängen, sondern durch die äußere Form und Umgebungsbedingungen mitbestimmt sind. Ein Beispiel ist die Wärmeabgabe einer Platte. Diese ist von Form und Größe der Platte sowie den Umgebungsbedingungen abhängig.

**Eigenschaften von PCM-S** sind solche Eigenschaften, die sich erst bei der Nutzung zeigen.

## **2 Gütebestimmungen**

Angaben des Herstellers für in den folgenden Abschnitten genannte maßgebliche Kenngrößen sind nur zulässig nach nachgenannten Definitionen:

### **2.1 Anforderungen an PCM und PCM-V**

#### **2.1.1 Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge**

Angabe der gespeicherten Wärmemenge (Enthalpieänderung) in vorgegebenen Temperaturintervallen für den Fall des Schmelzens und für den der Kristallisation. Angaben zu Enthalpie sind sowohl Massen als auch Volumen bezogen anzugeben. Bei Bezug auf das Volumen ist Bezug auf das größere Volumen zu nehmen, d.h. gewöhnlich im flüssigen Zustand. Ebenso ist ein Maß für die Unterkühlung anzugeben.

#### **2.1.2 Wärmeleitfähigkeit**

Die Wärmeleitfähigkeit kann in vorgegebenen Temperaturintervallen im festen sowie im flüssigen Zustand angegeben werden.

#### **2.1.3 Zyklenstabilität**

PCM müssen eine definierte Anzahl von Zyklen (siehe Abschnitt 3.6.2.2) unbeschadet überstehen. Ein Zyklus ist dabei definiert als vollständiges Aufschmelzen und Rekrystallisieren des PCM.

### **Phase Change Material Objects (PCM-O)**

PCM objects have specific properties, i.e. properties which can not be determined from samples (parts of an object) but only with the complete object. Thermal conductivity is not a property of an object for example.

Examples: Macro-capsules (panels, bags, pellets).

### **Phase Change Material Systems (PCM-S)**

PCM systems are products, an essential function of which is positively changed in by inclusion of PCM, e.g. ski boots, gloves, quilts, heating and air conditioning systems.

### **Material properties, Object properties and System properties**

Properties of PCM and PCM composites are those properties which depend only on the internal composition. An example is the thermal conductivity of a material. It does not depend on the shape and amount of the material. The properties can therefore also be determined using samples (small quantities).

**Properties of PCM-O** are those properties which do not depend solely on the internal composition but are also determined by the outer shape and ambient conditions. An example is the heat released by a panel. This depends both on the shape and size of the panel and on the ambient conditions.

**Properties of PCM-S** are those properties that only become apparent upon use.

## **2 Quality specifications**

Manufacturers' data for the definitive properties specified in the following sections are only permissible according to the following definitions:

### **2.1 Requirements on PCM and PCM composites**

#### **2.1.1 Phase transition temperature and stored heat**

Specification of the stored quantity of heat (enthalpy change) at predefined temperature intervals for the case of melting and that of crystallization. Specifications of enthalpy are to be with respect both to mass and to volume. When specifications are made with respect to volume, the larger volume is to be used, i.e. usually the volume in the liquid state. Similarly, a measure for sub-cooling is to be specified.

#### **2.1.2 Thermal conductivity**

Thermal conductivity can be specified in predefined temperature intervals in both solid and liquid state.

#### **2.1.3 Cycling stability**

PCM must survive a defined number of cycles (see section 3.6.2.2) without damage. One cycle is defined as complete melting and re-crystallization of the PCM.

Während der Zyklisierung werden in regelmäßigen Abständen Proben entnommen und auf mehrere Qualitätskriterien hin untersucht. Der Ausfall des Produktes liegt vor, wenn die Prüfung eines Qualitätskriteriums negativ ausgefallen ist. Die zu prüfenden Qualitätskriterien während der Zyklisierung werden von der Gütegemeinschaft PCM e.V. festgelegt und unter [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de) veröffentlicht.

During the cycles, samples are taken at regular intervals and are examined for several quality criteria. The product is defective if the result of one of the quality criteria tested was negative. The quality criteria to be tested during cycles are determined by the Quality Association PCM e.V. and are published under [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de).

### Zyklusklasse

Die Reproduzierbarkeit ist durch Zyklusklassen wie folgt anzugeben:

Klassenbezeichnung	Zyklusanzahl
A	≥ 10.000 Zyklen
B	≥ 5.000 Zyklen
C	≥ 1.000 Zyklen
D	≥ 500 Zyklen
E	≥ 100 Zyklen
F	≥ 50 Zyklen

Table 2.1.3: Zyklusklassen und benötigte Zyklusanzahl zur Erreichung

### Cycling category

The reproducibility is to be specified by cycle categories as follows:

Category name	Number of cycles
A	≥ 10,000 cycles
B	≥ 5,000 cycles
C	≥ 1,000 cycles
D	≥ 500 cycles
E	≥ 100 cycles
F	≥ 50 cycles

Table 2.1.3: Cycle categories and required number of cycles to attain these

### 2.1.4 Produktdatenblatt

Für jedes Produkt müssen die Hersteller ein Produktdatenblatt erstellen, das mindestens Angaben über nachgenannte Eigenschaften enthält:

Produktbezeichnung mit Angaben zu:

- PCM verkapselt oder unverkapselt,
- Betriebsbereich (ist der Temperaturbereich, in dem die vom Hersteller angegebenen maßgeblichen Kenngrößen erreicht werden),
- maximal und minimal zulässige Temperatur (Durch Überschreitung der max. oder Unterschreitung der min. zulässigen Temperatur können die gemäß Abschnitt 2.1.1–2.1.3 bestimmten maßgeblichen Kenngrößen ganz oder teilweise irreversibel verloren gehen.),
- spezifisches Gewicht,
- besondere Lagerungshinweise,
- Angabe zulässiger Anwendungen und erreichte Zyklusklasse.

Angabe mindestens folgender maßgeblicher Kenngrößen:

- Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge,
- Reproduzierbarkeit des Phasenübergangs.

Ein informatives, nicht verbindliches Muster für das Produktdatenblatt befindet sich in Anhang 1.

### 2.1.5 Sicherheitsdatenblatt

Das Sicherheitsdatenblatt muss den gesetzlichen Regelungen des Bestimmungslandes entsprechen und sämtliche Warnhinweise enthalten.

### 2.1.4 Product data sheet

Manufacturers must prepare a product data sheet for every product, which at least includes data on the following properties:

Product name with specification of:

- encapsulated PCM or not encapsulated PCM,
- operating range (this is the temperature range in which the main properties specified by the manufacturer are valid),
- maximum and minimum permissible temperature (if a temperature above the maximum temperature or below the minimum temperature is reached, the definitive properties specified according to section 2.1.1–2.1.3 can be either partly or completely irreversibly lost.),
- specific weight,
- special storage advice,
- specified permissible applications and cycle category reached.

Specification of at least the following definitive properties:

- phase transition temperature and stored heat,
- reproducibility of the phase transition.

An informative, non-obligatory example of a product data sheet can be found in Appendix 1.

### 2.1.5 Safety Data Sheet

The safety data sheet must comply with the legal requirements of the intended country of sale and include all relevant warnings.



## **2.2. Anforderungen an PCM-O**

### **2.2.1 PCM Inhaltsstoffe**

PCM-O dürfen nur gütegesicherte PCM oder PCM-V enthalten.

### **2.2.2 Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge**

Analog zu PCM / PCM-V. Die Angaben zur gespeicherten Wärmemenge (Enthalpieänderung) in vorgegebenen Temperaturintervallen für den Fall des Schmelzens und für den der Kristallisation sind jedoch auf die Objektmasse zu beziehen.

### **2.2.3 Reproduzierbarkeit des Phasenübergangs**

Analog zu PCM / PCM-V. Ermittelt werden die objektabhängigen Eigenschaften an geeigneten Objekten.

## **2.3 Anforderungen an PCM-S**

### **2.3.1 PCM Inhaltsstoffe**

PCM-S dürfen nur gütegesicherte PCM, PCM-V oder PCM-O enthalten. Sie müssen gekapselt sein. Die Zyklensklasse gemäß 2.1.3 muss sich für die bestimmungsgemäße Anwendung eignen.

### **2.3.2 Angaben zum Nutzwert**

Der Hersteller von PCM-S hat den PCM-spezifischen Nutzwert für jede Produktgruppe von PCM-S anzugeben. Zusätzlich sind die Rand- und Betriebsbedingungen anzugeben, unter denen der spezifische Nutzwert des Systems erreicht wird.

Diese Angabe muss für den Kunden beim Erwerb verfügbar sein, z.B. auf der Verpackung, Gebrauchsanweisung von Produkten, bzw. muss aus gültigen allgemein zugänglichen Vertriebs- und Planungsunterlagen von komplexen PCM-Systemen hervorgehen. Unter Umständen: Hinweis auf eine Internetveröffentlichung.

## **3 Prüfbestimmungen**

Bei allen Messungen der fremdüberwachenden Institute sind die Prüfgrundsätze sowie Ergänzungen oder Änderungen dieser Prüfgrundsätze der Gütegemeinschaft, basierend auf Empfehlungen der Fremdüberwachungsinstitute, veröffentlicht in [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de), zu beachten. Die nachgenannten Regelungen über Prüfungen gelten ausnahmslos für Fremdprüfungen.

### **3.1 Reichweite der Prüfungen**

Für die maßgeblichen Kenngrößen Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge, Reproduzierbarkeit des Phasenübergangs und Wärmeleitfähigkeit gelten die durchgeführten Prüfungen in nachgenannten Grenzen und sind durch die Gütegemeinschaft PCM e.V. zu überprüfen:

PCM: Nur für ein Produkt mit identischer Produktbezeichnung des Herstellers.

## **2.2 Requirements on PCM-O**

### **2.2.1 PCM constituent materials**

PCM-O may contain only approved PCM or PCM composites.

### **2.2.2 Phase transition temperature and stored heat**

Analogous to PCM / PCM composites. Specification of the stored quantity of heat (enthalpy change) at predefined temperature intervals for the case of melting and that of crystallization however need to refer to the mass of the object.

### **2.2.3 Reproducibility of the phase transition**

Analogous to PCM / PCM composites. The object dependent properties are determined on suitable objects.

## **2.3 Requirements on PCM-S**

### **2.3.1 PCM constituent materials**

PCM-S may only contain quality assured PCM, PCM composites or PCM-O. They must be encapsulated. The cycle category according to 2.1.3 must be appropriate for the intended application.

### **2.3.2 Utility value specification**

Manufacturers of PCM-S must specify the PCM-specific utility value for each product group of PCM systems. In addition to that, the boundary and operational conditions must be specified at which the specific utility value of the system is attained.

This specification must be accessible to the customer at the time of purchase, e.g. on the packaging, operating instructions for products, or must be clearly marked in the generally accessible sales and planning documentation of complex PCM systems. Possible: Reference to an internet publication.

## **3 Testing specifications**

The basic testing principles and additions or modifications to these basic testing principles of the Quality Association PCM e.V, based on recommendations of the external monitoring institutes, as publicized under [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de), are to be observed in all measurements made by the external monitoring institutes. The following regulations about the tests apply exclusively to external tests.

