



Phase Change Materials (Phasenwechselmaterial)

**Gütesicherung
Quality Assurance**

RAL-GZ 896

Ausgabe August 2025
Edition August 2025



Herausgeber:

RAL Deutsches Institut für
Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.
Fränkische Straße 7
53229 Bonn

Tel.: +49 (0)228 6 88 95-0
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.

© 08/2025, RAL, Bonn

Preisgruppe 8

Für die Anwendung der Gütesicherung Phase Change
Materials gilt ausschließlich die deutsche Ausgabe der
Gütesicherung.

Zu beziehen durch:

DIN Media GmbH
Burggrafenstraße 6 · 10787 Berlin
Tel.: +49 (0)30 58 88 57 00-70
E-Mail: kundenservice@dinmedia.de
Internet: www.dinmedia.de

Published by

RAL Deutsches Institut für
Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.
Fränkische Straße 7
53229 Bonn

Phone: +49 (0)228 6 88 95-0
E-Mail: RAL-Institut@RAL.de
Internet: www.RAL.de

Reproduction – in whole or in part – is prohibited.

All rights reserved, including translation into other
languages.

© 08/2025, RAL, Bonn

Price group 8

In any case of doubt, the German language version shall
prevail.

To be purchased from:

DIN Media GmbH
Burggrafenstrasse 6 · 10787 Berlin
Phone: +49 (0)30 58 88 57 00-70
E-Mail: kundenservice@dinmedia.de
Internet: www.dinmedia.de

**Phase Change Material
(Phasenwechselmaterial)**

**Gütesicherung
Quality Assurance
RAL-GZ 896**

**Gütegemeinschaft PCM e.V.
Quality Association PCM
Iltisweg 6
72336 Balingen
Tel.: (07433) 386 91 76
E-Mail:
pcm@kellencompany.com**



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 gemeinsam erarbeitet worden. Im März 2025 wurde die Gütesicherung im Rahmen eines Revisionsverfahrens überarbeitet.

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. In march 2025, the quality assurance was revised as part of a revision process.

Bonn, im August 2025
Bonn, August 2025

RAL DEUTSCHES INSTITUT
FÜR GÜTESICHERUNG
UND KENNZEICHNUNG E.V.

Inhalt

Table of Contents

	Seite
Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Materials – PCM (Phasenwechselmaterial)	
1 Geltungsbereich	4
1.1 Begriffsbestimmungen	4
2 Gütebestimmungen	5
2.1 Anforderungen an PCM und PCM-C	5
2.1.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie.....	5
2.1.2 Wärmeleitfähigkeit	5
2.1.3 Zyklusstabilität	6
2.2 Anforderungen an PCM-O	7
2.2.1 Eingesetztes PCM	7
2.2.2 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie.....	7
2.2.3 Zyklusstabilität	7
2.3 Anforderungen an PCM-S.....	7
2.3.1 Eingesetztes PCM	7
2.3.2 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie.....	7
2.3.3 Zyklusstabilität	7
2.4 Produktdatenblatt	7
3 Prüfbestimmungen	8
3.1 Übertragbarkeit der Prüfergebnisse.....	8
3.2 Anpassung der Prüfungen an den Stand der Technik	9
3.3 Genauigkeit der Messwerte.....	9
3.4 Anforderung an die Probe.....	9
3.5 Besondere Prüfbestimmungen für PCM und PCM-C	9
3.5.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie.....	9
3.5.1.1 Zulässige Messverfahren.....	9
3.5.1.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	9
3.5.1.3 Durchführung der Messung	11
3.5.2 Wärmeleitfähigkeit	11
3.5.2.1 Zulässige Messverfahren.....	11
3.5.2.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	12
3.5.2.3 Durchführung der Messung	12
3.5.3 Zyklusstabilität.....	12
3.5.3.1 Zulässige Messverfahren.....	12
3.5.3.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	12
3.5.3.3 Durchführung der Messung	12
3.5.3.4 Prüfung der Gütekriterien	12
3.6 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-O	13
3.6.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie.....	13
3.6.1.1 Zulässige Mess- oder Berechnungsverfahren	13
3.6.1.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	13
3.6.1.3 Durchführung der Messung	13
3.6.2 Dichtigkeit der Verkapselung	13
3.6.2.1 Zulässige Messverfahren.....	13
3.6.2.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht	14
3.6.2.3 Durchführung der Messung	14

	Page
Quality and testing specifications for Phase Change Materials – PCM	
1 Scope	4
1.1 Definition of Terms.....	4
2 Quality specifications	5
2.1 Requirements of PCM and PCM-C.....	5
2.1.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy	5
2.1.2 Thermal conductivity.....	5
2.1.3 Cycling stability	6
2.2 Requirements of PCM-O.....	7
2.2.1 Used PCM.....	7
2.2.2 Phase transition temperature range and stored thermal energy	7
2.2.3 Cycling stability	7
2.3 Requirements of PCM-S.....	7
2.3.1 Used PCM.....	7
2.3.2 Phase transition temperature range and stored thermal energy	7
2.3.3 Cycling stability	7
2.4 Product data sheet	7
3 Testing specifications	8
3.1 Transferability of test results.....	8
3.2 Adaptation of tests to the state of the art technology	9
3.3 Accuracy of the measured values	9
3.4 Sample requirements	9
3.5 Special testing specifications for PCM and PCM-C	9
3.5.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy	9
3.5.1.1 Permitted measurement methods.....	9
3.5.1.2 Contents of the test results and the test report.....	9
3.5.1.3 Execution of the measurement	11
3.5.2 Thermal conductivity.....	11
3.5.2.1 Permitted measurement methods.....	11
3.5.2.2 Contents of the test results and the test report.....	12
3.5.2.3 Execution of the measurement	12
3.5.3 Cycling stability	12
3.5.3.1 Permitted measurement methods.....	12
3.5.3.2 Contents of the test results and the test report.....	12
3.5.3.3 Execution of the measurement	12
3.5.3.4 Testing the quality criteria	12
3.6 Special testing specifications for PCM-O...	13
3.6.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy	13
3.6.1.1 Permitted measurement and calculation methods.....	13
3.6.1.2 Contents of the test results and the test report.....	13
3.6.1.3 Execution of the measurement	13
3.6.2 Leak tightness of the encapsulation	13
3.6.2.1 Permitted measurement methods.....	13
3.6.2.2 Contents of the test results and the test report.....	14
3.6.2.3 Execution of the measurement	14

Inhalt

	Seite
3.6.3	Zyklusstabilität..... 14
3.6.4	Segregation 14
3.6.4.1	Zulässige Messverfahren..... 14
3.6.4.2	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht 14
3.6.4.3	Durchführung der Messung 14
3.7	Besondere Prüfbestimmungen für PCM-S 14
3.7.1	Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie..... 14
3.7.1.1	Zulässige Mess- oder Berechnungsverfahren 15
3.7.1.2	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht 15
3.7.1.3	Durchführung der Messung 15
3.7.2	Dichtigkeit der Verkapselung 15
3.7.2.1	Zulässige Messverfahren..... 15
3.7.2.2	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht 15
3.7.2.3	Durchführung der Messung 15
3.7.3	Zyklusstabilität..... 16
3.7.4	Segregation 16
3.7.4.1	Zulässige Messverfahren..... 16
3.7.4.2	Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht 16
3.7.4.3	Durchführung der Messung 16
4	Überwachung 16
4.1	Fremdüberwachung..... 16
4.1.1	Erstprüfung 17
4.1.2	Fremdprüfung 17
4.1.3	Wiederholungsprüfung 17
4.2	Eigenüberwachung 18
4.3	Prüfkosten 18
4.4	Prüf- und Überwachungsberichte..... 18
5	Kennzeichnung 18
6	Änderungen 19
7	Glossar 19
Anlage 1	Definitionen 20
Anlage 2	Detailregelungen..... 23
Anlage 3	Etablierte Prüfschemata und Vorgaben zu Prüfberichten/-ergebnissen 39

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

1	Gütegrundlage..... 40
2	Verleihung 40
3	Benutzung 40
4	Überwachung 41
5	Ahndung von Verstößen 41
6	Beschwerde..... 42
7	Wiederverleihung 42
8	Änderungen 42
Muster 1	Verpflichtungsschein 43
Muster 2	Verleihungsurkunde..... 45
Die Institution RAL 47

Table of Contents

	Page
3.6.3	Cycling stability 14
3.6.4	Segregation 14
3.6.4.1	Permitted measurement methods..... 14
3.6.4.2	Contents of the test results and the test report..... 14
3.6.4.3	Execution of the measurement 14
3.7	Special testing specifications for PCM-S... 14
3.7.1	Phase transition temperature range and stored thermal energy 14
3.7.1.1	Permitted measurement and calculation methods..... 15
3.7.1.2	Contents of the test results and the test report..... 15
3.7.1.3	Execution of the measurement 15
3.7.2	Leak tightness of the encapsulation 15
3.7.2.1	Permitted measurement methods 15
3.7.2.2	Contents of the test results and the test report..... 15
3.7.2.3	Execution of the measurement 15
3.7.3	Cycling stability 16
3.7.4	Segregation 16
3.7.4.1	Permitted measurement methods..... 16
3.7.4.2	Contents of the test results and the test report..... 16
3.7.4.3	Execution of the measurement 16
4	Monitoring 16
4.1	External monitoring 16
4.1.1	Initial test 17
4.1.2	External test 17
4.1.3	Repeat test 17
4.2	In-house monitoring 18
4.3	Test costs..... 18
4.4	Test and monitoring reports 18
5	Labelling 18
6	Amendments 19
7	Glossary 19
Appendix 1	Definitions 20
Appendix 2	Detailed Regulations..... 23
Appendix 3	Established test schemes and specifications for test reports and results. 39

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

1	Quality basis 40
2	Awarding..... 40
3	Usage..... 40
4	Monitoring 41
5	Penalties for contravention..... 41
6	Complaint 42
7	Reinstatement 42
8	Amendments 42
Form 1	Declaration of Acceptance..... 44
Form 2	Awarding Certificate..... 46
The RAL institution 48

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

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. Laufende Eigen- und Fremdüberwachung stellen sicher, dass die Gütekriterien dauerhaft erfüllt werden. Anzuwenden sind auch die jeweils aktuell gültige Fassung der Durchführungsbestimmungen sowie die aktuell gültigen Detailregelungen zu den Güte- und Prüfbestimmungen (Anlage 2). Die Detailregelungen werden regelmäßig dem Stand der Technik angepasst.

1.1 Begriffsbestimmungen

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 speichern und schließlich bei Bedarf wieder abgeben.

Phase Change Material-Verbunde (PCM-C)

bestehen aus Materialverbunden, die immer PCM-Bestandteile enthalten. Durch den Verbund (engl. composite) 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.org veröffentlicht.

Quality and testing specifications for Phase Change Materials – PCM

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. Continuous in-house monitoring and external monitoring ensure permanent compliance with the quality requirements. The applicable version of the implementation regulations and the applicable version of the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2) must also be applied. The detailed regulations are adapted to the state of the art on a regular basis.

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 this quality assurance are materials which change their state of aggregation 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 thermal energy per storage volume/mass over a small temperature difference between the storage medium and its surroundings, can store the thermal energy over a period of time and finally, they can release the thermal energy again when needed.

Phase Change Material Composites (PCM-C)

These 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 film, PCM textiles (as fabric, not as complete clothing articles etc.), all free flowing granulate materials. Further examples will be identified by the Quality Committee and published on www.pcm-ral.org.

Eigenschaften von PCM und PCM-C 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.

Phase Change Material-Objekte (PCM-O)

PCM-Objekte haben spezifische Eigenschaften, d. h. 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. Diese Eigenschaften können nicht an Teilen eines Objektes, sondern nur am gesamten Objekt bestimmt werden. Ein weiteres Beispiel ist die Gesamtwärmekapazität, nicht jedoch die spezifische Wärmekapazität. Die Wärmeleitfähigkeit z. B. ist keine Eigenschaft eines Objektes.

Beispiele: Makrokapseln (Paneele, Beutel, Kugeln)

Phase Change Material-Systeme (PCM-S)

PCM-Systeme sind Produkte oder Anwendungen, bei denen mehrere Teile in Wechselwirkung zueinander stehen, die in einer wesentlichen Funktion durch PCM beeinflusst werden, z. B. Skistiefel, Handschuhe, Steppdecken, Heiz- und Klimasysteme.

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

Weitere Begriffsbestimmungen siehe auch in der Anlage 1.

2 Gütebestimmungen

In den folgenden Abschnitten genannte Kenngrößen sind nur zulässig entsprechend nachgenannten Definitionen, weitere können von der Gütegemeinschaft PCM e. V. entsprechend definiert werden. Der Güteausschuss legt die jeweils produktspezifischen Kenngrößen fest, die alle zu testen sind. Eine genaue Erläuterung ist in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Materials zu finden (siehe Anlage 2).

2.1 Anforderungen an PCM und PCM-C

2.1.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Angabe der gespeicherten thermischen Energie (Enthalpieänderung) in vorgegebenen Temperaturintervallen für den Fall des Heizens und den des Kühlens. Angaben zur Enthalpie sind sowohl massen- als auch volumenbezogen anzugeben. Bei Bezug auf das Volumen ist Bezug auf das größere Volumen zu nehmen, d. h. gewöhnlich im flüssigen Zustand. Ebenso ist bei Unterkühlung die Nukleationstemperatur anzugeben.

2.1.2 Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit ist bei einer Temperatur oberhalb und unterhalb des Phasenübergangs anzugeben.

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).

Phase Change Material Objects (PCM-O)

PCM objects have specific properties, i. e. properties which do not depend solely on the inner composition but are also determined by the outer shape and ambient conditions. An example is the amount of heat released by a panel. This depends both on the shape and size of the panel and on the ambient conditions. These properties cannot be determined on parts of the object but only on the entire object. Another example is the total heat capacity, but not the specific heat capacity. Thermal conductivity is not a property of an object for example.

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

Phase Change Material Systems (PCM-S)

PCM systems are products or applications where several parts interact with each other, and an essential function is influenced by PCM, e. g. ski boots, gloves, quilts, heating and air conditioning systems.

Properties of PCM-S are such properties which only become apparent upon use.

Additional definitions can be found in appendix 1.

2 Quality specifications

The definitive properties specified in the following sections are only permissible according to the subsequent definitions. Further properties can be defined by the Quality Association. The Quality Committee determines the product-specific properties that are to be tested. Detailed explanation is provided in the detailed regulations complementing the quality and testing specifications for Phase Change Materials (see appendix 2).

2.1 Requirements of PCM and PCM-C

2.1.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

Specification of the stored quantity of thermal energy (enthalpy change) over predefined temperature intervals for the cases of heating and cooling. Specifications of enthalpy are to be made 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. In case of supercooling, the nucleation temperature is to be specified.

2.1.2 Thermal conductivity

Thermal conductivity is to be specified at a temperature above and below the phase transition.

2.1.3 Zyklusstabilität

PCM müssen ihre relevanten Eigenschaften, insbesondere die gespeicherte thermische Energie, bei entsprechenden Anwendungsbedingungen zeigen. Der wichtigste Punkt ist die Stabilität dieser Eigenschaften bei thermischer Zyklierung, d. h. bei wiederholtem Phasenwechsel. Verbreitete Ursachen für einen Ausfall sind Segregation oder die Deaktivierung von Nukleationsmitteln wenn der Betriebstemperaturbereich verlassen wird. Ein anderer wichtiger Punkt ist die mögliche Verringerung der Stabilität mit der Zeit, z. B. durch chemische Wechselwirkungen mit der Umgebung des PCM (Atmosphäre, Behälterwände etc.).

Die zu prüfenden Qualitätskriterien während der Zyklierung werden von der Gütegemeinschaft PCM e. V. in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen festgelegt (siehe Anlage 2). Als Indikator für die Langzeitstabilität wird die Zyklusstabilität geprüft. Weitere Aspekte der Langzeitstabilität, wie z. B. Segregation oder chemische Zersetzung, können vom Güteausschuss bei Bedarf vorgegeben werden.

PCM müssen eine definierte Anzahl von Zyklen unbeschadet überstehen. Ein Zyklus besteht dabei aus dem vollständigen Phasenübergang beim Heizen und Kühlen des PCM. Während der Zyklierung können in regelmäßigen Abständen Proben entnommen und bei Kontrollmessungen auf alle produktspezifischen Kenngrößen, wie sie vom Güteausschuss festgelegt wurden, getestet werden. Der Ausfall des Produktes liegt vor, wenn die Prüfung eines Qualitätskriteriums bei einer Kontrollmessung negativ ausgefallen ist.

Ausnahme: Reine n-Alkane, d. h. lineare Kohlenwasserstoffe ohne funktionelle Gruppe, sind bekanntermaßen sehr stabil. PCM, die nur aus reinen n-Alkanen bestehen, müssen daher nicht zwingend auf ihre Zyklusstabilität geprüft werden. PCM-C mit reinen n-Alkanen müssen dennoch auf Zyklusstabilität geprüft werden, um sicherzustellen, dass der Verbund stabil ist.

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

Tabelle 2.1.3: Zyklusklassen und benötigte Zykluszahl zur Erreichung

Ausnahme: Für PCM, die nur aus reinen n-Alkanen bestehen, darf keine Zyklusklasse oder die Anzahl der Zyklen angegeben werden, falls sie nicht auf Zyklusstabilität geprüft wurden.

Eine höhere Zyklusanzahl kann auf Verlangen angegeben werden.