### **3.1 Scope of the tests**

For the definitive properties: phase transition temperature, stored heat, reproducibility of the phase transition and thermal conductivity, the conducted tests apply within the following limits and are to be checked by the Quality Association PCM e.V.:

PCM: Only for one single product with the identical manufacturer's product name.

PCM-V: Für Verbundmaterialien aus identischen Bestandteilen (umfassend identische Partikelgröße), aber variablen Mischungsverhältnissen. Zwischen gemessenen Mischungsverhältnissen ist Interpolation zulässig. Die Rechenmethode muss im Einklang mit den Prüfergebnissen stehen.

PCM-O: Für Objekte mit identischer Konstruktion, aber variablem Volumen und vergleichbarer Geometrie.  
Anmerkung: Die Geometrie kann so groß sein, dass sie nicht in die Versuchsanlage passt, z.B. Paneele gleicher Höhe und Breite aber variabler Länge. Dann ist die maximale Abmessung nicht prüfbar.

PCM-S: Innerhalb derselben Produktkategorie nach Vorgabe des Güteausschusses

PCM For composite materials with identical constituents (including identical particle size), but variable mixing ratios. Interpolation between measured mixing ratios is permissible. The calculation method must agree with test results.

PCM-O: For objects with an identical construction but variable volumes and comparable geometrical configuration. Note: The dimensions may be so large that the object does not fit inside the testing equipment, e.g. panels with the same width and thickness but variable length. Then the maximum dimension can not be tested.

PCM-S: Within the same product category according to the specifications of the Quality Committee.

### 3.2 Übertragbarkeit der Prüfergebnisse

Der Güteausschuss kann nach Anhörung eines Fremdüberwachungsinstitutes Prüfergebnisse auf Antrag auf nicht geprüfte Produktvarianten übertragen, wenn die Angaben des Herstellers auf dem anerkannten Stand der Technik oder nachvollziehbaren Prüfungen oder Berechnungen basieren.

### 3.3 Anpassung der Prüfungen an den Stand der Technik

Mit Rücksicht auf die dynamische Entwicklung der Messmethoden lässt der Güteausschuss in Abstimmung mit dem Fremdüberwachungsinstitut entsprechend dem Stand der Messtechnik laufend neue Messmethoden zu. Die Zulassung gilt ab Veröffentlichung im Internet unter [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de).

### 3.4 Genauigkeit der Messwerte

Zur Gewährleistung der Genauigkeit der Messwerte ist generell die Funktion und Genauigkeit des verwendeten Messsystems sicherzustellen.

### 3.5 Anforderung an die Probe

#### Probekörper

Der Probekörper (PCM, PCM-V, PCM-O) muss repräsentativ für das zu untersuchende Produkt sein und ist sorgfältig vorzubereiten und zu handhaben (Grundlage sollten entsprechende Herstellerangaben sein). Das Verfahren der Präparation der Probekörper ist zu protokollieren. Im Falle von PCM-S wird nach Festlegung durch die Gütegemeinschaft PCM e.V. ersatzweise das eingesetzte PCM-O, PCM-V oder PCM geprüft, bzw. die Übertragung bereits vorhandener Prüfergebnisse zugelassen, falls von der Gütegemeinschaft PCM e.V. gefordert.

#### Probendichte

Als Probendichte muss die minimale Dichte des PCM, PCM-V im Betriebstemperaturbereich verwendet werden (Toleranz +/- 1%).

### 3.2 Transferability of the test results

After consultation with an external monitoring institute, the Quality Committee can transfer test results on request to untested product variants if the manufacturer's specifications are based on recognized state of the art technology or plausible tests or calculations.

### 3.3 Adaptation of tests to the state of the art technology

Considering the dynamic development of measurement methods, the Quality Committee continually authorizes new measurement methods corresponding to the state of the art in measurement technology after consultation with the external monitoring institute. The authorization is valid from the date of Internet publication under [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de).

### 3.4 Accuracy of the measured values

As a general principle, the functionality and accuracy of the measurement system used is to be ensured to guarantee the accuracy of the measured values.

### 3.5 Sample requirements

#### Test sample

The test sample (PCM, PCM composite, PCM-O) must be typical of the product to be investigated and must be meticulously prepared and handled (based on the specifications in the corresponding manufacturer's data). The preparation procedure for test items must be documented.

In the case of PCM-S, after specification by the Quality Association PCM e.V., the PCM-O, PCM composite or PCM used can be tested as an alternative, or test results that are already available can be transferred if so required by the Quality Association PCM e.V.

#### Sample density

The minimum density of the PCM or PCM composite in the operating temperature range must be used as the sample density (tolerance  $\pm 1\%$ ).

### 3.6 Besondere Prüfbestimmungen für PCM und PCM-V

#### 3.6.1 Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge

##### 3.6.1.1 Bestimmung der gespeicherten Wärmemenge als Funktion der Temperatur

Die gespeicherte Wärmemenge wird nach einem der folgenden Messverfahren bestimmt:

- hf-DSC dynamische Messung mit konstanter Heiz- und Kühlrate,
- hf-DSC quasistationäre Messung mittels stufenweiser Aufheizung,
- m-DSC,
- T-History-Methode,
- CALVET-Kalorimeter,
- Mehrschicht-Kalorimeter-Verfahren.

##### 3.6.1.2 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM e.V. speziell zu

- Anzahl der Proben und Messungen,
- Verfahren zur Sicherstellung des thermischen Gleichgewichts innerhalb der Probe mit ausreichender Genauigkeit,
- Bestimmungen zur Messung der Phasenübergangstemperatur und gespeicherten Wärmemenge

zu beachten.

##### 3.6.1.3 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Die gespeicherte Wärmemenge als Funktion der Temperatur muss für den Fall des Heizens und des Kühlens angegeben werden, da sich in den meisten Fällen Unterschiede im Temperaturverlauf ergeben. Sie wird dabei in einem vorgegebenen Temperaturintervall tabelliert. Dies muss jeweils bezogen

- auf die Probenmasse in J/g
- auf das Probenvolumen in J/ml

geschehen. Dabei werden die Werte bezogen auf das Probenvolumen aus den Werten bezogen auf die Probenmasse durch Multiplikation mit der minimalen Probendichte im Betriebstemperaturbereich berechnet. Zum Beispiel:

T-Intervall/ T-Intervall [°C]	Stored heat/ gespeicherte Wärme [J/g]	Stored heat/ gespeicherte Wärme [J/ml]
19,5 – 20,5	2,1	3,0
20,5 – 21,5	2,2	3,2
21,5 – 22,5	2,5	3,6
22,5 – 23,5	3,2	4,6
23,5 – 24,5	4,3	6,2
24,5 – 25,5	10,5	15,2
25,5 – 26,5	25,6	37,1
26,5 – 27,5	45,3	65,7
27,5 – 28,5	64,3	93,2
28,5 – 29,5	7,8	11,3
29,5 – 30,5	3,1	4,5
30,5 – 31,5	3,0	4,4
31,5 – 32,5	3,1	4,5
32,5 – 33,5	3,0	4,4
33,5 – 34,5	3,1	4,5
Dichte bei 34°C [g/ml]	1,45	Density at 34°C [g/ml] 1,45

Bild 3.6.1.3: Beispielhafte Darstellung der gespeicherten Wärmemenge als Funktion der Temperatur im Heizfall

Figure 3.6.1.3: Graphic example of the stored heat as a function of temperature in the case of heating

### 3.6 Special testing specifications for PCM and PCM composites

#### 3.6.1 Phase transition temperature and stored heat

##### 3.6.1.1 Determining the stored heat as a function of temperature

The stored heat is determined according to one of the following measurement methods:

- hf-DSC dynamic measurement with constant rates of heating and cooling,
- hf-DSC quasi-stationary measurement with a step profile for heating,
- m-DSC,
- T-history method,
- CALVET calorimeter,
- multilayer calorimeter procedure.

##### 3.6.1.2 Performance of the measurement

When the measurements are made, the requirements of the Quality Association PCM e.V. must be observed, particularly with regard to

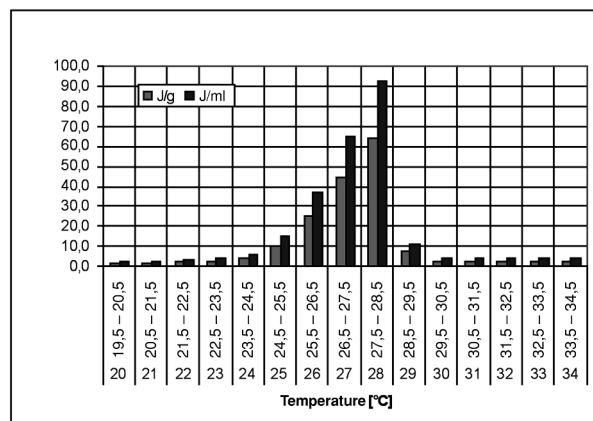
- number of samples and measurements,
- procedures to ensure thermal equilibrium within the sample with sufficient accuracy,
- regulations for measuring the phase transition temperature and stored heat.

##### 3.6.1.3 Contents of the test results and the test report

The stored heat as a function of temperature must be specified separately for the cases of heating and cooling, as there will be differences in the temperature profile in most cases. It is tabulated in a predetermined temperature range. This must be done in each case with respect to

- the sample mass in J/g
- the sample volume in J/ml.

The values with respect to the sample volume will be calculated from the values with respect to the sample mass by multiplication with the minimum sample density in the operating temperature range. For example:



Zudem ist die Nukleationstemperatur für den gewählten Betriebsbereich nach den Vorgaben der Gütegemeinschaft anzugeben.

### **3.6.2 Zyklenstabilität**

Die Untersuchung der Zyklenstabilität erfolgt zur Erteilung des Gütezeichens PCM und PCM-V.

In der Praxis wird für die thermische Zyklierung in der Regel eine speziell auf das vorliegende Produkt ausgelegte Apparatur angewendet, die in möglichst kurzer Zeit viele Zyklen durchlaufen kann. Die Eignung der verwendeten Apparatur ist durch die Gütegemeinschaft PCM e.V. bestätigen zu lassen.

#### **3.6.2.1 Prüfung der Qualitätskriterien**

In regelmäßigen Abständen hat eine Prüfung auf verschiedene Qualitätskriterien zu erfolgen. Neben den immer erforderlichen Kriterien Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge hat in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Probe eine Prüfung z.B. auf Massen- oder Wärmeleitfähigkeitsveränderungen zu erfolgen. Die Festlegung der zu prüfenden Qualitätskriterien und der einzuhaltenden Grenzwerte erfolgt durch die Gütegemeinschaft PCM e.V..

#### **Gespeicherte Wärmemenge:**

Die Bestimmung der gespeicherten Wärmemenge als zentrales Qualitätskriterium ist analog den Messvorschriften gemäß Abschnitt 3.6.1 Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge durchzuführen.

#### **Enthalpie-Temperatur-Verlauf:**

Abweichungen des Enthalpie-Temperatur-Verlaufs bei der Onset-, Offset- und Peaktemperatur sind zulässig, wenn die von der Gütegemeinschaft PCM e.V. vorgegebenen Grenzwerte eingehalten werden. Größere Abweichungen in mindestens einer der voran genannten Temperaturen sind als Schadensfall zu betrachten. Die Vorschriften der Messung sind Abschnitt 3.6.1 Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge zu entnehmen und anzuwenden.

#### **Dichtigkeit:**

Das Überprüfen der Dichtigkeit von verkapselten PCM ist durch geeignete Messverfahren zu bestimmen, die durch die Gütegemeinschaft PCM e.V. genehmigt werden.

#### **3.6.2.2 Zyklenklasse**

Abhängig von der Anzahl getesteter Zyklen sind die Klassen A-F erreichbar.

Je nach angestrebter Klasse sind neben der Startmessung zu Beginn der Zyklierung unterschiedlich häufige Kontrolluntersuchungen auf die unter 3.6.2.1 genannten Schadenskriterien durchzuführen. Hier sind die Klassen und die daraus resultierende Kontrollhäufigkeit aufgelistet.

Sensible Proben (beispielsweise hygroskopisch, verkapselt, usw.), bei denen die Probenentnahme für die Kontrollmessung einen Einfluss auf die Probenzusammensetzung haben kann, müssen als komplette Einheit (bspw. Beutel) entnommen werden und dürfen im Anschluss nicht weiter für die Zyklierung eingesetzt werden. Daher sollten von Beginn der Zyklierung an ge-

In addition, the nucleation temperature is to be specified for the selected operating range according to the requirements of the Quality Association.

### **3.6.2 Cycling stability**

The examination of the cycling stability is carried out to award the quality mark for PCM and PCM composites. In practice, usually thermal cycling is carried out using equipment that has been designed specially for the relevant product, which can go through many cycles in the shortest possible testing time. The suitability of the apparatus used needs to be confirmed by the Quality Association PCM e.V.

#### **3.6.2.1 Testing the quality criteria**

At regular intervals, tests need to be carried out on various quality criteria. Apart from the criteria phase transition temperature and stored heat that are always necessary, depending on the sample being examined, a test may need to be carried out on the changes of mass or thermal conductivity for example. The Quality Association PCM e.V. sets the quality criteria to be tested and the tolerances to be complied with.

#### **Stored heat:**

Determining the stored heat as a central quality criterion must be carried out analogously to the measurement regulations in accordance with section 3.6.1 Phase transition temperature and stored heat.

#### **Enthalpy-temperature profile:**

Deviations in the enthalpy-temperature profile for each of the onset, offset and peak temperatures are permissible providing the tolerances set by the Quality Association PCM e.V. are complied with. Greater deviations in at least one of these three temperatures are to be regarded as a case of damage. The measurement regulations can be found in the section 'Phase transition temperature and stored heat' and must be applied.

#### **Leak tightness:**

Checking the leak tightness of encapsulated PCM is to be carried out using suitable measurement procedures which are approved by the Quality Association PCM e.V.

#### **3.6.2.2 Cycle category**

Depending on the number of cycles tested, categories A – F are attainable.

Depending on the intended category, apart from the start measurement at the beginning of cycling, control measurements at various frequencies need to be carried out on the quality criteria listed in 3.6.2.1. The categories and the resulting control frequency are listed here.

Sensitive samples (e.g. hygroscopic, encapsulated, etc.), for which the sample composition can be affected by removal of part of the sample for a control measurement, must be removed as a complete unit (e.g. bag) and may not be used thereafter for further cycling. For this reason, a sufficient number of individual samples must be included from the beginning of

**Güte- und Prüfbestimmungen**  
**Quality and Test Specifications**

nügend Einzelproben eingesetzt werden. Für die Kontrollmessungen werden Proben aus der Zyklierapparatur entnommen und vermessen. Die entnommenen Proben dürfen nach der Kontrollmessung nicht weiter zyklisiert werden.

Wird die angestrebte Klasse nicht erreicht, kann die letzte belegbar bestandene Klasse vergeben werden.

Klassenbezeichnung	Zyklusanzahl	Überprüfung der Qualitätskriterien alle
A	≥ 10.000 Zyklen	1.000 Zyklen
B	≥ 5.000 Zyklen	500 Zyklen
C	≥ 1.000 Zyklen	250 Zyklen
D	≥ 500 Zyklen	100 Zyklen
E	≥ 100 Zyklen	25 Zyklen
F	≥ 50 Zyklen	10 Zyklen

*Tabelle 3.6.2.2: Zyklusklassen, benötigte Zykluszahl und Häufigkeit der Kontrollmessungen*

**3.6.2.3 Durchführung der Messung**

Die der Zyklierung zugrunde liegende Temperaturrampe wird anhand einer Messung der Gesamtenthalpie und des Enthalpie-Temperatur-Verlaufs nach Kapitel 3.6.1 für jedes zu prüfende Material definiert. Anhand dieser Messergebnisse werden die Umschalttemperaturen und zulässige obere und untere Antriebstemperatur bestimmt. Die Haltezeiten, sowie zulässige Mindest- und Höchsttemperaturen sind Herstellerangaben zu entnehmen. Für die Festlegung der Temperaturrampe sind die Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM e.V. insbesondere zur Definition des Messzyklus basierend auf:

- Temperaturgrenzen
- Zyklusbreite
- zulässige Heizraten
- verwendete On-/Offsettemperaturen

zu beachten.

Die Messwerte müssen mit geeigneter Messtechnik aufgezeichnet und zur Dokumentation der absolvierten Zyklen aufbewahrt werden.

Weiterführende Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM e.V. zur Messapparatur, Positionierung der Temperatursensoren und verwendeten Messtechnik sind zu beachten.

**3.6.2.4 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss Aufschluss über alle durchgeführten Messungen während der Zyklierung geben. Hierzu zählen insbesondere:

- Dokumentation der Initialmessungen
- Parameter der Temperaturrampe
- Dokumentation der Kontrollmessungen und Ergebnisse
- Nachweis über absolvierte Zyklen (z.B. durch angehängte Messdaten)
- evtl. Angabe aufgetretener Schadensfälle
- Angabe der erfolgreich geprüften Zyklusklasse

the cycling process. For the control measurements, samples are removed from the cycling apparatus and are measured. The samples removed may not be cycled any further after the control measurement.

If the intended category is not attained, then the last category proven to be passed can be awarded.

Category name	Number of cycles	Check the quality criteria every
A	≥ 10,000 cycles	1,000 cycles
B	≥ 5,000 cycles	500 cycles
C	≥ 1,000 cycles	250 cycles
D	≥ 500 cycles	100 cycles
E	≥ 100 cycles	25 cycles
F	≥ 50 cycles	10 cycles

*Table 3.6.2.2: Cycle categories, required number of cycles and frequency of control measurements*

**3.6.2.3 Performance of the measurement**

The temperature ramp that the cycling is based on is defined on the basis of a measurement of the whole enthalpy and the enthalpy temperature profile in accordance with section 3.6.1 for every material to be tested. The switching temperatures and upper and lower driving temperatures are determined on the basis of this measurement result. The duration of the pauses and the permissible lowest and highest temperatures should be taken from the manufacturer's specifications. To determine the temperature ramp, the specifications set out by the Quality Association PCM e.V. need to be complied with, in particular on defining the measurement cycle based on:

- Temperature limits
- Cycling width
- Permissible heating rates
- On-/Offset temperatures used.

The measured values must be recorded using suitable measurement technology and must be kept to document the cycles completed.

Further specifications of the Quality Association PCM e.V. on measurement apparatus, positioning the temperature sensors and measurement technology used are to be complied with.

**3.6.2.4 Contents of the test results and the test report**

The test report must provide information on all measurements carried out during cycling. This includes in particular:

- Documentation of the initial measurements
- Parameters of temperature ramp
- Documentation of the control measurements and results
- Proof of cycles completed (e.g. through attached measurement data)
- Where applicable, information on cases of damage
- Information on the cycle categories successfully tested

### 3.6.3 Wärmeleitfähigkeit

#### 3.6.3.1 Die Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Temperatur

Die Wärmeleitfähigkeit wird oberhalb und unterhalb des Schmelzpunktes bestimmt mit einer Genauigkeit von mindestens:

- ± 5 % in der Wärmeleitfähigkeit,
- ± 0,5 °C in der Temperatur.

Diese Genauigkeit entspricht zurzeit dem bekannten Stand der Technik. Höhere Anforderungen an die Genauigkeit können von der Gütegemeinschaft PCM e.V. bei Weiterentwicklung des Standes der Technik in der Zukunft gestellt werden.

#### 3.6.3.2 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit oberhalb und unterhalb des Schmelzpunktes

Geeignete Messverfahren nach aktuellem Kenntnisstand sind:

*Siehe Tabelle 3.6.3.2: Geeignete Messverfahren*

Aufgrund der jeweiligen Besonderheiten sind die Messverfahren für verschiedene PCM s unterschiedlich geeignet. Das jeweils am besten geeignete Messverfahren ist auszuwählen. Der Güteausschuss kann für bestimmte Produkte die Prüfung nur für einen Aggregatzustand vorsehen.

Weitere Messmethoden können von der Gütegemeinschaft PCM e.V. aufgrund neuer Erkenntnisse als geeignet eingestuft werden.

Bei allen genannten Messverfahren müssen die Temperaturmesspunkte und Messparameter so gewählt werden, dass Schmelzvorgänge in der Probe die Wärmeleitfähigkeitsbestimmung nicht beeinflussen. Dies hat anhand einer für das zu prüfende Material zwingend vorliegenden Enthalpiekurve zu erfolgen.

Zu Beginn jeder Einzelmessung muss das thermische Gleichgewicht innerhalb der Probe gewährleistet sein.

### 3.6.3 Thermal conductivity

#### 3.6.3.1 Thermal conductivity as a function of temperature

Thermal conductivity is determined above and below the melting point with an accuracy of at least:

- ± 5 % in the thermal conductivity,
- ± 0.5 °C in the temperature.

This accuracy currently corresponds to the known state of technology. More stringent demands on accuracy can be made in future by the Quality Association PCM e.V. if state of technology develops further.

#### 3.6.3.2 Determining the thermal conductivity above and below the melting point

According to the current state of knowledge, suitable measurement methods are:

*See Table 3.6.3.2: Suitable measurement methods*

Due to their individual characteristics, the measurement methods are not equally well suited for all PCM. The most suitable measurement method for the relevant sample should be selected. The Quality Committee can specify testing for only one state for certain products.

Other measurement methods can be categorized as being suitable by the Quality Association PCM e.V. on the basis of new findings.

In all of the listed measurement methods, the temperature measurement points and the measurement parameters must be chosen such that melting processes in the sample do not affect determining the thermal conductivity. This selection must be based on an enthalpy graph that must be available for the material to be tested.

At the start of every individual measurement, the thermal equilibrium within the sample must be warranted.