2.1.3 Cycling stability

PCM must demonstrate their relevant properties, especially the stored thermal energy, under the relevant application conditions. The most relevant point is the stability of the properties upon thermal cycling, meaning upon repeated phase change. A common cause for failure is segregation or deactivation of nucleating agents when the operating temperature range is exceeded. Another relevant point is the potential decrease of stability over time, e. g. by chemical interaction with the PCM environment (atmosphere, container walls, etc.).

The quality criteria that are to be tested during cycling are specified by the Quality Association in the detailed regulations to the Quality and Testing Specifications (see appendix 2). Cycling stability is tested as an indicator of long-term stability. Further aspects of long-term stability, such as segregation or chemical degradation, can be required by the Quality Committee if necessary.

PCM must survive a defined number of cycles without any damage. One cycle is defined as complete phase transition when heating and cooling the PCM. Samples can be taken at regular intervals during cycling and used for control measurements of the product-specific properties fixed by the Quality Committee. A product fails if the test of a quality criterion at a control measurement is negative.

Exception: Pure n-alkanes, i. e. linear hydrocarbons with no functional group, are known to be very stable. PCM consisting of only pure n-alkanes do therefore not necessarily have to be tested for cycling stability. PCM-C with pure n-alkanes do still have to be tested for cycling stability to make sure that the composite is stable.

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: Cycling categories and required number of cycles to attain these

Exception: A cycling category or the number of cycles must not be stated for PCM consisting of only pure n-alkanes if they were not tested for cycling stability.

Higher numbers of cycles can be specified on demand.

2.2 Anforderungen an PCM-O

Der Hersteller definiert Leistungsparameter (z. B. die Wärmespeicherkapazität) für das PCM-O und die Rand- und Betriebsbedingungen, unter denen diese Leistungsparameter erreicht werden sollen. Der Güteausschuss prüft diese Angaben auf Plausibilität und definiert unter Einbeziehung der beteiligten Prüfinstitute, welche zusätzlichen Qualitätskriterien zu prüfen sind und geeignete Messverfahren zu deren Prüfung.

2.2.1 Eingesetztes PCM

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

2.2.2 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Analog zu PCM/PCM-C, die Angaben werden jedoch auf die Objektmasse und das Objektvolumen bezogen.

2.2.3 Zyklenstabilität

Analog zu PCM/PCM-C, aber PCM-O, egal ob mit oder ohne reinen n-Alkanen, müssen auf Zyklenstabilität geprüft werden, um sicherzustellen, dass die Verkapselung nicht beschädigt wird und dicht bleibt. Alle produktspezifischen Kenngrößen, wie sie von der Gütegemeinschaft PCM e. V. festgelegt wurden, sind zu testen.

2.3 Anforderungen an PCM-S

2.3.1 Eingesetztes PCM

PCM-S dürfen nur gütegesicherte PCM, PCM-C oder PCM-O enthalten.

Der Hersteller definiert Leistungsparameter (z. B. die Wärmespeicherkapazität) für das PCM-S und die Rand- und Betriebsbedingungen, unter denen diese Leistungsparameter erreicht werden. Der Güteausschuss prüft diese Angaben auf Plausibilität und definiert unter Einbeziehung der beteiligten Prüfinstitute, welche Qualitätskriterien zu prüfen sind und geeignete Messverfahren zu deren Prüfung.

2.3.2 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Analog zu PCM/PCM-C, die Angaben werden jedoch auf die Systemmasse und das Systemvolumen bezogen.

2.3.3 Zyklenstabilität

Die Zyklenklasse des Systems wird nicht geprüft. Das PCM muss sich gemäß Abschnitt 2.1.3 für die bestimmungsgemäße Anwendung eignen.

2.4 Produktdatenblatt

Für jedes Produkt hat der Hersteller ein Produktdatenblatt zu erstellen, das folgende Angaben über alle nachgenannten Eigenschaften enthalten sollte:

2.2 Requirements of PCM-O

The manufacturer defines performance criteria (e. g. the stored heat capacity) for the PCM-O as well as the boundary and operating conditions for achieving these performance criteria. The Quality Committee checks these specifications for plausibility and specifies which additional quality criteria need to be tested on the one hand and which test methods are appropriate on the other hand, both together with the involved external monitoring institutes.

2.2.1 Used PCM

PCM-O may only contain PCM or PCM-C that comply with this quality assurance.

2.2.2 Phase transition temperature range and stored thermal energy

Analogous to PCM/PCM-C, but the specifications are to be made with respect both to mass and to volume of the object.

2.2.3 Cycling stability

Analogous to PCM/PCM-C, but PCM-O, regardless of whether with or without pure n-alkanes, do have to be tested for cycling stability to ensure that the encapsulation is not damaged and remains tight. All product-specific properties specified by the Quality Association are to be tested.

2.3 Requirements of PCM-S

2.3.1 Used PCM

PCM-S may only contain PCM, PCM-C or PCM-O that comply with this quality assurance.

The manufacturer defines performance criteria (e. g. the stored heat capacity) for the PCM-S as well as the boundary and operating conditions for achieving these performance criteria. The Quality Committee checks these specifications for plausibility and specifies which additional quality criteria need to be tested on the one hand and which test methods are appropriate on the other hand, both together with the involved external monitoring institutes.

2.3.2 Phase transition temperature range and stored thermal energy

Analogous to PCM/PCM-C, but the specifications are to be made with respect both to mass and to volume of the system.

2.3.3 Cycling stability

The cycling category of the system is not tested, but according to section 2.1.3 the PCM needs to be suitable for the intended use.

2.4 Product data sheet

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

Güte- und Prüfbestimmungen Quality and testing specifications

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 mindestens folgender maßgeblicher Kenngrößen:

- Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie,
- Angabe zulässiger Anwendungen und erreichter Zyklenklasse (für reine n-Alkane nur wenn untersucht, siehe 2.1.3).

3 Prüfbestimmungen

Bei allen Messungen der fremdüberwachenden Institute sind die Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft PCM e. V. zu beachten (siehe Anlage 2). Die nachgenannten Regelungen über Prüfungen gelten ausnahmslos für die Fremdüberwachung.

3.1 Übertragbarkeit der Prüfergebnisse

Die durchgeführten Prüfungen gelten in nachgenannten Grenzen und sind durch den Güteausschuss zu überprüfen:

- PCM: Nur für ein Produkt mit identischer Zusammensetzung und Produktbezeichnung des Herstellers.
- PCM-C: Für Verbundmaterialien aus identischen Bestandteilen von PCM und Zusatzstoff (umfassend identische Partikelgröße), aber variablen Mischungsverhältnissen. Zwischen gemessenen Mischungsverhältnissen ist Interpolation zulässig. Die Rechenmethode muss im Einklang mit den Prüfergebnissen stehen.
- PCM-O: Innerhalb derselben Produktkategorie nach Vorgabe des Güteausschusses.
- PCM-S: Innerhalb derselben Produktkategorie nach Vorgabe des Güteausschusses.

Der Güteausschuss kann nach Anhörung der Fremdüberwachungsinstitute 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.

Product name with specification of:

- encapsulated PCM or non-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 the temperature is above the maximum temperature or below the minimum temperature, the definitive properties specified according to section 2.1.1–2.1.3 can be lost irreversibly, either partly or completely),
- specific weight,
- special storage advice.

Specification of at least the following definitive properties:

- phase transition temperature range and stored thermal energy,
- specified permissible applications and cycling category reached (for pure n-alkanes only if analysed, see 2.1.3).

3 Testing specifications

The testing specifications and the detailed regulations complementing the quality and testing specifications of the Quality Association (see appendix 2) need to be taken into account for all measurements performed by the external monitoring institutes. The subsequent provisions are only valid for external monitoring.

3.1 Transferability of test results

The conducted tests apply within the following limits and are to be checked by the Quality Committee:

- PCM: Only for a product with identical composition and identical product name given by the manufacturer.
- PCM-C: For composite materials with identical PCM and additive constituents (identical particle size), but variable mixing ratios. Interpolation between measured mixing ratios is permissible. The calculation method must be in line with the test results.
- PCM-O: In the same product category according to the specifications of the Quality Committee.
- PCM-S: In the same product category according to the specifications of the Quality Committee.

If requested and after consulting with the external monitoring institutes, the Quality Committee can transfer test results to untested product varieties provided that the manufacturer's specifications are based on recognized state of the art technology or plausible tests or calculations.

3.2 Anpassung der Prüfungen an den Stand der Technik

Mit Rücksicht auf die dynamische Entwicklung der Messmethoden kann der Güteausschuss in Abstimmung mit den Fremdüberwachungsinstituten entsprechend dem Stand der Messtechnik neue Messmethoden zulassen. Die Messmethode darf ab Veröffentlichung im Internet unter www.pcm-ral.org angewendet werden.

3.3 Genauigkeit der Messwerte

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

3.4 Anforderung an die Probe

Probekörper

Der Probekörper (PCM, PCM-C, PCM-O) muss repräsentativ für das zu untersuchende Produkt sein und ist sorgfältig vorzubereiten und handzuhaben (Grundlage sollten die entsprechenden Herstellerangaben sein). Ebenso muss das gewählte Messverfahren geeignet sein, die Materialeigenschaften bestimmen zu können. So kann beispielsweise das Kristallisationsverhalten von der Probengröße und dem Probenvolumen abhängen. Das Verfahren der Präparation der Probekörper ist zu protokollieren. Im Falle von PCM-S kann nach Festlegung durch den Güteausschuss ersatzweise in folgender Reihenfolge das eingesetzte PCM-O, PCM-C oder PCM geprüft bzw. die Übertragung bereits vorhandener Prüfergebnisse zugelassen werden.

3.5 Besondere Prüfbestimmungen für PCM und PCM-C

3.5.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

3.5.1.1 Zulässige Messverfahren

Die gespeicherte thermische Energie wird nach einem der folgenden Messverfahren bestimmt:

- hf-DSC dynamische Messung mit konstanter Heiz- und Kühlrate,
- hf-DSC quasistationäre Messung mittels stufenweiser Aufheizung,
- T-History-Methode,
- Calvet-Kalorimeter,
- Mehrschicht-Kalorimeter-Verfahren,
- Heat Flow Meter.

3.5.1.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Die gespeicherte thermische Energie 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

3.2 Adaptation of tests to the state of the art technology

Considering the dynamic development of measurement methods, the Quality Committee may permit new measurement methods corresponding to the state of the art in measurement technology after consulting with the external monitoring institutes. The test method can be applied after it was published on www.pcm-ral.org.

3.3 Accuracy of the measured values

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

3.4 Sample requirements

Test sample

The test sample (PCM, PCM-C, PCM-O) must be typical of the product to be investigated and must be meticulously prepared and handled (based on the manufacturer's specifications). The chosen test method needs to be appropriate to determine the property of the material. As an example, the crystallisation behaviour may depend on the sample size and sample volume. The preparation procedure for test items must be documented. In case of PCM-S and if specified by the Quality Committee, the PCM-O, PCM-C or PCM used can be tested in this order as an alternative, or test results that are already available can be transferred, respectively.

3.5 Special testing specifications for PCM and PCM-C

3.5.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

3.5.1.1 Permitted measurement methods

The stored thermal energy 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,
- T-History method,
- Calvet calorimeter,
- multilayer calorimeter procedure,
- Heat Flow Meter.

3.5.1.2 Contents of the test results and the test report

The stored thermal energy as a function of temperature must be specified separately for both 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

Güte- und Prüfbestimmungen
Quality and testing specifications

geschehen. Dabei werden die Werte bezogen auf das Probenvolumen aus den Werten bezogen auf die Probenmasse durch Multiplikation mit der minimalen Probedichte (Herstellerangabe, Standardabweichung $\pm 1\%$) im Betriebstemperaturbereich berechnet. Zum Beispiel:

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 (manufacturer information, standard deviation $\pm 1\%$) in the operating temperature range. For example:

Temp	T-Intervall	gespeicherte thermische Energie	gespeicherte thermische Energie
[°C]	[°C]	[J/g]	[J/ml]
15	14.5 - 15.5	-3,48	-2,67
16	15.5 - 16.5	-3,49	-2,79
17	16.5 - 17.5	-3,48	-2,94
18	17.5 - 18.5	-3,48	-3,18
19	18.5 - 19.5	-4,05	-3,85
20	19.5 - 20.5	-5,81	-4,46
21	20.5 - 21.5	-8,99	-6,89
22	21.5 - 22.5	-14,13	-10,84
23	22.5 - 23.5	-25,39	-19,48
24	23.5 - 24.5	-49,03	-37,61
25	24.5 - 25.5	-3,41	-2,62
26	25.5 - 26.5	-2,78	-2,13
27	26.5 - 27.5	-3,06	-2,35
28	27.5 - 28.5	-2,88	-2,21
29	28.5 - 29.5	-2,93	-2,25
30	29.5 - 30.5	-2,79	-2,14

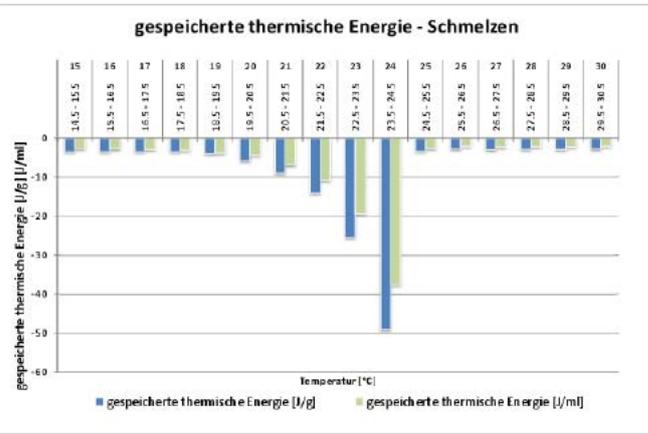


Bild 3.5.1.2.A: Beispielhafte Darstellung der gespeicherten thermischen Energie als Funktion der Temperatur im Heizfall

Temp	T-Intervall	gespeicherte thermische Energie	gespeicherte thermische Energie
[°C]	[°C]	[J/g]	[J/ml]
15	14.5 - 15.5	3,58	2,75
16	15.5 - 16.5	3,59	2,88
17	16.5 - 17.5	3,58	3,07
18	17.5 - 18.5	3,94	3,06
19	18.5 - 19.5	5,41	4,15
20	19.5 - 20.5	7,20	5,52
21	20.5 - 21.5	11,24	8,62
22	21.5 - 22.5	20,11	15,42
23	22.5 - 23.5	49,83	38,22
24	23.5 - 24.5	13,80	10,59
25	24.5 - 25.5	2,77	2,12
26	25.5 - 26.5	2,81	2,15
27	26.5 - 27.5	3,15	2,42
28	27.5 - 28.5	2,94	2,25
29	28.5 - 29.5	2,78	2,13
30	29.5 - 30.5	3,15	2,42

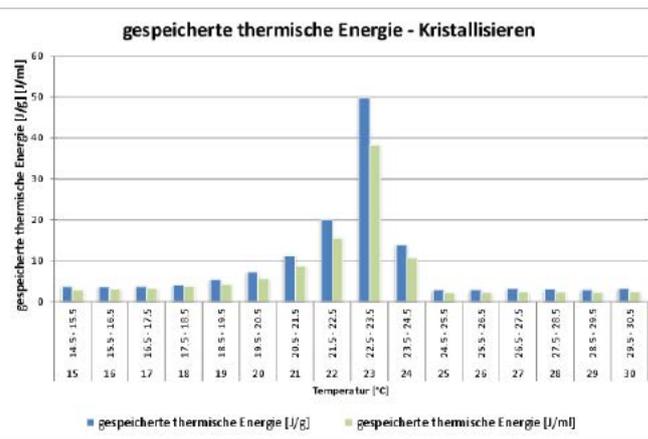


Bild 3.5.1.2.B: Beispielhafte Darstellung der gespeicherten thermischen Energie als Funktion der Temperatur im Kühlfall

Temp	T-Intervall	stored thermal energy	stored thermal energy
[°C]	[°C]	[J/g]	[J/ml]
15	14.5 - 15.5	-3,48	-2,67
16	15.5 - 16.5	-3,49	-2,79
17	16.5 - 17.5	-3,48	-2,94
18	17.5 - 18.5	-3,48	-3,18
19	18.5 - 19.5	-4,05	-3,85
20	19.5 - 20.5	-5,81	-4,46
21	20.5 - 21.5	-8,99	-6,89
22	21.5 - 22.5	-14,13	-10,84
23	22.5 - 23.5	-25,39	-19,48
24	23.5 - 24.5	-49,03	-37,61
25	24.5 - 25.5	-3,41	-2,62
26	25.5 - 26.5	-2,78	-2,13
27	26.5 - 27.5	-3,06	-2,35
28	27.5 - 28.5	-2,88	-2,21
29	28.5 - 29.5	-2,93	-2,25
30	29.5 - 30.5	-2,79	-2,14

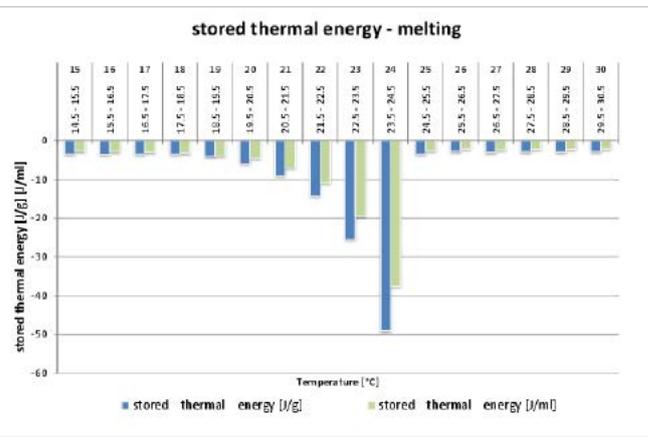


Figure 3.5.1.2.A: Graphic example of the stored thermal energy as a function of temperature in the case of heating

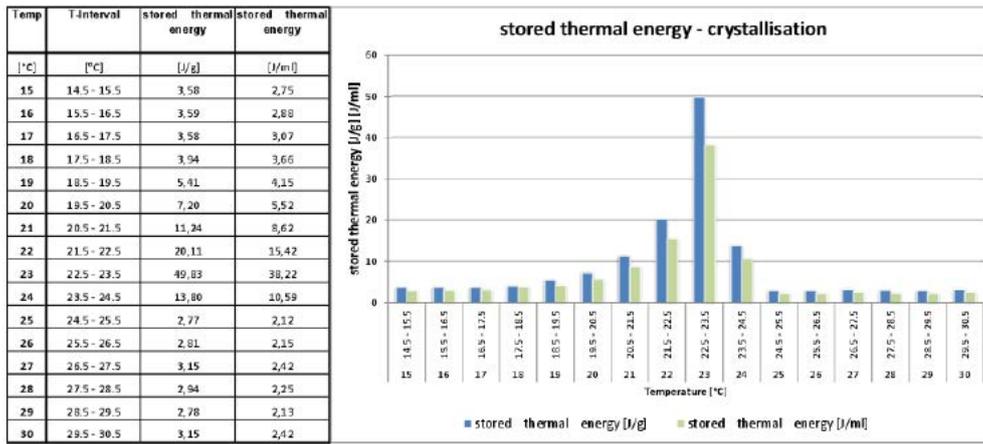


Figure 3.5.1.2.B: Graphic example of the stored thermal energy as a function of temperature in the case of cooling

Zudem ist die **Nukleationstemperatur** für den gewählten Betriebsbereich anzugeben.

In addition, the **nucleation temperature** is to be specified for the selected operating range.

3.5.1.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen zu beachten (siehe Anlage 2).

3.5.1.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2) need to be taken into account for the measurements.

3.5.2 Wärmeleitfähigkeit

3.5.2 Thermal conductivity

3.5.2.1 Zulässige Messverfahren

Geeignete Messverfahren nach aktuellem Kenntnisstand sind:

3.5.2.1 Permitted measurement methods

Suitable measurement methods according to the current state of knowledge are:

Probenart	Messverfahren (PCM fest)	Messverfahren (PCM flüssig)
Paraffine und organische PCM mit vergleichbaren Eigenschaften	Hitzdraht, GHP (Guarded Hot Plate) beschränkt	Hitzdraht
Salzhydrate	Hitzdraht, GHP beschränkt	Hitzdraht
Mikroverkapselte 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 3.5.2.1: Geeignete Messverfahren

Type of sample	Measurement procedure (PCM solid)	Measurement procedure (PCM liquid)
Paraffins and organic PCM with similar behaviour	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	Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique according to DIN 51908, Hot wire if sample isotropic	Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique according to DIN 51908, Hot wire if sample isotropic
Composite panel matrix material/ micro-encapsulated PCM	GHP, Hot wire if sample isotropic, Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique if the sample shows high thermal conductivity (> 0.4 W/(mK))	GHP, Hot wire if sample isotropic, Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique if the sample shows high thermal conductivity (> 0.4 W/(mK))

Table 3.5.2.1: Suitable measurement methods

Güte- und Prüfbestimmungen **Quality and testing specifications**

Aufgrund der jeweiligen Besonderheiten sind die Messverfahren für verschiedene PCM unterschiedlich geeignet. Das jeweils am besten geeignete Messverfahren ist auszuwählen und mit Begründung im Bericht zu dokumentieren. Der Güteausschuss kann für bestimmte Produkte die Prüfung nur für einen Aggregatzustand vorsehen.

Weitere Messmethoden können vom Güteausschuss aufgrund neuer Erkenntnisse als geeignet eingestuft werden.

3.5.2.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Angabe der Wärmeleitfähigkeit bei vorgegebenen Temperaturen oberhalb und unterhalb des Schmelzpunktes bzw. Schmelzbereiches

3.5.2.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen zu beachten (siehe Anlage 2).

3.5.3 Zyklenstabilität

3.5.3.1 Zulässige Messverfahren

In der Praxis wird für die Zyklisierung in der Regel eine speziell auf das vorliegende Produkt ausgelegte Apparatur angewendet. Die Eignung der verwendeten Apparatur ist durch den Güteausschuss bestätigen zu lassen.

3.5.3.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die Ergebnisse aller durchgeführten Kontrollmessungen während der Zyklisierung enthalten. Zusätzlich müssen die folgenden Angaben gemacht werden:

- Angabe der erfolgreich geprüften Zyklen
- resultierende Klassenbezeichnung
- Angabe eventuell aufgetretener Schadensfälle

3.5.3.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen zu beachten (siehe Anlage 2).

3.5.3.4 Prüfung der Gütekriterien

Mindestens zu Beginn und am Ende der Zyklisierung hat eine Prüfung auf verschiedene Gütekriterien zu erfolgen. Neben den immer erforderlichen Kriterien Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie hat in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Probe eine Prüfung z. B. auf Massen- oder Wärmeleitfähigkeitsveränderungen zu erfolgen. Die Festlegung der Gütekriterien erfolgt durch den Güteausschuss.

Abhängig von der angestrebten Zyklenklasse wird empfohlen, zusätzliche Kontrollmessungen auf die Gütekriterien durchzuführen. Wird die angestrebte Klasse nicht erreicht, kann somit die letzte belegbar bestandene Klasse vergeben werden. Durch weitere Kontrollmessungen können gegebenenfalls zyklenabhängige Degradationsfaktoren ermittelt werden.

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 shall be selected and the selection justified in the report. The Quality Committee can specify testing of only one state for certain products.

Further measurement methods can be classified as being suitable by the Quality Committee on the basis of new findings.

3.5.2.2 Contents of the test results and the test report

Specification of the heat conductivity at given temperatures above and below the melting point or melting range.

3.5.2.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications need (see appendix 2) to be taken into account for the measurements.

3.5.3 Cycling stability

3.5.3.1 Permitted measurement methods

In practice, thermal cycling is usually carried out using equipment that has been designed specifically for the relevant product. The suitability of the apparatus used needs to be confirmed by the Quality Committee.

3.5.3.2 Contents of the test results and the test report

The test report must provide information on all measurements carried out during cycling, in addition to the following information:

- number of cycles that have been tested successfully
- resulting cycling category
- information on cases of damage, where applicable

3.5.3.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications need (see appendix 2) to be taken into account for the measurements.

3.5.3.4 Testing the quality criteria

The various quality criteria need to be tested at least before beginning and after completing the cycling. The phase transition temperature range and stored thermal energy have to be measured always. Depending on the sample, changes of mass or thermal conductivity may need to be tested for. The quality criteria are specified by the Quality Committee.

Performing additional control measurements of the quality criteria is recommended, depending on the intended cycling category. If the intended cycling category is not achieved, the last successfully completed cycling category can be awarded. Additional control measurements may eventually allow determining degradation factors that depend on cycling.

Klassen-bezeichnung	Zyklenanzahl	Empfohlene Überprüfung der Schadenskriterien bei
A	≥ 10.000 Zyklen	0, 50, 100, 500, 1.000, 5.000, 10.000 Zyklen
B	≥ 5.000 Zyklen	0, 50, 100, 500, 1.000, 5.000 Zyklen
C	≥ 1.000 Zyklen	0, 50, 100, 500, 1.000 Zyklen
D	≥ 500 Zyklen	0, 50, 100, 500 Zyklen
E	≥ 100 Zyklen	0, 50, 100 Zyklen
F	≥ 50 Zyklen	0, 50 Zyklen

Tabelle 3.5.3.4: Zyklensklasse, benötigte Zyklenzahl und Häufigkeit der Kontrollmessungen

Category name	Number of cycles	Recommended examination of the quality criteria at
A	≥ 10,000 cycles	0, 50, 100, 500, 1.000, 5.000, 10,000 cycles
B	≥ 5,000 cycles	0, 50, 100, 500, 1.000, 5.000 cycles
C	≥ 1,000 cycles	0, 50, 100, 500, 1.000 cycles
D	≥ 500 cycles	0, 50, 100, 500 cycles
E	≥ 100 cycles	0, 50, 100 cycles
F	≥ 50 cycles	0, 50 cycles

Table 3.5.3.4: Cycling category, required number of cycles and frequency of control measurements

3.6 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-0

Die PCM-Inhaltsstoffe sind schriftlich von einem PCM-Hersteller zu bestätigen, dem das Gütezeichen für das im PCM-0 eingesetzte PCM oder PCM-C verliehen wurde.

3.6.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Die Angabe zur Phasenübergangstemperatur und der gespeicherten thermischen Energie kann prinzipiell aus den Ergebnissen nach 2.1.1 berechnet werden. Der Güteausschuss prüft die Berechnung anhand der Unterlagen auf Plausibilität.

3.6.1.1 Zulässige Mess- oder Berechnungsverfahren

Die zulässigen Mess- oder Berechnungsverfahren werden von der Gütegemeinschaft PCM e.V. in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen festgelegt (siehe Anlage 2).

3.6.1.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Analog 3.5.1.2 ist die gespeicherte thermische Energie als Funktion der Temperatur für den Fall des Heizens und des Kühlens sowie die Nukleationstemperatur für den gewählten Betriebsbereich anzugeben.

Das Ergebnis ist auf das Objekt zu beziehen, z. B. bei Beuteln auf die Masse des Beutels oder deren Anzahl.

3.6.1.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen zu beachten.

3.6.2 Dichtigkeit der Verkapselung

Der Hersteller muss für das PCM-0 Angaben zur spezifizierten Dichtigkeit machen. Im Einzelfall legt darauf basierend der Güteausschuss fest, wie die Dichtigkeit zu prüfen ist.

3.6.2.1 Zulässige Messverfahren

Die zulässigen Messverfahren werden von der Gütegemeinschaft PCM e.V. in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen publiziert (siehe Anlage 2).

3.6 Special testing specifications for PCM-0

The PCM constituents must be confirmed in writing by a PCM manufacturer who has been awarded the quality mark for the PCM or PCM-C that is included in the PCM-0.

3.6.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

In principle, the phase transition temperature and stored thermal energy can be calculated from the results according to 2.1.1. The Quality Committee checks the calculation for plausibility based on the documentation.

3.6.1.1 Permitted measurement and calculation methods

The Quality Association specifies the permitted measurement and calculation methods in the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2).

3.6.1.2 Contents of the test results and the test report

Analogous to 3.5.1.2, the stored thermal energy as a function of temperature must be specified separately for both heating and cooling, as well as the nucleation temperature for the selected operating range.

The results need to refer to the object, e. g. to the mass of a bag or the number of bags.

3.6.1.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications need to be taken into account for the measurements.

3.6.2 Leak tightness of the encapsulation

The manufacturer needs to provide details regarding the specified leak tightness. The Quality Committee decides on a case-by-case basis how to test the leak tightness.

3.6.2.1 Permitted measurement methods

The Quality Association specifies the permitted measurement methods in the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2).

Güte- und Prüfbestimmungen **Quality and testing specifications**

3.6.2.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Angaben, ob die Herstellerangabe erreicht wurde oder Abweichungen aufgetreten sind.

3.6.2.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen zu beachten (siehe Anlage 2).

3.6.3 Zyklenstabilität

Die Prüfung der Zyklenstabilität erfolgt gemäß Kapitel 3.5.3.

3.6.4 Segregation

Der Hersteller muss für das PCM-O Angaben zur auftretenden Segregation und deren Auswirkung auf die PCM-Stabilität machen. Im Einzelfall legt darauf basierend der Güteausschuss fest, ob und wie die Segregation zu prüfen ist. Für 3.6.4.1, 3.6.4.2 und 3.6.4.3 gilt dabei, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

3.6.4.1 Zulässige Messverfahren

Die zulässigen Messverfahren werden von der Gütegemeinschaft PCM e.V. in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen festgelegt (siehe Anlage 2).

3.6.4.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Der Inhalt des Prüfergebnisses und des Prüfberichts wird vom Güteausschuss im Einzelfall in Abhängigkeit vom PCM-System definiert.

3.6.4.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen bzw. des Güteausschusses einzuhalten.

3.7 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-S

Die PCM-Inhaltsstoffe sowie deren Zyklenklasse sind schriftlich vom Hersteller zu bestätigen, dem das Gütezeichen für das im PCM-S eingesetzte PCM, PCM-C oder PCM-O verliehen wurde.

Zusätzlich ist die verbaute PCM-Masse vom Systemhersteller anzugeben.

3.7.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Die Angabe zur Phasenübergangstemperatur und der gespeicherten thermischen Energie kann prinzipiell aus den Ergebnissen nach Abschnitt 2.1.1 berechnet werden. Der Güteausschuss prüft die Berechnung anhand der Unterlagen auf Plausibilität.

3.6.2.2 Contents of the test results and the test report

Information if the manufacturer's specifications were met or if deviations were observed.

3.6.2.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2) need to be taken into account for the measurements.

3.6.3 Cycling stability

Testing the cycling stability is performed according to section 3.5.3.

3.6.4 Segregation

The manufacturer needs to provide information regarding the occurrence of segregation of the PCM-O and its effect on the stability of the PCM. On this basis, the Quality Committee decides on a case-by-case basis if and how to measure segregation. With regard to 3.6.4.1, 3.6.4.2 and 3.6.4.3, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

3.6.4.1 Permitted measurement methods

The Quality Association specifies the permitted measurement methods in the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2).

3.6.4.2 Contents of the test results and the test report

The contents of the test results and the test report are defined by the Quality Committee on a case-by-case basis and depending on the PCM object.

3.6.4.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications or those of the Quality Committee, respectively, need to be met for the measurements.

3.7 Special testing specifications for PCM-S

The PCM constituents and their cycling category must be confirmed in writing by a manufacturer who has been awarded the quality mark for the PCM, PCM-C or PCM-O that is included in the PCM-S.

Additionally, the manufacturer of the system needs to indicate the installed mass of PCM.

3.7.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

In principle, the phase transition temperature and stored thermal energy can be calculated from the results according to section 2.1.1. The Quality Committee checks the calculation for plausibility based on the documentation.

3.7.1.1 Zulässige Mess- oder Berechnungsverfahren

Die zulässigen Mess- oder Berechnungsverfahren werden im Einzelfall vom Güteausschuss in Abhängigkeit vom PCM-System definiert. Dabei gilt, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

3.7.1.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Der Inhalt des Prüfergebnisses und des Prüfberichts wird vom Güteausschuss im Einzelfall in Abhängigkeit vom PCM-System definiert. Dabei gilt, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

3.7.1.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen einzuhalten (siehe Anlage 2).

3.7.2 Dichtigkeit der Verkapselung

Der Hersteller muss für das PCM-S Angaben zur spezifizierten Dichtigkeit machen. Im Einzelfall legt der Güteausschuss fest, ob und wie die Dichtigkeit zu prüfen ist. Für 3.7.2.1, 3.7.2.2 und 3.7.2.3 gilt dabei, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

3.7.2.1 Zulässige Messverfahren

Die zulässigen Messverfahren werden von der Gütegemeinschaft PCM e.V. in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen festgelegt (siehe Anlage 2).

3.7.2.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Angaben, ob die Herstellerangabe erreicht wurde oder Abweichungen aufgetreten sind.

3.7.2.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Gütegemeinschaft PCM e.V. einzuhalten (siehe Anlage 2).

3.7.1.1 Permitted measurement and calculation methods

The permitted measurement and calculation methods are defined by the Quality Committee on a case-by-case basis and depending on the PCM system. In doing so, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

3.7.1.2 Contents of the test results and the test report

The contents of the test results and the test report are defined by the Quality Committee on a case-by-case basis and depending on the PCM system. In doing so, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

3.7.1.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2) need to be met for the measurements.

3.7.2 Leak tightness of the encapsulation

The manufacturer needs to provide details regarding the specified leak tightness of the PCM-S. The Quality Committee decides on a case-by-case basis if and how to test the leak tightness. With regard to 3.7.2.1, 3.7.2.2 and 3.7.2.3, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

3.7.2.1 Permitted measurement methods

The Quality Association specifies the permitted measurement methods in the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2).

3.7.2.2 Contents of the test results and the test report

Information if the manufacturer's specifications were met or if deviations were observed.

3.7.2.3 Execution of the measurement

The specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications (see appendix 2) need to be met for the measurements.

3.7.3 Zyklusstabilität

Bei sorgfältigem Design, Einbau und Betrieb entspricht die Zyklusstabilität im System der der verwendeten PCM-Inhaltsstoffe. Eine direkte Messung ist im Allgemeinen aufgrund mangelnder Apparaturen sowie des Zeitaufwands nicht möglich.

3.7.4 Segregation

Der Hersteller muss für das PCM-S Angaben zur auftretenden Segregation und deren Auswirkung auf die PCM-Stabilität machen. Im Einzelfall legt darauf basierend der Güteausschuss fest, ob und wie die Segregation zu prüfen ist. Für 3.7.4.1, 3.7.4.2 und 3.7.4.3 gilt dabei, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

3.7.4.1 Zulässige Messverfahren

Die zulässigen Messverfahren werden von der Gütegemeinschaft PCM e. V. ggf. in den Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen publiziert (siehe Anlage 2).