Probenart	Messverfahren (PCM fest)	Messverfahren (PCM flüssig)
Paraffine	Hitzdraht, GHP (Guarded Hot Plate) beschränkt	Hitzdraht
Salzhydrate	Hitzdraht, GHP beschränkt	Hitzdraht
Mikrogekapselte PCM	Hitzdraht, GHP	Hitzdraht
Verbundplatte Kohlenstoff/PCM	Stabapparatur nach DIN 51908, Hitzdraht, wenn Probe isotrop	Stabapparatur nach DIN 51908, Hitzdraht, wenn Probe isotrop
Verbundplatte Matrixmaterial/ Mikroverkapseltes PCM	GHP, Hitzdraht wenn Probe isotrop, Stabapparatur wenn Probe hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist (>0,4 W/(mK))	GHP, Hitzdraht wenn Probe isotrop, Stabapparatur wenn Probe hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist (>0,4 W/(mK))

Tabelle 3.6.3.2: Geeignete Messverfahren

Type of sample	Measurement procedure (PCM solid)	Measurement procedure (PCM liquid)
Paraffins	Hot wire, GHP (Guarded Hot Plate) to a limited extent	Hot wire
Salt hydrates	Hot wire, GHP to a limited extent	Hot wire
Micro-encapsulated PCM	Hot wire, GHP	Hot wire
Composite panel carbon/PCM	Rod instrument according to DIN 51908, Hot wire if sample isotropic	Rod instrument according to DIN 51908, Hot wire if sample isotropic
Composite panel matrix material/ micro-encapsulated PCM	GHP, Hot wire if sample isotropic, Rod instrument if the sample shows high thermal conductivity (>0.4 W/(mK))	GHP, Hot wire if sample isotropic, Rod instrument if the sample shows high thermal conductivity (>0.4 W/(mK))

Table 3.6.3.2: Suitable measurement methods

## **Güte- und Prüfbestimmungen** **Quality and Test Specifications**

Zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit der Prüfergebnisse ist die Funktion und Genauigkeit des verwendeten Messsystems unmittelbar vor einer Erstprüfung bzw. Fremdüberwachung durch Testmessungen an Standardmaterialien zu überprüfen und zu dokumentieren.

### **3.6.3.3 Durchführung der Messung**

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM e.V. speziell zu

- Anzahl der Proben und Messungen,
- den Besonderheiten bei der Probenpräparation bzw. bei der Vorbereitung des verwendeten Messverfahrens

zu beachten.

### **3.6.3.4 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht**

Folgende Punkte sollen Ziel der Prüfung sein, bzw. im Prüfbericht angegeben werden:

1. Benennung des eingesetzten Messverfahrens mit verfahrensspezifischen Parametern
2. Angabe der Wärmeleitfähigkeit bei vorgegebenen Temperaturen oberhalb und unterhalb des Schmelzpunktes bzw. Schmelzbereiches
3. Angabe der Probendichte zum Beginn und Ende der Messung
4. Angabe von Luftfeuchte, Raumtemperatur und Normaldruck während der Messung
5. Angabe von besonderen Beobachtungen während der Messung, z. B. „Ausflockung“ oder „Phasenseparation“.

## **3.7 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-O**

### **3.7.1 PCM Inhaltsstoffe**

Die PCM-Inhaltsstoffe sind schriftlich von einem PCM-Hersteller zu bestätigen, dem das Gütezeichen für das im PCM-V eingesetzte PCM oder PCM-V verliehen wurde.

### **3.7.2 Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge**

Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge sind aus den Daten der geprüften PCM-Inhaltsstoffe zu berechnen und anzugeben. Zudem ist der Grad der Unterkühlung für den gewählten Betriebsbereich nach den Vorgaben der Gütegemeinschaft für PCM-O anzugeben oder zu messen.

### **3.7.3 Reproduzierbarkeit des Phasenübergangs**

Ebenso wie PCM/ PCM-V. Die Dichtigkeit der Verkapselung ist dabei nach den Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM e.V. zu prüfen.

## **3.8 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-S**

### **3.8.1 PCM-Inhaltsstoffe**

Die PCM-Inhaltsstoffe sowie deren Zyklusklasse sind schriftlich von einem Hersteller zu bestätigen, dem das Gütezeichen für das im PCM-S eingesetzte PCM, PCM-V oder PCM-O verliehen wurde.

To ensure the reliability of test results, the functionality and accuracy of the measurement system used must be checked by test measurements on standard materials and must be documented immediately before an initial test or external monitoring

### **3.6.3.3 Performance of the measurement**

When the measurements are made, the requirements of the Quality Association PCM e.V., must be observed, particularly with regard to

- number of samples and measurements,
- special aspects of sample preparation or preparation of the measurement method used.

### **3.6.3.4 Contents of the test results and the test report**

The following points should be the aim of the test and should be stated in the test report:

1. Identification of the measurement method used with process-specific parameters
2. Specification of the thermal conductivity at predetermined temperatures above and below the melting point or the melting range
3. Specification of the sample density at the beginning and end of the measurement
4. Documentation of the humidity, room temperature and normal pressure during the measurement
5. Documentation of specific observations during the measurement, e.g. "precipitation" or "phase separation".

## **3.7 Special testing specifications for PCM-O**

### **3.7.1 PCM constituent materials**

The PCM constituents must be confirmed in writing by a PCM manufacturer who has been awarded the quality mark for PCM composites or PCM that are included in the PCM composite.

### **3.7.2 Phase transition temperature and stored heat**

Phase transition temperature and stored heat are to be calculated from the data of the tested PCM constituents and are to be listed. In addition, the degree of supercooling for the selected operating range is to be specified or measured according to the Quality Association's requirements for PCM-O.

### **3.7.3 Reproducibility of the phase transition**

Same as PCM / PCM composites. The leak tightness of the encapsulation needs to be tested according to the specifications set out by the Quality Association PCM e.V.

## **3.8 Special testing specifications for PCM-S**

### **3.8.1 PCM constituent materials**

The PCM constituent materials and their cycle category must be confirmed in writing by a manufacturer who has been awarded the quality mark for PCM, PCM composites or PCM-O that are used in the PCM-S.

### 3.8.2 Angaben zum Nutzwert

Der angegebene grundsätzliche Nutzwert ohne quantitative Differenzierung muss durch den Prüfbericht eines von der Gütegemeinschaft anerkannten Prüfinstituts bestätigt werden.

## 4 Überwachung

### 4.1 Allgemeines

Die Überwachung gliedert sich in:

#### Fremdüberwachung

- Erstprüfung,
- Fremdprüfung,
- Wiederholungsprüfung.

#### Eigenüberwachung

Die Auswahl der Prüflinge im Rahmen der Fremdüberwachung trifft das Fremdüberwachungsinstitut. Der Gütezeichenbenutzer kann Vorschläge unterbreiten. Die der Fremdüberwachung zu unterwerfenden Produkte sollen variieren. Ziel ist, dass die Reichweite der Prüfungen gemäß Abschnitt 3.1 eine möglichst hohe Anzahl von Produkten abdeckt.

### 4.2 Erstprüfung

Das Bestehen der Erstprüfung ist die Voraussetzung für die Verleihung und Führung des Gütezeichens der Gütegemeinschaft. Im Rahmen der Erstprüfung ist zu prüfen, ob die vom Antragsteller für das Gütezeichen angemeldeten PCM-Produkte die in den Güte- und Prüfbestimmungen niedergelegten Anforderungen lückenlos erfüllen. Der Antragsteller ist verpflichtet, der Gütegemeinschaft die für die Einleitung und Durchführung benötigten Unterlagen vollständig einzureichen und Produkte für die Fremdprüfung gemäß Abschnitt 4.4 zur Verfügung zu stellen.

Die Erstprüfung wird vom Güteausschuss der Gütegemeinschaft veranlasst, wobei mit der Durchführung der Prüfung das Bayerische Zentrum für angewandte Energieforschung e.V. oder das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme oder eine durch die Gütegemeinschaft anerkannte Prüfstelle oder ein vereidigter Sachverständiger beauftragt wird.

Die Erstprüfung dient darüber hinaus der Feststellung, ob die Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Einhaltung der Güte- und Prüfbestimmungen gegeben sind.

Erstprüfungen müssen bei

- der ersten Beantragung des Gütezeichens für ein Produkt,
- relevanten Produktänderungen

durchgeführt werden.

Von der Erstprüfung wird vom Fremdprüfer ein Prüfbericht erstellt. Dieser umfasst bei PCM, PCM-V, PCM-O und falls gefordert bei PCM-S:

- Name und Funktion des Prüfers,
- Name und Funktion des Laborleiters,
- Datum der Probenentnahme,
- genaue Probenbezeichnung,

### 3.8.2 Utility value specification

The specified fundamental utility without quantitative differentiation must be confirmed by the test report prepared by a testing institute recognized by the Quality Association.

## 4 Monitoring

### 4.1 General notes

Monitoring is divided up into the following types:

#### External monitoring

- initial test,
- external test,
- repeat test.

#### In-house monitoring

The selection of the samples to be tested within the scope of external monitoring is made by the external monitoring institute. The quality mark user can make suggestions. A variety of products should be subjected to external monitoring. The aim is that the scope of tests, as defined in Section 3.1, should cover as many products as possible.

### 4.2 Initial test

Passing the initial test is the precondition for being awarded and using the quality certificate of the Quality Association. Within the scope of the initial test, tests will be carried out to ensure the PCM products presented by the applicant for the quality mark fulfill the requirements specified in the quality and testing specifications in all respects. The applicant is obliged to submit to the Quality Association all documents required for initiating and carrying out the test and to provide products for external testing according to Section 4.4.

The initial test will be initiated by the Quality Committee of the Quality Association, which will commission the Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung e.V. or the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems or a testing authority that has been recognized by the Quality Committee or an expert under oath to carrying out the test.

Furthermore, the initial test serves to determine whether the preconditions exist for orderly compliance with the quality and testing specifications.

Initial tests must be carried out when

- an application for the quality mark for a product is submitted for the first time,
- relevant product changes have been made.

The external controller will prepare a test report on the initial test. For PCM, PCM composites, PCM-O and if required, for PCM-S, this includes:

- name and capacity of the controller,
- name and capacity of the laboratory manager,
- date sample was taken,
- exact name of sample,



## Güte- und Prüfbestimmungen Quality and Test Specifications

- Probenherkunft,
- Datum der Prüfung,
- Angabe der Probenpräparation,
- eingesetztes Messverfahren, mit vollständiger Angabe aller relevanten Messparameter,
- Angabe des Prüfergebnisses.

Der Antragsteller sowie der Güteausschuss der Gütegemeinschaft erhalten jeweils eine Ausfertigung des Prüfberichtes zugesandt.

### 4.3 Fremdprüfung

Die Fremdprüfung dient der Feststellung, ob die Güte- und Prüfbestimmungen sowie die für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen festgelegten Anforderungen vom Gütezeichenbenutzer noch erfüllt werden.

Die Gütezeichenbenutzer haben der fremdüberwachenden Stelle für Musterentnahmen Zugang zum Betrieb zu gewähren.

Im Rahmen der Fremdprüfung hat der Prüfer die Handhabung der innerbetrieblichen Eigenüberwachung zu überprüfen und die Ergebnisse auf Vollständigkeit und Schlüssigkeit zu bewerten.

Es sollen die von der Gütegemeinschaft vorgegebenen Protokolle verwendet werden, die im Internet unter [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de) heruntergeladen werden können.