3.7.4.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Der Inhalt des Prüfergebnisses und des Prüfberichts wird vom Güteausschuss im Einzelfall in Abhängigkeit vom PCM-System definiert.

3.7.4.3 Durchführung der Messung

Bei der Durchführung der Messung sind ggf. die Vorgaben aus den Güte- und Prüfbestimmungen sowie die Detailregelungen der Güte- und Prüfbestimmungen zu beachten.

4 Überwachung

Die Überwachung gliedert sich in:

Fremdüberwachung

- Erstprüfung,
- Fremdprüfung,
- Wiederholungsprüfung.

Eigenüberwachung

4.1 Fremdüberwachung

Die Auswahl der Prüflinge 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.

3.7.3 Cycling stability

If carefully designed, installed, and operated, the cycling stability of the system corresponds to those of the PCM constituents used. Direct measurement is, in general, not possible due to the lack of testing equipment and the long testing time required.

3.7.4 Segregation

The manufacturer needs to provide information regarding the occurrence of segregation of the PCM-S and its effect on the stability of the PCM. On this basis, the Quality Committee decides on a case-by-case basis if and how to measure segregation. With regard to 3.7.4.1, 3.7.4.2 and 3.7.4.3, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

3.7.4.1 Permitted measurement methods

The Quality Association specifies the permitted measurement methods in the detailed regulations complementing the quality and testing specifications if necessary.

3.7.4.2 Contents of the test results and the test report

The contents of the test results and the test report are defined by the Quality Committee on a case-by-case basis and depending on the PCM system.

3.7.4.3 Execution of the measurement

If necessary, the specifications of the quality and testing specifications as well as the detailed regulations complementing the quality and testing specifications need to be taken into account for the measurements.

4 Monitoring

Monitoring is divided into:

External monitoring

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

In-house monitoring

4.1 External monitoring

The selection of the samples to be tested is made by the external monitoring institute. The quality mark user can make suggestions. A variety of products should be subject to external monitoring. The objective is that the scope of tests according to section 3.1 should cover as many products as possible.

4.1.1 Erstprüfung

Das Bestehen der Erstprüfung ist die Voraussetzung für die Verleihung und Führung des Gütezeichens. 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 Erstprüfung zur Verfügung zu stellen.

Die Erstprüfung wird vom Güteausschuss der Gütegemeinschaft veranlasst, wobei mit der Durchführung der Prüfung eine fachlich geeignete und durch die Gütegemeinschaft benannte Prüfstelle oder ein öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger beauftragt wird.

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

Erstprüfungen müssen bei

- der ersten Beantragung des Gütezeichens für ein Produkt oder
- jeder relevanten Produktänderung durchgeführt werden.

Von der Erstprüfung wird vom beauftragten Fremdprüfer ein Prüfbericht erstellt und an den Antragsteller und die Geschäftsstelle der Gütegemeinschaft übermittelt.

Die Geschäftsstelle leitet den Prüfbericht an den Güteausschuss weiter.

4.1.2 Fremdprüfung

Die regelmäßige Fremdprüfung dient der Feststellung, ob die Güte- und Prüfbestimmungen vom Gütezeichenbenutzer noch erfüllt werden, wobei mit der Durchführung der Prüfung eine durch die Gütegemeinschaft anerkannte Prüfstelle oder ein öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger beauftragt wird. Von der Prüfung ausgenommen werden nur solche Produkte, für die kein Gütezeichen verliehen wurde.

Der Gütezeichenbenutzer hat 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.

Idealerweise sollen die von der Gütegemeinschaft vorgegebenen Prüfformulare verwendet werden.

Die Fremdüberwachung wird stichprobenmäßig durchgeführt.

4.1.3 Wiederholungsprüfung

Werden im Rahmen der Fremdprüfung vom beauftragten Fremdprüfer Mängel in der Gütesicherung 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 festgelegt werden.

4.1.1 Initial test

Passing the initial test is the precondition for being awarded and using the quality mark. 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 fulfil 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 initial testing.

The initial test will be initiated by the Quality Committee of the Quality Association. It will commission a previously notified and technically qualified testing authority or publicly appointed and sworn expert to carry out the test.

Furthermore, the initial test serves to determine whether the preconditions exist for continuous compliance with the quality and testing specifications based on in-house monitoring.

Initial tests must be carried out when

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

The commissioned external inspector will prepare a test report on the initial test and send it to the applicant and the Office of the Quality Association.

The Office will forward the test report to the Quality Committee.

4.1.2 External test

Regular external testing serves to determine whether the quality and testing specifications continue to be fulfilled by the quality mark user and is performed by a testing authority or a publicly appointed and sworn expert recognized by the Quality Association. Only those products for which no quality mark was awarded are exempted from the test.

The quality mark user is required to grant the external controller 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 evaluate the completeness and consistency of the results.

Ideally, inspection forms provided by the Quality Association shall be used.

External testing will be carried out on the basis of random samples.

4.1.3 Repeat test

If, during external testing, the commissioned external inspector finds deficiencies in quality assurance, 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 test, whereby the date, content and scope of the test will be determined by the Quality Committee.

Güte- und Prüfbestimmungen Quality and testing specifications

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.

4.2 Eigenüberwachung

Jeder Gütezeichenbenutzer hat zur Einhaltung der Güte- und Prüfbestimmungen eine kontinuierliche und nachvollziehbare Eigenüberwachung aller gütegesicherten PCM-Produkte durchzuführen. Der Umfang der Eigenüberwachung wird vom Güteausschuss festgelegt.

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

Dafür kann entweder eine von der Gütegemeinschaft zur Verfügung gestellte Vorlage verwendet werden oder aber eine eigene dazu geeignete Dokumentationsform. Diese Unterlagen sind in geeigneter Form fünf Jahre aufzubewahren und bei der Fremdüberwachung vorzu legen.

4.3 Prüfkosten

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

4.4 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 einem der nachfolgend abgebildeten Gütezeichen in Kombination mit der erreichten Zyklusklasse gekennzeichnet werden:



Ausnahme: Für PCM, die nur aus reinen n-Alkanen bestehen, darf keine Zyklusklasse oder die Anzahl der Zyklen angegeben werden, falls sie nicht auf Zyklusstabilität geprüft wurden.

If the repeat 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.

4.2 In-house monitoring

For compliance with the quality and testing specifications, quality mark users must carry out continuous internal monitoring of all quality assured PCM products that is reproducible. The scope of in-house monitoring is specified by the Quality Committee.

Meticulous records (documentation) are to be kept on in-house monitoring by the quality mark user.

Quality mark users can either use a template provided by the Quality Association or their own suitable form of documentation. These records are to be kept for five years in a suitable form and are to be made available during external monitoring.

4.3 Test costs

The costs for each monitoring or test are paid by the applicant or quality mark user.

4.4 Test and monitoring reports

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

5 Labelling

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 one of the following quality marks, combined with the cycling category achieved:



Exception: A cycling category or the number of cycles must not be stated for PCM consisting of only pure n-alkanes if they were not tested for cycling stability.

Wenn das Gütezeichen auf Produkten verwendet wird, wird die zusätzliche Angabe der Homepage der Gütegemeinschaft (www.pcm-ral.org) in der Nähe des Gütezeichens verbindlich vorgeschrieben. So ist sichergestellt, dass Verbraucher die der Vergabe zugrunde liegenden Kriterien schnell finden können.

Für die Verleihung und Führung des Gütezeichens gelten ausschließlich die Durchführungsbestimmungen der 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 PCM e. V. nach vorheriger Zustimmung der Mitgliederversammlung in Kraft gesetzt.

7 Glossar

Abkürzungen

Phase Change Material	PCM
Phase Change Material-Verbunde (engl. composite)	PCM-C
Phase Change Material-Objekte	PCM-O
Phase Change Material-Systeme	PCM-S
Differential Scanning Calorimeter	DSC

When the quality mark is used on products, it is required to add the Quality Association's website (www.pcm-ral.org) in close proximity to the quality mark. This allows consumers to quickly find the criteria for awarding.

The quality mark may be awarded and used solely in accordance with the implementation regulations of the Quality Association PCM.

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 Assembly Meeting of the members, they will be 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-C
Phase Change Material Objects	PCM-O
Phase Change Material Systems	PCM-S
Differential Scanning Calorimeter	DSC

Anlage 1

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 sensibel gespeichert 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 zur latent und sensibel gespeicherten Wärmemenge als Funktion der Temperatur treffen.

Es wird unterschieden in:

Heat Flux DSC (hf-DSC)

Das hf-DSC nutzt 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.

Dreischicht-Kalorimeter-Verfahren

Die wärmestromoptimierte Temperaturkurvenanalyse im Dreischicht-Kalorimeter ist eine Messmethode zur Bestimmung von Wärmespeicherkapazitäten speziell von PCM in Probengrößen von bevorzugt 100 ml. 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.

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.

Appendix 1

Definitions

Terms relating to testing and measurement procedures

Enthalpy

The change in enthalpy is equal to the heat which is absorbed or released by 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 sensible 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 sensible heat as a function of temperature.

The following types of DSC are distinguished:

Heat Flux DSC (hf-DSC)

The hf-DSC applies 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 thermal elements.

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 thermal elements (thermopile), changing the temperature of the sample. The thermopile displays an average surface temperature. Losses are assumed to be symmetric and are determined by using a reference.

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 ml. For this purpose, the sample to be examined is filled into aluminium compound foil and (vacuum-) sealed or solid materials are cut into shape and their specific weight is determined, respectively. The special construction is then placed in a commercially available climatic chamber. The analysis is made by comparison with a reference material.

T-History method

The T-History method is an alternative procedure. The heating and cooling behaviour of the sample and of 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.

Heat Flow Meter-Verfahren

Das Heat Flow Meter-Verfahren nutzt zur Bestimmung der Wärmespeicherfähigkeit ein Messgerät, welches standardmäßig zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Wärmedämmstoffen eingesetzt wird. Eine flache, plattenförmige Probe wird eingebracht zwischen zwei temperierbare Platten, die mit Wärmeflussensoren ausgestattet sind. Während eines geeigneten Temperaturprogramms wird der Wärmestrom in die Probe in Abhängigkeit von der Temperatur erfasst. Daraus lässt sich wiederum die Enthalpie als Funktion der Temperatur ermitteln.

Kenngößen der Messverfahren (nach DIN 51005)¹

Nukleationstemperatur

ist die Temperatur bei der die Kristallisation startet.

Peak

ist der Teil einer Proben-Messkurve, bestehend entweder aus

- ansteigender Flanke, Maximum, absteigender Flanke oder
- absteigender Flanke, Minimum, ansteigender Flanke

innerhalb eines gewissen Zeit- oder Temperaturintervalls aufgrund einer Umwandlung/Reaktion in der Probe.

Stufe

ist der Teil einer Proben-Messkurve, bestehend entweder aus

- ansteigender Flanke mit Wendepunkt oder
- absteigender Flanke mit Wendepunkt innerhalb eines gewissen Zeit- oder Temperaturintervalls aufgrund einer Umwandlung/Reaktion in der Probe.

Basislinie

ist der Teil einer Proben-Messkurve außerhalb eines Peaks oder einer Stufe, in dem die Probe keine Umwandlung/Reaktion erfährt.

Anfangsbasislinie

ist der Teil einer Proben-Messkurve vor einem Peak oder einer Stufe.

Endbasislinie

ist der Teil einer Proben-Messkurve nach einem Peak oder einer Stufe.

Extrapolierte Anfangsbasislinie

ist die in den Bereich eines Peaks oder einer Stufe linear extrapolierte Anfangsbasislinie.

Heat Flow Meter procedure

The Heat Flow Meter procedure uses a measuring device for determining the stored heat capacity that is by default used for determining the heat conductivity of thermal insulators. The flat, panel-shaped sample is placed between two plates that can be tempered and have heat flow sensors. During a suitable temperature program, the heat flux into the sample is measured depending on the temperature. This allows determining the enthalpy as a function of temperature.

Characteristic parameters of the measurement procedures (according to DIN 51005)¹

Nucleation temperature

is the temperature at which crystallisation starts.

Peak

is the section of a sample curve comprising either:

- an ascending leading edge, a maximum and a descending tailing edge or
- a descending leading edge, a minimum and an ascending tailing edge

within a specific time or temperature interval due to a transition/reaction in the sample.

Step

is the section of a sample curve comprising either:

- an increasing leading edge with the inflection point or
- a decreasing leading edge with the inflection point within a specific time or temperature interval due to a transition/reaction in the sample.

Base line

is the section of a sample curve outside a peak or step, during which the sample does not show a transition/reaction.

Initial base line

is the section of a sample curve before a peak or step.

Final base line

is the section of a sample curve beyond a peak or step.

Extrapolated initial base line

is the initial base line extrapolated linearly into the region of a peak or step.

¹ Wiedergegeben mit Erlaubnis von DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

¹ Reproduced with the approval of DIN Deutsches Institut für Normung e.V. The DIN standard with the most recent issue date, which can be obtained from DIN Media GmbH, Burggrafenstrasse 6, 10787 Berlin (Germany), is relevant for application.

Extrapolierte Endbasislinie

ist die in den Bereich eines Peaks oder einer Stufe linear extrapolierte Endbasislinie.

Onset oder Peakanfangstemperatur /Stufenanfangs-temperatur

ist die Temperatur der ersten Abweichung der Proben-Messkurve im Bereich eines Peaks/einer Stufe von der extrapolierten Anfangsbasislinie.

Offset oder Peakendtemperatur /Stufenendtemperatur

ist die Temperatur der letzten Abweichung der Proben-Messkurve im Bereich eines Peaks/einer Stufe von der extrapolierten Endbasislinie.

Peakbreite

ist die Differenz zwischen Peakanfangstemperatur und Peakendtemperatur.

Extrapolated final base line

is the final base line extrapolated linearly into the region of a peak or step.

Onset or initial peak temperature /initial step temperature

is the temperature of the first deviation of the sample curve in the region of a peak/step from the extrapolated initial base line.

Offset or final peak temperature /final step temperature

is the temperature of the last deviation of the sample curve in the region of a peak/step from the extrapolated final base line.

Peak width

is the difference between peak onset temperature and peak end temperature.

Anlage 2

Appendix 2

Detailregelungen zu den Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Materials – PCM

Detailed Regulations complementing the Quality and Testing Specifications for Phase Change Materials – PCM

1 Einleitung

Die Detailregelungen sind Bestandteil der Güte- und Prüfvorschriften der Gütegemeinschaft PCM und geben detaillierte Vorschriften und Hinweise zur Verleihung des Gütezeichens für PCM, PCM-C, PCM-O und PCM-S.

Zur einfacheren Wiedererkennbarkeit wird die Kapitelnummerierung der Güte- und Prüfbestimmungen auch in den Detailregelungen zu den Güte- und Prüfbestimmungen verwendet. Falls eine Kapitelnummer in diesem Dokument nicht aufgeführt ist, gibt es keine zusätzlichen Informationen.

Im Zweifelsfall gilt die deutsche Sprachfassung.

1 Introduction

The Detailed Regulations are part of the Quality and Testing Specifications of the Quality Association PCM and provide detailed provisions and references to the award of the quality mark to PCM, PCM-C, PCM-O and PCM-S.

In order to increase recognisability, the same chapter numbers as in the Quality and Testing Specifications are used in the Detailed Regulations as well. If a chapter number is not listed in this document, there is no additional information.

In any case of doubt, the German language version shall prevail.

2 Gütebestimmungen

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Kenngrößen, welche in Abhängigkeit vom zu kennzeichnenden Produkt geprüft werden müssen. Abweichungen und zusätzliche Prüfungen können im Einzelfall durch den Güteausschuss vorgegeben werden.

	PCM	PCM-C	PCM-O	PCM-S
Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie	zwingend	zwingend	zwingend	
Wärmeleitfähigkeit	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft	
Dichtigkeit der Verkapselung		sofern verkapselt	zwingend	zwingend
Zyklusstabilität	zwingend, außer für reine n-Alkane*	zwingend	zwingend	Anfrage bei Gütegemeinschaft
Segregation	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft

Tabelle 2 DR: Übersicht der zu prüfenden Kenngrößen; * mit einer Reinheit von $\geq 97\%$ (w/w)

2 Quality specifications

The following table provides an overview of the parameters that must be tested depending on the type of marked product. Deviations and additional testing may be specified by the Quality Committee in particular cases.

	PCM	PCM-C	PCM-O	PCM-S
Phase transition temperature range and stored thermal energy	mandatory	mandatory	mandatory	
Thermal conductivity	request to Quality Association	request to Quality Association	request to Quality Association	
Leak tightness of encapsulation		if encapsulated	mandatory	mandatory
Cycling stability	mandatory, except for pure n-alkanes*	mandatory	mandatory	request to Quality Association
Segregation	request to Quality Association	request to Quality Association	request to Quality Association	request to Quality Association

Table 2 DR: Overview of parameters to test; * with a purity of $\geq 97\%$ (w/w)

2.1 Anforderungen an PCM und PCM-C

2.1 Requirements of PCM and PCM-C

2.1.3 Zyklusstabilität (PCM/PCM-C)

2.1.3 Cycling stability

Bei der Untersuchung der Zyklusstabilität sind für PCM – mit Ausnahme reiner n-Alkane mit einer Reinheit von $\geq 97\%$ (w/w) – und PCM-C folgende Qualitätskriterien im Heiz- und Kühlfall zu prüfen:

The following quality criteria of PCM – except for pure n-alkanes with a purity of $\geq 97\%$ (w/w) – and PCM-C are to be tested during cycling stability testing for both heating and cooling:

- Phasenübergangstemperaturbereich,
- Gespeicherte thermische Energie.