Die Fremdprüfung wird stichprobenmäßig durchgeführt. Die Probenentnahme richtet sich nach statistischen Grundsätzen.

### 4.4 Wiederholungsprüfung

Werden im Rahmen der Fremdprüfung vom beauftragten Fremdprüfer Mängel in der Gütesicherung gemäß den Güte- und Prüfbestimmungen beim Gütezeichenbenutzer festgestellt, so hat er diese, unbenommen der Ausfertigung eines entsprechenden Prüfberichtes, umgehend der Gütegemeinschaft zu melden.

Hierauf kann der Vorstand der Gütegemeinschaft im Benehmen mit dem Güteausschuss eine Wiederholungsprüfung anordnen, wobei Zeitpunkt, Inhalt und Umfang dieser Prüfung vom Güteausschuss der Gütegemeinschaft festgelegt werden.

Wird auch die Wiederholungsprüfung nicht bestanden, so können vom Vorstand der Gütegemeinschaft im Benehmen mit dem Güteausschuss weitere Maßnahmen gemäß Abschnitt 5 der Durchführungsbestimmungen ergriffen werden.

### 4.5 Eigenüberwachung

Jeder Gütezeichenbenutzer hat zur Einhaltung der Güte- und Prüfbestimmungen eine kontinuierliche und jederzeit reproduzierbare Eigenüberwachung aller gütegesicherten PCM-Produkte durchzuführen.

**Über die Eigenüberwachung sind sorgfältige Aufzeichnungen (Dokumentation) vom Gütezeichenbenutzer anzufertigen.**

Diese Unterlagen sind in geeigneter Form fünf Jahre aufzubewahren und bei der Fremdüberwachung vorzulegen.

- origin of sample,
- date of test,
- specifications of sample preparation,
- measurement procedure applied, with complete specification of all relevant measurement parameters,
- test results.

The applicant and the Quality Committee of the Quality Association will each receive an official copy of the test report.

### 4.3 External test

External testing serves to determine whether the quality and testing specifications and the specified requirements for correct implementation of the tests are still being fulfilled by the quality mark user.

The quality mark users are required to grant the external monitoring institute access to the company to take samples.

As part of the external testing, the inspector must check the implementation of the in-house monitoring and must evaluate the completeness and consistency of the results.

The protocol specified by the Quality Association should be used for this purpose and can be downloaded from the internet at [www.pcm-ral.de](http://www.pcm-ral.de).

External testing will be carried out on the basis of random samples. Samples will be selected in accordance with statistical principles.

### 4.4 Repeat test

If, during external testing, the commissioned external inspector finds deficiencies in quality control by the quality mark user as specified by the quality and testing specifications, then he is obliged to report this without delay to the Quality Association, independently of completing the corresponding test report.

In response, after consultation with the Quality Committee, the executive board of the Quality Association can order a repeat external test, whereby the date, content and scope of the test will be determined by the Quality Committee of the Quality Association.

If the repeat external test is also failed, the executive board of the Quality Association, in consultation with the Quality Committee, can order that further measures be taken in compliance with Section 5 of the implementation regulations.

### 4.5 In-house monitoring

Every quality mark user must carry out continuous internal monitoring of all quality assured PCM products that is reproducible at all times.

**Meticulous records (documentation) are to be kept on internal monitoring by the quality mark user.**

These records and data are to be kept for five years in a suitable form and are to be made available for external monitoring.

## 4.6 Prüfkosten

Die Kosten jeder durchgeführten Überwachung oder Prüfung sind vom Antragsteller bzw. Gütezeichenbenutzer zu tragen.

## 4.7 Prüf- und Überwachungsberichte

Über jede vom beauftragten Fremdprüfer durchgeführte Prüfung oder Überwachung ist ein Prüfbericht anzufertigen. Der Antragsteller bzw. Gütezeichenbenutzer und die Geschäftsstelle der Gütegemeinschaft erhalten eine Ausfertigung des Prüfberichtes zugesandt.

## 5 Kennzeichnung

Produkte, die gemäß den Güte- und Prüfbestimmungen hergestellt worden sind und für die das Gütezeichen der Gütegemeinschaft verliehen worden ist, können mit dem nachfolgend abgebildeten Gütezeichen gekennzeichnet werden:



Für die Verleihung und Führung des Gütezeichens gelten ausschließlich die Durchführungsbestimmungen der RAL-Gütegemeinschaft PCM e.V.

## 6 Änderungen

Änderungen der Güte- und Prüfbestimmungen, auch redaktioneller Art, bedürfen zu ihrer Wirksamkeit der vorherigen schriftlichen Zustimmung von RAL. Sie werden durch Mitteilung des Vorstandes an die Benutzer des Gütezeichens nach einer angemessenen Übergangsfrist vom Vorstand der Gütegemeinschaft nach vorheriger Zustimmung der Mitgliederversammlung in Kraft gesetzt.

## 7 Glossar

### Abkürzungen

Phase Change Material	PCM
Phase Change Material-Verbunde	PCM-V
Phase Change Material-Objekte	PCM-O
Phase Change Material-Systeme	PCM-S
Differential Scanning Calorimeter	DSC

## 4.6 Test costs

The costs for each monitoring or test are to be borne by the applicant or quality mark user.

## 4.7 Test and monitoring reports

A test report must be written on every test or monitoring carried out by the external auditor commissioned. The applicant or quality mark user and the Offices of the Quality Association will each have a copy of the test report sent to them.

## 5 Product marking

Products which have been manufactured in compliance with the quality and testing specifications and which have been awarded the quality mark of the Quality Association may be marked with the quality mark as illustrated here:



The quality certificate and seal may be awarded and used solely in accordance with the implementation regulations of the RAL Quality Association PCM e.V.

## 6 Amendments

Amendments to the quality and testing specifications, also of an editorial nature, require prior written approval of RAL to become effective. After an appropriate transition period and after prior approval by a General Meeting of the members, they will put into force by the executive board of the Quality Association by notifying the quality mark users.

## 7 Glossary

### Abbreviations

Phase Change Material	PCM
Phase Change Material composites	PCM composite
Phase Change Material Objects	PCM-O
Phase Change Material Systems	PCM-S
Differential Scanning Calorimeter	DSC

## **Definitionen**

### **Begriffe zu Prüfverfahren und Messverfahren**

#### **Enthalpie**

Die Änderung der Enthalpie ist gleich der Wärme, die von einem System bei konstantem Druck aufgenommen bzw. abgegeben wird. Sie bezeichnet daher auch die Energiemenge, die im Phasenwechsel sowohl latent als auch spezifisch eingespeichert bzw. freigesetzt wird. Sie wird angegeben in J bzw. kJ pro Masseinheit oder pro Volumeneinheit.

#### **Dynamische Differenzkalorimetrie**

Die Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK) (engl.: differential scanning calorimetry (DSC)) ermöglicht die Messung der Änderung der Wärmestromdifferenz zur Probe und Vergleichsprobe, während diese einer Temperaturänderung unterworfen ist. Es lassen sich Aussagen zu latent und sensibel gespeicherten Wärmemenge als Funktion der Temperatur treffen.

Es wird unterschieden in:

#### **Heat Flux DSC (hf-DSC)**

Das hf-DSC ist eine dynamische Messung mit konstanter Heiz- und Kühlrate bzw. eine quasistationäre Messung mittels stufenweiser Aufheizung. Der Probe wird über eine definierte Wärmeleitstrecke Wärme zu- oder abgeführt und ihre Temperatur verändert. Die Messung erfolgt mit Hilfe von einzelnen punkt- oder plattenförmigen Thermoelementen.

#### **Calvet-DSC (CALVET-Kalorimeter)**

Das Calvet-DSC (CALVET-Kalorimeter) ist eine spezielle und seltene Bauform des hf-DSC für sehr große Proben. Hierin wird der Probe über eine große Anzahl von Thermoelementen (Thermosäule) Wärme zugeführt und ihre Temperatur verändert. Die Thermosäule zeigt eine gemittelte Oberflächentemperatur an. Verluste werden als symmetrisch angenommen und über die Referenz bestimmt.

#### **Temperaturmoduliertes DSC (m-DSC)**

Im m-DSC wird die Probentemperatur z.B. über eine lineare Temperaturrampe gescannt. Geringe, geräteeigene Wärmekapazitäten und -widerstände erlauben eine Überlagerung der linearen Rampe mit einer vergleichsweise kleinen Temperaturmodulation. Aus der Reaktion der Probe auf diese Temperaturmodulation ergibt sich die gespeicherte Wärme. Die Messung erfolgt mit Hilfe von einzelnen punkt- oder plattenförmigen Thermoelementen.

#### **Dreischicht-Kalorimeter-Verfahren**

Die wärmestrom-optimierte Temperaturkurven-Analyse im Dreischicht-Kalorimeter ist eine Messmethode zur Bestimmung von Wärmespeicherkapazitäten speziell von PCM in Probengrößen von bevorzugt 100 g. Hierzu wird die zu untersuchende Probe ggf. vakuumdicht in Aluminium-Verbundfolie eingefüllt und verschweißt bzw. feste Materialien zugeschnitten und ihr spezifisches Gewicht bestimmt. Der spezielle Aufbau wird dann in einem handelsüblichen Klimaschrank eingestellt. Die Auswertung erfolgt durch Abgleich mit einer Vergleichssubstanz.

## **Definitions**

### **Terms relating to testing and measurement procedures**

#### **Enthalpy**

The change in enthalpy is equal to the heat which is absorbed or released in a system under constant pressure. Thus, it is also used for the amount of energy which is stored or released during the phase change in the form of both latent and specific heat. The units are J (or kJ) per mass unit or per volume unit.

#### **Differential Scanning Calorimetry**

Dynamic Differential Scanning Calorimetry (DSC) allows measurement of the change in the heat flux difference between the sample and a comparison sample while these are subjected to a temperature change. Statements can be made on the stored amount of latent and specific heat as a function of temperature.

The following types of DSC are distinguished:

#### **Heat Flux DSC (hf-DSC)**

Heat flux DSC is a dynamic measurement with a constant heating and cooling rate or a quasi-stationary measurement achieved with a stepped heating profile. Heat is fed to or extracted from the sample via a defined heat-conducting path. The measurement is made with the help of individual spot or plate thermoelements.

#### **Calvet DSC (CALVET calorimeter)**

The Calvet DSC (CALVET Calorimeter) is a special and unusual version of hf-DSC for very large samples. In a CALVET calorimeter, heat is conducted to the sample via a large number of thermoelements (thermopile), changing the sample temperature. The thermopile displays an average surface temperature. Losses are assumed to be symmetric and are determined by using a reference.

#### **Temperature-modulated DSC (m-DSC)**

In m-DSC, the sample temperature is scanned following a linear temperature ramp for example. Small values of the intrinsic heat capacity and resistance of the equipment allow a relatively small temperature modulation to be superimposed on the linear ramp. The stored heat can be determined from the sample reaction to this temperature modulation. The measurement is made with the help of individual spot or plate thermoelements.