- Phase transition temperature range,
- Stored thermal energy.

2.2 Anforderungen an PCM-0

2.2.3 Zyklenstabilität

Bei der Untersuchung der Zyklenstabilität sind folgende Qualitätskriterien bei PCM-0 im Heiz- und Kühlfall zu prüfen:

- Phasenübergangstemperaturbereich,
- Gespeicherte thermische Energie,
- Dichtigkeit der Verkapselung (zumindest einmalig nach Beendigung der Zyklierung).

2.4 Produktdatenblatt

Zusätzlich zum spezifischen Gewicht muss auch die damit verbundene Temperatur angegeben werden.

3 Prüfbestimmungen

3.5 Besondere Prüfbestimmungen für PCM und PCM-C

Es wird empfohlen, die Prüfungen gemäß 3.5.1, 3.5.2 und 3.5.3 mit mindestens drei Proben durchzuführen. Die Reduzierung der Probenanzahl auf zwei durch den Gütezeitchennutzer ist zulässig.

3.5.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

3.5.1.1 Zulässige Messverfahren

Thermische Materialeigenschaften sollten ohne Beeinflussung durch die Messmethode selbst gemessen werden. Z. B. wird die Unterkühlung der meisten Salzhydrate durch die Probengröße beeinflusst. Das muss bei der Auswahl der Messmethode berücksichtigt werden.

Probenart	Messverfahren	Überlegungen
Paraffine und organische PCM mit ähnlichen Eigenschaften	Alle bekannten Verfahren	
Salzhydrate	Dreischicht-Kalorimeter T-History Large scale DSCs	Probengröße beeinflusst Nukleation
Inhomogene Materialien, wie z. B. Beton	Heat Flow Meter Large scale DSCs	Probengröße muss repräsentativ sein

Tabelle 3.5.1.1 DR: Zulässige Messverfahren

Zusätzliche geeignete Messverfahren können vom Güteausschuss zugelassen werden.

3.5.1.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Über die Güte- und Prüfbestimmungen hinausgehende Vorgaben der Gütegemeinschaft:

- gespeicherte thermische Energie
Die verwendete Intervallbreite darf 1 K nicht überschreiten. Angaben müssen für den Temperaturbereich des vollständigen Phasenwechsels (Heizen und Kühlen) ± 5 K über Onset und Offset hinaus gemacht werden.

2.2 Requirements of PCM-0

2.2.3 Cycling stability

The following quality criteria of PCM-0 are to be tested during cycling stability testing for both heating and cooling:

- Phase transition temperature range,
- Stored thermal energy,
- Leak tightness of encapsulation (at least once after completed cycling).

2.4 Product data sheet

The temperature at which the specified weight applies must be indicated too.

3 Testing specifications

3.5 Special testing specifications for PCM and PCM-C

It is recommended to perform the tests according to 3.5.1, 3.5.2 and 3.5.3 with at least three samples. The reduction of the number of samples to two is permitted.

3.5.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

3.5.1.1 Permitted measuring methods

Material thermal properties should be measured without influence of the measuring method itself. E. g. supercooling of most salt hydrates is influenced by sample size. This must be considered when choosing the measuring method.

Type of sample	Measurement procedure	Considerations
Paraffins and organic PCM with similar behaviour	All known methods	
Salt hydrates	Triple-layer calorimeter T-History Large scale DSCs	Sample size influences nucleation
Inhomogeneous material like concrete	Heat Flow Meter Large scale DSCs	Sample size must be representative

Table 3.5.1.1 DR: Permitted measurement methods

Additional suitable measurement methods can be approved by the Quality Committee.

3.5.1.2 Contents of the test results and the test report

Requirements of the Quality Association complementing those of the Quality and Testing Specifications:

- stored thermal energy
The interval width must not exceed 1 K. Statements shall be made for the temperature range of a complete phase transition (heating and cooling) ± 5 K below/above the onset and offset respectively.

Die Angaben zur gespeicherten thermischen Energie müssen zwingend den latenten und sensiblen Anteil umfassen. Dieser kann jedoch unterschiedlich hervorgehoben werden. Anzugeben sind die Mittelwerte über idealerweise drei, mindestens aber zwei, wobei nur jeweils der dritte Messzyklus jeder Messung ausgewertet wird. Die Standardabweichung der Messergebnisse ist anzugeben.

– Nukleationstemperatur

Der Grad der Unterkühlung wird durch die Bestimmung der Nukleationstemperatur, d. h. der Temperatur, bei der der Phasenwechsel ausgelöst wird, ermittelt. Hierzu werden, falls möglich, im DSC idealerweise drei, mindestens aber zwei Proben mindestens sechs Mal zyklert. Ist auf Herstellerwunsch eine größere Probenmenge zu testen als im DSC möglich, so kann ein geeignetes anderes Kalorimeter verwendet werden. Ab dem dritten Zyklus erfolgt die Auswertung, indem die minimale Nukleationstemperatur ermittelt wird, bei der bei allen Kühlmessungen der Phasenwechsel sicher ausgelöst wurde. Da die Nukleationstemperatur zu einem gewissen Grad abhängig von der Probengröße ist, ist zudem die kleinste der vermessenen Probengrößen (Volumen und Masse) anzugeben. Die Durchführung dieser Messungen kann mit den Messungen zur Ermittlung des Phasenübergangstemperaturbereichs und des gespeicherten thermischen Energie-Temperatur-Verlaufs kombiniert werden.

3.5.1.3 Durchführung der Messung

Über die Güte- und Prüfbestimmungen hinausgehende Vorgaben der Gütegemeinschaft:

– Anzahl der Proben und Messungen

Pro Produkt sind idealerweise drei, mindestens aber zwei vergleichbare Proben aus der gleichen Probencharge zu untersuchen. Pro Probe ist mindestens eine Messung (bestehend aus jeweils drei Zyklen (Heiz- und Kühlrampe) über den Temperaturbereich des vollständigen Phasenwechsels) durchzuführen. Der Temperaturbereich ist unter Berücksichtigung der Herstellerangaben so zu wählen, dass die Probe nicht beschädigt wird. Alle Messungen an einem Material sind immer mit dem gleichen Gerät durchzuführen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

– Verfahren zur Sicherstellung des thermischen Gleichgewichts

Die Probe muss während der Messung innerhalb der Messgenauigkeit im thermischen Gleichgewicht sein. Die Verfahren zur Sicherstellung des thermischen Gleichgewichtes innerhalb der Probe unterscheiden sich in Abhängigkeit von der verwendeten Messmethode:

a) dynamische Messung mit konstanter Heiz-, Kühlrate:

Bei dynamischen Messungen mit konstanter Heiz- und Kühlrate, z. B. in hf-DSC bzw. Calvet-Kalorimetern, ist eine ausreichend niedrige Heiz- und Kühlrate zu verwenden. Dies ist einmalig an einer der zu vermessenden Proben vorab durch Variation der Heiz- und Kühlrate zu testen. Hierzu wird die Heizrate (sinnvolle Heizraten sind geräteabhängig zu wählen) so lange halbiert, bis eines der folgenden Kriterien eingehalten wird. Dazu ist zunächst die Enthalpie jeder Heiz- und Kühlrampe in einer Grafik über der Temperatur wie im Bild 3.5.1.3 DR aufzutragen. Betrachtet werden jeweils die Wendepunkte der Heiz- und Kühlkurve. Die maximal zulässige Heizrate ist erreicht, wenn:

The statements regarding stored thermal energy shall include both the latent and sensible heat, but they can be highlighted differently. The average of ideally three, but at least two samples shall be indicated, whereby only the third measuring cycle of each measurement is evaluated. The standard deviation of the measurement results shall be indicated.

– Nucleation temperature

The degree of supercooling is determined by measuring the nucleation temperature, i. e. the temperature at which the phase transition starts. If possible, three, but at least two samples are cycled at least six times in the DSC. If the manufacturer wants to have larger sample sizes tested than what is possible with a DSC, another appropriate calorimeter can be used. Evaluation starts with the third cycle by determining the minimum nucleation temperature at which the phase transition of all cooling measurements was definitely triggered. Since the nucleation temperature is, to some degree, dependent on the sample size, the smallest measured sample sizes (volume and mass) are to be indicated. These measurements can be combined with the measurements to identify the phase transition temperature range and of the stored thermal energy-temperature curve.

3.5.1.3 Execution of the measurement

Requirements of the Quality Association complementing those of the Quality and Testing Specifications:

– Number of samples and measurements

For each product, ideally three, but at least two comparable samples of the same production batch shall be tested. For each sample, at least one measurement (each consisting of three cycles (heating and cooling ramp) over the temperature range of a complete phase transition) must be made. The temperature range shall be selected to ensure that the sample is not damaged, based on the manufacturer information. All measurements of a material must be performed with the same device in order to ensure comparability of the results.

– Process to ensure thermal equilibrium

During the measurement, the sample must be in thermal equilibrium within the limits of measurement accuracy. The process to ensure thermal equilibrium inside the sample varies depending on the measurement method applied:

a) Dynamic measurement with constant heating and cooling rate:

In the case of dynamic measurements with constant heating and cooling rates, e. g. in hf-DSC or Calvet calorimeters, a sufficiently low heating and cooling rate shall be used. This needs to be tested once in advance on one of the samples to be measured, by varying the heating and cooling rates. This means halving the heating rate and halving it again until one of the criteria below is fulfilled (meaningful heating rates must be chosen, depending on the device). First, the enthalpy of each heating and cooling ramp is shown in a graph over the temperature, as in Figure 3.5.1.3 DR. The inflection points of the heating and cooling curves are taken into consideration. The maximum permitted heating rate has been reached when:

Güte- und Prüfbestimmungen – Anlage 2
Quality and testing specifications – Appendix 2

i) die Temperatur im Wendepunkt jeweils der Heizmessungen untereinander bis maximal 0,2K abweichen

oder

ii) die Temperatur im Wendepunkt der Heiz- und Kühlkurven bei gleicher Heizrate bis maximal 0,5K voneinander abweichen.

Die langsamere der beiden Heizraten, bei der erstmals eines der Kriterien eingehalten wurde, wird bei allen weiteren Messungen an diesem Probenmaterial als maximale Heizrate eingesetzt.

Treten mehrere Phasenübergänge bei der Vermessung des Materials auf, müssen die Kriterien für alle Phasenübergänge einzeln betrachtet eingehalten werden.

i) the temperatures at the inflection points of the heating measurements deviate no more than 0,2K from each other

or

ii) the temperatures at the inflection points of the heating and cooling curves at the same heating rate deviate no more than 0,5K from each other.

The slower of the two heating rates at which one of the criteria is met first is used as the maximum heating rate for all further measurements of this sample material.

If several phase transitions occur while measuring the material, the criteria must be fulfilled for each phase transition individually.

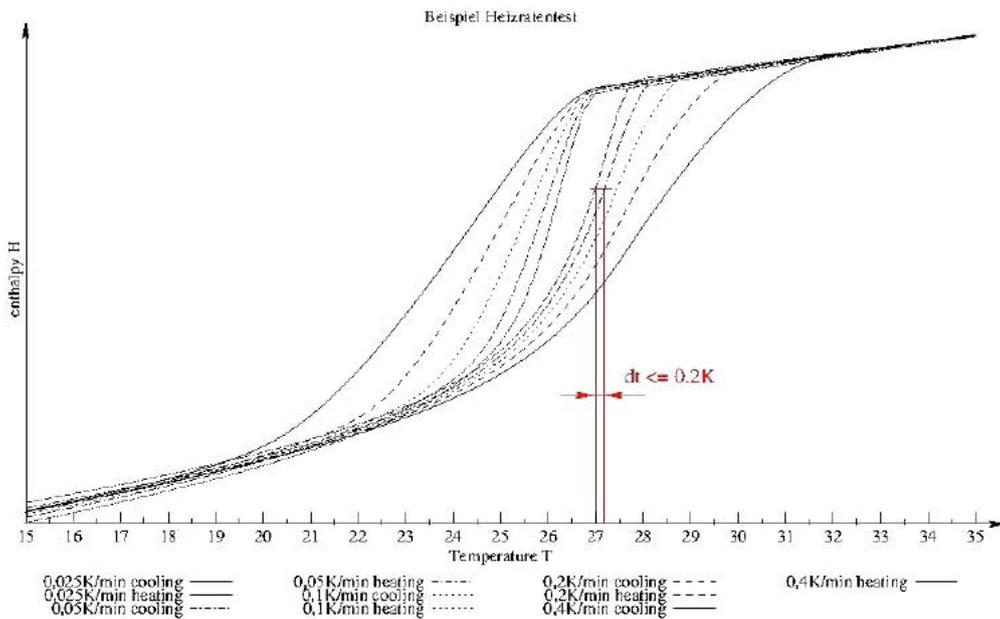


Bild 3.5.1.3 DR: Sicherstellung des thermischen Gleichgewichts in der Probe

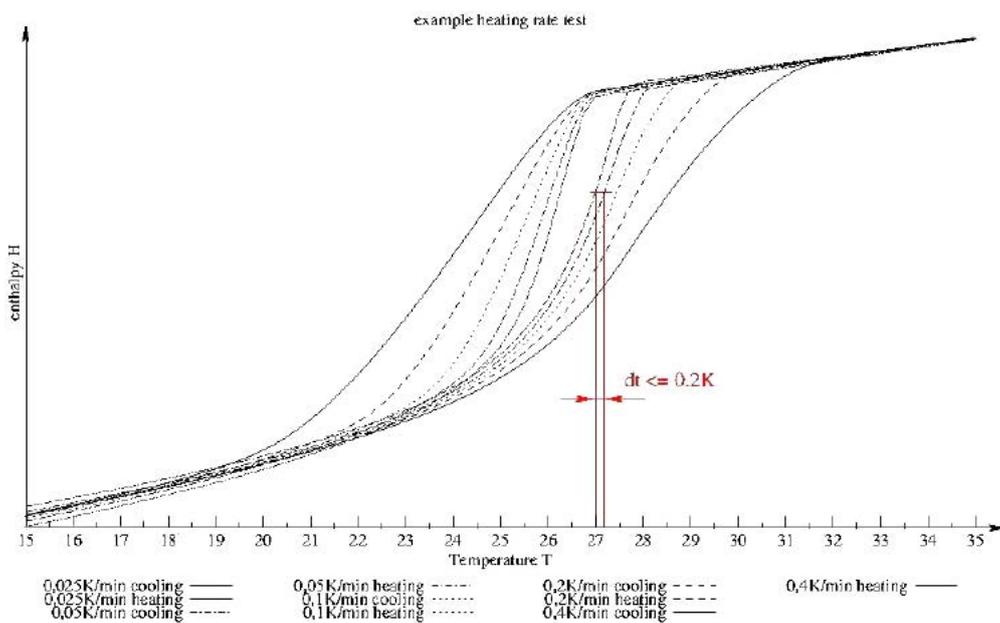


Fig. 3.5.1.3 DR: Ensuring the thermal equilibrium in the sample

b) dynamische Messung mit Sprungfunktionen:

Bei dynamischen Messungen mit Sprungfunktionen (z. B. Dreischicht-Kalorimeter, T-History) ist analog eine geeignete Sprungendtemperatur der Messung auszuwählen. Dies ist an einer der zu vermessenden Proben vorab durch Variation der Sprungendtemperatur zu testen. Eine geeignete Sprungendtemperatur ist erreicht, wenn:

- i) sich die jeweiligen Ergebnisse bei einer Halbierung der Temperaturdifferenz zwischen Schmelz- (Heizfall) bzw. Kristallisationstemperatur (Kühlfall) und Endtemperatur um weniger als 0,2K ändern

oder

- ii) zwischen dem Ergebnis aus Heiz- und Kühlmessung weniger als 0,5K Unterschied besteht.

Zur Überprüfung der Temperaturgenauigkeit kann eine Heizrate bzw. ein Temperatursprung gewählt werden, bei dem eine Enthalpieauswertung nicht mehr möglich ist.

- c) Bei isothermer Messung (Stufenmessung) in DSC bzw. Calvet-Kalorimetern ist eine ausreichend lange Relaxationszeit zu wählen, um der Probe zu erlauben, in das thermische Gleichgewicht überzugehen. Dies ist durch ein Absinken des Messsignals auf die Basislinie erkennbar.

b) dynamic measurements with step function:

In case of dynamic measurements with step functions (e. g. triple-layer calorimeter, T-History), an appropriate final step temperature of the measurement shall be selected. This needs to be tested beforehand on one of the samples to be measured, by varying the final step temperature. An appropriate final step temperature has been reached when:

- i) the respective results of halving the temperature difference between melting temperature (case of heating) or crystallisation temperature (case of cooling), respectively, and final temperature change by less than 0,2K.

or

- ii) there is a difference of less than 0,5K between the results of heating and cooling measurement.

Either a heating rate or a temperature step, at which an evaluation of the enthalpy is not possible anymore, can be selected to verify the accuracy of the temperature.

- c) In the case of isothermal measurement (stepwise measurement) in DSC or Calvet calorimeters, a sufficiently long relaxation time shall be selected to allow the sample to attain thermal equilibrium. This can be recognized by a lowering of the measurement signal to the base line.

3.5.2 Wärmeleitfähigkeit

3.5.2.1 zulässige Messverfahren

Geeignete Messverfahren nach aktuellem Kenntnisstand sind:

Probenart	Messverfahren (PCM fest)	Messverfahren (PCM flüssig)
Paraffine und organische PCM mit ähnlichen Eigenschaften	Hitzdraht, GHP (Guarded Hot Plate) beschränkt	Hitzdraht
Salzhydrate	Hitzdraht, GHP beschränkt	Hitzdraht
Mikroverkapselte 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 3.5.2.1 DR: Geeignete Messverfahren

Zusätzliche geeignete Messverfahren können vom Güteausschuss zugelassen werden.