#### **Triple-layer calorimeter procedure**

The heat flux optimized temperature graph analysis in a triple-layer calorimeter is a measurement method to determine stored heat capacities especially of PCM in sample quantities of preferably 100 g. For this purpose, the sample to be examined is filled into aluminum laminated film or the film is cut to shape for solid materials and vacuum-sealed and the specific weight is determined. The special construction is then placed in a commercially available climatic chamber. The analysis is made by comparison with a reference material.

### **T-History-Methode**

Ein alternatives Verfahren stellt die T-History-Methode dar. Hierbei wird das Aufheiz- und Abkühlverhalten der Probe und einer Referenz in einer definierten Umgebung unter Anlegen eines festen Temperatursprungs erfasst. Aus dem Temperaturverlauf von Probe und Referenz werden die Kenndaten der Probe ermittelt.

### **Kenngrößen der Messverfahren**

#### **Nukleationstemperatur**

ist die Temperatur bei der die Kristallisation startet.

#### **Onset oder Peakanfangstemperatur**

ist die Temperatur, bei der die Messkurve von der extrapolierten Anfangsbasislinie abzuweichen beginnt. Sie markiert den Beginn des Schmelz-/Kristallisationsprozesses.

#### **Offset oder Peakendtemperatur**

ist die Temperatur, bei der die Messkurve wieder die extrapolierten Endbasislinie erreicht. Sie markiert das Ende des Schmelz-/Kristallisationsprozesses.

#### **Peak**

ist die Messkurve, die sich bei auftragen der Wärmemenge über der Temperatur im Bereich des Schmelzens/Kristallisierens ergibt.

#### **Peakbreite**

ist die Breite in °C, über die der Schmelz-/Kristallisationsprozess stattfindet.

### **T-History method**

The T-history method is an alternative procedure. The heating and cooling behavior of the sample and a reference in a defined environment are recorded while a fixed temperature change is applied. The sample properties are determined from the temperature profiles of the sample and the reference.

### **Characteristic parameters of the measurement procedures**

#### **Nucleation temperature**

is the temperature at which crystallization starts.

#### **Onset or peak onset temperature**

is the temperature at which the measured graph begins to deviate from the extrapolated initial baseline. It marks the beginning of the melting or crystallization process.

#### **Offset or peak end temperature**

is the temperature at which the measured curve rejoins the extrapolated final baseline. It marks the end of the melting or crystallization process.

#### **Peak**

is the section of the measurement plot of amount of heat versus temperature which corresponds to the melting / crystallization process.

#### **Peak width**

is the temperature interval in °C over which the melting or crystallization process takes place.

## Anhang 1

---

# Muster-Produktdatenblatt (Mindestangaben)

---

### 1. Stoff / Zubereitungs- und Firmenbezeichnung

Verwendung: Rohstoff

**Phase Change Materials**

Firma:

Notfallauskunft:

---

PCM verkapselt oder unverkapselt

Betriebsbereich

Maximal und minimal zulässige Temperatur

spezifisches Gewicht

besondere Lagerungshinweise

Angabe zulässiger Anwendungen

---

Phasenübergangstemperatur und gespeicherte Wärmemenge

Reproduzierbarer Phasenübergang (Zyklusklasse)

Wärmeleitfähigkeit

## Appendix 1

---

### Sample Product Data Sheet (Minimum requirements)

---

#### 1. Identification of material / preparation and company

Application: Raw material

##### **Phase Change Materials**

Company:

Emergency contact:

---

PCM encapsulated or not encapsulated

Operating range

Maximum and minimum permissible temperature

Specific weight

Special storage advice

Information on permissible applications

---

Phase transition temperature and stored heat

Reproducible phase transition (cycle category)

Thermal conductivity

## Anhang 2 (informativ)

### Apparatur zur Zyklisierung

Die Abbildung zu Anhang 2 dient als Beispiel. Sie zeigt schematisch den Aufbau einer universellen Zyklisierungsapparatur, in der sowohl mit Luft, Wasser- als auch Metallkontakt zyklisiert werden kann, je nach Bedarf der Anwendung. Die Proben werden in den Probenraum gegeben, der von vier Seiten temperiert werden kann. Es ist sowohl möglich, verkapselte Proben mit direktem Metallkontakt oder im Wasserbad zu zyklisieren. Pulverförmige Proben können über einen Einlageblock, der mehrere Vertiefungen enthält, in die Apparatur eingebracht werden. Der Deckel ist höhenverstellbar und schließt den Probenraum dicht ab, um den Wärmeverlust nach außen zu minimieren. Wird nur 1 Material zur selben Zeit zykliert, reicht ein Temperatursensor in der Mitte der Proben aus. Bei mehreren ähnlichen Materialien werden entsprechend mehrere Temperatursensoren benötigt. Die Temperierung der Metallflächen im Probenraum erfolgt über einen Wasserkreislauf, der z.B. über einen Thermostat geregelt wird.

Generell wird für die Zyklisierung kein apparativer Aufbau vorgeschrieben. Zulässig sind alle Aufbauten, die die Messvorschriften technisch umzusetzen. Verallgemeinert lässt sich empfehlen, verkapselte PCM und Mischprodukte mit integriertem PCM durch Kontakt mit einem Metall zu zyklisieren, während sich größere Stückzahlen an reinem PCM sehr effizient auch in Glaskolben in einem Wasserbad zyklisieren lassen.

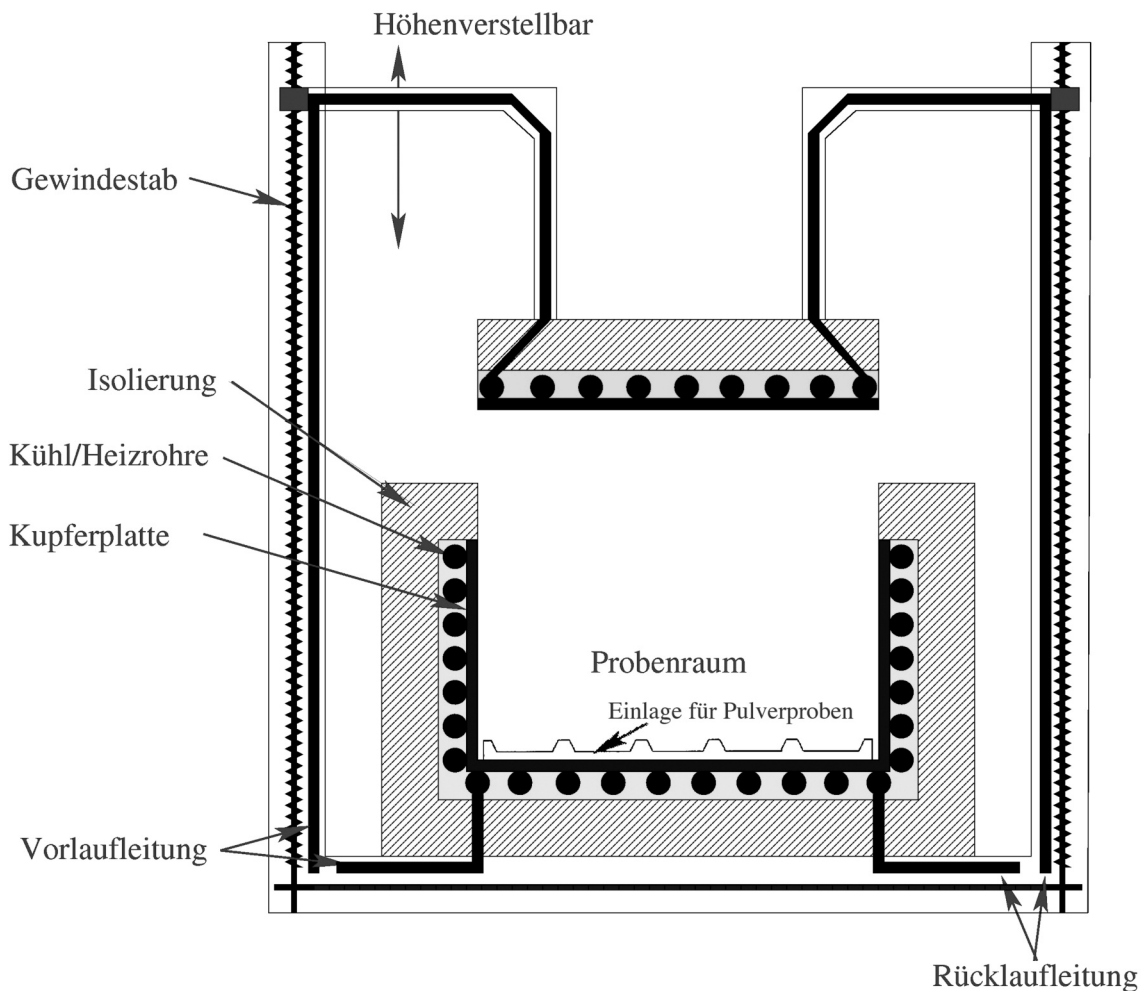


Abbildung zu Anhang 2: Schematischer Aufbau einer Zyklisierungsapparatur

## Appendix 2 (informative)

### Equipment for cycling

The figure in Appendix 2 serves as an example. It shows the schematic configuration of universal cycling equipment, in which air, water or metal contact can be used for temperature cycling, depending on the requirements of the application. The samples are inserted into the sample chamber, which can be temperature adjusted from four sides. It is possible to cycle encapsulated samples both via a direct metal contact or in a water bath. Powder samples can be filled into separate recesses of a block that can be inserted into the equipment. The height of the cover is adjustable and it seals the sample chamber as tightly as possible to minimize heat loss to the surroundings. If samples of only one material are cycled simultaneously, one temperature sensor in the center of the samples is sufficient. If samples of several similar materials are tested simultaneously, correspondingly more temperature sensors are required. The metal surfaces of the sample chamber are kept at the required temperature via a hydraulic circuit which is controlled by a thermostat for example.

In general, no particular equipment is specified for cycling. All types of equipment are permissible which technically implement the required measurement regulations. In general, it is recommended to cycle encapsulated PCM and mixed products with integrated PCM by contact with metal, whereas larger numbers of samples of pure PCM can be cycled very efficiently in a glass flask in a water bath.