3.5.2 Thermal conductivity

3.5.2.1 Permitted measurement methods

Suitable measurement methods according to the current state of knowledge are:

Type of sample	Measurement procedure (PCM solid)	Measurement procedure (PCM liquid)
Paraffins and organic PCM with similar behaviour	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	Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique according to DIN 51908, Hot wire if sample isotropic	Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique according to DIN 51908, Hot wire if sample isotropic
Composite panel matrix material/micro-encapsulated PCM	GHP, Hot wire if sample isotropic, Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique if the sample shows high thermal conductivity (>0.4 W/(mK))	GHP, Hot wire if sample isotropic, Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique if the sample shows high thermal conductivity (>0.4 W/(mK))

Table 3.5.2.1 DR: Suitable measurement methods

Additional suitable measurement methods can be approved by the Quality Committee.

3.5.2.3 Durchführung der Messung

Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM zur Durchführung der Messungen:

- Anzahl der Proben und Messungen
Pro Produkt sind idealerweise drei, mindestens aber zwei Proben zu untersuchen. Pro Probe ist mindestens eine Messung durchzuführen.

3.5.3 Zyklenstabilität

3.5.3.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Über die Güte- und Prüfbestimmungen hinausgehende Vorgaben der Gütegemeinschaft:

Der Prüfbericht muss, soweit zutreffend, folgende Angaben enthalten:

1. Hinweis auf diese „Prüfgrundsätze für die Durchführung einer Erstprüfung bzw. Fremdüberwachung der Gütegemeinschaft PCM e.V.“,
2. alle nötigen Angaben für die vollständige Identifizierung des untersuchten Materials,
3. Präparation der Probekörper für Zyklierung,
4. Methode der Zyklierung (Luft-, Flüssigkeits- oder Metallkontakt),
5. erreichte Klasse,
6. Startmessung und Kontrollmessungen,
 - a) durchgeführte Zyklenanzahl,
 - b) Präparation der Probekörper,
 - i. Verfahren der Präparation der Probekörper,
 - c) Bestimmung der Probendichte,
 - i. Beschreibung des Messverfahrens,
 - ii. Ergebnis,
 - d) Bestimmung der gespeicherten thermischen Energie als Funktion der Temperatur,
 - i. Auswahl der Probenbehälter,
 1. Material,
 2. Größe,
 - ii. Auswahl des Messverfahrens,
 1. Verwendete Messmethode,
 2. Typ des verwendeten Gerätes,
 - iii. Durchführung der Messungen,
 1. Temperaturbereich,
 2. Messprogramm, Parameter des Temperaturprogramms, einschließlich Anfangstemperatur, Heizrate, Endtemperatur und Kühlrate,
 3. Ergebnis der Überprüfung auf thermisches Gleichgewicht,
 - iv. Ergebnis,
 1. Anzahl der Proben, Gewicht,
 2. Messkurven und Ergebnis (Onset, Peak, Offset) der Einzelauswertung,

3.5.2.3 Execution of the measurement

Requirements of the Quality Association to perform the measurements:

- Number of samples and measurements:
Ideally three, but at least two samples must be tested for each product. At least one measurement must be made for each sample.

3.5.3 Cycling stability

3.5.3.2 Contents of the test results and the test report

Requirements of the Quality Association complementing those of the Quality and Testing Specifications:

The test report shall contain the following details (if applicable):

1. reference to these “testing principles for performing an initial test or external test of the Quality Association PCM (Gütegemeinschaft PCM e.V.)”,
2. all necessary details to completely identify the tested material,
3. preparation of the samples for cycling,
4. cycling method (contact with air, liquid or metal),
5. achieved category,
6. initial measurement and control measurements,
 - a) performed number of cycles,
 - b) preparation of the samples,
 - i. process of sample preparation,
 - c) determination of the density of the sample,
 - i. description of the measurement method,
 - ii. result,
 - d) determination of the stored thermal energy as a function of the temperature,
 - i. selection of sample holders,
 1. material,
 2. size,
 - ii. selection of measurement method,
 1. applied measurement method,
 2. type of used device,
 - iii. execution of measurements,
 1. temperature range,
 2. measurement program, temperature program parameters, including initial temperature, heating rate, final temperature and cooling rate,
 3. result of thermal equilibrium check,
 - iv. result,
 1. number of samples, weight,
 2. measurement curves and result (onset, peak, offset) of the individual evaluations,

- v. gespeicherte thermische Energie (latent und sensible) als Funktion der Temperatur in Tabellenform für den Heiz- und Kühlfall nach Mittelwertbildung über Einzelergebnisse bezogen auf die Probenmasse in J/g,
- 7. Zyklisierung,
 - a) Parameter des Temperaturprogramms, einschließlich Umkehrtemperaturen, maximale und minimale Temperaturen der Temperierflächen, Haltezeiten,
 - b) Nachweis durchgeführte Zyklen (grafisch oder Messdaten),
- 8. Datum der Prüfungen.

3.5.3.3 Durchführung der Messung

Vorgaben der Gütegemeinschaft zur Festlegung der Temperaturrampe:

– Basis der Messung

Zunächst muss die Temperaturrampe für die Zyklisierung definiert werden. Dazu ist eine detaillierte Messung des Phasenübergangstemperaturbereichs und des gespeicherten thermischen Energie-Temperatur-Verlaufs entsprechend den Güte- und Prüfbestimmungen und den Bestimmungen zur Durchführung der Messungen durchzuführen. Die Gesamtenthalpie wird nach den aktuell gültigen Vorgaben für die Dynamische Differenz Kalorimetrie (in Anlehnung an DIN EN ISO 11 357) ermittelt. Die bei der Initialmessung festgelegten Integrationsgrenzen müssen für alle Folgemessung beibehalten werden, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Diese Messung wird im weiteren Verlauf der Zyklisierung als Initialmessung (Zyklen 0) verwendet. Anhand der Messergebnisse werden die Umschalttemperaturen der Temperierung bestimmt. Eventuelle Haltezeiten sowie Höchsttemperaturen sind Herstellerangaben zu entnehmen.

Im Anschluss an die Initialmessung wird nun bis zu den jeweiligen Kontrollmessungen zyklisiert. Die Zyklenanzahl ist anhand gemessener Temperaturen in der Probe nachzuweisen.

– Temperaturgrenzen

Die Zyklisierung der PCM erfolgt durch eine vorgegebene Abfolge von Heiz- und Kühlperioden, unter Umständen mit zwischenliegenden Haltephasen.

Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, muss die Abfolge der Heiz- und Kühlperioden einem definierten Ablauf zwischen materialabhängig festgelegten Temperaturgrenzen folgen. Entscheidend ist, dass die Temperatur der Probe am vom Heiz- /Kühlelement entferntesten Punkt ausreichend weit vom Schmelzbereich entfernt ist, um einen vollständigen Zyklus zu gewährleisten.

Im Folgenden werden zwei mögliche Abfolgen der Heiz- und Kühlperioden festgelegt. Abweichende Grenzwerte können im Ausnahmefall durch den Güteausschuss erlaubt werden.

a) Grenzen relativ zur Peakbreite

Erreicht der Punkt der Probe mit der größten Entfernung zur Heizfläche eine Temperatur von mindestens dem 2,5-fachen der Peakbreite über der Offset-Temperatur der Heizkurve, gilt der Heizzyklus (evtl. nach einer vom Hersteller des PCM geforderten Haltezeit) als abgeschlossen. Erreicht der Punkt der Probe mit der größten Entfernung zur Kühlfläche eine Temperatur von min-

- v. stored thermal energy (latent and sensible) as a function of temperature in the form of a table for the heating and cooling case after averaging the individual results, referring to the sample mass in J/g,
- 7. cycling,
 - a) temperature program parameters, including reversal temperatures, maximum and minimum temperatures of the tempering surfaces, holding times,
 - b) documentation of performed cycles (graphics or measurement data),
- 8. date of the tests.

3.5.3.3 Execution of the measurement

Requirements of the Quality Association to specify the temperature ramp:

– Basis of the measurement

Firstly, the temperature ramp for the cycling must be defined. This requires a detailed measurement of the phase transition temperature range and of the stored thermal energy-temperature curve, following the Quality and Testing Specifications and the requirements to perform the measurements. The overall enthalpy is calculated according to the currently applicable specifications for dynamic difference calorimetry (based on DIN EN ISO 11 357). The integration boundaries defined during the initial measurement must be retained for all subsequent measurements to ensure comparability. This measurement is used as the initial measurement (cycle 0) in the course of cycling. The measurement results are used to determine the transition temperatures of the tempering. Any holding times, or minimum or maximum temperatures, must be taken from manufacturer information.

After the initial measurement, cycling takes place until the respective control measurements. The number of cycles must be verified based on measured temperatures in the sample.

– Temperature boundaries

The PCM is cycled based on a specified sequence of heating and cooling periods, potentially with holding phases in between.

To ensure the greatest possible comparability of the results, the sequence of heating and cooling periods must follow a defined course between temperature boundaries that are defined depending on the material. The decisive point is that the temperature of the sample at the point furthest from the heating/cooling element is far enough away from the melting point, in order to ensure a complete cycle.

Two possible sequences of heating and cooling periods are defined below. Deviations in the limit values may be permitted by the Quality Committee in exceptional cases.

a) Boundaries relative to the peak width

When the point on the sample that is furthest from the heating surface reaches a temperature of at least 2,5 times the peak width above the offset temperature of the heating curve, the heating cycle is regarded as being complete (after any holding time required by the manufacturer of the PCM). When the point on the sample that is furthest from the cooling surface reaches a

destens dem 2,5-fachen der Peakbreite unter der Offset-Temperatur der Kühlkurve, gilt der Kühlzyklus (evtl. nach einer vom Hersteller des PCM geforderten Haltezeit) als abgeschlossen.

b) Grenzen absolut

Bei Materialien mit sehr breiten oder mehreren sich überlagernden Schmelzpeaks kann obige Definition zu unrealistisch großen Temperaturspreizungen führen. In diesen Fällen gilt: Erreicht der Punkt der Probe mit der größten Entfernung zur Heizfläche eine Temperatur von mindestens 5 K über der Offset-Temperatur der Heizkurve, gilt der Heizzyklus (evtl. nach einer vom Hersteller des PCM geforderten Haltezeit) als abgeschlossen. Erreicht der Punkt der Probe mit der größten Entfernung zur Kühlfläche eine Temperatur von mindestens 5 K unter der Offset-Temperatur der Kühlkurve, gilt der Kühlzyklus (evtl. nach einer vom Hersteller des PCM geforderten Haltezeit) als abgeschlossen.

temperature of at least 2,5 times the peak width below the offset temperature of the cooling curve, the cooling cycle is regarded as being complete (after any holding time required by the manufacturer of the PCM).

b) Absolute boundaries

In case of materials with very wide melting peaks, or several superimposed melting peaks, the definition above can lead to unrealistically wide spreads of temperature. In these cases, the following applies: when the point on the sample that is furthest from the heating surface reaches a temperature of at least 5 K above the offset temperature of the heating curve, the heating cycle is regarded as being complete (after any holding time required by the manufacturer of the PCM). When the point on the sample that is furthest from the cooling surface reaches a temperature of at least 5 K below the offset temperature of the cooling curve, the cooling cycle is regarded as being complete (after any holding time required by the manufacturer of the PCM).

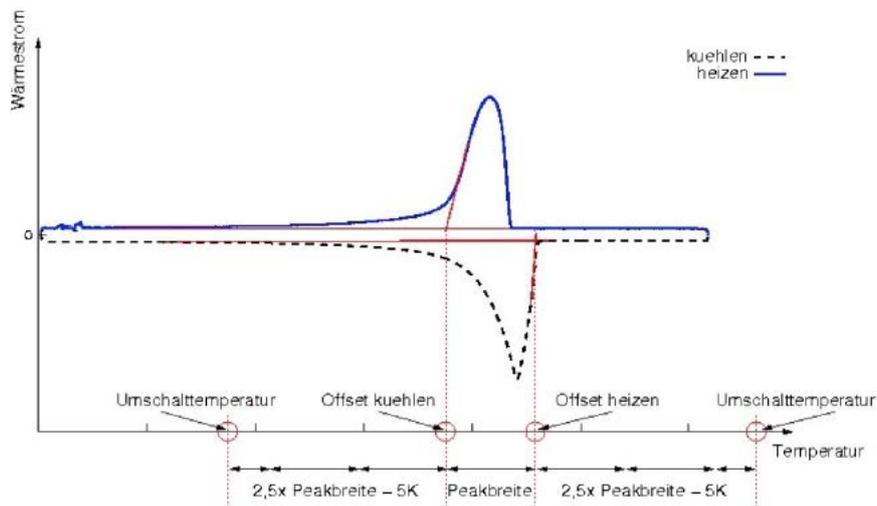


Abbildung 3.5.3.3.1 DR: Definition der Peakbreite und daraus resultierende Umschaltemperaturen und maximale Antriebstemperaturen für die Zyklierung bei relativer Definition

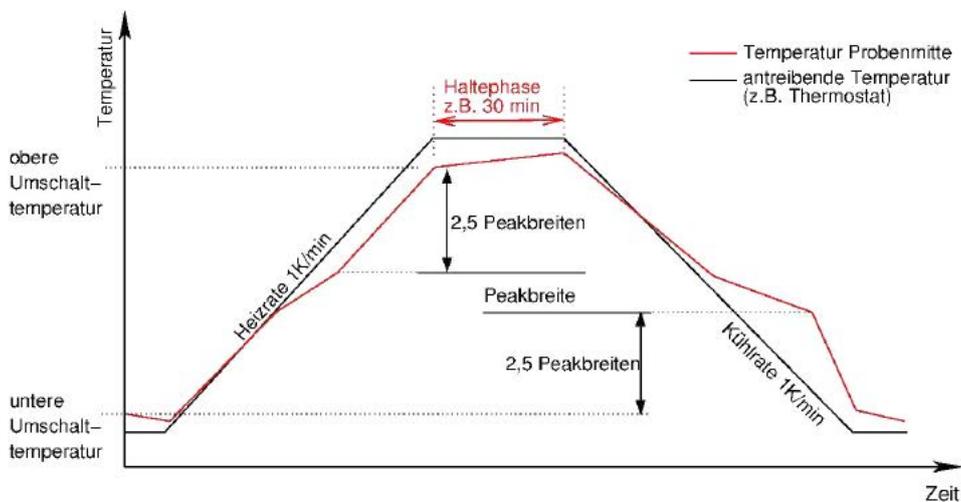


Abbildung 3.5.3.3.2 DR: Beispiel eines vollständigen Zyklus mit Haltephasen

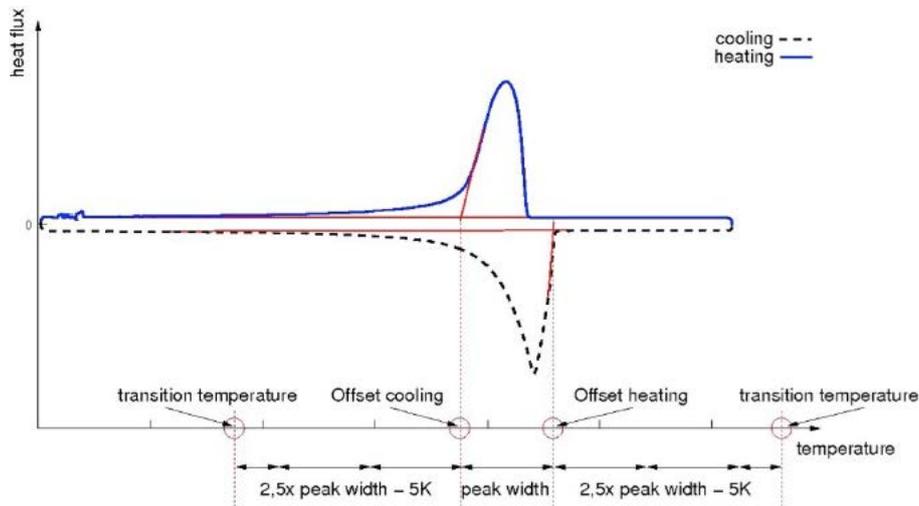


Fig. 3.5.3.3.1 DR: Definition of the peak width and resulting transition temperatures and maximum temperature ramps for the cycling, for relative definition.

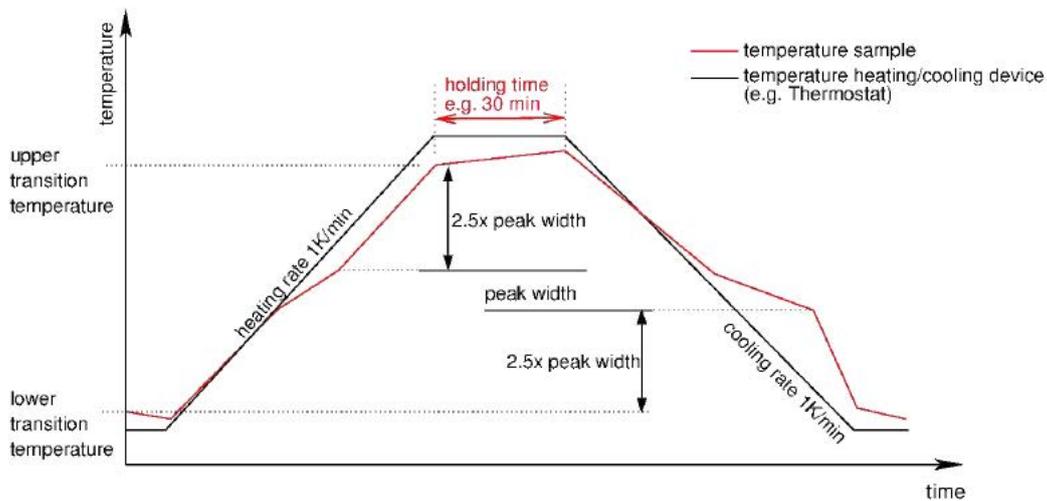


Fig. 3.5.3.3.2 DR: Example of a complete cycle with holding phases

– Messung der Proben temperatur

Die Temperaturmessung erfolgt in der größten Entfernung zu den Temperierflächen. Bei Wärmeeintrag von mindestens zwei gegenüberliegenden Heizflächen über einen in der Probe mittig platzierten Temperatursensor, bei einseitigem Wärmeeintrag auf der der Heizfläche gegenüberliegenden Probenoberfläche.

– Temperaturprogramm

Als Heizrate wird 1 K/min ($\pm 0,1$ K/min) am Metallkontakt bzw. in der Badflüssigkeit empfohlen. Die Heizrate innerhalb der Probe ist jedoch immer geringer. Abweichende Werte insbesondere für beschleunigte Zyklisierung kann der Güteausschuss genehmigen. Darüber hinaus kann es bei manchen PCM notwendig sein, Haltezeiten einzuhalten, um dem PCM die Möglichkeit zur thermischen Relaxation zu geben. Hier müssen die Vorgaben der Hersteller berücksichtigt werden. Dies ist im Prüfprotokoll zu vermerken.

– Measuring the temperature of the sample

The temperature is measured at the distance furthest from the tempering surfaces. In the case of heating from at least two opposite heating surfaces, the temperature sensor is placed in the centre of the sample; in the case of heating from one side, the sensor is placed on the surface of the sample opposite the heating surface.

– Temperature program

The recommended heating rate is 1 K/min (± 0.1 K/min) at the metal contact or in the bath fluid. However, the heating rate within the sample is always lower. Deviations in these values may be approved by the Quality Committee, in particular for accelerated cycling. Furthermore, it may be necessary for some PCM to observe holding times, in order to allow for thermal relaxation in the PCM. In this case, the manufacturer's specifications must be taken into account. This must be noted in the test report.

3.5.3.4 Prüfung der Gütekriterien

– Anzahl der Proben und Messungen

Pro Produkt sind idealerweise drei, mindestens aber zwei vergleichbare Proben zu untersuchen. Pro Probe ist min-

3.5.3.4 Testing the quality criteria

– Number of samples and measurements

For each product, ideally three, but at least two comparable samples shall be tested. For each sample, at least

destens eine Messung (bestehend aus jeweils drei Zyklen (Heiz- und Kühlrampe) über den Temperaturbereich des vollständigen Phasenwechsels) durchzuführen. Die Wahl des Temperaturbereiches ist unter Berücksichtigung der Herstellerangaben so zu wählen, dass die Probe nicht beschädigt wird. Alle Messungen an einem Material sind immer mit dem gleichen Gerät durchzuführen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Liegt bei einer der untersuchten Proben ein Schadensfall vor, dann werden noch einmal so viele weitere Proben untersucht, dass insgesamt fünf Proben geprüft wurden.

Die Prüfung des Produkts hinsichtlich der geprüften Gütekriterien gilt dann als bestanden, wenn kein Schadensfall bei den primär durchgeführten Messungen bzw. maximal ein Schadensfall innerhalb fünf durchgeführter Messungen festgestellt wurde.

– Gütekriterien

Von der Gütegemeinschaft festgelegte zu prüfende Gütekriterien und einzuhaltende Grenzwerte:

– Gespeicherte thermische Energie

Ein Schadensfall liegt vor bei einer Abweichung von mehr als -10% im Vergleich zum Beginn der Zyklisierung.

– Phasenübergangstemperatur

Ein Schadensfall liegt vor bei einer Abweichung von mehr als $\pm 1\text{ K}$ für Onset-, Peak- und Offset-Temperatur.

– Nukleationstemperatur

Ein Schadensfall liegt vor, wenn der vom Hersteller angegebene Wert unterschritten wird.

– Optionale Gütekriterien:

– Dichtigkeit

Ein Schadensfall liegt vor, wenn mit der am besten geeigneten Methode gemäß Tabelle 3.6.2.1 DR eine Undichtigkeit festgestellt werden kann.

– evtl. Wärmeleitfähigkeit (nur falls vom Antragsteller/Gütezeichennutzer gewünscht)

Ein Schadensfall liegt vor bei einer Abweichung von mehr als $\pm 10\%$.

3.6 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-0

Es wird empfohlen, die Prüfungen gemäß 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 und 3.6.4 mit mindestens drei Proben durchzuführen. Die Reduzierung der Probenanzahl auf eine oder zwei durch den Gütezeichennutzer ist zulässig. Der Güteausschuss kann verlangen, mehr als eine oder zwei Probe(n) zu messen, falls der Gütezeichennutzer beabsichtigt, eine bestimmte Eigenschaft zu demonstrieren.

3.6.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Vorgaben der Gütegemeinschaft zur Angabe bzw. Messung der Nukleationstemperatur:

Die Eignung der Bestimmungsmethode zur Messung des Unterkühlungsgrades ist vom PCM-0 abhängig. Die Eignung der Methode ist vom Fremdüberwachungsinstitut mit dem Güteausschuss abzuklären.

one measurement (each consisting of three cycles (heating and cooling ramp) over the temperature range of a complete phase transition) must be made. The temperature range needs to be selected in a way that the sample is not damaged, based on manufacturer information. All measurements of a material must be performed with the same device in order to ensure comparability of the results.

If one of the tested samples failed, additional samples resulting in a total of five tested samples shall be tested.

The test of the product with regard to the tested quality criteria is considered passed if no failure occurs within the primary measurements, or a maximum of one case of failure occurs within five measurements.

– Quality criteria

Quality criteria to test and limits to comply with as specified by the Quality Association:

– stored thermal energy

There is an event of failure if the deviation is higher than -10% compared to the start of cycling.

– Phase transition temperature

There is an event of failure if the deviation is higher than $\pm 1\text{ K}$ for onset, peak and offset temperature.

– nucleation temperature

There is an event of failure if the value is lower than that specified by the manufacturer.

– Optional quality criteria:

– leak tightness

There is an event of failure if a leak can be observed by the most appropriate method in table 3.6.2.1 DR.

– possibly thermal conductivity (only if desired by applicant/quality mark user)

There is an event of failure if the deviation is higher than $\pm 10\%$.

3.6 Special testing specifications for PCM-0

It is recommended to perform the tests according to 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 and 3.6.4 with at least three samples. The reduction of the number of samples to one or two by the quality mark user is permitted. The Quality Committee may demand to test more than one or two samples if the quality mark user intends to demonstrate a specific characteristic.

3.6.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

Requirements of the Quality Association regarding indication and measurement of the nucleation temperature:

The suitability of the method for measuring the degree of supercooling depends on the PCM-0. The external monitoring institute must clarify the suitability of the method with the Quality Committee.

3.6.1.1 Zulässige Messverfahren

Geeignete Messverfahren für die Bestimmung der gespeicherten thermischen Energie sind nach aktuellem Kenntnisstand:

Probenart	Messverfahren
Plattenförmige Makrokapseln, flache Beutel	Heat Flow Meter Makro T-History Mehrschicht-Kalorimeter-Verfahren Makro-DSC
Kugelförmige Makrokapseln, Beutel	Badkalorimeter Makro-DSC

Tabelle 3.6.1.1 DR: Geeignete Messverfahren für die gespeicherte thermische Energie

Aufgrund der jeweiligen Besonderheiten sind die Messverfahren für verschiedene PCM-O unterschiedlich geeignet. Das jeweils am besten geeignete Messverfahren ist auszuwählen und mit dem Güteausschuss abzustimmen. Die Auswahl des Messverfahrens ist mit Begründung im Bericht zu dokumentieren. Weitere Messmethoden können vom Güteausschuss aufgrund neuer Erkenntnisse als geeignet eingestuft werden.

3.6.1.3 Durchführung der Messung

Es gelten die Bestimmungen gemäß 3.5.1.3, entsprechend angepasst an die Mindestanzahl der zu prüfenden Proben.

3.6.2 Dichtigkeit der Verkapselung

Die Dichtigkeit der Verkapselung muss die Funktionsfähigkeit des PCM-O über den voraussichtlichen Anwendungszeitraum gewährleisten. Eine geeignete Dichtheitsklasse ist vom Hersteller auszuwählen und im Bericht zu dokumentieren. Des Weiteren ist auch eine Materialverträglichkeit zwischen Verkapselung und PCM in Betracht zu ziehen.

3.6.2.1 Zulässige Prüfverfahren

Beispiele für mögliche Prüfverfahren für die Bestimmung der Dichtigkeit von Verkapselungen sind nach aktuellem Kenntnisstand:

Messverfahren	Beschreibung	Merkmale
Optische Prüfung	z. B. Mikroskop, UV-Tracer zur optischen Kontrolle auf Risse	– schnell – begrenztes Auflösungsvermögen – eher für Stichproben geeignet
Prüfung über elektrische Leitfähigkeitsmessung (für Salzhydrate)	Das verkapselte PCM wird in einem Flüssigkeitsbad gelagert und die elektrische Leitfähigkeit der Flüssigkeit kontinuierlich gemessen. Gelangt Salzhydrat durch Undichtigkeiten in die Flüssigkeit, erhöht sich die elektrische Leitfähigkeit.	– relativ schnell – auch für größere Mengen geeignet – integrales Verfahren, eher ungeeignet zur Identifizierung einzelner undichter Kapseln
Prüfung durch gravimetrisches Verfahren	Massenänderung einer Probe wird in Abhängigkeit von Umgebungsklima und Zeit gemessen.	– hohe Genauigkeit – auch für größere Stichproben geeignet – zeitaufwendiges Verfahren

3.6.1.1 Permitted measurement and calculation methods

On the basis of currently available information, suitable measurement methods to determine the stored thermal energy are:

Sample type	Measurement method
Plate-shaped macro-capsules, flat bags	Heat Flow Meter Macro T-History Multi-layer calorimeter procedure Macro DSC
Ball-shaped macro-capsules, bags	Bath calorimeter Macro DSC

Table 3.6.1.1 DR: Suitable measurement and calculation methods for stored thermal energy

Based on the respective characteristics, the different measurement methods are not equally suitable for different PCM-O. The most suitable measurement method needs to be selected and agreed with the Quality Committee. The selection of the measurement method must be documented and justified in the test report. Additional measurement methods can be declared suitable by the Quality Committee, based on new evidence.

3.6.1.3 Execution of the measurement

The specifications of 3.5.1.3 apply with the minimum number of samples to be tested adapted accordingly.

3.6.2 Leak tightness of the encapsulation

The leak tightness of the encapsulation needs to guarantee the functionality of the PCM-O for the expected application period. A suitable leak tightness category needs to be selected by the manufacturer and documented in the report. Furthermore, the material compatibility of encapsulation and PCM shall be considered.

3.6.2.1 Permitted measurement methods

On the basis of currently available information, examples of possible test methods for determining the leak tightness of encapsulation are:

Test method	Description	Characteristics
Optical test	e. g. microscope, UV Tracer for optical examination of cracks	– quick – limited resolution capacity – suitable rather for spot samples
Testing the electrical conductivity (for salt hydrates)	The encapsulated PCM is stored in a liquid bath and the electrical conductivity of the liquid is measured continuously. If salt hydrates are present in the liquid due to leaks, the electrical conductivity increases.	– comparably quick – also suitable for larger sample amounts – integral method, rather unsuitable to identify individual capsules with leaks
Gravimetric test	The mass modification of a sample is measured depending on the ambient climate and time.	– very accurate – also suitable for larger sample amounts – time-consuming method

Güte- und Prüfbestimmungen – Anlage 2
Quality and testing specifications – Appendix 2

Messverfahren	Beschreibung	Merkmale
Prüfung durch Dichtestbestimmung	Die effektive Gesamtdichte einer Probe wird gemessen.	– hohe Genauigkeit – zeitaufwendiges Verfahren
Druck-Test	Zur Prüfung von Beuteln Druckbereich von 1,5 kg/cm ² – 2,5 kg/cm ² wird für 20 s angewendet	– schnell für Beutel – genau
Vakuum-Test	Zur Prüfung von Kugeln Druck von –0,09 Mpa wird für 10 min angewendet	– genau für Kugeln

Tabelle 3.6.2.1 DR: Zulässige Prüfverfahren für die Dichtigkeit

Aufgrund der jeweiligen Besonderheiten sind die Prüfverfahren für verschiedene PCM-O unterschiedlich geeignet. Das jeweils am besten geeignete Prüfverfahren ist auszuwählen und mit Begründung im Bericht zu dokumentieren. Weitere Prüfverfahren können vom Güteausschuss aufgrund neuer Erkenntnisse als geeignet eingestuft werden.

3.6.2.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Die Art der Prüfmethode und die gewählten Randbedingungen sind zu beschreiben und zu begründen.

3.6.2.3 Durchführung der Prüfung

Vorgaben der Gütegemeinschaft PCM zur Durchführung der Prüfung:

Anzahl der Proben: Pro Produkt ist eine repräsentative Anzahl an Proben (idealerweise drei, aber mindestens eine Probe oder produktspezifisch nach Herstellerdichtigkeitsklasse) zu untersuchen. Die Anzahl richtet sich nach dem geplanten Einsatz und wird in Absprache mit dem Güteausschuss festgelegt.

Die Anzahl der Proben und die für die Prüfung gewählten Randbedingungen sind im Bericht zu dokumentieren.

3.6.3 Zyklusstabilität

Es gelten die Bestimmungen gemäß 3.5.3, entsprechend angepasst an die Mindestanzahl der zu prüfenden Proben.

3.6.4 Segregation

Wenn in Objekten ein PCM verwendet wird, welches aus mehr als einem Reinstoff besteht, ist zu prüfen, ob Segregation des PCM auftritt und ob dies die Funktionsfähigkeit des PCM beeinflusst. Dies ist an einer objektähnlichen Geometrie zu prüfen. Die Art und der Umfang der Prüfung müssen im Vorfeld mit dem Güteausschuss festgelegt werden. Für 3.6.4.1 und 3.6.4.2 gilt dabei, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

Test method	Description	Characteristics
Density test	The effective overall density of a sample is measured.	– very accurate – time-consuming method
Pressure Test	For pouch testing Pressure range of 1.5 kg/cm ² – 2.5 kg/cm ² is applied for 20 sec	– Quick for pouch – testing Accurate
Vacuum Test	For ball testing Pressure of –0.09 Mpa is applied for 10 min	– Accurate for ball testing

Table 3.6.2.1 DR: Permitted measurement methods for leak tightness

Based on the respective characteristics, the test methods are not equally suitable for different PCM-O. The most suitable test method needs to be selected and documented and justified in the test report. Additional test methods can be declared suitable by the Quality Committee, based on new evidence.

3.6.2.2 Contents of the test results and the test report

The type of test method and the selected boundary conditions shall be described and justified.

3.6.2.3 Execution of the test

Requirements of the Quality Association to perform the test:

Number of samples: a representative number of samples (ideally three, but at least one sample or a number of samples that is specific for the product according to the manufacturer leak tightness category) must be tested for each product. The number is based on the planned use and agreed with the consent of the Quality Committee.

The number of samples and the selected boundary conditions for the test shall be documented in the test report.

3.6.3 Cycling stability

The specifications of 3.5.3 apply with the minimum number of samples to be tested adapted accordingly.

3.6.4 Segregation

If PCM that consist of more than one pure substance are used in an object, there needs to be an examination to see if segregation occurs and if it has an effect on the functionality of the PCM. A geometry similar to that of the object needs to be chosen for the test. The nature and extent of the test shall be coordinated with the Quality Committee beforehand. With regard to 3.6.4.1 and 3.6.4.2, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

3.6.4.1 Zulässige Messverfahren

Ein mögliches Prüfverfahren auf Segregation von PCM ist nach aktuellem Kenntnisstand das Absetzverfahren in einem Zylinder.

3.6.4.2 Inhalt des Prüfergebnisses und Prüfbericht

Die verwendete Höhe der Flüssigkeitssäule sowie der Durchmesser des Zylinders sind anzugeben.

3.7 Besondere Prüfbestimmungen für PCM-S

PCM-S sind im Allgemeinen Systeme, Geräte, Komponenten, Kleidungsstücke oder Gegenstände, die unter Einsatz von PCM, PCM-C oder PCM-O zusätzliche wärmetechnische Eigenschaften und Fähigkeiten erhalten. Die Gütegemeinschaft untersucht weder die direkte noch die indirekte Wirkung des Systems außerhalb der Systemgrenzen.

Aufgrund der nahezu beliebigen Kombination von PCM, PCM-C und PCM-O mit bekannten und noch zu entwickelnden Anwendungen kann in der jeweils gültigen Detailregelung kein allgemeines, für alle PCM-S gültiges Prüfverfahren angegeben werden.