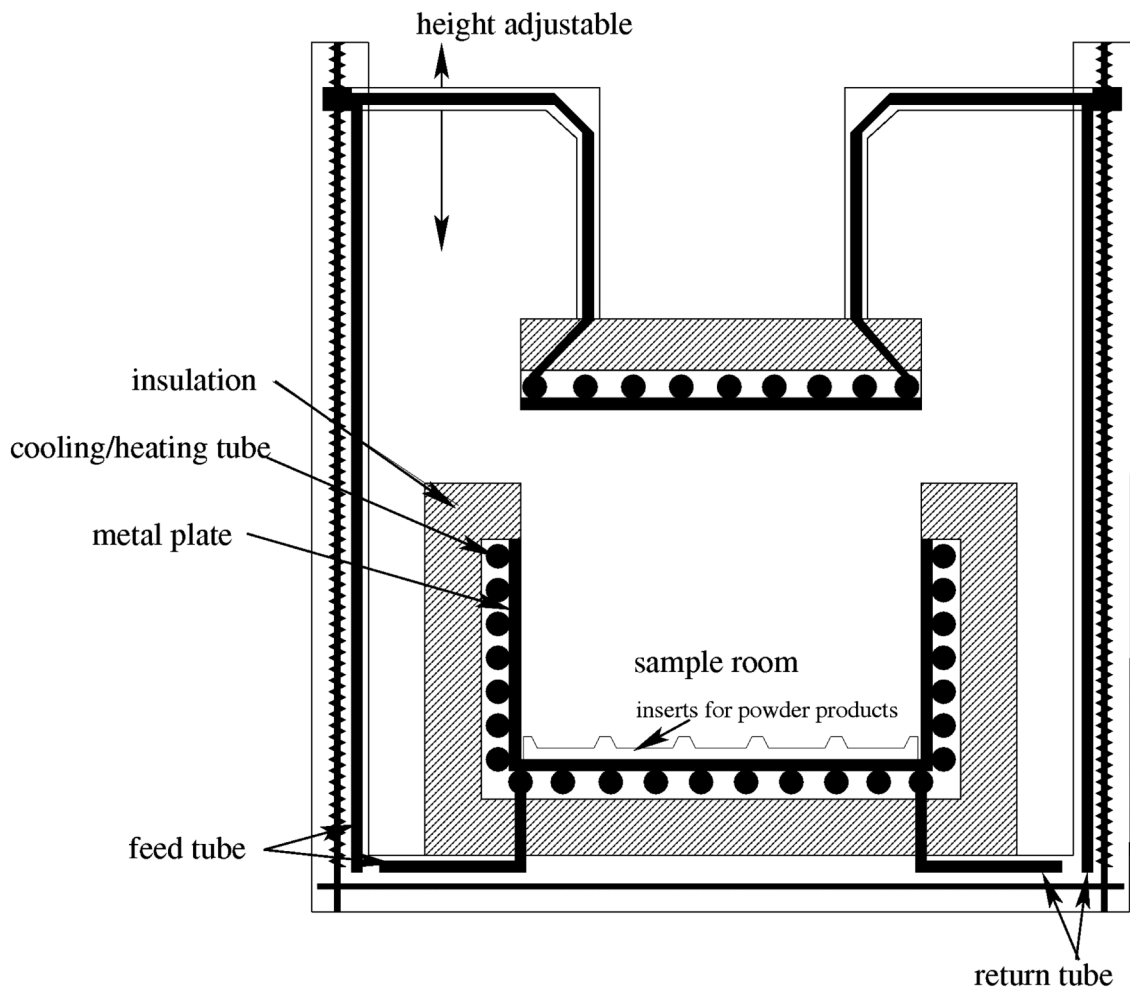


Figure for Appendix 2: Schematic configuration of equipment for temperature cycling



# Durchführungsbestimmungen für die Verleihung und Führung des Gütezeichens Phase Change Material (PCM)

## 1 Gütegrundlage

Die Gütegrundlage für das Gütezeichen besteht aus den Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Material, im Folgenden kurz PCM genannt. Sie werden in Anpassung an den technischen Fortschritt ergänzt und weiterentwickelt.

## 2 Verleihung

**2.1** Die Gütegemeinschaft PCM e.V. verleiht an Betriebe auf Antrag das Recht, das Gütezeichen der Gütegemeinschaft zu führen.

**2.2** Der Antrag ist schriftlich an die Geschäftsstelle der Gütegemeinschaft PCM e.V., Stuttgart, zu richten. Dem Antrag ist eine rechtsverbindlich unterzeichneter Verpflichtungsschein (Muster 1) beizufügen.

**2.3** Der Antrag wird vom Güteausschuss geprüft. Der Güteausschuss beauftragt vereidigte Sachverständige oder eine durch die Gütegemeinschaft anerkannte Prüfstelle mit diesen Aufgaben. Der mit der Prüfung Beauftragte hat sich vor Beginn seiner Prüfaufgaben zu legitimieren. Die Prüfkosten trägt der Antragsteller. Über das Prüfergebnis wird ein Zeugnis ausgestellt, dass der Güteausschuss dem Antragsteller und dem Vorstand der Gütegemeinschaft zustellt.

**2.4** Fällt die Prüfung positiv aus, verleiht der Vorstand der Gütegemeinschaft dem Antragsteller auf Vorschlag des Güteausschusses das Gütezeichen. Die Verleihung wird beurkundet (Muster 2). Fällt die Prüfung negativ aus, stellt der Güteausschuss den Antrag zurück. Er muss die Zurückstellung schriftlich begründen.

## 3 Benutzung

**3.1** Gütezeichenbenutzer dürfen das Gütezeichen nur für Erzeugnisse verwenden, die den Güte- und Prüfbestimmungen entsprechen.

**3.2** Die Gütegemeinschaft ist allein berechtigt, Kennzeichnungsmittel des Gütezeichens (Metallprägung, Prägestempel, Druckstoff, Plomben, Siegelmarken, Gummistempel u. ä.) herstellen zu lassen und an die Gütezeichenbenutzer auszugeben oder ausgeben zu lassen und die Verwendungsart näher festzulegen.

**3.3** Der Vorstand kann für den Gebrauch des Gütezeichens in der Werbung und in der Gemeinschaftswerbung besondere Vorschriften erlassen, um die Lauterkeit des Wettbewerbs zu wahren und Zeichenmissbrauch zu verhüten. Die Einzelwerbung darf dadurch nicht behindert werden. Für sie gilt die gleiche Maxime der Lauterkeit des Wettbewerbs.

# Implementation regulations for awarding and using the quality mark Phase Change Material (PCM)

## 1 Quality basis

The quality basis for the quality mark consists of the quality and testing specifications for Phase Change Material, in the following referred to as PCM. They will be supplemented and developed further in line with technical progress.

## 2 Awarding

**2.1** The Quality Association PCM e.V. awards companies the right upon application to bear the quality mark of the Quality Association.

**2.2** The application needs to be made in writing to the Office of the Quality Association PCM e.V., Stuttgart. A notice of obligation (pattern 1) with a legally binding signature on it needs to be enclosed with the application.

**2.3** The application will be reviewed by the Quality Committee. The Quality Committee commissions accredited experts or a testing facility it has recognized to carry out these tasks. The person commissioned to carry out the test must prove his legitimacy before starting. The applicant will bear the costs of testing. A certificate is issued on the test results which the Quality Committee sends to the applicant and the Executive Board of the Quality Association.

**2.4** If the test is positive, the Executive Board of the Quality Association awards the applicant the quality mark as suggested by the Quality Committee. This award is certified (pattern 2). If the test is negative, the Quality Committee defers the application. The deferral must be justified in writing.

## 3 Usage

**3.1** Users of the quality mark may only use the quality mark for products which comply with the quality and test regulations.

**3.2** The Quality Association alone is entitled to have markers for the quality mark manufactured (metal embossing, dies, printed material, seals, signets, rubber stamps etc.) and to issue them or have them issued to users of the quality mark and to determine the type of use in greater detail.

**3.3** The Executive Board can issue special rules and regulations concerning the use of the quality mark in advertising and in association advertising to maintain the integrity of competition and to prevent misuse of the mark. Individual advertising may not be hindered by this. The same maxim of integrity applies to this.

**3.4** Ist das Zeichenbenutzungsrecht rechtskräftig entzogen worden, sind die Verleihungsurkunde und alle Kennzeichnungsmittel des Gütezeichens zurückzugeben; ein Anspruch auf Rückerstattung besteht nicht. Das gleiche gilt, wenn das Recht, das Gütezeichen zu benutzen, auf andere Weise erloschen ist.

## **4 Überwachung**

**4.1** Die Gütegemeinschaft ist berechtigt und verpflichtet, die Benutzung des Gütezeichens und die Einhaltung der Güte- und Prüfbestimmungen zu überwachen. Die Kontinuität der Überwachung ist RAL durch einen Überwachungsvertrag mit einem neutralen Prüfinstitut oder Prüfbeauftragten nachzuweisen.

**4.2** Jeder Gütezeichenbenutzer hat selbst dafür vorzusorgen, dass er die Güte- und Prüfbestimmungen einhält. Ihm wird eine laufende Qualitätskontrolle zur Pflicht gemacht. Er hat die betrieblichen Eigenprüfungen sorgfältig aufzuzeichnen. Der Beauftragte des Güteausschusses kann jederzeit die Aufzeichnungen einsehen. Der Gütezeichenbenutzer unterwirft seine gütegesicherten Erzeugnisse den Überwachungsprüfungen durch den Beauftragten des Güteausschusses im Umfang und Häufigkeit entsprechend den zugehörigen Forderungen der Güte- und Prüfbestimmungen. Er trägt die Prüfkosten.

**4.3** Prüfer können jederzeit im Betrieb des Gütezeichenbenutzers gütegesicherte Erzeugnisse überprüfen und einsehen. Prüfer können den Betrieb während der Betriebsstunden jederzeit besichtigen.

**4.4** Fällt eine Prüfung negativ aus oder wird ein Erzeugnis beanstandet, lässt der Güteausschuss die Prüfung wiederholen.

**4.5** Über jedes Prüfergebnis ist ein Zeugnis vom beauftragten Prüfinstitut auszustellen. Die Gütegemeinschaft und der Gütezeichenbenutzer erhalten davon je eine Ausfertigung.

**4.6** Werden Erzeugnisse unberechtigt beanstandet, trägt der Beanstandende die Prüfungskosten; werden sie zu Recht beanstandet, trägt sie der betroffene Gütezeichenbenutzer.

## **5 Ahndung von Verstößen**

**5.1** Werden vom Güteausschuss Mängel in der Gütesicherung festgestellt, schlägt er dem Vorstand der Gütegemeinschaft Ahndungsmaßnahmen vor. Diese sind je nach Schwere des Verstoßes:

5.1.1 Zusätzliche Aufgaben im Rahmen der Eigenüberwachung,

5.1.2 Vermehrung der Fremdüberwachung,

5.1.3 Verwarnung,

5.1.4 Vertragsstrafe bis zur Höhe von € 10.000,-,

5.1.5 befristeter oder dauernder Gütezeichenentzug.

**5.2** Gütezeichenbenutzer, die gegen Abschnitt 3 oder 4 verstoßen, können verwarnt werden.

**5.3** Statt einer Verwarnung kann eine Vertragsstrafe bis zu € 10.000,- für jeden Einzelfall verhängt werden. Die Vertrags-

**3.4** If the right to use the mark has been legally removed, then the certificate of the award and all markers of the quality mark must be returned; there is no right to reimbursement. The same applies if the right to use the quality mark has expired for other reasons.

## **4 Monitoring**

**4.1** The Quality Association is entitled and obliged to monitor use of the quality mark and compliance with the quality and testing specifications. Continuity of monitoring is to be proven to RAL by a monitoring agreement with a neutral testing institute or testing agent.

**4.2** Every quality mark user must take their own measures to ensure that the quality and test regulations are complied with. Continuous quality control becomes obligatory. Company-internal tests carried out must be meticulously recorded. The Quality Committee representative can view the records at any time. The user of the quality mark subjects his quality mark assured products to the monitoring tests of the Quality Committee representative to the extent and frequency appropriate for the corresponding requirements of the quality and testing specifications. He will bear the testing costs.