Die Gütegemeinschaft erhält vom Hersteller einen Prüfbericht eines von der Gütegemeinschaft benannten Prüfinstituts im Hinblick auf die zu überprüfenden Leistungsparameter des PCM-S. Die zu überprüfenden Leistungsparameter ergeben sich aus den gültigen Regelwerken für die jeweiligen PCM-S. Liegen zum Zeitpunkt der durchzuführenden Prüfungen keine Regelwerke für das PCM-S vor, werden diese durch den Auftraggeber in Abstimmung mit der Gütegemeinschaft zu Beginn der Messungen festgelegt.

Es wird empfohlen, die Prüfungen gemäß 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3 und 3.7.4 mit mindestens drei Proben durchzuführen. Die Reduzierung der Probenanzahl auf eine oder zwei durch den Gütezeichennutzer ist zulässig. Der Güteausschuss kann verlangen, mehr als eine oder zwei Probe(n) zu messen, falls der Gütezeichennutzer beabsichtigt, eine bestimmte Eigenschaft zu demonstrieren.

3.7.1 Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie

Der Phasenübergang und die gespeicherte thermische Energie lassen sich nicht in allen Fällen an einem PCM-S messtechnisch erfassen. Durch die feste Verbindung des PCM mit dem System erhält dieses thermodynamische und wärmetechnische Eigenschaften, die sich vom PCM, PCM-C und verwendeten PCM-O unterscheiden können. Im Allgemeinen verschiebt das System z. B. den effektiven Phasenübergangstemperaturbereich und beeinflusst die effektiv ein- und ausspeicherbare thermische Energie.

Sollte eine Messung des Phasenübergangstemperaturbereichs und der gespeicherten thermischen Energie möglich sein, wird diese messtechnisch erfasst.

Sollte eine Messung nicht möglich sein, müssen durch den Hersteller Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Phasenübergangs und der speicherbaren thermischen Energie angegeben werden.

3.6.4.1 Permitted test methods

On the basis of currently available information, a possible test method for evaluation of the segregation of PCM is a settling test in a cylinder.

3.6.4.2 Contents of the test results and the test report

The height of the fluid column used and the diameter of the cylinder must be indicated.

3.7 Special testing specifications for PCM-S

Generally, PCM-S are systems, devices, components, items of clothing or objects that have obtained additional thermotechnical characteristics or abilities by PCM, PCM-C or PCM-O. The Quality Association examines neither the direct nor indirect effect of the system outside of its boundaries.

Due to the nearly endless combinations of PCM, PCM-C and PCM-O with known and yet to be developed applications, the Detailed Regulations cannot describe a general test procedure that is applicable to all PCM-S.

The manufacturer provides the Quality Association with a test report of a testing institute that is recognised by the Quality Association. The test report contains the performance parameters to test which are specified in the valid set of rules for the PCM-S in question. If such a set of rules for the PCM-S does not exist at that point in time, they are specified by the applicant and the Quality Association before the measurements start.

It is recommended to perform the tests according to 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3 and 3.7.4 with at least three samples. The reduction of the number of samples to one or two by the quality mark user is permitted. The Quality Committee may demand to test more than one or two samples if the quality mark user intends to demonstrate a specific characteristic.

3.7.1 Phase transition temperature range and stored thermal energy

The phase transition and stored thermal energy of a PCM-S cannot be measured in all cases. Due to the fixed connection of the system with the PCM, it obtains thermodynamic and thermotechnical characteristics that might differ from those of the PCM, PCM-C or PCM-O used. Generally speaking, the system changes the effective phase transition temperature range for example and influences the amount of effective thermal energy that can be stored and released.

If measuring the phase transition temperature range and stored thermal energy is possible, it is measured.

If a measurement is impossible, the manufacturer needs to specify calculation procedures to determine the phase transition and stored thermal energy.

3.7.1.3 Durchführung der Messung

Die zu überprüfenden Parameter und die einzuhaltenden Rahmenbedingungen für die Prüfungen werden durch bestehende Regelwerke vorgegeben. Liegen keine Regelwerke vor, legt der Auftraggeber die zu prüfenden Parameter fest, die durch den Güteausschuss geprüft und durch den Prüfbericht bestätigt werden. Der Güteausschuss behält es sich dabei vor, die für eine sinnvolle Wirkungsweise des PCM-S benötigten Leistungsparameter und Speicherfähigkeiten zu ergänzen bzw. anzupassen, um eine wärmetechnische Wirkung des Systems zu erreichen.

Folgende PCM-S können anhand der VDI 2164 geprüft und vermessen werden:

- a) Passive Flächenheiz- und -kühlssysteme,
- b) Aktive Flächenheiz- und -kühlssysteme,
- c) Dezentrale Lüftungssysteme für den Kühlbetrieb,
- d) Zentrale Lüftungssysteme für den Heiz- und Kühlbetrieb,
- e) Energiespeicher (Medium Wasser).

3.7.2 Dichtigkeit der Verkapselung

Eine Dichtigkeitsprüfung wird in der Regel nicht durchgeführt. Die Dichtigkeit wird durch bereits geprüftes PCM-C oder PCM-O bestätigt. Eine fachgerechte, durch den Lieferanten des Systems durchgeführte Verarbeitung des PCM-C und PCM-O, ohne langfristig die Dichtigkeit zu beeinflussen, wird durch den Hersteller bestätigt.

Sollten keine Dichtigkeitsnachweise für die verwendeten PCM-C und PCM-O vorliegen, ist das PCM-S unter Betriebsbedingungen auf Dichtigkeit zu prüfen. Dabei gilt, dass der Güteausschuss unter mehreren geeigneten Prüfverfahren stets das Verfahren zu wählen hat, welches hinsichtlich Kosten und Aufwand für den Antragsteller am günstigsten ist. In der Vergangenheit bereits angewendete Verfahren sind in Anlage 3 aufgeführt und vorrangig auszuwählen, sofern sie sich im konkreten Fall eignen. Wird ein neues Prüfverfahren festgelegt, so muss dieses im Nachgang in Anlage 3 festgehalten und diese aktualisiert werden.

4 Überwachung

4.1 Fremdüberwachung

4.1.1 Erstprüfung

Bei der Erstprüfung sind die Gütekriterien gemäß Tabelle 4.1.2 DR zusätzlich zur Zyklusstabilität (außer für PCM, die nur aus reinen n-Alkanen bestehen) durch das Fremdüberwachungsinstitut zu prüfen.

Der Güteausschuss kann dem beantragenden Gütezeichen-nutzer auf Anfrage erlauben, die Prüfung der Zyklusstabilität und möglicherweise anderer Funktionsprüfungen auf dessen eigenem Prüfstand und mit dessen eigener Messausrüstung durchzuführen, falls:

1. er dem Güteausschuss Zyklierungsstrategie und -aufbau präsentiert und diese vom Güteausschuss und den Fremdüberwachungsinstituten genehmigt werden, und
2. eines der Fremdüberwachungsinstitute bei einer Vor-Ort-Inspektion bestätigt, dass die Prüfung der Zyklusstabilität und möglicherweise andere Funktionsprüfungen wie präsentiert durchgeführt werden.

3.7.1.3 Execution of the measurement

The parameters to test and the boundary conditions to meet for the measurements are specified by an existing set of rules. If no such sets of rules exist, the applicant determines the parameters to test. They must be approved by the Quality Committee and confirmed by the test report. The Quality Committee reserves the right to supplement or modify the performance parameters that are necessary for a reasonable functioning in order to achieve a thermotechnical effect of the system.

The following PCM-S can be tested and measured according to VDI 2164:

- a) Passive panel heating and cooling systems,
- b) Active panel heating and cooling systems,
- c) Local ventilation systems for cooling operation,
- d) Central ventilation systems for heating and cooling operation,
- e) Energy storage units (medium water).

3.7.2 Leak tightness of the encapsulation

A leak tightness test is normally not performed. The tightness is guaranteed by a PCM-C or PCM-O that has already been tested. Skilled processing of the PCM-C or PCM-O by the supplier of the system without a long-term influence on the tightness is confirmed by the manufacturer.

If there is no proof of tightness for the PCM-C or PCM-O used, the PCM-S must be tested for tightness under operating conditions. In doing so, the Quality Committee shall always choose the test method among several suitable methods which is best for the applicant with regard to costs and efforts. Priority shall be given to methods that have been applied in the past already and are listed in Appendix 3 if they are suitable in the particular case. If a new test method is established, it must subsequently be recorded in Appendix 3 and this appendix must be updated.

4 Monitoring

4.1 External monitoring

4.1.1 Initial test

The quality requirements according to table 4.1.2 DR in addition to the cycling stability (except for PCM consisting of only pure n-alkanes) must be tested by the external monitoring institute during the initial test.

The Quality Committee may allow the applying quality mark user on request to perform the cycling stability test and potentially other performance tests on his own test stand and with his own measurement equipment if:

1. he presents the cycling strategy and setup to the Quality Committee, and the Quality Committee and External Monitoring Institutes approve them, and
2. one of the External Monitoring Institutes confirms at an on-site inspection that the cycling stability test and potentially other performance tests are done as presented.

Falls ein bereits genehmigter Prüfstand bzw. eine bereits genehmigte Messausrüstung für weitere Prüfungen verwendet werden, muss nicht noch einmal eine Vor-Ort-Inspektion durchgeführt werden.

Zusätzlich können weitere probenabhängige Eigenschaften auf Herstellerwunsch oder Anweisung des Güteausschusses Bestandteil des Prüfumfangs sein.

Der Antragsteller muss bereits bei der Antragstellung ein Konzept vorlegen, wie die Einhaltung der Güte- und Prüfbestimmungen durch Eigenüberwachungsmaßnahmen nach erfolgreicher Erstprüfung dauerhaft sichergestellt werden kann. Dies kann beispielsweise folgende Punkte berücksichtigen:

- Prüfung der Gütekriterien oder anderer Kriterien mit potentiellm Einfluss auf die Gütekriterien
 - Art der Prüfung (intern oder extern),
 - Häufigkeit der Prüfung,
 - Kriterien für das Bestehen der Prüfung,
 - eingesetzte Prüfverfahren und -geräte,
- Auswahl der Rohstoffe,
- Überwachung des Herstellungsprozesses.

Der Güteausschuss der Gütegemeinschaft entscheidet nach Anhörung des Fremdprüfers, ob das Konzept, das die Grundlage für die Eigenüberwachung gemäß Abschnitt 4.2 bildet, ausreicht oder optimiert werden muss.

4.1.2 Fremdprüfung

Die Fremdprüfung findet mindestens alle zwei Jahre nach Verleihung des Gütezeichens statt.

Während der Fremdprüfung prüft der Fremdprüfer zunächst für alle gütegesicherten Produkte, ob die Eigenüberwachungsmaßnahmen, die im Rahmen der Erstprüfung gemäß Abschnitt 4.1.1 vom Güteausschuss festgelegt wurden, kontinuierlich und im vereinbarten Umfang durchgeführt wurden und die Ergebnisse schlüssig sind.

Zudem entnimmt der Fremdprüfer Proben der gütegesicherten Produkte und stellt diese dem durch die Gütegemeinschaft anerkannten und benannten Fremdüberwachungsinstitut zur labortechnischen Prüfung zur Verfügung. Es sollen dabei mindestens fünf Proben pro labortechnisch zu untersuchendem Produkt entnommen werden.

Die labortechnische Prüfung durch das Fremdüberwachungsinstitut soll nur an 10% der gütegesicherten Produkte stattfinden, mindestens jedoch an einem Produkt. Die Auswahl der zu prüfenden Produkte soll von Fremdprüfung zu Fremdprüfung variieren.

Bei der labortechnischen Untersuchung sind folgende Gütekriterien durch das Fremdüberwachungsinstitut zu prüfen:

If the already approved test stand and measurement equipment are used for additional products, it is not necessary to have an additional on-site inspection.

Further characteristics related to the sample can be added to the testing scope, either at the applicant's request or upon instruction by the Quality Committee.

Prior to the application, the applicant shall present a concept of how compliance with the Quality and Testing Specifications will be guaranteed after a successful initial test by means of in-house monitoring. It can, for example, consider the following points:

- Testing the quality criteria or other criteria with a potential influence on the quality criteria
 - type of testing (internal or external),
 - frequency of testing,
 - criteria for passing the test,
 - applied test methods and devices,
- Base material selection
- Monitoring the production process.

The Quality Committee of the Quality Association decides, after consulting with the external inspector, if the concept that forms the basis for the in-house monitoring according to section 4.2, is sufficient or needs to be optimised.

4.1.2 External test

The external test takes place at least every second year after the Quality Mark has been awarded.

During the external test, the external inspector first checks, for all quality-assured products, if the in-house monitoring measures, which were specified by the Quality Committee during the initial test according to section 4.1.1, have been performed continuously and in the agreed scope, and if the results are coherent.

Furthermore, the external inspector takes samples of the quality-assured products and provides them to the external monitoring institute, that has been accepted and notified by the Quality Association, for lab testing. At least five samples for each product that is intended for lab testing shall be taken.

The lab test by the external monitoring institute shall only be performed on 10% of the quality-assured products, but on at least one product. The selection of the products to be tested shall vary from external test to external test.

The following quality criteria are to be tested during the lab test of the external monitoring institute:

Güte- und Prüfbestimmungen – Anlage 2
Quality and testing specifications – Appendix 2

	PCM, PCM-C	PCM-O	PCM-S
Phasenübergangstemperaturbereich und gespeicherte thermische Energie	zwingend	zwingend	
Wärmeleitfähigkeit	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft	
Dichtigkeit der Verkapselung	sofern verkapselt	zwingend	zwingend
Segregation	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft	Anfrage bei Gütegemeinschaft

Tabelle 4.1.2 DR: Zu prüfende Gütekriterien während der Fremdüberwachung

Zusätzlich können weitere probenabhängige Eigenschaften auf Herstellerwunsch oder Anweisung des Güteausschusses Bestandteil des Prüfumfanges sein.

4.2 Eigenüberwachung

Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachungsmaßnahmen werden vom Güteausschuss nach Anhörung des Fremdprüfers festgelegt und basieren i. d.R. auf dem während der Erstprüfung vorgestellten Konzept. Falls sie sich als unpassend erweisen, können sie aber jederzeit geändert werden.

	PCM, PCM-C	PCM-O	PCM-S
Phase transition temperature range and stored thermal energy	mandatory	mandatory	
Thermal conductivity	request to Quality Association	request to Quality Association	
Leak tightness of encapsulation	if encapsulated	mandatory	mandatory
Segregation	request to Quality Association	request to Quality Association	request to Quality Association

Table 4.1.2 DR: Quality criteria to test during external monitoring

Further characteristics related to the sample can be added to the testing scope, either at the applicant's request or upon instruction by the Quality Committee.

4.2 In-house monitoring

Type, scope and frequency of the in-house monitoring measures are determined by the Quality Committee after consultation with the external inspector and normally based on the concept provided during the initial test. If they turn out to be inappropriate, they can be modified at any time.

Anlage 3

Etablierte Prüfschemata und Vorgaben zu Prüfberichten / -ergebnissen

Ausgabe August 2025

Diese Anlage enthält bereits etablierte Prüfschemata und Vorgaben zu Prüfberichten und -ergebnissen in Abhängigkeit von spezifischen Versuchsobjekten. Sie wird fortlaufend aktualisiert und ist ebenfalls online unter <https://www.pcm-ral.de/guete-und-pruefbestimmungen-fuer-phase-change-materials/> verfügbar.

Appendix 3

Established test schemes and specifications for test reports and results

Edition August 2025

This appendix contains already established test schemes and specifications for test reports and results depending on specific test objects. It is updated continuously and is also available online at <https://www.pcm-ral.org/quality-testing-specifications-pcm>.

In any case of doubt, the German language version shall prevail.

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. zu richten. Dem Antrag ist ein rechtsverbindlich unterzeichneter Verpflichtungsschein (Muster 1) beizufügen.

2.3 Der Antrag wird vom Güteausschuss geprüft. Der Güteausschuss beauftragt öffentlich bestellte und 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, das 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.

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.

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 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. 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 publicly appointed and sworn 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 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 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 in 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 verwarnet werden.

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

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 fault-finder 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 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.

Durchführungsbestimmungen Implementation regulations

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 vier Wochen, nachdem sie zugestellt sind, beim Güteausschuss Beschwerde einlegen.

6.2 Verwirft der Güteausschuss die Beschwerde, so kann der Beschwerdeführer binnen vier 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.

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 four 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 er/sie
 - die Güte- und Prüfbestimmungen für Phase Change Material (PCM),
 - die Satzung der Gütegemeinschaft PCM e. V.,
 - die Gütezeichen-Satzung der Gütegemeinschaft PCM e. V.,
 - die Durchführungsbestimmungen für die Verleihung und Führung des Gütezeichens PCM 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

Declaration of Acceptance

- 1 The undersigned/the undersigning company hereby applies to the Quality Association PCM to
 - be accepted as a member,*¹
 - be awarded the right to bear the quality mark PCM*¹

- 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,
 - 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

Verleihungsurkunde

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

der Firma

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

Gütezeichen PCM



GÜTEZEICHEN



Balingen, den _____

Gütegemeinschaft PCM e. V.

Der Vorsitzende

Der Geschäftsführer

Awarding Certificate

The Quality Association PCM
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.,
and protected by registration at the German Patent and Trademark Office
as a collective mark



Balingen, the _____

Quality Association PCM

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 Geographische Herkunfts-Gewähr-Zeichen

RAL DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E. V.

Fränkische Straße 7 · 53229 Bonn · Tel.: +49 (0)228 68895-0
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)

Fränkische Straße 7 · D-53229 Bonn · Phone: +49 (0)228 6 88 95-0
E-Mail: RAL-Institut@RAL.de · Internet: www.RAL.de