**4.3** Controllers can check and view quality mark assured products of the quality mark user at his premises at any time. Controllers can view the plant during operating hours at any time.

**4.4** If a test is negative or if fault is found with a product, then the Quality Committee will have the test repeated.

**4.5** A certificate is to be issued on every test result attained by the commissioned testing institute. The Quality Association and the quality mark user will each be given an official copy of this.

**4.6** If fault is unjustly found with products, then the faultfinder will bear the test costs; if fault is justly found with them, then the costs will be borne by the respective user of the quality mark.

## **5 Penalties for contravention**

**5.1** If deficiencies are ascertained in quality assurance by the Quality Committee, then the committee will suggest penalties to the Executive Board of the Quality Association. These are, depending on the seriousness of the contravention:

5.1.1 Additional tasks within the framework of internal monitoring,

5.1.2 Increase in external monitoring,

5.1.3 A warning,

5.1.4 Contract penalty up to € 10,000.-,

5.1.5 Temporary or permanent withdrawal of the quality mark.

**5.2** Quality mark users who contravene sections 3 or 4 can be given a warning.

**5.3** Instead of a warning, a contract penalty of up to € 10,000.- can be imposed for each individual case. The

strafe ist binnen 14 Tagen, nachdem der Bescheid rechtskräftig ist, an die Gütegemeinschaft PCM e.V. zu zahlen.

**5.4** Die unter Abschnitt 5.1 genannten Maßnahmen können miteinander verbunden werden.

**5.5** Gütezeichenbenutzer, die wiederholt oder schwerwiegend gegen Abschnitt 3 oder 4 verstoßen, wird das Gütezeichen befristet oder dauernd entzogen. Das gleiche gilt für Gütezeichenbenutzer, die Prüfungen verzögern oder verhindern.

**5.6** Vor allen Maßnahmen ist der Betroffene zu hören.

**5.7** Die Ahndungsmaßnahmen nach den Abschnitten 5.1–5.5 werden mit ihrer Rechtskraft wirksam.

**5.8** In dringenden Fällen kann der Vorsitzende der Gütegemeinschaft das Gütezeichen mit sofortiger Wirkung vorläufig entziehen. Dies ist innerhalb von 14 Tagen vom Vorstand der Gütegemeinschaft zu bestätigen.

## **6 Beschwerde**

**6.1** Gütezeichenbenutzer können gegen Ahndungsbescheide binnen 4 Wochen nachdem sie zugestellt sind, beim Güteausschuss Beschwerde einlegen.

**6.2** Verwirft der Güteausschuss die Beschwerde, so kann der Beschwerdeführer binnen 4 Wochen, nachdem der Bescheid zugestellt ist, den Rechtsweg beschreiten.

## **7 Wiederverleihung**

Ist das Gütezeichenbenutzungsrecht entzogen worden, kann es frühestens nach drei Monaten wieder verliehen werden. Das Verfahren bestimmt sich nach Abschnitt 2. Der Vorstand der Gütegemeinschaft kann jedoch zusätzlich Bedingungen auferlegen.

## **8 Änderungen**

Diese Durchführungsbestimmungen nebst Mustern (Verpflichtungsschein, Verleihungsurkunde) sind von RAL anerkannt. Änderungen, auch redaktioneller Art, bedürfen zu ihrer Wirksamkeit der vorherigen schriftlichen Zustimmung von RAL. Sie treten in einer angemessenen Frist, nachdem sie vom Vorstand der Gütegemeinschaft bekannt gemacht worden sind, in Kraft.

contract penalty must be paid to the Quality Association PCM e.V. within 14 days once the notification has become legally binding.

**5.4** The measures taken under section 5.1 can be combined.

**5.5** Users of the quality mark who repeatedly or seriously contravene sections 3 or 4 will have the quality mark temporarily or permanently removed. The same applies to quality mark users who delay or prevent testing.

**5.6** The person concerned must be listened to before any measures are taken.

**5.7** The penalties according to sections 5.1 – 5.5 become effective with their legal validity.

**5.8** In urgent cases the chairman of the Quality Association can temporarily withdraw the quality mark with immediate effect. This then has to be confirmed within 14 days by the executive board of the Quality Association.

## **6 Complaint**

**6.1** Users of the quality mark can object to the Quality Committee against notifications of penalties within 4 weeks of them being delivered.

**6.2** If the Quality Committee rejects the complaint, then the appellant can take legal recourse within 4 weeks of the notification being delivered.

## **7 Reinstatement**

If the right to use the quality mark has been withdrawn, then it can not be reinstated for at least three months. Procedure is determined in accordance with section 2. The Executive Board of the Quality Association can, however, impose additional conditions.

## **8 Amendments**

These implementation regulations and samples (commitment note, certificate of the award) are recognized by RAL. Amendments, including editorial ones, need prior permission from RAL in writing to be effective. They come into force within a suitable period after the Executive Board of the Quality Association having given notice of them.

# Verpflichtungsschein

1. Der Unterzeichnende/die unterzeichnende Firma beantragt hiermit bei der Gütegemeinschaft PCM e.V.
  - die Aufnahme als Mitglied,\*
  - die Verleihung des Rechts zur Führung des Gütezeichens PCM\*
  
2. Der Unterzeichnende/die unterzeichnende Firma bestätigt, dass
  - die Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Materials (PCM),
  - die Satzung der Gütegemeinschaft PCM e.V.,
  - die Gütezeichen-Satzung,
  - die Durchführungsbestimmungen mit Mustern 1 und 2,

zur Kenntnis genommen und hiermit ohne Vorbehalt als für sich verbindlich anerkannt hat.

\_\_\_\_\_  
(Ort und Datum)

\_\_\_\_\_  
(Stempel und Unterschrift des Antragstellers)

\_\_\_\_\_  
\* Zutreffendes bitte ankreuzen

# Notice of Obligation

1. The undersigned/the undersigning company hereby applies to the Quality Association PCM e.V. to
  - be accepted as a member,\*
  - be awarded the right to bear the quality mark PCM\*
  
2. The undersigned/the undersigning company confirms that
  - the quality and testing specifications for Phase Change Materials (PCM),
  - the statutes of the Quality Association PCM e.V.,
  - the quality mark statutes,
  - the implementation regulations with patterns 1 and 2,

have been acknowledged and are hereby recognized as being unconditionally binding.

\_\_\_\_\_  
(Place and Date)

\_\_\_\_\_  
(Stamp and signature of applicant)

\_\_\_\_\_  
\* please tick where applicable

# Verleihungs-Urkunde

Die Gütegemeinschaft PCM e.V.  
verleiht hiermit  
aufgrund des ihrem Güteausschuss vorliegenden Prüfberichtes

\_\_\_\_\_  
(der Firma)

das von RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin,  
anerkannte und durch Eintragung beim Deutschen Patent- und Markenamt als Kollektivmarke  
geschützte

**„Gütezeichen PCM“**



....., den .....

Gütegemeinschaft PCM e.V.

\_\_\_\_\_  
Der Vorsitzende

\_\_\_\_\_  
Der Geschäftsführer

# Awarding certificate

The Quality Association PCM e.V.  
hereby awards  
on the basis of the test report available to its Quality Committee

\_\_\_\_\_  
(the company)

## the "Quality mark PCM"

recognized by the RAL Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.,  
Sankt Augustin, and protected by registration at the German Patent and Trademark Office  
as a collective mark



....., the .....  
Quality Association PCM e.V.

\_\_\_\_\_  
The Chairperson

\_\_\_\_\_  
The Managing Director



## **HISTORIE**

Die deutsche Privatwirtschaft und die damalige deutsche Regierung gründeten 1925 als gemeinsame Initiative den Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (RAL). Das gemeinsame Ziel lag in der Vereinheitlichung und Präzisierung von technischen Lieferbedingungen. Hierzu brauchte man festgelegte Qualitätsanforderungen und deren Kontrolle – das System der Gütesicherung entstand. Zu ihrer Durchführung war die Schaffung einer neutralen Institution als Selbstverwaltungsorgan aller im Markt Beteiligten notwendig. Damit schlug die Geburtsstunde von RAL. Seitdem liegt die Kompetenz zur Schaffung von Gütezeichen bei RAL.

## **RAL HEUTE**

RAL agiert mit seinen Tätigkeitsbereichen als unabhängiger Dienstleister. RAL ist als gemeinnützige Institution anerkannt und führt die Rechtsform des eingetragenen Vereins. Seine Organe sind das Präsidium, das Kuratorium, die Mitgliederversammlung sowie die Geschäftsführung.

Als Ausdruck seiner Unabhängigkeit und Interessensneutralität werden die Richtlinien der RAL-Aktivitäten durch das Kuratorium bestimmt, das von Vertretern der Spitzenorganisationen der Wirtschaft, der Verbraucher, der Landwirtschaft, von Bundesministerien und weiteren Bundesorganisationen gebildet wird. Sie haben dauerhaft Sitz und Stimme in diesem Gremium, dem weiterhin vier Gütegemeinschaften als Vertreter der RAL-Mitglieder von der Mitgliederversammlung hinzugewählt werden.

## **RAL KOMPETENZFELDER**

- RAL schafft Gütezeichen
- RAL schafft Registrierungen, Vereinbarungen und RAL-Testate

**RAL DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E.V.**

*Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin, Tel.: +49 (0) 22 41-16 05-0, Fax: +49 (0) 22 41-16 05-11  
E-Mail: RAL-Institut@RAL.de · Internet: www.RAL.de*





## **History**

The Reichsausschuss für Lieferbedingungen (RAL) – Committee of the German Reich for Terms and Conditions of Sale – was founded in 1925 as a combined initiative of the German private sector and the German government of that time. The joint aim was the standardization and clear definition of precise technical terms of delivery. For this purpose, fixed quality standards and their control were needed – the system of quality assurance was born. Its implementation required the creation of an independent and neutral institution as a self-governing body of all parties active in the market. That was the moment of birth for RAL and ever since that time it has been the competent authority for the creation of quality labels.

## **RAL Today**

RAL acts as an independent service provider in its fields of activity. It is recognized as a non-profit organization and organized in the legal form of a registered association. Its organs are Executive Committee, Board of Trustees, General Assembly of Members and the management.

RAL's independent and neutral position finds expression in the fact that the principles of its activities are established by the Board of Trustees which is composed of representatives from the leading organizations representing industry, consumers, agriculture, the federal ministries and other federal bodies. They have a permanent seat and vote on that body. In addition to them, the General Assembly of Members elects four quality assurance associations on the Board of Trustees as representatives of the RAL members.

## **RAL's Areas of Competence**

- RAL creates Quality Marks
- RAL is responsible for registrations, agreements and RAL certificates

**RAL DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E.V.**  
**(RAL GERMAN INSTITUTE FOR QUALITY ASSURANCE AND CERTIFICATION)**

*Siegburger Straße 39 · D-53757 Sankt Augustin,  
Phone: +49 (0) 22 41-16 05-0 · Fax: +49 (0) 22 41-16 05-11  
E-mail: [RAL-Institut@RAL.de](mailto:RAL-Institut@RAL.de) · Internet: [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)*